

DIVISION DE EDUCACIÓN CONTINUA  
CURSOS ABIERTOS  
**III CURSO INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES**  
**MODULO III REDES DIGITALES: ACTUALIDAD Y PERSPECTIVA**  
Del 2 al 10 de junio de 1994.

FECHA	HORARIO	TEMA	PROFESOR
Jueves 2	17:00 a 18:00 hrs. 18:00 a 21:00 hrs.	Introducción PCM Conmutación de Circuitos y Paquetes	Ing. Angélica Moreno Argüello Ing. Carlos M. Pérez
Viernes 3	16:30 a 18:00 hrs. 18:00 a 20:00 hrs.	Visita sala video enlace Digital, Telmex RDI Concepto y estado. Actual	Lic. Jorge Alvarado Lic. Olivia Jaramillo Ing. Jorge Cortés Ing. Víctor Rosario
Sábado 4	9:00 a 11:30 hrs. 11:45 a 14:00 hrs.	RDSI, Conceptos Interfase U	Ing. Angélica Moreno Argüello Ing. Daniel Reyes
Lunes 6	17:00 a 19:00 hrs. 19:00 a 21:00 hrs.	Interfase S Sincronía	M.C. Carlos Hirsch Ing. Gabriel Flores
Martes 7	17:00 a 19:00 hrs. 19:00 a 21:00 hrs.	Señalización CCITT No. 7 Redes inteligentes	M.C. Martín Lara
Miércoles 8	17:00 a 19:00 hrs. 19:00 a 21:00 hrs.	Frame Relay, Fast Packet, Switching y ATM FDDI	Ing. Jesús Dávila Ing. Gerardo Chávez
Jueves 9	17:00 a 19:00 hrs. 19:00 a 21:00 hrs.	SONET-SDH Regulación de las Telecomunicaciones	Ing. Eduardo Inzunza Ing. Carlos Girón García
Viernes 10	17:00 a 18:00 hrs. 18:30 a 20:00 hrs.	Red de F.O. en México Mesa Redonda "Perspectiva de las Redes Digitales en México"	Ing. Arturo Ayala Ing. Leonardo Cerrillo Alemán Ing. Carlos Girón García Ing. Jorge González y González Dr. Javier Mendieta Jiménez
	20:00 hrs.	Clausura del Curso	Moderador: Ing. Angélica Moreno División de Educación Continua.

EVALUACION DEL PERSONAL DOCENTE

CURSO:

III Curso Internacional de Telecomunicaciones  
 Módulo III: Redes Digitales: Actualidad y Perspectivas.

FECHA: Del 2 al 10 de junio de 1994.

CONFERENCISTA		DOMINIO DEL TEMA	EFICIENCIA EN EL USO DE AYUDAS AUDIOVISUALES	MANTENIMIENTO DEL INTERES (COMUNICACION CON LOS ASISTENTES, AMENIDAD, FACILIDAD DE EXPRESION)	PUNTUALIDAD
1	Ing. Angélica Moreno Argüello				
2	Ing. Carlos M. Pérez				
3	Lic. Jorge Alvarado				
4	Lic. Olivia Jaramillo				
5	Ing. Jorge Cortés				
6	Ing. Víctor Rosario				
7	Ing. Daniel Reyes				
8	M. C. Carlos Hirsch Ganievich				
9	Ing. Gabriel Flores				
ESCALA DE EVALUACION: 1 a 10					

EVALUACION DEL PERSONAL DOCENTE

CURSO:  
 III Curso Internacional de Telecomunicaciones.  
 Módulo III Redes Digitales; Actualidad y Perspectiva.

FECHA: Del 2. al 10 de junio de 1994.

		DOMINIO DEL TEMA	EFICIENCIA EN EL USO DE AYUDAS AUDIOVISUALES	MANTENIMIENTO DEL INTERES (COMUNICACION CON LOS ASISTENTES, AMENIDAD, FACILIDAD DE EXPRESION)	PUNTUALIDAD
CONFERENCISTA.					
10	M.C. Martín Lara Barrón				
11	Ing. Jesús Dávila				
12	Ing. Gerardo Chávez				
13	Ing. Eduardo Inzunza				
14	Ing. Carlos Girón García				
15	Ing. Arturo Ayala				
16	Ing. Jorge González y González				
17	Dr. Javier Mendieta Jiménez				
ESCALA DE EVALUACION: 1 a 10					

EVALUACION DE LA ENSEÑANZA

SU EVALUACION SINCERA NOS AYUDARA A MEJORAR LOS PROGRAMAS POSTERIORES QUE DISEÑAREMOS PARA USTED.

III Curso Internacional de Telecomunicaciones.  
Módulo III Redes Digitales: Actualidad y Perspectiva.

Del 2 al 10 de Junio de 1994.

T E M A		ORGANIZACION Y DESARROLLO DEL TEMA	GRADO DE PROFUNDIDAD LOGRADO EN EL TEMA	GRADO DE ACTUALIZACION LOGRADO EN EL TEMA	UTILIDAD PRACTICA DEL TEMA	
1	Introducción, PCM Conmutación de circuitos y paquetes.					
2	Visita Sala Video Enlace Digital, Telex. RDI Concepto y Estado. Actual.					
3	RDSI, Conceptos, Interfase U.					
4	Interfase S, Sincronía					
5	Señalización CCITT No. 7, Redes Inteligentes					
6	Frame Relay, Fast Packet, Switching y ATM, FDDI					
7	SONET-SDH, Regulación de las Telecomunicaciones					
8	Red de F.O. en México, MESA REDONDA, "Perspectiva de las Redes Digitales en México", Clausura del Curso.					
ESCALA DE EVALUACION: 1 a 10						

# EVALUACION DEL CURSO

C O N C E P T O		
1.	APLICACION INMEDIATA DE LOS CONCEPTOS EXPUESTOS	
2.	CLARIDAD CON QUE SE EXPUSIERON LOS TEMAS	
3.	GRADO DE ACTUALIZACION LOGRADO EN EL CURSO	
4.	CUMPLIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DEL CURSO	
5.	CONTINUIDAD EN LOS TEMAS DEL CURSO	
6.	CALIDAD DE LAS NOTAS DEL CUSO	
7.	GRADO DE MOTIVACION LOGRADO EN EL CURSO	
EVALUACION TOTAL		

ESCALA DE EVALUACION: 1 a 10

1.- ¿Qué le pareció el ambiente en la División de Educación Continua?

MUY AGRADABLE

AGRADABLE

DESAGRADABLE

2.- Medio de comunicación por el que se enteró del curso:

PERIODICO EXCELSIOR  
ANUNCIO TITULADO DE  
VISION DE EDUCACION  
CONTINUA

PERIODICO NOVEDADES  
ANUNCIO TITULADO DE  
VISION DE EDUCACION  
CONTINUA

FOLLETO DEL CURSO

CARTEL MENSUAL

RADIO UNIVERSIDAD

COMUNICACION CARTA,  
TELEFONO, VERBAL, ETC.

REVISTAS TECNICAS

FOLLETO ANUAL

CARTELERA UNAM "LOS  
UNIVERSITARIOS HOY" GACETA  
UNAM

3.- Medio de transporte utilizado para venir al Palacio de Minería

AUTOMOVIL  
PARTICULAR

OTRO MEDIO

4.- ¿Qué cambios haría en el programa para tratar de perfeccionar el curso?

---

---

---

5.- ¿Recomendaría el curso a otras personas?

SI

NO

6.- ¿Qué periódico lee con mayor frecuencia?

---

---

7.- ¿Qué cursos le gustaría que ofreciera la División de Educación Continua?

---

---

---

8.- La coordinación académica fué:

EXCELENTE

BUENA

REGULAR

MALA

9.- Si está interesado en tomar algún curso INTENSIVO ¿Cuál es el horario más conveniente para usted?

LUNES A VIERNES  
DE 9 a 13 H. Y  
DE 14 a 18 H.  
(CON COMIDA)

LUNES A VIERNES  
DE 17 a 21 H.

LUNES A MIERCOLES  
Y VIERNES DE  
18 a 21 H.

MARTES Y JUEVES  
DE 18 A 21 H.

VIERNES DE 17 a 21 H.  
SABADOS DE 9 a 14 H.

VIERNES DE 17 A 21 H.  
SABADOS DE 9 a 13 H.  
DE 14 a 18 H.

OTRO

10.- ¿Qué servicios adicionales desearía que tuviere la División de Educación Continua para los asistentes?

---

---

---

11.- Otras sugerencias:

---

---

---





EVALUACION DEL PERSONAL DOCENTE

CURSO:

III Curso Internacional de Telecomunicaciones.  
Módulo III: Redes Digitales: Actualidad y Perspectivas.

FECHA: Del 2 al 10 de junio de 1994.

		DOMINIO DEL TEMA	EFICIENCIA EN EL USO DE AYUDAS AUDIOVISUALES	MANTENIMIENTO DEL INTERES (COMUNICACION CON LOS ASISTENTES, AMENIDAD, FACILIDAD DE EXPRESION)	PUNTUALIDAD	
CONFERENCISTA						
1	Ing. Angélica Moreno Argüello					
2	Ing. Carlos M. Pérez					
3	Lic. Jorge Alvarado					
4	Ing. Alejandro Figueroa Arroyo					
5	Ing. Daniel Reyes Espinos					
6	M.C. Carlos Hirsch Ganievich					
7	Ing. Gabriel Flores Sánchez					
8	M.C. Martín Lara Barrón					
9	Ing. Jesús Dávila					
ESCALA DE EVALUACION: 1 a 10						

EVALUACION DEL PERSONAL DOCENTE

CURSO:  
 III Curso Internacional de Telecomunicaciones.  
 Módulo III: Redes Digitales: Actualidad y Perspectiva

FECHA: Del 2 al 10 de junio de 1994.

		DOMINIO DEL TEMA	EFICIENCIA EN EL USO DE AYUDAS AUDIOVISUALES	MANTENIMIENTO DEL INTERES (COMUNICACION CON LOS ASISTENTES, AMENIDAD, FACILIDAD DE EXPRESION)	PUNTUALIDAD	
CONFERENCISTA						
10	Ing. Gerardo Chávez					
11	Ing. Eduardo Inzunza					
12	Ing. Carlos Girón García					
ESCALA DE EVALUACION: 1 a 10						

SU EVALUACION SINCERA NOS AYUDARA A MEJORAR LOS PROGRAMAS POSTERIORES QUE DISEÑAREMOS PARA USTED.

III Curso Internacional de Telecomunicaciones  
Módulo III Redes Digitales: Actualidad y Perspectiva.

Del 2 al 10 de junio de 1994.

T E M A		ORGANIZACION Y DESARROLLO DEL TEMA	GRADO DE PROFUNDIDAD LOGRADO EN EL TEMA	GRADO DE ACTUALIZACION LOGRADO EN EL TEMA	UTILIDAD PRACTICA DEL TEMA	
1	Introducción					
2	PCM Conmutación de circuitos y paquetes					
3	Visita Sala Video Enlace Digital Telmex					
4	RDI Concepto y Estado Actual					
5	RDSI, Conceptos					
6	Interfase U					
7	Interfase S					
8	Sincronía					
9	Señalización CCITT No. 7					
10	Redes Inteligentes					
ESCALA DE EVALUACION: 1 a 10						

EVALUACION DE LA ENSEÑANZA

SU EVALUACION SINCERA NOS AYUDARA A MEJORAR LOS PROGRAMAS POSTERIORES QUE DISEÑAREMOS PARA USTED.

III Curso Internacional de Telecomunicaciones  
Módulo III Redes Digitales: Actualidad y Perspectiva

Del 2 al 10 de junio de 1994.

T E M A		ORGANIZACION Y DESARROLLO DEL TEMA	GRADO DE PROFUNDIDAD LOGRADO EN EL TEMA	GRADO DE ACTUALIZACION LOGRADO EN EL TEMA	UTILIDAD PRACTICA DEL TEMA	
11	Frame Relay, Fast Packet, Switching y ATM					
12	FDDI					
13	SONET-SDH					
14	Regulación de las Telecomunicaciones					
15	Servicios RDSI Banda Ancha					
16	MESA REDONDA "Perspectiva de las Redes Digitales en México" Clausura del Curso.					
ESCALA DE EVALUACION: 1 a 10						



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

**LISTA DE PROFESORES.**

LIC. JORGE ALVARADO

ING. GERARDO CHAVEZ DIAZ

ING. JESUS DAVILA NARVAEZ

ING. GABRIEL FLORES SANCHEZ

ING. ALEJANDRO FIGUEROA ARROYO

ING. CARLOS GIRON GARCIA

M.C. CARLOS HIRSCH GANIEVICH

ING. EDUARDO INZUNZA

M.C. MARTIN LARA BARRON

DR. FRANCISCO JAVIER MENDIETA

ING. ANGELICA MORENO ARGUELLO

ING. CARLOS PEREZ DOMINGUEZ

M.C. DANIEL REYES ESPINOS

VIDEO ENLACE DIGITAL TELEMEX

DIRECTOR DE INTEGRACION DE SISTEMAS INTERSYS.

DIRECTOR DE INGENIERIA Y SOPORTE TECNICO INTERSYS.

JEFE DEL DEPARTAMENTO DE ESPECIFICACIONES INTERNACIONALES.

GERENCIA DE INGENIERIA Y NORMAS TELMEX.

JEFE DE TRANSMISION, GERENCIA DESARROLLO RDI, TELMEX.

DIRECTOR DE RADIOCOMUNICACIONES DE LA DIRECCION GENERAL DE POLITICAS Y NORMAS DE COMUNICACIONES DE LA S.C.T.

INVESTIGADOR DEL CINVESTAV DEL IPN.

INGENIERO DE VENTAS HEWLETT PACKARD.

COORDINADOR, SUBDIRECCION DE ESTRATEGIA TECNOLÓGICA.

CICSE ENSENADA BAJA CALIFORNIA.

GERENTE DE CONMUTACION VIDEO Y DATOS IUSANET.

INSTRUCTOR INTTELMEX; INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TELMEX.

GERENTE DE SERVICIOS AVANZADOS DE RED. TELMEX.

MEXICO, D.F., JUNIO 10 DE 1994.

DIVISION DE EDUCACION CONTINUA  
CURSOS ABIERTOS

**III CURSO INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES**

**MODULO III: REDES DIGITALES: ACTUALIDAD Y PERSPECTIVA**

Del 2 al 10 de junio de 1994

**DIRECTORIO DE ASISTENTES**

1. Téc. Alejandro Angulo Aranzubia  
Instructor  
Ferrocarriles Nacionales de México  
Estación central Buenavista  
Col. Buenavista  
Del. Cuauhtémoc, México, D.F.  
Tel. 559 59 13
2. Ing. Ma. de Lourdes Aguirre Herrera  
Gerente de operaciones  
Televisa, S.A. de C.V.  
Chapultepec 19 piso 1  
Col. Centro  
06040 México, D.F.  
Tel. 224 77 24
3. Armando Alfaro Prado  
Jefe de Subdivisión  
INTELMEX  
Tepepan 31  
Col. Toriello Guerra  
Del. Tlalpan, México, D.F.  
Tel. 665 07 00
4. Ing. Margarita Bautista González  
Académico  
Facultad de Ingeniería  
Av. Universidad 3000  
Ciudad Universitaria  
04510 México, D.F.  
Tel. 622 30 25
5. Enrique Belmont Lagunas  
Ing. de servicio  
Redes Vía Satélite  
Av. México 516  
Col. San Jerónimo Aculco  
10400 México, D.F.  
Tel. 568 77 68
6. Víctor Cárdenas Sánchez  
Ing. de servicio  
Redes Vía Satélite  
Av. México 516  
Col. San Jerónimo Aculco  
10400 México, D.F.  
Tel. 568 77 65
7. Ing. Rafael E. Carvajal Lizano  
INGE-5  
Inst. Costarricense de Electricidad  
San Pedro de Montes de Oca  
10032-1000 San José, Costa Rica  
Tel. 253 58 78
8. Arturo E. Castillo Moreno  
Jefe Depto. de Ing. Electrónica  
Inst. Nal. de Investigaciones Nucleares  
Km. 36½ Carr. México-Toluca  
Salazar, Edo. de México  
Tel. 518 23 60
9. Ing. Víctor Castillo Rosas  
Analista de Telecomunicaciones  
Bodega Aurrera, S.A. de C.V.  
Chimalpopoca 65 piso 1  
Col. Obrera  
06800 México, D.F.  
Tel. 628 60 00
10. Ing. Rogelio Cruz Reyes  
Jefe de Conmutación  
Teléfonos de México, S.A. C.V.  
Rio Lerma 256 piso 10  
Col. Cuauhtémoc  
06500 México, D.F.  
Tel. 208 84 00
11. Tomás de la Rosa García  
Ingeniero  
Teléfonos de México, S.A.C.V.  
Analco 785  
Col. Reforma  
Tel. 619 08 16
12. Ing. Rubén Darío Echeverri Leal  
Jefe Sección de Mantenimiento  
Empresa Nal. de Telecomunicaciones, Telecom  
Calle 20 No. 23-42  
Col. Manizales  
Delegación Caldas, Colombia  
Tel. 68 844156

13. Javier Matías Espinoza Cáceres  
Jefe de Departamento de Informática  
Com. Fed. de Electricidad  
Oklahoma 85. P.B.  
Col. Nápoles  
Del. Benito Juárez  
Tel. 687 81 02
14. Moises Daniel Flores Romero  
Jefe Depto. de Transmisiones  
TV-UNAM  
Circuito Mario de la Cueva  
Ciudad Universitaria  
04510 México, D.F.
15. Rogelio García García  
Director Técnico  
SEP.-UTE.  
Circunvalacionesq. Tabiqueros s/n  
Col. Morelos  
15270 México, D.F.  
Tel. 795 04 60
16. Ma. Isabel Garrido-Galindo  
Profesor  
ENP. 8 UNAM  
Adolfo Prieto 722  
Del. Benito Juárez  
Tel. 687 68 86
17. Fernando Alejandro Gómez Espinosa  
Gerente de Servicio  
Bit Graphica de México, S.A.C.V.  
Plateros 7  
Col. San José Insurgentes  
03900 México, D.F.  
Tel. 598 58 55
18. Ing. Israel González Corona  
Coord. Capacitación Infraestructura y Telecom  
Ferrocarriles Nacional de México  
Av. Insurgentes Norte s/n  
Col. Guerrero  
Del. Cuauhtémoc  
Tel. 327 66 69
19. Carmelo Jorge Guzmán Cerón  
Técnico Auxiliar  
Instituto de Astronomía  
Ciudad Universitaria  
04510 México, D.F.  
Tel. 622 39 07 al 11
20. Ing. Oscar Hernández Escobar  
Ing. Proy. Nva. Tecnología  
Teléfonos de México  
Boulevard Díaz Ordaz 4306  
Col. Anzures  
Puebla, Puebla  
Tel. 483801
21. Raymundo Herrera Luna  
Gcia. de Red Satélital y Software de Comns.  
Serpaprosa  
Dr. Andrade 60  
Col. Doctores  
México, D.F.  
Tel. 627 31 84
22. Gerardo Jacome Martínez  
Ing. de Sistemas de Comunicaciones  
Iusacell, S.A.C.V.  
Corona 100  
Col. Modelo  
Naucalpan de Juárez, Edo. de México  
Tel. 363 31 02
23. Ing. Carlos Lucio López Giovanelli  
Director CISJ, Prof. Titular U.N.S.J.  
CONICET Univer. Nal. de San Juan  
Sante Fé 198 (oeste)  
5400 San Juan, Argentina
24. Lilibeth Medina Cerrud
25. Ing. José Francisco Méndez Rodríguez  
Enc. Estación Terrena  
TRKOM INT  
Lope de Vega 95  
Santo Domingo, Rep. Dominicana  
Tel. (809) 542 75 56
26. Juan José Montoya Monroy  
Informática  
Sria. de Com. y Transportes  
Av. Insurgentes Sur 825  
Col. Nápoles  
03810 México, D.F.  
Tel. 628 84 82
27. Liliana Muñoz Zafra  
Tec. Acad. Asoc. "B"  
Ctro. de Invest. Interdisciplinarias  
Av. Universidad 3000  
Col. Copilco, 04510, México, D.F.  
Tel. 623 00 27
28. Ing. Francisco Javier Oliva Corado  
Jefe Depto. Transmisión Internacional  
Admon. Nal. de Telecomunicaciones  
Antel, Ctro. de Gobierno, San Salvador  
El Salvador, Tel. (503) 811 441

- 3
29. Ing. Alejandro Padilla Zúñiga  
Jefe del Centro de Control de Red  
TELLOR  
Servicios Tlemáticos  
Villa Fontana-Managua, Nicaragua  
Tel. 783131
30. Ing. Joaquín Pérez Carreño  
Técnico en Transmisión  
ACITEL, S.A.C.V.  
Av. Cuitlahuac 493-1  
Col. Nueva Santa María  
02800 México, D.F.  
Tel. 556 53 65
31. Ma. Guadalupe Pérez Estrada  
Ing. de sistemas de telecomunicaciones  
Iusacell, S.A.C.V.  
Presidente Mazarik 490  
Col. Polanco  
México, D.F.  
Tel. 280 90 21
32. Téc. Héctor Pichardo Neri  
Gerente de servicio  
Comercial Galaxy, S.A.C.V.  
Eje Lazaro Cárdenas 1004-304  
Col. Portales  
03300 México, D.F.  
Tel. 605 43 90
33. Ing. Mrlis Josefina Pineda Valderrama  
Asesor de la Vicepresidencia de Ing.  
Corporación Teieven, C.A.  
C.C. Los Chaguaramos piso 18 ofna. 18-6  
Los Guacharamos, Caracas Venezuela  
Tel. 662 41 30
34. Ing. Mario Ramírez Victoria  
Administrador Red Académica de Cómputo  
Inst. Politecnico Nacional  
Av. José Loreto Fabela y Av. 508  
07950 México, D.F.  
Tel. 760 35 10
35. Ing. Rodolfo Benn Ramos Aparicio  
Jefe zonal Transmisiones  
Entel Perú  
Jr ICA 550  
Heyo Perú  
Tel. 064 23 13 12
36. Teodoro Ramos Rivera  
Supervisor  
Bancomer  
Av. Universidad 1200  
Col. Xoco  
03330 México, D.F.  
Tel. 621 62 40
37. Felipe Reyes López
38. Leticia Cecilia Rojas Anzaldo  
Académico  
Facultad de Ingeniería  
Av. Universidad 3000  
Col. Copilco  
04510 México, D.F.  
Tel. 622 31 13
39. Guillermo Rojas Reyes
40. Ing. Jorge Flavio Romero Aquino  
Gerente General  
ACITEL, S.A.C.V.  
Av. Cuitlahuac 493-1  
Col. Nueva Santa María  
02800 México, D.F.  
Tel. 556 53 65
41. Víctor N. Rodríguez García  
Gerente de Teleinformática  
SERPAPROSA  
Dr. Navarro 25  
Col. Doctores  
Tel. 627 32 98
42. Ing. Verónica Sánchez Bandala  
Servicio Social  
DGSCA  
Circuito Exterior s/n  
Ciudad Universitaria  
04510 México, D.F.  
Tel. 622 85 26
43. Lic. Juan Segovia Silvero  
Director Técnico  
Cto. Nal. de Comp. Univ. Nal. de Asunción  
Campus Universitario, San Lorenzo
44. Ing. Heriberto Valencia Figueroa  
Jefe sección transmisión  
Telmex  
Circuito Colonias Esq. Carr. a Chuburna  
Col. Buenavista, Merida Yucatán,  
Tel. 91 99 44 17-56



45. José Luis Vázquez Ordaz  
Jefe PCM zona Guadalajara  
Teléfonos de México  
Isla Deseada 1967  
Col. Jardines de San José  
Tel. 646 26 16

46. Ing. María Ivonne Villanueva Fernández  
Docente  
Escuela Nacional Preparatoria # 8  
Adolfo Prieto 722 piso 3  
Col. Del Valle  
Del. Benito Juárez, México; D.F.  
Tel. 687 68 86

47. Raúl Yau Mendoza  
Jefe de area envios y unacadl móvil  
TV UNAM  
Circuito Mario de la Cueva s/n  
Ciudad Universitaria  
04510 México, D.F.  
Tel. 622 93 12



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

**CURSOS ABIERTOS**

**TEMA: PCM, CONMUTACION DE CIRCUITOS Y PAQUETES.**

**ING. CARLOS M. PEREZ.**

**NOTA: LA INFORMACION SERA ENTREGADA POSTERIORMENTE.**

# Foreword

This technical note on pulse code modulation is the first in a series describing aspects of modern telecommunication and, where appropriate, identifying relevant international performance and testing standards. GN Elmi's main aim for the series is to provide clear, up-to-date technical information on the fast-changing world of telephony.

In addition, we naturally wish to inform as wide a public as possible of GN Elmi's credentials as one of the world's leading manufacturers of advanced telecommunications test and measurement instruments. Our intensive research programme is dedicated to the development of new equipment which combines state-of-the-art technology, cost-effectiveness and ease of operation. When, as in this case, instruments in our range have relevance to the topic discussed, a brief description will be included.

August 1988

## **GN Elmi as**

90, Kirkebjerg Alle  
DK-2605 Brøndby, Denmark  
Phone +45 2 45 42 11  
Telex: 33423 elmi dk  
Cables: Elmiworks  
Telefax: +45 2 63 18 41  
(CCITT gr 2 + 3)

# Contents

1.0	Pulse Code Modulation (PCM).....	3
1.1	Sampling.....	3
1.2	Quantizing and Encoding.....	3
2.0	PCM in Telephony .....	5
2.1	CCITT's 30 Channels System .....	5
2.1.1	Speech Channels.....	5
2.1.2	Alignment Channel.....	5
2.1.3	Signalling Channel/Multiframe Structure...	6
2.1.4	Alarms .....	6
3.0	64 kbit/s Transmission .....	7
3.1	Centralized Clock Interface.....	7
3.2	Contradirectional Interface.....	7
3.3	Co-directional Interface .....	8
4.0	Cyclic Redundancy Check (CRC).....	9
4.1	The CRC Frame Structure.....	9
5.0	Higher Order PCM.....	11
5.1	8 Mbit/s Frame Structure.....	11
5.2	34 Mbit/s Frame Structure.....	12
5.3	140 Mbit/s Frame Structure.....	12
6.0	Digital Transmission.....	13
6.1	Cable Characteristics.....	13
6.2	Line Codes.....	13
6.2.1	NRZ.....	13
6.2.2	RZ .....	14
6.2.3	AMI.....	14
6.2.4	HDB3 .....	14
6.2.5	CMI .....	15
7.0	Quality and Availability Targets .....	16
7.1	CCITT Recommendation G.821 .....	16
7.2	G.821 Terms at other Bit Rates .....	17
7.3	Jitter .....	17
8.0	Measurements on PCM Systems .....	19
8.1	Cables with Mismatch .....	19
8.2	Measurement Techniques .....	19
8.2.1	Probed Connection.....	19
8.2.2	Inductive Probing Network .....	20
8.3	Measuring Instruments.....	20
8.3.1	Monitor.....	20
8.3.2	Bit Error Test.....	22
8.3.3	Jitter .....	22
8.3.4	Signalling Recording.....	23
9.0	Reference List .....	24

# 1.0 Pulse Code Modulation (PCM)

When telephony began more than 100 years ago, only one speech connection at a time could be made, using a specific pair of copper wires. Speech was transmitted as analogue electrical signals, corresponding to its tonal variations. As technology progressed, digitalization was introduced into telephony, improving transmission reliability and resulting in better use of cables.

However, signals from subscribers are transmitted in analogue form, making a digitalization process necessary. This is carried out in three steps:

1. Sampling.
2. Quantizing.
3. Encoding.

## 1.1 Sampling

Sampling is the periodical measurement of the value of the analogue signal. A sampled signal contains all the information if the sampling frequency is at least twice the highest frequency of the signal to be

sampled. As the analogue signals in telephony are band-limited to 300 – 3400 Hz, a sampling frequency of 8000 Hz – every 125  $\mu$ sec – is sufficient.

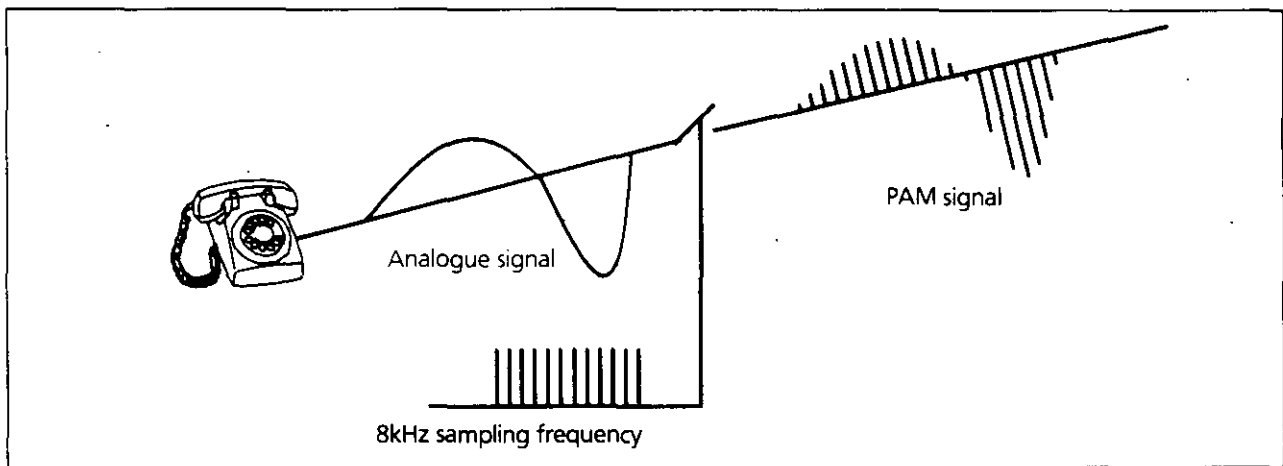


Fig. 1.1 Sampling. The sampled signal is called a PAM signal (Pulse Amplitude Modulated).

## 1.2 Quantizing and Encoding

The samples then have to be quantized. This means that the representation of their amplitude is forced

to take a certain value (quantizing level). This is illustrated in fig. 1.2.

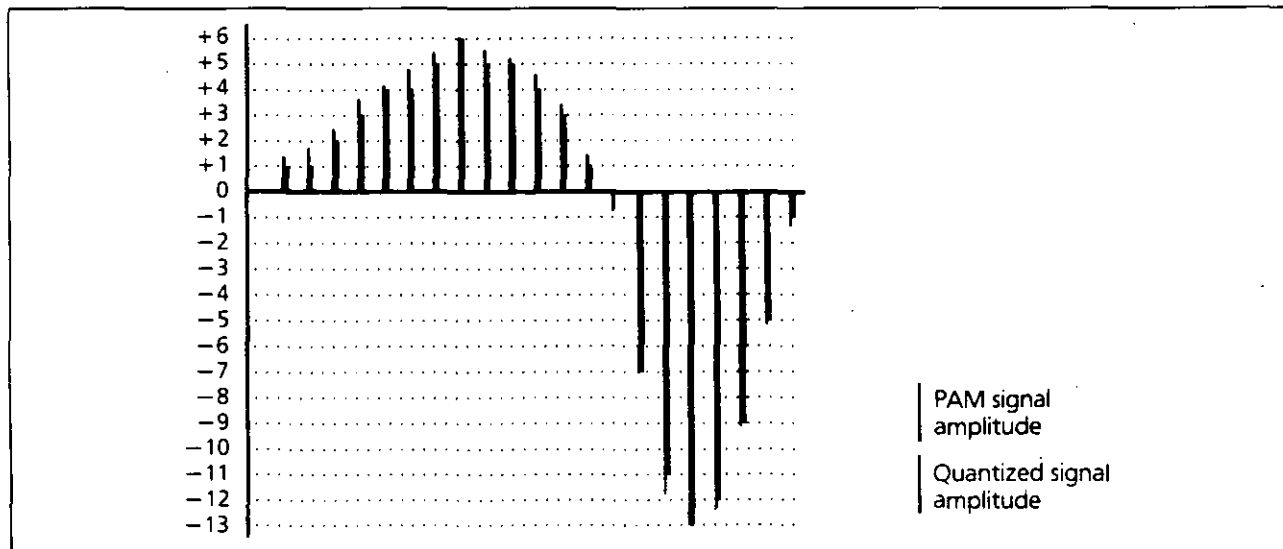


Fig. 1.2 Quantizing by truncating.

The system can now transmit the PAM signal by sending one number every 125 microseconds. Each PAM signal number is represented as an eight-bit value, which provides the numeric range -127 to +127 (the first bit is used as a sign). To ensure that the ratio between signal amplitude

and errors introduced by quantizing is almost constant for all amplitudes, an unlinear encoding law must be applied.

This improves the signal-to-noise ratio. An example of such an encoding law is the A-law from CCITT's recommendation G.711 (see fig. 1.3).

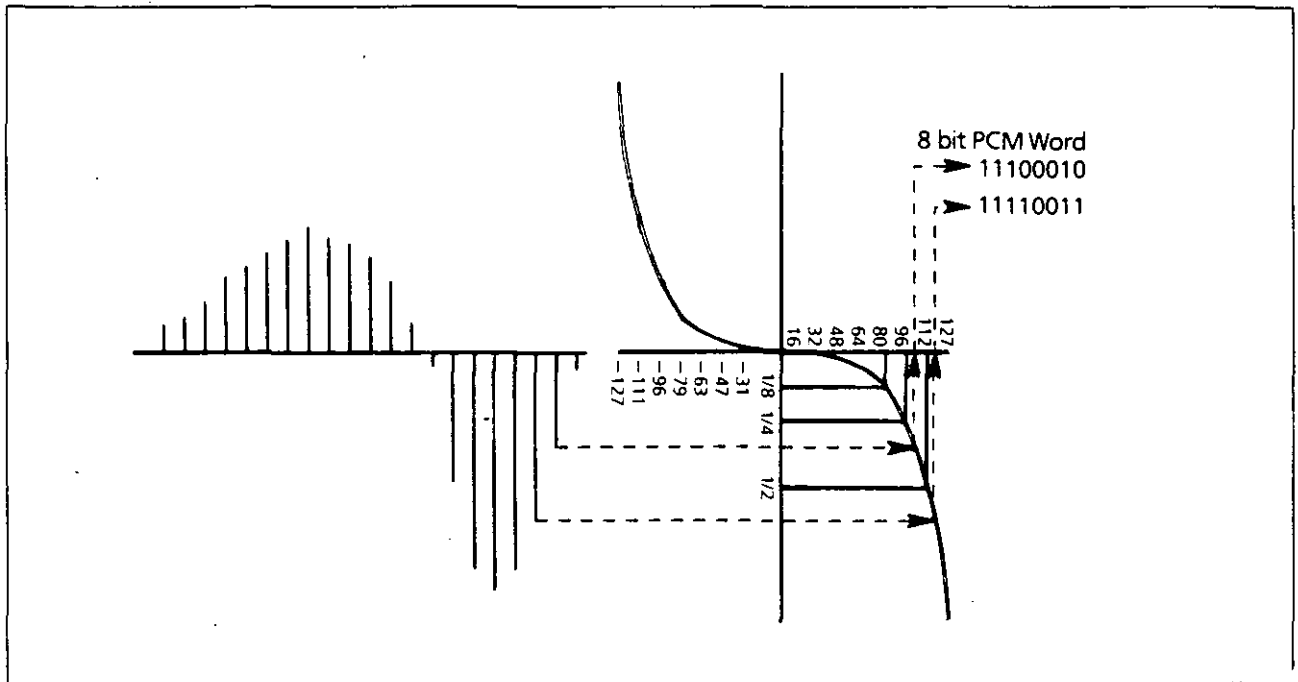


Fig. 1.3 Quantizing and encoding in accordance with CCITT's A-law (from recommendation G.711).

## 2.0 PCM in Telephony

In the previous chapter, digitalization of the analogue signals was described. This chapter will describe how the PCM system is designed for use in telephony. The description will include frame structure, signalling and alarms in the PCM system. Two different kinds of PCM transmission systems are currently in use. The first to be introduced was the 24-channel system

developed by Bell Laboratories, which is in use in North America, Japan and a few other countries. The other is the European system specified by CCITT in recommendation G.732. In principle, the two systems are much the same. However, the methods used to obtain synchronisation, encoding etc. differ. The following description is based on the European system.

## 2.1 CCITT's 30 Channel System

The system can support 30 telephone channels on one line. Because the system needs one channel for obtaining synchronism and another for signalling, 32 time slots must be transmitted. A channel is sampled 8000 times per second. Each sampling is transmitted as an 8-bit value. This means that individual channels

have a transmission speed of 64 kbit/s and that the total transmission speed for all 32 time slots in the system is 2048 kbit/s. The frame structure is described in CCITT recommendation G.704.

### 2.1.1 Speech Channels

The 30 speech channels are located in the time slots numbered from 1–15 and 17–31. (These time slots are also called telephone channels 1 to 30). As described in chapter 1, the telephone channels carry an 8-bit value after conversion from analogue to digital form.

When a channel is idle, it will be transmitted as zeros. This may cause synchronization problems and, to avoid such problems, CCITT recommends that every second bit (bits 2, 4, 6 and 8) is inverted. This is known as even-bit inversion.

### 2.1.2 Alignment Channel

The alignment channel is located in time slot 0. In time slot 0 in even frames, a frame alignment signal (FAS) is inserted. Alarms etc. can be transmitted in time slot 0 in odd frames. The FAS signal has the bit

pattern X0011011 (where X is reserved for other uses). The other time slot 0 signal (the non-FAS signal) must have a 1 as bit two, to prevent the system from synchronizing to a FAS-imitation.

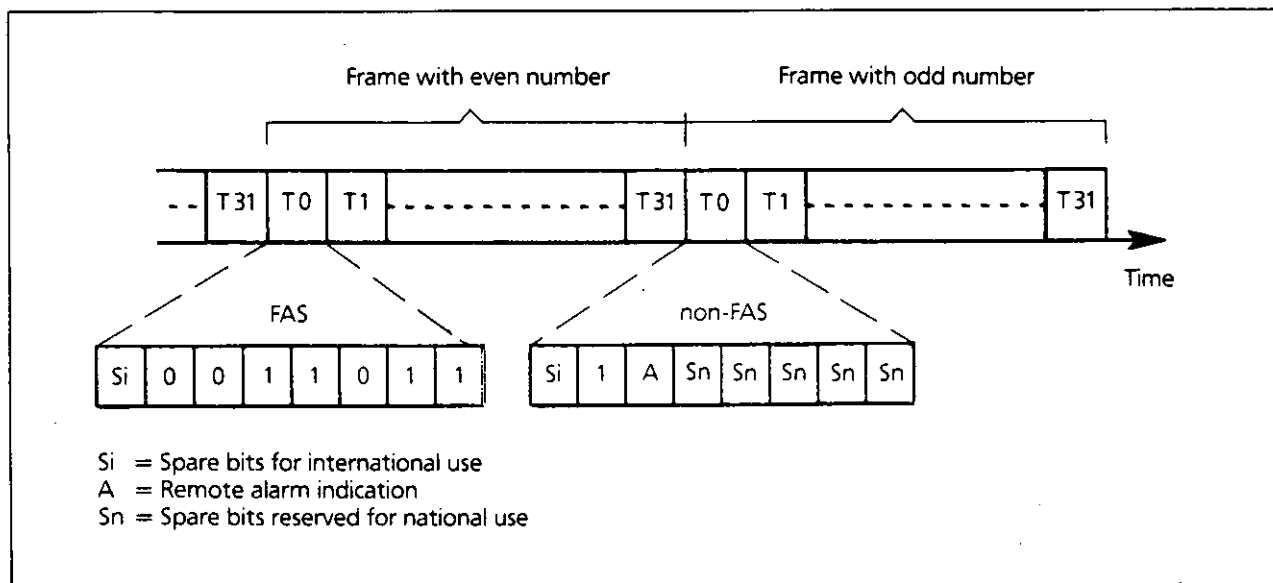


Fig. 2.1 FAS and non-FAS structure.

## 2.1.3 Signalling Channel/ Multiframe Structure

Apart from speech, the system must transmit information (signalling) to control and supervise the telephone channels. Time slot 16 is used for this purpose. Signalling is transmitted as four bits. These indicate if the telephone channel is idle or busy and also transmit the dialling. The multiframe structure is used to allocate a channel to each signalling bit (1 multiframe = 16 frames).

A Multi Frame Alignment Signal (MFAS) is transmitted in time slot 16 in frame 0. The four signalling bits for telephone channel 1 and 16 are transmitted in time slot 16 in frame 1. This is repeated, with signalling for channel 2 and channel 17 transmitted in time slot 16 frame 2 and so on (see fig. 2.2).

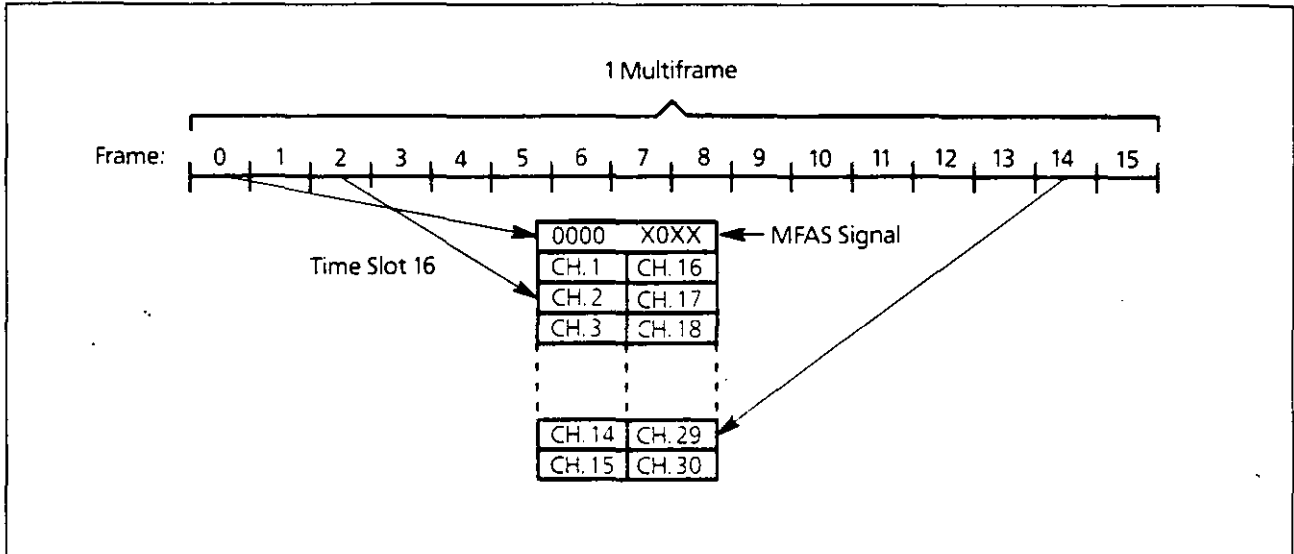


Fig. 2.2 Time slot 16 structure of a multiframe.

## 2.1.4 Alarms

The transmission system makes it possible to send alarms in both the non-FAS signal and in the MFAS signal.

The alarm located as bit 3 in the non-FAS signal (see fig. 2.1) is the alarm indication to remote PCM multiplex equipment. When set to 1, it will indicate failure in the incoming bitstream. This failure could be too high an error rate, too many code errors or loss of frame alignment.

In the MFAS signal, an alarm is located in bit 6. When set to 1, it will indicate that the receiving multiplexer cannot obtain multiframe alignment.

The Alarm Indication Signal (AIS) consists of only 1's in the complete bitstream.

The AIS signal is applied if the incoming 2048 kbit/s signal is lost.

This same type of alarm can be transmitted as only 1's in time slot 16 and is called AIS64 (Alarm Indication Signal on 64 kbit/s).

The AIS 64 signal is applied if the incoming 64 kbit/s signal for time slot 16 is lost.



## 3.0 64 kbit/s Transmission

As described in chapter 2, each channel is transmitted at a rate of 64 kbit/s.

Some of the channels are connected directly to digital equipment. This means that, instead of the signal being reconverted to analogue form, it is transmitted as a 64 kbit/s digital bitstream. For synchronization with this bitstream to be achieved, a clock signal has to be implemented.

In recommendation G.703, CCITT specifies the 64 kbit/s interfaces. The recommendation describes three different interfaces:

1. Centralized clock interface.
2. Contradirectional interface.
3. Co-directional interface.

These three interfaces are described in the following chapters.

### 3.1 Centralized Clock Interface

As its name suggests, the centralized clock interface is used in systems which have a central clock for synchronizing the network.

Code conversion rules:

The binary data signals are converted into a three-

level signal by alternating the polarity of consecutive marks. The timing signals are coded in the same way. In addition, the 8-kHz octet-phase signal is used to indicate bit 8 ("octet ready"). It is made by introducing violation of the code rule.

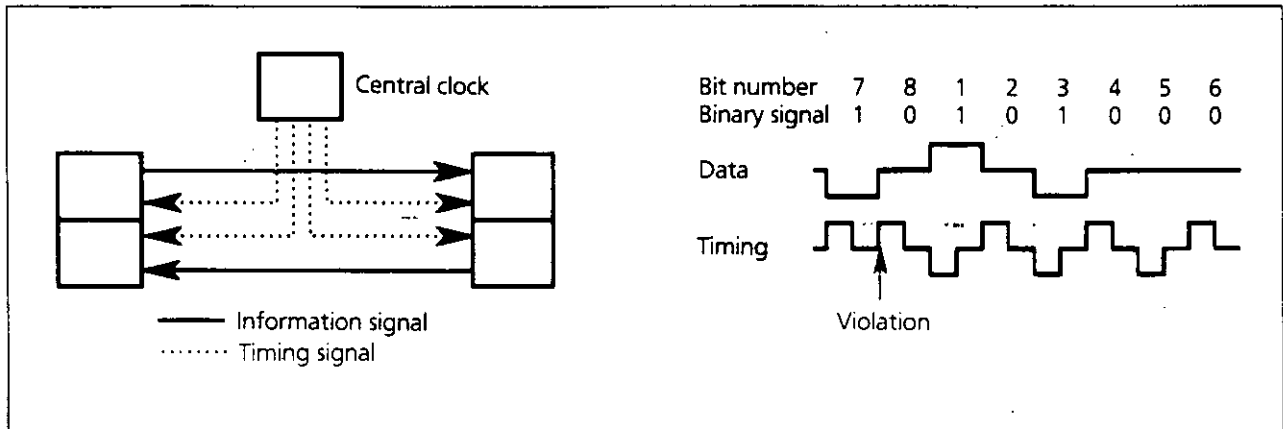


Fig. 3.1 Centralized clock interface.

### 3.2 Contradirectional Interface

The contradirectional interface is used when one of the transmitters has to generate the clock signals.

Code conversion rules:

The binary data signals are converted into a three-

level signal by alternating the polarity of consecutive marks. The timing signals are coded in the same way, and the 8-kHz octet-phase signal is made by introducing violation of the code rule.

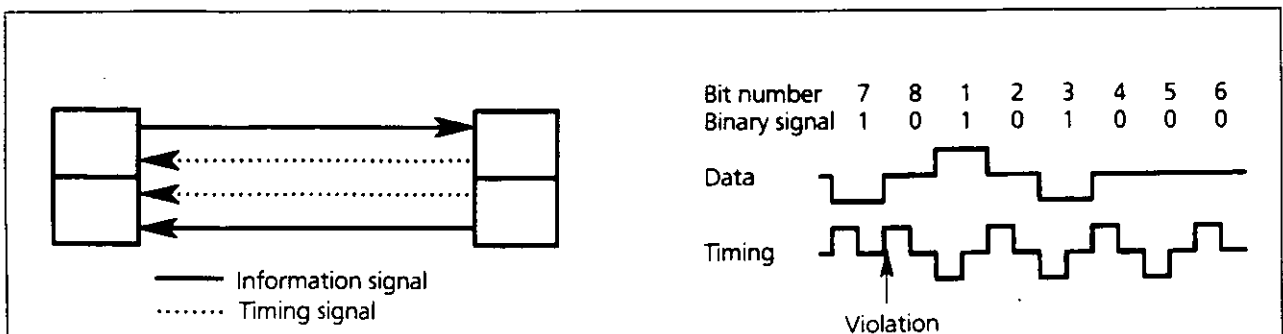


Fig. 3.2 Contradirectional interface.

### 3.3 Co-directional Interface

The co-directional interface differs from the two other interfaces in its way of transmitting timing signals. Timing and data signals are transmitted in the same link-set.

Code conversion rules.

1. A 64 kbit/s bit is divided into four-unit intervals.
2. A binary one is coded as a block of the following four bits: 1100.

3. A binary zero is coded as a block of the following four bits: 1010.
4. The binary signal is converted into a three level signal by alternating the polarity of consecutive blocks.
5. The alternation of blocks is violated every 8th block. The violation block marks the last bit in an octet.

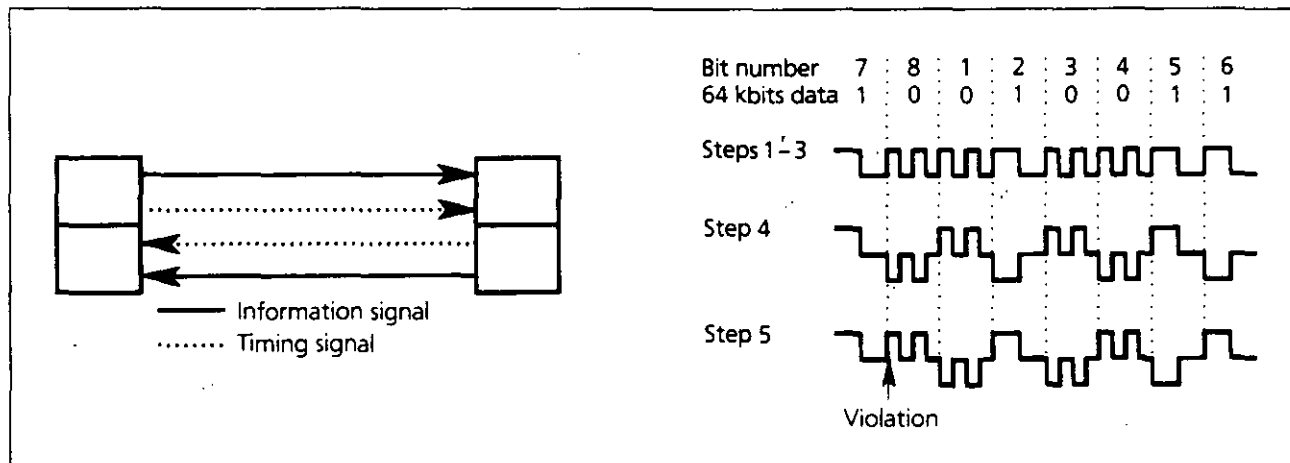


Fig. 3.3 Co-directional interface.

# 4.0 Cyclic Redundancy Check (CRC)

In its recommendation G.704, CCITT has described a way to check all transmitted bits by introducing a CRC check in transmission systems. The CRC check is performed by calculating a check sum of the trans-

mitted bits and transmitting it to the receiver. There, the transmitted check sum is compared with the check sum calculated in the receiver.

## 4.1 The CRC Frame Structure

In a 2 Mbit/s system, the CRC check is introduced as follows:  
 The 2 Mbit/s stream is divided into multiframes.  
 1 multiframe consists of 16 frames.  
 These multiframes have nothing to do with the mul-

tiframe structure based upon time slot 16 in CAS signalling.  
 Each multiframe is divided into two submultiframes (SMF) consisting of 8 frames.

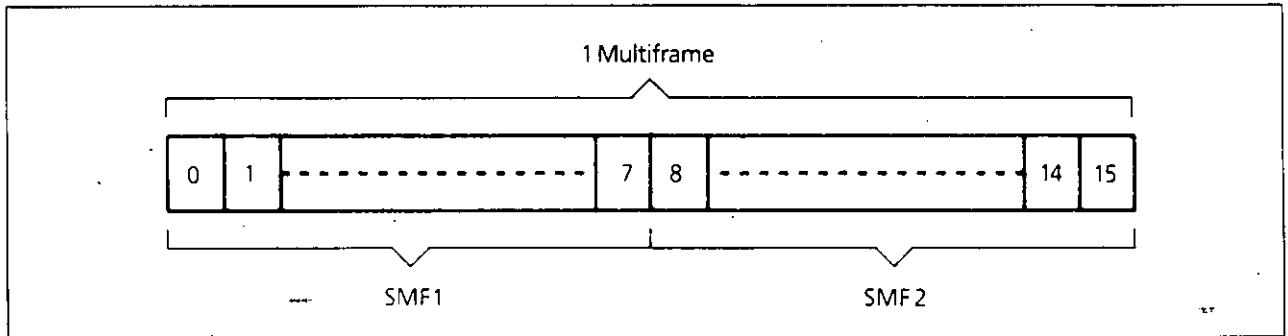


Fig. 4.1 CRC submultiframe structure.

The CRC bits are located in bit 1 in time slot 0. The actual CRC bits are located in time slot 0 containing the frame alignment signal. The CRC multiframe

alignment signal is located in time slot 0 not containing the frame alignment signal (with the form 001011).

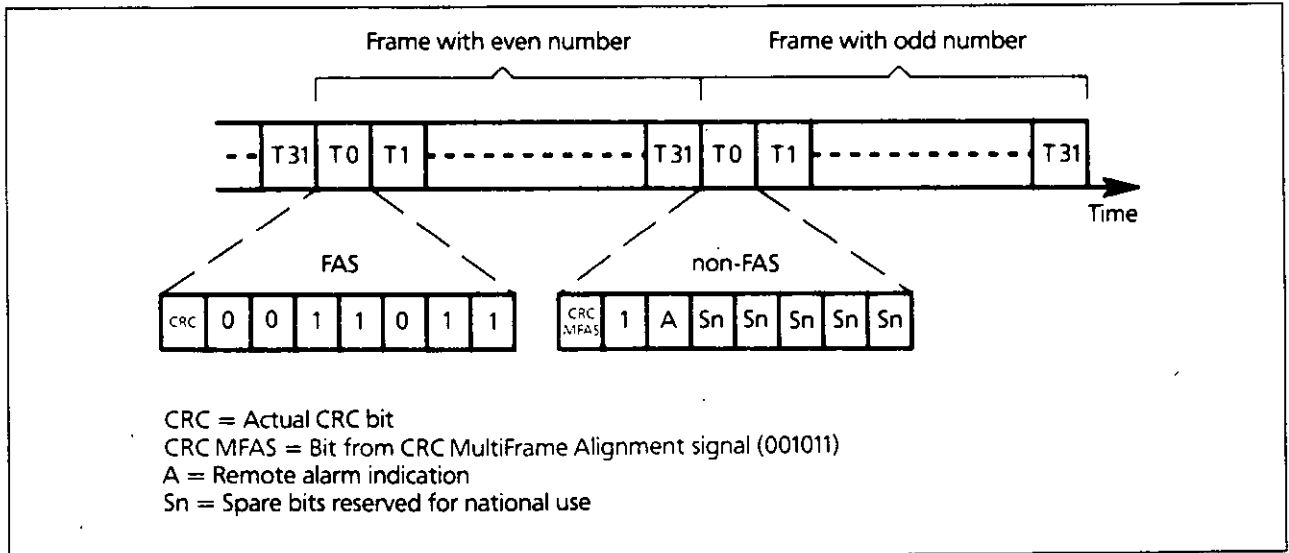


Fig. 4.2 CRC bits location.

The CRC check sum is calculated on one complete Submultiframe (256 bits per frame in 8 frames = 2048 bits) in the following way:

1. The four CRC bits (C1 - C2 - C3 - C4) are set to 0.

2. All bits in the SMF are then multiplied by  $x^4$  and then divided (module 2) by  $x^4 + x + 1$ .
3. The remainder resulting from the multiplication/division process will be transmitted in the respective CRC bits in the next SMF.

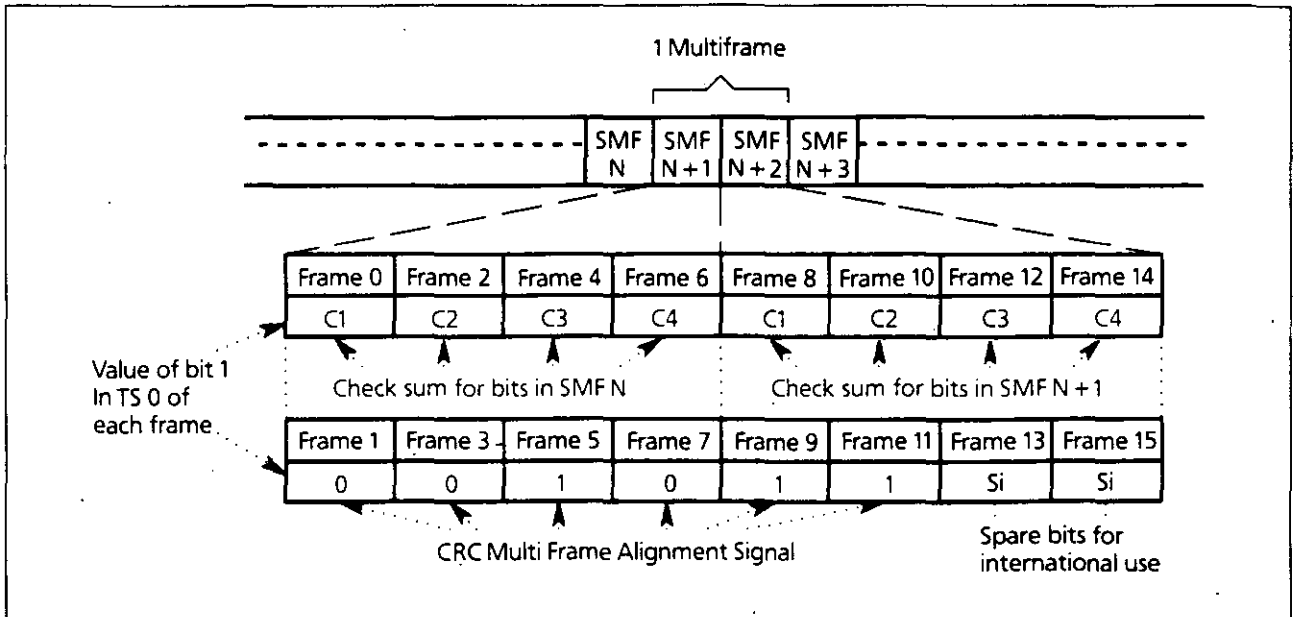


Fig. 4.3 Transmission of CRC check sum.

## 5.0 Higher Order PCM

The basic difference between higher order PCM systems and the 2 Mbit/s system is that they transmit one bit rather than eight bits at a time from the

lower order systems. The higher order system consists of four lower order systems. These are called tributaries.

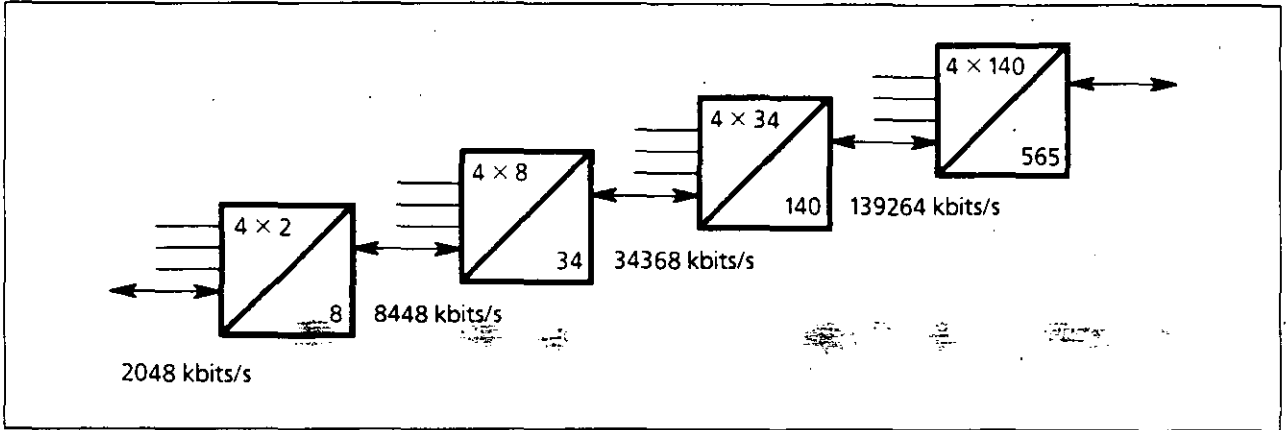


Fig. 5.1 The principle of higher order systems.

In order to make the receiver synchronize to the bit-stream, a frame alignment signal is added to the bit-stream. It is also necessary to compensate for bit-rate deviation from nominal in the tributaries. To compensate for this bit-rate deviation from nominal,

a justification bit can be inserted if the frequency is too low and removed if the frequency is too high. This bit is called the justification bit and will be described in more detail in the following chapter.

## 5.1 8 Mbit/s Frame Structure

The 8 Mbit/s transmission system is described in CCITT recommendation G.742. One frame consists of

848 bits and is divided into four sets, each consisting of 212 bits.

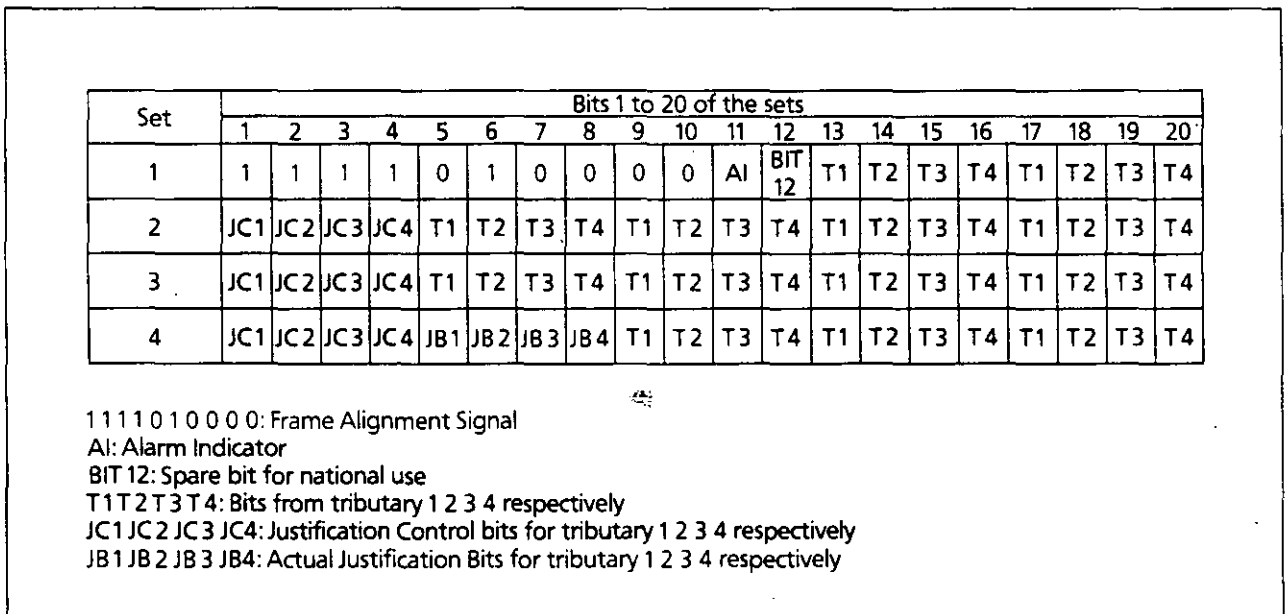


Fig. 5.2 8 Mbit/s frame structure.

The justification control bits (JC) indicate, by majority decision, for each tributary if the actual justification bit for the particular tributary is inserted or not. When the tributary is at the nominal rate, the justifi-

cation bit will be inserted 42.4% of the time. This permits compensation for lower as well as for higher bit rates.

## 5.2 34 Mbit/s Frame Structure

The 34-Mbit/s frame structure is described in CCITT recommendation G.751. As for the 8 Mbit/s system, the frame is divided into sets. One frame consists of 1536 bits and is divided into four sets, each consisting

of 384 bits. The justification control works in the same way as for the 8 Mbit/s system, except that the nominal justification ratio is 43.6%.

Set	Bits 1 to 20 of the sets																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	AI	BIT 12	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4
2	JC1	JC2	JC3	JC4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4
3	JC1	JC2	JC3	JC4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4
4	JC1	JC2	JC3	JC4	JB1	JB2	JB3	JB4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4

1111010000: Frame Alignment Signal

AI: Alarm Indicator

BIT 12: Spare bit for national use

T1 T2 T3 T4: Bits from tributary 1 2 3 4 respectively

JC1 JC2 JC3 JC4: Justification Control bits for tributary 1 2 3 4 respectively

JB1 JB2 JB3 JB4: Actual Justification Bits for tributary 1 2 3 4 respectively

Fig. 5.3 34 Mbit/s frame structure.

## 5.3 140 Mbit/s Frame Structure

The 140 Mbit/s system is described in CCITT recommendation G.751 and differs from the 8 Mbit/s and the 34 Mbit/s systems only in the length of the

frame and the number of sets. One frame consists of 2928 bits and is divided into six sets, each consisting of 488 bits. The nominal justification ratio is 41.9%.

Set	Bits 1 to 20 of the sets																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	AI	BIT 14	BIT 15	BIT 16	T1	T2	T3	T4
2	JC1	JC2	JC3	JC4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4
3	JC1	JC2	JC3	JC4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4
4	JC1	JC2	JC3	JC4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4
5	JC1	JC2	JC3	JC4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4
6	JC1	JC2	JC3	JC4	JB1	JB2	JB3	JB4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4

111110100000: Frame Alignment Signal

AI: Alarm Indicator

BIT 14-15-16: Spare bits for national use

T1 T2 T3 T4: Bits from tributary 1 2 3 4 respectively

JC1 JC2 JC3 JC4: Justification Control bits for tributary 1 2 3 4 respectively

JB1 JB2 JB3 JB4: Actual Justification Bits for tributary 1 2 3 4 respectively

Fig. 5.4 140 Mbit/s frame structure.

# 6.0 Digital Transmission

The previous chapters have described the PCM system from a theoretical point of view. This chapter concentrates on the practical problems of transmitting digital data.

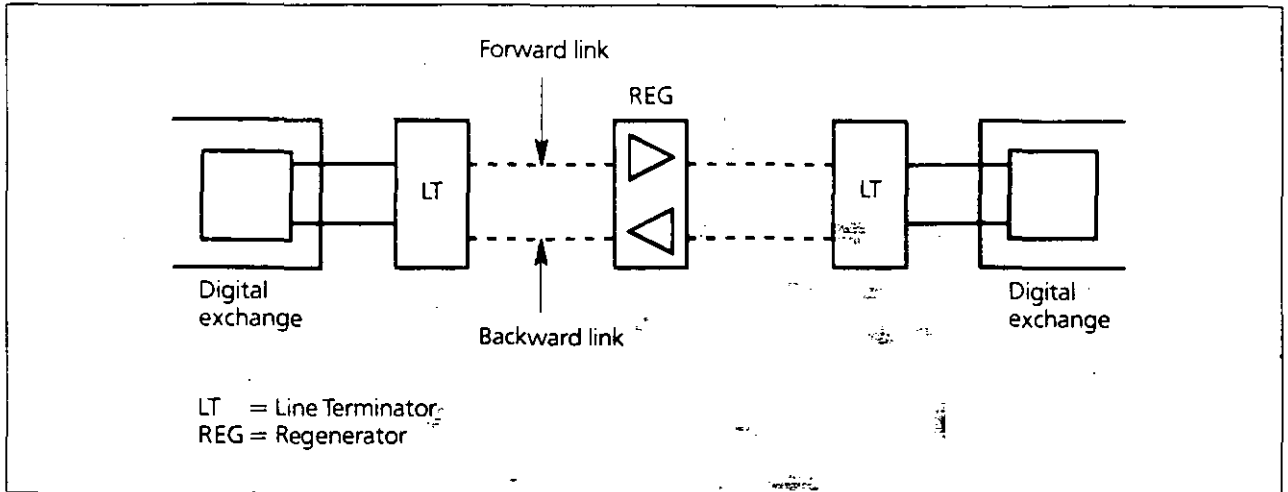


Fig. 6.1 The digital transmission system.

## 6.1 Cable Characteristics

Today, PCM systems use both traditional twisted pair cables and new coaxial cables. Optical fibres will be increasingly used for transmission, particularly for higher bit rates.

Although there is a big difference between the

attenuation in coaxial cables and in twisted pair cables, the basic effect is the same. The higher frequencies will be attenuated more than the lower frequencies. In addition, the transmitted pulse will be distorted when it reaches the receiver.

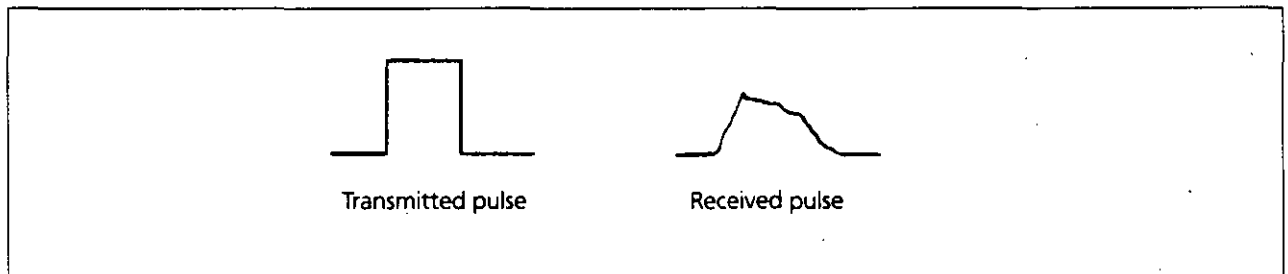


Fig. 6.2 Influence of cable.

Fig. 6.2 shows an example of a pulse being distorted during transmission. The amplitude is attenuated and the pulse itself is curved.

Furthermore, a DC level on the line would make the pulse look even worse. For this reason, line codes have been implemented.

## 6.2 Line Codes

In this chapter, some of the line codes specified in

CCITT recommendation G.703 for digital transmission will be described.

### 6.2.1 NRZ

The NRZ (Non Return to Zero) code is 0 when the signal is 0 and 1 when the signal is 1 (see fig. 6.4).

- There are the following disadvantages:
- It is impossible to extract the clock.
  - The spectrum of the signal includes DC.

## 6.2.2 RZ

The RZ (Return to Zero) code enables clock extraction when long sequences of 1s are being transmitted. This is because a 1 is transmitted as a 1 in the first half of the pulse and as a zero in the second half (see fig. 6.4). This requires double band width.

However, it will not solve the problem of extracting the clock when long sequences of zeros are transmitted.

Furthermore, the spectrum of the RZ signal also includes a DC component.

## 6.2.3 AMI

AMI (Alternate Mark Inversion) code is a three-level code using positive and negative pulses. The code is a zero transmitted as a zero and a 1 is transmitted as a 1. However, the marks representing the 1s are alter-

nated for every consecutive mark (see fig. 6.4). This solves the DC problem but not the zero-sequence problem.

## 6.2.4 HDB3

HDB3 stands for High Density Bipolarity with a maximum of 3 zeros.

When more than three consecutive zeros are to be transmitted, a substitution has to be inserted instead of the four zeros. To make the receiver recognize that it has received a substitution and not a 1, a code violation is introduced. As in AMI code, the HDB3 code uses alternate mark inversion and the code violation consists of two consecutive marks with the same polarity.

A substitution contains four bits. There are two different types – one with the pattern 0001 and one with the pattern 1001.

The rules governing which one to select are as follows:

1. If the polarity of the last transmitted mark has the same polarity as the mark in the last substitution, the pattern to insert is 1001.
2. If the polarity of the last transmitted mark is different from the mark in the last substitution, the pattern 0001 should be inserted.

Fig. 6.3 shows some examples of substitution insertion.

These rules for the line code solve the problems experienced when extracting the clock. Using a ternary (three-level) code solves the DC-level problem.

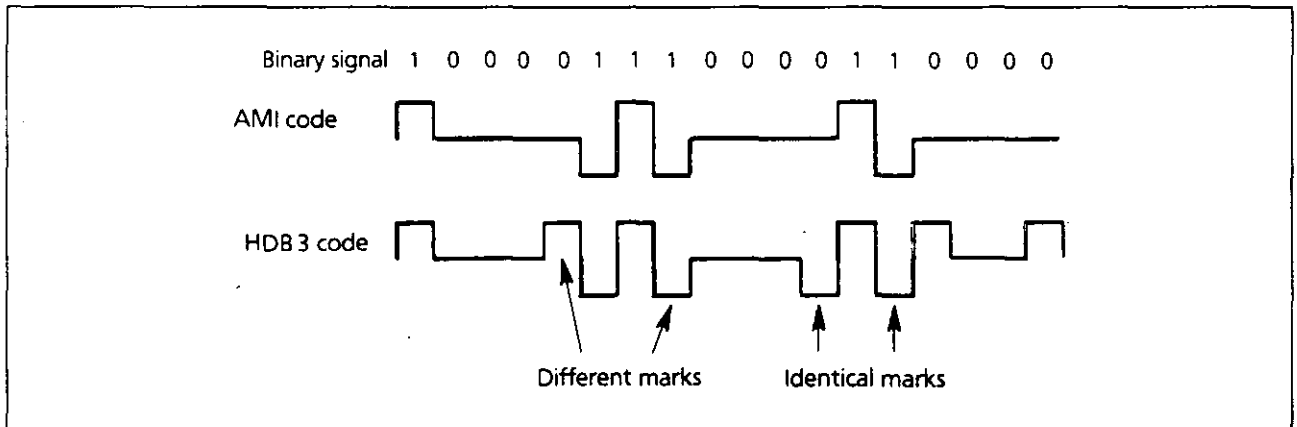


Fig. 6.3 Rules for inserting substitutions.



## 6.2.5 CMI

CMI stands for Coded Mark Inversion. CMI is a 2-level non-return-to-zero code in which a binary 0 is coded so that both levels are attained consecutively in each half a unit interval. A binary 1 is coded as either of the amplitude levels for one full time interval.

Code conversion rules:

1. For a binary 0, there is always a positive transition at the mid-point of the binary unit time interval.

2. For a binary 1, one of the following two rules should be used:

- A. There is a positive transition at the start of the binary unit time interval if the preceding level was negative.
- B. There is a negative transition at the start of the binary unit time interval if the last binary 1 was positive.

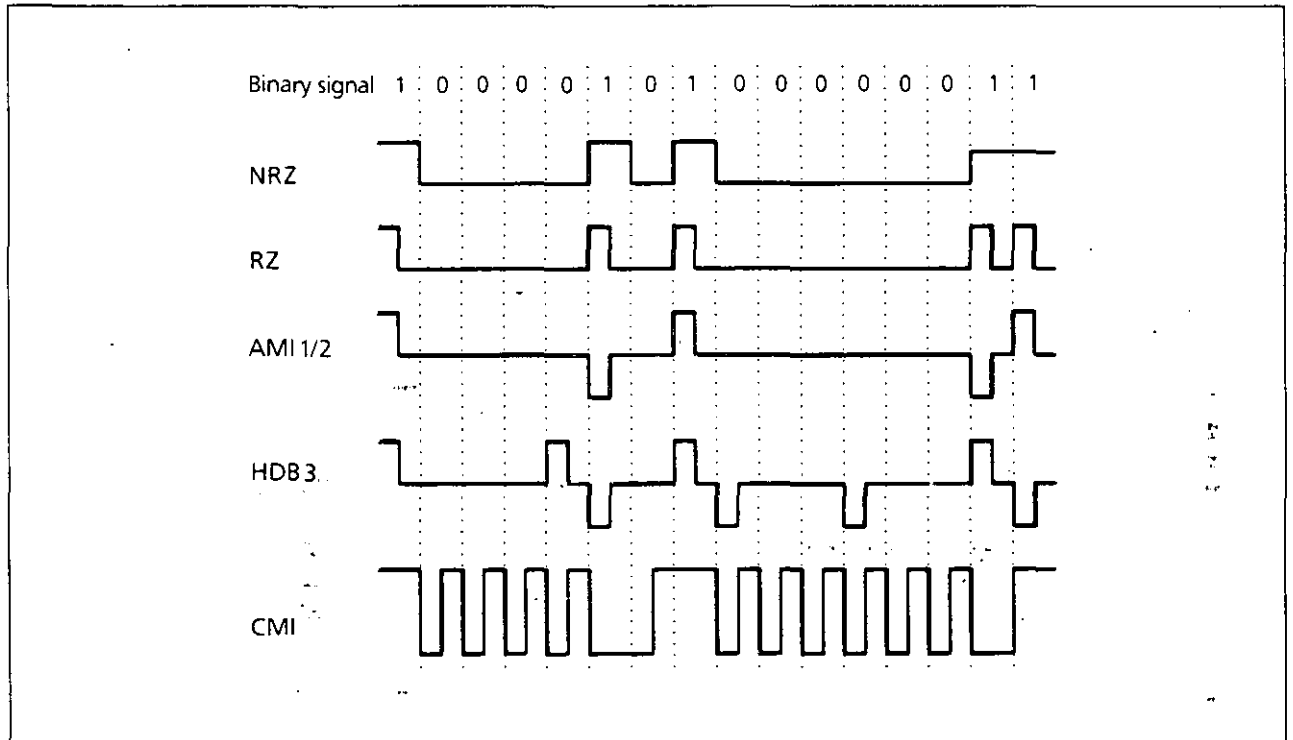


Fig. 6.4 Different line codes.

## 7.0 Quality and Availability Targets

Digital transmission has increased through the years because of data transmission, System # 7 signalling and ISDN. It is therefore necessary to control the

quality of transmission systems. In recommendation G.821, CCITT has specified the quality requirements for a 64 kbit/s transmission line.

### 7.1 CCITT Recommendation G.821

The G.821 recommendation specifies error performance for an international digital connection forming part of an Integrated Services Digital Network (ISDN). The recommendation specifies certain requirements for the quality of an ISDN connection. The description uses the following terms:

The measuring time is split between available seconds (AVS) and unavailable seconds (UAS).

A change from one time to another is defined as follows:

A change from UAS to AVS is caused by 10 successive seconds in which the bit error rate has been less than  $1.0E-3$ . The 10 seconds will be part of AVS.

A change from AVS to UAS is caused by 10 successive seconds in which the bit error rate has been more than  $1.0E-3$ . The 10 seconds will be part of UAS.

Other abbreviations are:

Errored Second (ERS)	One second in available time where the bit error ratio is more than 0.0.
Severely Errored Second (SES)	One second in available time where the bit error ratio is more than $1.0E-3$ . Equal to 64 errors per second.
Degraded Minute (DGM)	One minute in available time where the bit error ratio is between $1.0E-6$ and $1.0E-3$ . Equal to between 4 and 3839 errors per minute.
Alarm Indication Signal (AIS)	
Available Minute (AVM)	
Alarm Second	One second in which one of the following alarms is active: NO SIGNAL NO TIMING NO FRAME NO SYNC An alarm second should be treated as a severely errored second.

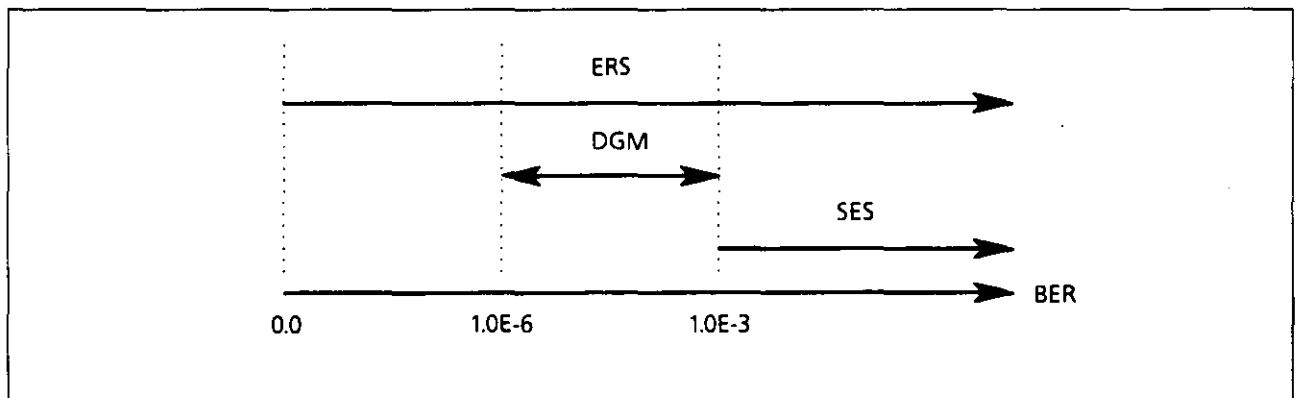


Fig. 7.1 Illustration of G.821 terms.

The recommendation requires the following conditions

to be fulfilled for the transmission line to be regarded as in order:

PARAMETER	CONDITION
Degraded Minutes	Less than 10% of AVM
Severely Errored Seconds	Less than 0.2% of AVS
Errored Seconds	Less than 8% of AVS

## 7.2 G.821 Terms at other Bit Rates

To convert G.821 parameters to other bit rates SES and DGM are calculated directly from the bit error ratio. But ERS specifies whether one second has been errored or not. The following expressions may be used to convert ERS to an ERS ratio (NOTE: The expression does not form part of the recommendation):

F = Frequency of the received signal.  
 N = F/64 kbit/s<sup>2</sup>  
 ER = Number of errors in the received signal (F) in one second.  
 ERSR = The calculated ratio for ERS in one second.

ERSR = ER/N if ER < N or  
 ERSR = 1.0 if ER ≥ N

Example:

In a 2 Mbit/s signal 4 bit errors have occurred in one second.

F = 2048 kbit/s

N = 2048/64 = 32

ER = 4

BER = 4/2048000 = 1.95E-6

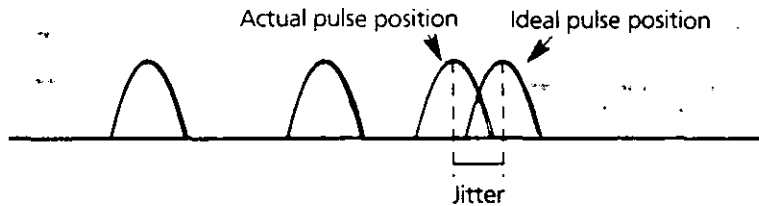
ERS = 4/32 = 0.125

This means that the second in question will count as 0.125 ERS.

## 7.3 Jitter

Jitter is described as short-term variations of the significant instants of a digital signal from their ideal position in time.

The limits for jitter in digital transmission systems are specified in CCITT recommendation G.823.



Digit rate (kbit/s)	Unit Interval	Network limit	
		B1 (Unit peak interval peak)	B2 (Unit peak interval peak)
64 (CO-DIRECTIONAL)	15.6 μs	0.25	0.05
2048	488 ns	1.5	0.2
8448	118 ns	1.5	0.2
34368	29.1 ns	1.5	0.15
139264	7.18 ns	1.5	0.075

Fig. 7.2 Jitter and CCITT limits for jitter (from recommendation G.823).

Digit rate (kbit/s)	Measurement filter bandwidth		
	Band pass filter having a lower cut-off frequency F1 or F3 and an upper cut-off frequency F4		
	F1	F3	F4
64 (CO-DIRECTIONAL)	20 Hz	3 kHz	20 kHz
2048	20 Hz	18 kHz	100 kHz
8448	20 Hz	3 kHz	400 kHz
34368	100 Hz	10 kHz	800 kHz
139264	200 Hz	10 kHz	3500 kHz

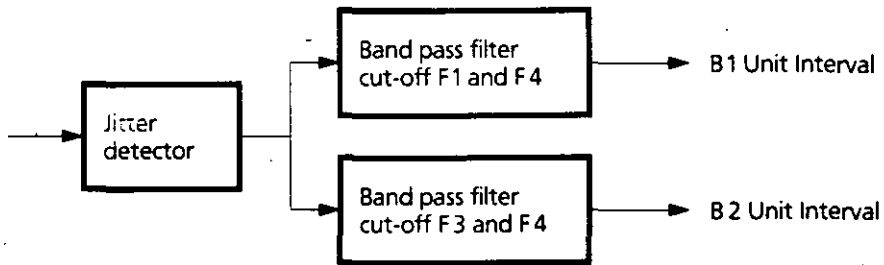


Fig. 7.3. Measuring unit intervals B1 and B2.

## 8.0 Measurements on PCM Systems

As described in chapter 6.1, cable transmission will distort the transmitted pulses. Reflection on the line because of mismatch in the impedance – for example when an instrument is connected to the

transmission line – is another problem. Some solutions to these problems will be described in this chapter. In the final sections, test equipment for use with digital transmission systems will be mentioned.

### 8.1 Cables with Mismatch

In an ideal situation, in which generator, receiver and cable all have the same impedance, reflections will be at a minimum. But if there is a mismatch in the impe-

dances – for example, if an instrument is connected to the line – the number of reflections will increase.

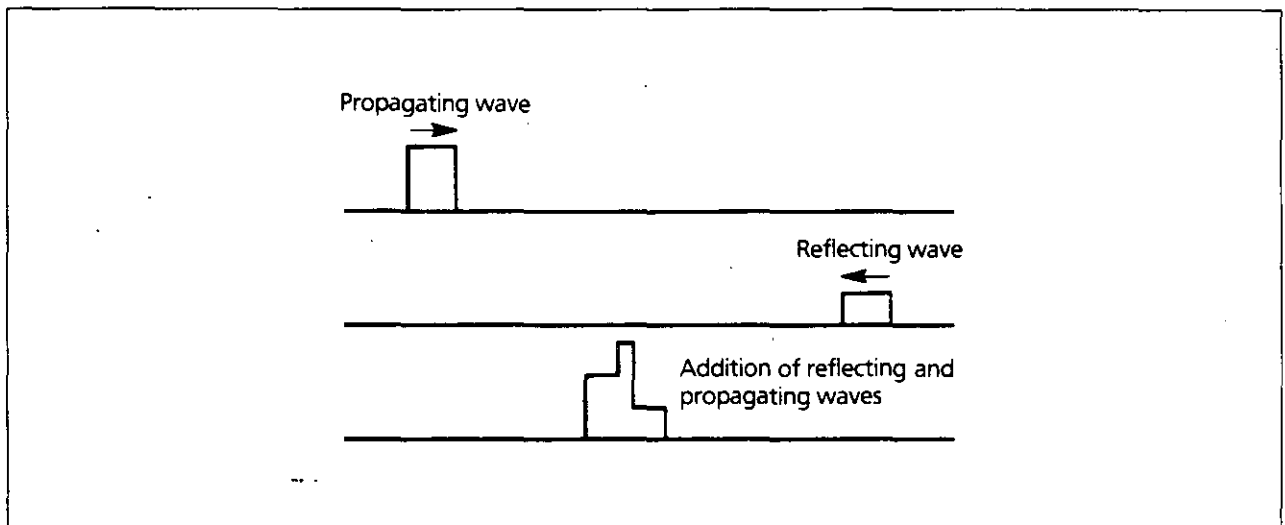


Fig. 8.1 Reflections on a transmission line.

### 8.2 Measurement Techniques

Connecting an instrument directly to a transmission line will cause reflections on the line even if the instrument has a high impedance. The reflections will

occur because of the impedance mismatch in the cables.

#### 8.2.1 Probed Connection

A resistor can be connected in serial with the measuring cable to solve the problem of reflections.

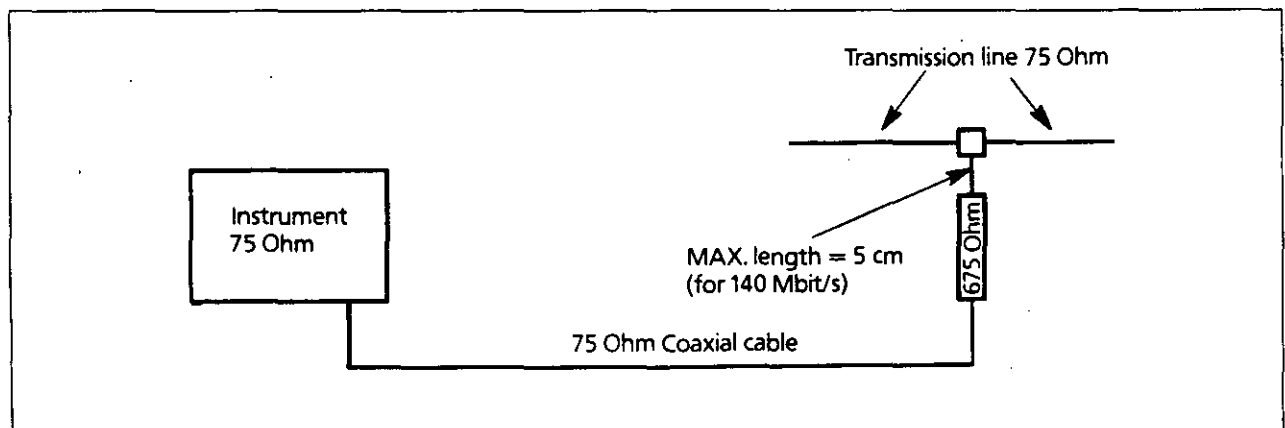


Fig. 8.2 Probed connection.

The probed connection will give an impedance from the transmission line at approx. 750 ohm. This minimizes reflection at the expense of the signal level, which will be attenuated 20 dB.

This connection is normally used to connect instruments to higher order systems in situations where the high frequency makes it inconvenient to use an impedance transformer (the price of broadband core material being too high).

## 8.2.2 Inductive Probing Network

The inductive probing network uses an impedance transformer to increase the impedance and minimize the attenuation.

This type of network is normally used to connect instruments to 2 Mbit/s systems.

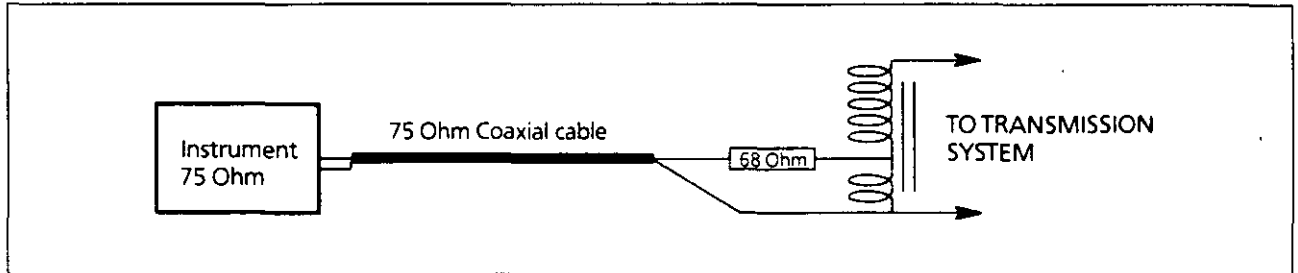


Fig. 8.3 Inductive probing network.

The network has an impedance of approx. 1200 ohm and an attenuation of 15 dB at 2 Mbit/s.

If there is a very small signal amplitude on the transmission line, a special network with two impedance transformers can be used.

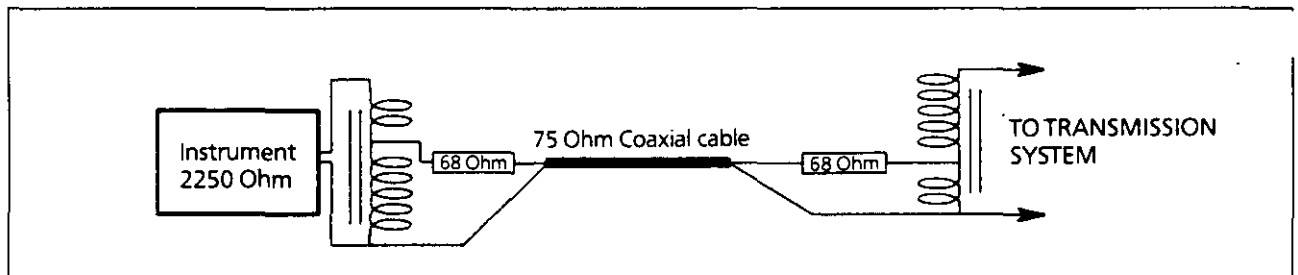


Fig. 8.4 Network with two impedance transformers.

This type of network will also have an impedance of

approx. 1200 ohm but the attenuation will only be about 3.4 dB.

## 8.3 Measuring Instruments

Troubleshooting and supervision on digital transmission systems require special instruments. Some types

of instruments will be described in the following sections.

### 8.3.1 Monitor

One type of instrument is a monitor for the frame alignment signal of frame structures. The main purpose of this equipment is troubleshooting and supervision of digital systems through in-service measurement. According to CCITT recommendation O.162, the instrument should indicate the following alarms in a HDB3 coded signal:

1. Input signal failure/No signal.

A fault indication should be given if more than 10 consecutive zeros are detected.

2. Alarm Indication Signal – AIS. If less than 3 zeros are received in a 2-frame period (512 bits), an AIS indication should be given.
3. No frame. If frame alignment is lost, a fault indication should be given.

4. No multiframe.  
If two consecutive multi-frame alignment signals have been received with an error, the multiframe alignment is assumed lost and an indication should be given.  
When time slot 16 is being used for CCS signalling, it should be possible to inhibit this alarm.
5. Distant alarm.  
If the distant alarm in bit 3 in the non-FAS signal is set, the instrument should indicate this.
6. Distant multiframe alarm.  
If the distant multiframe alarm in bit 6 in the mul-

tiframe alignment signal is set, an indication should be given.  
When time slot 16 is being used for CCS signalling, it should be possible to inhibit this alarm.  
For all the alarms, there should be a facility whereby the fault indication lamps clear automatically when the fault condition clears or remain active until a manual reset takes place.  
In addition, the following error rates for errors in the frame alignment signal should be indicated:  
Error rate  $>10^{-3}$   
Error rate  $>10^{-4}$   
Error rate  $>10^{-5}$

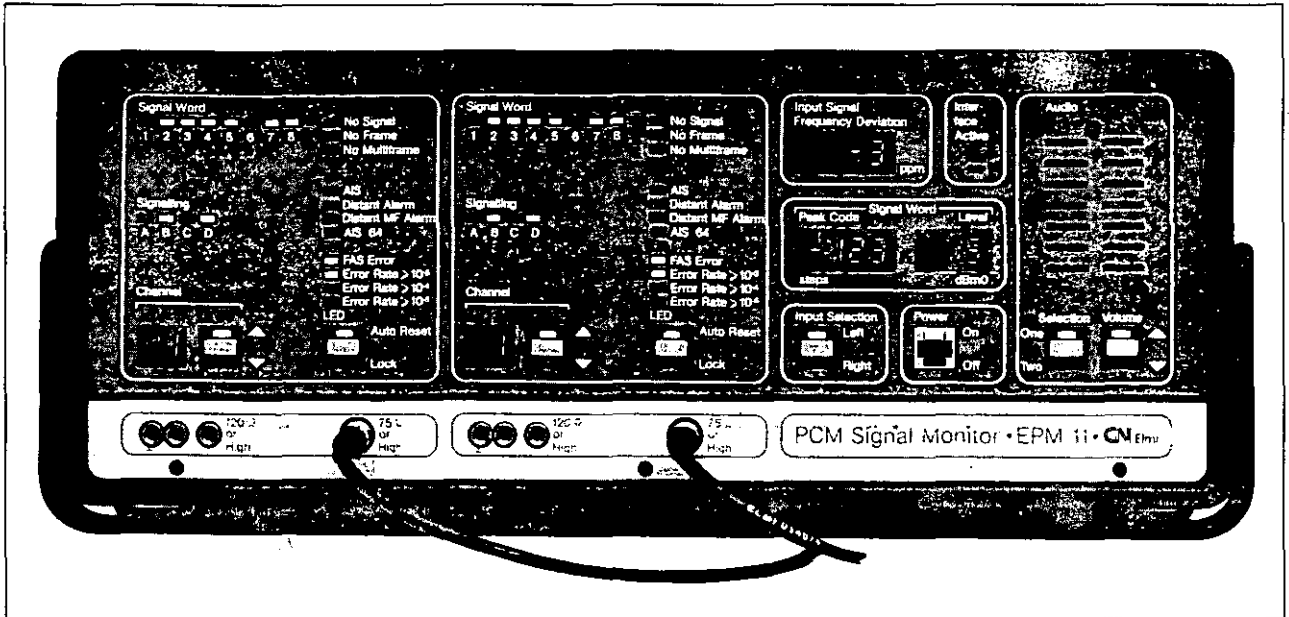


Fig. 8.5 GN Elmi EPM 11 monitor for 2 Mbit/s systems.

A similar type of monitor, the EPM 41, is available for the higher order systems. The EPM 41 can also supervise the justification ratio for each tributary.

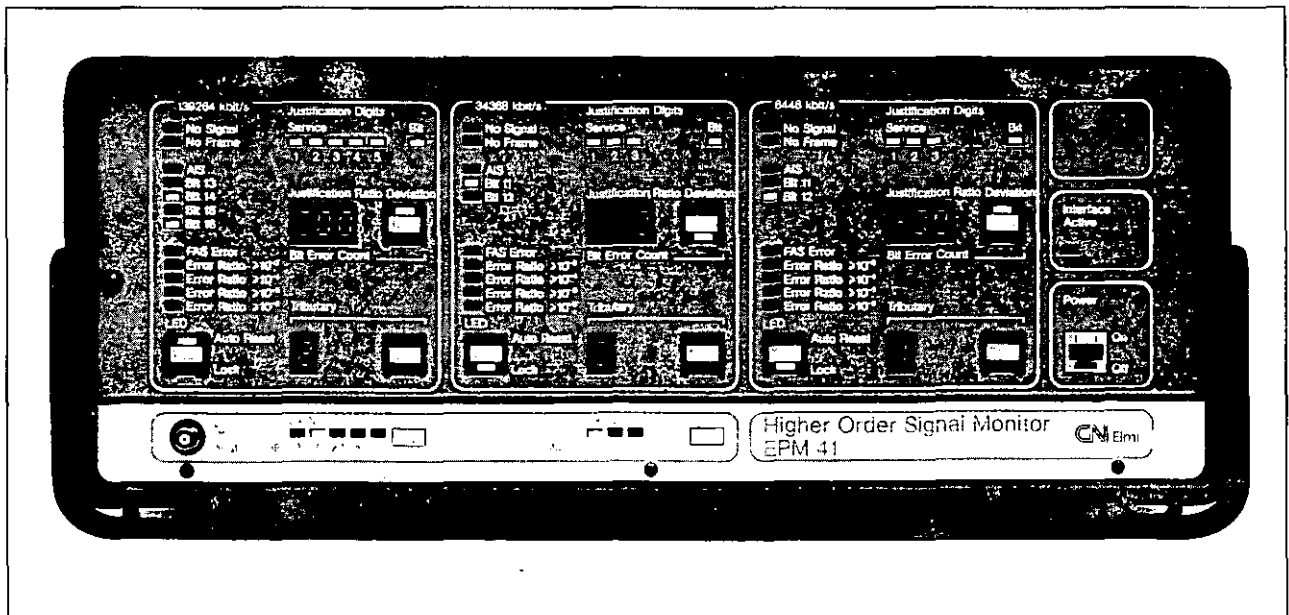


Fig. 8.6 GN Elmi EPM 41 monitor for higher order systems.

4. No multiframe.  
If two consecutive multi-frame alignment signals have been received with an error, the multiframe alignment is assumed lost and an indication should be given.  
When time slot 16 is being used for CCS signalling, it should be possible to inhibit this alarm.
5. Distant alarm.  
If the distant alarm in bit 3 in the non-FAS signal is set, the instrument should indicate this.
6. Distant multiframe alarm.  
If the distant multiframe alarm in bit 6 in the mul-

tiframe alignment signal is set, an indication should be given.

When time slot-16 is being used for CCS signalling, it should be possible to inhibit this alarm.

For all the alarms, there should be a facility whereby the fault indication lamps clear automatically when the fault condition clears or remain active until a manual reset takes place.

In addition, the following error rates for errors in the frame alignment signal should be indicated:

- Error rate  $> 10^{-3}$
- Error rate  $> 10^{-4}$
- Error rate  $> 10^{-5}$

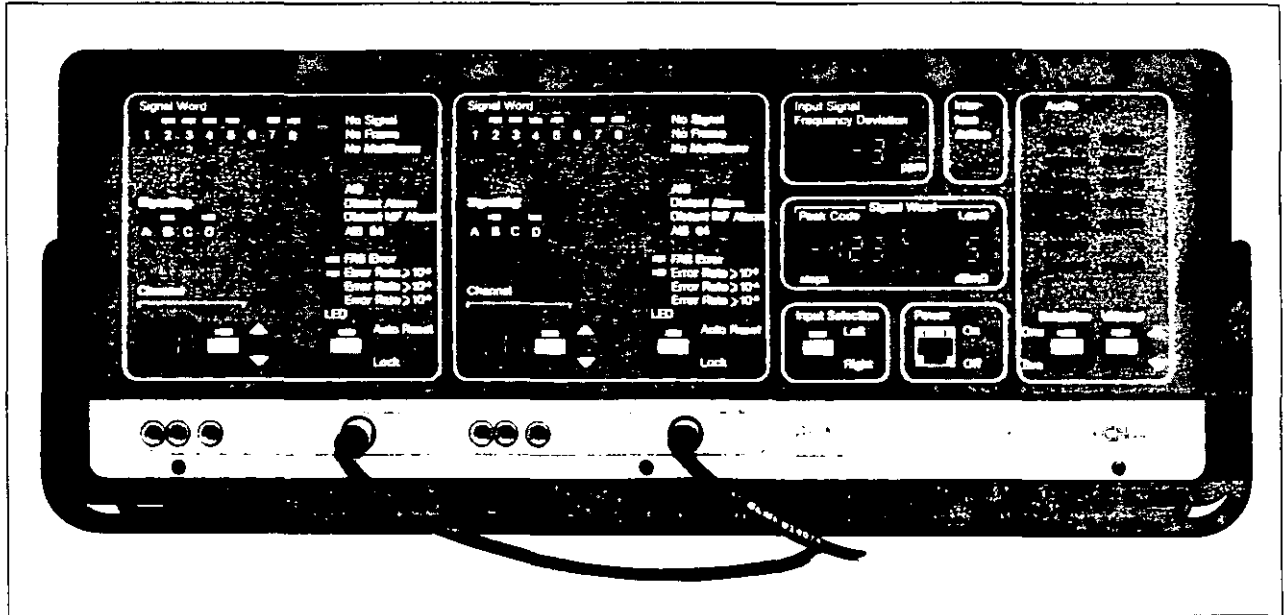


Fig. 8.5 GN Elmi EPM 11 monitor for 2 Mbit/s systems.

A similar type of monitor, the EPM 41, is available for

the higher order systems. The EPM 41 can also supervise the justification ratio for each tributary.

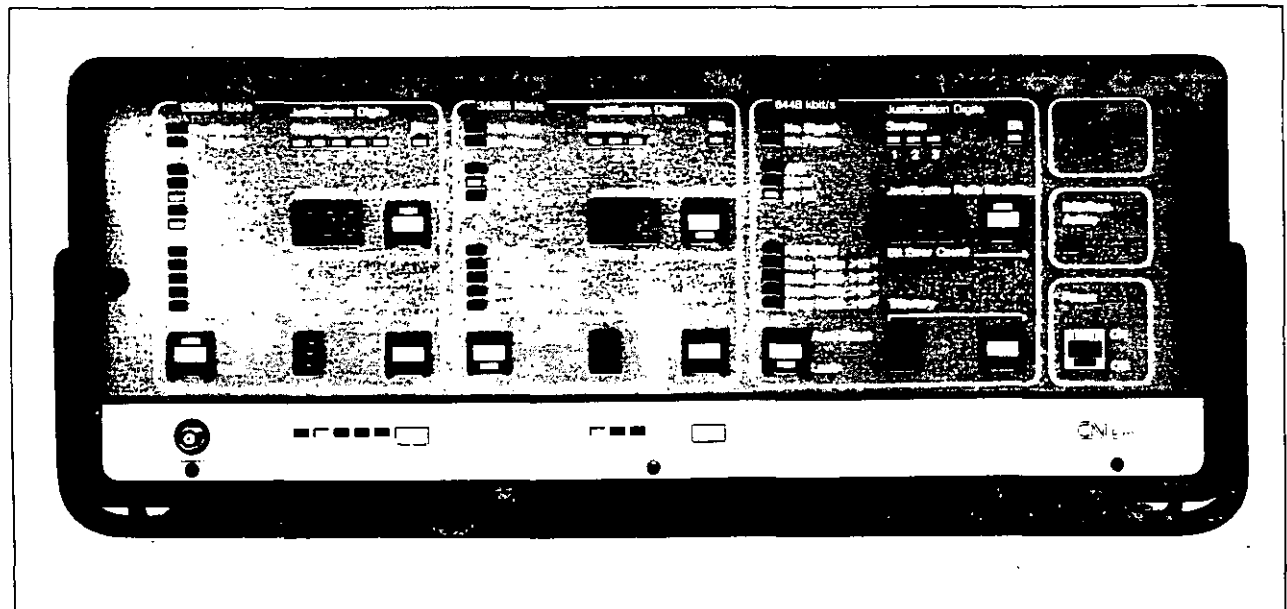


Fig. 8.6 GN Elmi EPM 41 monitor for higher order systems.



## 8.3.2 Bit Error Test

Another relevant instrument is the bit error tester for measuring bit error ratios in digital transmission systems.

In CCITT recommendation O.151, the following terms are specified for such instruments:

The instrument should be designed to transmit and receive a pseudo-random pattern with a length of 32767 bits and one with a length of 8388607 bits.

The lengths of the patterns are calculated as  $2^{15} - 1 = 32767$  and  $2^{23} - 1 = 8388607$ .

The error calculation is done by direct comparison

between the received pattern and a locally generated pattern.

The bit rates on which the instrument should be able to operate are described in recommendation G.703, e.g. 2048 kbit/s – 8448 kbit/s.

The instrument should be capable of measuring bit error ratios in the range  $10^{-3}$  to  $10^{-8}$ . Similarly, it should be capable of measuring errored and error-free intervals as described in recommendation G.821 (see chapter 7.1).

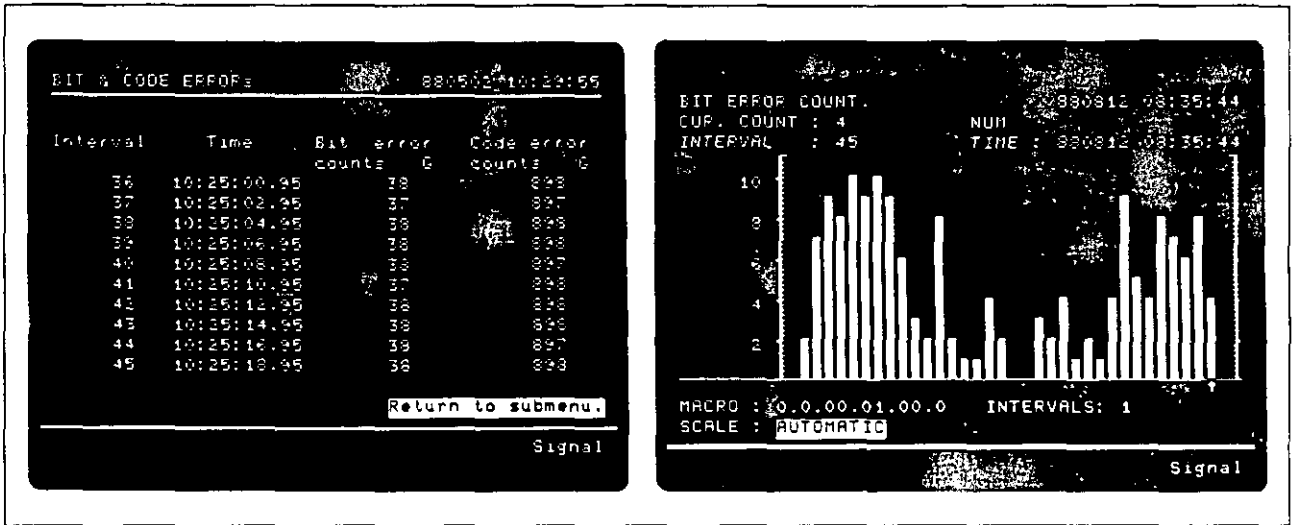


Fig. 8.7 BERT results on GN Elmi PCM Error Analyser EPE 51.

## 8.3.3 Jitter

The control of jitter and wander within digital networks that are based on the 2048 kbit/s hierarchy is described in recommendation O.171. The principle

shown in the diagram below should be used for measurement of jitter.

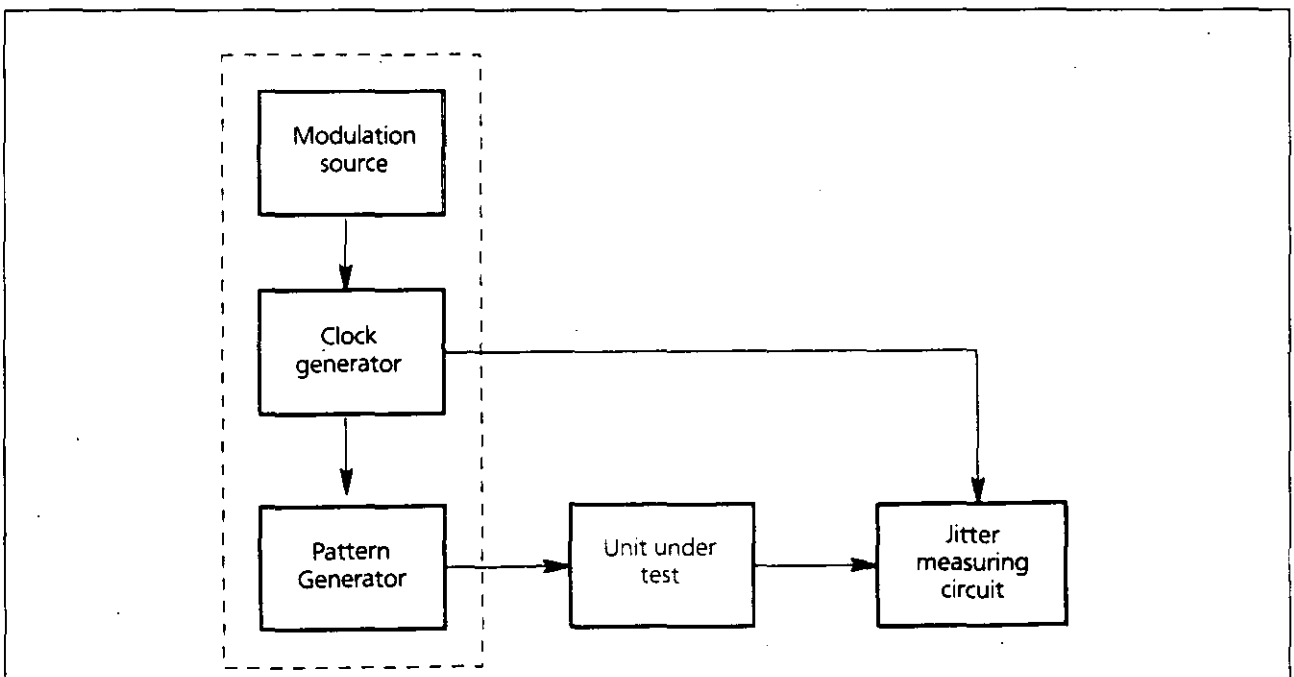


Fig. 8.8 Simplified block diagram for measuring jitter (from CCITT recommendation O.171).

In order to generate jitter, the clock generator is modulated from the modulation source, and the peak-to-peak phase deviation must be indicated on the test equipment.

The following pattern length should be used at the corresponding frequencies:

1. A pattern of  $2^{11} - 1$  bit length must be used at 64 kbit/s.
2. A pattern of  $2^{15} - 1$  bit length must be used at

digit rates from 1544 kbit/s to 44736 kbit/s excluding 34368 kbit/s.

3. A pattern of  $2^{23} - 1$  bit must be used at 34368 kbit/s and 139264 kbit/s.

The jitter measuring circuit should be capable of measuring peak-to-peak jitter. When measuring peak-to-peak, it should be possible to count the number of occasions and the period of time for which a given selectable threshold is exceeded.

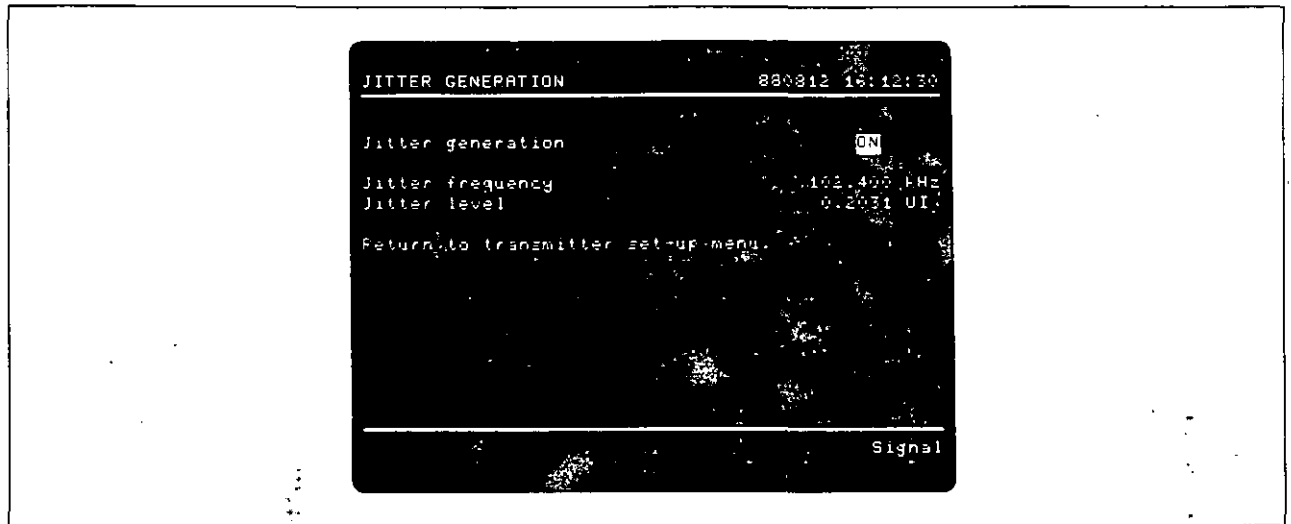


Fig. 8.9 Jitter generation with GN Elmi PCM Error Analyser EPE 51.

### 8.3.4 Signalling Recording

For supervising signalling in a 2 Mbit/s system, it is necessary to record the four signalling bits in time slot 16. For troubleshooting, it is useful to see the

changes in the bits, the condition indicated by the bits and the timing between the bit changes.

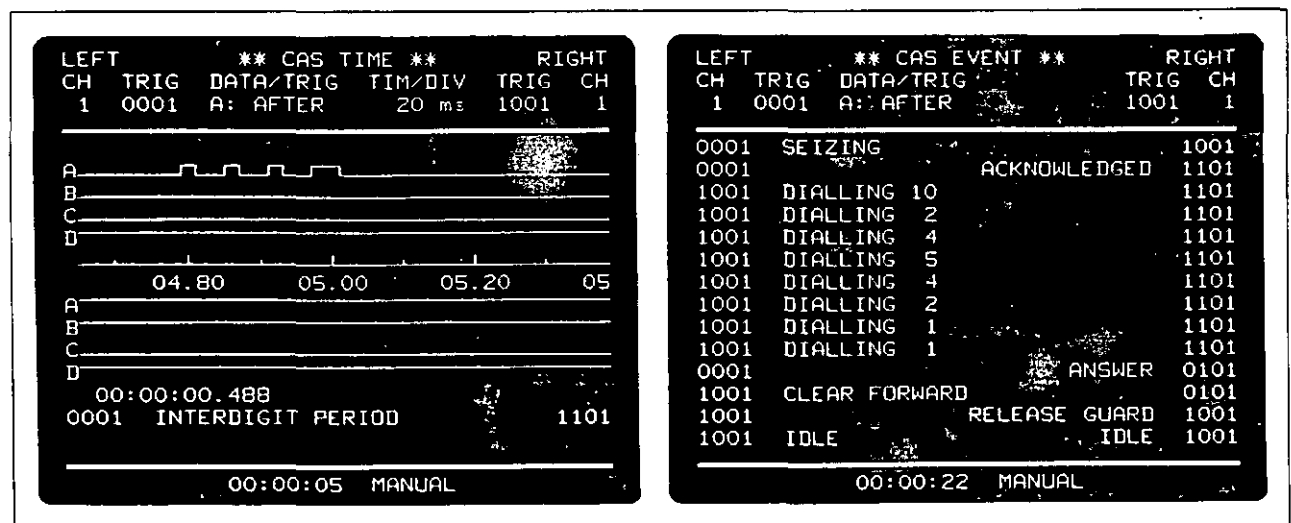


Fig. 8.10 Time and event recording on GN Elmi Signalling Recorder EPR 31.

## 9.0 Reference List

1. CCITT Recommendations G.700 to G.956  
(Red Book).

2. CCITT Recommendations O.151 to O.171  
(Red Book).



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

**CURSOS ABIERTOS**

**III CURSO INTERNACIONAL EN TELECOMUNICACIONES  
MODULO III**

**REDES DIGITALES; ACTUALIDAD Y PERSPECTIVA**

**TEMA RDI CONCEPTO Y ESTADO ACTUAL.**

**ING. JORGE CORTES.**

**TELEFONOS DE MEXICO S.A. DE C.V.**



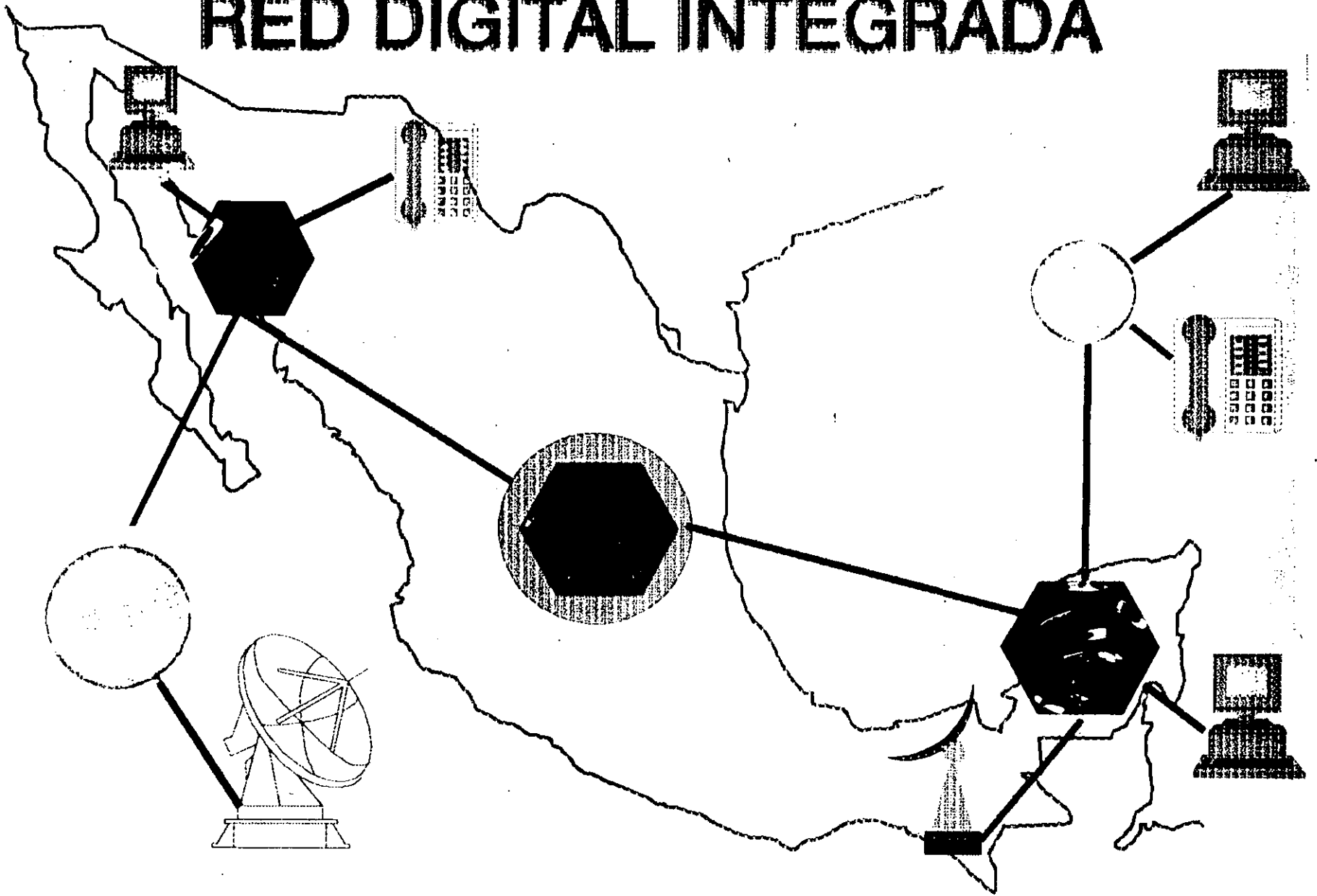
**RED DIGITAL INTEGRADA**

# **1.- INTRODUCCION**

# RED DIGITAL INTEGRADA

LA RDI ES UNA RED TOTALMENTE DIGITAL Y ADICIONAL A LA RED TELEFONICA PUBLICA, APTA PARA TRANSPORTAR TODO TIPO DE SEÑALES DE INFORMACION, OFRECIENDO A LOS GRANDES USUARIOS DE TELMEX UN MEDIO PARA DAR SOLUCION A SUS REQUERIMIENTOS DE COMUNICACION DE VOZ Y DATOS EN ALTAS VELOCIDADES CON LA MAYOR DISPONIBILIDAD Y CALIDAD DE SERVICIO.

# RED DIGITAL INTEGRADA





# TECNOLOGIA RDI:

CENTRALES DIGITALES (TELCOM)  
MEDIOS DE TRANSMISION (TELMIC)  
RADIOS DIGITALES  
FIBRAS OPTICAS  
RED DACS  
RED SATELITAL

## **2.- CONFIGURACION**

# ***RED DIGITAL INTEGRADA***

---

*LA RDI ESTA FORMADA POR DOS REDES DE TELECOMUNICACIONES:*

## **▶ RED TERRESTRE**

- SERVICIOS CONMUTADOS DIGITALES PUNTO A PUNTO.
- SERVICIOS DE CONDUCCION DE SEÑALES DIGITALES.

## **▶ RED SATELITAL**

- CONDUCCION DE SEÑALES A BASE DE CIRCUITOS DEDICADOS.
- CONDUCCION DE SEÑALES EN ACCESO POR DEMANDA.

**RED DIGITAL INTEGRADA**

---

**RED DIGITAL TERRESTRE**

# ***RED TERRESTRE***

## ***SERVICIOS***

---

- 1 TRONCALES DIGITALES DE 64 Kbps PARA CONMUTADOR CON CONEXION A 2 Mbps.
- 2 LINEAS PRIVADAS PARA CONDUCCION DE SEÑALES PUNTO A PUNTO O MULTIPUNTO TIPOS E0 (64 Kb/s) Y E1 (2 Mb/s).
- 3 CIRCUITOS PRIVADOS PARA CONDUCCION DE SEÑALES NACIONALES E INTERNACIONALES TIPOS E0 Y E1.

# RDI: SERVICIOS CONMUTADOS DIGITALES DE VOZ

PABX  
(CONMUTADOR DIGITAL)

EQUIPO TERMINAL DE  
TRANSMISION DIGITAL

30 TRONCALES  
MINIMO

TELMIC

TELMIC

TELCOM

TELCOM

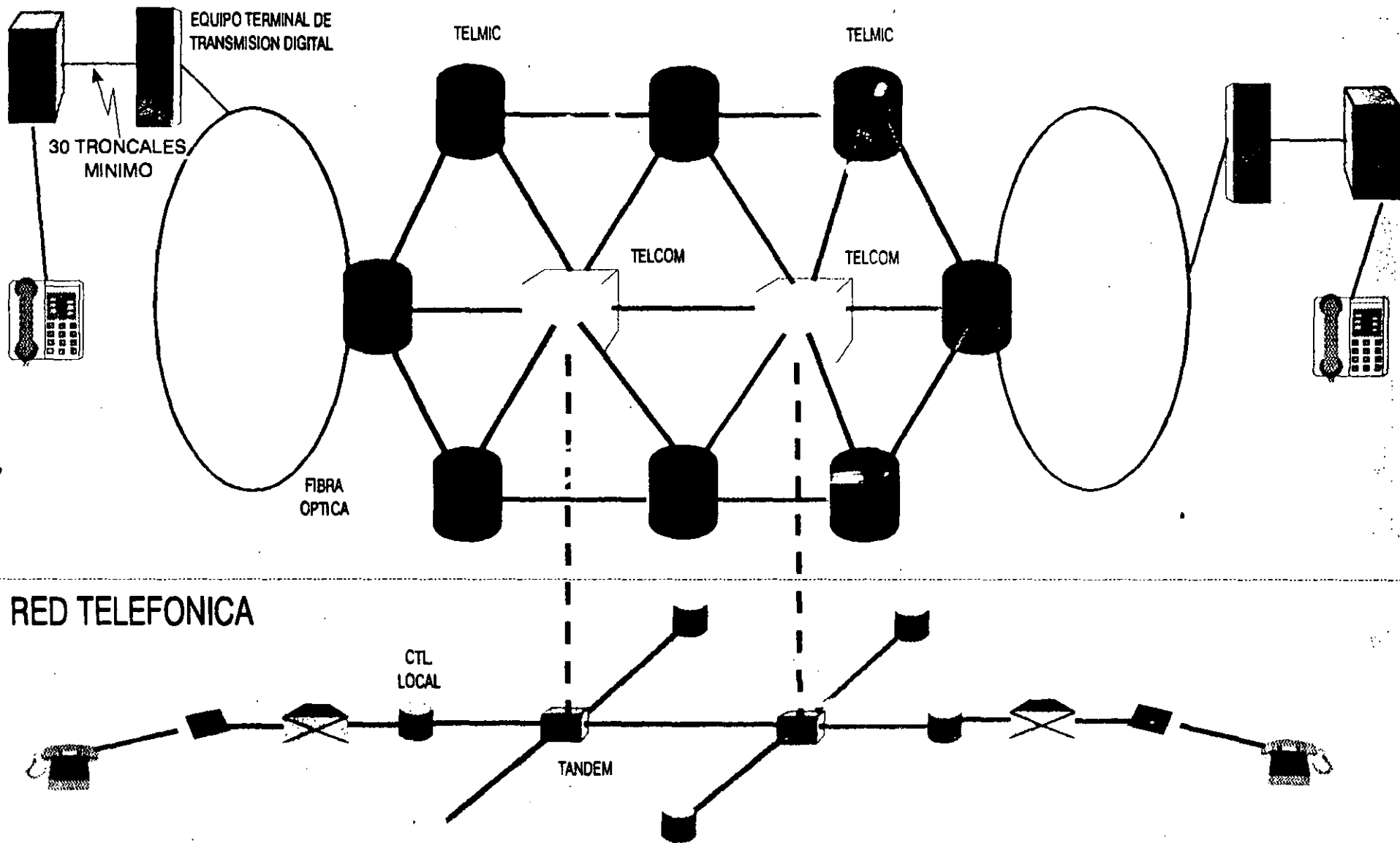
FIBRA  
OPTICA

RED TELEFONICA

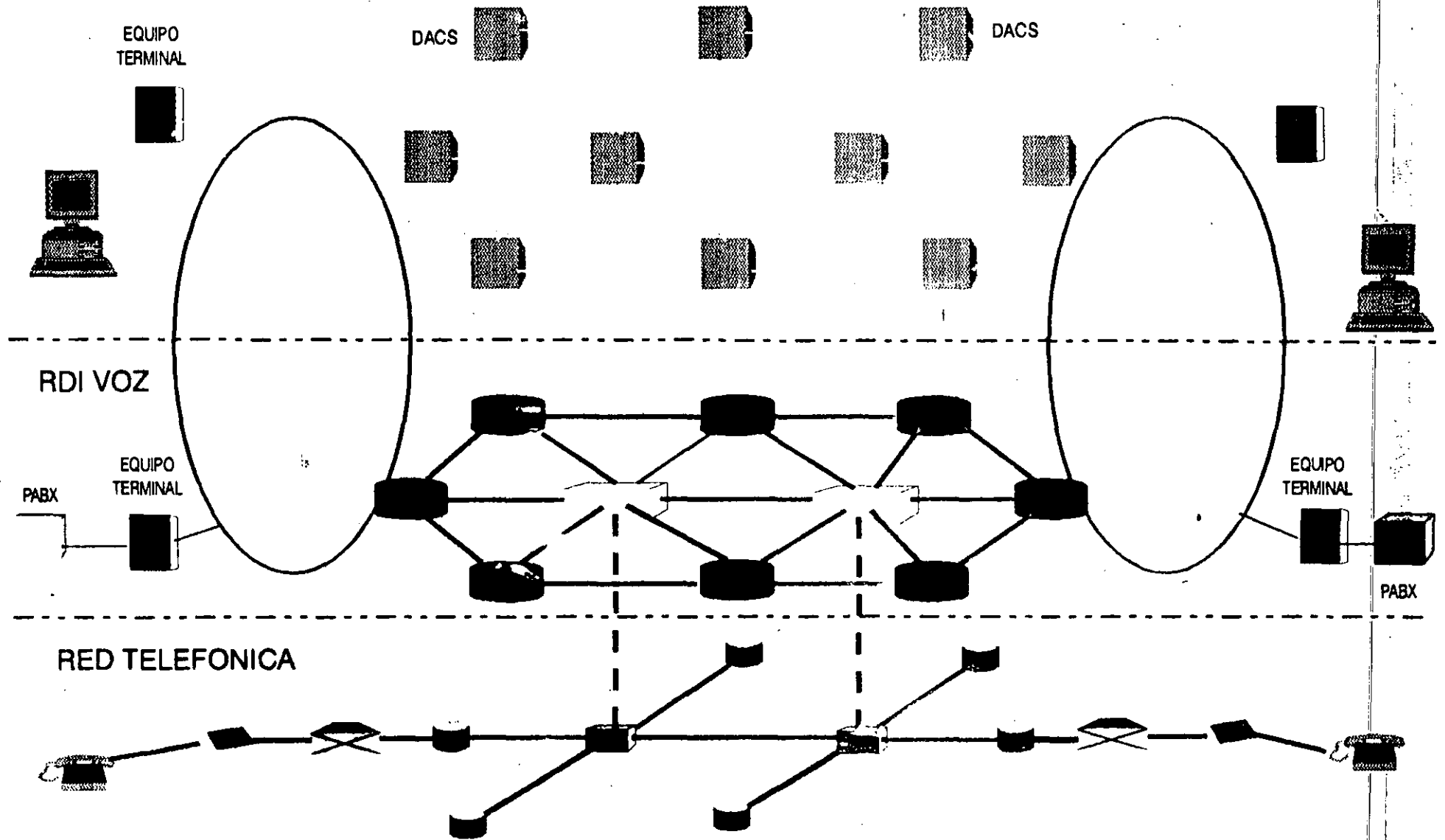
CTL  
LOCAL

TANDEM

10

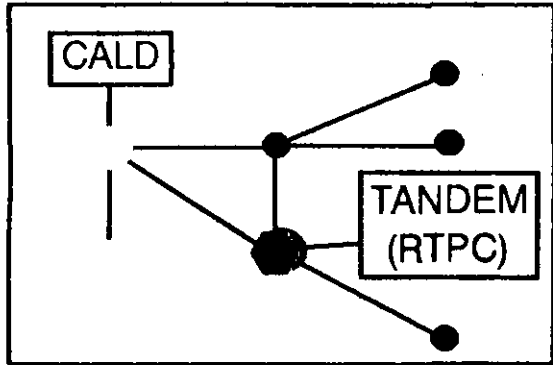


# RDI: SERVICIOS DE DATOS

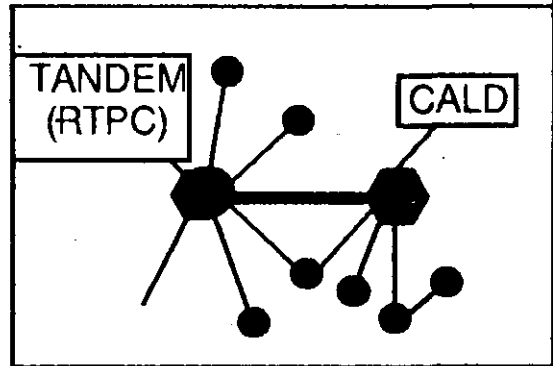
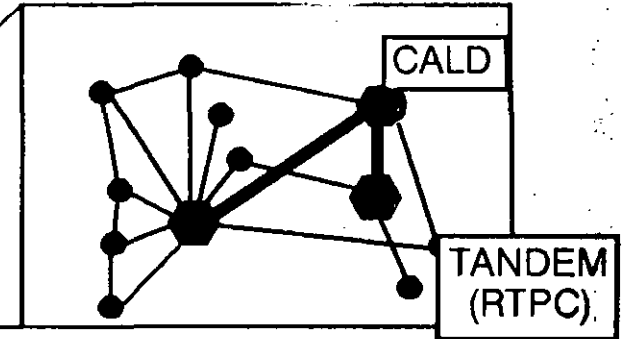


# ARQUITECTURA DE LA RED

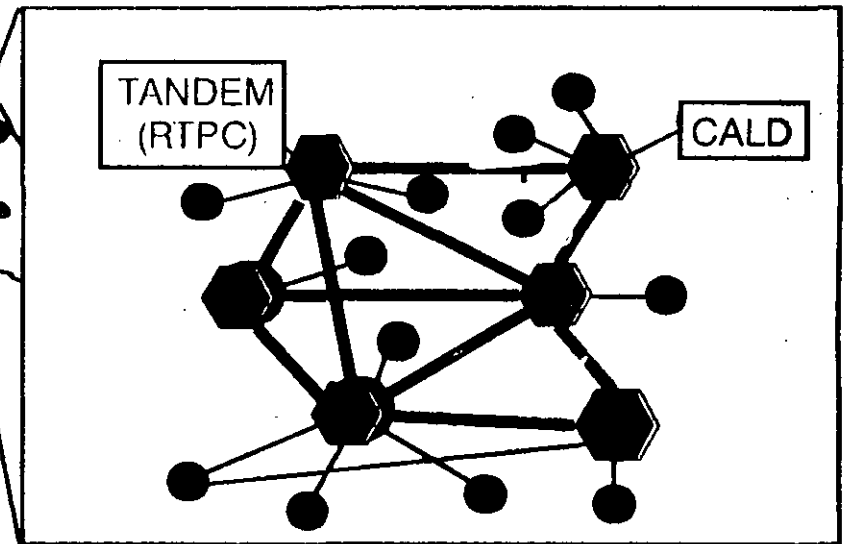
CD. JUAREZ



MONTERREY



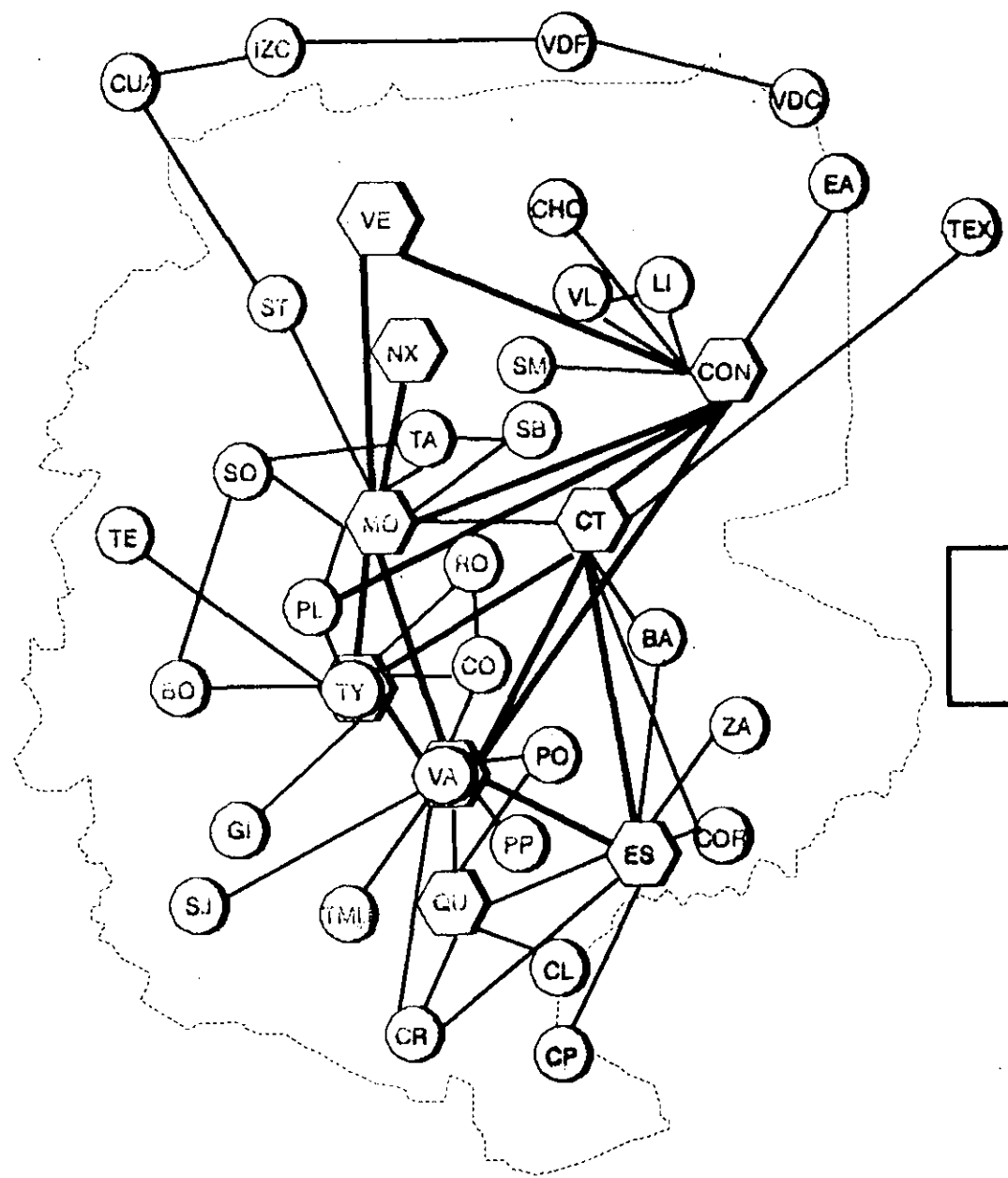
GUADALAJARA






CIUDAD DE MEXICO

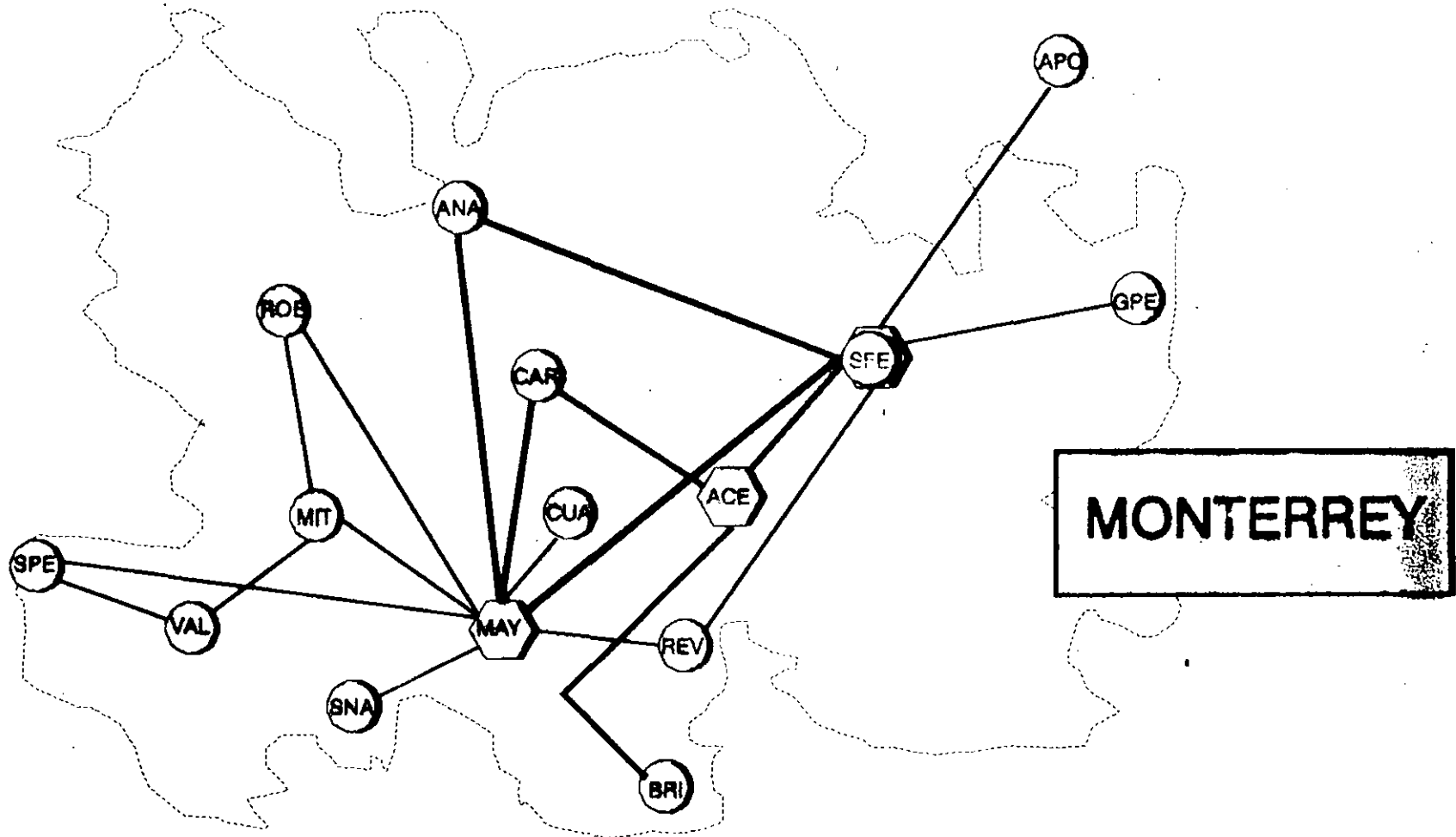
21








**MEXICO**

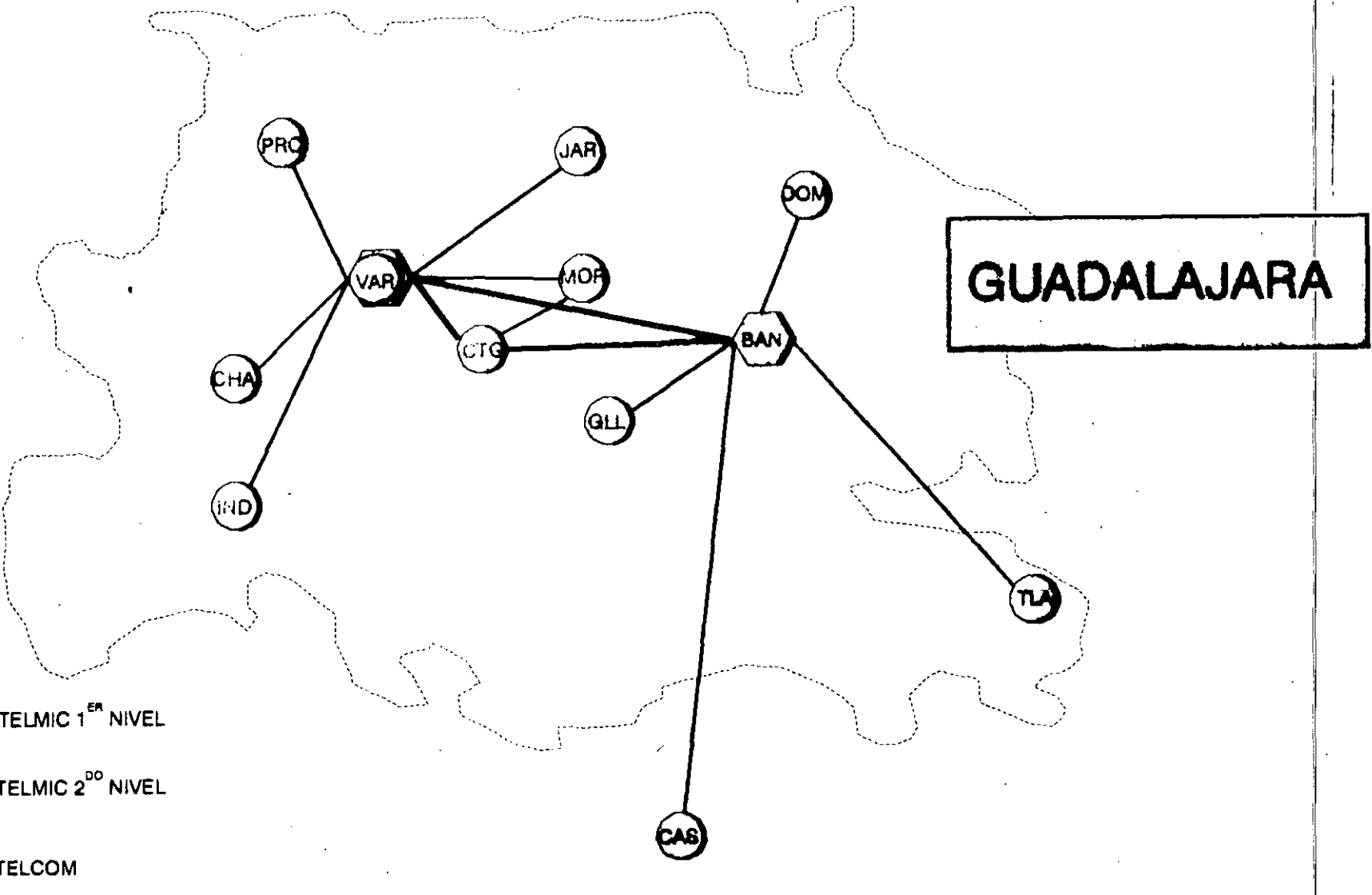
-  NODO TELMIC 1<sup>ER</sup> NIVEL
-  NODO TELMIC 2<sup>DO</sup> NIVEL
-  NODO TELCOM






**MONTERREY**

-  NODO TELMIC 1<sup>ER</sup> NIVEL
-  NODO TELMIC 2<sup>DO</sup> NIVEL
-  NODO TELCOM

h1



-  NODO TELMIC 1<sup>ER</sup> NIVEL
-  NODO TELMIC 2<sup>DO</sup> NIVEL
-  NODO TELCOM

# EQUIPAMIENTO EN NODOS DE USUARIOS

CONCENTRADOR (\*)

EQUIPO TERMINAL  
PCM MUX

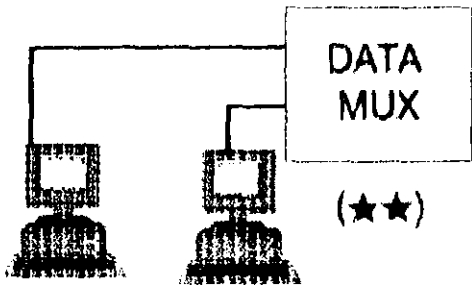
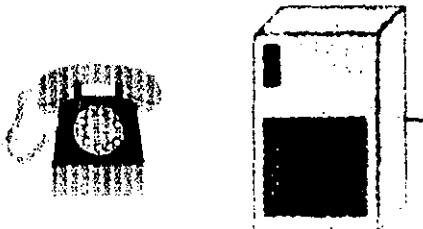
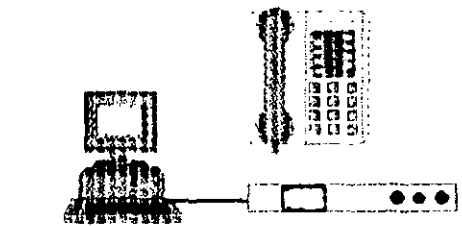
MODEM (\*\*)

CONMUTADOR (\*\*)

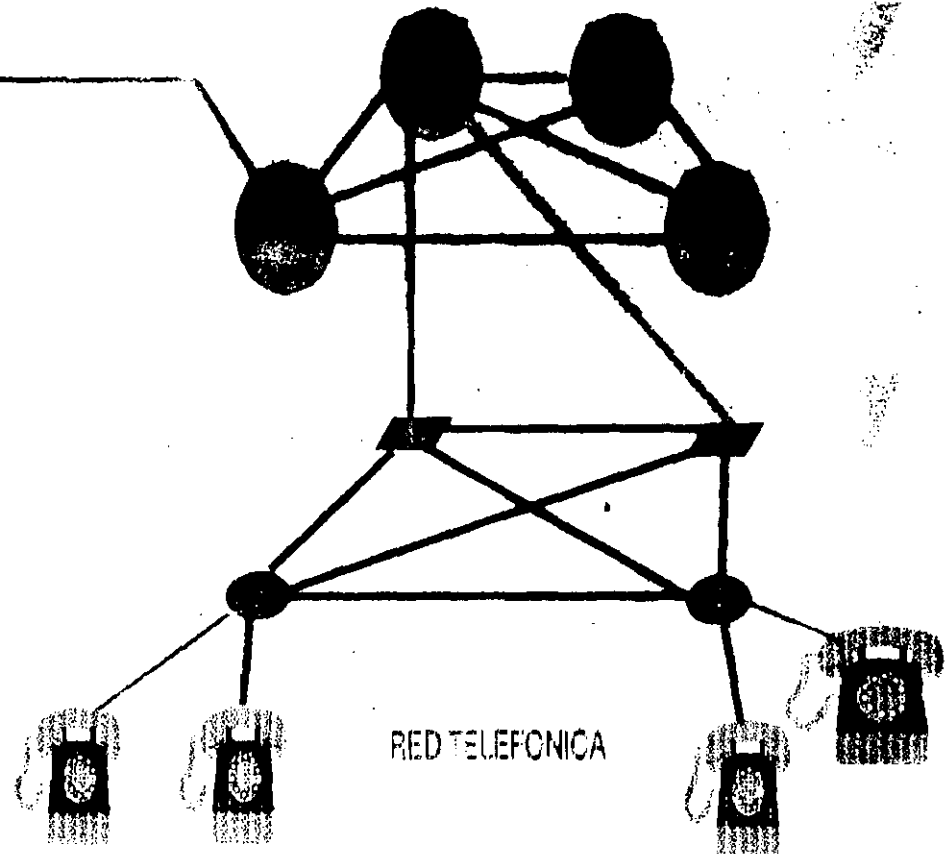
DATA  
MUX

(\*\*)

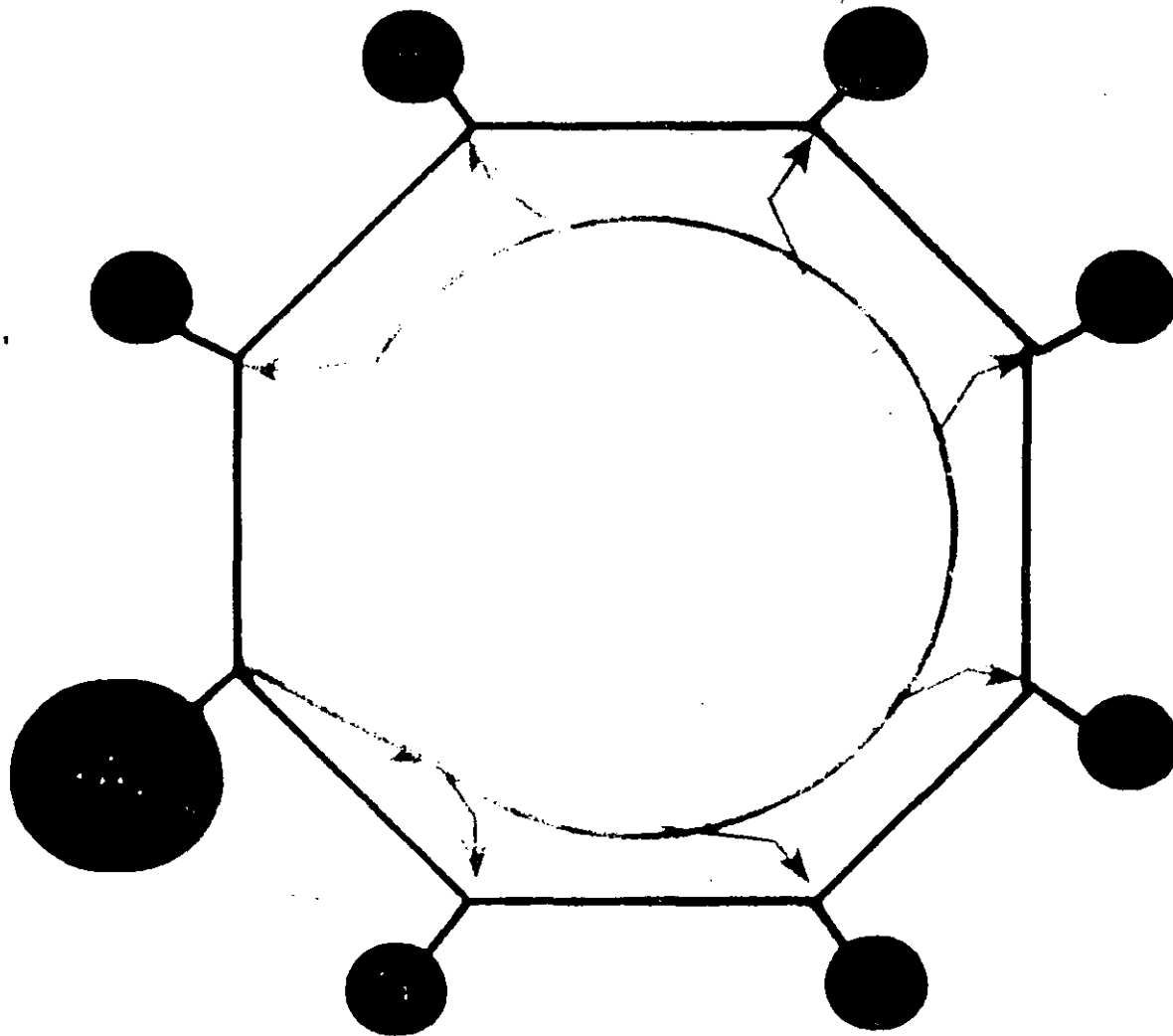
NODO USUARIO



(\*) PROPIEDAD DE TELMEX  
(\*\*) PROPIEDAD DEL USUARIO



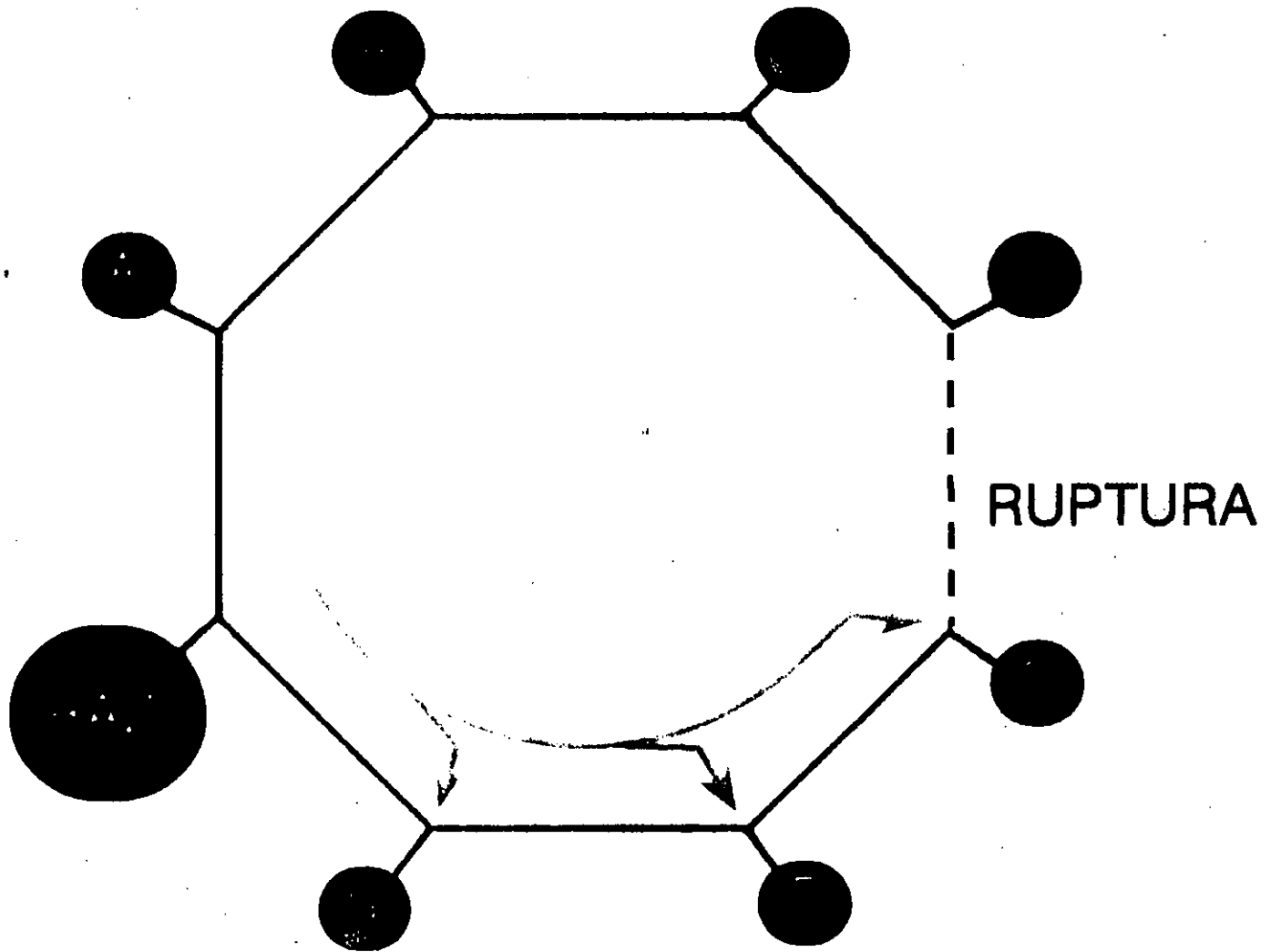
# CONFIGURACION EN ANILLO



▶ TRABAJO

⋯ RESPALDO

# CONFIGURACION EN ANILLO



# UNIVERSIDAD AUTONOMA METROPOLITANA

**EJEMPLO**

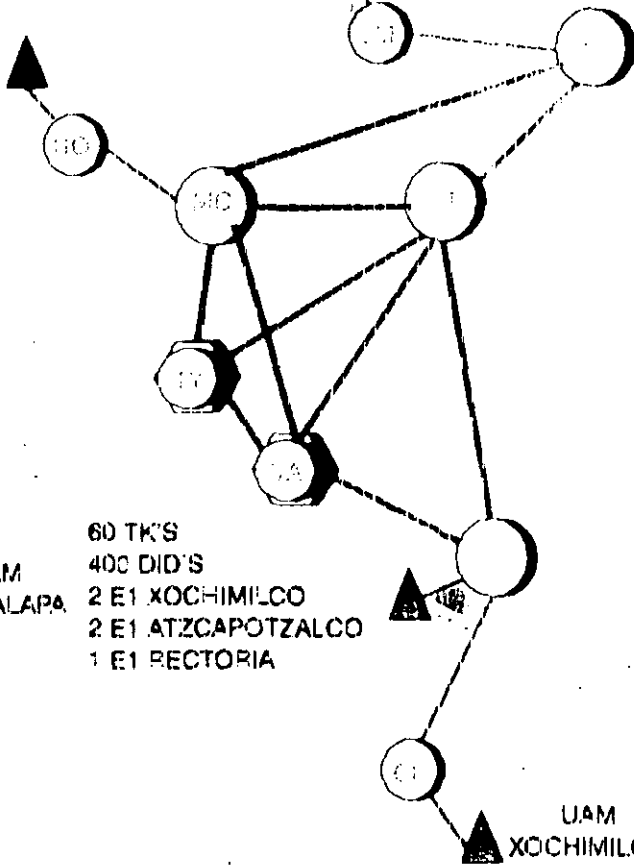
UAM  
RECTORIA

30 TK'S  
200 DID'S  
1 E1 A IZTAPALAPA  
1 E1 A ATZCAPOTZALCO

UAM  
ATZCAPOTZALCO

60 TK'S  
400 DID'S  
2 E1 IZTAPALAPA  
1 E1 XOCHIMILCO  
1 E1 RECTORIA

**4 NODOS  
EN LA  
CIUDAD DE MEXICO**



▲ NODO DE USUARIO

○ NODO TELMIC

⬡ NODO TELCOM

UAM  
IZTAPALAPA

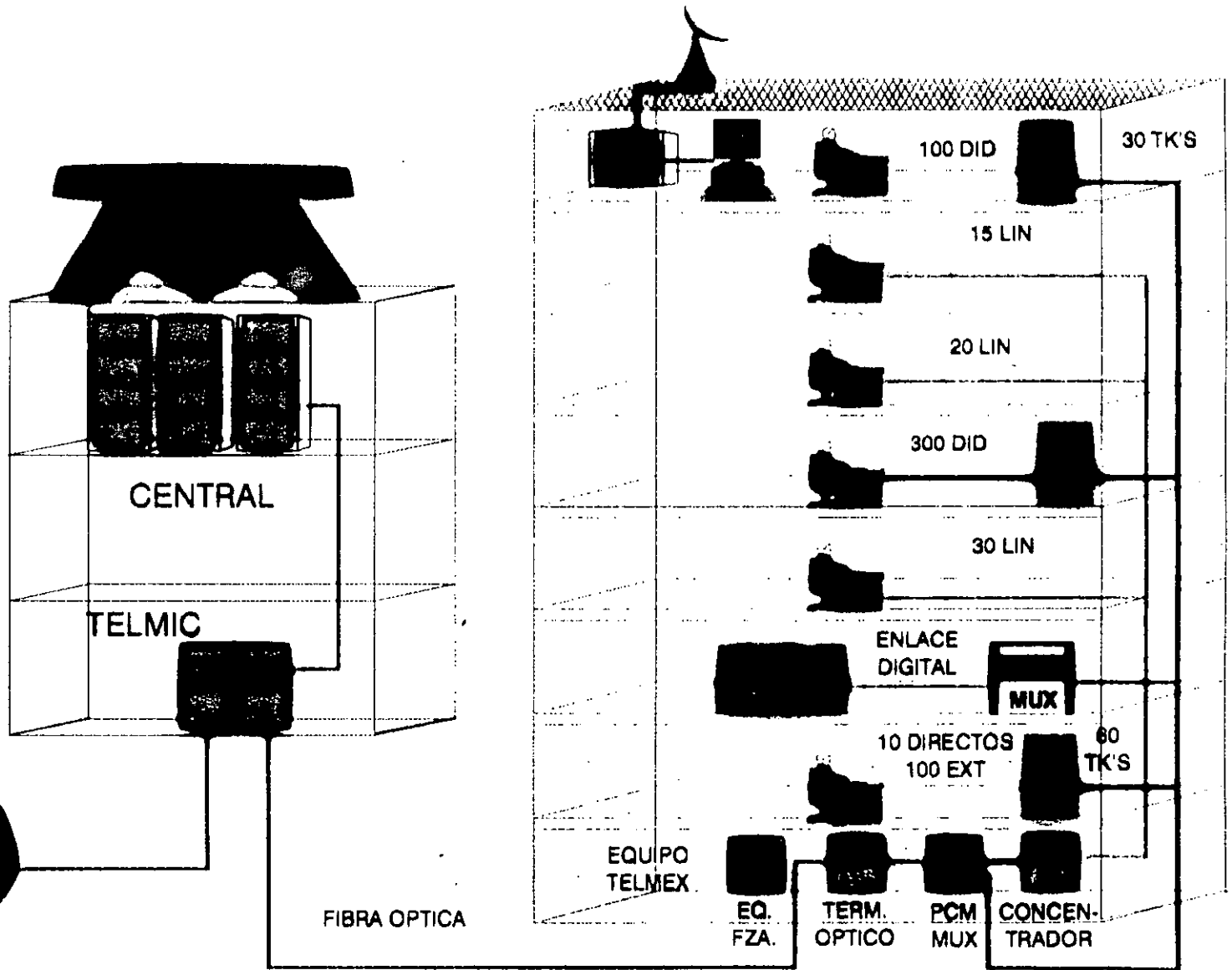
60 TK'S  
400 DID'S  
2 E1 XOCHIMILCO  
2 E1 ATZCAPOTZALCO  
1 E1 RECTORIA

UAM  
XOCHIMILCO

60 TK'S  
400 DID'S  
1 E1 ATZCAPOTZALCO  
2 E1 IZTAPALAPA

b1

# DIGITALIZACION DEL EDIFICIO CORPORATIVO



20



**RED DIGITAL INTEGRADA**

---

**RED SATELITAL**

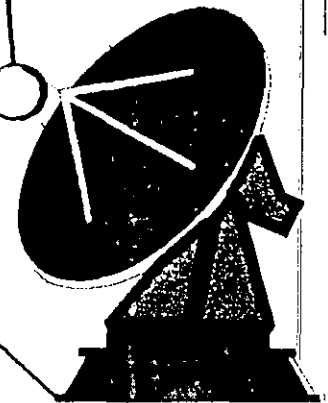
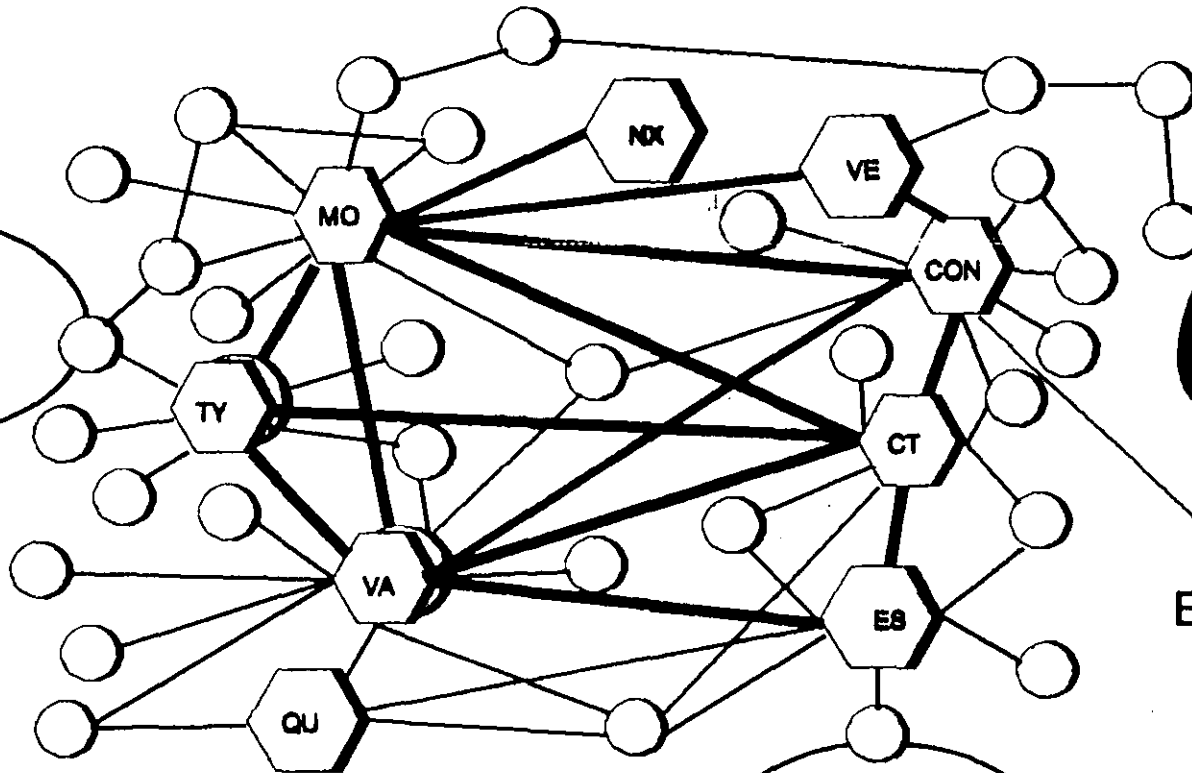
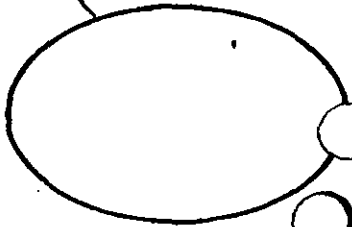
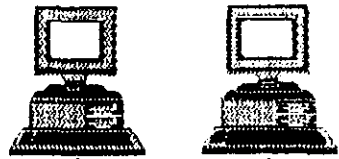
# ***RED SATELITAL***

## ***SERVICIOS OFRECIDOS***

---

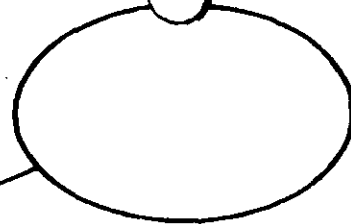
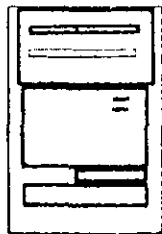
- 1 ENLACES EN RENTA PARA TRANSMISION DE VOZ Y DATOS (9.6 A 19.2 Kbps), CON ASIGNACION POR DEMANDA.
  
- 2 ENLACES EN RENTA PARA LA TRANSMISION Y RECEPCION DE CIRCUITOS DE 64 Kbps.  
(POSPUESTO HASTA QUE FUNCIONE EL S.S. SOLIDARIDAD)

# CONEXION A RED SATELITAL

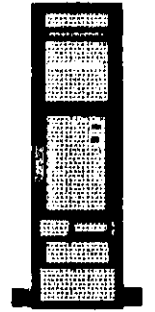
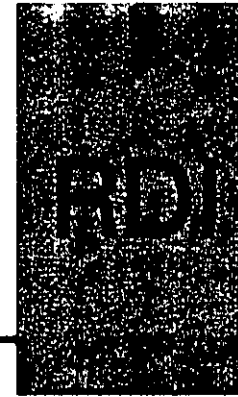
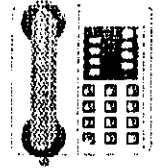
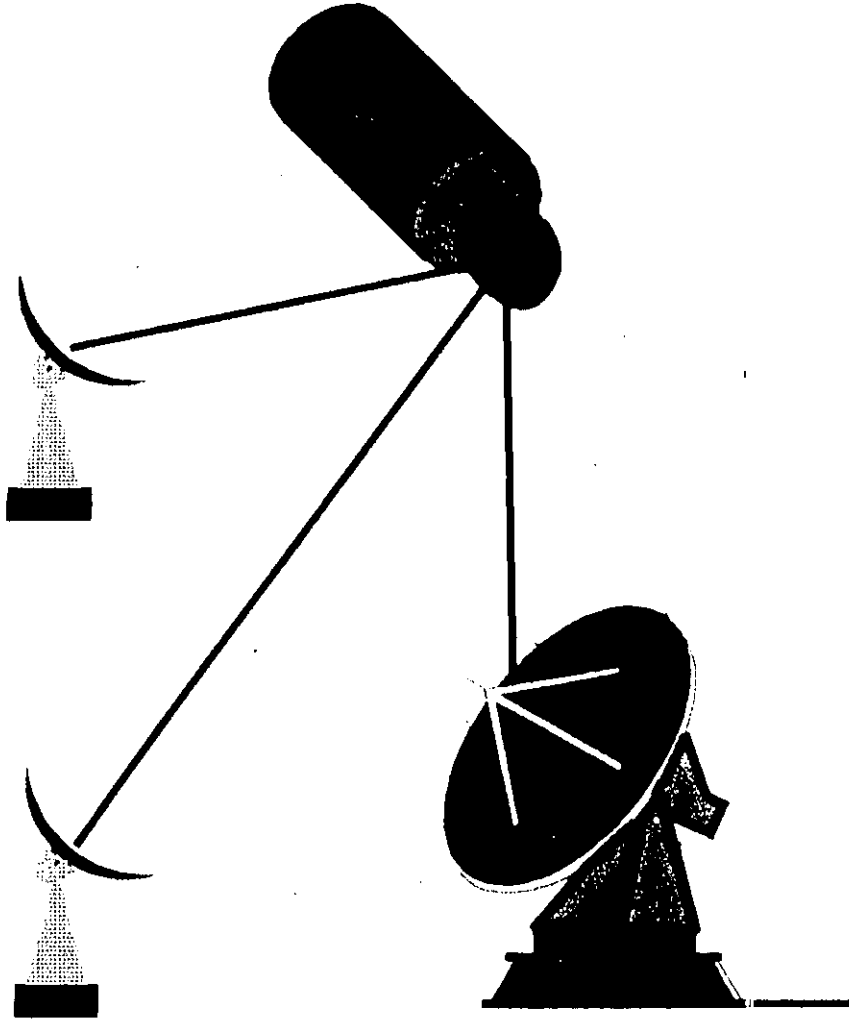
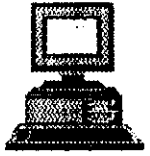
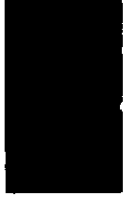
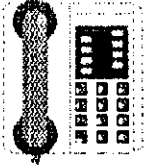


EST. MAESTRA

HOST



# RED SATELITAL



ESTACION VSAT

EST. MAESTRA

24

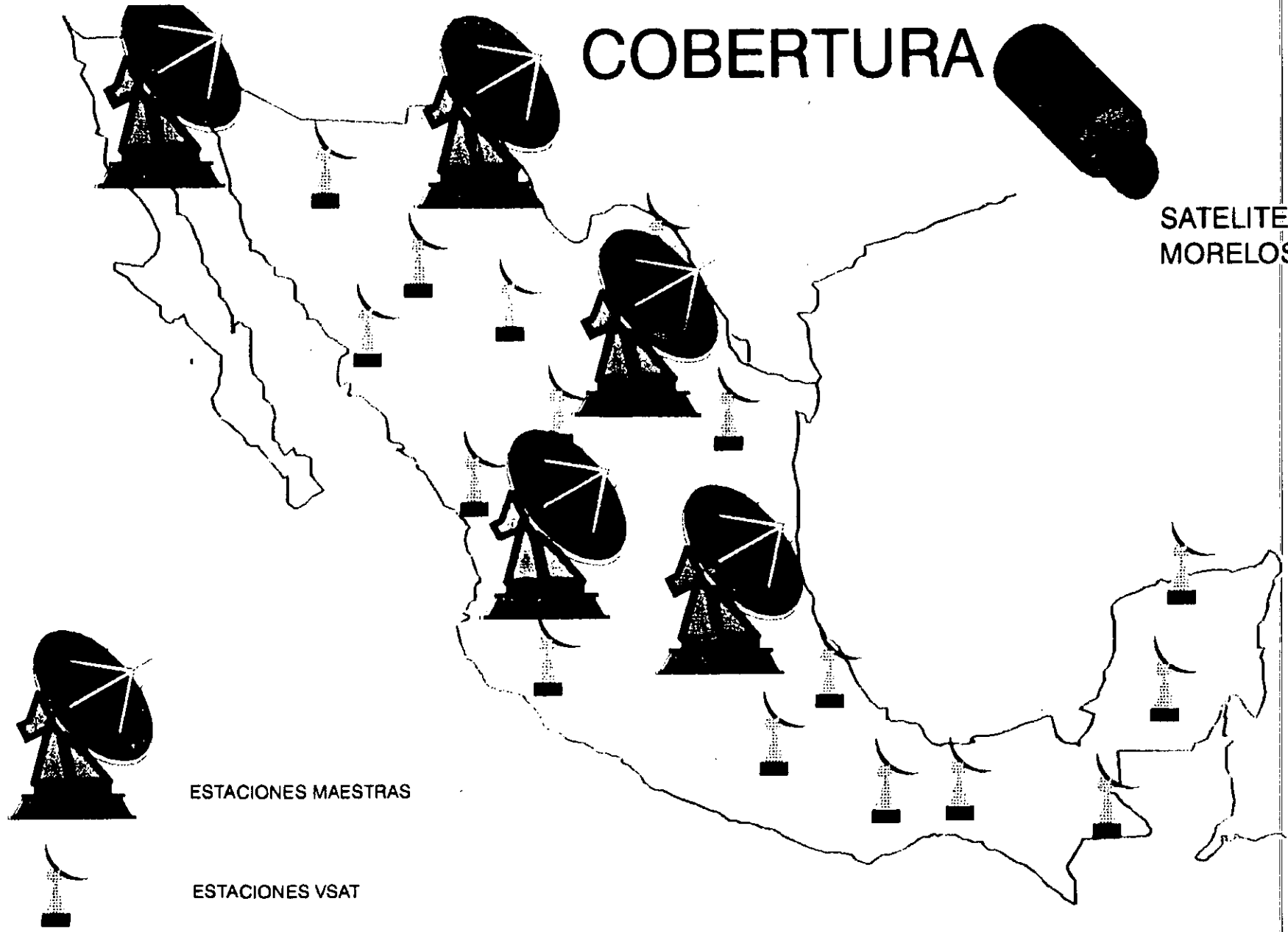
# 3.- ESTADO ACTUAL RDI

# COBERTURA



# COBERTURA

SATELITE  
MORELOS



ESTACIONES MAESTRAS

ESTACIONES VSAT

# EVOLUCION DEL SISTEMA DE ADMINISTRACION DE RED.

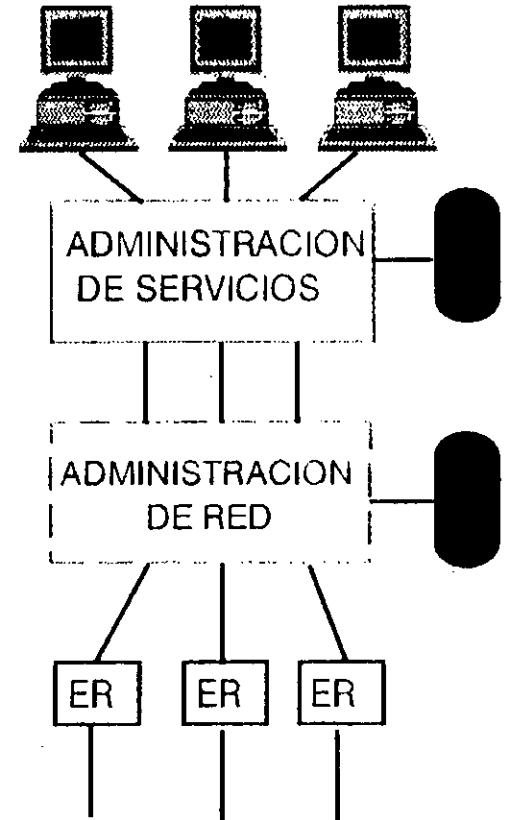
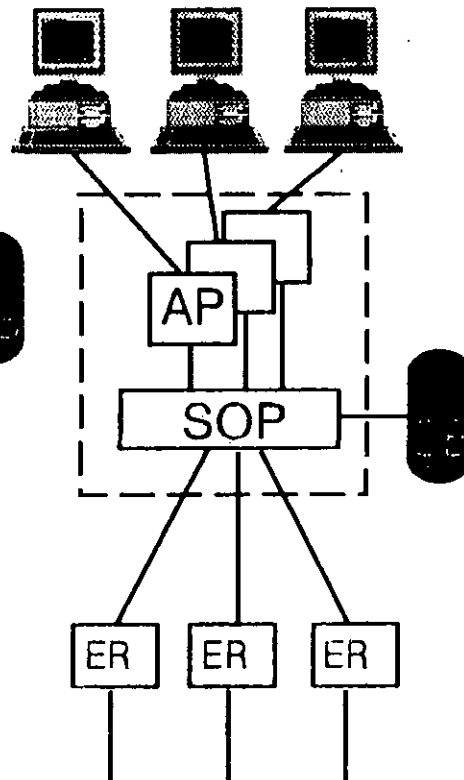
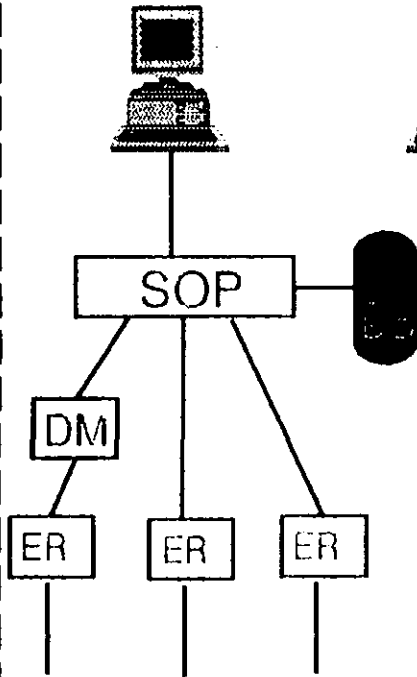
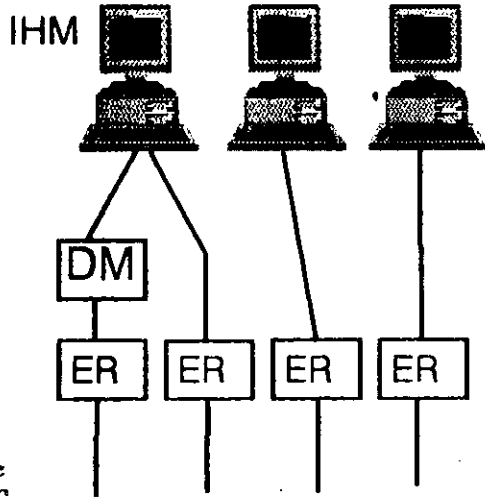
1985

1990

1995

2000

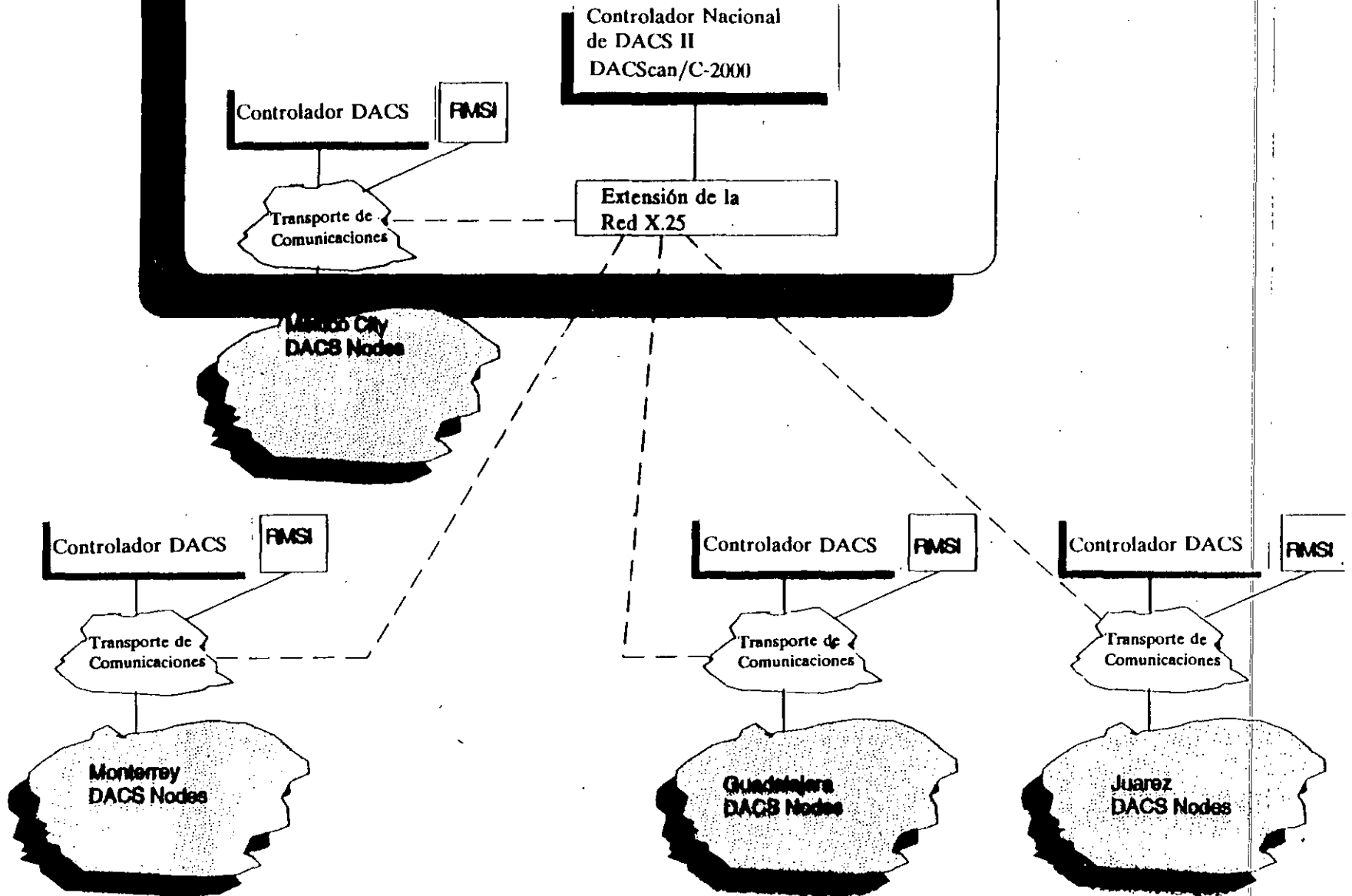
ADMINISTRACION DE ELEMENTOS DE RED.



ER = ELEMENTO DE RED.  
 SOP = SISTEMA OPERATIVO.  
 IHM = INTERFAZ HOMBRE-MAQUINA.  
 AP = APLICACIONES.  
 DB = BASE DE DATOS.  
 DM = DISPOSITIVO DE MEDIACION.



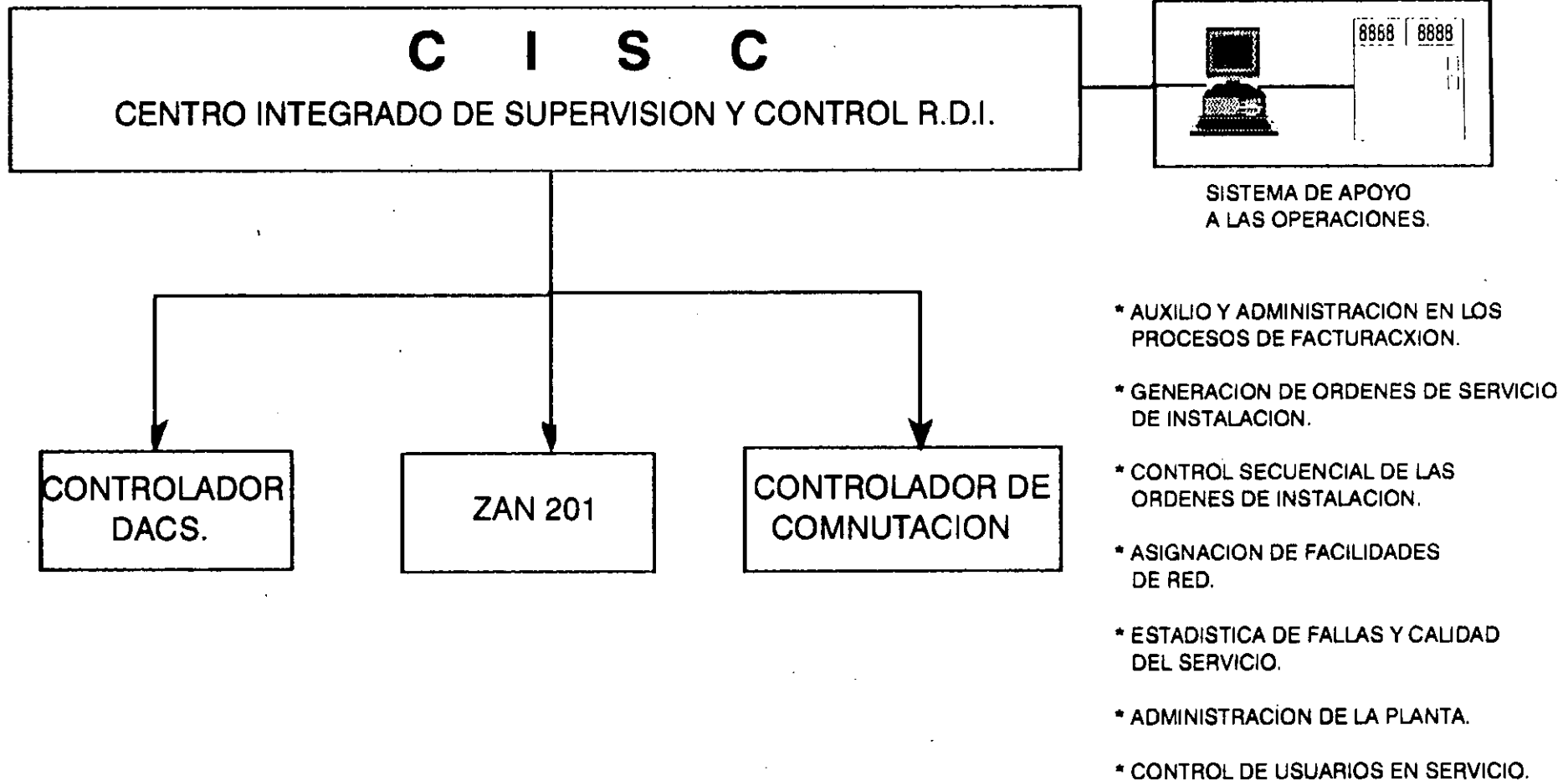
# Centro de Control Ciudad de México



**TOPOLGIA DE CONTROLADORES DACS**

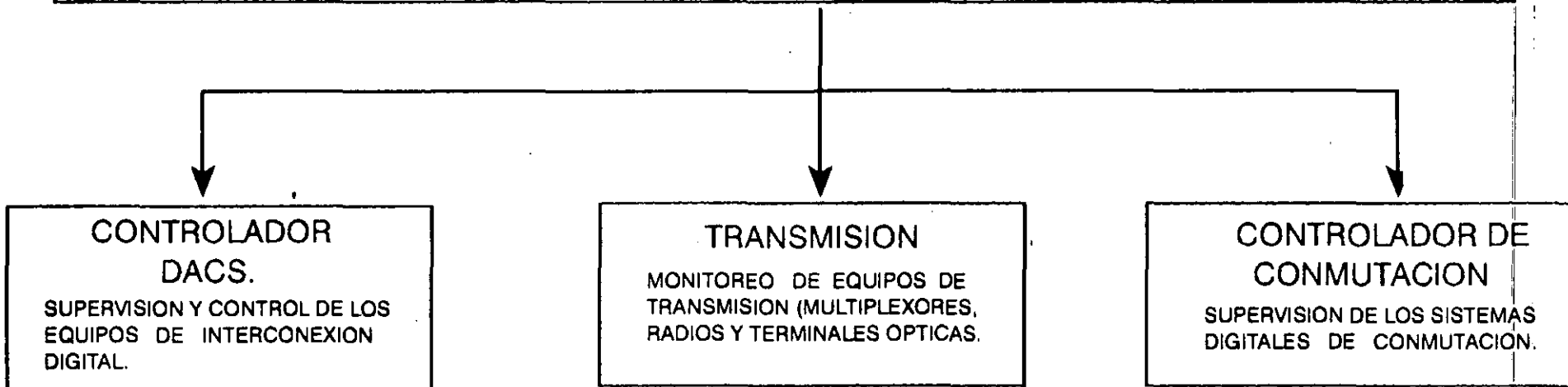
29

# EVOLUCION DEL CENTRO DE CONTROL. FASE INTERMEDIA.



# C I S C

CENTRO INTEGRADO DE SUPERVISION Y CONTROL R.D.I.



## CONTROLADOR DACS.

SUPERVISION Y CONTROL DE LOS EQUIPOS DE INTERCONEXION DIGITAL.

- \* PERMITE SUPERVISAR LA CALIDAD DE LOS ENLACES CREADOS.
- \* PROPORCIONA REENRUTAMIENTOS EN CASO DE FALLA.
- \* ADMINISTRACION CENTRALIZADA DE LOS ENLACES.
- \* REALIZA OPERACIONES DE DIAGNOSTICO Y PRUEBA.
- \* PERMITE LA CREACION Y ELIMINACION DE ENLACES.

## TRANSMISION

MONITOREO DE EQUIPOS DE TRANSMISION (MULTIPLEXORES, RADIOS Y TERMINALES OPTICAS.

- \* SUPERVISION CENTRALIZADA DE RADIOS, EQUIPOS OPTICOS Y MULTIPLEXORES.
- \* CLASIFICACION DE ALARMAS URGENTES Y NO URGENTES.
- \* CONCENTRACION DE ALARMAS DE SISTEMAS AUXILIARES ( AIRE ACONDICIONADO, FUERZA, SISTEMAS DE SEGURIDAD, ETC. )
- \* REGISTRO DE EVENTOS DE FALLA OCURRIDOS.

## CONTROLADOR DE CONMUTACION

SUPERVISION DE LOS SISTEMAS DIGITALES DE CONMUTACION.

- \* CENTRALIZACION DE FUNCIONES DE OPERACION Y MANTENIMIENTO.
- \* ADMINISTRACION DE ABONADOS ( ALTAS, BAJAS, TIPOS DE SERVICIO, ETC.)
- \* ADMINISTRACION DE EQUIPOS PERIFERICOS.
- \* ADMINISTRACION DE ENRUTAMIENTOS Y PLANES DE NUMERACION.
- \* MEDICION Y ESTADISTICAS DE CALIDAD.

**C I S C**  
**CENTRO INTEGRADO DE SUPERVISION Y CONTROL RDI**

**CONTROLADOR  
DACS**  
SUPERVISION Y CONTROL DE LOS EQUIPOS  
DE INTERCONEXION DIGITAL.

- PERMITE SUPERVISAR LA CALIDAD DE LOS ENLACES CREADOS.
- PROPORCIONA REENVIOS EN CASO DE FALLA.
- ADMINISTRACION CENTRALIZADA DE LOS ENLACES.
- REALIZA OPERACIONES DE DIAGNOSTICO Y PRUEBA.
- PERMITE LA CREACION Y ELIMINACION DE ENLACES.

**MONITOREO DE EQUIPOS DE TRANSMISION  
(MULTIPLEXORES, RADIOS Y TERMINALES  
OPTICAS).**

- SUPERVISION CENTRALIZADA DE RADIOS, EQUIPOS OPTICOS Y MULTIPLEXORES.
- CLASIFICACION DE ALARMAS URGENTES Y NO URGENTES.
- CONCENTRACION DE ALARMAS DE SISTEMAS AUXILIARES (AIRE ACONDICIONADO, FUERZA, SISTEMAS DE SEGURIDAD, ETC.)
- REGISTRO DE EVENTOS DE FALLA OCURRIDOS.

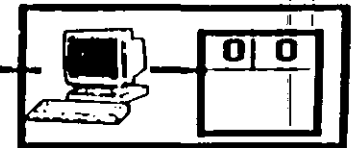
**CONTROLADOR DE  
COMUTACION**  
SUPERVISION DE LOS SISTEMAS  
DIGITALES DE COMUTACION.

- CENTRALIZACION DE FUNCIONES DE OPERACION Y MANTENIMIENTO.
- ADMINISTRACION DE ABONADOS (ALTAS, BAJAS, TIPOS DE SERVICIO, ETC).
- ADMINISTRACION DE EQUIPOS PERIFERICOS.
- ADMINISTRACION DE ENVIOS Y PLANES DE NUMERACION.
- MEDICION Y ESTADISTICAS DE CALIDAD.

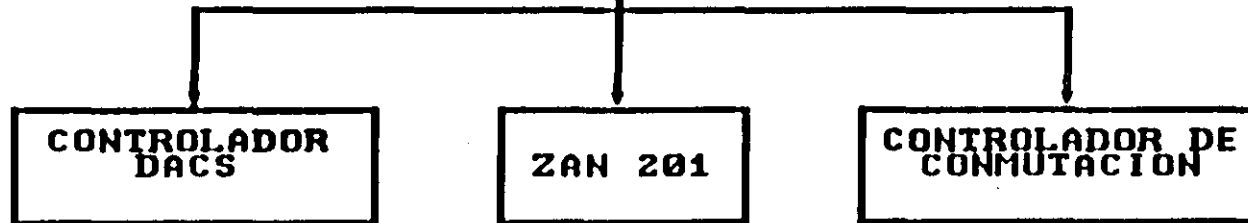
32

# EVOLUCION DEL CENTRO DE CONTROL FASE INTERMEDIA.

C I S C  
CENTRO INTEGRADO DE SUPERVISION Y CONTROL RDI

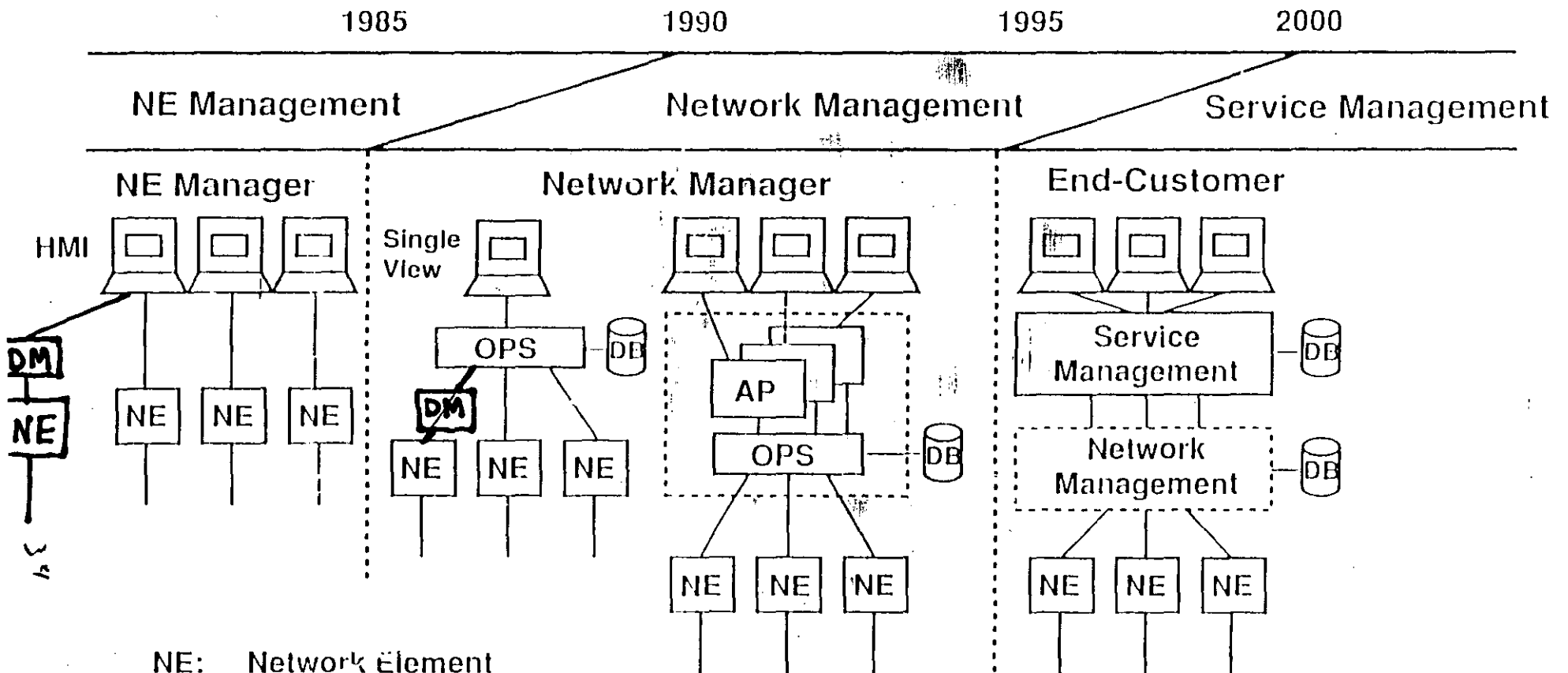


SISTEMA DE APOYO A LAS  
OPERACIONES.



- AUXILIO Y ADMINISTRACION EN LOS PROCESOS DE FACTURACION.
- GENERACION DE ORDENES DE SERVICIO DE INSTALACION.
- CONTROL SECUENCIAL DE LAS ORDENES DE INSTALACION.
- ASIGNACION DE FACILIDADES DE RED.
- ESTADISTICA DE FALLAS Y CALIDAD DEL SERVICIO.
- ADMINISTRACION DE LA PLANTA.
- CONTROL DE USUARIOS EN SERVICIO

# NMS EVOLUTION



NE: Network Element  
 OPS: Operation System (Basic)  
 HMI: Human Machine Interface  
 AP: Applications  
 DB: Data Base

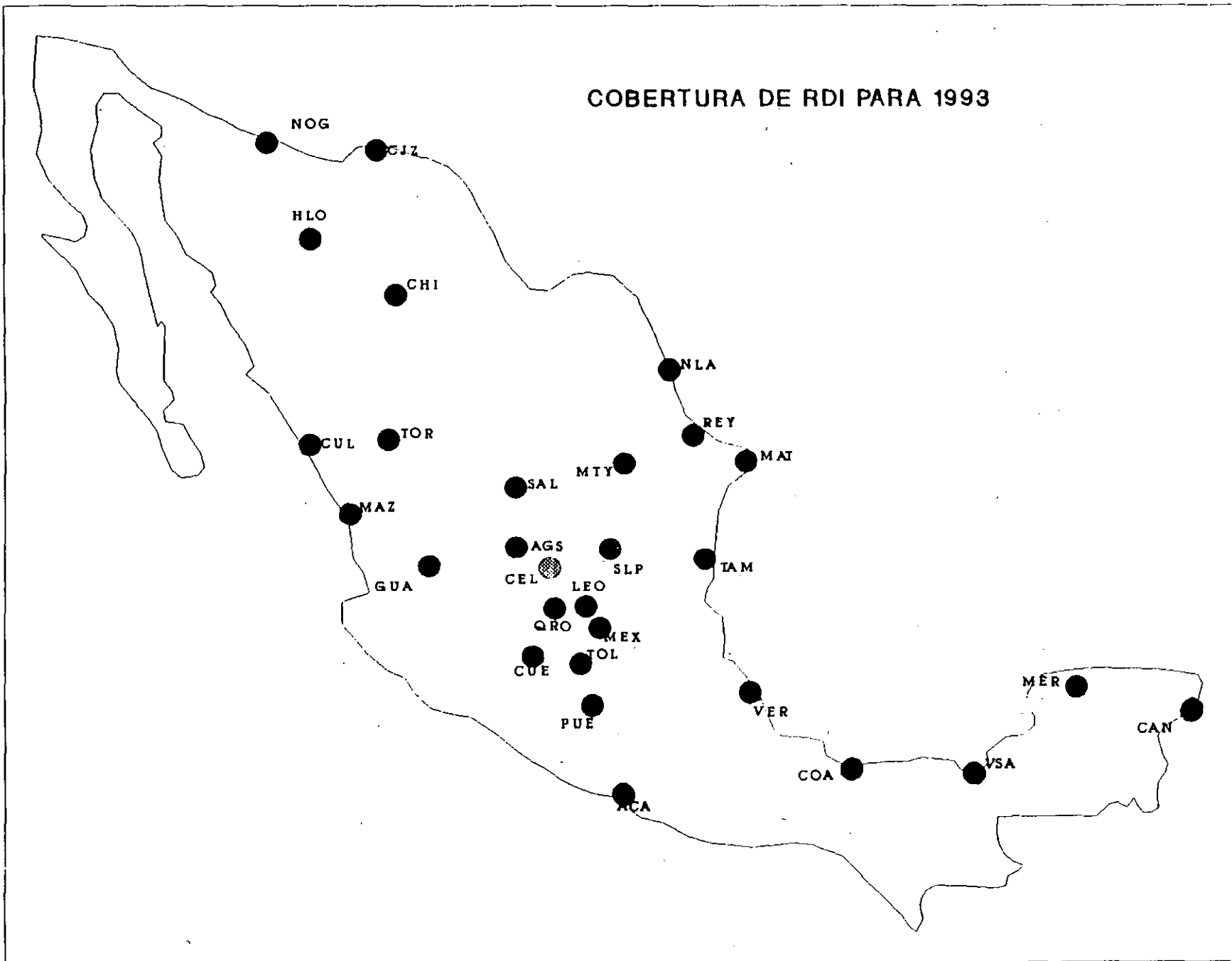


MORELOS

5 ESTACIONES MAESTRAS  
ESTACIONES VSAT  
CIRCUITOS

35

# COBERTURA DE RDI PARA 1993

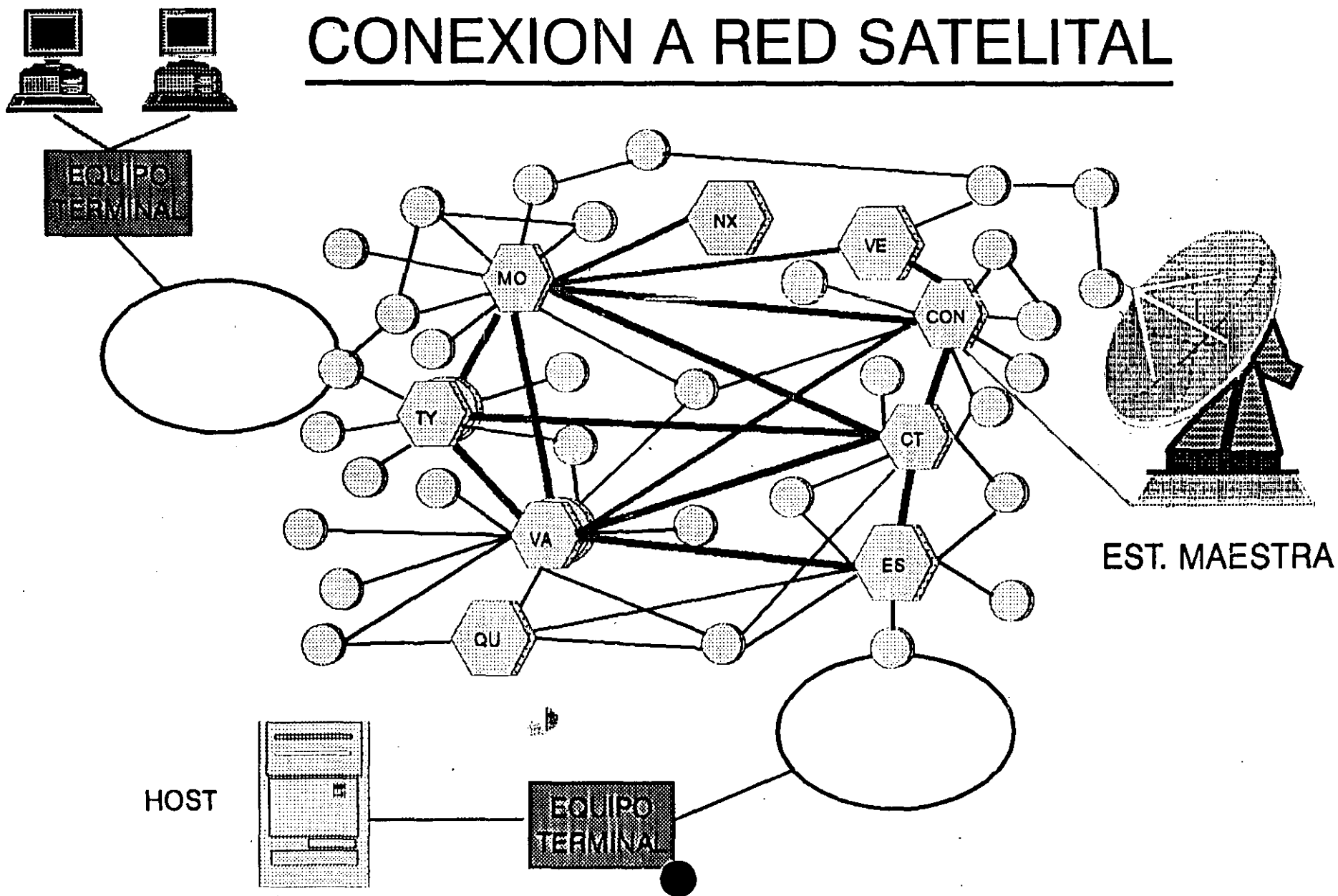


78



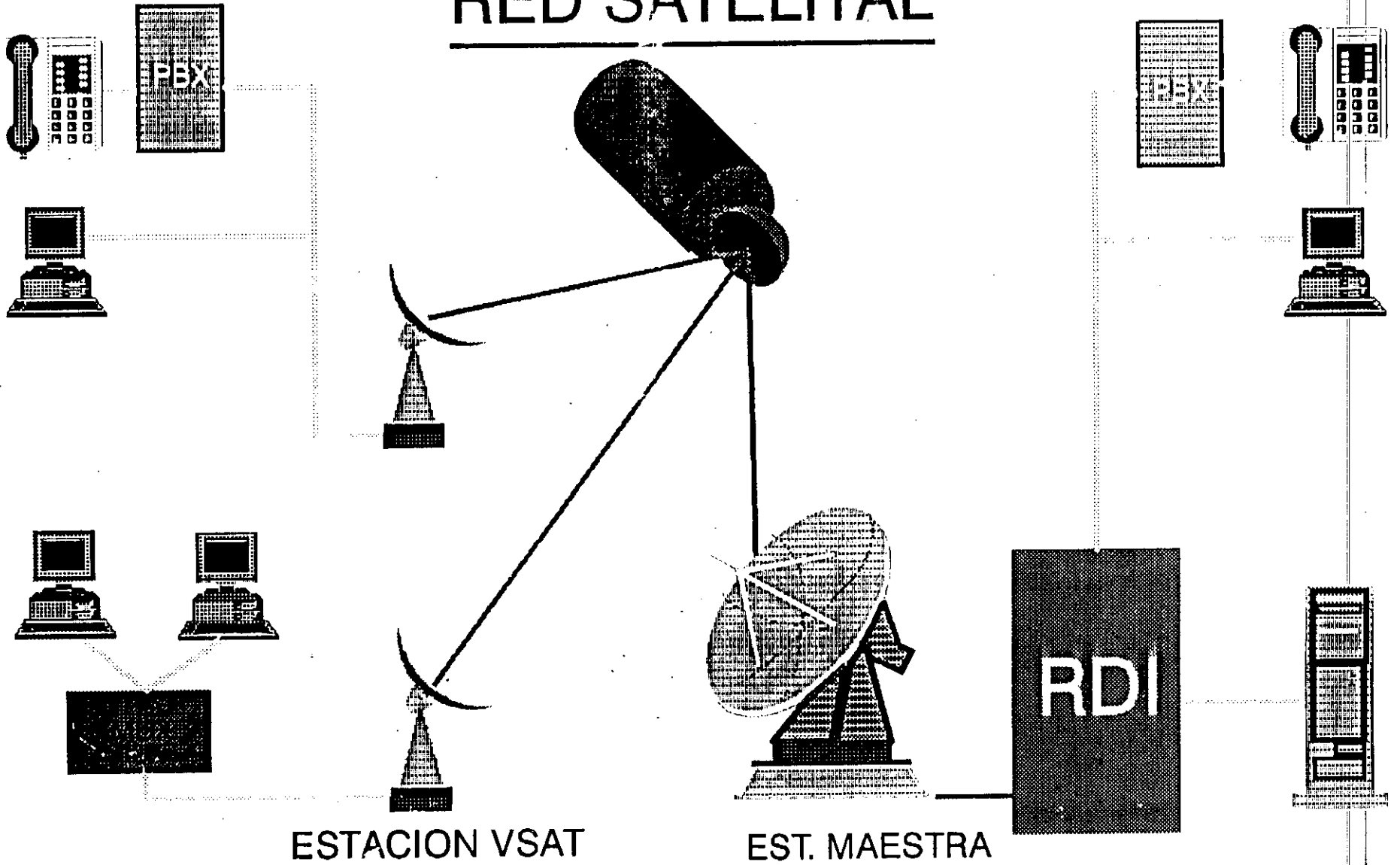
# 3.- ESTADO ACTUAL RDI

# CONEXION A RED SATELITAL



38

# RED SATELITAL



39

# RED SATELITAL

## SERVICIOS OFRECIDOS

---

- 1 ENLACES EN RENTA PARA TRANSMISION DE VOZ Y DATOS (9.6 A 19.2 Kbps), CON ASIGNACION POR DEMANDA.
- 2 ENLACES EN RENTA PARA LA TRANSMISION Y RECEPCION DE CIRCUITOS DE 64 Kbps.

# RED DIGITAL INTEGRADA

---

RED SATELITAL

# UNIVERSIDAD AUTONOMA METROPOLITANA

**EJEMPLO**

UAM  
RECTORIA  
30 TK'S  
200 DID'S  
1 E1 A IZTAPALAPA  
1 E1 A ATZCAPOTZALCO

UAM  
ATZCAPOTZALCO  
60 TK'S  
400 DID'S  
2 E1 IZTAPALAPA  
1 E1 XOCHIMILCO  
1 E1 RECTORIA

**4 NODOS  
EN LA  
CD. DE MEXICO**

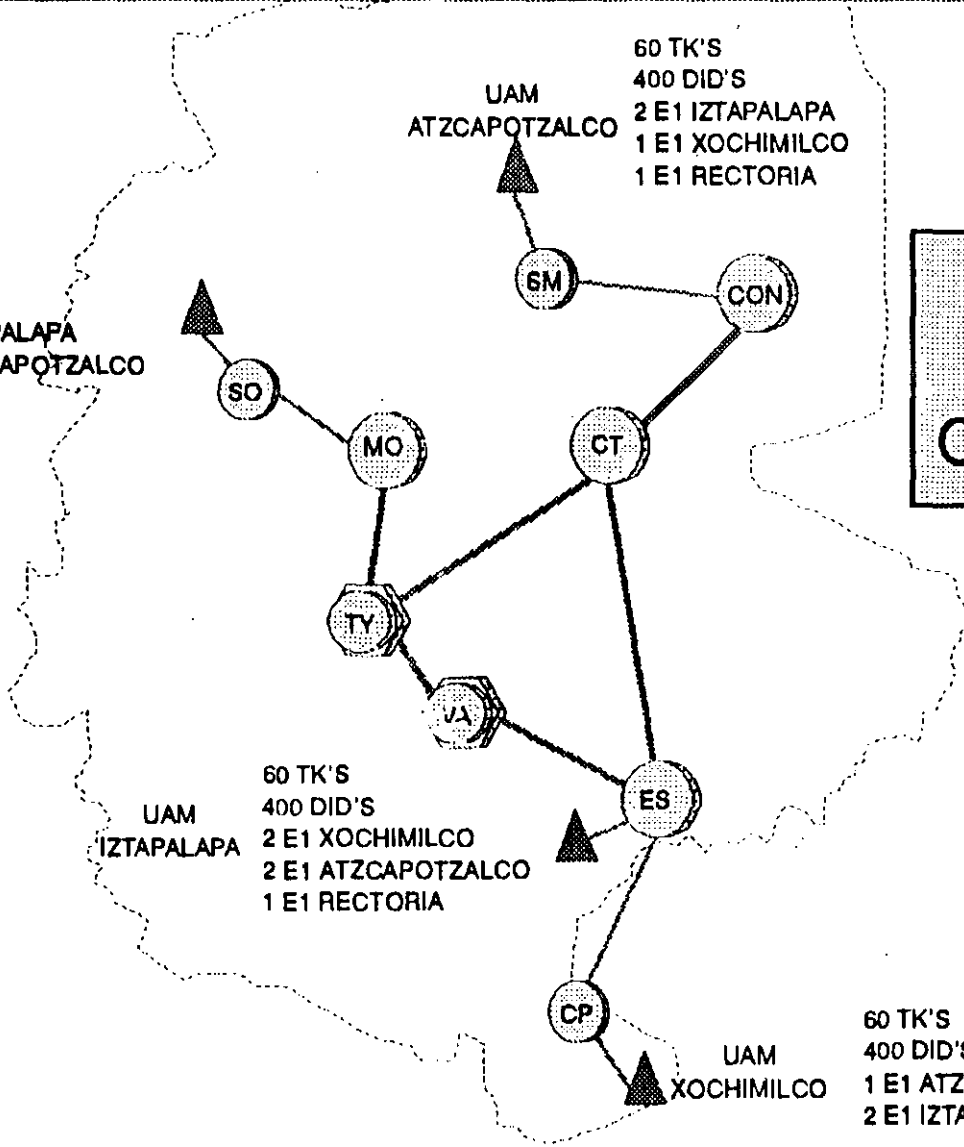
▲ NODO DE USUARIO

● NODO TELMIC

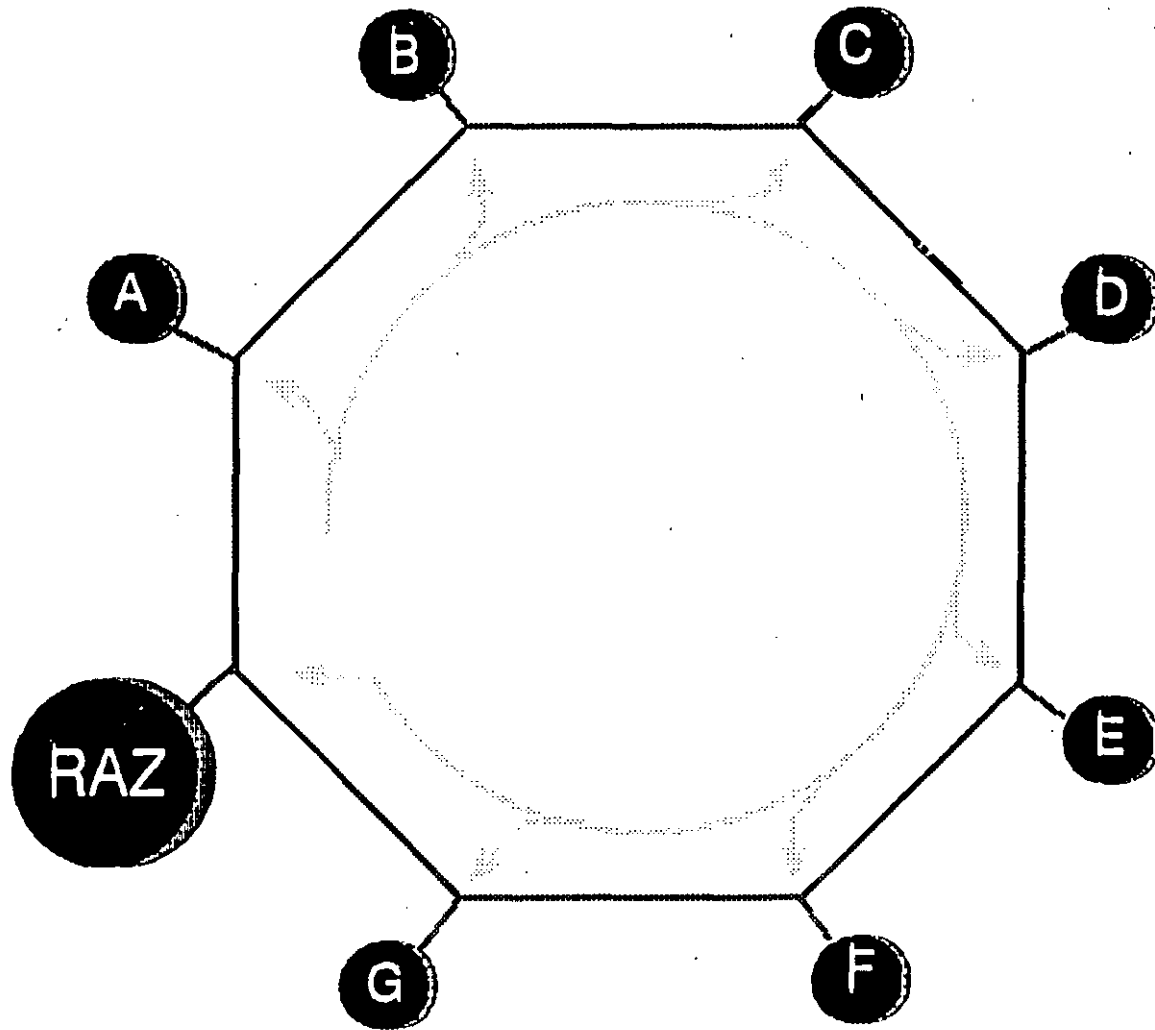
⬡ NODO TELCOM

UAM  
IZTAPALAPA  
60 TK'S  
400 DID'S  
2 E1 XOCHIMILCO  
2 E1 ATZCAPOTZALCO  
1 E1 RECTORIA

UAM  
XOCHIMILCO  
60 TK'S  
400 DID'S  
1 E1 ATZCAPOOTZALCO  
2 E1 IZTAPALAPA

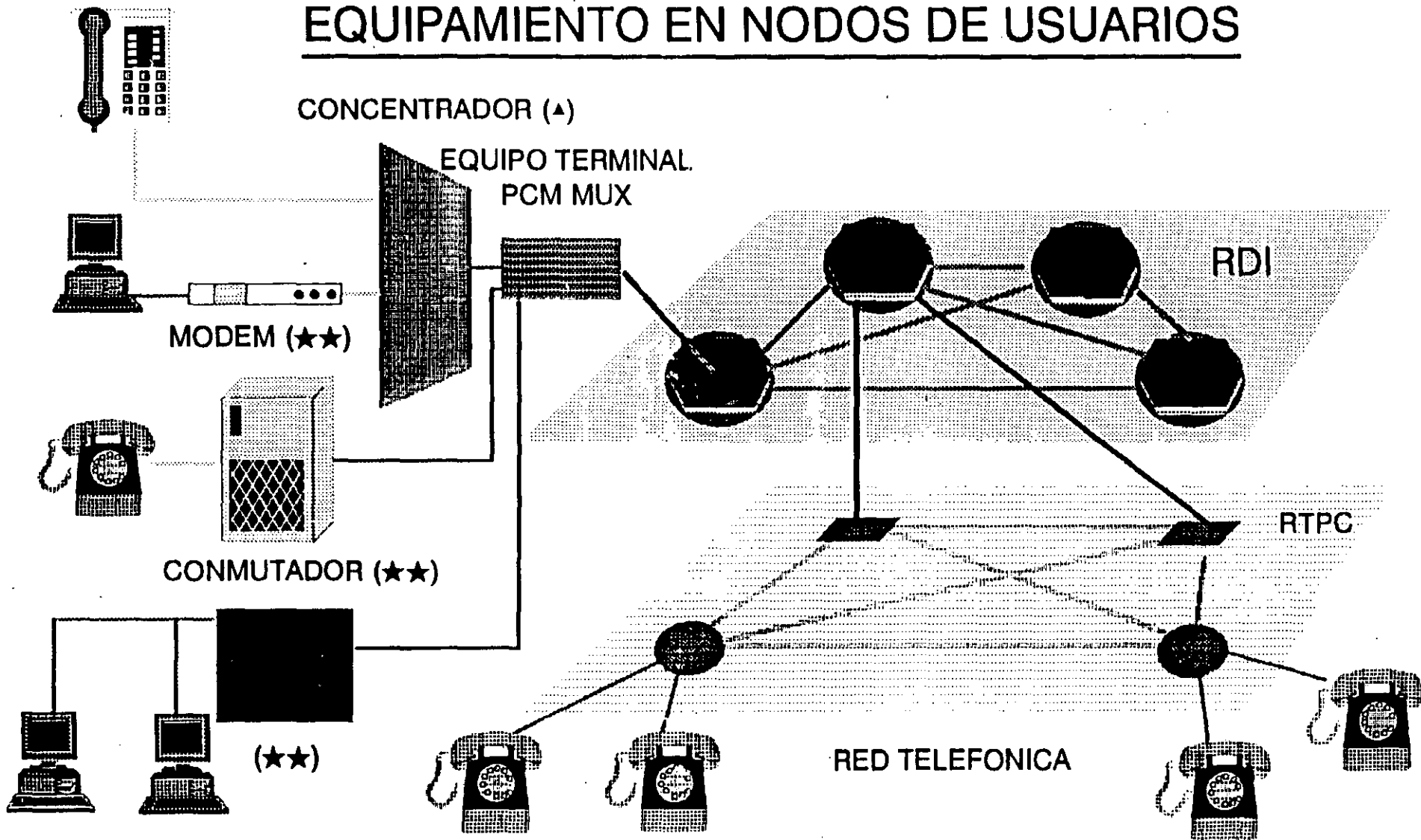


# CONFIGURACION EN ANILLO



En

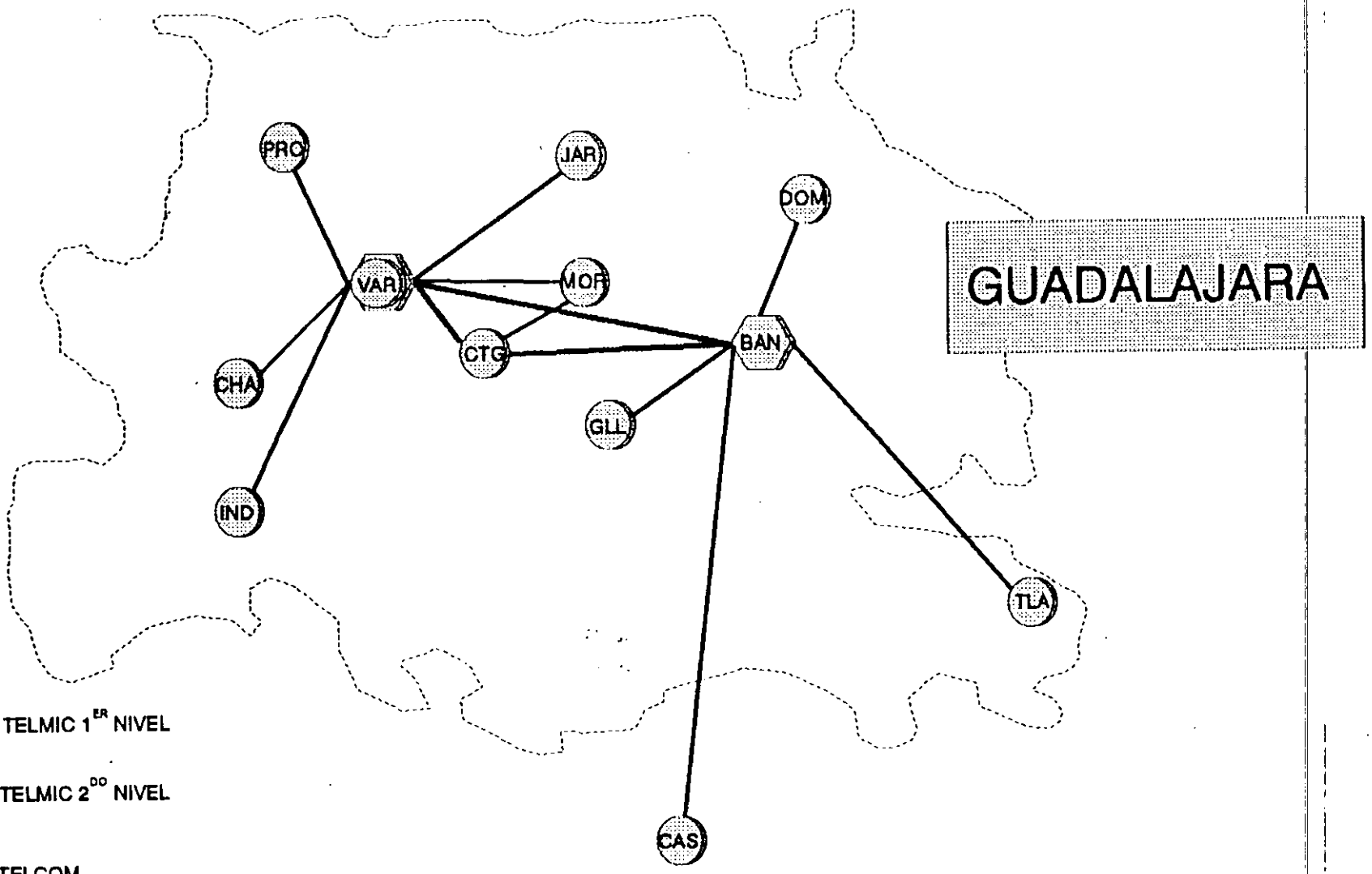
# EQUIPAMIENTO EN NODOS DE USUARIOS






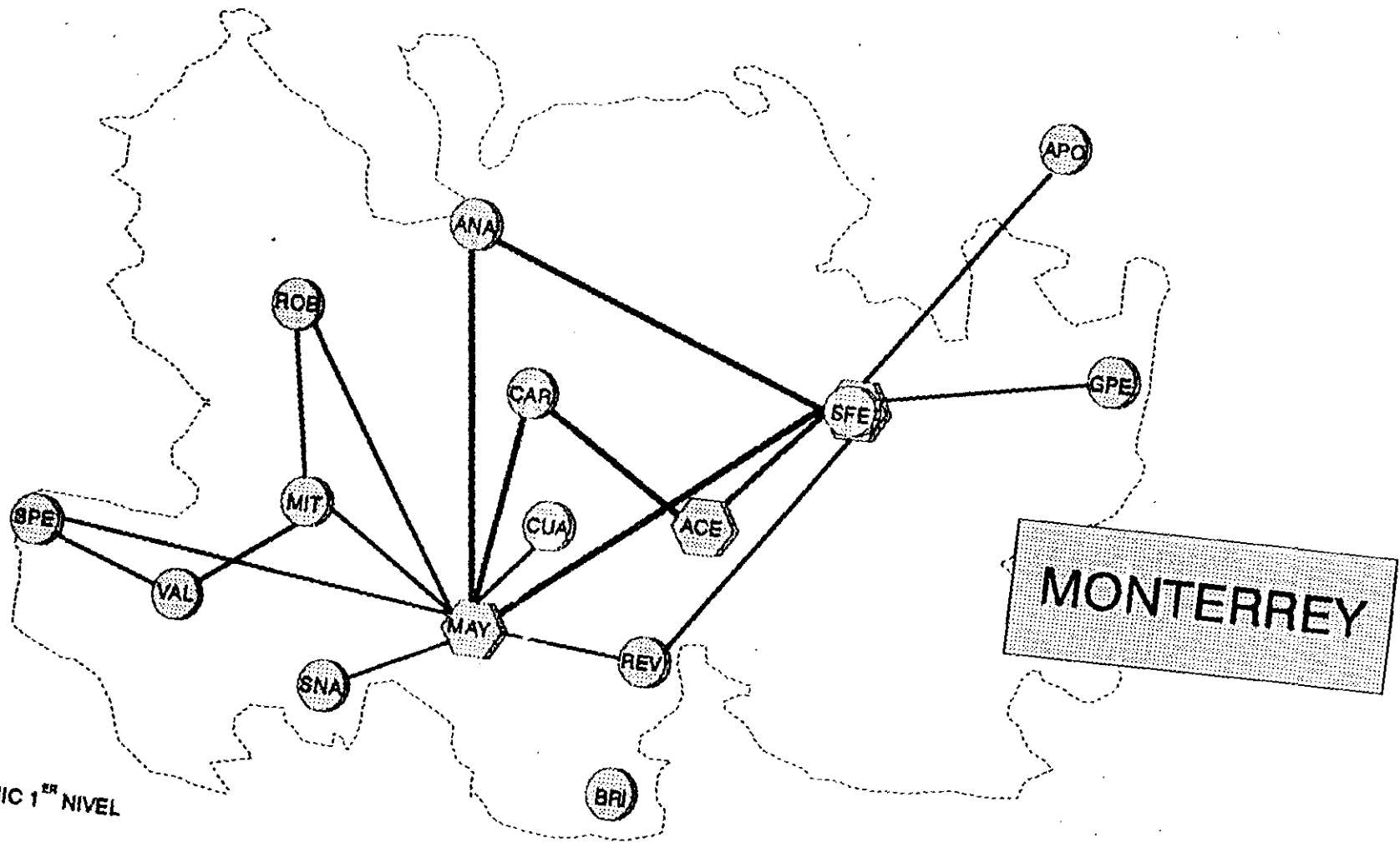
(▲) PROPIEDAD DE TELMEX  
(★★) PROPIEDAD DEL USUARIO

h/7






-  NODO TELMIC 1<sup>ER</sup> NIVEL
-  NODO TELMIC 2<sup>DO</sup> NIVEL
-  NODO TELCOM



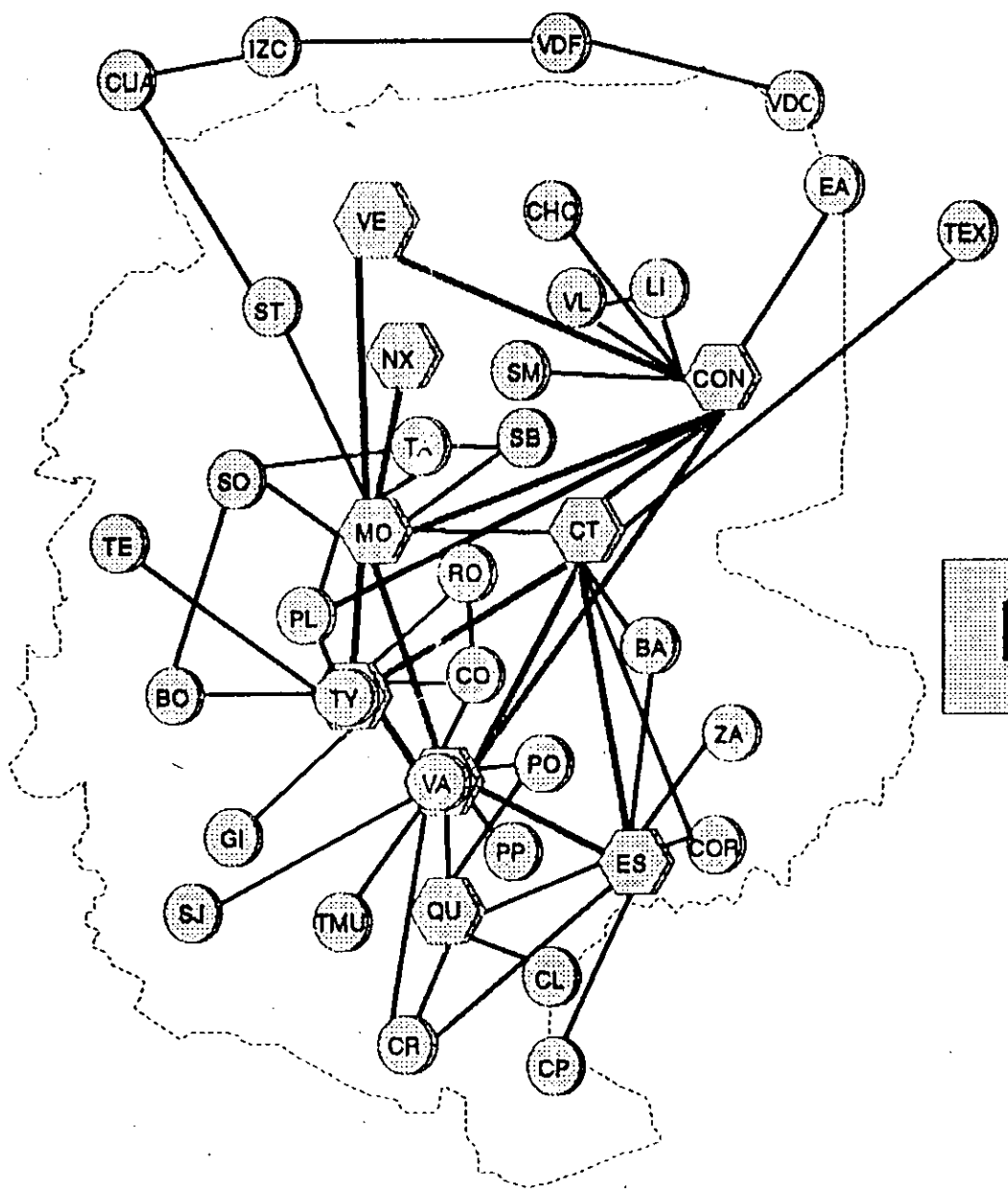
26


 NODO TELMIC 1<sup>ER</sup> NIVEL





 NODO TELMIC 2<sup>DO</sup> NIVEL


 NODO TELCOM

MONTERREY



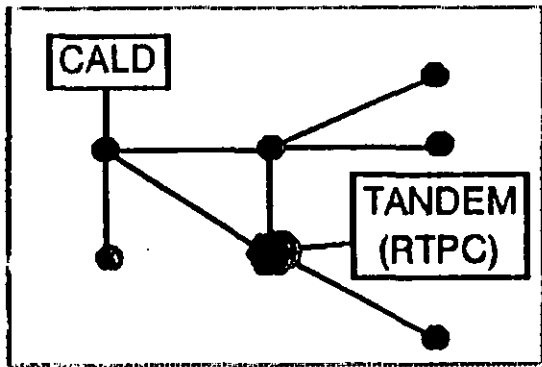
MEXICO

-  NODO TELMIC 1<sup>ER</sup> NIVEL
-  NODO TELMIC 2<sup>DO</sup> NIVEL
-  NODO TELCOM

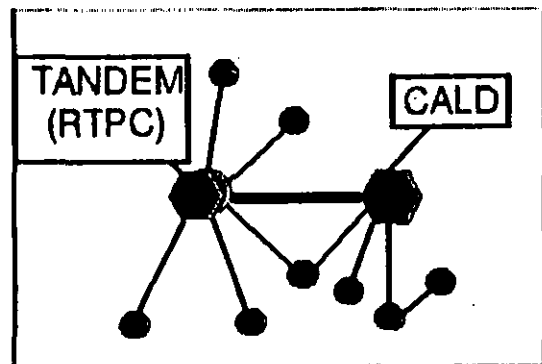
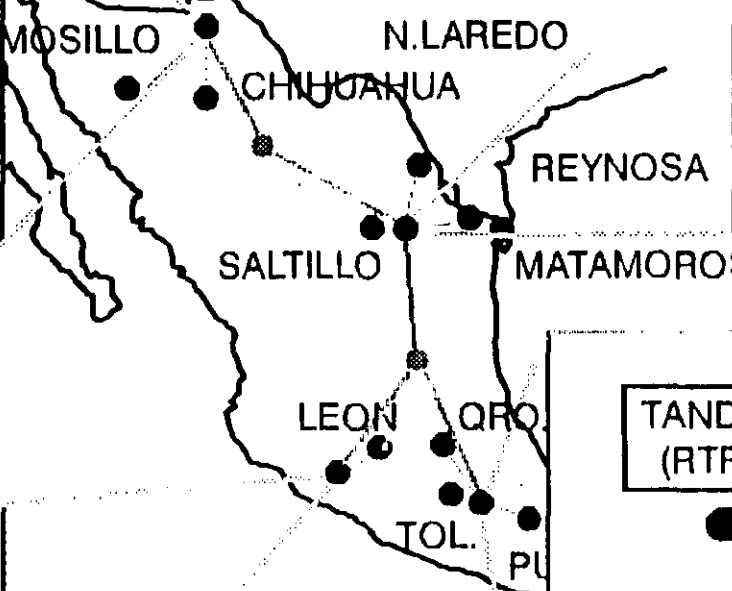
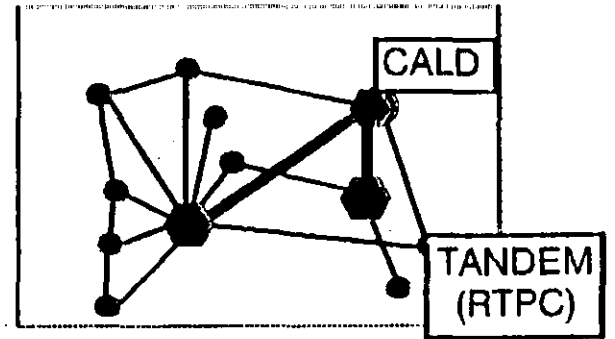
42

# ARQUITECTURA DE LA RED

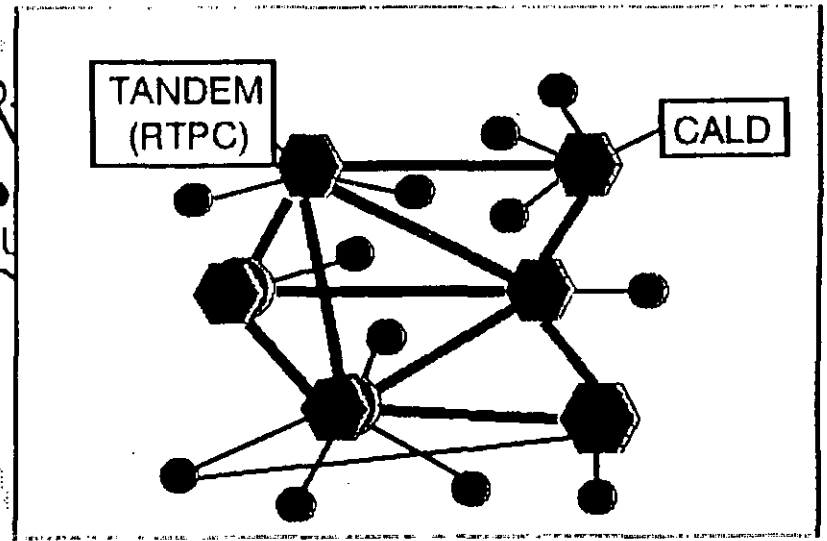
CD. JUAREZ



MONTERREY

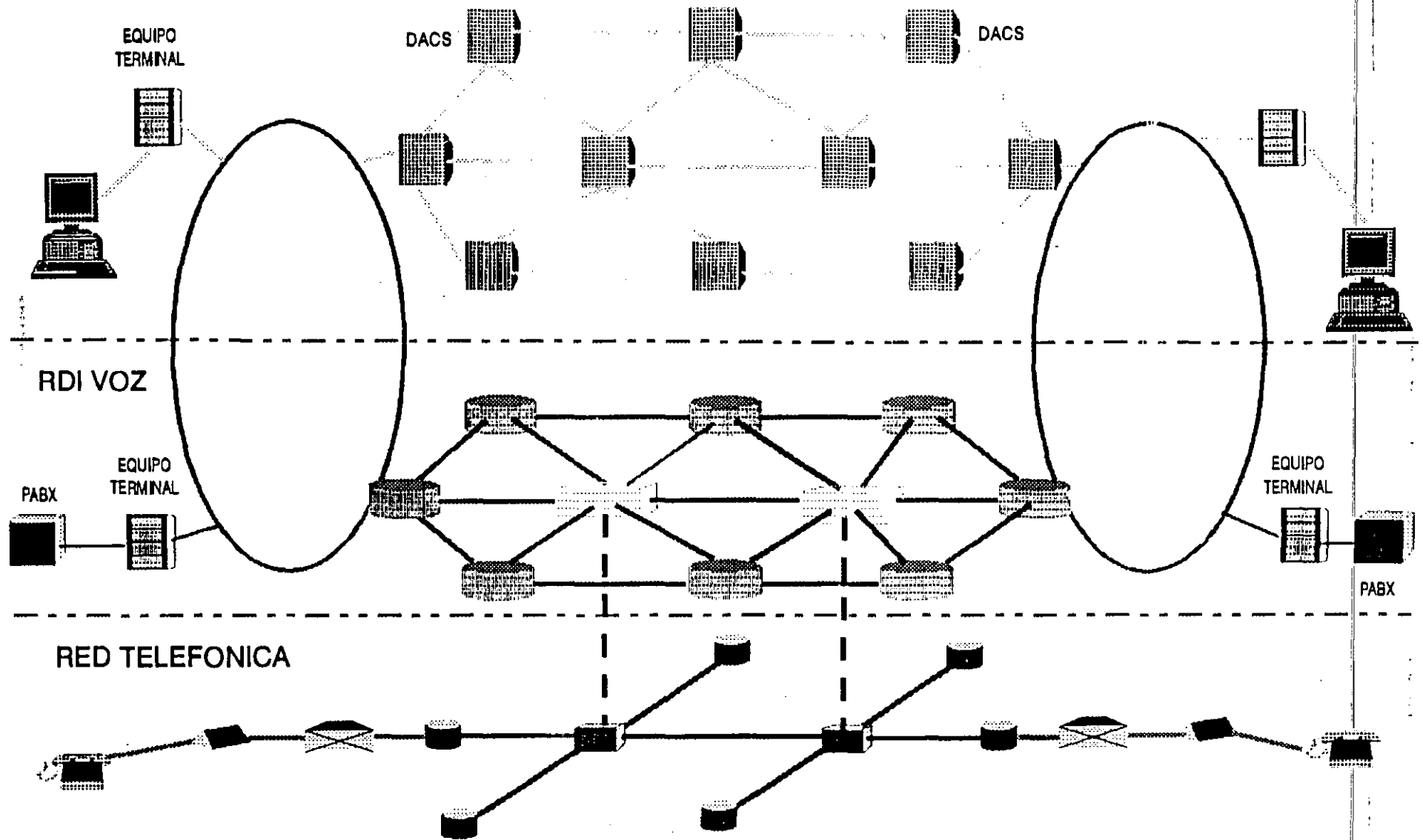


GUADALAJARA



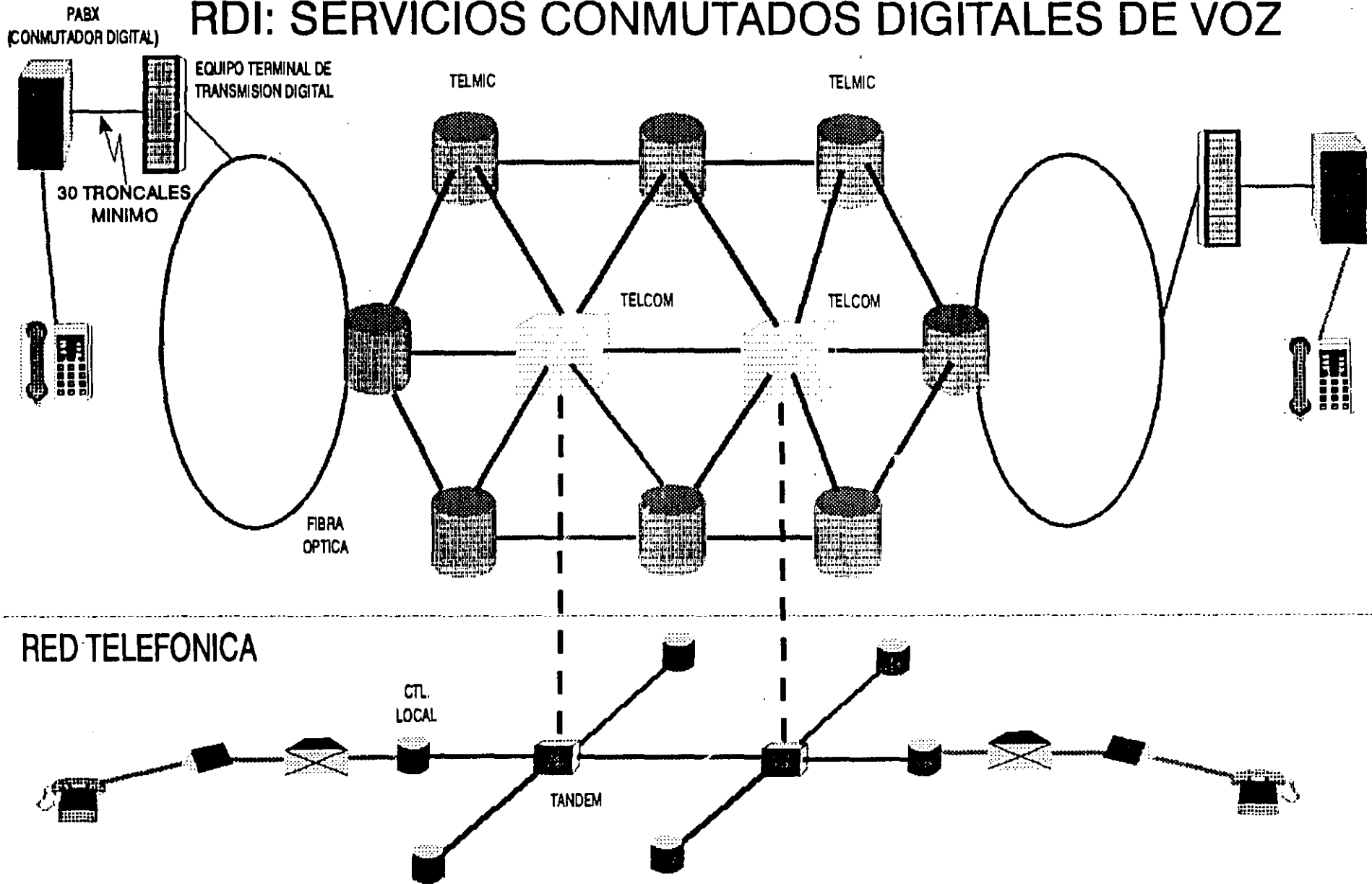
CIUDAD DE MEXICO

# RDI: SERVICIOS DE DATOS



67

# RDI: SERVICIOS CONMUTADOS DIGITALES DE VOZ



50

# RED TERRESTRE

## SERVICIOS

---

- 1 TRONCALES DIGITALES DE 64 Kbps PARA CONMUTADOR CON CONEXION A 2 Mbps.
- 2 LINEAS PRIVADAS PARA CONDUCCION DE SEÑALES PUNTO A PUNTO O MULTIPUNTO TIPOS E0 (64 Kb/s) Y E1 (2 Mb/s).
- 3 CIRCUITOS PRIVADOS PARA CONDUCCION DE SEÑALES NACIONALES E INTERNACIONALES TIPOS E0 Y E1.

# RED DIGITAL INTEGRADA

---

RED DIGITAL TERRESTRE



# *RED DIGITAL INTEGRADA*

---

*LA RDI ESTA FORMADA POR DOS REDES  
DE TELECOMUNICACIONES:*

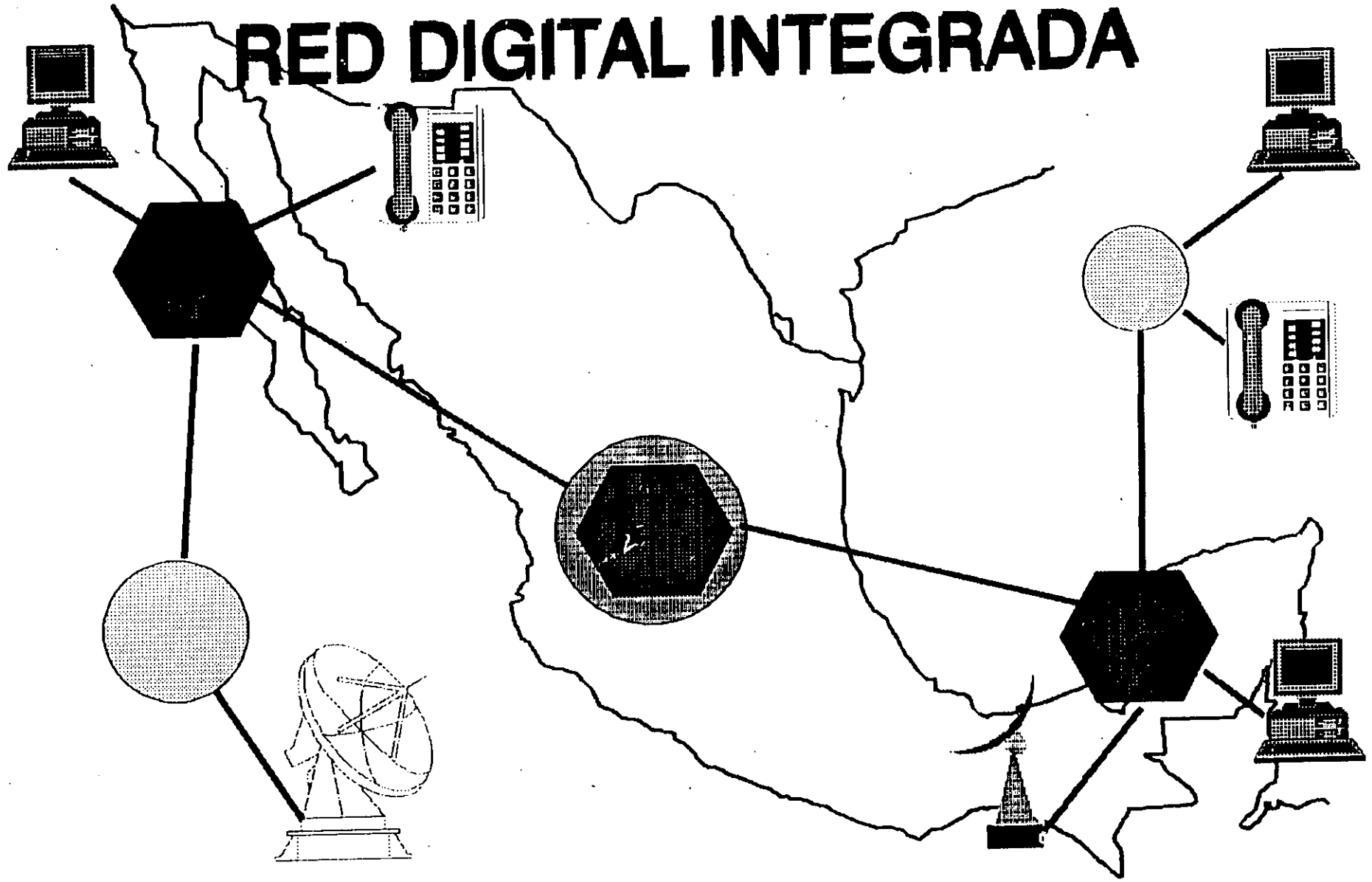
## ▶ RED TERRESTRE

- SERVICIOS CONMUTADOS DIGITALES PUNTO A PUNTO.
- SERVICIOS DE CONDUCCION DE SEÑALES DIGITALES.

## ▶ RED SATELITAL

- CONDUCCION DE SEÑALES A BASE DE CIRCUITOS DEDICADOS.
- CONDUCCION DE SEÑALES EN ACCESO POR DEMANDA.

# RED DIGITAL INTEGRADA



# **RED DIGITAL INTEGRADA**

**LA RDI ES UNA RED TOTALMENTE DIGITAL Y ADICIONAL  
A LA RED TELEFONICA PUBLICA, APTA PARA TRANSPORTAR  
TODO TIPO DE SEÑALES DE INFORMACION, OFRECIENDO A  
LOS GRANDES USUARIOS DE TELMEX UN MEDIO PARA DAR  
SOLUCION A SUS REQUERIMIENTOS DE COMUNICACION DE  
VOZ Y DATOS EN ALTAS VELOCIDADES CON LA MAYOR  
DISPONIBILIDAD Y CALIDAD DE SERVICIO.**

# 1 - INTRODUCTION

# RED DIGITAL INTEGRADA

# EL MERCADO COMERCIALIZADO DEMANDA DIEZ RESPUESTAS :

- 1.- INSTALACION PRONTA
- 2.- CALIDAD DE SERVICIO
- 3.- NUEVOS SERVICIOS
- 4.- CONFIABILIDAD
- 5.- ATENCION
- 6.- ECONOMIA
- 7.- COBERTURA
- 8.- INTERCONECTIVIDAD DIGITAL
- 9.- POSIBILIDAD DE EVOLUCION
- 10.- ESTANDARES INTERNACIONALES

# FACTORES DEL CAMBIO

---

> MERCADO

> TECNOLOGIA

> GLOBALIZACION

# ESTRATEGIA TELMEX

---

- > CRECIMIENTO
- > CALIDAD DE SERVICIO
- > MODERNIZACION





**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

**CURSOS ABIERTOS.**

**III CURSO INTERNACIONAL DE COMUNICACIONES**

**MODULO III**

**REDES DIGITALES: ACTUALIDAD Y PERSPECTIVAS**

**R D S I, CONCEPTOS, SERVICIOS.**

**ING. ANGELICA MORENO ARQUELLO.**

## Contenido

Introducción .....	3
¿Qué es la RDSI? .....	4
Acceso a la RDSI .....	7
Configuración de Referencia .....	8
Equipo terminal (TE) .....	10
Equipo de Terminación de Red (NT) .....	10
Equipo de Central .....	11
Puntos de Referencia .....	11
Interfase U .....	13
Características que debe tener un código de línea para RDSI .....	14
Técnicas de transmisión en la interfase U .....	15
Tipos de Canales para el transporte de Información en RDSI .....	19
Velocidades de Acceso RDSI .....	20
Protocolos RDSI .....	21
Protocolos de Capa 1 para los Canales B y D .....	27
Estructuras de Trama de los puntos de referencia S o T del Acceso Básico .....	27
Método de acceso al canal D en el Acceso Básico .....	29
Estructuras de Trama de los puntos de referencia S o T del Acceso Primario .....	29
Protocolo de Capa 2 para el canal D .....	31
Estructura de Trama de LAPD .....	32
Funciones de las Tramas I: .....	36
Funciones de las Tramas S: .....	36
Funciones de las Tramas U: .....	37
Protocolo de Capa 3 para el canal D .....	42
Estructura de los Mensajes de capa 3 del canal D .....	42
Tipos de Mensajes .....	43
Ejemplo de uso de los mensajes de nivel 3 .....	45
Glosario de términos .....	46
Bibliografía .....	46

## INTRODUCCIÓN

Hasta hoy la mayoría de los sistemas de transmisión entre los nodos (centrales telefónicas) de la red telefónica son digitales. Pero la transmisión y la señalización hacia el subscritor es todavía analógica. (Véase fig. 1 y 2).

Mundialmente existe una creciente necesidad de mover información entre diferentes partes del mundo y además esta transferencia de información cada vez debe ser más rápida y barata sin importar donde se encuentren localizados los puntos donde se desee dicha información.

Otra situación actual es en los servicios de telecomunicaciones, donde para hacer uso de ellos (telefonía, fax, datos, telex, datos en conmutación de paquetes, etc.) se debe tener un acceso (línea) diferente con un equipo terminal, interfase y red diferente.

Para resolver estos problemas una nueva red que pretende ser universal esta siendo desarrollada y se le conoce como la **Red Digital de Servicios Integrados "RDSI"**.

Existen 3 tendencias mundiales que están trabajando en la definición de normas RDSI, que son CCITT Recomendaciones Internacionales, ETSI (European Telecommunications Standards Institute) normas para la Comunidad Europea y (Bellcore-ANSI) para Estados Unidos.

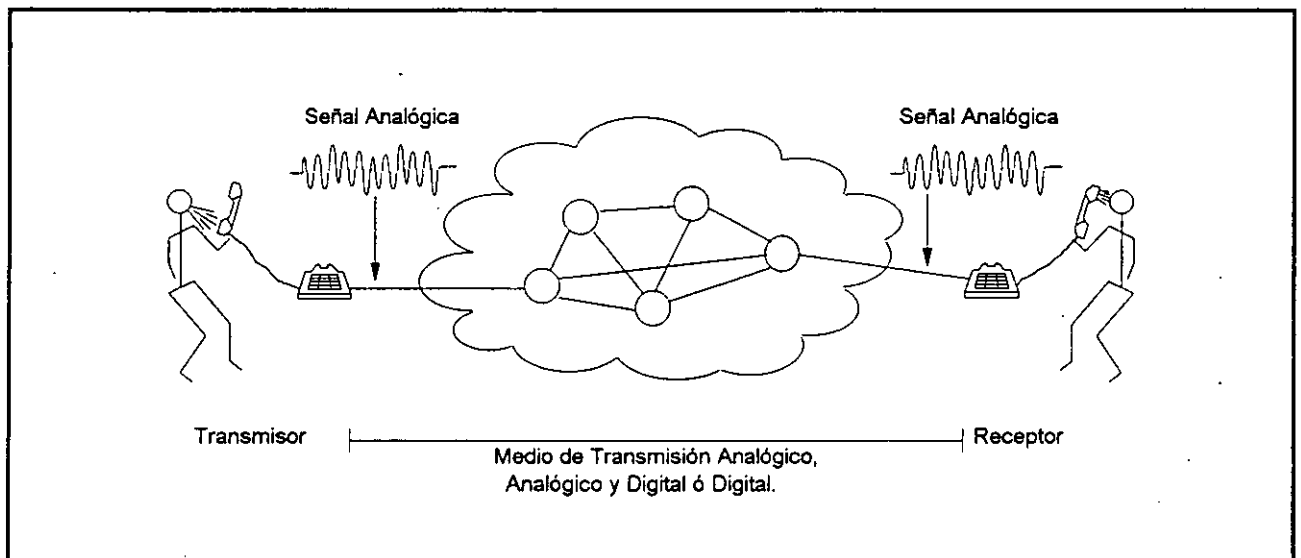


Fig. 1. Línea de usuario en la actual Red Telefónica.

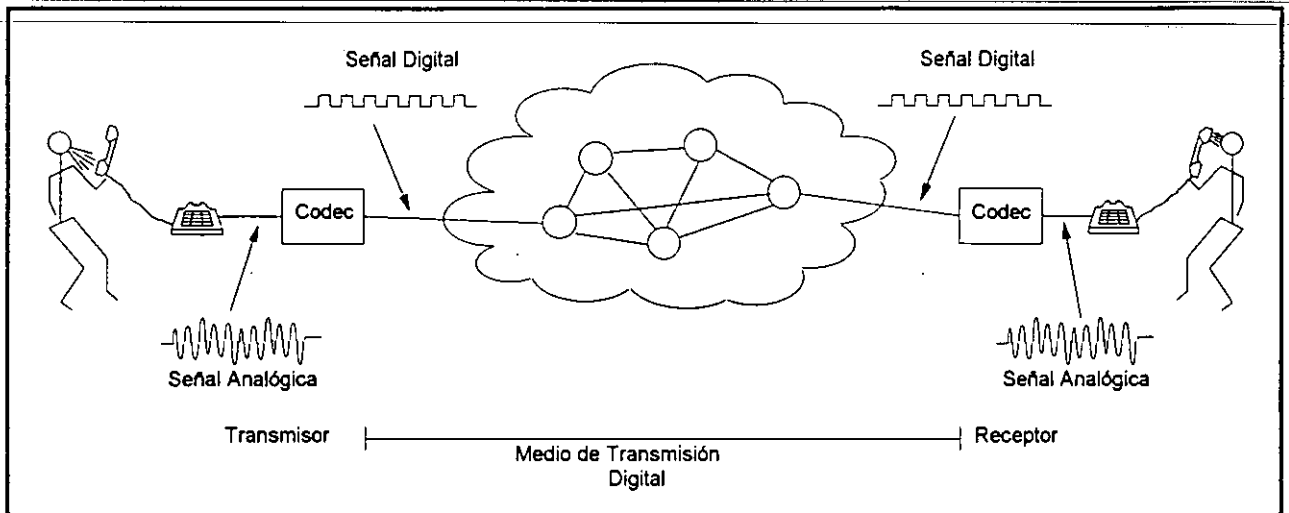


Fig. 2. Línea de usuario con la RDSI.

## ¿QUE ES LA RDSI?

Según el CCITT (Comité Consultivo Internacional de Telefonía y Telegrafía), la RDSI es una red que permite una conectividad digital extremo a extremo para ofrecer una amplia gama de servicios de telecomunicaciones (existentes y por desarrollar) los cuales podrán ser accedidos a través de un conjunto reducido y normalizado de interfaces, dicha red debe ser una evolución natural de la red telefónica mundial existente.

En las figuras 3 y 4 se puede observar un ambiente donde se hace uso de diferentes servicios de telecomunicaciones en la actualidad y como sería ese mismo ambiente cuando la RDSI exista de forma comercial.

Una de las premisas más importantes bajo la cual fue concebida y diseñada la RDSI es el utilizar al máximo la infraestructura de la red telefónica mundial existente ya que representa en promedio, según datos recopilados por la UIT/CCITT aproximadamente del 0.4 al 1.0% del producto nacional bruto de cada país.

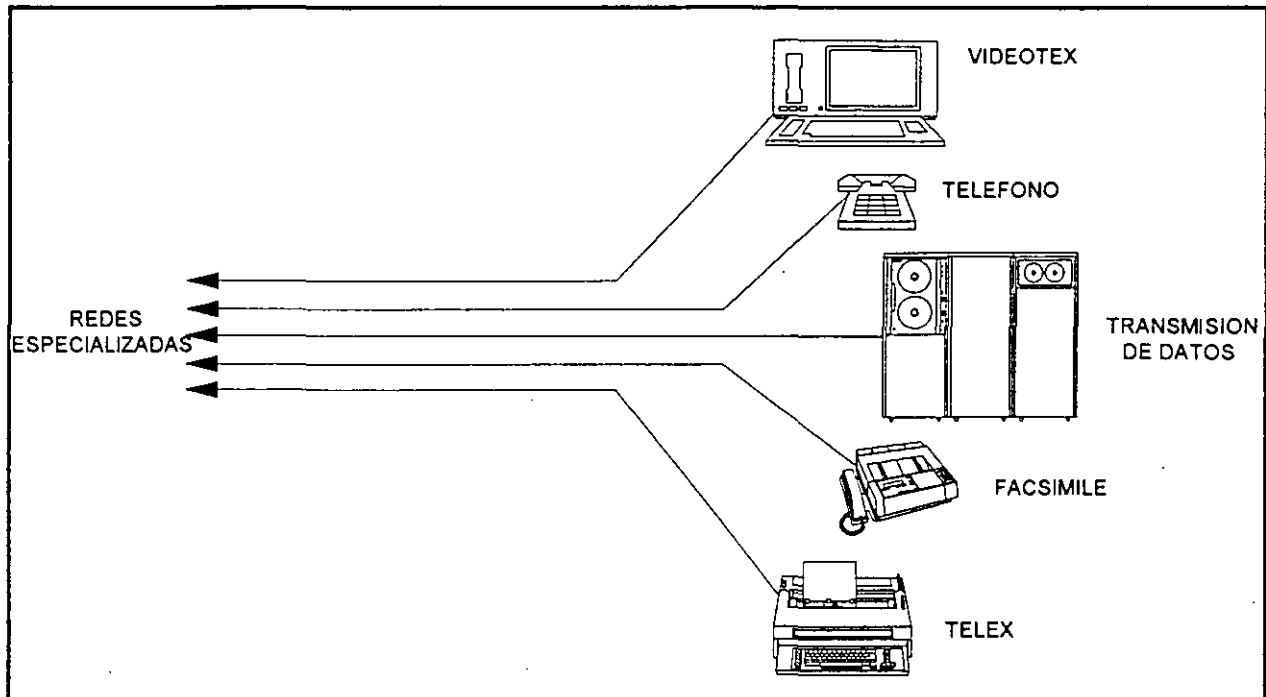


Fig. 3. Acceso a los servicios de telecomunicaciones en la actualidad (sin la RDSI).

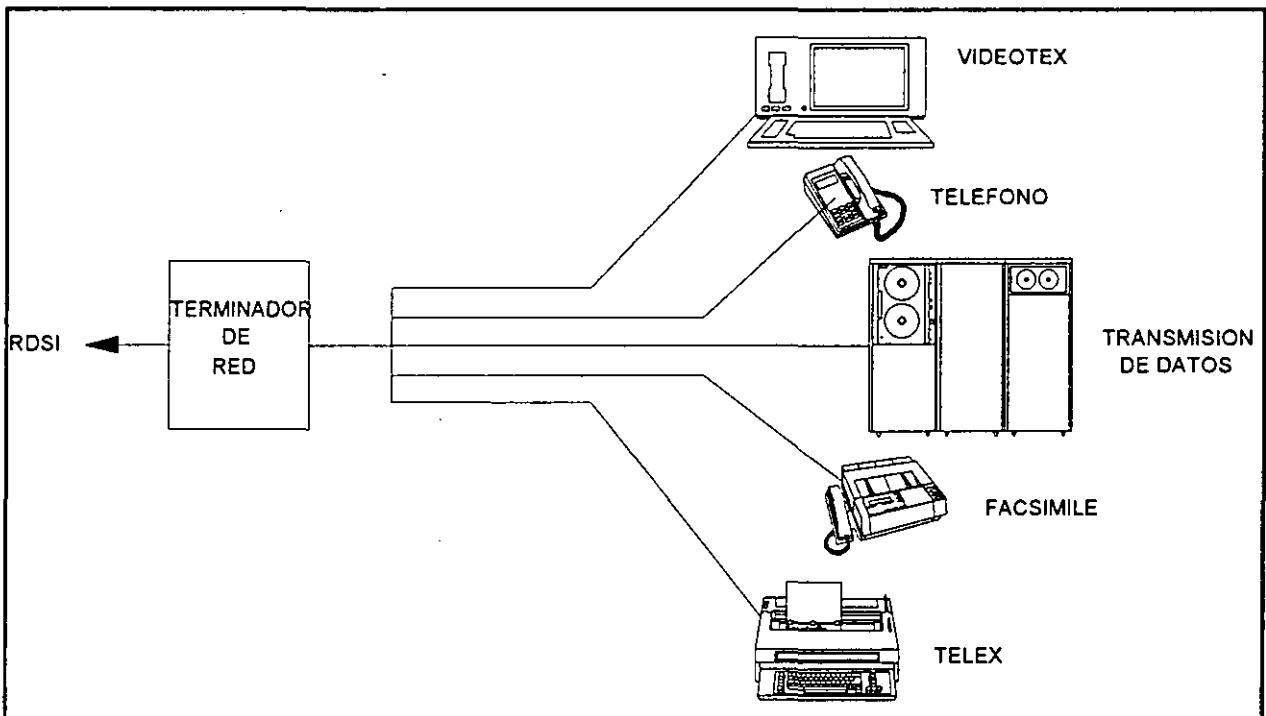


Fig. 4. Acceso a los servicios de telecomunicaciones con la RDSI.

Dentro de esta inversión el más alto porcentaje es consumido por la red externa (toda la infraestructura que va desde la central telefónica hasta las instalaciones del usuario), el cual se muestra en la fig. 5.

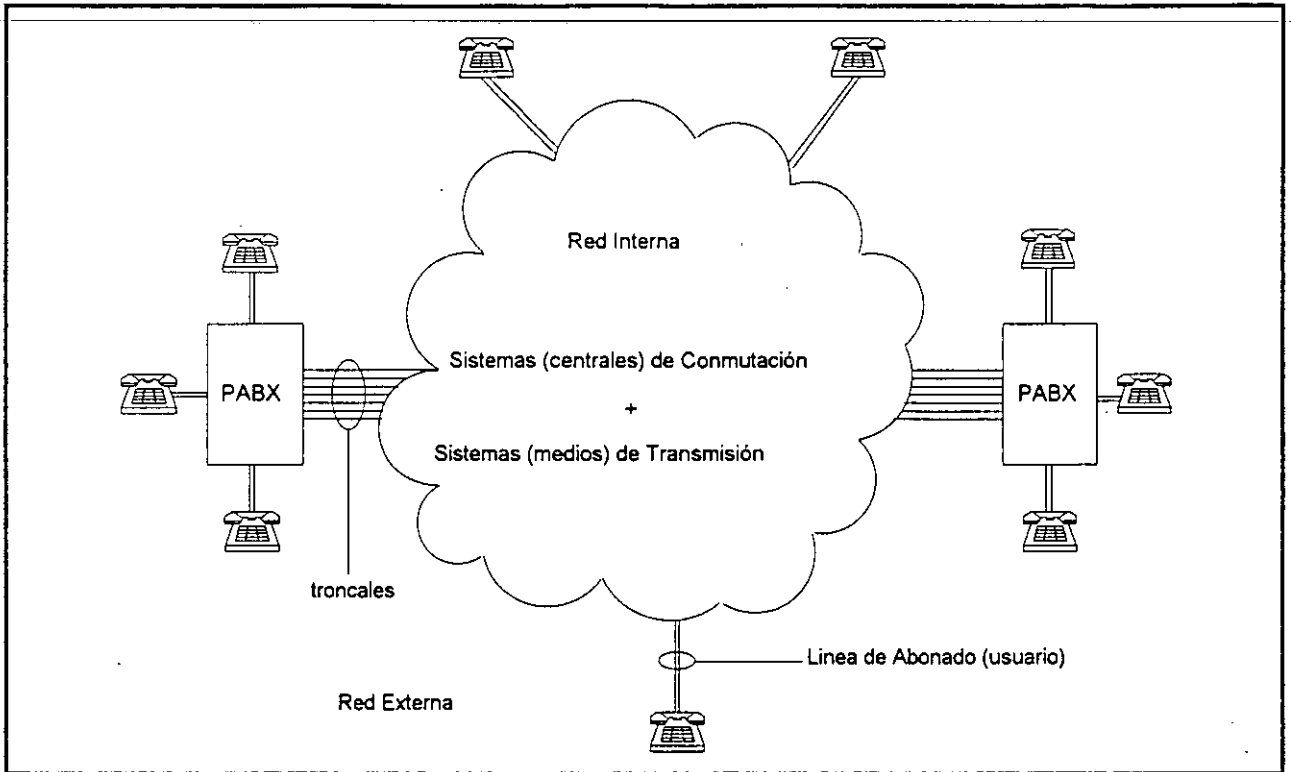


Fig. 5. Red Telefónica.

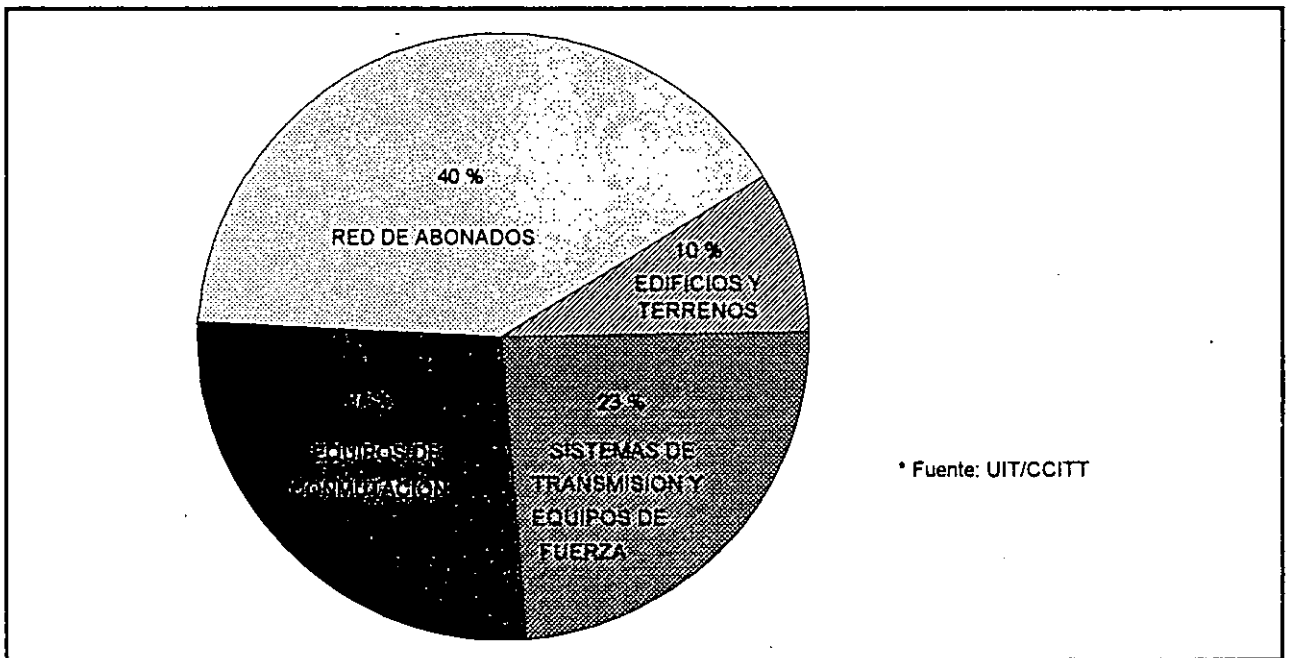


Fig. 6. Inversión en la red telefónica.

Conforme al estudio de la UIT/CCITT, un promedio del 40 al 50% de la inversión total en telecomunicaciones está en la red externa, como se observa en la fig. 6.

Las condiciones de la planta externa son de suma importancia porque determinan la calidad de los servicios ofrecidos a los subscribers ya que juegan un papel crucial por que están al inicio y al final de toda llamada telefónica ya sea local, interurbana o internacional. Así la introducción de sistemas digitales de conmutación no puede ser eficaz sin el mismo elevado nivel de calidad en la planta externa.

Por esta razón, la planta externa ocupa un lugar destacado en la red telefónica y requiere un diseño y planeación apropiados, así como un buen sistema de operación y mantenimiento.

### ACCESO A LA RDSI

El CCITT ha definido 2 formas de acceder o de conectarse a la RDSI y se les conoce como:

- a) Acceso Básico y
- b) Acceso Primario

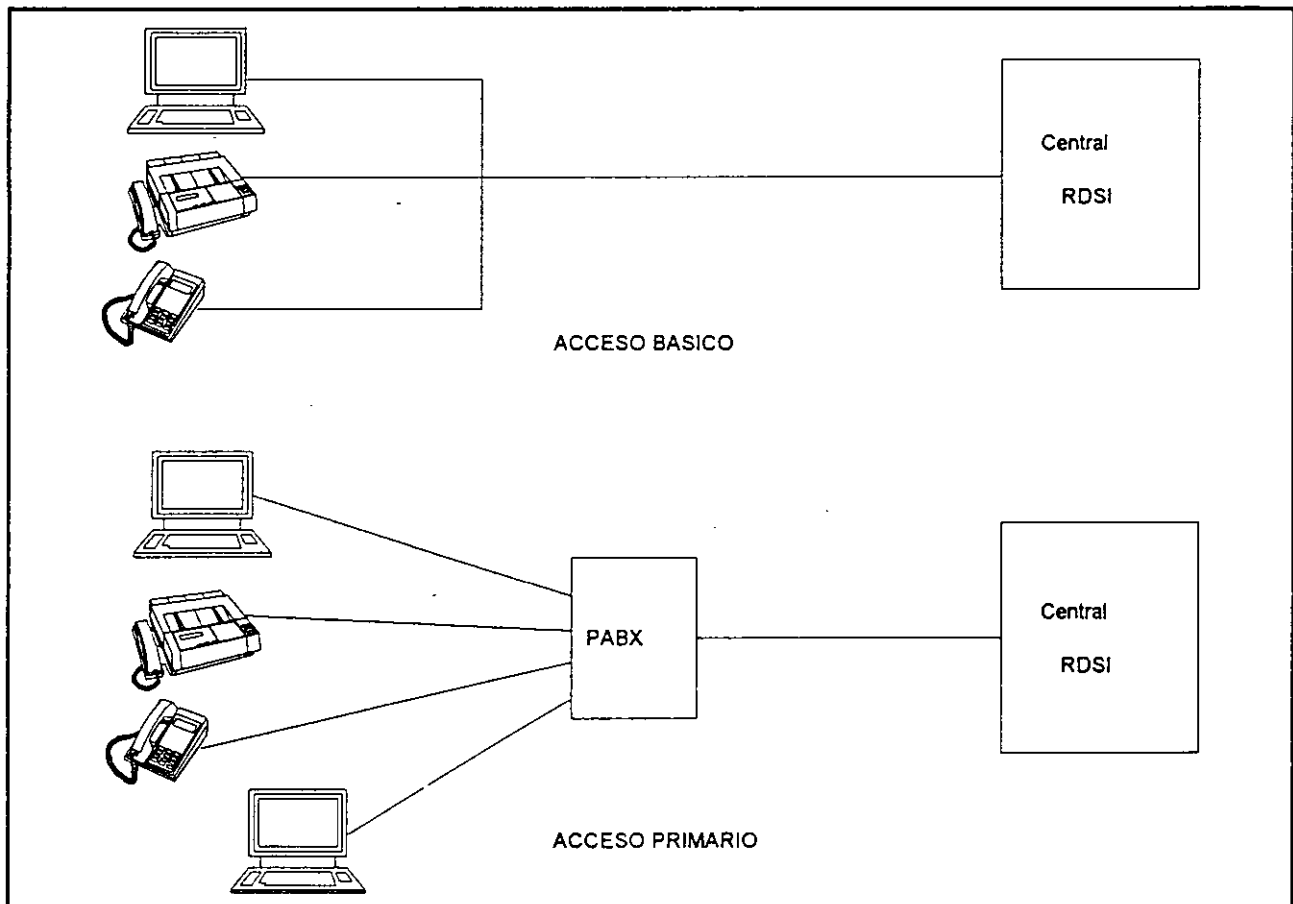


Fig. 7. Tipos de Acceso a la RDSI.

Una forma práctica de identificar la diferencia que existe entre estos dos tipos de accesos se muestra en la fig. 7, donde se puede observar que el Acceso Básico es exclusivamente para conectar y dar servicio a usuarios que tienen una línea telefónica y el Acceso Primario está enfocado a conectar usuarios que actualmente tienen un conmutador (PABX, Private Automatic Branch eXchange) y que están haciendo uso de un sistema de transmisión PCM (Pulse Coded Modulación) de 2.048 Mbps.

## CONFIGURACIÓN DE REFERENCIA

Existe un modelo de referencia definido por el CCITT donde se dan los detalles de las interfases que existen en el lado del usuario para conectarse a la red pública RDSI, la cual se muestra en la fig. 8.

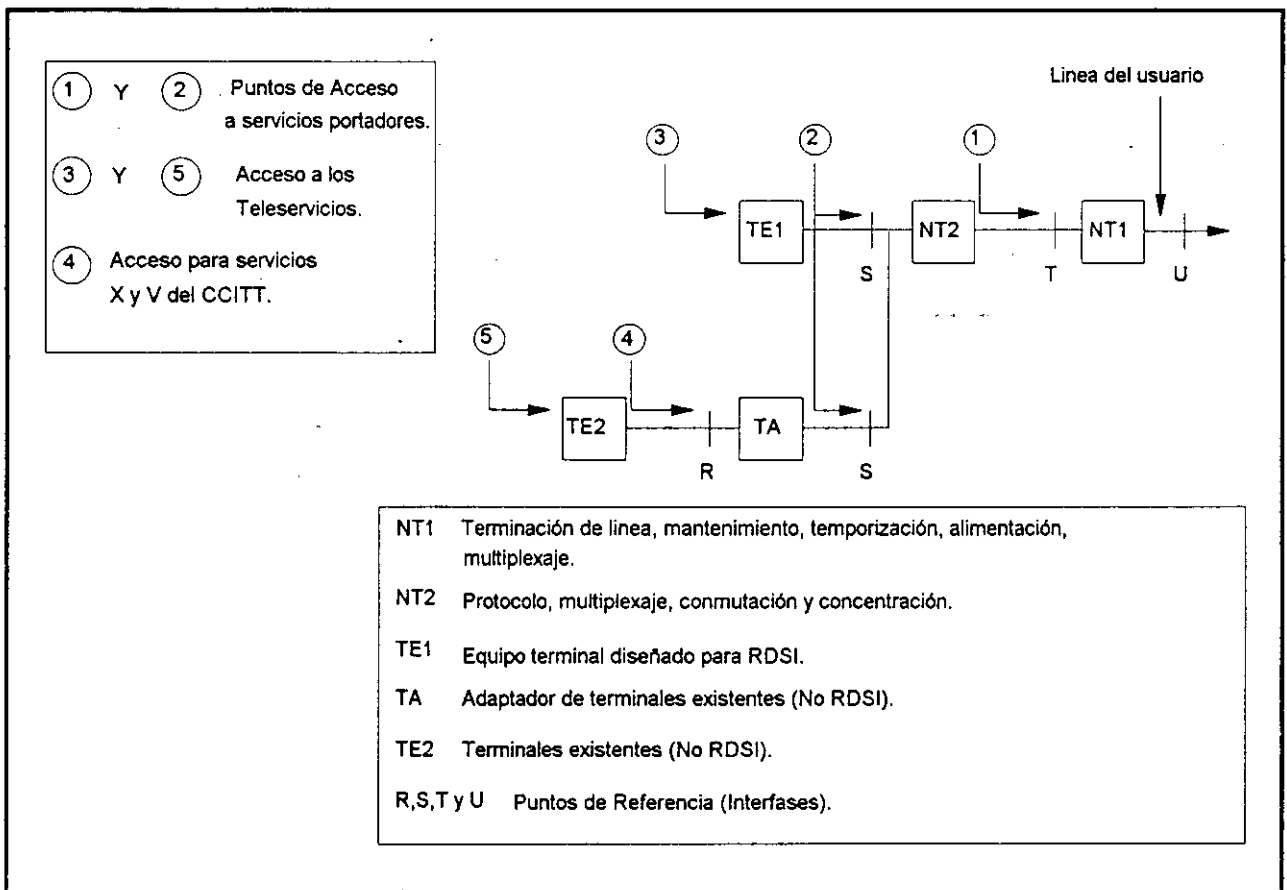


Fig. 8. Configuración de Referencia para las interfases usuario-red en la RDSI.

La configuración de referencia (Fig. 8) ubica la interfase Usuario-Red, a través de la cual los usuarios se podrán conectar a la RDSI y tener acceso a los servicios que ofrece ésta.



La interfase Usuario-Red esta ubicada entre los equipos considerados dentro de las premisas del usuario y la central RDSI. Dentro de las premisas de usuario existen básicamente 2 tipos de equipo:

- a) Equipo Terminador de Red (NT) y
- b) Equipo terminal (TE)

Este equipo es agrupado en **bloques funcionales** los cuales representan una o más partes de equipo. Por ejemplo, algunas veces las funciones de un tipo de equipo están físicamente ubicadas o implementadas en otro; en casos como este solamente un bloque funcional será mostrado y dependiendo de las necesidades del usuario algún equipo puede o no ser necesario.

Las interfases entre los bloques funcionales son llamados **puntos de referencia**, los cuales son lógicos más que físicos; esto es, puede no haber una interfase física en un punto de referencia dado. (Este es el caso cuando las funciones de un equipo son proporcionados por otro, además de las propias.)

La figura 9 muestra un ejemplo de la forma de conexión por parte de un usuario a la RDSI.

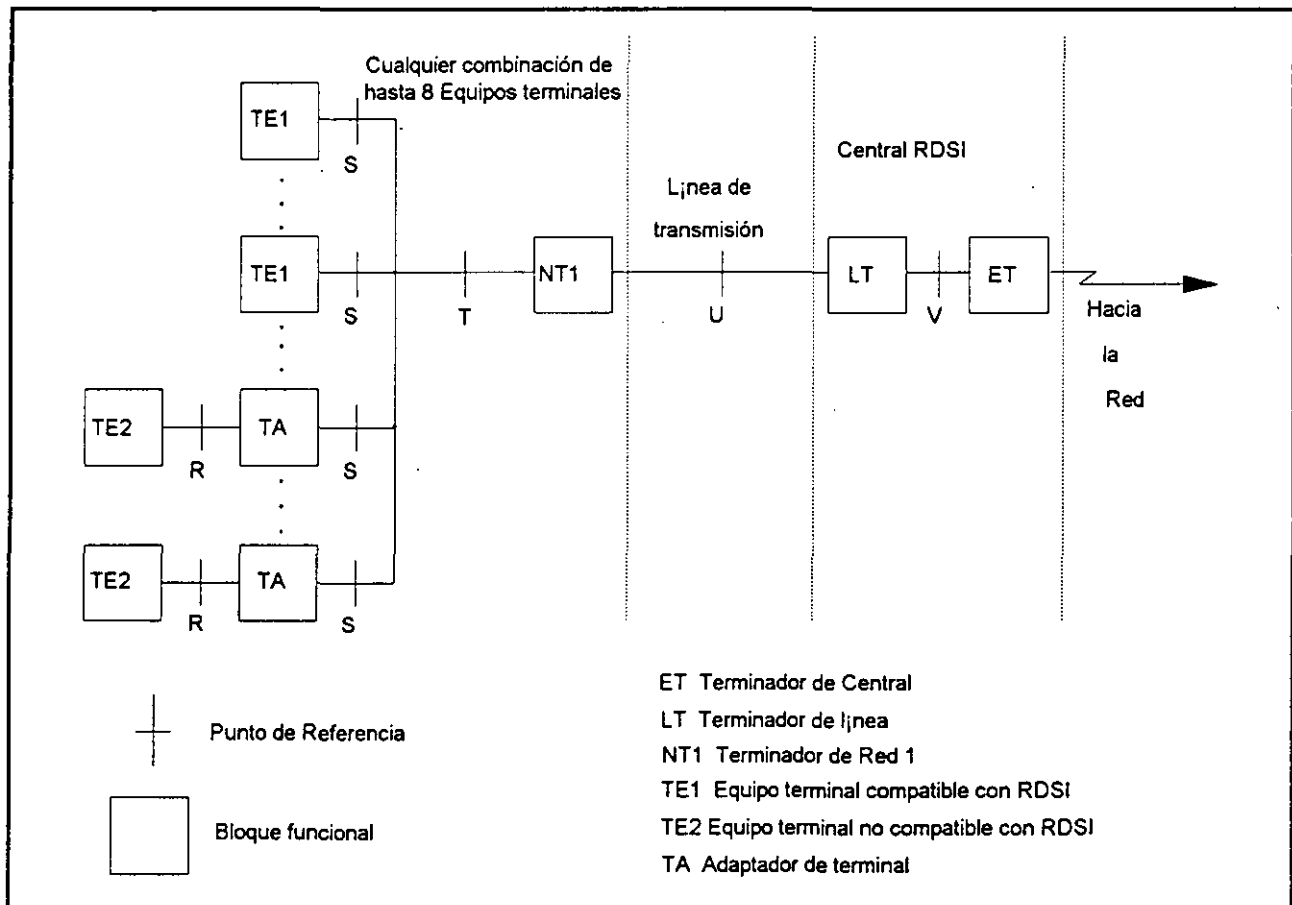


Fig. 9. Ejemplo de la conexión de un usuario a la RDSI.

---

A continuación se describe de forma muy general los bloques funcionales y los puntos de referencia incluidos en la configuración de referencia.

## **EQUIPO TERMINAL (TE)**

El equipo terminal maneja las comunicaciones en el lado del usuario de la interfase Usuario-Red. Ejemplos de este tipo de equipos son Terminales de datos, teléfonos, computadoras personales y teléfonos digitales. Los TEs tienen funciones para el manejo de protocolos, de mantenimiento, de interfase y de conexión hacia otros equipos, así como funciones para el manejo de la aplicación propia (teleservicio) del equipo.

### **EQUIPO TERMINAL DEL TIPO 1 (TE1)**

Los TE1s realizan las funciones de los TEs y además tienen integrada la interfase "S", los que los hace compatibles con la RDSI de forma directa. Ejemplos de este tipo de equipos son Terminales multiservicio para voz, datos y video, así como teléfonos digitales RDSI.

### **EQUIPO TERMINAL DEL TIPO 2 (TE2)**

Los TE2s también realizan las funciones de los TEs, pero ellos no tienen la interfase "S" que los permite conectarse a la RDSI. En lugar de esta interfase tienen otras como la RS232C, V.35, V.24, X.21, etc. Sin embargo este tipo de equipos pueden ser conectados a la RDSI a través de un adaptador de terminal (TA). Ejemplos de este tipo de equipos son los teléfonos, fax y computadoras personales existentes.

### **ADAPTADOR DE TERMINAL (TA)**

Este tipo de equipos permite la conexión de TE2s a la RDSI, realizando funciones de conversión en velocidad y protocolos de los equipos TE2 hacia los estándares (interfase S) de la RDSI.

## **EQUIPO DE TERMINACIÓN DE RED (NT)**

El equipo de terminación de red maneja las comunicaciones del lado de la red (central RDSI) de la interfase Usuario-Red.

### **TERMINADOR DE RED DEL TIPO 1 (NT1)**

Los equipos NT1 proporcionan funciones equivalentes al nivel 1 del modelo OSI (Open Systems Interconexión). Estas funciones incluyen conversión de señal, temporización, mantenimiento de la línea de transmisión (interfase "U") y la terminación física y eléctrica de la red en las instalaciones del usuario. Algunas veces, el NT1 puede estar integrado en otro equipo y por lo tanto no existir de forma física separada.

### **TERMINADOR DE RED DEL TIPO 2 (NT2)**

Los equipos NT2 son más inteligentes que los NT1s y proporcionan funciones adicionales entre las cuales se puede incluir multiplexaje y manejo de protocolos en los niveles 2 y 3 del modelo OSI. Ciertos tipos de NT2s, tales como los PABXs manejan funciones de los nivel 1, 2 y 3, mientras otros, como por ejemplo controladores de terminales, solo proporcionan funciones correspondientes al nivel 1 y 2 del OSI.

## **EQUIPO DE LA CENTRAL**

Este equipo no pertenece a las premisas del usuario, por lo que estrictamente hablando no son parte de la interfase Usuario-Red. Sin embargo se incluye por estar en la configuración de Referencia.

### **TERMINACIÓN DE LINEA (LT)**

Estos equipos realizan funciones de terminación de línea en el lado de la central de la línea de transmisión (interfase "U").

### **TERMINACIÓN DE CENTRAL (ET)**

Estos equipos manejan la información de señalización de la interfase Usuario-Red e inician los procedimientos para el manejo de la llamada a través de la red.

## **PUNTOS DE REFERENCIA**

Los puntos de referencia son los puntos de conexión entre los bloques funcionales. Es necesario tener presente que los puntos de referencia son conceptuales y no indican una interfase física.

### **PUNTO DE REFERENCIA R**

Este punto corresponde a un interfase (tal como RS232C, V.24, V.35 ó X.21) entre un equipo terminal que no es RDSI (TE2) y un adaptador de terminal (TA).

### **PUNTO DE REFERENCIA S**

Este punto es una interfase a 4 Hilos (1 par para Tx y el otro para Rx) entre un TE1 o un TA y un NT2. Este punto es físicamente idéntico a la interfase T. Hasta 8 equipos TE1s ó TE2 (con sus respectivos TAs) pueden ser conectados a través del punto de referencia S a un NT1. El NT2 efectivamente divide al punto de referencia T en varios puntos de referencia S.

### **PUNTO DE REFERENCIA T**

Este punto es una interfase a 4 Hilos entre un TE1 (o un TA o un NT2) y un NT1. Un par es usado para Tx y el otro para Rx. Físicamente esta interfase es idéntica a la interfase S. En algunos casos de PABXs (NT2), el NT1 está integrado al NT2 por lo que no existe el punto de referencia T.

### **PUNTO DE REFERENCIA U**

La interfase U es la línea de transmisión entre la interfase Usuario-Red y la central RDSI. Específicamente se encuentra entre el NT1 y la LT. Es una interfase "full-duplex" sobre el par torcido de alambres de cobre (El mismo par se utiliza para Tx y Rx de forma simultánea).

En los EE.UU., el punto de referencia U es el límite entre la interfase usuario-red y la central RDSI. Esto hace que el NT1 pertenezca a las premisas del usuario, mientras que para Europa el límite entre el usuario y la administración telefónica es el punto S/T.

### **PUNTO DE REFERENCIA V**

La interfase V divide el equipo LT del ET. Esto tampoco ha sido estandarizado y es función directa de la implementación de cada proveedor de equipo de conmutación (centrales RDSI).

## INTERFASE U

Este punto de acceso a la RDSI no está normalizado por el CCITT, por lo que cada administración define la técnica de transmisión, el código de línea y las características físicas de la interfase.

Por razones económicas el actual par de hilos de cobre que llegan a la casa del usuario telefónico deben ser utilizados para transportar la información de los servicios ofrecidos por la RDSI, es por esto que la línea de abonado debe permitir transmitir 160 kbps (144 kbps de los canales 2B+D más bits extras para información de mantenimiento alineación, etc.) en forma "full-duplex".

El diseño de esta interfase se tienen básicamente 2 problemas:

- 1) Transmisión "full-duplex" en 2 hilos de información digital.
- 2) Velocidad de transmisión en la línea es de 160 kbps.

El primer problema se resuelve utilizando una *técnica adecuada de transmisión* y el segundo tratando de reducir la velocidad con un *código de línea* que además permita aprovechar las características de transmisión que presenta el par de hilos de cobre.

## TÉCNICAS DE TRANSMISIÓN EN LA LINEA DE ABONADO (INTERFASE U)

### TRANSMISIÓN A 4 HILOS

Por supuesto, esta técnica no tiene posibilidades en la práctica ya que todos los suscriptores existentes en la actual red telefónica se conectan con un solo par. Solamente se conectan a 4 hilos cuando la conexión es de 2.048 Mbps (por ejem. la conexión de un PABX). Véase fig. 10.

### DIVISIÓN DE FRECUENCIA

Con la técnica de división en frecuencia es posible transmitir en forma "full-duplex", sin embargo las señales digitales codificadas enviadas por la línea se traslapan en su densidad espectral. Para evitar este problema se usan diferentes códigos de línea en cada dirección (por ejem. código bipolar de orden 1 en una dirección y de orden 2 en la otra dirección) ó usando el mismo código en ambas direcciones pero modulando la información transmitida en una de las direcciones.

La separación de la información en el lado de recepción es realizada mediante filtros. La distancia que se puede alcanzar esta condicionada por las señales de alta frecuencia que tengan gran cantidad de energía; debido a la diafonía en el lado lejano (FEXT, Far-end crosstalk), la cual es producida por líneas adyacentes de diferente longitud. Las señales de alta frecuencia son transmitidas en la dirección de la central al suscriptor.

Una de la ventajas de esta técnica es que la diafonía en el lado cercano (NEXT, Near-end crosstalk) es minimizada debido a que los espectros para transmitir y recibir son diferentes; sin embargo el diseño de los filtros es complejo y su implementación en circuitos integrados digitales presenta problemas. Además no es posible utilizar el mismo equipo en la central y en el subscriptor debido a la asimetría en la transmisión; por lo que esta técnica ha sido abandonada.. Véase fig. 10.

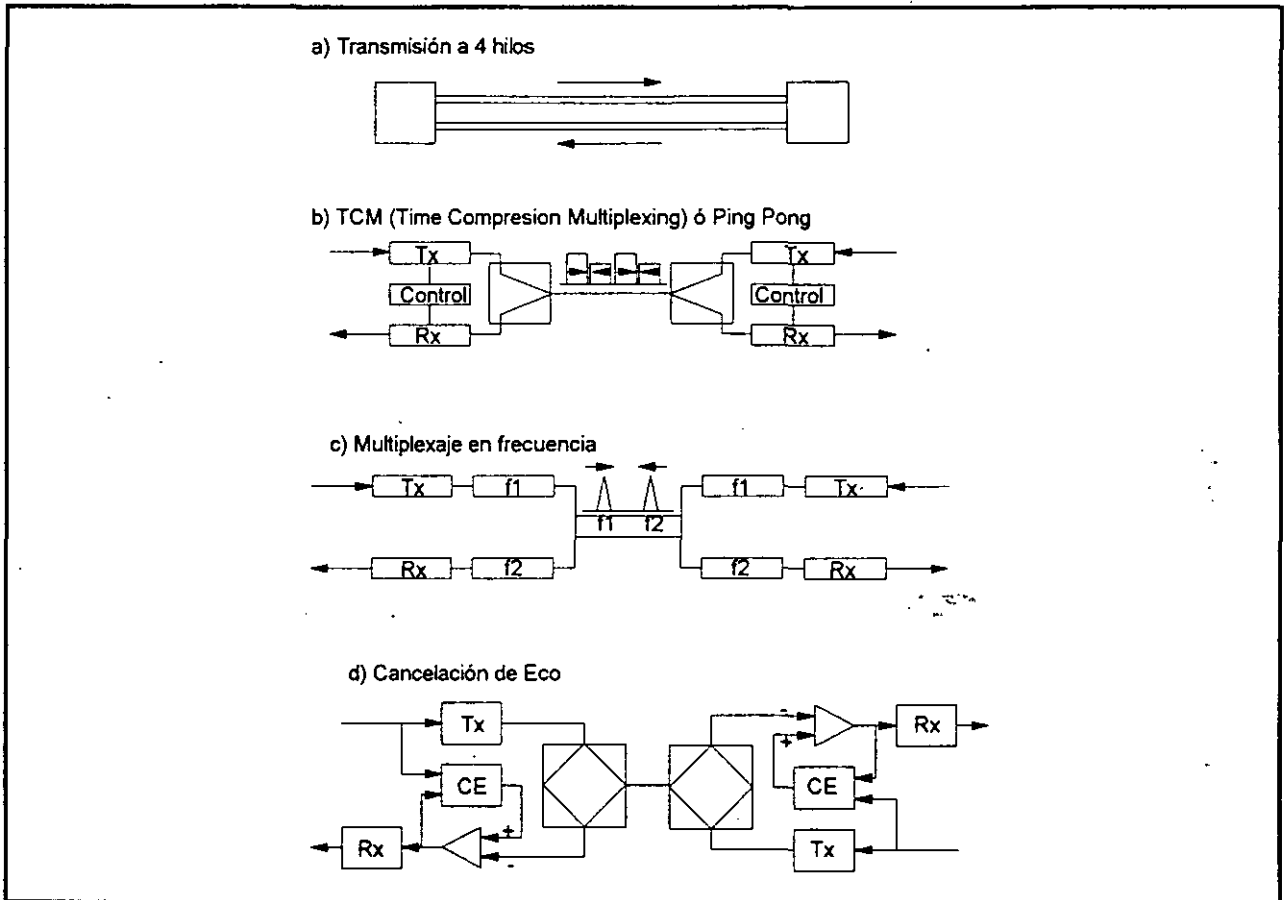


Fig. 10. Métodos de transmisión en la línea de abonado (Interfase U).

### TCM (Time Compression Multiplexing) ó PING PONG

Este método también llamado de ráfagas, involucra el cambio alternado de la dirección de transmisión. Esta alternación en la transmisión, no es en el sentido de la transmisión "half-duplex" sino que esta técnica garantiza que efectivamente haya una transmisión "full-duplex", aunque a nivel microscópico esto sea "half-duplex" dado que el transmisor y receptor transmiten en tiempos diferentes. La información binaria es almacenada en forma de bloques en los extremos del enlace y son transmitidos en intervalos de tiempo diferentes. Por lo tanto existen dos fases que no deben traslaparse transmisión y recepción; que pueden ser distinguidas en cada extremo del enlace.

Por lo tanto para una velocidad de información  $D$ , la velocidad de línea requerida debe ser mínimo  $2D$ ; de hecho considerando la propagación en los cables y el tiempo utilizado entre las diferentes fases dan una velocidad del orden de  $2.5D$ .

La distancia teórica máxima está dada por :

$$L_{\max} = \frac{V}{2(N/D - 2N/F - 2t_h)}$$

Donde:

$V$  = Velocidad de propagación en los cables (aprox. 200,000 Km/s)

$N$  = Número de elementos binarios en el bloque

$F$  = Velocidad de línea

$t_h$  = Tiempo de guarda (para evitar interferencia entre la transmisión)

Bloques de longitud muy grande reducen el número de veces que se debe alternar la dirección de transmisión y con ello el efecto de la propagación para de esta forma incrementar la longitud teórica, sin embargo para señales de voz el retardo de los octetos produce degradación en la calidad.

Una longitud teórica grande es también obtenida aumentando la velocidad de transmisión pero esta se ve limitada por la atenuación y la diafonía que presenta el par de hilos de cobre.

## CANCELACIÓN DE ECO

Este método es utilizado actualmente en transmisión analógica en bajas frecuencias para proporcionar transmisión "full-duplex" por un par, utilizando un acoplador (bobina híbrida) de dos a cuatro hilos con una impedancia balanceada que representa un compromiso entre las impedancias representadas por ambas líneas. De hecho en la híbrida la red balanceada colocada en el lado del medio de transmisión produce un desacoplo y permite que algunas de las señales transmitidas regresen junto con las señales recibidas, a este fenómeno se le conoce como eco local.

La atenuación de la trayectoria del eco para un ancho de banda de aproximadamente 100 kHz es del orden de 10 a 15 dB pero puede caer hasta 6 dB para configuraciones de cable específicas. Un receptor digital solo funciona correctamente para una relación señal a ruido de aproximadamente +25 dB. Dado que se requiere para un sistema de transmisión digital de aproximadamente 45 dB a 100 kHz, la señal remota es atenuada por el valor correspondiente. Por lo tanto es necesario reducir el eco local aproximadamente 64 dB (45dB + 25dB - 6dB) para que los datos sean detectados correctamente. El eco remoto de pequeña amplitud debido al desacoplo de impedancias a lo largo de la línea es sumado al eco local.

Para eliminar la señal producida por dicho desacoplo de impedancias, se ha diseñado un dispositivo que elimina el eco usando la información transmitida, llamado "Cancelador de eco". De hecho el eco es resultado de la configuración intrínseca de la línea de abonado y de las características de los símbolos (código de línea) que están siendo transmitidos sobre ella. Este

dispositivo hace uso del principio de que no exista una correlación entre el eco y la señal que proviene del lado remoto, para este efecto se usan diferentes aleatorizadores (scramblers) en cada uno de los extremos de la línea. Además el circuito que realiza las funciones de procesamiento de señales debe ser flexible para aceptar todas las posibles configuraciones de una línea de subscriptor en una red telefónica y responder a cualquier variación en sus características con el tiempo.

Existen básicamente dos métodos para estimar el eco; uno usa un filtro transversal y el otro esencialmente usa memorias.

En el primer método el filtro contiene  $N$  (el cual puede alcanzar varias decenas) coeficientes variables que representa la respuesta al impulso del eco muestreado. La multiplicación de estos coeficientes con la secuencia de los datos transmitidos producen la perturbación instantánea debida al eco, la cual es calculada cada vez que se transmite un símbolo. Los coeficientes del cancelador de eco son ajustados para reducir el error residual que resulta de una mala estimación del eco real. Se puede demostrar que la diferencia entre el eco real y el eco estimado puede ser expresado estadísticamente, tomando en consideración la no correlación de la señal, como una función de los datos transmitidos y del total de la señal recibida (estos parámetros se obtienen del sistema de recepción). Por lo tanto es posible minimizar este error usando algoritmos de mayor o menor grado de complejidad (del gradiente o tipo de signo) el cual asegura una convergencia progresiva del cancelador de eco. Este método implícitamente asume que el eco del canal es lineal y que cualquier no linealidad está fuera del rango de operación del cancelador, lo cual implica que cualquier no linealidad en la codificación sean excluidas de la trayectoria del eco. Sin embargo otras no linealidades pueden aparecer como: desbalance en el transmisor ó no linealidad del convertidor analógico-digital.

El segundo método, usa memorias que contienen el eco que ha sido previamente calculado para todas las posibles secuencias de información con lo cual se puede compensar las no linealidades. Si se asume que el eco puede ser modelado mediante un filtro de  $N$  coeficientes para  $N$  datos binarios sucesivos, el eco solo puede tomar  $2^N$  valores y por lo tanto es suficiente que los  $N$  elementos binarios sean usados para direccionar una memoria cuyo contenido varía en función de error residual de la señal. La gran cantidad de memorias y los grandes tiempos de convergencia son la principales desventajas de este método.

Consecuentemente estructuras intermedias han sido diseñadas, por ejemplo  $M$  memorias con  $2^{N/M}$  palabras cuyos contenidos son sumados para producir el eco, para esto se debe establecer un compromiso entre robustez a la no linealidad, la velocidad de cálculo y el tiempo de convergencia.

La principal ventaja del cancelador de eco es la preservación de espectro en frecuencia correspondiente en banda base. Sin embargo es importante evitar códigos de línea con mucha energía en las bajas frecuencias para asegurar una buena robustez contra el ruido de la red local, que por lo general ocurre en la banda de 0 a 20 kHz.



Por lo antes descrito es conveniente usar códigos de línea para este método de transmisión, que sean lineales y que sean invariantes con respecto al tiempo en el proceso de almacenamiento de las respuestas al impulso. Algunos de los códigos con esta características son el bifase, bipolar, 4B3T y 2B1Q. El código determina la complejidad de su implementación en Circuitos Integrados , por ejem un CI de transmisión que contenga cancelación, equalización, recuperación de la temporización y activación pueden contener hasta 50,000 transistores, pero se puede disminuir esta cantidad realizando una adecuada selección del código.

Después de que el eco ha sido estimado, se elimina (mediante una operación de sustracción) y en ese momento generalmente la señal es manejada como una transmisión a 4 hilos, sin embargo es necesario realizar filtrados adicionales para reducir la interferencia entre símbolos. La velocidad de convergencia del sistema cancelador de eco es un elemento clave en el tiempo de establecimiento de la comunicación. Cuando el sistema ignora por completo las características de la línea, el tiempo de convergencia de arrancando desde un estado aleatorio los coeficientes; puede tomar algunos segundos, sin embargo si los coeficientes son almacenados entre una comunicación y otra, el tiempo de convergencia no excede los 100 ms.. Véase fig. 10.

## CARACTERÍSTICAS QUE DEBE TENER UN CÓDIGO DE LINEA PARA RDSI.

El objetivo que se persigue en RDSI en la interfase "U", es bajar lo mas posible la velocidad de la linea, transmitiendo la misma cantidad de información, por lo que el código que cumpla mejor con las siguientes características, será un código adecuado para RDSI.

1. Transparente a la información.
2. Facilidad para recuperar el reloj.
3. Evitar (si es posible) la componente de corriente continua, así como la presencia de grandes cantidades de energía a bajas frecuencias.
4. Redundancia (deseable) para detectar errores en la línea.
5. Espectro limitado en frecuencia para hacer un buen uso de la atenuación y de la diafonía (crosstalk) presentada por el par torcido de cobre.
6. Reducción en la velocidad de transmisión.
7. Eficiencia.
8. Propagación mínima de errores.
9. Insensibilidad a la permutación en los cables del par.

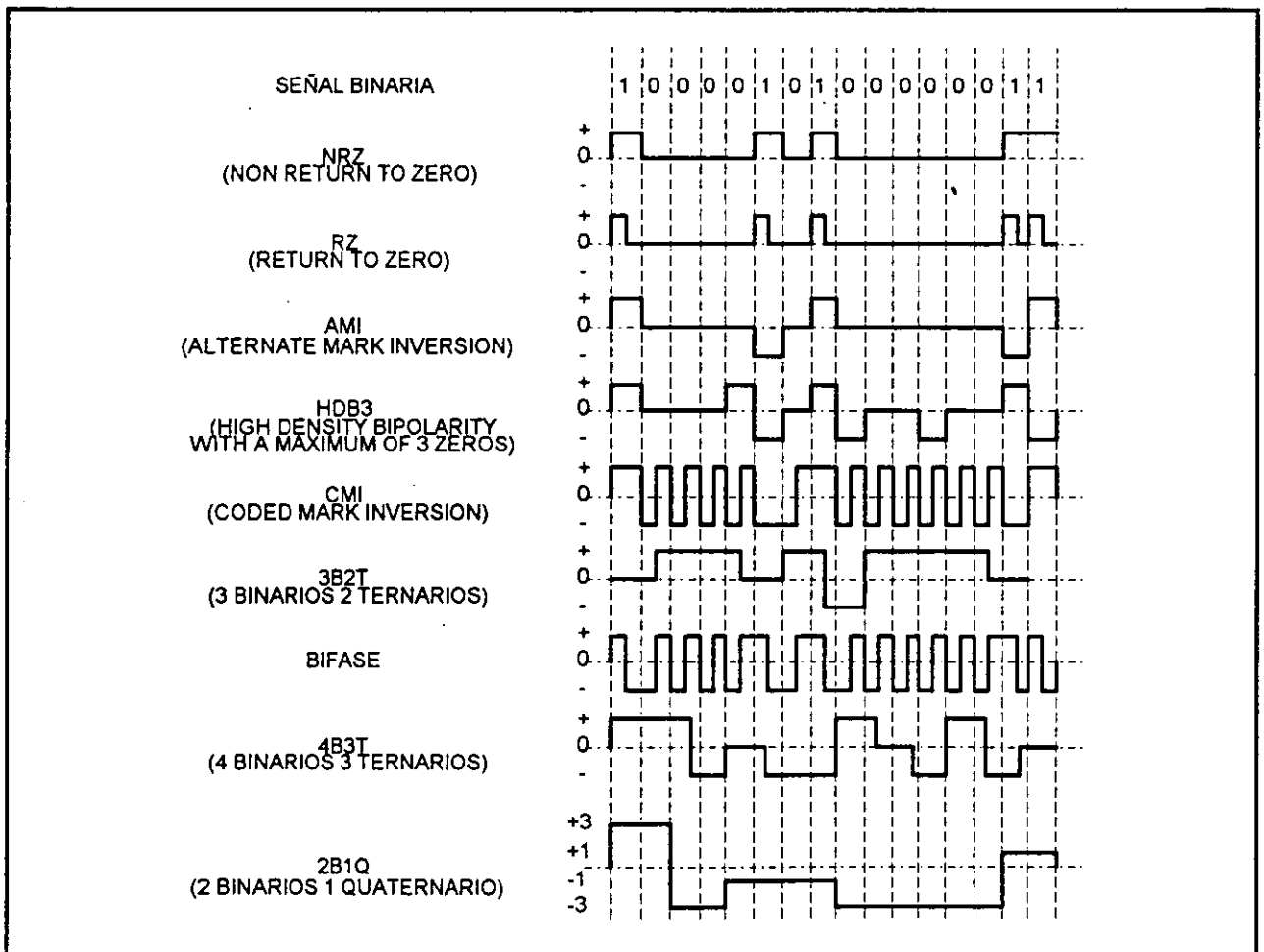


Fig. 11. Códigos de Linea.

En la fig. 11 se muestran los códigos de línea más utilizados en sistemas de transmisión, sin embargo los códigos más utilizados por las Administraciones Telefónicas para RDSI en la interfase U son:

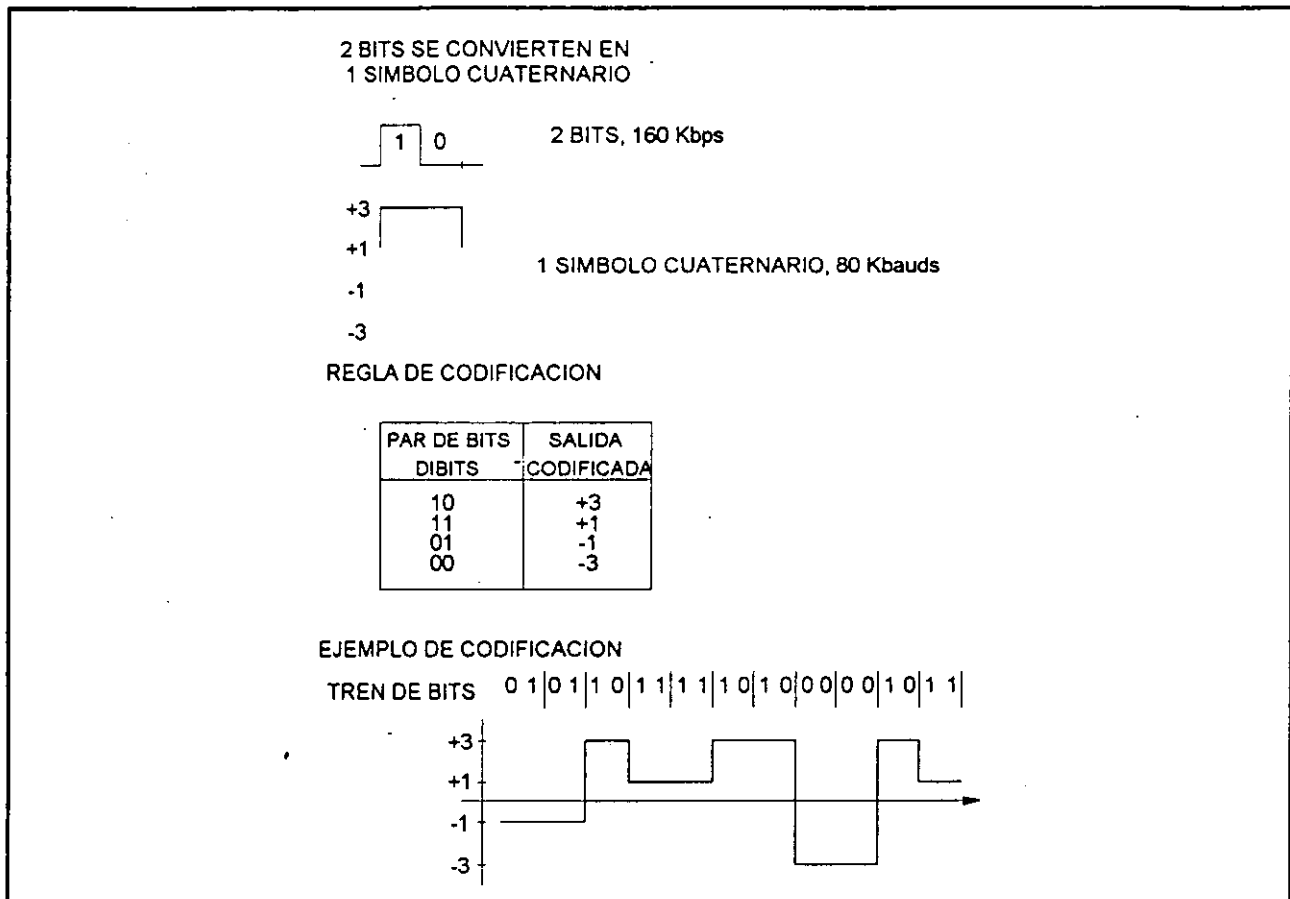


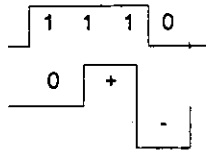
Fig. 12. Código de línea 2B1Q para la interfase U.

- a) 4B3T      4 símbolos binarios son representados mediante 3 símbolos ternarios (3 niveles de voltaje posibles por cada símbolo).
- b) 2B1Q      2 símbolos binarios son representados mediante 1 símbolo cuaternario (4 niveles de voltaje posibles por cada símbolo).

### Código de línea 2B1Q

Convierte bloques consecutivos de 2 bits en un pulso de 4 niveles posibles para ser transmitidos a través de la línea de abonado, como resultado de esto la velocidad de símbolos transmitidos (Bauds) se reduce a la mitad de la velocidad de transferencia de información (Bps). Dado que todos los posibles símbolos que proporciona el código son utilizados, se dice que es un código saturado, es decir, 4 posibles valores son representados mediante 2 bits y un símbolo cuaternario solo tiene 4 posibles niveles o valores. (Véase fig. 12)

4 BITS SE CONVIERTEN EN  
3 SIMBOLOS TERNARIOS



4 BITS, 160 Kbps

3 SIMBOLOS TERNARIOS, 120 Kbauds

TABLA DE CODIFICACION			
BITS	CERO O		DISPARIDAD
	NEGATIVO	POSITIVO	
0000	+0-	+0-	0
0001	-+0	-+0	0
0010	0-+	0-+	0
0011	+0-	+0-	0
0100	++0	--0	2
0101	0++	0--	2
0110	+0+	-0-	2
0111	+++	---	3
1000	++-	--+	1
1001	-++	+--	1
1010	+-+	-+-	1
1011	+00	-00	1
1100	0+0	0-0	1
1101	00+	00-	1
1110	0+-	0+-	0
1111	-0+	-0+	0

NOTA: DONDE EXISTE CODIFICACION ALTERNATIVA, LA SELECCION DE LA SECUENCIA SE REALIZA DE TAL FORMA QUE LA DISPARIDAD SE MANTENGA AL MINIMO.

EJEMPLO DE CODIFICACION

TREN DE BITS	0101	1011	1110	1000	0010
SEÑAL ENVIADA	0++	-00	0+-	--+	0-+
DISPARIDAD 0	2	1	1	0	0

Fig. 13. Código de línea 4B3T para la interfase U.

**Código de línea 4B3T**

Este código tiene una compresión menor de velocidad de símbolos (Bauds) que el 2B1Q, por que utiliza señales de 3 niveles en lugar de señales de 4 niveles. Otro factor que no permite bajar más la velocidad de símbolos es que los 16 posibles valores generados por 4 bits son representados mediante 27 posibles combinaciones de 3 símbolos ternarios para ser transmitidos por la línea de abonado. Las 11 combinaciones restantes pueden ser utilizados para otras funciones del código, a lo que se le conoce como código no saturado. (Véase fig. 13)

## TIPOS DE CANALES PARA EL TRANSPORTE DE INFORMACIÓN EN RDSI

La información en la interfase usuario-red se transmite entre la NT y el TE a través de "canales". Un canal es una porción específica del ancho de banda total de la línea de transmisión. Las normas RDSI definen varios canales, pero los más usados son los canales B y D.

### Canal B

El canal B (canal de portadora) es un canal digital de 64 Kbps. Este canal no lleva información de señalización; sino, lleva información como voz o datos en conmutación de circuitos o conmutación de paquetes.

### Canal D

El canal D es un canal separado y su uso es principalmente para transportar información de señalización. Este canal puede ser de 16 Kbps o 64 Kbps. La información de señalización establece, mantiene, y termina la conexiones en la red RDSI.

La naturaleza de las funciones señalización causa que la información de señalización se genere en forma de ráfagas; por lo tanto, cuando el canal D no lleva información de señalización, se puede transmitir información de usuario en conmutación de paquetes, sobre el canal D.

Tabla 1. Canales B y D en la RDSI

TIPO DE CANAL	VELOCIDAD DE TX	USO
B	64 Kbps	Datos o voz en conmutación de circuitos o de paquetes
D	16 Kbps ó 64 Kbps	Información de Señalización para los canales B o información de usuario en conmutación de paquetes, cuando hay no señalización

## VELOCIDADES DE ACCESO A LA RDSI

Las Normas RDSI definen el acceso del usuario a la RDSI a través de canales B y D para crear diferentes configuraciones de canales. Estas configuraciones de canal puede pensarse como tubos: Cada tubo lleva varios canales los cuales están multiplexados en tiempo sobre la línea de transmisión. El dos principales configuraciones son la Interfase de Acceso Básico (BRI) y la Interfase de Acceso Primario (PRI). También son conocidas como Acceso Básico (BA) y Acceso Primario (PA)

## INTERFASE DE ACCESO BÁSICO (BRI)

Un BRI consiste de dos canales B (64 Kbps cada uno) y un canal D (16 Kbps), el cual es conocido como 2B+D y tiene una capacidad para transportar información de 144 Kbps (64 k+ 64 k+ 16 k). Con bits adicionales de overhead (control) , la velocidad total en la interfase S es de 192 Kbps. El dos canales B pueden usarse independientemente para tipos diferentes tipos de transmisión. Para ejemplo, un canal B puede llevar información de voz y el otro puede llevar datos. De esta manera, voz y datos son integrados sobre los mismos medios de transmisión.

## INTERFASE DE ACCESO PRIMARIO (PRI)

Actualmente, existen dos tipos de Accesos Primarios definidos. En EE.UU., Corea de Sur, y Japón, el PRI es de 1.544 Mbps (23 canales B y 1 canal D a 64 Kbps cada uno más un overhead de 8 Kbps). El PRI Europeo usa 30 canales B y 1 canal D a 64 Kbps cada (más un overhead de 64 Kbps) para una velocidad total de 2.048 Mbps. El overhead para ambos PRIs sirve para funciones tales como sincronización de trama y administración de red.

## PROTOSCOLOS RDSI

Además del equipo, puntos de referencia, y configuraciones de los canales de la interfase usuario-red de la RDSI se han definido los protocolos para la transmisión de datos y funciones de administración. Las normas de RDSI se han desarrollado siguiendo el modelo OSI de siete-capas. Las Series I del CCITT describe los protocolos para las primeras tres capas de la RDSI. Hay también números equivalentes en la Serie Q para protocolos de algunas de las capas.

El modelo OSI describe el proceso de comunicación entre capas, las cuales están formadas por diferentes Entidades. Durante un proceso de comunicación, entidades de la misma capa pero en sistemas diferentes (por ejemplo, en diferentes extremos de una RDSI), éstas deben intercambiar información. Las cuales son llamadas *entidades par*. Las entidades par se comunican por medio de las capas inferiores de sus sistemas respectivos. Para llevar a cabo esto, las capas adyacentes del mismo sistema interactúan en sus límites comunes de tal forma que las capas inferiores proporcionan servicios a capas superiores. Por ejemplo, los servicios usados por la capa 3 están compuestos de los servicios de la capa 2 y de los servicios que provee la capa 1 a la capa 2.

Aplicando estos principios a la comunicación entre dos puntos extremos de una red RDSI, capas adyacentes en el lado originante agregan información de protocolo a la información de usuario que va ha ser enviada. En la capa física (capa 1), la información compuesta es enviada sobre el mismo medio de transmisión. En el lado receptor, la información apropiada de protocolo es extraída e interpretada por cada capa. La información sobrante se pasa al próximo nivel superior hasta que la información original de usuario alcanza su destino.

Es importante notar que las capas y protocolos involucrados en una transacción particular pueden ser diferentes durante la fase de señalización y la fase de transferencia de información. También, diferentes piezas de equipo RDSI pueden proveer las funciones para una capa dada, dependiendo de los tipos de equipo usados en la configuración particular de la interfase usuario-red.

Generalmente, las funciones de las capas 1 a 3 de la RDSI se construyen una sobre la otra (véase fig. 14) y realizan las siguientes funciones:

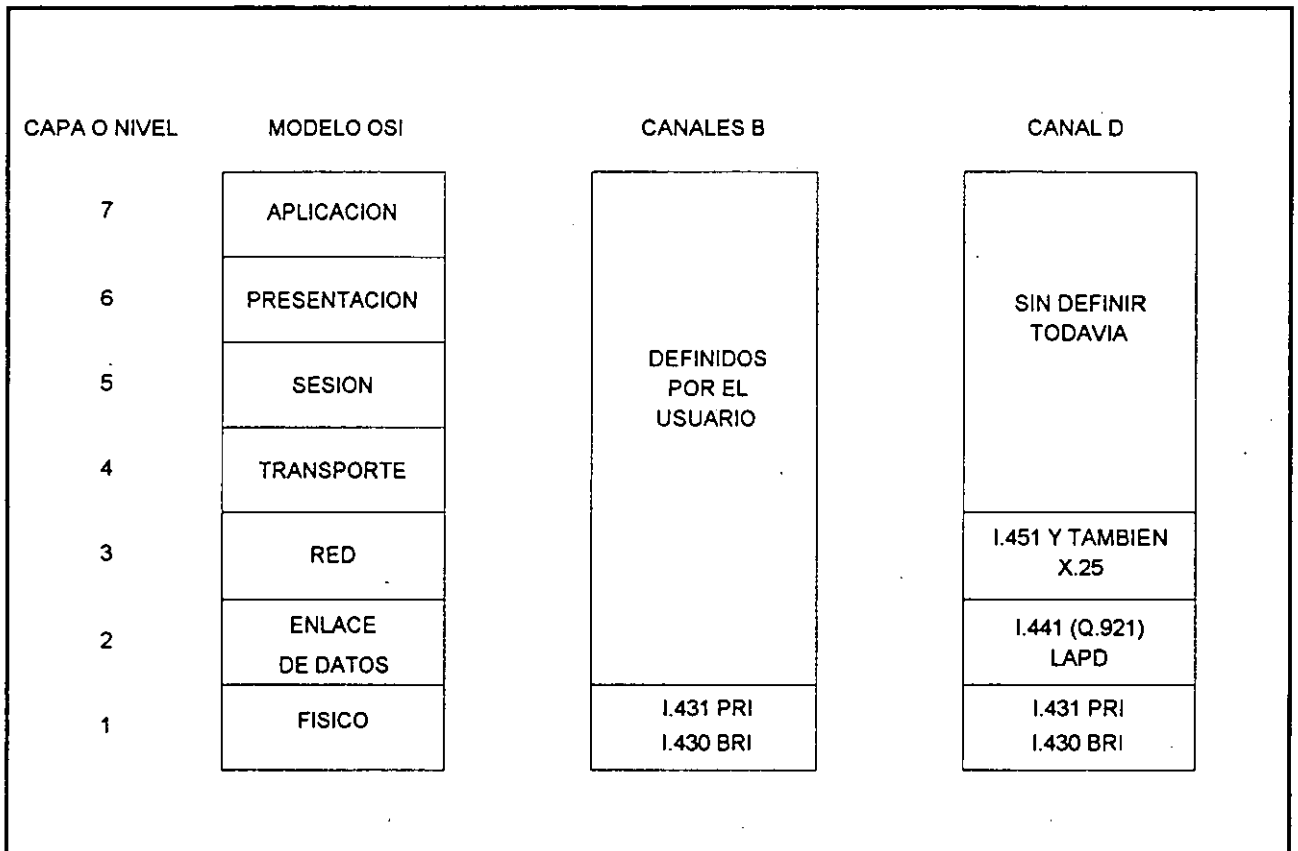


Fig. 14. Protocolos en la interfase S de la RDSI.

## CAPA 1 (CAPA FÍSICA)

La capa 1 determina las características de la transmisión física en un enlace nodo a nodo. Por ejemplo, define el conector físico, las fuentes de alimentación, el código de línea, los niveles de voltaje y la forma de activación y desactivación de la interfase para proveer las características de transmisión necesarias y poder enviar la información sobre el medio de transmisión físico.

En las figuras 15 a 18 se muestran algunas de las características del nivel físico de la interfase S.

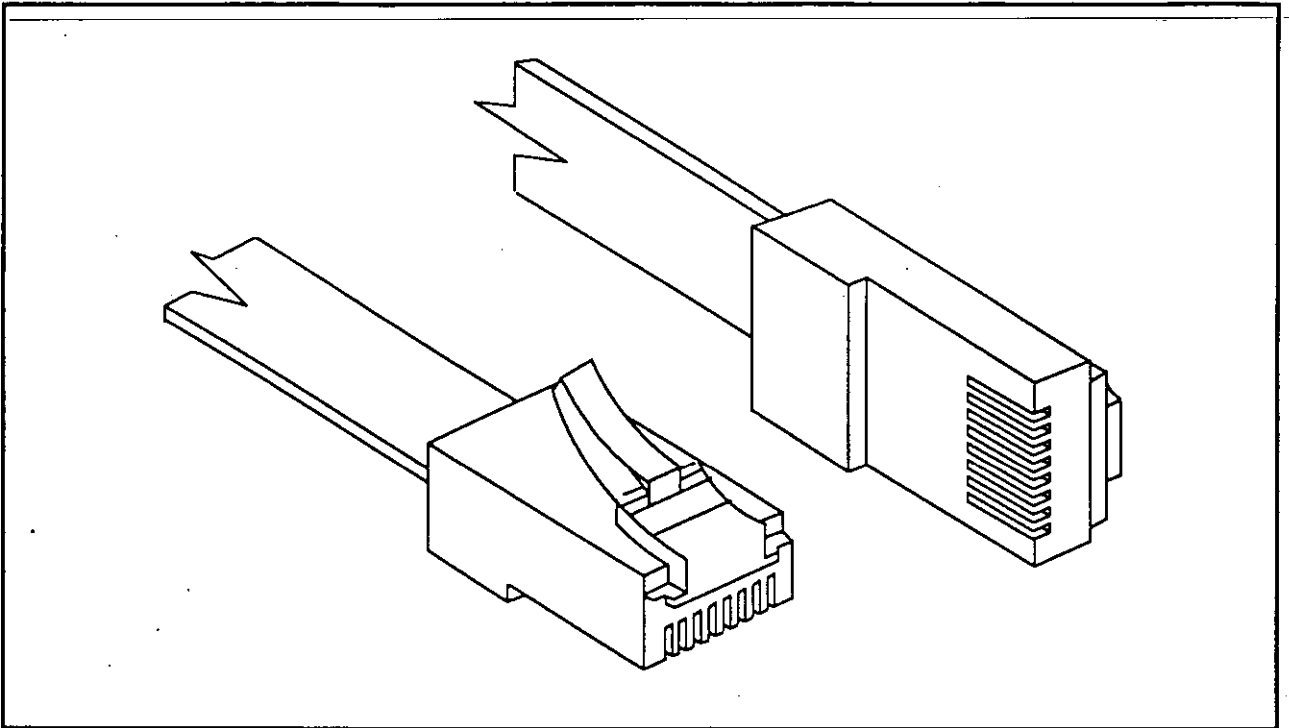


fig. 15. Conector ISO-8877 (RJ45) para la interfase S.

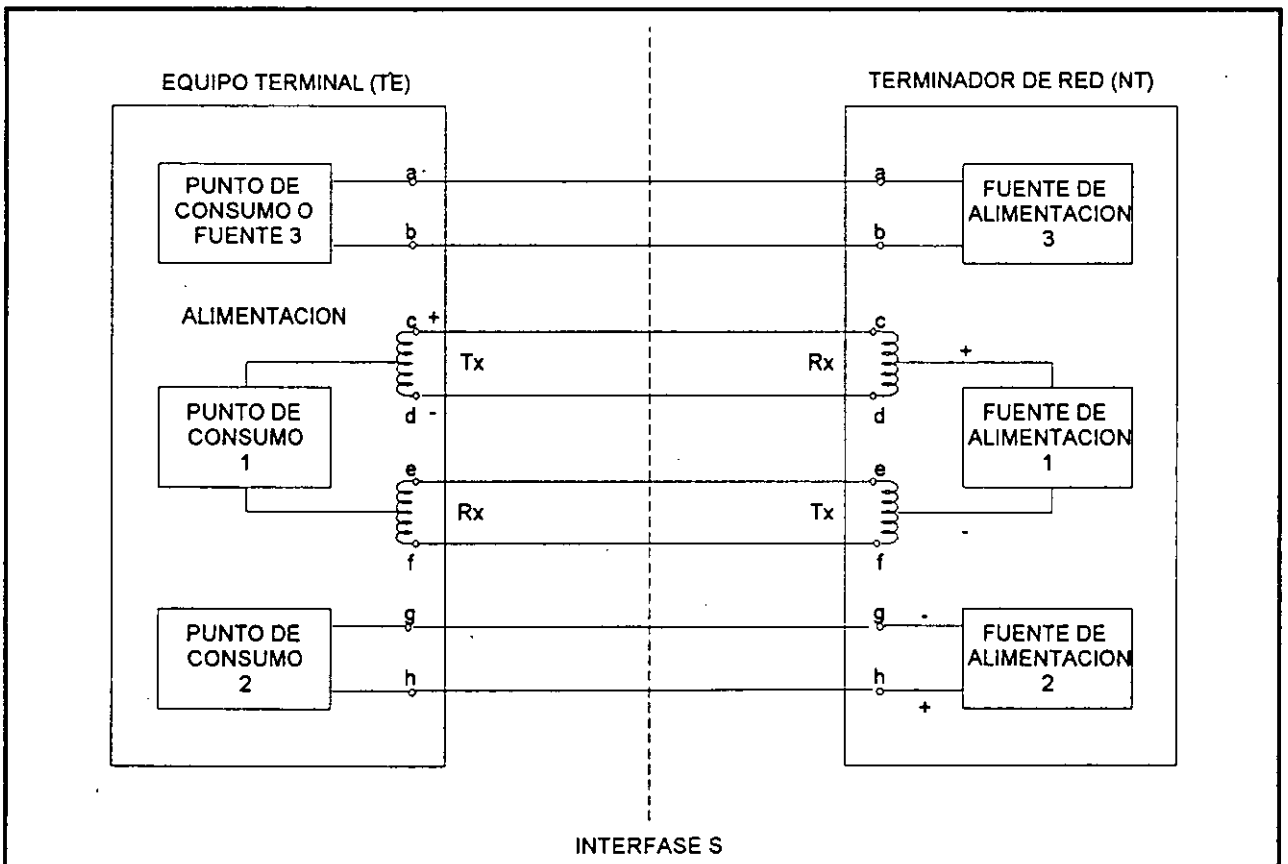


Fig. 16. Fuentes de energía y puntos de consumo en el nivel 1 de la interfase "S".





## CAPA 2 (CAPA DE ENLACE DE DATOS)

Esta capa lleva la información de la capa 1 y aplica las funciones necesarias para asegurar que la transmisión este libre de errores en cada enlace de la trayectoria de transmisión. La detección y corrección de errores son realizados por el protocolo de capa 2 en cada enlace entre nodos.

## CAPA 3 (CAPA DE RED)

La capa 3 define cómo se arma la trayectoria completa de comunicaciones usando los enlaces con protección contra errores proporcionados por la capa 2. La capa 3 usa un protocolo de señalización para determinar la trayectoria o ruta dentro de la red para transportar la información.

Hay que recordar que los canales B llevan solamente información de usuario (aunque hay una variedad de información de usuario, tal como voz, datos, video y facsímile). Por esta razón, el único protocolo especificado para el canal B es la capa física (capa 1). Si la configuración de canales es de un BRI (Interfase de Acceso Básico), el protocolo es I.430. Si la configuración de canales es de un PRI (Interfase de Acceso Primario), el protocolo es I.431. Los niveles restantes del modelo OSI (capas 2 a 7) son definidos por el usuario para el canal B.

Dado que los canales D pueden llevar información de señalización o información de usuario, y la información de señalización debe de controlar todo el tráfico en el canales B, los protocolos de canal D son más detallados y complejos. La capa 1 del canal D es la misma capa 1 del canal B: I.430 para un BRI y I.431 para un PRI. Esto es porque los canales B y D están multiplexados en tiempo sobre la misma línea de transmisión física.

Los niveles 2 y 3 están especificados de tal forma que la señalización se puede realizar en cualquier tipo de interfase en una forma normalizada. La recomendación I.441 del CCITT (Q. 921) define la Capa 2.

Este protocolo de capa 2 es también comúnmente conocido como LAPD (Procedimiento de Acceso al Enlace en el canal D). LAPD es semejante al protocolo LAPB usado en X.25 salvo que permite enlaces lógicos múltiples entre puntos extremos. Esta capacidad es necesaria porque el protocolo de capa 2 tiene que proveer los servicios de transporte de nivel de enlace de datos tanto para señalización como para información de usuario al nivel 3. LAPD usa una estructura de trama como el protocolo HDLC. El nivel 3 para el canal D es especificado en la recomendación I.451 (Q. 931) del CCITT. X.25 se puede también usar.

El protocolo de señalización del canal D controla el tráfico del usuario en los canales B entre el interfase usuario-red y la central RDSI.

Sin embargo, entre las centrales RDSI, se usa protocolo de señalización por canal común (CCITT#7).

## PROTOSCOLOS DE CAPA 1 PARA LOS CANALES B Y D

Las recomendaciones del CCITT I.430 (para un BRI) e I.431 (para un PRI) especifican las características físicas de la interfase usuario-red en los puntos de referencia S y T. Estos protocolos de nivel 1 proveen los siguientes servicios al nivel 2:

- Funciones de sincronización y temporización en los canales B y D.
- Los procedimientos necesarios para la activación y desactivación del TE o de la NT.
- Los procedimientos necesarios para permitir a los equipos terminales ganar el acceso al canal D de señalización en una forma ordenada.
- Procedimientos de capa 1 necesarios para realizar funciones de mantenimiento
- Indicación del estado de la capa 1 a las capas superiores
- Capacidad de transferencia de información en modo multipunto a punto así como de Punto a punto.

En las premisas del usuario (interfase usuario-red), la información de usuario y de señalización es transmitida en tramas sobre los cuatro hilos de la línea de transmisión de las interfases S y T a la central RDSI. La estructura de estas tramas depende del tipo de acceso (BRI o PRI)

## ESTRUCTURAS DE TRAMA DEL ACCESO BÁSICO EN LOS PUNTOS DE REFERENCIA S ó T

Recordemos que el Acceso Básico consiste de dos canales B (información de usuario a 64 Kbps cada uno) y un canal D (información de señalización o de usuario a 16 Kbps), los cuales son multiplexados en tiempo sobre los cuatro hilos de la interfase S. Un par de hilos es usado para transmitir y el otro par es usado para recibir.

Existen dos tipos de tramas para el Acceso Básico:

- Un tipo de tramas es transmitido del TE al NT (dirección de usuario a central) y
- Otro tipo de tramas es transmitido de la NT al TE (dirección central a usuario)

La sincronía de trama para las tramas de TE a NT es derivada de las tramas de NT a TE, pero con 2 bits de defasamiento (offset), véase fig. 19.

Ambos tipos de tramas consisten de 48 bits transmitidas cada 250 microsegundos (4,000 tramas por segundo) Esto equivale a una velocidad de transmisión total de 192 Kbps; sin embargo, algunos de los 48 bits (12 bits) son de overhead (bits adicionales de control) y no de información de los canales B o D. Los 36 bits de información de los canales B y D son usados como sigue: 16 bits son del primer canal B, 16 bits son del segundo canal B, y cuatro bits del canal D. Esto resulta en una transferencia de datos a una velocidad de 144 Kbps (36 bits x 4,000 tramas por segundo).

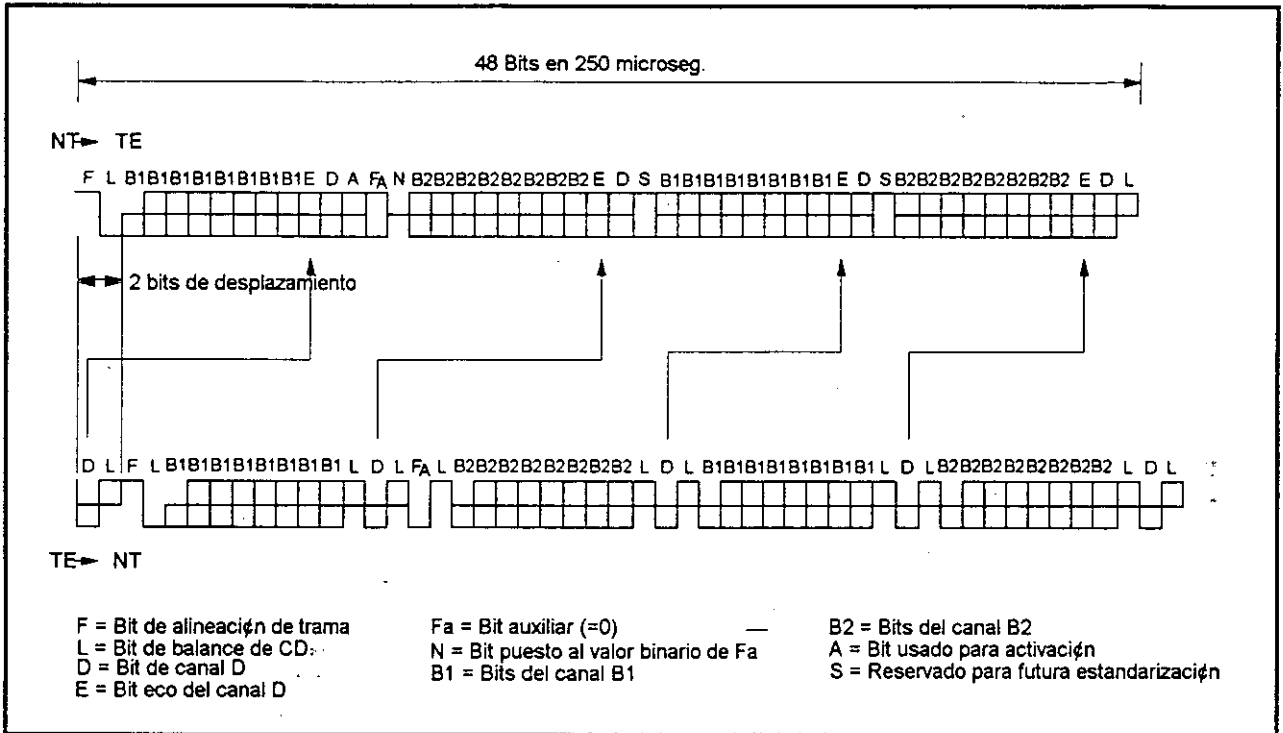


Fig. 19. Trama del Nivel 1 de la interfase S.

Aunque ambos tipos de tramas tienen 12 bits de overhead (control), algunos bits son usados dependiendo del tipo de trama. Por ejemplo, dado que un BRI puede ser configurado en punto a punto o punto a multipunto, alguno de los bits de control en las tramas de NT a TE son usados para controlar el acceso al canal D.

Los bits de control que son únicos en las tramas de NT a TE se describen a continuación:

#### bits A (activación/desactivación)

bits de Activación/desactivación permiten a un equipo terminal estar en línea (activado) También pueden ponerlo fuera de línea (desactivado) en modo de baja potencia de consumo cuando ni transmite ni recibe.

#### bits E (eco)

Estos bits de eco regresan los valores de los bits del canal D anteriormente transmitidos en la trama de TE a NT. Son usados para controlar el acceso al Canal D.

**bits M**

bits de Multitrama.

**bits S**

bits del canal S.

## MÉTODO DE ACCESO AL CANAL D.

Cuando un TE, hace uso del canal D éste transmite su información de señalización en las ranuras correspondientes al canal D en la trama de nivel 1, en la dirección TE a NT, y la NT le envía un eco (le regresa el mismo valor) en la posición del próximo bit E. El TE espera en la posición del próximo bit E recibir el mismo valor (eco) del último bit del canal D enviado. Si no así, el TE supone que en el canal D ha ocurrido una colisión y deja de transmitir. Entonces tiene que esperar para volver a usar el canal D, siguiendo las reglas del método de control para el Acceso al canal D, el cual se describe a continuación: -

Los TEs deben observar los bits E que vienen de la NT. Un cierto número de bits E continuos con un valor binario de 1 indica que el canal D está libre. El número específico de 1s continuos en la posición del canal E que un TE tiene que ver antes de transmitir depende si el TE quiere transmitir información de señalización o de usuario sobre el canal D.

La información de señalización tiene la prioridad alta; por lo tanto, se necesita menos bits con valor 1 continuos en la posición E para poder transmitir información de señalización.

Inicialmente (esto es, para la primera trama enviada por un TE), el número de 1s continuos en los bits E que un TE tiene que ver son 8 para enviar información de señalización y 10 para enviar información de usuario. Después de, transmitir en forma exitosa una trama de capa 2 (esto lleva más de una trama de capa 1), el número de 1s continuos en los bits E que un TE específico tiene que ver debe ser incrementado en uno (tanto para señalización como para información de usuario). Esto permite a otro TE tener acceso al canal D.

Si un TE en particular no tiene información que enviar sobre el canal D, transmite 1s binarios, permitiendo que el proceso anteriormente descrito se lleve a cabo. Una vez que todos los TEs han usado el canal D, el número de bits E es decrementado a su nivel original.

## ESTRUCTURAS DE TRAMA DE LA INTERFASE S ó T DEL PRI.

Como se mencionó al inicio, se han definido 2 estándares uno es: el 1.544 Mbps par EE.UU., Corea del Sur, y Japón (23 canales B a 64 Kbps cada uno, más un canal D a 64 Kbps, más overhead) y el otro es el estándar Europeo, también utilizado en México de 2.048 Mbps (30 canales B a 64 Kbps, más un canal D a 64 Kbps, más overhead). A diferencia del Acceso Básico

(que pueda ser usado en configuraciones punto a punto o punto a multipunto), ambos tipos de PRIs son pensados para solamente operación en modo punto a punto.

En operación punto a punto, el PRI permanentemente está activado y no necesita bits de control para activación/desactivación del nivel físico ni un método para el uso del canal D. Dado que estas funciones no se requieren, las tramas del PRI en ambas direcciones tienen el mismo formato.

Sin embargo existen dos tipos de tramas para el PRI: Una trama para el de 1.544 Mbps, y otro tipo de trama para el de 2.048 Mbps. (Véase fig. 20)

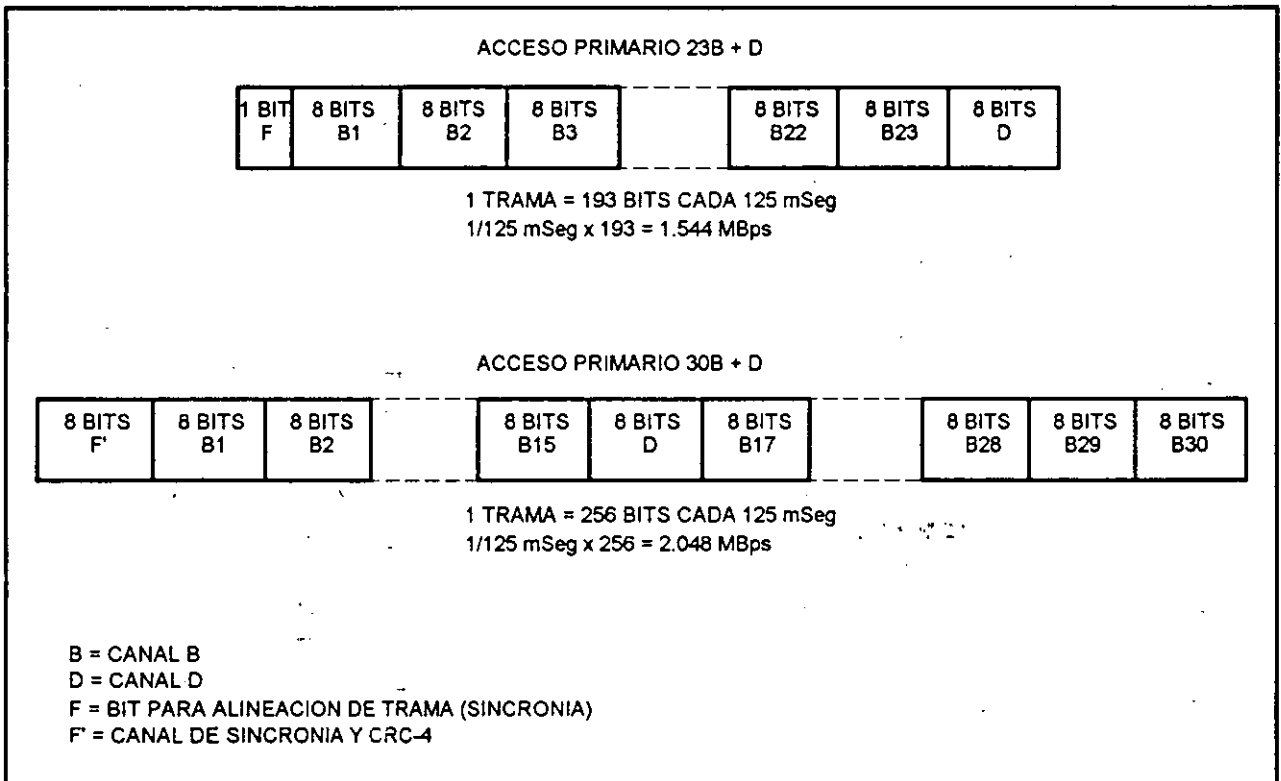


Fig. 20. Estructura de las tramas de Nivel 1 de la Interfase S/t del Acceso Primario.

Para el Acceso a 1.544 Mbps, la trama consiste de 193 bits transmitidos cada 125 microsegundos (8,000 tramas por segundo). Esto da una velocidad total de 1.544 Mbps; sin embargo, la velocidad real de transferencia de datos velocidad es 1.536 Mbps porque uno de los 193 bits es usado para sincronía. Los restantes 192 bits se dividen en 24 ranuras de tiempo, cada una de ocho bits de longitud. Veintitrés de las ranuras de tiempo son para canales B y la ranura restante es para el canal D.

El formato para el Acceso de 2.048 Mbps es semejante al formato de 1.544 Mbps. Estas tramas son transmitidas también cada 125 microsegundos, pero consisten de 256 bits que son divididos en 32 ranuras de tiempo, con una longitud de ocho bits cada una. La ranura cero se usa para sincronía, las ranuras 1 a 15 y 17 a 31 son usadas para los 30 canales B, y la ranura 16 es usada para el canal D. Dado que hay ocho bits de sincronía por trama, la velocidad real de transferencia de datos es de 1.984 Mbps (248 bits x 8000 tramas por segundo).

## PROTOCOLO DE SEÑALIZACIÓN DE CAPA 2 DEL CANAL D

Las recomendaciones del CCITT I.430 y I.431 definen el nivel físico para los Accesos Básico y Primario, y la capa 2 para el canal D es definida en las recomendaciones I.440 (Q.920) e I.441 (Q.921). La recomendación I.440 (Q.920) describe en forma general la capa 2 de RDSI, y La recomendación I.441 (Q.921) define en forma detallada el nivel 2.

Otro nombre más común para este protocolo es LAPD (Procedimiento de Acceso al enlace en el canal D). Su propósito es controlar el intercambio de información entre las entidades pares de capa 3 a través de la interfase de usuario-red. También controla las interacciones entre el enlace de datos (capa 2) y la capa de red (capa 3) y entre la capa 2 y la capa física (capa 1). Para llevar a cabo esto, la capa 2 provee servicios a la capa 3 y recibe servicios de capa 1. Se le conoce como Punto de Acceso al Servicio (SAP) al punto donde la capa 2 proporciona servicios a la capa 3. LAPD puede asociar más de una entidad de capa 3 con una SAP.

Para el intercambio de información entre dos o más entidades de capa 3, una asociación debe ser hecha entre entidades de la capa 3 por el protocolo de capa 2. A esta asociación se le conoce como conexión de enlace de datos.

Éstas son algunas de las funciones de LAPD:

- Es independiente de la velocidad de transmisión de la capa 1.
- Permite la operación de múltiple equipo terminal en la interfase usuario-red.
- Proporciona para múltiples entidades de nivel 3 (y, por lo tanto, combinaciones múltiples de puntos extremos de enlace de datos). Diferentes conexiones son identificadas mediante el DLCI (Identificador de conexión del enlace de datos) para cada trama de LAPD.
- La delimitación de tramas se realiza mediante el uso de banderas (01111110) y la transparencia a través de la técnica conocida como "relleno de bits" como la usada en el protocolo HDLC. (La técnica de relleno de Bits consiste básicamente en insertar un 0 en la secuencia de bits de datos cuando una serie de cinco 1s es detectada dentro de la trama para impedir que la secuencia de bits se confunda con una bandera)
- Efectúa un control de la secuencia para mantener en orden las tramas a través la conexión de enlace de datos
- Proporciona detección de y recuperación de errores en la conexión de enlace de datos.
- Efectúa Control flujo .

Hay dos tipos de servicios de transferencia de datos que proporciona LAPD: con acuse y sin acuse de recibo.

Sin acuse de recibo, la información de capa 3 se transfiere sin esperar una respuesta del lado receptor. Éste es el método más rápido, pero no provee control sobre la secuencia de las tramas transmitidas para corrección de errores (determinar cuando una trama necesita ser retransmitida). Existen dos formas del servicio con acuse de recibo: operación de una sola trama y operación de multitrama.

El servicio acuse de recibo permite controlar el orden de las tramas mediante la numeración de las tramas. También provee control de errores dando acuse de recibo para tramas transmitidas de manera exitosa y pidiendo retransmisión de las tramas con errores.

Este servicio es usado solamente en configuraciones de punto a punto.

## ESTRUCTURA DE LA TRAMA DEL PROTOCOLO LAPD.

La estructura de la trama para comunicación entre entidades pares a través de una conexión de enlace de datos consta de cinco o seis campos, siendo el de información el único campo opcional. La trama tiene la estructura mostrada en la fig. 21.

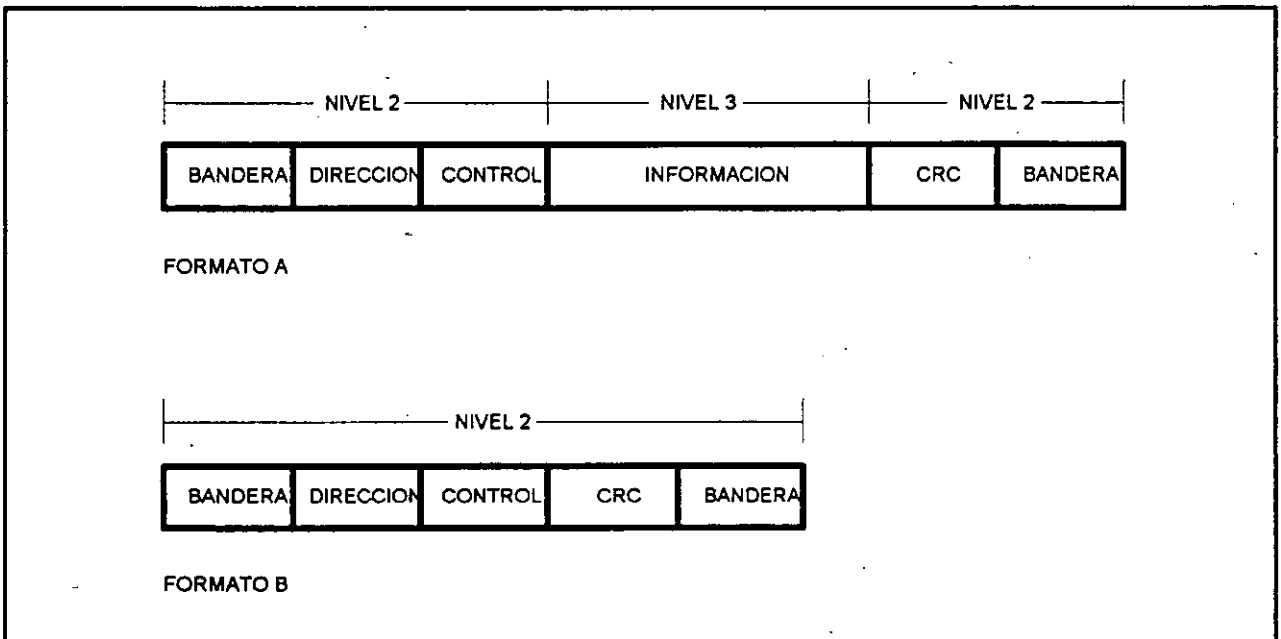


Fig. 21. Tipos de Formato de la trama de Nivel 2 de la interfase S/T.



## DESCRIPCIÓN DE LOS CAMPOS DE LA TRAMA. (Véase fig. 22)

### Campo de bandera.

Todas las tramas deben iniciar y terminar con un campo de bandera. A la bandera que indica el inicio de la trama se le conoce como bandera de apertura, mientras que a la bandera que indica el fin de la misma se le conoce como bandera de cierre, aunque en algunas ocasiones, ésta también sirve para indicar la apertura de la siguiente trama. El campo de bandera contiene una codificación única, la cual consiste de una secuencia de un cero, seguida por seis unos consecutivos y finalizando con otro cero (01111110).

### Campo de dirección.

El campo de dirección identifica al receptor destino de una trama instrucción y al transmisor que Bit de extensión del campo de dirección (EA).

### Bit EA

Este bit sirve para indicar que dentro de un campo de dirección existen octetos adicionales colocándolo con un valor de 0, cuando se pone a un valor de 1 se indica que ese octeto es el octeto final del campo de dirección. Para nuestro caso, debido a que el campo de dirección es de dos octetos, el primer bit EA se coloca en un valor de 0, mientras que el segundo se coloca en un valor de 1.

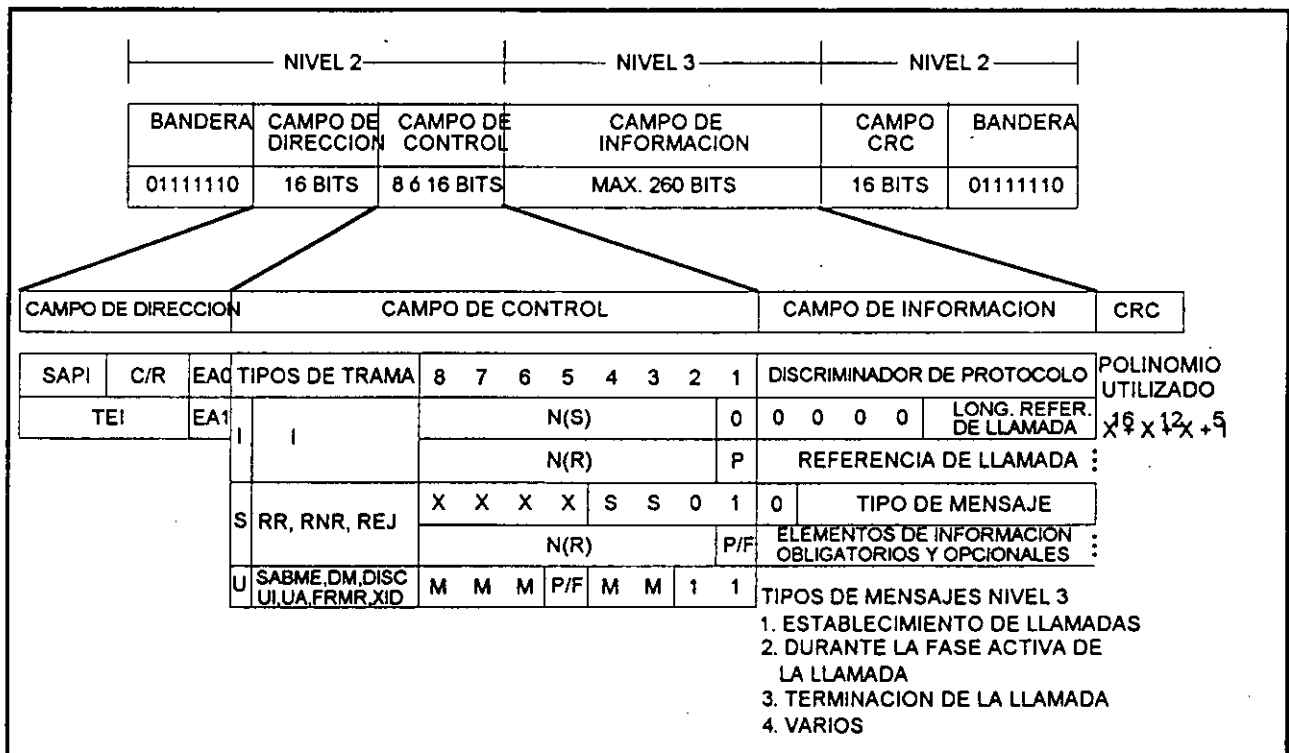


Fig. 22. Trama de Nivel 2 del canal D.

**Bit de campo para instrucción/respuesta (C/R).**

El bit C/R sirve para identificar una trama como instrucción o respuesta. De acuerdo a las reglas establecidas en el Protocolo HDLC, cuando se desea enviar una instrucción se utiliza la dirección de la entidad de enlace de datos que lo va a recibir, mientras que cuando se trata de una respuesta se utiliza la dirección de la entidad de enlace de datos que la genera.

La fig. 23 muestra los valores que utilizan tanto el lado usuario como el lado red para cualquiera de los casos:

**Identificador de punto de acceso al servicio (SAPI).**

El SAPI identifica el punto a través del cual una entidad de nivel de enlace de datos proporciona servicios a una entidad de nivel 3 o a una entidad de gestión de capa. En consecuencia el SAPI especifica una entidad de nivel 2 que debe procesar una trama de nivel de enlace de datos y también una entidad de nivel 3 o de gestión de capa que recibirá la información llevada en dicha trama. El subcampo del SAPI consta de 6 bits (del 3 al 8), lo cual permite un total de 64 valores (de 0 a 63), de los cuales solo cuatro están especificados de acuerdo a la fig. 23, quedando los restantes para futura estandarización.

**Identificador de punto extremo terminal (TEI).**

Un TEI para una conexión de enlace de datos puede estar asociado con un solo equipo terminal. Un equipo terminal puede contener varios TEIs usados para transferencia de datos punto a punto. El TEI para conexiones de enlace de datos en difusión está asociado con todas las entidades de nivel de enlace de datos conteniendo el mismo SAPI. El subcampo de TEI es de 7 bits, lo cual permite hasta 128 valores posibles (de 0 a 127), los cuales están asignados de la manera siguiente:

*TEI para conexiones de enlace de datos en difusión.*

El valor de TEI para este tipo de conexiones es de 127 (111 1111 en binario), también se le llama TEI de grupo. Dicho TEI es asignado a la conexión de enlace de datos en difusión asociada con el punto de acceso al servicio SAP direccionado.

*TEI para conexiones de enlace de datos punto a punto.*

El resto de los valores de TEI se utilizan para conexiones de enlace de datos punto a punto asociadas con el SAP direccionado.

Los valores no-automáticos son seleccionados por el usuario, y su asignación es responsabilidad de él mismo. Los valores automáticos son seleccionados por la red, y de igual forma la asignación es responsabilidad de la red.

La asignación de valores de TEI se muestra en la fig. 23.

CONTENIDO DE LA TRAMA	SENTIDO DE DE TRANSMISION	VALOR DEL BIT C/R
INSTRUCCION	RED -> USUARIO	1
	USUARIO -> RED	0
RESPUESTA	RED -> USUARIO	0
	USUARIO -> RED	1

SAPI	FUNCION
0	PROCEDIMIENTOS DE CONTROL DE LLAMADA (SEÑALIZACION)
1	COMUNICACIONES EN MODO PAQUETE DE ACUERDO A LOS PROCEDIMIENTOS DE CONTROL DE LLAMADA DE LA REC. Q.931
16	COMUNICACIONES EN MODO PAQUETE DE ACUERDO A LOS PROCEDIMIENTOS DEFINIDOS EN EL NIVEL 3 DE LA REC. Q.931
63	PROCEDIMIENTOS DE GESTION DE CAPA 2
2-15 Y 17-62	PARA APLICACIONES FUTURAS

TEI	FUNCION
0-63	EQUIPO DE USUARIO CON ASIGNACION TEI NO AUTOMATICO (ASIGNACION POR EL USUARIO)
64-126	EQUIPO DE USUARIO CON ASIGNACION DE TEI AUTOMATICO (ASIGNACION POR LA CENTRAL)
127	EQUIPO DE USUARIO CON CUALQUIER VALOR DE TEI (INFORMACION EN DIFUSION Y ASIGNACION DE LOS TEI 64 A 126)

SAPI = Identificador del Punto de Acceso al Servicio  
 TEI = Identificador del punto Extremo Terminal  
 BIT C/R = Indica si la trama es una Instruccion o una Respuesta

Fig. 23. Valores de C/R, SAPis y TEIs en el nivel 2 del canal D (Campo de Dirección).

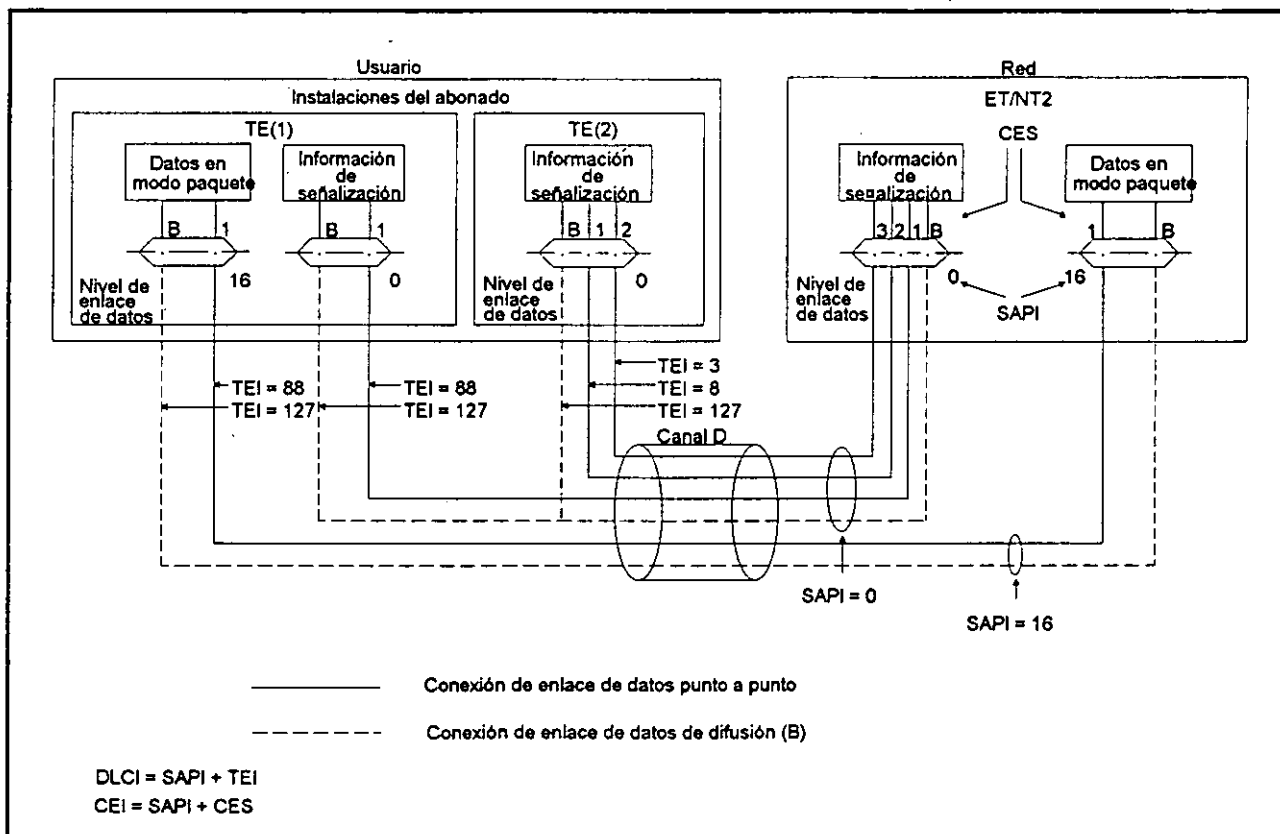


Fig. 24. Descripción general de la relación entre SAPI, TEI y DLCI.

**Campo de control.**

El campo de control identifica el tipo de trama. El campo de control puede ser de uno o dos octetos dependiendo del formato. Los formatos del campo de control se muestran en la fig. 25.

Tres tipos de formatos de campo de control son especificados:

APLICACION	FORMATO	INSTRUCCION/ COMANDO	RESPUESTA	CODIFICACION								
				8	7	6	5	4	3	2	1	
TRAMAS SIN ACUSE DE RECIBO  Y  MODO MULTITRAMA CON ACUSE DE RECIBO PARA TRANSFERENCIA DE INFORMACION	TRANSFERENCIA DE INFORMACION	I (INFORMATION)		N(S)				0				
				N(R)				P				
	SUPERVISION		RR (RECEIVE READY)	RR (RECEIVE READY)	0	0	0	0	0	0	1	
			RNR (RECEIVE NO READY)	RNR (RECEIVE NO READY)	N(R)				P/F			
			REJ (REJECT)	REJ (REJECT)	0	0	0	0	0	0	1	
			SABME (SET ASYNCHRONOUS BALANCE MODE EXTENDED)		0	1	1	P	1	1	1	1
			DM (DISCONNECTED MODE)		0	0	0	F	1	1	1	1
			UI (UNNUMBERED INFORMATION)		0	0	0	P	0	0	1	1
	NO NUMERADAS		DISC (DISCONNECT)		0	1	0	P	0	0	1	1
			UA (UNNUMBERED ACKNOWLEDGEMENT)		0	1	1	F	0	0	1	1
			FRMR (FRAME REJECT)		1	0	0	F	0	1	1	1
			XID (EXCHANGE IDENTIFICATION)	XID (EXCHANGE IDENTIFICATION)	1	0	1	P/F	1	1	1	1
			ADMINISTRACION DE LA CONEXION									

Fig. 25. Comandos y respuestas del Nivel 2 del canal D (Campo de control).

**Transferencia de información numerada (Formato I).** Este formato debe ser usado para llevar a cabo una transferencia de información entre entidades de nivel 3. Cada trama I tiene un número de secuencia N(S), un número de secuencia N(R) mediante el cual se puede o no efectuar un reconocimiento de tramas I adicionales recibidas por la entidad de nivel 2, y un bit P que puede ser puesto a un valor de 0 o 1.

**Funciones de supervisión (Formato S).** Este formato debe ser usado para llevar a cabo funciones de control de supervisión de enlace de datos como son: reconocimiento de tramas I, solicitud de retransmisión de tramas I y solicitud de una suspensión temporal de transmisión de tramas I. Las funciones de N(R) y P/F son independientes, es decir, cada trama de supervisión tiene un número de secuencia N(R) mediante el cual se puede o no efectuar un reconocimiento de tramas I adicionales recibidas por la entidad de nivel 2, y un P/F bit que puede ser puesto a un valor de 0 o 1.

**Transferencia de información no numerada y funciones de control (Formato U).** Este formato puede ser usado para proporcionar funciones de control de enlace de datos adicionales y para realizar transferencia de información sin acuse de recibo. Este formato no contiene números de secuencia. Incluye un bit P/F que puede ser puesto a un valor de 0 o 1.

**Bit Poll/Final (P/F).**

Todas las tramas independientemente de su tipo contienen un bit P/F. Este bit proporciona una función tanto en tramas de instrucción como de respuesta. El bit P puesto a 1 es usado por la entidad de nivel 2 para solicitar una trama de respuesta de la entidad de nivel 2 par. El bit F puesto a 1 es usado por la entidad de nivel 2 para indicar la trama de respuesta transmitida como resultado de la recepción de una instrucción con el bit P puesto a 1.

**Campo de información.**

Este campo es opcional, y aparece dentro de la trama solo cuando se transfiere información con o sin acuse de recibo. Este campo consta de un número entero de octetos que no puede exceder el valor de 260.

Este campo puede ser generado por:

*El nivel 3*

Lo genera cuando requiere transferir información de señalización sobre las características del enlace que se va a establecer.

*La gestión de capa*

Lo genera cuando se requiere de algún procedimiento de administración de TEI (asignación, prueba y supresión).

**Secuencia de verificación de trama (FCS).**

El campo de la secuencia de verificación de trama FCS debe ser una secuencia de 16 bits. Esta secuencia es calculada de la siguiente manera:

El complemento a unos de la suma en módulo 2 de los residuos de las siguientes divisiones::

- a) El residuo de la división módulo 2 de:

$$\frac{(X^k) (X^{15} + X^{14} + \dots + X^2 + X^1 + 1)}{X^{16} + X^{12} + X^5 + 1}$$

- b) El residuo de la división módulo 2 de:

$$\frac{(X^{16}) ( \text{Trama de longitud } k )}{X^{16} + X^{12} + X^5 + 1}$$

Donde:

- $k$  = Número de bits de la trama entre la bandera de apertura y la secuencia FCS, y excluyendo los bits insertados para transparencia (campos de dirección, control y de información, si existe).
- Trama de longitud  $k$  = Trama contenida entre la bandera de apertura y la secuencia FCS, y excluyendo los bits insertados para transparencia.
- $X^{16}+X^{12}+X^5+1$  = Polinomio generador V.41 estandarizado por el CCITT.

En el lado receptor debe realizarse el mismo proceso, pero incluyendo el campo de secuencia de verificación de trama FCS, debiendo obtenerse la siguiente secuencia en caso de una transmisión sin errores:

0001 1101 0000 1111

### Transparencia.

Una entidad de nivel de enlace de datos transmisora deberá insertar un bit 0 después de cada secuencia de cinco 1's consecutivos entre las secuencias de bandera de apertura y de cierre (campos de dirección, control, información y campo de verificación de secuencia de trama FCS), incluyendo los cinco últimos bits del campo de FCS. Esto para asegurar que una bandera o una condición de aborto no sea simulada dentro de la trama. Una entidad de nivel de enlace de datos receptora deberá examinar el contenido de la trama entre las banderas de apertura y de cierre y descartará cualquier bit 0 que siga en forma directa a una secuencia de cinco 1's consecutivos. A esta técnica se le conoce como "Relleno de Bits".

### Instrucciones y respuestas.

Las siguientes instrucciones y respuestas son usadas por las entidades de nivel 2 tanto del lado del usuario como del lado de la red y están representadas en la fig. 25. Cada conexión de enlace de datos deberá soportar el total de las instrucciones y respuestas para cada una de las aplicaciones implementadas. Los tipos de tramas asociadas con cada una de las dos aplicaciones (instrucción o respuesta) están también identificadas en la fig. 25.

Los tipos de tramas asociadas con una aplicación no implementada deberán ser descartadas, y ninguna acción se tomará como resultado de esa trama. Para propósitos de los procedimientos del LAPD en cada aplicación, los códigos que no aparecen en la fig. 25 son considerados como campos de control de instrucciones y respuestas no definidos.

### Instrucción de información (I).

La función de la instrucción de información es transferir, a través de una conexión de enlace de datos, tramas numeradas secuencialmente conteniendo campos de información proporcionados por el nivel 3. Esta instrucción es usada en la operación multitrama en conexiones de enlace de datos punto a punto.

**Instrucción de establecimiento del modo balanceado asíncrono extendido (SABME).**

La instrucción no numerada SABME es usada para establecer a la entidad de nivel 2 del lado del usuario o del lado de la red direccionado, en el modo de operación con acuse de recibo multitrama con un módulo igual a 128.

Ningún campo de información es permitido con la transmisión de una instrucción SABME. Una entidad de nivel 2 confirmará la aceptación de una instrucción SABME mediante la transmisión de una respuesta UA a la brevedad posible. Después de aceptar este comando las variables V(S), V(R) y V(A) serán puestas a 0. La transmisión de una instrucción SABME indica la eliminación de todas las condiciones de excepción existentes.

Las tramas de información I transmitidas previamente que no han sido reconocidas cuando esta instrucción es procesada, permanecen sin serlo y son descartadas. La recuperación de información de esas tramas que son descartadas es responsabilidad del nivel superior (nivel 3 o entidad de gestión).

**Instrucción disconnect (DISC).**

La instrucción no numerada DISC es usada para terminar con el modo de operación multitrama. Ningún campo de información es permitido con la transmisión de una instrucción DISC. La entidad de nivel 2 que recibe una instrucción DISC confirma la aceptación del mismo mediante la transmisión de una respuesta UA. La entidad de nivel 2 que envía la instrucción DISC termina con la operación del modo multitrama al recibir una respuesta UA o DM.

Las tramas de información I transmitidas previamente que no han sido reconocidas cuando este comando es procesado, permanecen sin serlo y son descartadas. La recuperación de información de esas tramas que son descartadas es responsabilidad del nivel superior- (nivel 3 o entidad de gestión).

**Instrucción de información no numerada (UI).**

Cuando una entidad de nivel 3 o de gestión solicita transferir información sin acuse de recibo, se debe utilizar la instrucción no numerada UI para enviar información a su entidad par sin afectar las variables de nivel 2. Las tramas de instrucción UI no contienen un número de secuencia, y a raíz de esto, pueden perderse sin notificación.

**Instrucción/Respuesta listo para recibir (RR).**

La trama de supervisión RR es usada por la entidad de nivel 2 para:

- a) Indicar que está lista para recibir una trama I.
- b) Dar acuse de recibo de tramas numeradas I recibidas previamente incluyendo la trama N(R)-1.
- c) Borrar una condición de ocupado que fue indicada anteriormente mediante la transmisión de una trama RNR por la misma entidad de nivel 2.

Además, esta instrucción puede ser usada, poniendo el bit P a un valor de 1, para solicitar a su entidad par de nivel 2 una respuesta acerca de su condición.

**Instrucción/Respuesta de rechazo (REJ).**

La trama de supervisión REJ es usada por una entidad de nivel 2 para solicitar la retransmisión de tramas I empezando con la trama numerada N(R). El valor de N(R) en la trama REJ da acuse de recibo de tramas numeradas I recibidas incluyendo a N(R)-1. Las nuevas tramas que no han sido transmitidas por primera vez, deberán transmitirse siguiendo a las tramas I retransmitidas.

Solo una condición de excepción para una dirección dada de transferencia de información se puede establecer en un instante. La condición de excepción REJ es borrada después de recibir una trama I con N(S) igual al N(R) de la trama REJ. Un procedimiento opcional para la retransmisión de una respuesta REJ es descrita en el apéndice I.

La transmisión de una trama REJ puede también indicar la desaparición de una condición de ocupado dentro de la entidad de nivel 2 que la envía; esta condición de ocupado se reporta mediante la transmisión de una trama RNR por parte de la misma entidad de nivel 2.

Además, esta instrucción puede ser usada poniendo el bit P a un valor de 1, para solicitar a su entidad par de nivel 2 una respuesta acerca de su condición.

**Instrucción/Respuesta no listo para recibir (RNR).**

La trama de supervisión RNR es usada por una entidad de nivel 2 para indicar una condición de ocupado; es decir, la incapacidad temporal para aceptar nuevas tramas I arribantes. El valor de N(R) en la trama RNR da acuse de recibo de tramas numeradas incluyendo a N(R)-1.

Además, esta instrucción puede ser usada poniendo el bit P a un valor de 1, para solicitar a su entidad par de nivel 2 una respuesta acerca de su condición.

**Respuesta de acuse de recibo no numerado (UA).**

La respuesta no numerada UA es usada por una entidad de nivel 2 para dar acuse de recibo de la recepción y aceptación de instrucciones de establecimiento de modo de operación (SABME o DISC). Las instrucciones de establecimiento de modo de operación recibidas no son procesadas hasta que la respuesta UA es transmitida. Ningún campo de información es permitido al transmitir esta respuesta. La transmisión de la respuesta UA indica la eliminación de una condición de ocupado que haya sido reportada mediante la transmisión anterior de una trama RNR por la misma entidad de nivel 2.

**Respuesta de modo desconectado (DM).**

La respuesta no numerada DM es usada por una entidad de nivel 2, para reportar a su entidad par, que se encuentra en un estado tal que la operación en modo multitrama no puede llevarse a cabo. Ningún campo de información es permitido al transmitir la respuesta DM.

**Respuesta rechazo de trama (FRMR).**

La respuesta no numerada FRMR puede ser recibida por una entidad de nivel 2, como un reporte de una condición de error no recuperable mediante la retransmisión de una trama idéntica. Esta condición de error será al menos una de las siguientes:

- a) La recepción de un campo de control de instrucción o respuesta no definido o no previsto.
- b) La recepción de una trama no numerada o de supervisión con longitud incorrecta.



- c) La recepción de un N(R) inválido.
- d) La recepción de una trama I con un campo de información que excede la máxima longitud establecida.

**Instrucción/Respuesta intercambio de identificación XID.**

La trama XID contiene un campo de información, en el cual la información de identificación está contenida. El intercambio de tramas XID es una disposición obligatoria utilizada en la gestión de conexión (es decir, cuando una entidad par recibe una instrucción XID, debe responder con una respuesta XID a la brevedad posible). El campo de control de esta trama no contiene números de secuencia.

El campo de información no es obligatorio. Dependiendo si existe o no, la entidad receptora tomará una de las tres acciones siguientes:

- a) Recepción de una trama conteniendo un campo de información que puede interpretar. En este caso deberá contestar con una trama XID conteniendo un campo de información similar.
- b) Recepción de una trama conteniendo un campo de información que no puede interpretar. En este caso deberá contestar con una trama XID conteniendo un campo de información de longitud cero.
- c) Recepción de una trama conteniendo un campo de información de longitud cero. En este caso deberá contestar con una trama XID conteniendo un campo de información de longitud cero.

La máxima longitud permitida en el campo de información de esta trama será igual a 260 octetos. La transmisión o recepción de una trama XID no debe tener efecto en el modo de operación de las variables de estado asociadas con las entidades de nivel de enlace de datos.

## PROTOCOLO DE CAPA 3 PARA EL CANAL D

La capa 3 corresponde a la capa de RED y es responsable del Establecimiento, Mantenimiento y Terminación de las conexiones de red de los canales D y B. Además la capa 3, proporciona funciones de Enrutamiento y Direccionamiento. El protocolo de la capa 3 se describe en las recomendaciones del CCITT I.450 y la I.451. El protocolo de la capa 3 está contenido en el campo de información de la capa 2. El discriminador de protocolo identifica el protocolo de la capa 3. Este protocolo puede ser el especificado por el CCITT o una versión nacional u otro protocolo como el X.25. El discriminador de protocolo es seguido por el campo Call Reference (CR) el cual es empleado para identificar cada llamada en la interfase local usuario-red. Los valores del Call Reference son asignados por el que origina la llamada y es removido cuando la llamada se completa o después de la suspensión de la misma. Véase fig. 26.

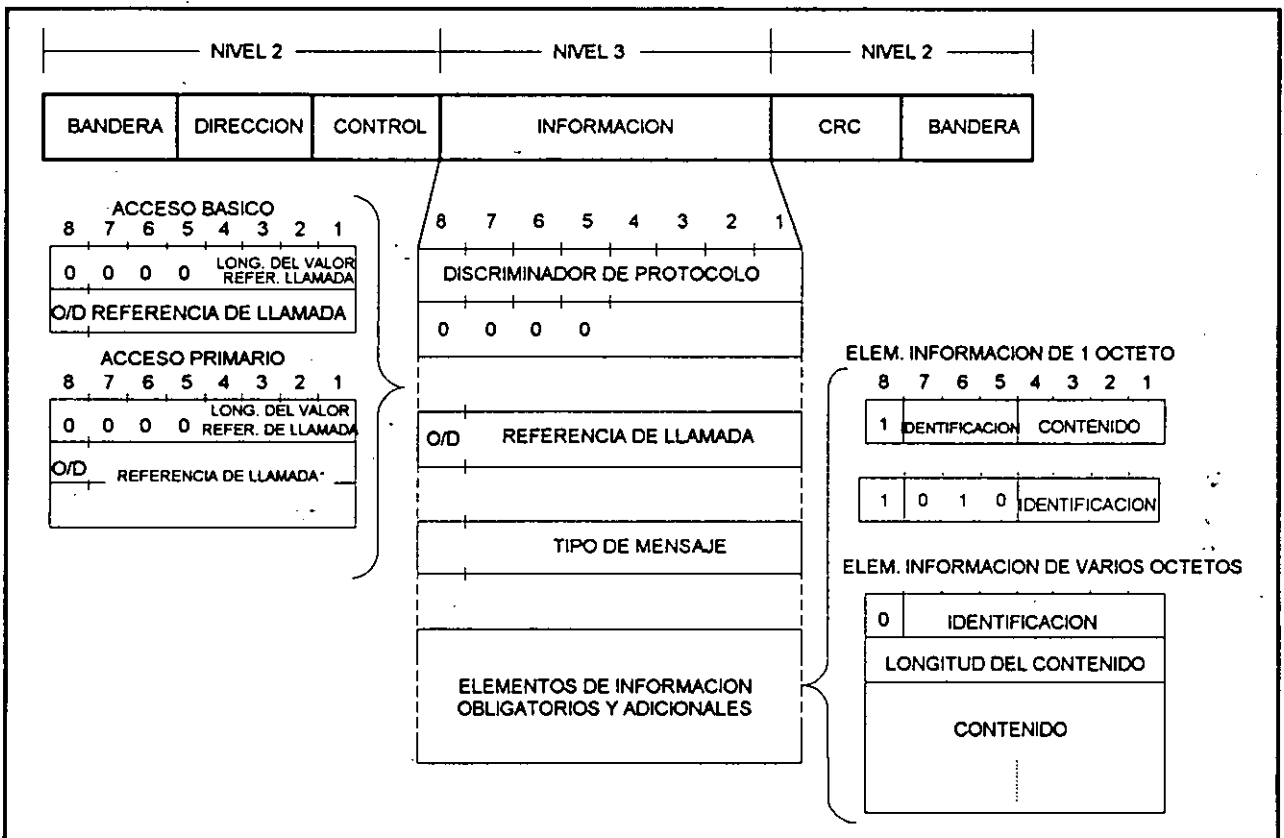


Fig. 26. Formato del campo de información (Nivel 3 de canal D).

Los mensajes más importantes para el control de llamadas se describen a continuación:

### SETUP

Se emplea para indicar llamada de establecimiento y puede ser enviado por ambos lados usuario y red. Cuando se envía desde la red es un mensaje difundido que da la posibilidad a todos los TE's de contestar la llamada.

8 7 6 5 4 3 2 1 0 0 0 - - - -	MENSAJES PARA EL ESTABLECIMIENTO DE LA LLAMADA
0 0 0 0 1	- ALERTing
0 0 0 1 0	- CALL PROCeeding
0 0 1 1 1	- CONNect
0 1 1 1 1	- CONNect ACKnowledge
0 0 0 1 1	- PROGRess
0 0 1 0 1	- SETUP
0 1 1 0 1	- SETUP ACKnowledge
0 0 1 - - - -	MENSAJES DURANTE LA FASE ACTIVA DE LA LLAMADA
0 0 1 1 0	- RESume
0 1 1 1 0	- RESUME ACKnowledge
0 0 0 1 0	- RESume REJect
0 0 1 0 1	- SUSPend
0 1 1 0 1	- SUSPend ACKnowledge
0 0 0 0 1	- SUSPend REJect
0 0 0 0 0	- USER INFOrmation
0 1 0 - - - -	MENSAJES PARA LA TERMINACION DE LA LLAMADA
0 0 1 0 1	- DISConnect
0 1 1 0 1	- RELease
1 1 0 1 0	- RELease COMplete
0 1 1 - - - -	MENSAJES DIVERSOS
1 1 0 0 1	- CONggestion CONtrol
0 0 0 1 0	- FACility
1 1 0 1 1	- INFOrmation
0 1 1 1 0	- NOTIFY
1 1 1 0 1	- STATUS
1 0 1 0 1	- STATUS ENQuiry

Fig. 27. Mensajes del Nivel 3 del canal D para el control de llamadas en conmutación de circuitos.

### CONNECT

Es enviado por el usuario a la red o por la red al usuario llamado para indicarle la aceptación de la llamada.

### CONNECT ACKNOWLEDGE

Enviado por la red al usuario para indicarle que la llamada esta localizada en el equipo terminal TE.

### DISCONNECT

Invitación a liberar el canal y el call reference ,puede ser enviado por los dos ,usuario y red. Como en este momento el canal y el call reference están aun activos es puede intercambiar información de canal después de liberada.

**RELEASE**

Puede ser enviado por el usuario o la red como respuesta al mensaje de DISCONNECT si la llamada se concluyo.

8 7 6 5 4 3 2 1 0 0 0 - - - - - 0 0 0 0 1 0 0 0 1 0 0 0 1 1 1 0 1 1 1 1 0 0 0 1 1 0 0 1 0 1	MENSAJES PARA EL ESTABLECIMIENTO DE LA LLAMADA - ALERtIng - CALL PROcEeding - CONNect - CONNect ACKnowledge - PROGress - SETUP
0 1 0 - - - - - 0 0 1 0 1 0 1 1 0 1 1 1 0 1 0	MENSAJES PARA LA TERMINACION DE LA LLAMADA - DISConnect - RELease - RELease COMplete
0 1 1 - - - - - 1 1 1 0 1 1 0 1 0 1	MENSAJES DIVERSOS - STATUS - STATUS ENQuiry

Fig. 28. Mensajes del Nivel 3 del canal D para el control de llamadas en conmutación de paquetes.

**RELEASE COMPLETE**

Es enviado como respuesta al mensaje de liberar para indicar que ambos canal y call reference están liberados.

**BEARER CAPABILITY**

Este elemento indica que capacidad de red esta proporcionándose es decir, si transferencia en modo paquete o en circuito, velocidad de información y en el caso de transferencia en paquetes contiene información de protocolos de capa 2 y 3 .

**DESTINATION ADDRESS**

Identifica la llamada destino .Plan de numeración, direccionamiento y numero llamado .

**CHANNEL IDENTIFICATION**

Contiene información acerca del tipo de canal que puede ser tipo B o D .

En la fig. 29 se muestra un ejemplo de la señalización por canal D, para el control de una llamada de un usuario "A", a un usuario "B" que tiene conectados al bus "S" dos equipos terminales compatibles (es decir que ofrecen el mismo teleservicio).

Una vez establecida la llamada, los casos presentados son:

CASO 1: el usuario "B" cuelga.

CASO 2: el usuario "A" cuelga.

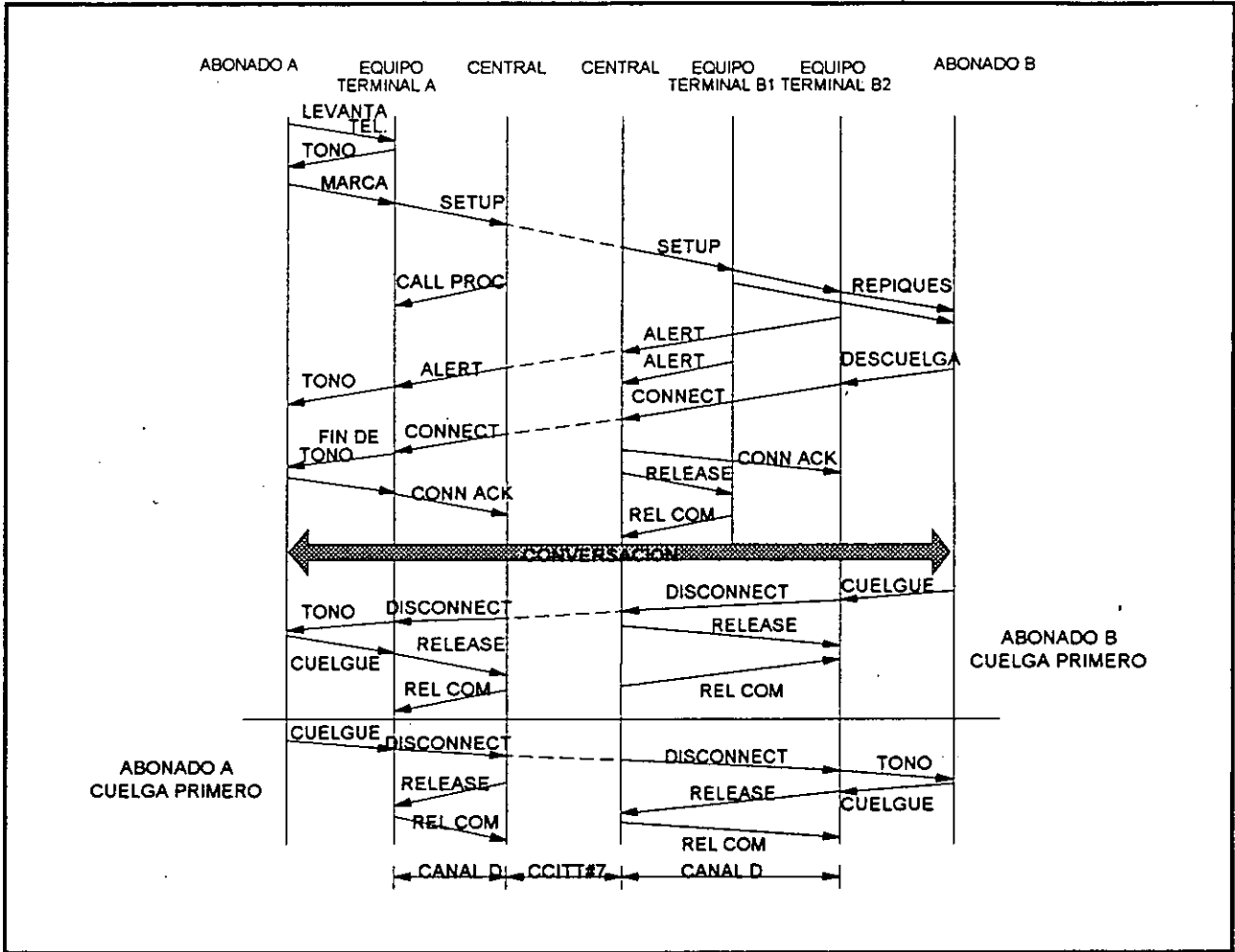


Fig. 29. Ejemplo de señalización por canal D a través de la Red.

---

**GLOSARIO DE TÉRMINOS.**

DLC - Conexión de enlace de datos.  
CCITT - Comité Consultivo Internacional Telegráfico y Telefónico.  
DISC - Desconexión.  
DM - Modo desconectado.  
FRMR - Rechazo de trama.  
I - Tramas de información numeradas.  
DLCI - Identificador de conexión de enlace de datos.  
TEI - Identificador de punto extremo terminal.  
SAPI - Identificador de punto de acceso al servicio.  
OSI - Interconexión de sistemas abiertos.  
LAPD - Procedimientos de acceso al enlace en el Canal D.  
N(S) - Número secuencial en emisión.  
N(R) - Número secuencial en recepción.  
SAP - Punto de acceso al servicio.  
DLCE - Punto extremo de conexión de enlace de datos.  
RDI - Red digital integrada.  
RDSI - Red digital de servicios integrados.  
REJ - Rechazo.  
RNR - No preparado para recibir.  
RR - Preparado para recibir.  
S - Tramas de supervisión.  
SABME - Paso a modo balanceado asíncrono ampliado.  
FCS - Secuencia de verificación de trama.  
U - Tramas no numeradas.  
UA - Acuse de recibo no numerado.  
UI - Información no numerada.  
V(A) - Variable de estado de acuse de recibo.  
V(R) - Variable de estado en recepción.  
V(S) - Variable de estado en emisión.  
XID - Intercambio de identificación.  
BRI - Interfase de acceso Básico  
PRI - Interfase de Acceso Primario

**BIBLIOGRAFÍA**

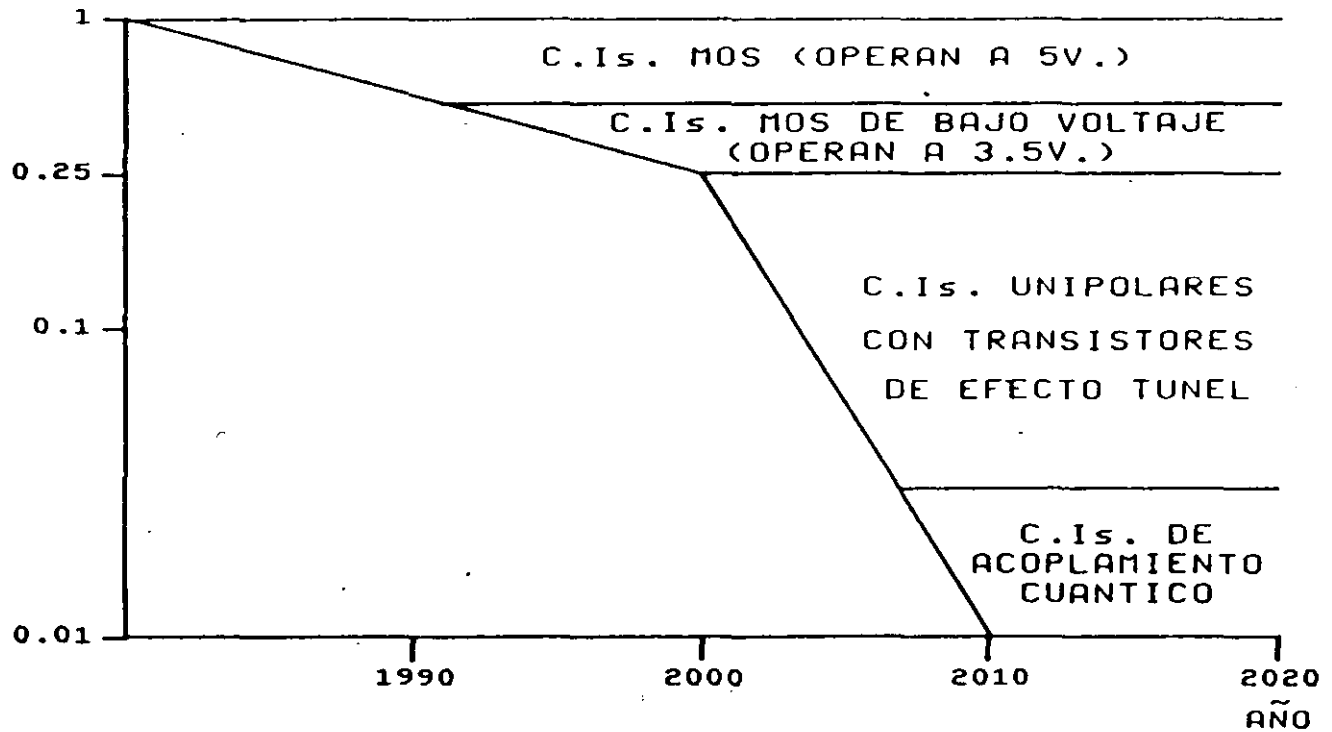
Recomendaciones del CCITT Libro Azul.  
Fascículo III.7, I.110 - I.257  
Fascículo III.8, I.330 - I.470  
Fascículo VI.10, Q.920 - Q.921 ó I.440 - I.441  
Fascículo VI.10, Q.930 - Q.940 ó I.450 - I.451

## **FACTORES BÁSICOS EN EL DESARROLLO DE LAS TELECOMUNICACIONES**

**PRIMERO- NECESIDAD DE NUEVOS SERVICIOS** COMO: FACSIMIL, MANEJO DE GRÁFICAS, VIDEO SERVICIOS DE COMPUTO, TECNOLOGÍA DE IMAGENES, ADEMAS DE NUEVAS FUNCIONES COMO PROCESADOR DE PALABRAS, TRANSMISIÓN DE DOCUMENTOS, CONSULTA Y ALMACENAMIENTO DE DATOS, CORREO ELECTRÓNICO, TELECONFERENCIA, CONTROL DE PRODUCCIÓN, CONTROL DE INVENTARIOS , PAGO DE NOMINAS Y CAD, ENTRE OTRAS.

**SEGUNDO- EVOLUCIÓN DE LA TECNOLOGÍA:** SEÑALADA POR INTRODUCCIÓN DE CIRCUITOS DE TRANSMISIÓN DIGITAL, CONMUTADORES CON CONTROL POR PROGRAMA ALMACENADO, TÉCNICAS DE SEÑALIZACIÓN POR CANAL COMÚN(ENTRE CENTRALES DE LA RED PUBLICA).

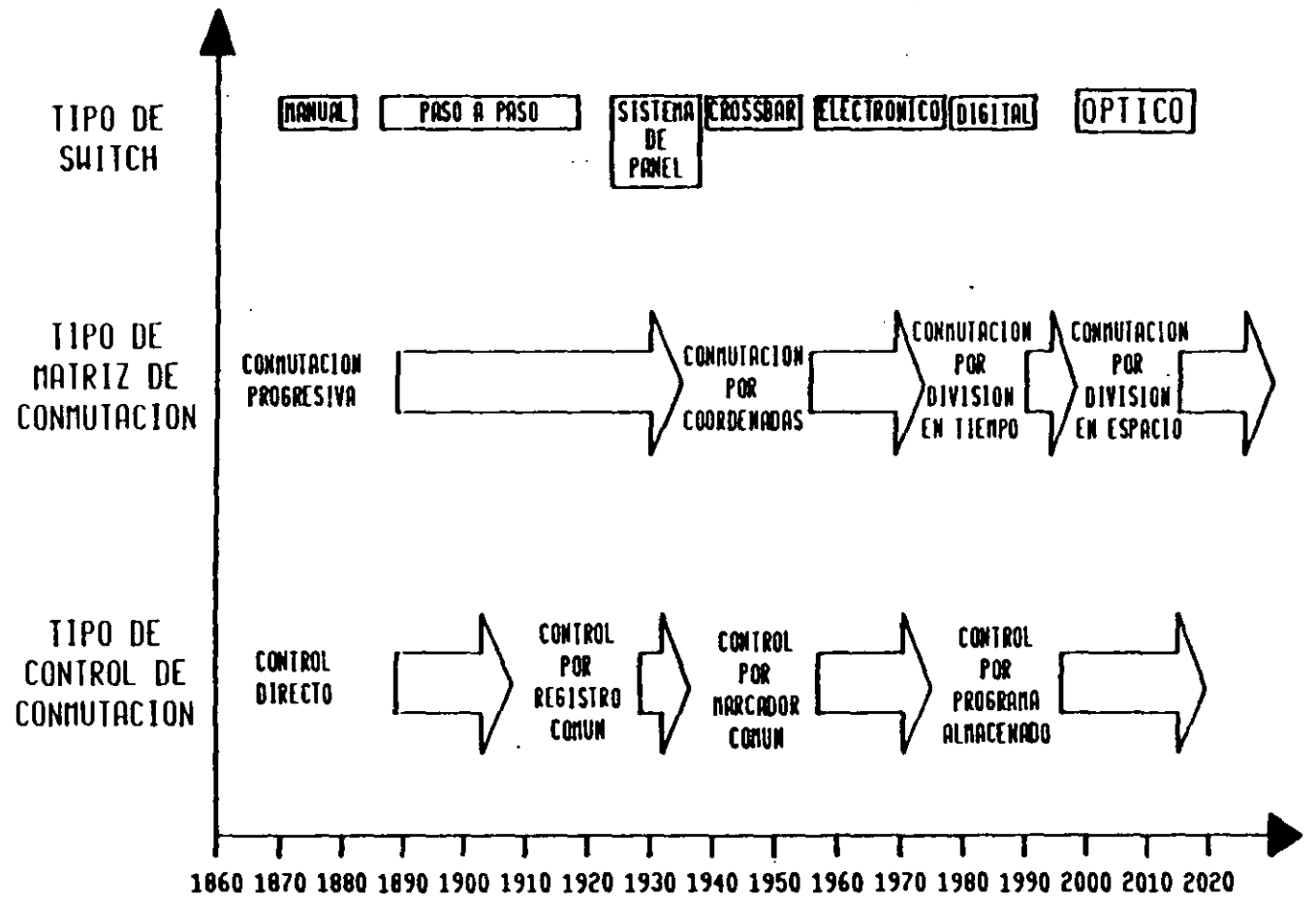
GEOMETRIA  
MINIMA  
(micro-mts.)



TENDENCIA DE LA INTEGRACION DE  
LOS DISPOSITIVOS SEMICONDUCTORES  
PARA LOS PROXIMOS AÑOS.



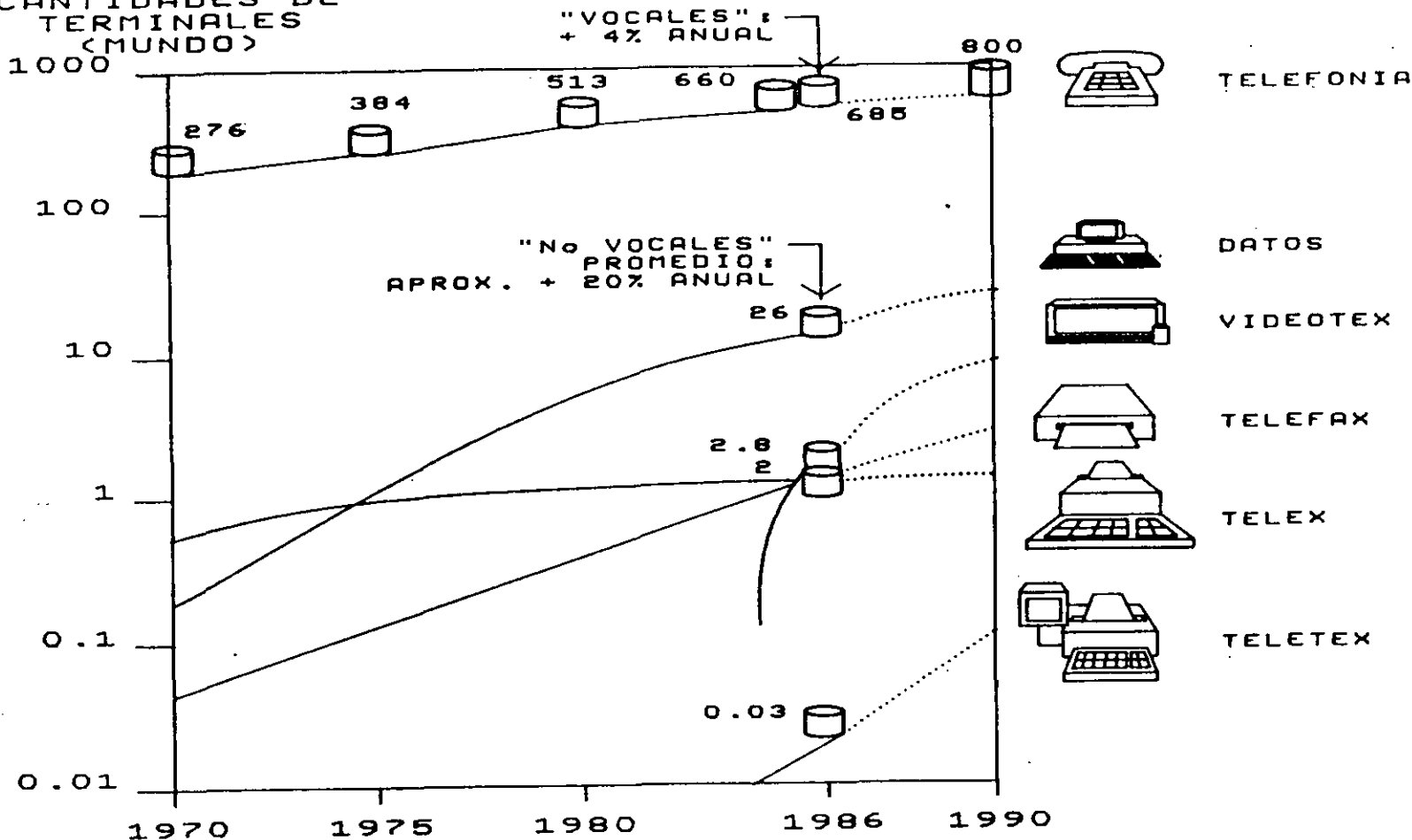
bh



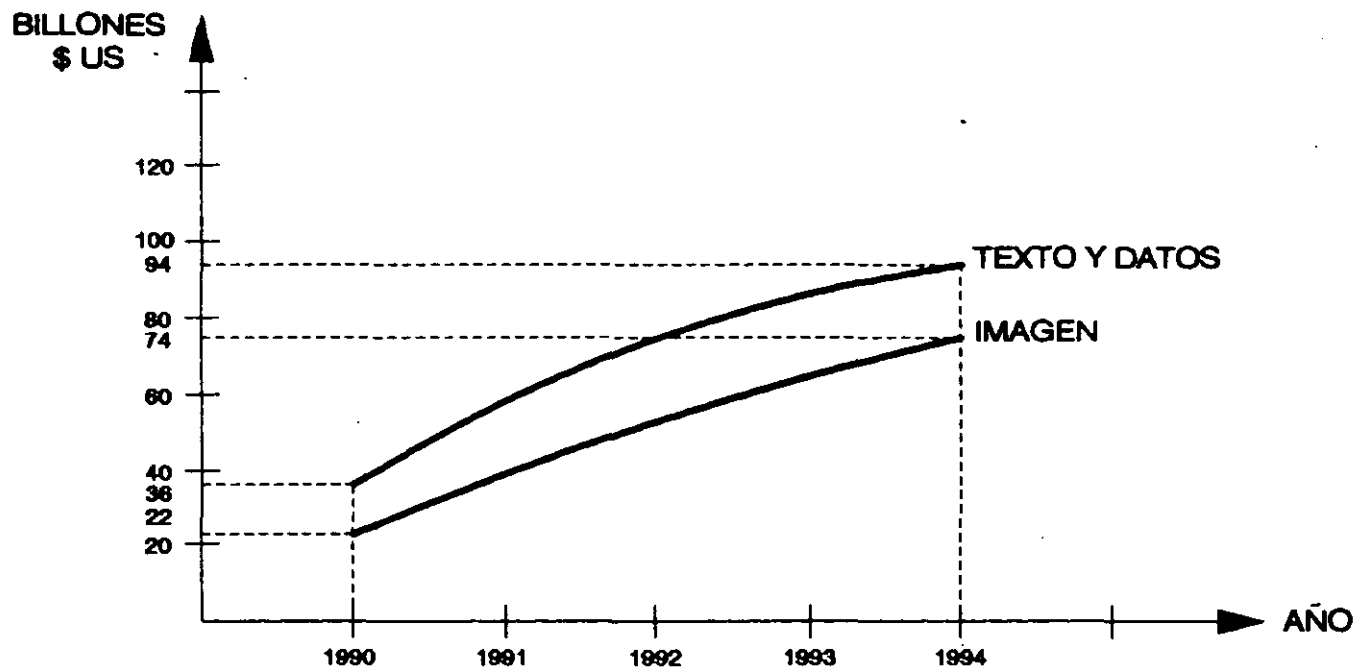
NY962

DESARROLLO TECNOLOGICO DE LAS CENTRALES TELEFONICAS.

CANTIDADES DE TERMINALES (MUNDO)



LOS SERVICIOS NO VOCALES MUESTRAN UNA TAZA DE CRECIMIENTO MUCHO MAYOR QUE EL TELEFONO.



### CRECIMIENTO DE LA DEMANDA DE SERVICIOS DE TEXTO, DATOS E IMAGEN

FUENTE: INSIGHT RESEARCH CORP. PARSIPPANY N.J.

R D S I

RED DIGITAL DE SERVICIOS INTEGRADOS

ESENCIALMENTE SE CARACTERIZA POR OFRECER CONEXION DIGITAL EXTREMO A EXTREMO, PARA UNA AMPLIA GAMA DE SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES "CON VOZ" Y "SIN VOZ" EN LA MISMA RED.

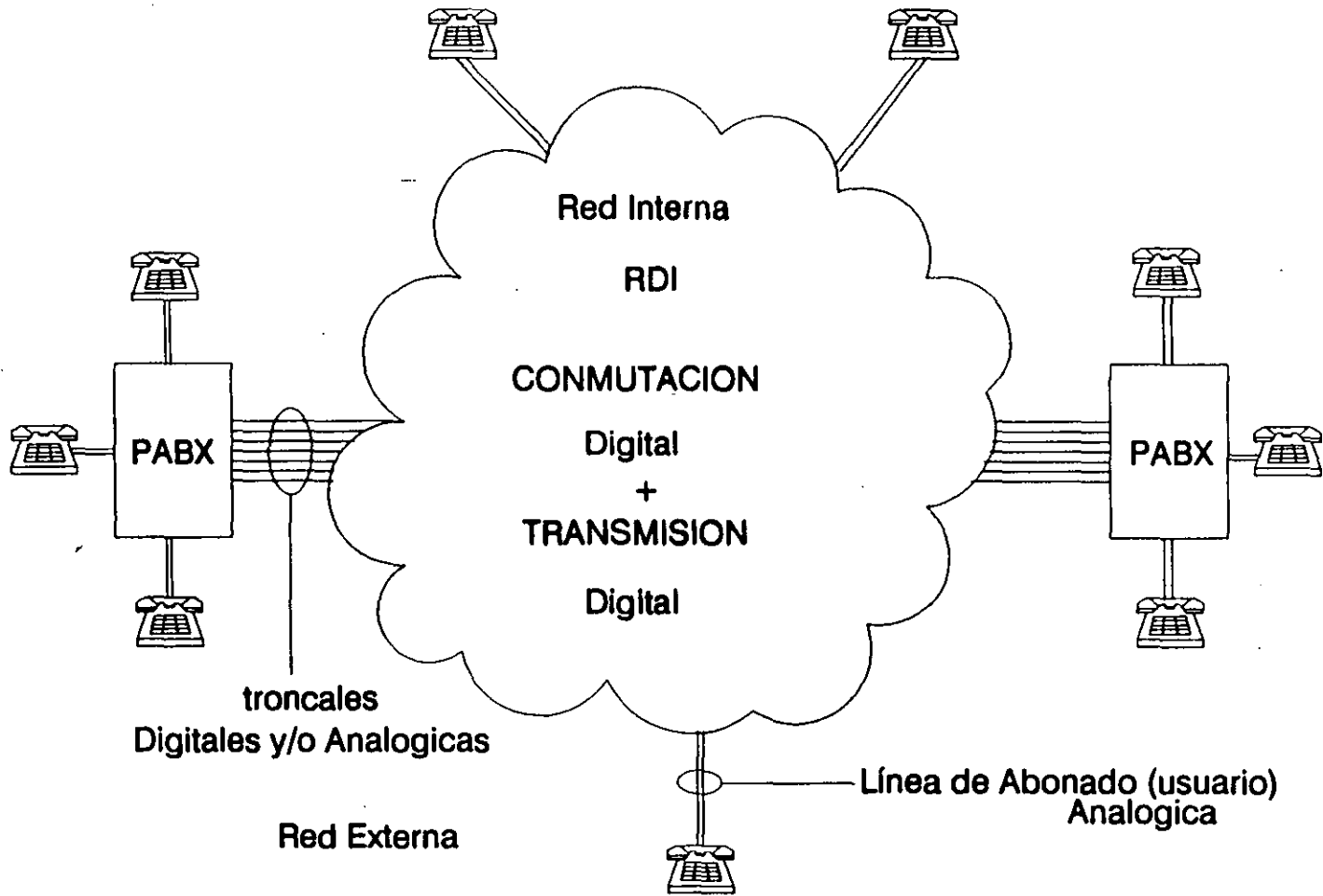
LA PRESTACION DE ESOS SERVICIOS DEBERA HACERSE MEDIANTE EL USO DE UN CONJUNTO LIMITADO DE TIPOS DE CONEXION Y CONFIGURACIONES DE INTERFASES USUARIO - RED.

# **VENTAJAS DE RDSI SOBRE EL DISEÑO TRADICIONAL DE REDES**

- **Mejor funcionamiento y costo efectivo menor que cualquier red especial actual**
- **Comunicación mas eficiente y amplia, esto se refiere a la posibilidad de emplear terminales multifuncionales y todos los servicios en un enchufe común, una sola linea y un solo número para llamada.**
- **Altas velocidades de transmisión ( 64 Kbps ) para la mayoría de los servicios de "no voz" comparados con las de los sistemas comúnmente disponibles.**
- **Una base ideal para el desarrollo de nuevos servicios de comunicación compatibles internacionalmente.**

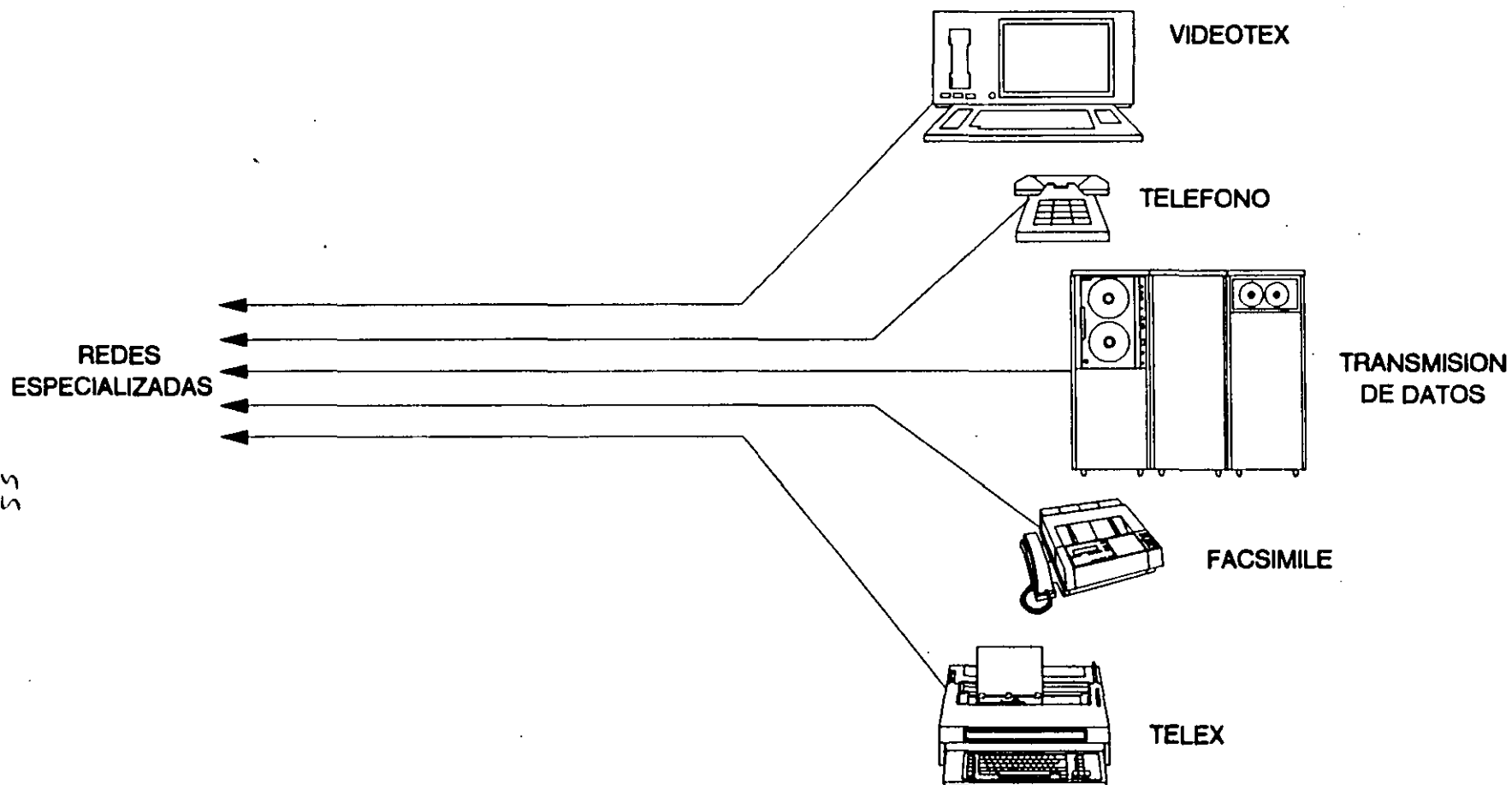
Este último aspecto es probablemente el más importante en término de las telecomunicaciones futuras.

# RED TELEFONICA



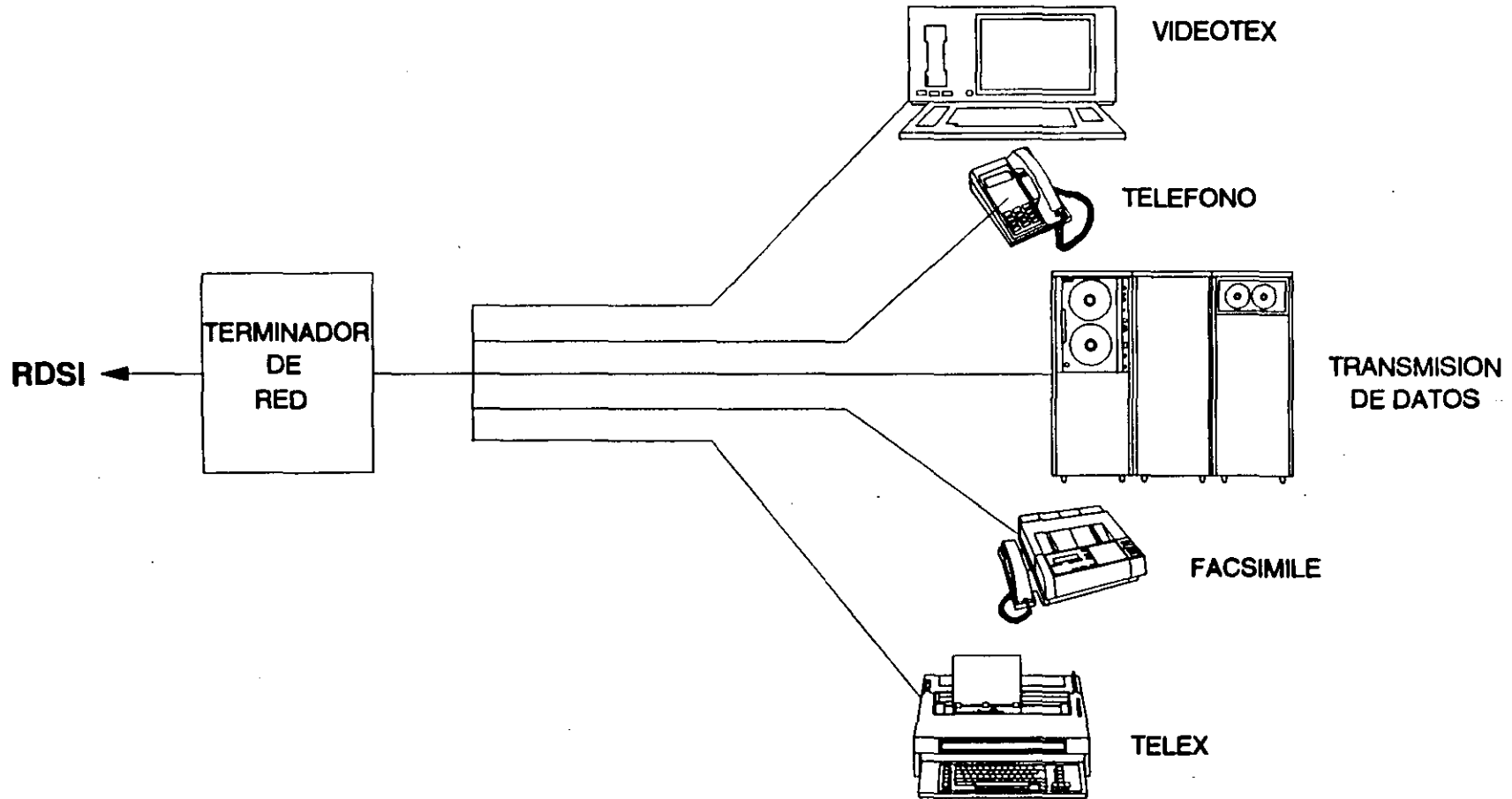
h5

# ACCESO A LOS SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES EN LA ACTUALIDAD



55

# ACCESO A LOS SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES CON LA RDSI



55



## **DEFINICION RDSI (Red Digital de Servicios Integrados)**

Es una red que proporciona conexión digital extremo a extremo para ofrecer una amplia gama de servicios de telecomunicaciones (existentes y por desarrollar) los cuales podrán ser accedidos a través de un conjunto reducido y normalizado de interfases, dicha red debe ser una evolución natural de la red telefónica mundial existente.

- a) Proporciona una conexión completamente digital entre usuarios.
- b) Soporte de amplio rango de aplicaciones de voz, datos y video en la misma red.
- c) Acceso a los servicios proporcionados por la red a través de un conjunto limitado de interfases.
- d) Soporte de conmutación de Circuitos y Paquetes.
- e) Velocidad estandar de transmisión.
- f) Uso de la planta externa existente.

BANDA ANGOSTA  
(NARROWBAND)

R D S I  
(ISDN)

SERVICIOS CON 64 Kbps, QUE  
INCLUYAN TELEFONIA, DATOS,  
TELETEXTO, VIDEOTEXTO  
FACSIMIL Y TELEMETRIA.

RDSI-BANCH:  
(WISDN)

SERVICIOS QUE MANEJAN  
2 Mbps, INCLUYEN VIDEO COM-  
PRIMIDO, TELEFONIA Y FACSIMIL  
RAPIDO.

BANDA ANCHA  
(BROADBAND)

RDSI-BANCH:  
(BISDN)

SERVICIOS QUE REQUIEREN MAS  
DE 2 Mbps Y HASTA 150 Mbps  
INCLUYEN VIDEO DE GRAN CALIDAD  
Y CON MOVIMIENTO TOTAL, VIDEO  
INTERACTIVO.

CUADRO 1

SE9847

BANDA ANGOSTA  
(NARROWBAND)

R D S I  
(ISDN)

SERVICIOS CON 64 Kbps, QUE  
INCLUYAN TELEFONIA, DATOS,  
TELETEXTO, VIDEOTEXTO  
FACSIMIL Y TELEMETRIA.

RDSI-BANCH:  
(WISDN)

SERVICIOS QUE MANEJAN  
2 Mbps, INCLUYEN VIDEO COM-  
PRIMIDO, TELEFONIA Y FACSIMIL  
RAPIDO.

BANDA ANCHA  
(BROADBAND)

RDSI-BANCH:  
(BISDN)

SERVICIOS QUE REQUIEREN MAS  
DE 2 Mbps Y HASTA 150 Mbps  
INCLUYEN VIDEO DE GRAN CALIDAD  
Y CON MOVIMIENTO TOTAL, VIDEO  
INTERACTIVO.

CUADRO 1

SE9B47

35

CANAL	VELOCIDAD DE TRANSMISION [ BIT RATE ]	ASOCIADO A:
B	64 Kbps	RDSI
D	16 Kbps y 64 Kbps	RDSI
E	64 Kbps	RDSI
H0	384 Kbps $\approx$ 6 B	RDSI-BANCH
H11	1536 Kbps $\approx$ 24 B	RDSI-BANCH
H12	1920 Kbps $\approx$ 30 B	RDSI-BANCH
*H2	30 a 45 Mbps	RDSI-BANCH
H21	30, 720 Kbps	RDSI-BANCH
H22	33, 792 Kbps	RDSI-BANCH
H23	44, 160 Kbps	RDSI-BANCH
*H3	60 a 70 Mbps	RDSI-BANCH
*H4	120 a 140 Mbps	RDSI-BANCH

\*NOTA: LA DEFINICION DEL CANAL H UNICO PARA RDSI-BANCH ES MUY DIFICIL Y LOS ESTUDIOS FUTUROS DEBEN CONCENTRARSE EN LA FAMILIA DE CANALES H; ES POSIBLE QUE LA VELOCIDAD DEL CANAL H4 SE AMPLIE A 150 Mbps. TODOS ESTOS ASPECTOS REQUIEREN MAYOR ESTUDIO.

NY9A83

TABLA 4 .- CANALES Y VELOCIDADES DE TRANSMISION ASOCIADOS A RDSI Y RDSI-BANCH.

# **A 64 kbit/s channel is very rich in information**

- 64 kbit/s = 8 kbytes/s = 8000 character/s**
- One full VDU display (24 lines of 80 characters each) may be filled in 0.25 seconds**
- The contents of a book of 200 pages may be transferred in one minute**

## Use of the D-channel

D-channel = 16 kbit/s, used for:

- signalling information for the B-channel
- alarm and telemetry information
- packet switched data

## Use of the B-channel

B-channel = 64 kbit/s, used for:

- PCM-coded digital voice
- circuit or packet switched data
- digital voice (less than 64 kbit/s) + circuit or packet sw. data
- digital facsimile
- wideband digital voice encoded at 64 kbit/s

## TIPOS DE ACCESOS A LA RDSI

### 1) Interfase de velocidad básica BRI (Basic Rate Interface)

$$2B + D$$

$$B = 64 \text{ Kbps}$$

$$D = 16 \text{ Kbps}$$

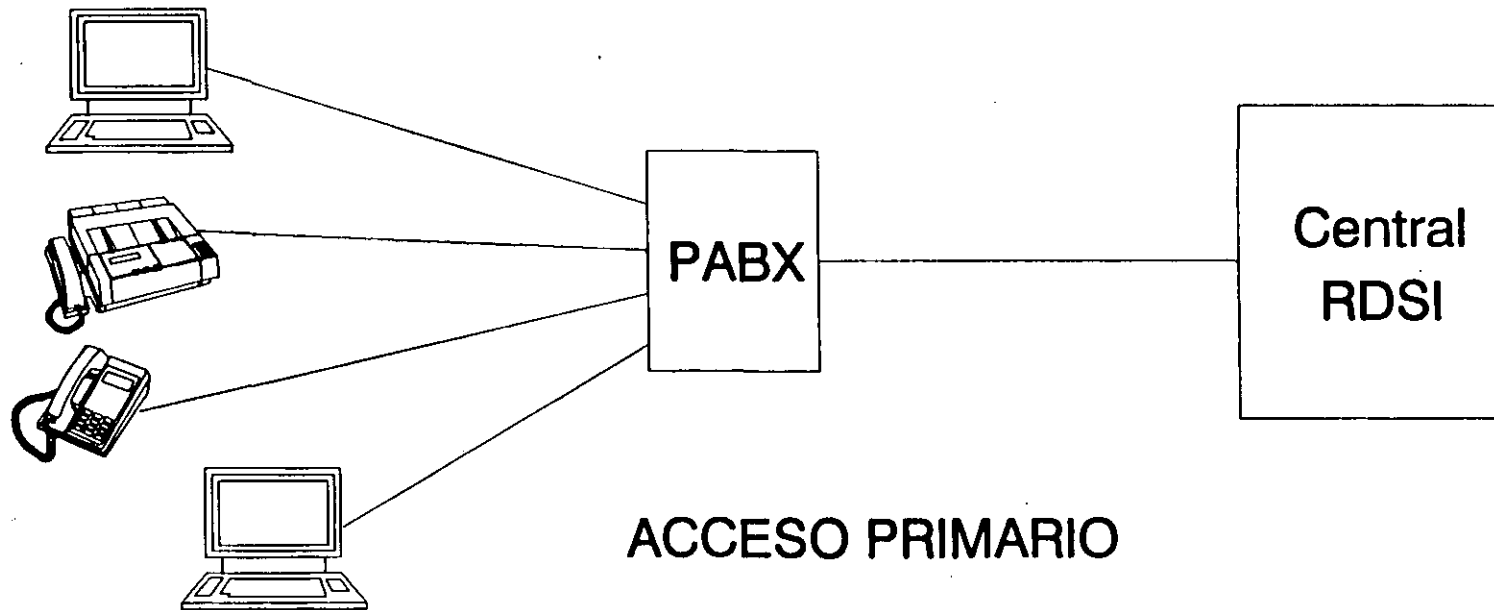
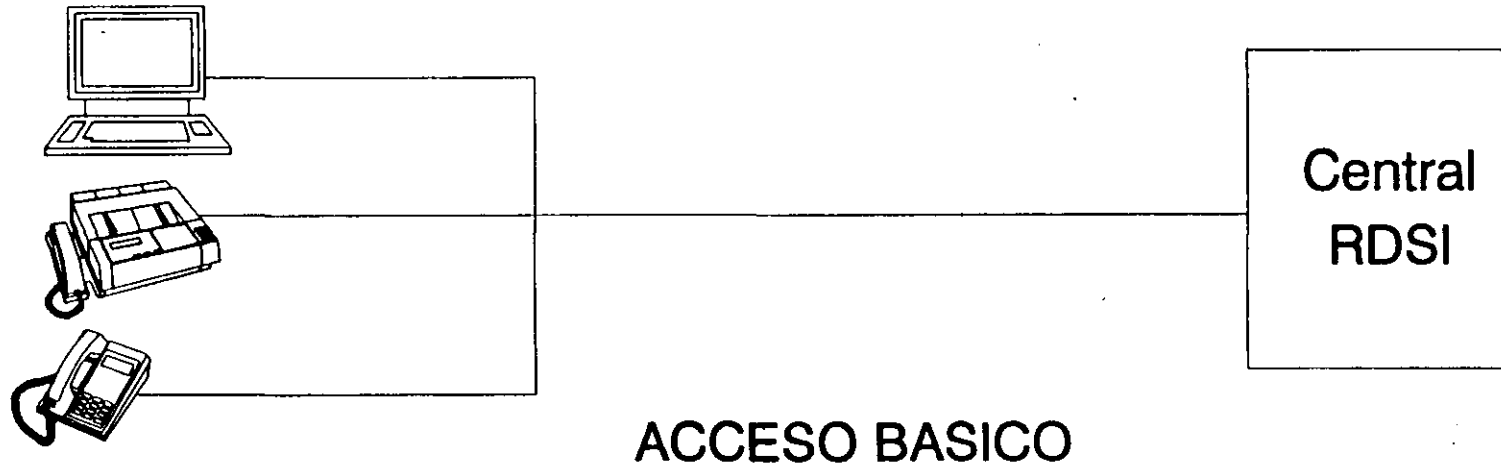
### 2) Interfase de velocidad primaria PRI (Primary Rate Interface)

$$30 B + D \quad \text{ó} \quad 23 B + D$$

$$B = 64 \text{ Kbps}$$

$$D = 64 \text{ Kbps}$$

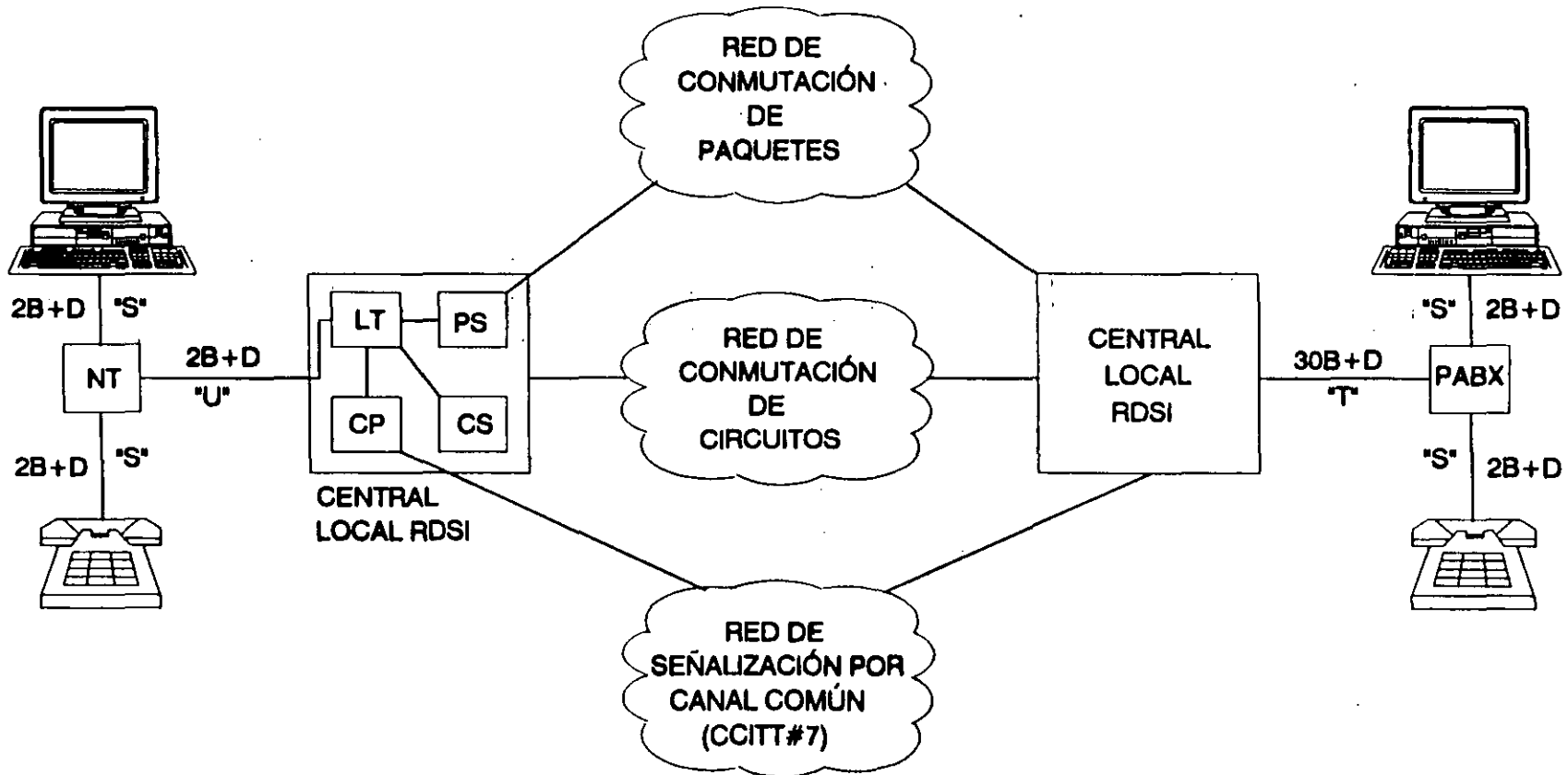
# TIPOS DE ACCESO A LA RDSI



62



# MODELO RDSI



CS = CONMUTACIÓN DE CIRCUITOS  
 CP = PROCESADOR DE LLAMADAS  
 LT = TERMINACIÓN DE LINEA  
 NT TERMINACIÓN DE RED  
 PS = CONMUTADOR DE PAQUETES

# **ORGANIZACIONES INVOLUCRADAS EN LA ESTANDARIZACIÓN DE RDSI**

## **A NIVEL MUNDIAL**

<b>CCITT</b>	<b>Comité Consultivo Internacional de Telegrafía y Telefonía</b>
<b>ISO</b>	<b>International Standards Organization</b>

## **EN EUROPA**

<b>CEPT</b>	<b>European Conference of Posts and Telecommunications Administrations</b>
<b>ETSI</b>	<b>European Telecommunications Standards Institute</b>

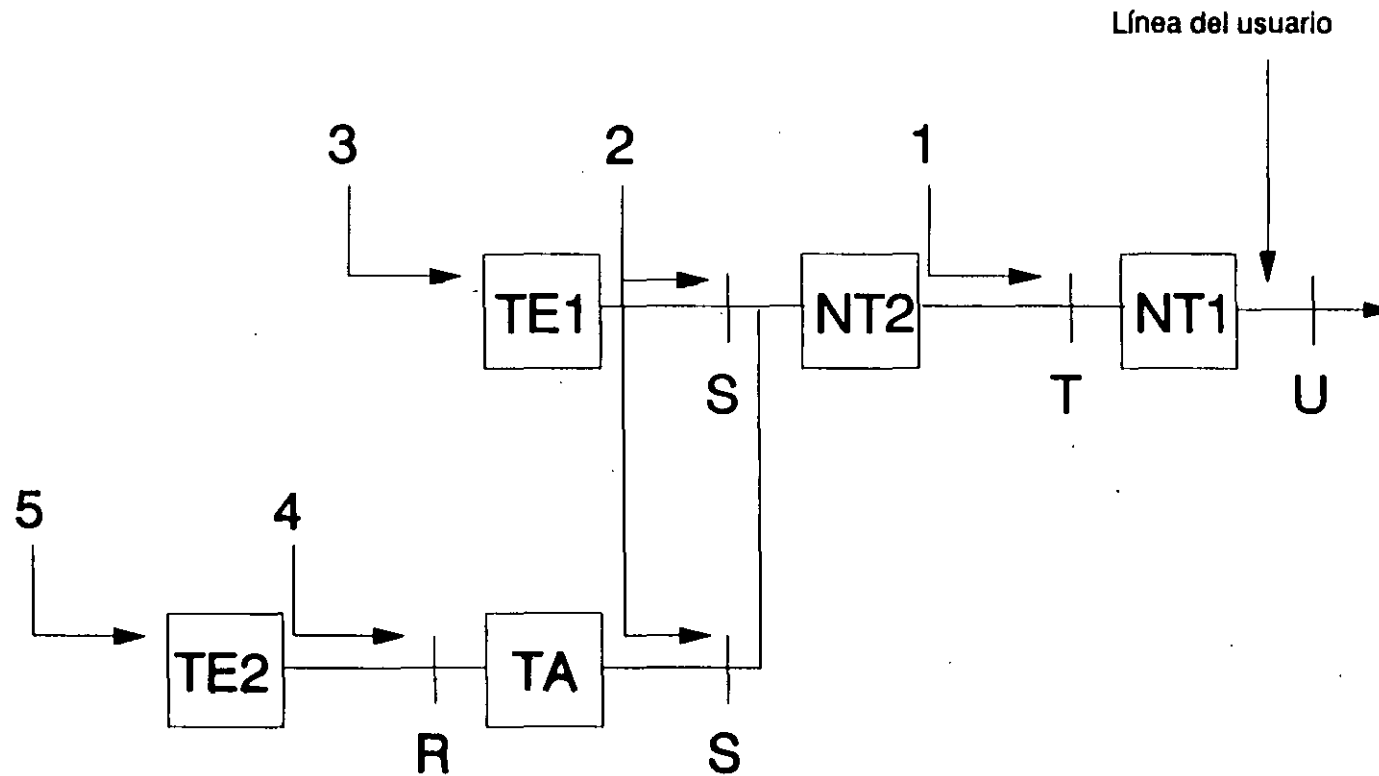
## **EN ESTADOS UNIDOS**

<b>ANSI</b>	<b>American National Standards Institute</b>
<b>EIA</b>	<b>Electronic Industries Association</b>
<b>BELLCORE</b>	<b>Bell Communications Research</b>

# **La Normalización de la RDSI por el CCITT gira en Torno a Tres Aspectos :**

- A) "LA NORMALIZACIÓN DE LOS SERVICIOS OFRECIDOS A LOS USUARIOS" CON EL FIN DE QUE ESTOS SERVICIOS SEAN COMPATIBLES EN EL PLANO INTERNACIONAL.**
- B) "LA NORMALIZACIÓN DE LAS INTERFASES USUARIO-RED", CON EL FIN DE QUE EL EQUIPO TERMINAL SEA TRANSPORTABLE, ADEMÁS DE FACILITAR EL ASPECTO DEL INCISO A.**
- C) "LA NORMALIZACIÓN DE LAS CAPACIDADES DE RED" EN LA MEDIDA NECESARIA PARA HACER POSIBLE EL INTERFUNCIONAMIENTO USUARIO-RED Y RED-RED PARA CONSEGUIR LAS NORMALIZACIONES DE LOS INCISOS A Y B**

## CONFIGURACION DE REFERENCIA PARA LAS INTERFASES USUARIO-RED EN LA RDSI



- |  |
|--|
| <p>① y ② Puntos de Acceso a servicios portadores.</p> <p>③ y ⑤ Acceso a los Teleservicios.</p> <p>④ Acceso para servicios X y V del CCITT.</p> |
|--|

- NT1 Terminación de línea, mantenimiento, temporización, alimentación, multiplexaje, terminación de línea.
- NT2 Protocolo, multiplexaje, conmutación y concentración.
- TE1 Equipo terminal diseñado para RDSI.
- TA Adaptador de terminales existentes (No RDSI).
- TE2 Terminales existentes (No RDSI).
- R,S,T y U Puntos de Referencia (Interfases).

**ET** EQUIPO TERMINAL(TE) : INCLUYE FUNCIONES QUE PERTENECEN EN SU MAYORIA A LA CAPA 1 Y ALGUNAS QUE PERTENECEN A LAS CAPAS SUPERIORES (**REC.X.200**). LAS FUNCIONES DEL **ET** SON :

- TRATAMIENTO DE PROTOCOLO
- FUNCIONES DE MANTENIMIENTO
- FUNCIONES DE INTERFASE
- FUNCIONES DE CONEXION CON OTROS EQUIPOS

**ET1** EQUIPO TERMINAL TIPO 1 "**RDSI**" : EQUIPO CON INTERFASE RDSI QUE PUEDE CONECTARSE EN LOS PUNTOS DE REFERENCIA **S** O **T** (EN CASO DE QUE EXISTA).

**ET2** EQUIPO TERMINAL TIPO2 "**NO-RDSI**" : EQUIPO CON INTERFASES COMO LA **V.24** (RS-232-C) O **X.21** Y QUE NECESITAN DE UN ADAPTADOR PARA CONECTARSE A LA RDSI EN EL PUNTO DE REFERENCIA **R**.

**AT.** ADAPTADOR DE TERMINAL(TA) :ADAPTADOR DE INTERFASE QUE PERMITE A UN **ET2**

**TR1** TERMINADOR DE RED 1: CONTIENE FUNCIONES QUE PERTENECEN A LA CAPA 1

- ACTIVACION Y DESACTIVACION DE LINEA
- FUNCIONES DE MANTENIMIENTO DE LINEA
- TERMINACION DE TRANSMISION DE LINEA

**TR2** TERMINADOR DE RED 2: CONTIENE FUNCIONES QUE PERTENECEN A LAS CAPAS 1, 2 Y 3 EJEMPLOS DE ESTOS EQUIPOS O COMBINACIONES QUE MANEJAN ESTAS FUNCIONES SON LAS REDES DE AREA LOCAL Y LOS PABXs. LAS FUNCIONES SON

- CONMUTACION
- CONCENTRACION
- FUNCIONES DE MANTENIMIENTO
- TRATAMIENTO DE PROTOCOLO DE LAS CAPAS 2 Y 3
- TERMINACION DE INTERFASE

**TR12** (SE LEE "UNO, DOS" NO "DOCE") UN SOLO DISPOSITIVO QUE COMBINA LAS FUNCIONES DEL **TR1** Y **TR2**

**TL** TERMINACION DE LINEA (LT): ES EL EQUIVALENTE DEL **TR1** EN LA CENTRAL; **TR1** Y **TL** CONCLUYEN EL ENLACE LOCAL EN SUS RESPECTIVOS LADOS.

**TC** TERMINACION DE CENTRAL (ET) : CENTRAL LOCAL DE CONMUTACION DE LAS PORTADORAS.

# **INTERFASE U**

TRANSMITE LOS BITS PROMEDIO DE ACCESO BASICO SOBRE EL PAR CONVENCIONAL DEL USUARIO.LA INTERFASE U DIFIERE DE LA S SOLO EN EL NIVEL 1.

**CARACTERISTICAS EN EL NIVEL 1:**

- **DOS HILOS SIMETRICOS**
- **RANGO:4Km (con calibre 26)**
- **8Km (con calibre 22)**
- **ACTIVACION Y DESACTIVACION CON BAJA ENERGIA**
- **TRANSMISION POR MEDIO DEL METODO DE CANCELACION DE ECO**
- **CODIGO DE TRANSMISION 2B1Q**

## **INTERFASE S:**

LA MAS IMPORTANTE DEL AMBIENTE RDSI YA QUE ES EL PUNTO DE ACCESO PARA TODOS LOS SERVICIOS DE LA RED; EMPLEA LAS CAPAS 1,2,3, PERMITIENDO ASI QUE SE DESARROLLEN TERMINALES COMPATIBLES PARA TODOS LOS SERVICIOS.

A) LA INTERFASE S MULTIPLEXA LOS DOS CANALES B Y EL D

B) LA INSTALACIÓN ES A CUATRO HILOS, CON ACOPLAMIENTO POR TRANSFORMADOR.

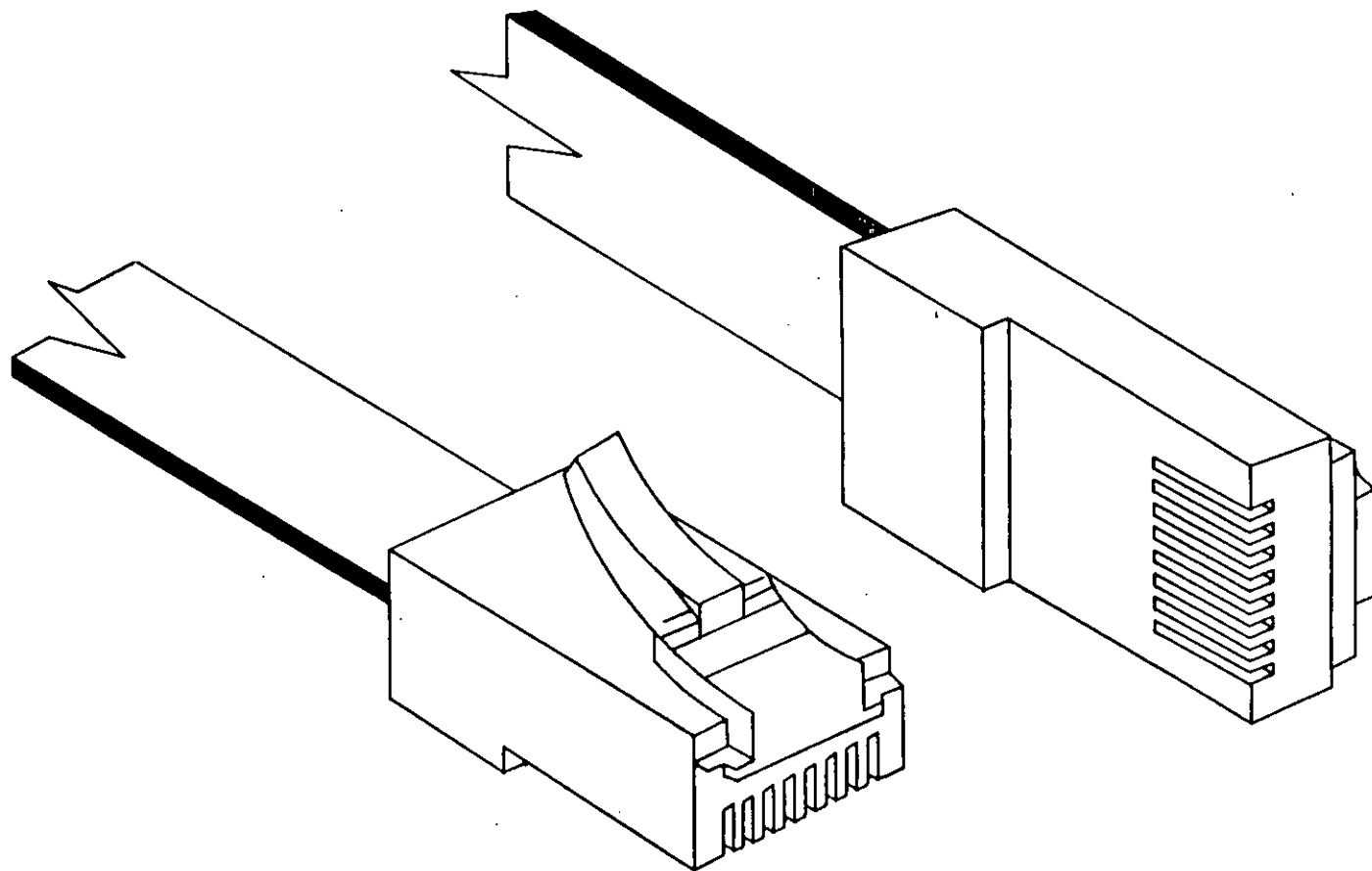
EN ESTA INTERFASE SE IMPLEMENTAN LAS CONFIGURACIONES SIGUIENTES

- **BUS PASIVO CORTO**
- **BUS PASIVO EXTENDIDO**
- **PUNTO A PUNTO**

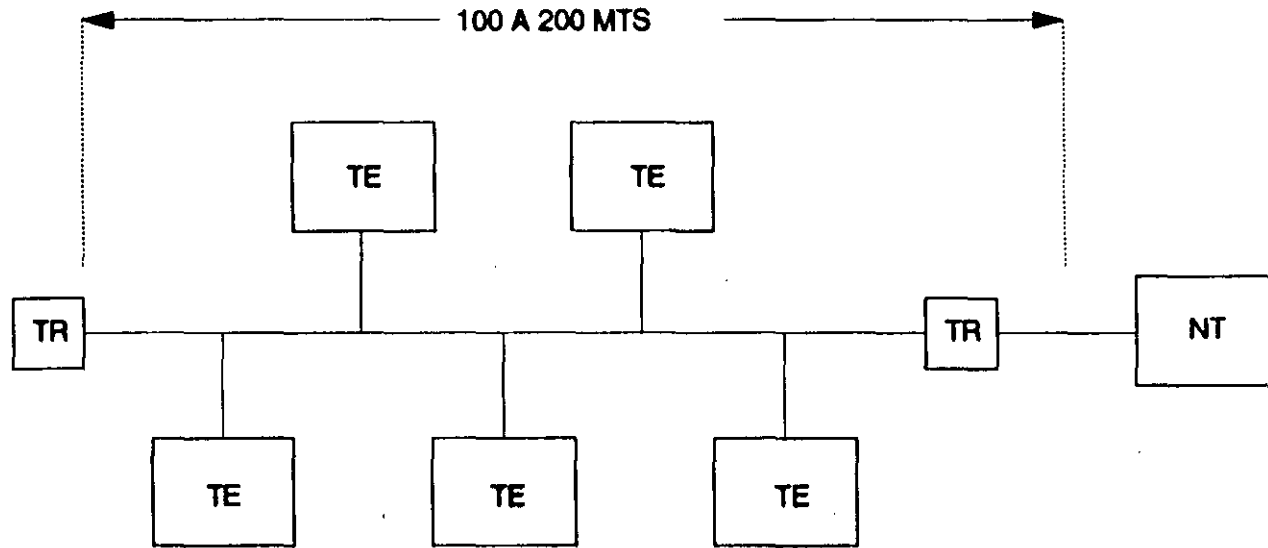
EN LAS CONFIGURACIONES BUS PASIVO SE TIENEN COMO MÁXIMO OCHO EQUIPOS TERMINALES, A UNA DISTANCIA DE 150 METROS APROXIMADAMENTE CON UN TIEMPO DE PROPAGACIÓN DE 2 MILISEGUNDOS.



# CONECTOR ISO-8877 (RJ45) PARA LA INTERFASE S

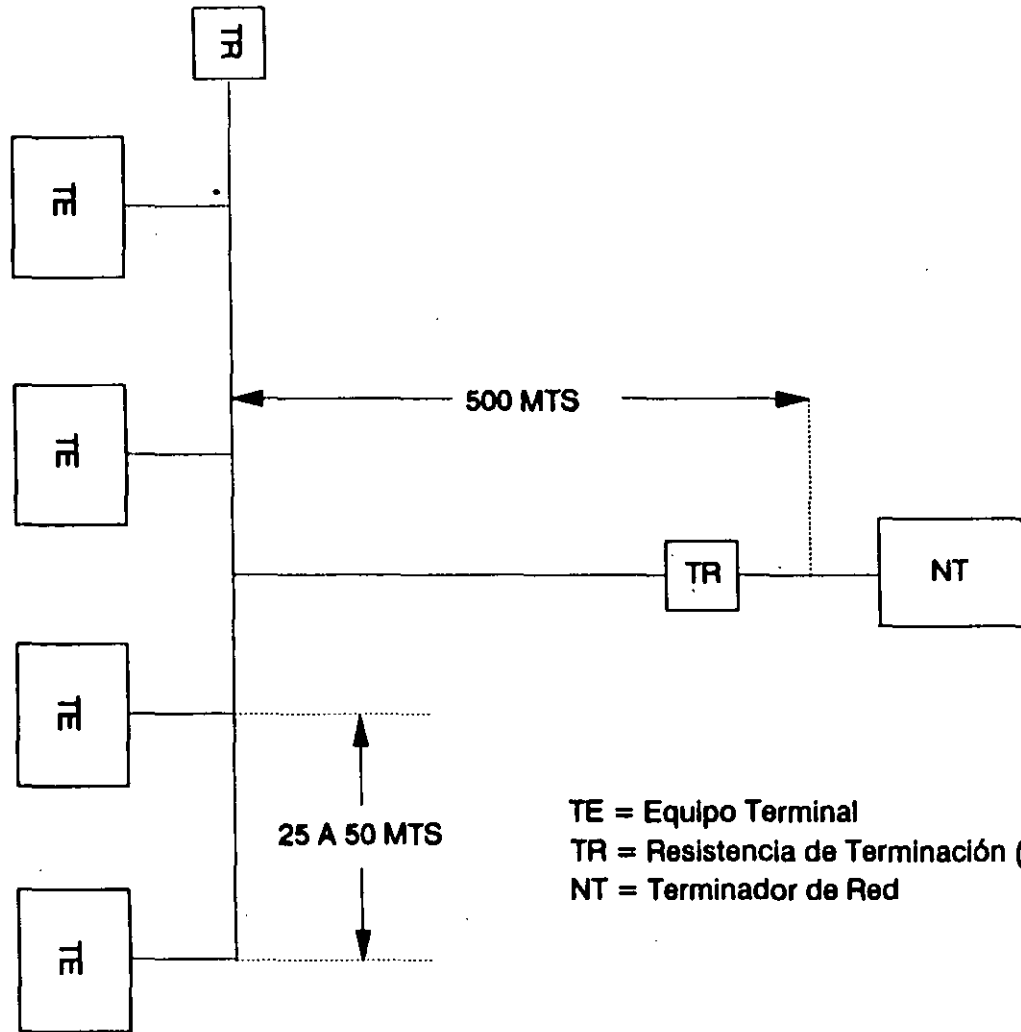


# CONFIGURACIÓN BUS PASIVO CORTO



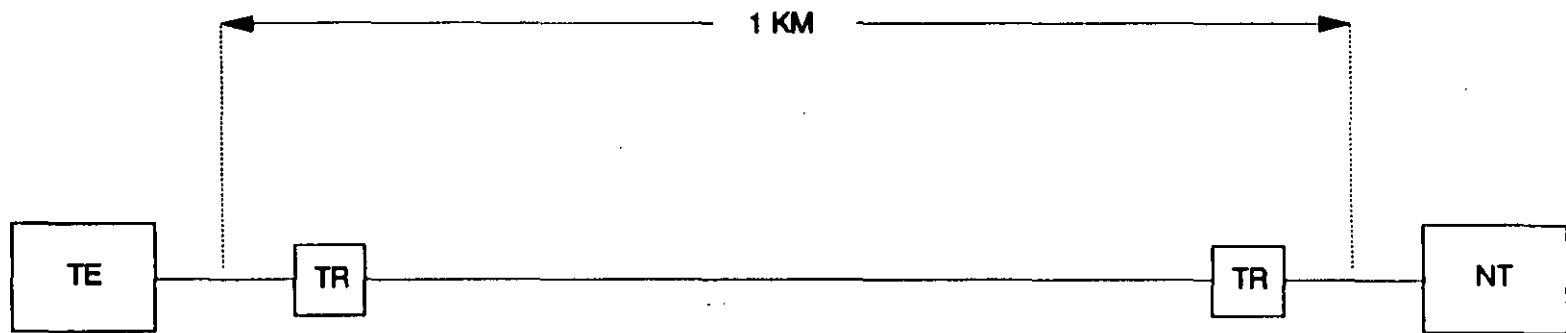
TE = Equipo Terminal  
TR = Resistencia de Terminación (100 Ohms + 5%)  
NT = Terminador de Red

# CONFIGURACIÓN BUS PASIVO EXTENDIDO



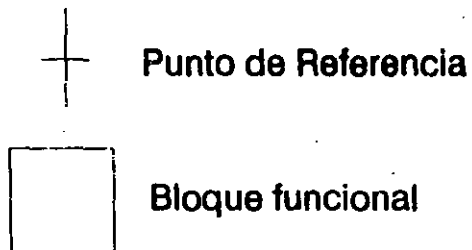
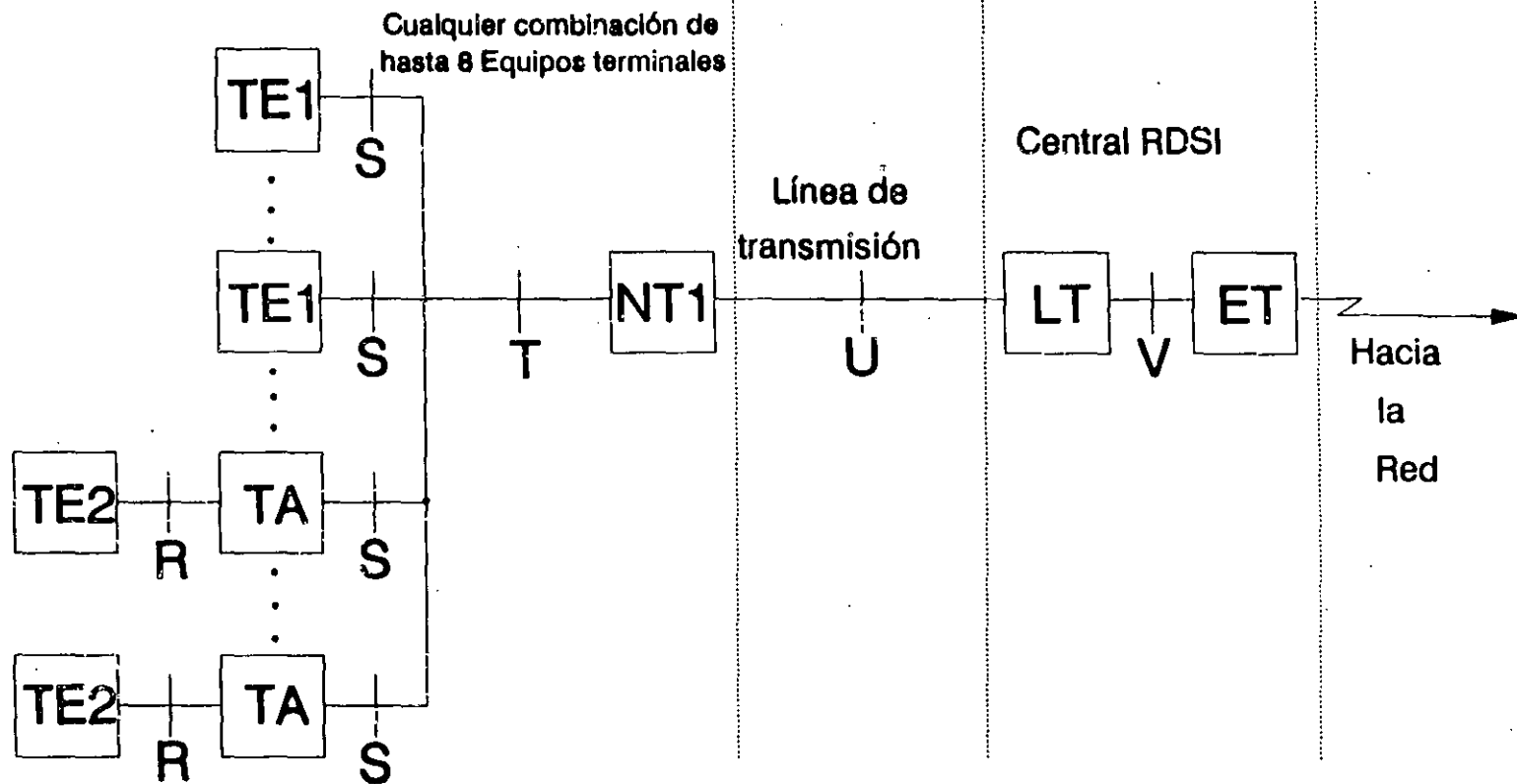
TE = Equipo Terminal  
TR = Resistencia de Terminación (100 Ohms + 5%)  
NT = Terminador de Red

# CONFIGURACIÓN PUNTO A PUNTO



TE = Equipo Terminal  
TR = Resistencia de Terminación (100 Ohms + 5%)  
NT = Terminador de Red

# EJEMPLO DE LA CONEXION DE UN USUARIO A LA RDSI



- ET Terminador de Central
- LT Terminador de línea
- NT1 Terminador de Red 1
- TE1 Equipo terminal compatible con RDSI
- TE2 Equipo terminal no compatible con RDSI
- TA Adaptador de terminal



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

**CURSOS ABIERTOS**

**III. CURSO INTERNACIONAL DE COMUNICACIONES**

**MODULO IV  
REDES DIGITALES: ACTUALIDAD Y PERSPECTIVAS**

**INTERFASE U DE RDSI**

**ING. DANIEL REYES.**

**NOTA: ESTE MATERIAL SE ENTREGARA POSTERIORMENTE.**

# La interfaz de usuario

Carlos E. Hirsch Ganievich  
Sección de Comunicaciones  
CINVESTAV

## 7.- CONFIGURACION DE REFERENCIA DE LA INTERFAZ USUARIO-RED.

Una configuración de referencia es una herramienta conceptual, que se utiliza para definir diversas posibilidades de conexión en una red, se basan en puntos de referencia y grupos funcionales, como se muestra en la figura 7.

Los grupos funcionales corresponden a un conjunto de funciones, normalmente alojadas en un mismo equipo, de acuerdo con:

- TL = Terminador de Línea. Físicamente ubicado en la central, realiza funciones de nivel 1, transmisión, alimentación, mantenimiento, desactivación, activación, supervisión.
- TR1 = Terminador de Red 1. Físicamente ubicado en el domicilio del abonado, agrupa funciones de nivel 1, terminación de línea, extracción de la temporización, monitoreo de la transmisión, alimentación y funciones de mantenimiento.
- TR2 = Terminador de Red 2. Agrupa funciones de nivel 2 y 3, conmutación, concentración, multiplexaje, y puede actuar como PBX, red de área local, etc. Este equipo puede no existir, en la configuración más sencilla, en cuyo caso los puntos S y T se juntan en uno solo.
- ET1 = Equipo Terminal compatible con las recomendaciones de RDSI especialmente en lo que se refiere al bus S/T. Comprende funciones en todos los niveles del modelo de capas.
- ET2 = Equipo Terminal no RDSI, que requiere un adaptador de terminal (AT) para funcionar (por ejemplo, un teléfono analógico, o una terminal con interfaz RS232).

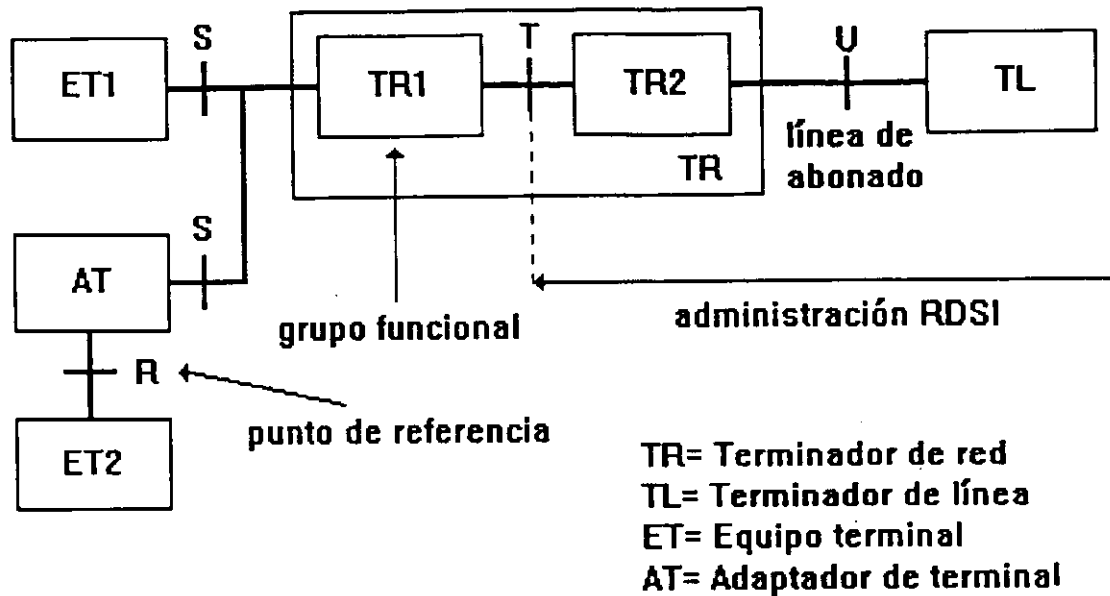


Figura 7. Grupos funcionales y puntos de referencia en la interfaz usuario-red.

Los puntos de referencia, son puntos teóricos que separan grupos funcionales. Pueden corresponder o no, a interfaces físicamente existentes.

La denominación de Terminador de Red, se escogió debido a que en las proposiciones iniciales se ideó el punto de referencia T, como límite de la propiedad y responsabilidad de la administración que presta el servicio y por lo tanto el equipo TR1 pertenece a la administración y la interfaz U (la línea de abonado) es interna de la red y no se piensa recomendar.

Es importante destacar que, desde el punto de vista del usuario, la RDSI queda totalmente definida por los atributos que definen las características físicas y funcionales del interfaz de usuario (interfaz S). Conceptualmente, una terminal RDSI debe utilizar el mismo interfaz S tanto para conectarse directamente a la red pública, como para conectarse a un conmutador privado. Una misma terminal de abonado puede utilizarse en cualquier sistema RDSI.

En 1987 la FCC (Federal Communication Commission) organismo regulador de las comunicaciones en EE.UU., reglamentó que el equipo TR1, podía ser provisto por el usuario y por lo tanto, el punto de referencia U, pasó a ser el acceso de usuario y comenzó el proceso de normalización para EE.UU. Las posibles consecuencias de esta decisión se analizan con más detalle en el punto 10.



## 8.- CANALES Y ESTRUCTURA DE LAS INTERFACES.

Se denomina canal, a una parte específica de la capacidad de transmisión de un intrefaz. Los siguientes canales han sido definidos para RDSI, de acuerdo a la recomendación I.412.

B = 64 kb/s acompañado de temporización, para transporte de información.

D = 16 kb/s (acceso básico) o 64 kb/s (acceso primario) para señalización y datos en modo de paquetes.

H0 = 384 kb/s (6 canales B) para sonido de alta calidad y otros usos.

H11= 1536 kb/s (24 B) para video y otros usos

H12= 1920 kb/s (30 B) para video y otros usos

destacándose que los canales H no son conmutados y deben acompañarse de temporización. La definición de canales de mayor velocidad se encuentra en estudio.

Con objeto de limitar el número de interfaces de usuario se ha escogido un conjunto de combinaciones de canales recomendadas, denominadas estructuras de interfaz.

Interfaz de acceso básico: Con estructura 2B + D y una capacidad de transmisión de información de 144 kb/s. El canal D tiene una velocidad de 16 kb/s. La RED puede no soportar toda la capacidad dependiendo de la administración, pero siempre conserva una velocidad de transmisión de 192 kb/s en la interfaz S/T.

Interfaz de acceso primario: Que corresponde al primer nivel de la jerarquía digital y presenta 2 opciones (1544 y 2048 kb/s) de acuerdo a los equipos utilizados en los diversos países. Esta interfaz sólo se utiliza en configuración punto a punto y no maneja ningún mecanismo de activación. El canal D es de 64 kb/s.

La estructura de las interfaces de acceso primario se recomienda con los siguientes formatos:

sistemas de 1.544 Mb/s

23 B + D  
24 B  
4 H0  
3 H0 + D  
H11

sistemas de 2.048 Mb/s

30 B + D  
31 B  
5 H0 + D  
H12 + D

Todas las interfaces definidas son multipropósito, en el sentido de que soportan todos los servicios ofrecidos por la red, con la única limitante de su capacidad de transporte.

Todos estos canales e interfaces soportan aplicaciones de banda angosta, se encuentran en estudio recomendaciones para interfaces de banda ancha a más de 100 Mb/s (para aplicaciones de televisión digital, por ejemplo). También se encuentran en estudio canales conmutados a velocidades menores a 64 kb/s (32, 16 y 8 kb/s). Dados los métodos de compresión de voz disponibles y la utilidad de contar con canales de datos a bajas velocidades, se evalúa la posibilidad de utilizar técnicas de conmutación de paquetes cortos, multiplexaje por división en tiempo asíncrono y otras, para resolver el problema de conmutación a velocidades menores a 64 kb/s.

Debe distinguirse entre capacidad de transporte de información (caudal) y velocidad de transmisión de la línea, para cada uno de los tipos de acceso en la interfaz S/T.

		Capacidad de transporte de información		velocidad de transmisión	
acceso	básico	144	kb/s	192	kb/s
acceso	primario	1536	kb/s	1544	kb/s
		1920	kb/s	2048	kb/s

## 9.- INTERFACES DE USUARIO.

### 9.1.- Interfaz de acceso básico. Nivel físico. (recomendación I.430).

Esta interfaz utiliza un par metálico simétrico para cada dirección de transmisión y dos pares opcionales para alimentación. El conector recomendado (2), corresponde a la norma IS8877 de la ISO y puede verse en la figura 8. Utiliza obligatoriamente los cuatro terminales centrales para transmitir y recibir la señal en forma balanceada con alimentación en circuito fantasma, esto permite alimentación remota (desde la red) en caso de emergencia.

Los 4 terminales externos, son opcionales y se utilizan para alimentación normal en varias configuraciones. La utilización del mismo conector para acceso primario, se encuentra en estudio.

El ET se basa preferentemente en la detección de las fuentes 1 y 2, para determinar su estado de conexión y envía la correspondiente información de su estado a la entidad de gestión.

Los pares 3-4 y 5-6 están destinados a la transmisión bidireccional de la señal digital y pueden proporcionar alimentación en circuito fantasma de TR a ET (fuente 1).

Los pares 1-2 pueden proporcionar energía de TR a ET (fuente 2) o de ET a TR (fuente 3).

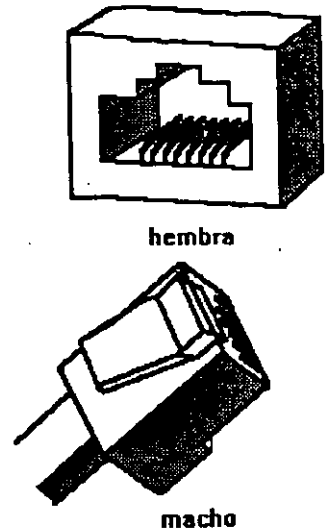
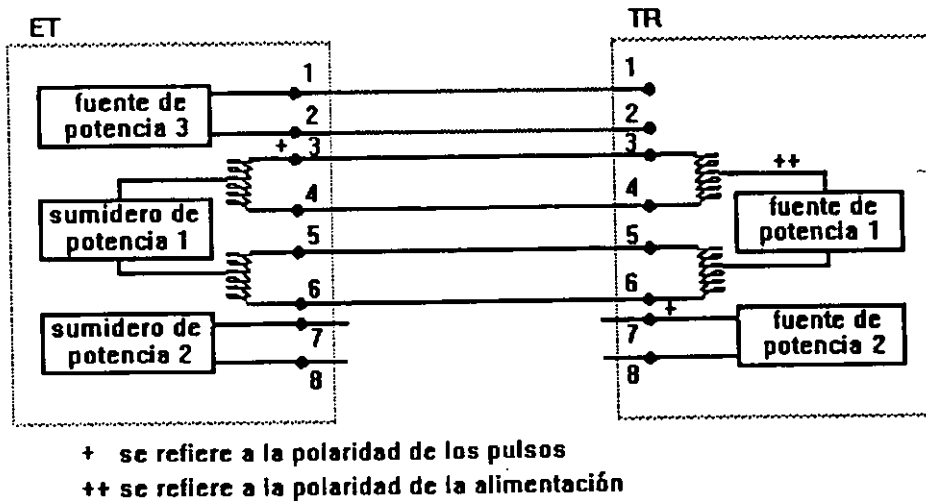


Figura 8. Conector RDSI.

En cuanto a los tipos de conexión recomendados para acceso básico existen: punto a punto, bus pasivo corto y bus pasivo extendido (ver figura 9).

En la conexión punto a punto, limitada a 6 dB de atenuación, la terminal puede estar colocada hasta a 1000 m del terminador de red y puede conectarse sin tomar en cuenta la polaridad. En el bus pasivo la ubicación de los terminales (hasta un máximo de 8) está restringido por la dispersión de los pulsos transmitidos simultáneamente en el mismo par y la longitud se limita a 100 - 200 m, según la impedancia del cable y con una colocación arbitraria de las terminales.

En la opción de bus extendido, las terminales se encuentran agrupadas a no más de 50 m entre ellas, con cables de conexión menor a 10 m y pueden ubicarse hasta a 500 m del TR.

La impedancia resistiva que debe terminar el bus es de 100 ohms en cada extremo.

Para la interfaz de acceso primario sólo se ha recomendado la configuración punto a punto y el nivel físico se encuentra detallado en la recomendación I.431.

Para todos los accesos, el TR deriva su temporización de la red y el ET obtiene su temporización de la señal recibida del Terminador de Red.

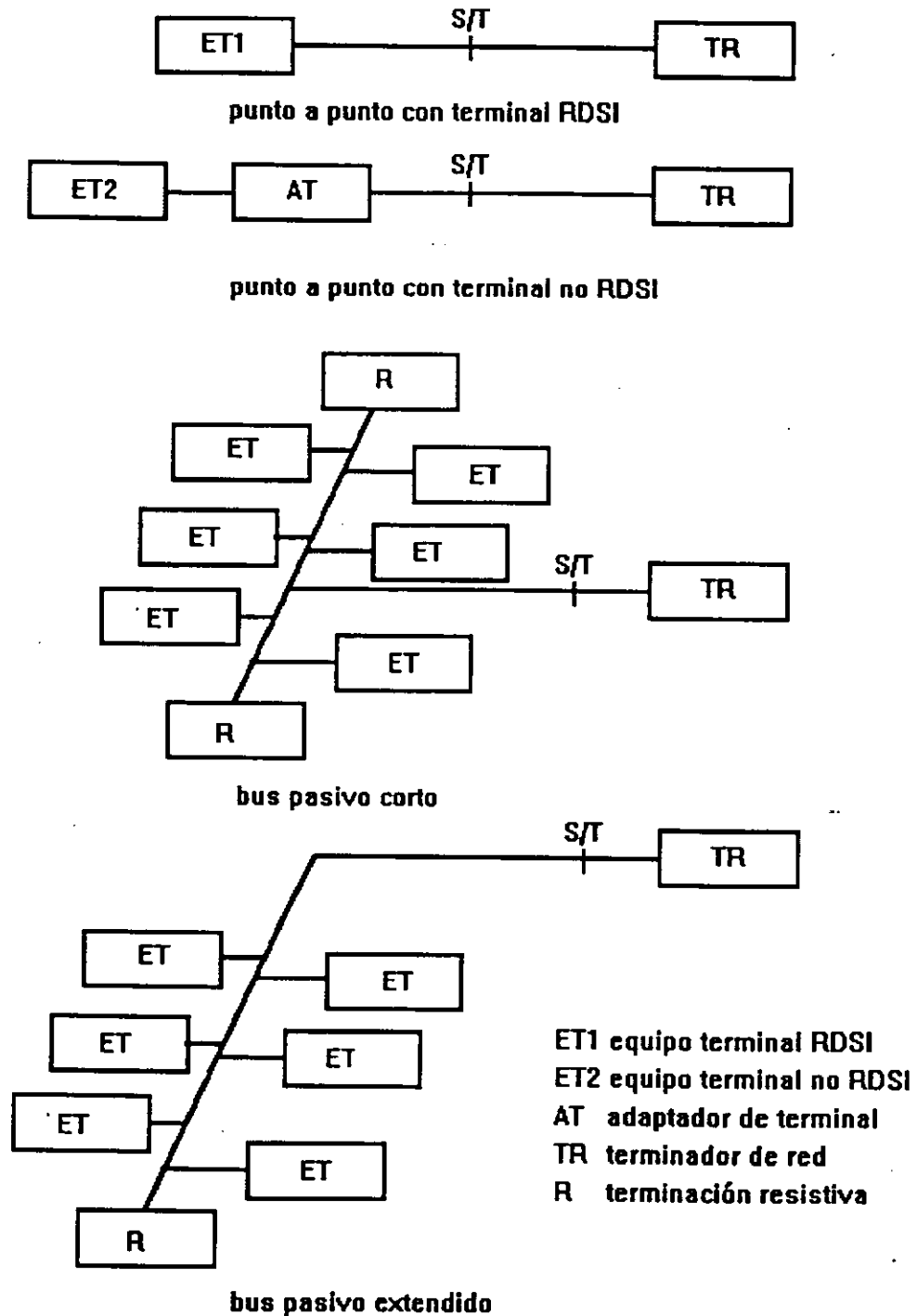


Figura 9. Tipos de conexión en la interfaz S/T.

La capa 1 proporciona los siguientes servicios:

- \* Capacidad de transmisión. Dos canales B y un D, con su correspondiente temporización y sincronización.
- \* Activación y desactivación. Señalización y procedimientos para que los TR y ET puedan ponerse en modo de bajo consumo cuando no haya llamadas en curso.
- \* Acceso ordenado al canal D. Se basa en un canal de eco y mecanismos de prioridad.
- \* Funciones de mantenimiento.
- \* Indicación de estado. Cuenta con mecanismos de detección de la condición conectado/desconectado, a partir de la alimentación.
- \* Alimentación de energía.

Dado que varias terminales pueden transmitir simultáneamente en el mismo bus (el mismo par) se escogió una técnica de multiplexaje por división de tiempo, cuya estructura de trama contiene 48 bits, su velocidad binaria es de 192 kb/s y se muestra en la figura 10.

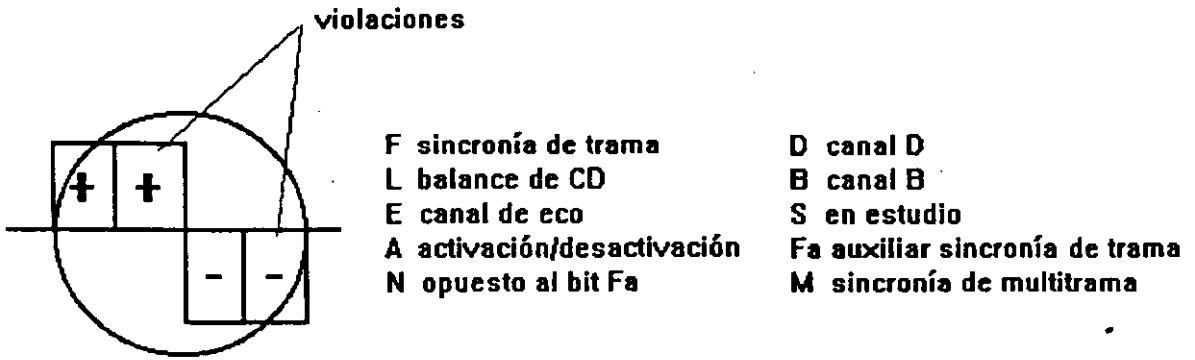
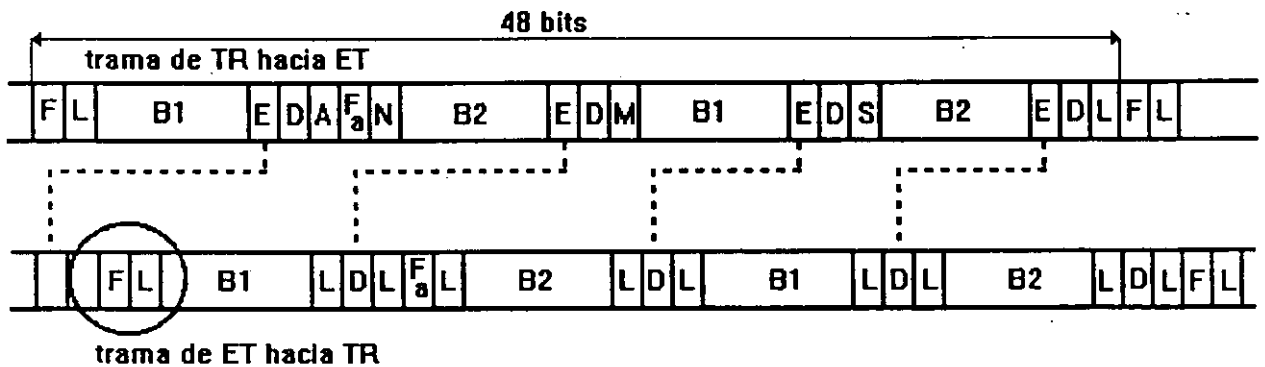


Figura 10. La trama en la interfaz S/T.

El bit F, es un cero binario y siempre se codifica como una violación al código de línea.

El bit L, mantiene el balance de C.D. para un cierto conjunto de bits precedentes. Su valor lógico será un "uno" si los bits que se tratan de equilibrar contienen un número par de "ceros" (paridad par).

Los bits B1, B2 y D, transportan la información de sus respectivos canales.

El bit E, es el eco de lo que TR ha recibido en el último bit D.

El bit A, provee un mecanismo de activación y desactivación por señalización dentro de trama.

El bit Fa, es un auxiliar para alineación de trama. En el sentido TR a ET, Fa o N aseguran que existirá una violación al código antes del bit 15, ya que uno de los dos siempre será un cero lógico. En el sentido ET a TR, Fa es normalmente un cero lógico y asegura una violación, excepto cuando se utiliza como bit Q (se explica posteriormente). Fa y L siempre tienen el mismo valor lógico.

El bit N, es siempre el complemento lógico de Fa.

El bit M, se utiliza para alineación de multitrama y se explica posteriormente.

El bit S, se encuentra en estudio y provisionalmente se pone a cero.

Se utiliza también una estructura de multitrama, con el objeto de proporcionar una canal extra de 800 b/s para señalización de nivel 1, en la dirección ET a TR, utilizando el bit Fa. Cuando se utiliza este canal, el bit se denomina Q. La utilización del bit Q y el bit M son opcionales.

Se denomina bit Q, al quinto Fa de cinco tramas consecutivas y se identifican en el ET, cuando TR invierte el valor de Fa. Una estructura adicional, que agrupa 4 bits Q, se logra cuando TR transmite el bit M con valor uno lógico cada 20 tramas. Esta estructura de multitrama se muestra en la tabla siguiente:

trama número	ET bit Fa	TR bit Fa	TR bit M
1	Q1	1	1
2	0	0	0
3	0	0	0
4	0	0	0
5	0	0	0
6	Q2	1	0
7	0	0	0
8	0	0	0
9	0	0	0
10	0	0	0
11	Q3	1	0
12	0	0	0
13	0	0	0
14	0	0	0
15	0	0	0
16	Q4	1	0
17	0	0	0
18	0	0	0
19	0	0	0
20	0	0	0
1	Q1	1	1
2	0	0	0

Sólo una terminal, por vez, puede transmitir, en un canal B, y en general, el lado RED es el encargado de autorizar el acceso al canal. Cuando un canal B no está en uso, el ET debe transmitir unos binarios.

La solicitud de acceso, (descrito en las recomendaciones I.450 e I.451), se realiza a través del canal D.

Todas las terminales deben estar sincronizadas, en modo esclavo, al terminador de red, de modo que no se interfieran mutuamente.

Cualquier terminal puede transmitir en el canal D, y debe utilizarse algún mecanismo de contención, para resolver los casos de conflicto, este mecanismo asegura que aun en caso de colisión un equipo logrará transmitir exitosamente.

El mecanismo utilizado para el acceso al canal D se apoya en la utilización de un bit de eco (E), en el que TR repite lo que recibe en su canal D, de modo que antes de transmitir el siguiente bit D, todas las terminales deben haber recibido el eco del bit anterior.

Para comenzar a transmitir una terminal debe verificar que el canal D se encuentra libre, o sea esperar la aparición de una "cantidad determinada" de unos. El nivel 2 del protocolo del canal D, asegura que nunca aparezca esa cantidad de unos, durante una transmisión.

Una vez que se detecta el canal libre, la terminal puede comenzar a transmitir, pero escuchando su propio eco.

Si existiera alguna discrepancia entre el bit transmitido y el recibido en el canal de eco, se detiene inmediatamente la transmisión (pues es evidencia de que simultáneamente más de una terminal comenzó a transmitir) y se espera nuevamente por el indicador de canal libre.

Las características eléctricas de bus, hacen que un "cero" binario prevalezca sobre un "uno" binario transmitido. De modo que, no ocurra nunca una interferencia destructiva y el protocolo de nivel 2, asegura que como máximo al tercer octeto transmitido sólo una terminal estará usando el canal D y podrá terminar su transmisión exitosamente.

Por medio de una asignación de prioridades (la cantidad de unos para decidir canal libre) se asegura el uso equitativo del canal D, para todas las terminales. Una vez que un equipo ha terminado una transmisión exitosa, debe esperar un bit más para transmitir nuevamente, y del mismo modo se asegura que la señalización tenga mayor prioridad sobre otro tipo de información.

---

Prioridad	Contenido	Cuenta Normal	Cuenta Larga
1	señalización	8	9
2	no señalización	10	11

---

Una vez que se detecta la ocurrencia de la cuenta larga, o sea que todos los ET han tenido oportunidad de transmitir en el canal D, las terminales regresan su prioridad a la cuenta normal y pueden volver a transmitir.



Las características de la interfaz de acceso básico pueden resumirse en:

- \* Transmisión en 4 hilos, acoplamiento con transformador.
- \* Velocidad nominal de transmisión 192 kb/s.
- \* Longitud de trama 48 bits (ver figura 10).
- \* Código de línea Inversión Alternada de Espacios (ASI) con 100% de ciclo útil.

binario	codificado ASI
0	+0.75 V o -0.75 V
1	0 V

- \* Sincronía de trama por violaciones al código de línea (dos ceros binarios con la misma polaridad) al inicio de cada trama.
- \* Nivel de los pulsos 750 mV pico, los ceros binarios prevalecen sobre los unos binarios.
- \* Alimentación en varias configuraciones (-40V).
- \* Consumo (alimentados de la fuente 1 en estado limitado)
  - máximo activo: 380 mW.
  - máximo inactivo: 25 mW.alimentados de la fuente 1 en estado normal
  - máximo activo: 1 W
  - máximo inactivo: 100 mW
- \* Activación y desactivación por señalización dentro de la trama (bit A).
- \* Configuraciones: punto a punto, bus pasivo corto y bus pasivo extendido.

Como puede observarse la estructura de la trama no es simétrica, en una dirección TR transmite un bit de paridad al final de cada trama, mientras que en la dirección opuesta, cada ET es responsable de transmitir un bit de paridad en cada campo de la trama que esté utilizando.

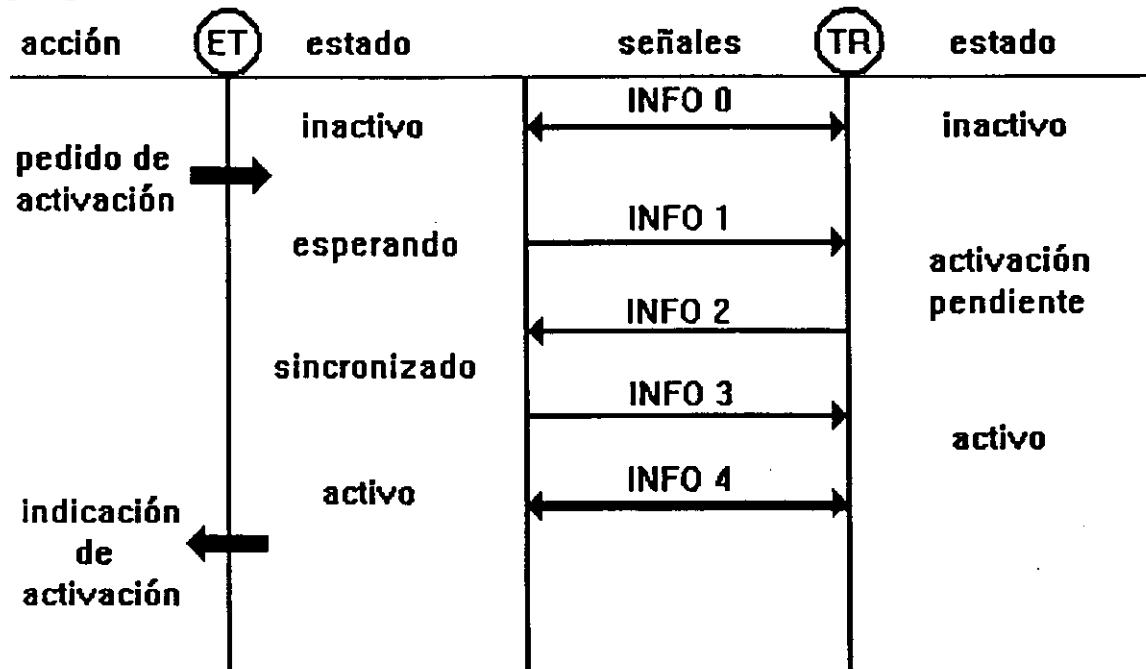
#### 9.1.a.- Procedimiento de activación y desactivación (recomendación I.430)

Este procedimiento de activación supone que el ET o el TR se encuentran inactivos. Se realiza un intercambio de señales que está descrito por medio de una matriz de estados finitos en la que a partir de un estado y una señal (INFO) recibida se ejecutan algunas acciones y se pasa a otro estado.

Las señales definidas son:

señal	descripción	origen	función
INFO 0	ausencia de señal	-	bus inactivo
INFO 1	secuencia continua 00111111	ET	inicia activación el ET
INFO 2	trama normal con todos los canales en ceros	TR	
INFO 3	trama normal	ET	ET sincronizado
INFO 4	trama normal	TR	TR enlace establecido

Ejemplo: activación iniciada en ET.



9.1.b- Bucles de prueba  
(recomendación I.430)

Existen tres tipos de bucles de prueba:

- \* Bucle completo. Los bits recibidos se devolverán al emisor, actuando a nivel de la capa 1.
- \* Bucle parcial. Algunos canales del tren recibido, se devolverán al emisor, actuando a nivel de capa 1.
- \* Bucle lógico. Actúa solamente sobre cierta información contenida en el tren recibido.

Cada uno de estos tres bucles puede ser:

- \* Transparente. La señal recibida, continua su trayecto hacia adelante, además de ser devuelta al emisor.
- \* No transparente. La señal transmitida hacia adelante del punto de bucle, es diferente a la señal recibida.

Los bucles recomendados y opcionales, se muestran en la siguiente figura:

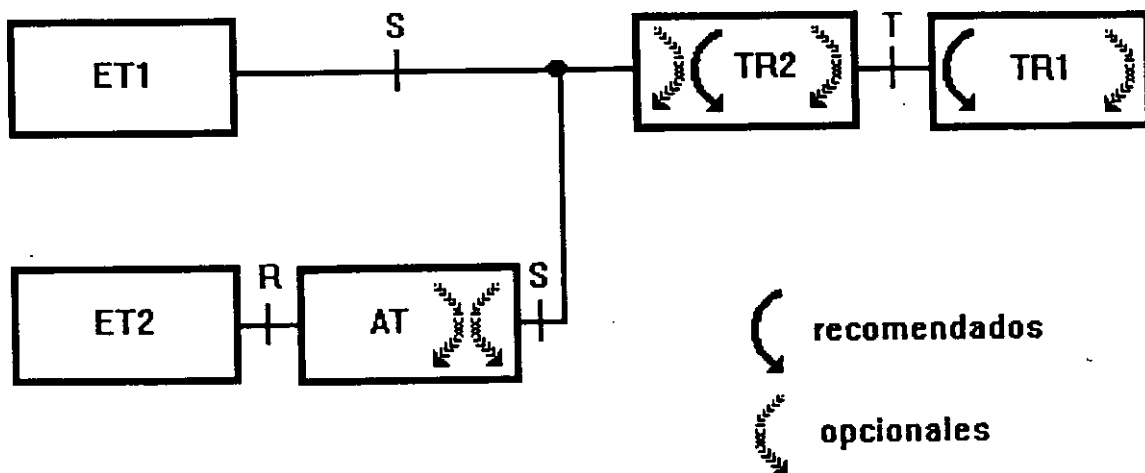


Figura 11. Bucles recomendados y opcionales.

### 9.2.- Interfaz de acceso primario. Nivel físico (recomendación I.431)

Las velocidades de transmisión de estos interfaces serán 1.544 Mb/s y 2.048 Mb/s. La única configuración que soporta este interfaz es punto a punto.

Proporciona capacidad de transmitir canales B, H0, H1 y un canal D a 64 kb/s. Adicionalmente cuenta con temporización de bit, de octeto y alineación de trama. La interfaz se encuentra activa permanentemente y no cuenta con procedimientos de activación.

Las características eléctricas se encuentran en la recomendación G.703 y son compatibles con los sistemas PCM en el primer nivel de la jerarquía digital. La frecuencia de repetición de trama es de 8,000 tramas/s en ambos casos.

El código de línea para el sistema de 1.544 Mb/s es B8ZS (es un código AMI modificado en el cual se rempazan secuencias de ocho ceros consecutivos por "000VBOVB", donde V significa violación y B significa un "uno" de polaridad correcta). La trama se compone de 193 bits. El primer bit F, es para alineación de

trama y los restantes 192 corresponden a 24 ranuras de 8 bits cada uno. El bit F, se multiplexa a su vez, para un canal de mantenimiento y un código de verificación de redundancia cíclica (VRC) para control de errores. El canal D, cuando está presente, se asigna a la ranura de tiempo 24.

El código de línea que utiliza el interfaz a 2.048 Mb/s es HDB3 (AMI modificado que reemplaza las secuencias de cuatro ceros por "B00V"). La trama se compone de 256 bits, ordenados en 32 ranuras de tiempo numeradas del 0 al 31. La ranura 0, se utiliza para alineación de trama, con facilidades de VRC y mantenimiento. La ranura 16, se asigna al canal D cuando está presente.

Ofrece a la capa 2 servicios de indicación de estado. Estos estados en el lado usuario son:

- \* pérdida de energía en el lado usuario
- \* condición de avería 1  
indicación de alarma distante (IAD)
- \* condición de avería 2  
pérdida de señal entrante
- \* condición de avería 3  
señal de indicación de alarma (SIA)
- \* condición de avería 4  
recibe información de error continuo en VRC
- \* estado de energía aplicada

#### 10.- EL PROTOCOLO DE ACCESO AL CANAL D (LAPD) (recomendación I.440 e I.441)

El LAPD es un caso particular de los protocolos de control de enlace de datos (HDLC) definidos por ISO en los setentas. Otro miembro destacado de esta familia es X.25. Es independiente de la velocidad de transmisión y utiliza el canal D.

Realiza las siguientes funciones:

- \* Proveer una o varias conexiones en el canal D, identificadas mediante un Identificador de Conexión de Enlace de Datos (ICED).
- \* Difusión de mensajes a todos los equipos.
- \* Delimitación, alineación y transparencia de las tramas de información.
- \* Control de secuencia de información y de flujo.
- \* Detección de errores y notificación a la entidad de gestión en los casos que no puedan corregirse.
- \* Recuperación de la condición de error.

Existen dos modalidades de funcionamiento:

- \* Sin acuse de recibo. Utilizando tramas no numeradas.
- \* Con acuse de recibo. Para transferencia de información punto a punto, utilizando tramas numeradas. Provee procedimientos de retransmisión de tramas y recuperación de errores.

Se han definido tres tipos de información que pueden transmitirse en el canal D:

S señalización  
P datos en modo paquetes  
T telemetría

Aunque los protocolos para transmisión de la información de telemetría todavía no se encuentran terminados.

Todos los protocolos HDLC, emplean transmisión en tramas. Cada trama contiene una dirección de origen o destino de la transmisión. La capacidad de mantener simultáneamente varios flujos de información provenientes de diversas terminales, distingue a LAPD de los otros protocolos balanceados (LAPB), existiendo además otras diferencias menores (2,8,9). Para lograr ésto, LAPD utiliza dos octetos en su campo de dirección: uno identifica el extremo terminal (IET) y el otro el punto de acceso a servicios (IPAS).

De este modo:

$$ICED = IPAS + IET$$

ICED = identificador de conexión de enlace de datos  
IPAS = identificación de punto de acceso al servicio  
IET = identificación de extremo terminal

Cada equipo terminal, conectado a una interfaz tiene un IET asignado. La asignación puede realizarse automáticamente, cuando el equipo se conecta a la interfaz, manualmente por el usuario o estar definida por el fabricante. El procedimiento de asignación automática lo realiza la RED y puede utilizar dos métodos alternativos:

- \* mantener una base de datos con todos los IET en uso.
- \* ante una solicitud de IET por parte de una terminal, enviar a todos los equipos un mensaje para verificar si algún otro equipo tiene asignado el mismo identificador.

Normalmente un equipo utiliza un sólo IET, al cual pueden corresponderle varios IPAS. Cuando TR transmite, envía el ICED de destino, mientras que cuando transmite un equipo terminal envía el ICED de origen. Existe también un IET definido para difusión y todos los equipos conectados a la interfaz lo reconocen.

En la figura 12 se muestra una conexión de enlace de datos, su relación con la capa física y la capa de enlace.

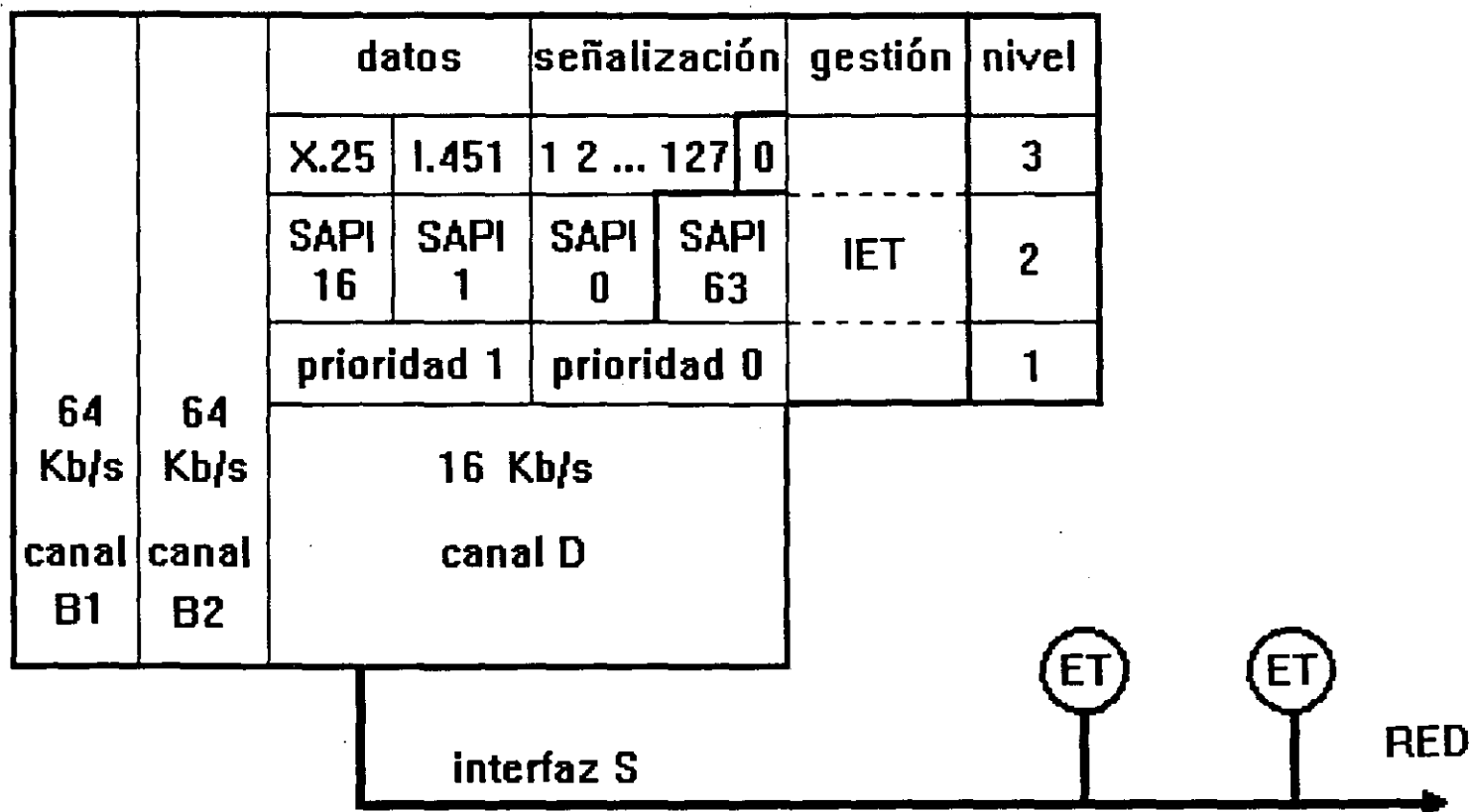


Figura 12. Relación entre IET, IPAS , prioridades de capa 1 y servicios de capa 3 en un equipo terminal.

#### 10.1.- Transparencia

Para asegurar transparencia en el nivel 2 de la transmisión (evitar la simulación de banderas o secuencias de aborto de trama), se analizará el contenido de la trama, entre las banderas, y se insertará un cero después de cinco unos consecutivos. El receptor deberá eliminar cualquier cero que siga a cinco unos consecutivos.

10.2.- Estructura de la trama

La estructura de las tramas, se muestra en la figura 13. Todas las tramas comienzan y terminan con la bandera (01111110). En algunas aplicaciones, la bandera de cierre puede también utilizarse como bandera de apertura de la siguiente trama.

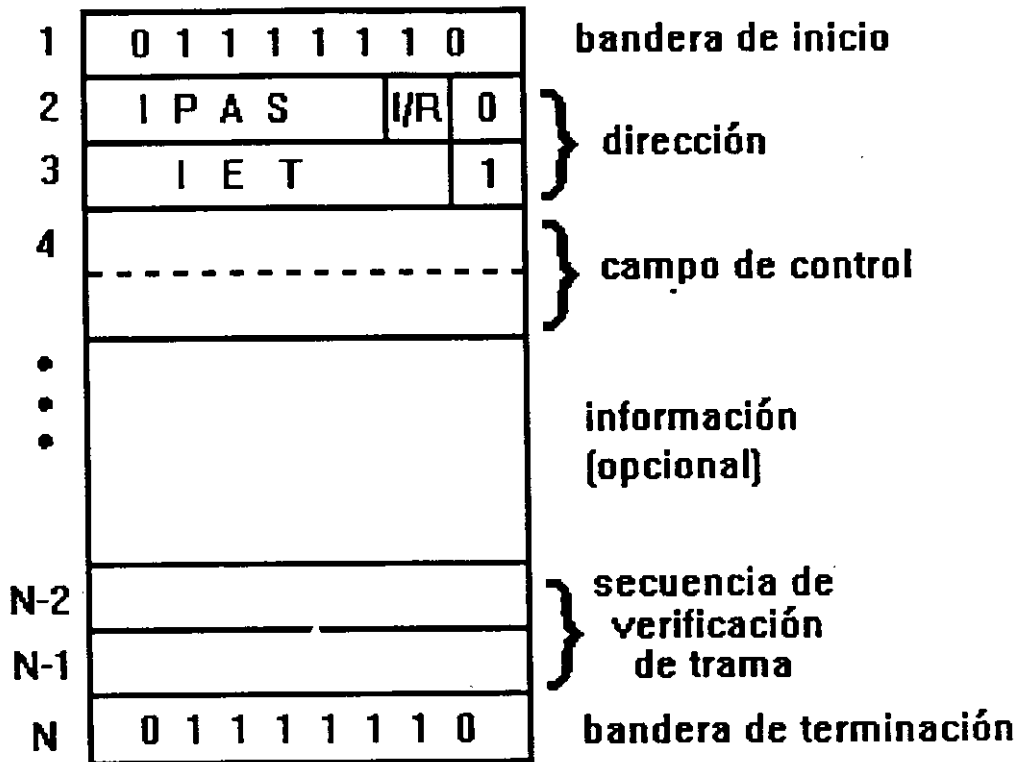


Figura 13. Estructura de las tramas del LAPD

El campo de dirección consiste de dos octetos. Identifica al destino de una instrucción y al origen de una respuesta. La dirección se compone del IPAS y el IET.

El bit I/R indica si se trata de una trama de instrucción o respuesta, de acuerdo a la siguiente convención:

<u>tipo de trama</u>	<u>origen</u>	<u>I/R</u>
instrucción	TR	1
	ET	0
respuesta	TR	0
	ET	1

El identificador del punto de acceso a servicio (IPAS), puede identificar 64 puntos de acceso de los que solamente se han normalizado:

0	procedimientos de control de llamada
1	comunicaciones en modo paquetes utilizando I.451
16	comunicaciones en modo paquetes utilizando X.25
63	procedimientos de gestión de capa 2

El identificador de punto extremo terminal (IET), está asociado con un equipo terminal (ET). Se han definido las siguientes asignaciones:

0-63	equipos con asignación de IET no automática
64-126	equipos con asignación de IET automática
127	difusión (reconocida por todos los equipos)

El campo de control, comprende uno o dos octetos según el tipo de trama. Las tramas pueden ser (10):

I Información numerada. Formato multitrama módulo 128 (\*).  
U Información no numerada. Sin acuse de recibo.  
S Supervisión.

Las tramas I y S contienen dos octetos de control, mientras que las tramas U contienen sólo uno.

Algunos mensajes recomendados son:

Control de flujo:	RR	receptor preparado
	RNR	receptor no preparado (condición de ocupado)
	REJ	rechazo (solicitud de retransmisión)
Control de enlace :	SABME	inicio de modo numerado
	DM	modo desconectado (no acepta modo numerado)
	UI	información no numerada, difusión
	DISC	desconexión (termina modo numerado)
	UA	acuse de recibo no numerado
	FRMR	trama rechazada (con causa del rechazo)
	XID	identificación

(\*) En 1984, se habían sugerido tramas numeradas módulo 2, módulo 8 y módulo 128, pero para obtener economías de escala se recomienda en 1986 únicamente el módulo 128. Esto permite observar la tendencia de RDSI de proveer pocas alternativas, especialmente donde no ofrecen ventajas económicas grandes.



En la figura 14 se muestran las instrucciones y respuestas utilizadas en modo multitrama módulo 128.

aplicación	instrucción	respuesta	codificación							
información numerada	I		N(S)							0
			N(R)							P
supervisión	RR	RR	0	0	0	0	0	0	0	1
			N(R)							PF
	RNR	RNR	0	0	0	0	0	1	0	1
			N(R)							PF
	REJ	REJ	0	0	0	0	1	0	0	1
N(R)							PF			
establecimiento	SABME		0	1	1	P	1	1	1	1
modo desconectado		DM	0	0	0	F	1	1	1	1
desconexión	DISC		0	1	0	P	0	0	1	1
acuse de recibo		UA	0	1	1	F	0	0	1	1
rechazo de trama		FRMR	1	0	0	F	0	1	1	1
identificación	XID	XID	1	0	1	PF	1	1	1	1
info. no numerada	UI		0	0	0	P	0	0	1	1

N(S) número secuencial de la siguiente trama a transmitirse.

N(R) número secuencial de la siguiente trama que se espera recibir.

Figura 14. Instrucciones y respuestas en modo multitrama, módulo 128 (11).

El campo de información, es opcional. Comprende un número entero de octetos que no debe exceder de 260 octetos.

#### Secuencia de verificación de trama.

Se utiliza el polinomio generador:  $x^{16}+x^{12}+x^5+1$

El resto de la división (módulo 2) por el polinomio generador, se transmite en complemento a unos. Se incluye en la división todo el contenido de la trama desde la bandera de inicio hasta la secuencia de verificación, excluyendo los bits de relleno. En el receptor, luego de la división se obtendrá el resto 0001110100001111 en ausencia de errores.

Se consideran tramas no válidas a aquellas que:

- \* no están delimitadas por banderas.
- \* contienen menos de 6 octetos en tramas numeradas.
- \* contienen menos de 5 octetos en tramas no numeradas.
- \* no contienen un número entero de octetos.
- \* contienen error en la secuencia de verificación de trama.
- \* contienen un campo de dirección de un solo octeto.

Además, la recepción de siete o más bits consecutivos en uno, se interpretará como aborto de trama.

#### 10.3.- Estructura interna de la capa de enlace de datos.

La capa de enlace de datos, se modela con una estructura que maneja las siguientes entidades:

- \* entidad de enlace de datos punto a punto
- \* entidad de enlace de datos en difusión
- \* entidad de gestión de capa
- \* entidad de gestión de conexión
- \* entidad de procedimiento múltiplex (transmisión y recepción)

La entidad de enlace de datos punto a punto, se describe como un autómata que puede tomar ocho estados:

- Estado 1: IET no asignado
- Estado 2: IET en espera de asignación
- Estado 3: IET en espera de establecimiento
- Estado 4: IET asignado
- Estado 5: Espera de establecimiento
- Estado 6: Espera de liberación
- Estado 7: Multitrama establecida
- Estado 8: Recuperación por temporizador

Los estados 1, 4 y 7 son estables y los demás son transitorios.

Al conectarse un equipo a la red, se encuentra en estado IET no asignado (estado 1) y debe iniciar un procedimiento para asignación de IET. Una vez que recibe el IET, se encuentra en estado IET asignado (estado 4) y sólo puede transmitir información sin acuse de recibo (tipo U). Cuando desea transmitir información numerada debe establecer el modo multitrama en módulo 128 (SABME).

En la figura 15, es muestra en forma simplificada el diagrama de transición de estados para procedimientos punto a punto:

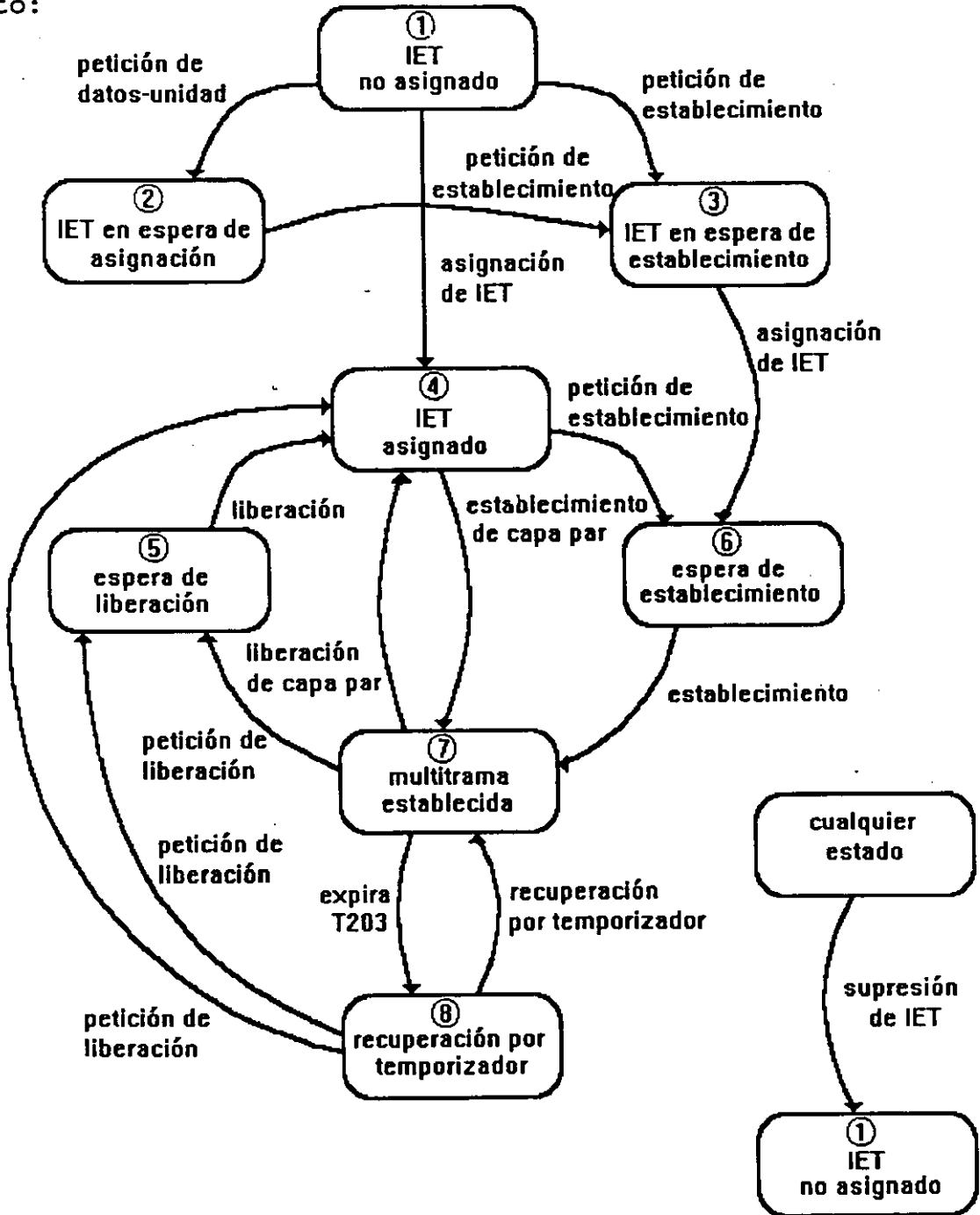


Figura 15. Diagrama de transición de estados para la entidad de enlace de datos punto a punto.

La entidad de gestión de capa, se encarga de todas las funciones de administración de IET, para ello intercambia mensajes con la entidad de gestión del otro extremo utilizando mensajes no numerados (UI), con IET = 127 y IPAS = 63.

La estructura de los mensajes de gestión se muestra en la figura 16 y su codificación en la figura 17.

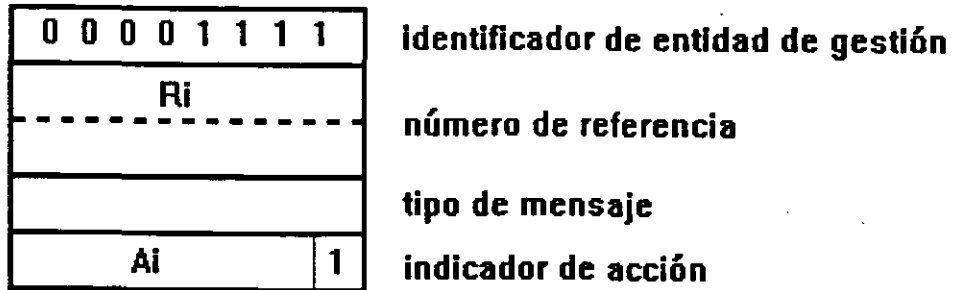


Figura 16. Estructura de los mensajes de gestión de capa 2.

nombre del mensaje	dirección	número de referencia	tipo de mensaje	indicador Ai
petición de identidad	usuario a red	0-65535	00000001	127
identidad asignada	red a usuario	0-65535	00000010	64 a 127
identidad rechazada	red a usuario	0-65535	00000011	64 a 127
petición de prueba de identidad	red a usuario	0 no utilizado	00000100	0 a 127
respuesta de prueba de identidad	usuario a red	0-65535	00000101	0 a 126
supresión de identidad	red a usuario	0 no utilizado	00000110	0 a 127
verificación de identidad	usuario a red	0 no utilizado	00000111	0 a 126

Figura 17. Codificación de los mensajes de gestión.



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

**CURSOS ABIERTOS**

**II CURSO INTERNACIONAL DE COMUNICACIONES**

**MODULO IV**

**REDES DIGITALES: ACTUALIDAD Y PERSPECTIVAS**

**S I N C R O N I A.**

**ING. GABRIEL FLORES.**



TELEFONOS DE MEXICO S.A. DE C.V.  
PLANEACION ESTRUCTURAL DE LA RED

CID

PLAN DE SINCRONIZACION 1991

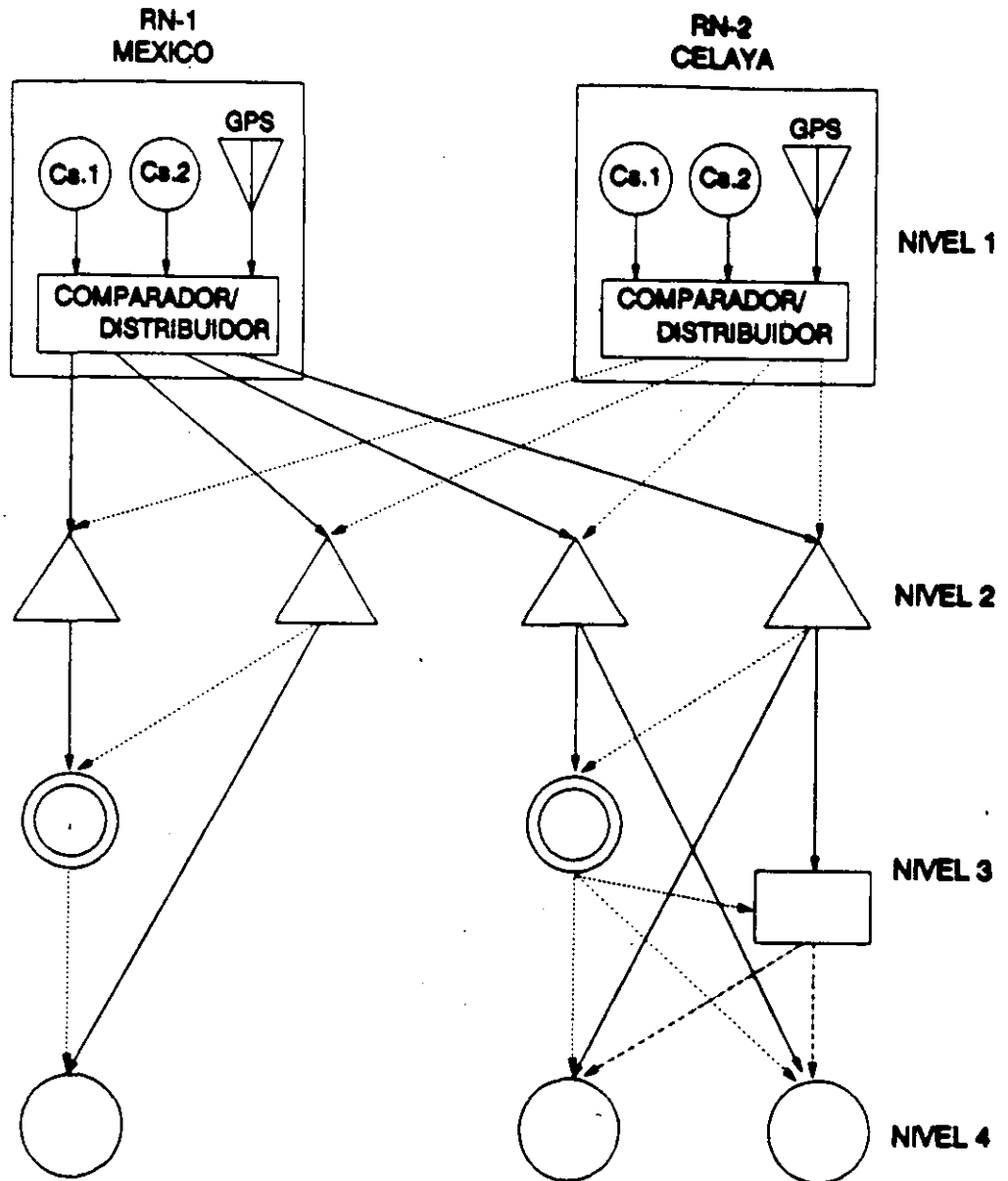
- En la red digital TELMEX, los relojes se clasifican de acuerdo a sus características, como se muestra en la siguiente tabla.

TIPO DE RELOJ	EXACTITUD	ESTABILIDAD (1/día)
I	$1 \times 10^{-11}$	$1 \times 10^{-12}$
II	$1 \times 10^{-10}$	$1 \times 10^{-10}$
III	$1 \times 10^{-9}$	$1 \times 10^{-9}$

- Para la RDI-TELMEX, se consideran cuatro niveles jerárquicos para los relojes, la siguiente tabla muestra esta jerarquía y la correspondencia con la jerarquía de conmutación.

REFERENCIA NACIONAL	RED INTERNACIONAL	RED INTERURBANA	RED URBANA	JERARQUIA DE SINCRONIZACION	TIPO DE RELOJ
				PRIMARIO	I
	CI	CS		MAESTRO	II
		CP	CT <sup>1</sup>	SUBMAESTRO	II
			CL	ESCLAVO	III

- En el P.F.S. de la RDSI se considera el CT con un reloj tipo III, no obstante para la actual RDI de TELMEX éste deberá ser de tipo I.



**SIMBOLOGIA:**

- REFERENCIA PRINCIPAL
- REFERENCIA SECUNDARIA
- REFERENCIA TERCARIA

**ESTRUCTURA GENERAL DE SINCRONIZACION**

FECHA:

REVISION:

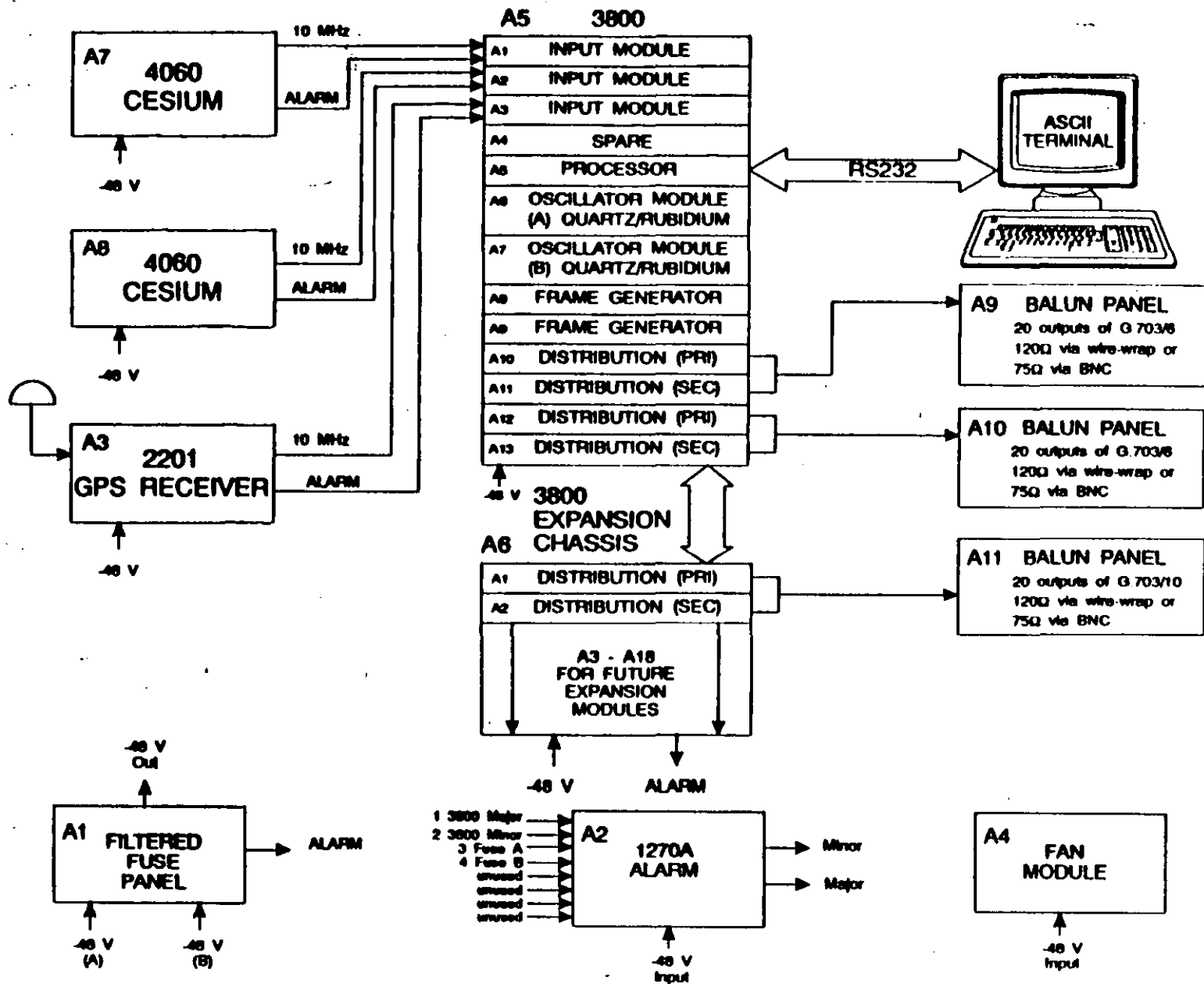
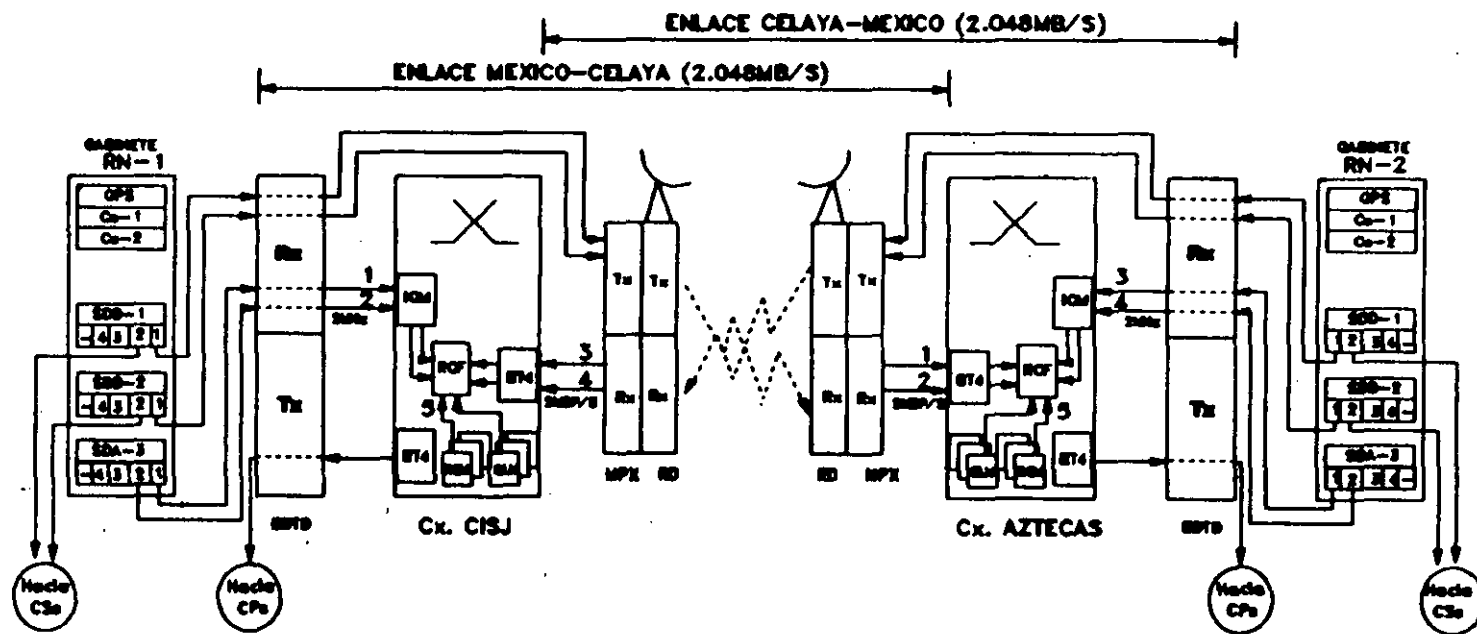


FIGURE 1 - BLOCK DIAGRAM MODEL 3150-9104





NOTAS:

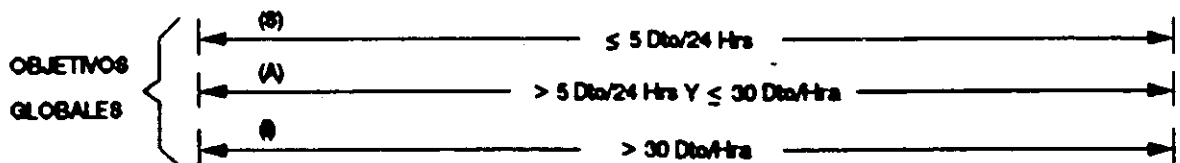
- GPS: GLOBAL POSITIONING SYSTEM
- SDD: SALIDA DISTRIBUIDOR DIGITAL
- SDA: SALIDA DISTRIBUIDOR ANALOGICO

DIAGRAMA DE CONEXION DE LAS DOS REFERENCIAS NACIONALES



DISTRIBUCION POR SECCIONES

CATEGORIA DE CALIDAD	SECCION LOCAL	SECCION NACIONAL	SECCION INTERNACIONAL	SECCION NACIONAL	SECCION LOCAL
	40 % Dto/Hrs	8 % Dto/Hrs	8 % Dto/Hrs	8 % Dto/Hrs	40 % Dto/Hrs
SATISFACTORIO (B)	1/12 (0.0833)	1/80 (0.0125)	1/80 (0.0125)	1/80	1/12
ACEPTABLE (A)	$> 1/12 \leq 12$	$> 1/80 \leq 1.8$	$> 1/80 \leq 2.4$	$> 1/80 \leq 1.8$	$> 1/12 \leq 12$
INACEPTABLE (C)	$> 12$	$> 1.8$	$> 2.4$	$> 1.8$	$> 12$



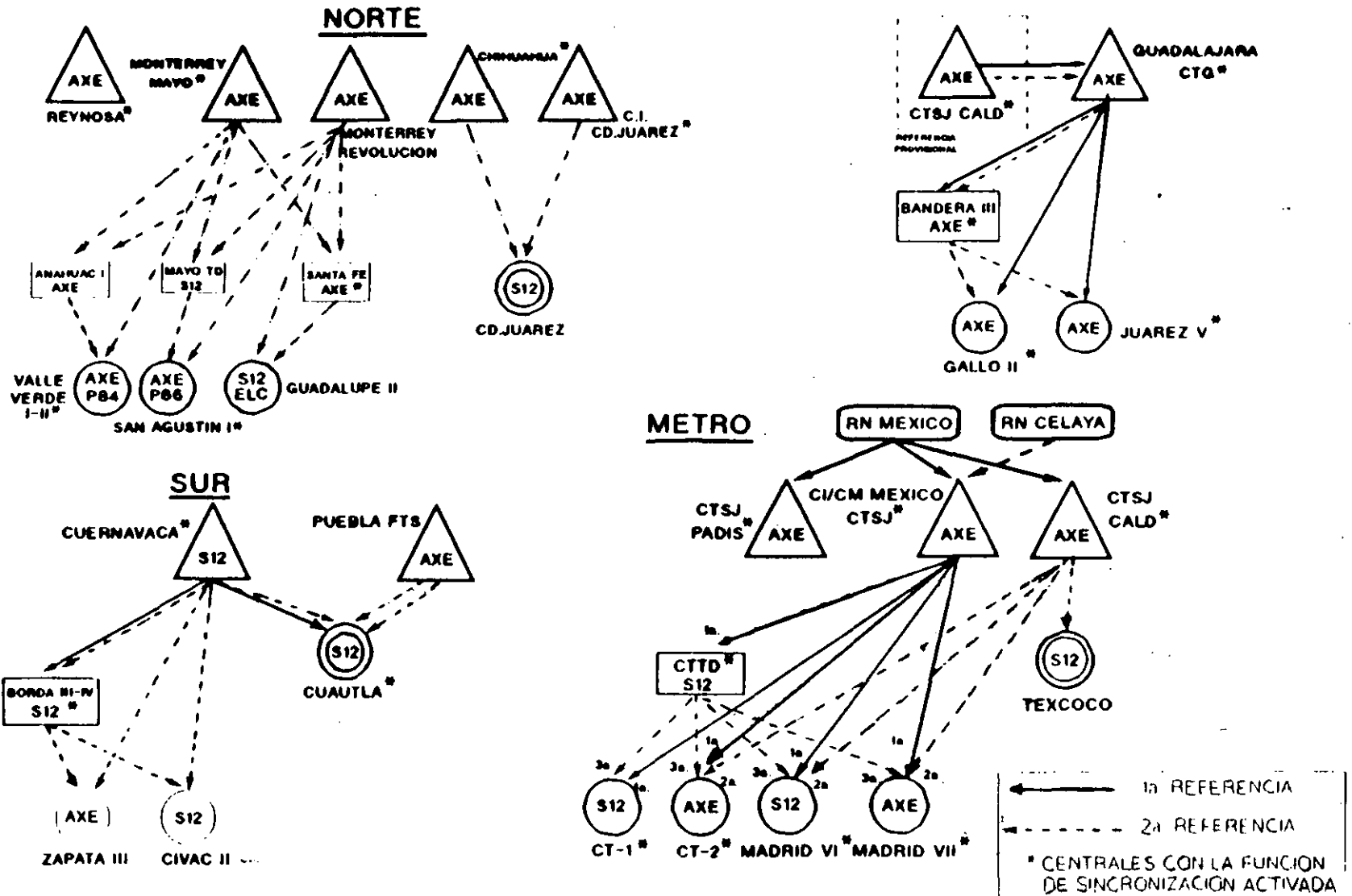
DISTRIBUCION ENTRE CENTRALES

CATEGORIA DE CALIDAD	SECCION LOCAL	SECCION NACIONAL	SECCION INTERNACIONAL	SECCION NACIONAL	SECCION LOCAL
	1 CENTRAL Dto/Hrs	3 CENTRALES Dto/Hrs	5 CENTRALES Dto/Hrs	3 CENTRALES Dto/Hrs	1 CENTRAL Dto/Hrs
SATISFACTORIO (B)	1/12	0.0041 1 Dto/ 10 Dias	0.0033 1 Dto/12.5 Dias	0.0041	1/12
ACEPTABLE (A)	$> 1/12 \leq 12$	$> 0.0041 \leq 0.6$	$> 0.0033 \leq 0.48$	$> 0.0041 \leq 0.6$	$> 1/12 \leq 12$
INACEPTABLE (C)	$> 12$	$> 0.6$	$> 0.48$	$> 0.6$	$> 12$

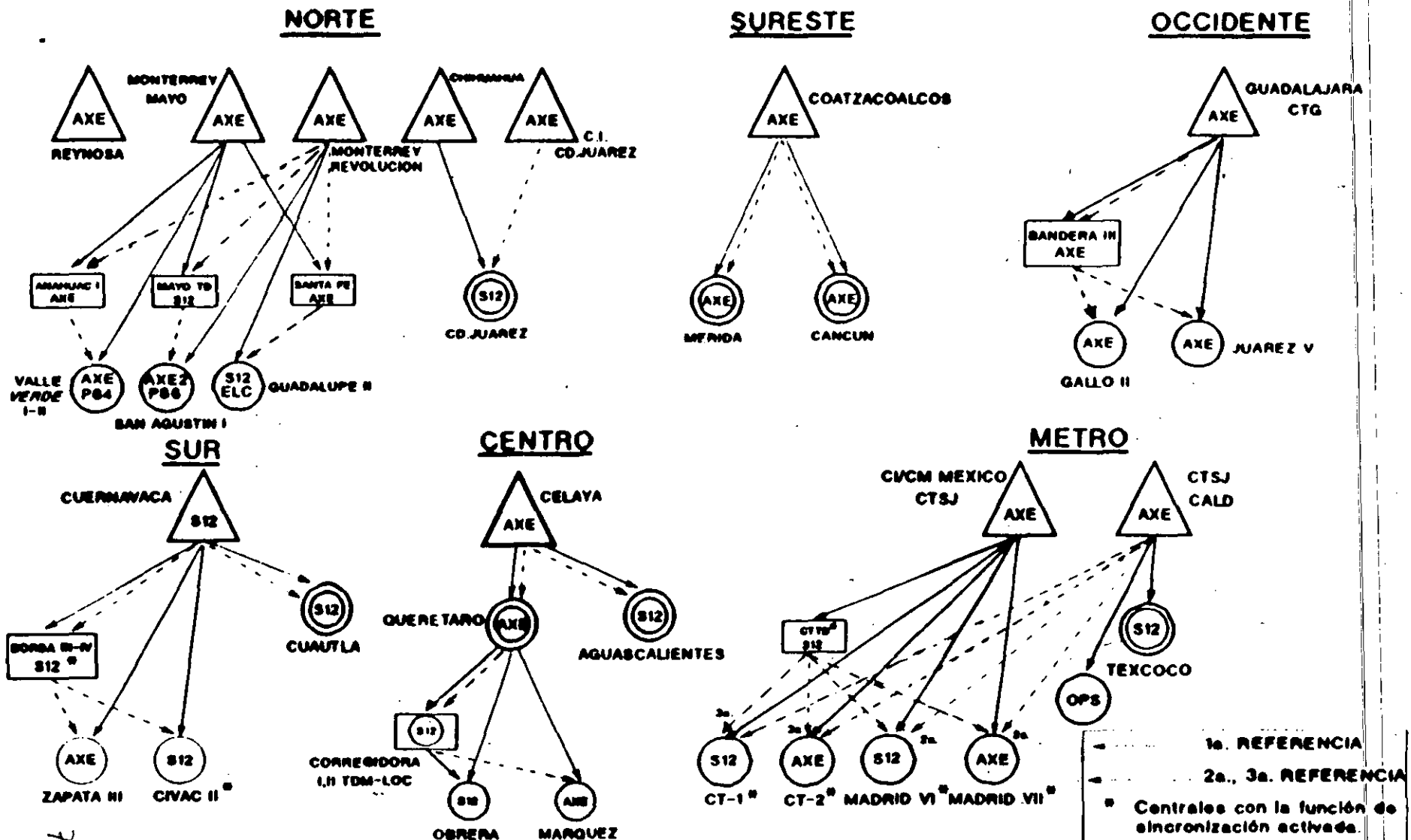
TABLA  
DISTRIBUCION DE LOS PORCENTAJES DE LA TASA DE DESLIZAMIENTOS  
PARA SECCIONES DIGITALES Y ENTRE CENTRALES DIGITALES.



# PRIMERA ETAPA DE INTRODUCCION DE LA SINCRONIA - ESTADO ACTUAL -



# PRIMERA ETAPA DE INTRODUCCION DE LA SINCRONIA EN LA RED DIGITAL DE TELMEX



# **SISTEMA DE SEÑALIZACION POR CANAL COMUN No. 7**

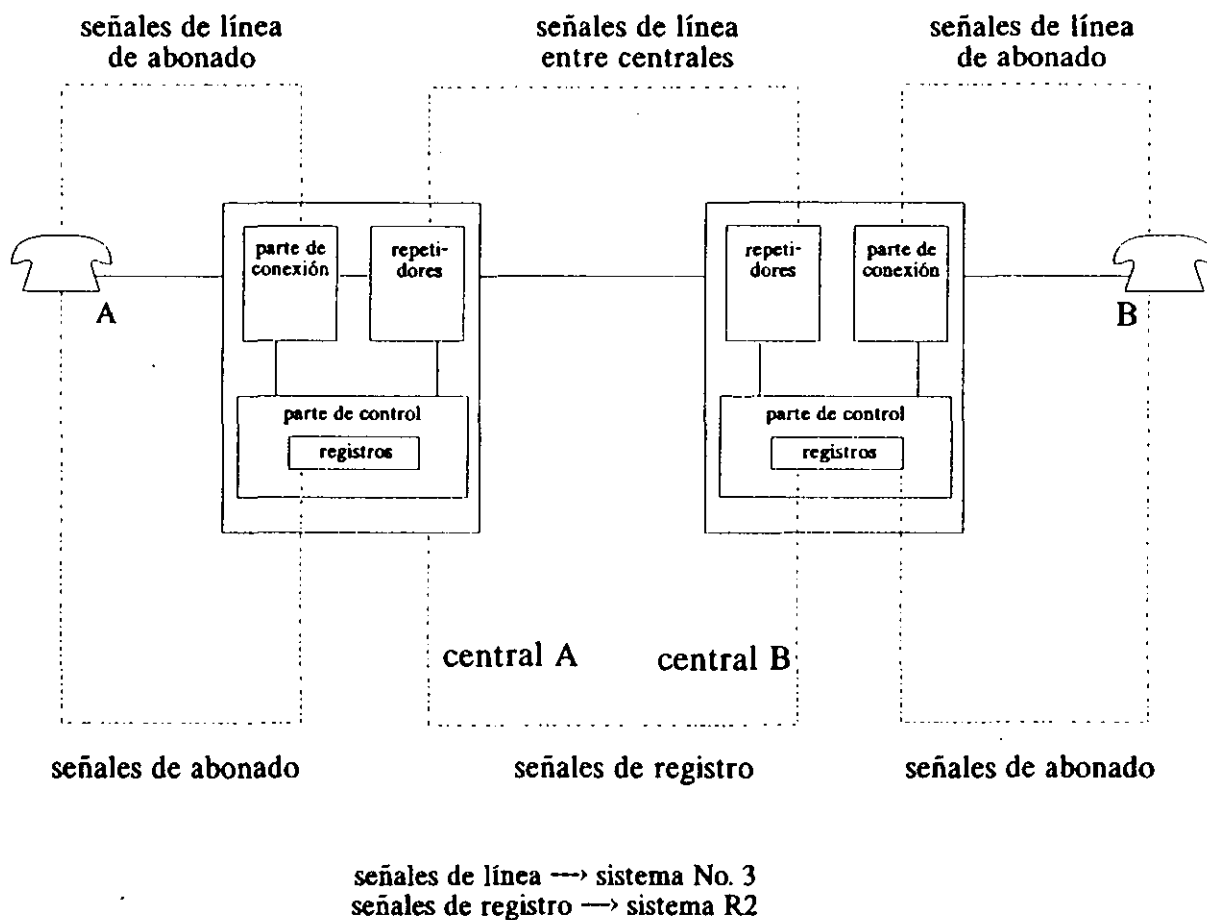
**M.C. MARTIN LARA BARRON**

**Señalización.-** Es el intercambio de información entre equipos que forman la planta telefónica, a través de señales que permiten establecer y controlar las comunicaciones telefónicas.

**Funciones Básicas:**

- \* Supervisión
- \* Selección
- \* Operación

## Señalización Actual en la Red Nacional

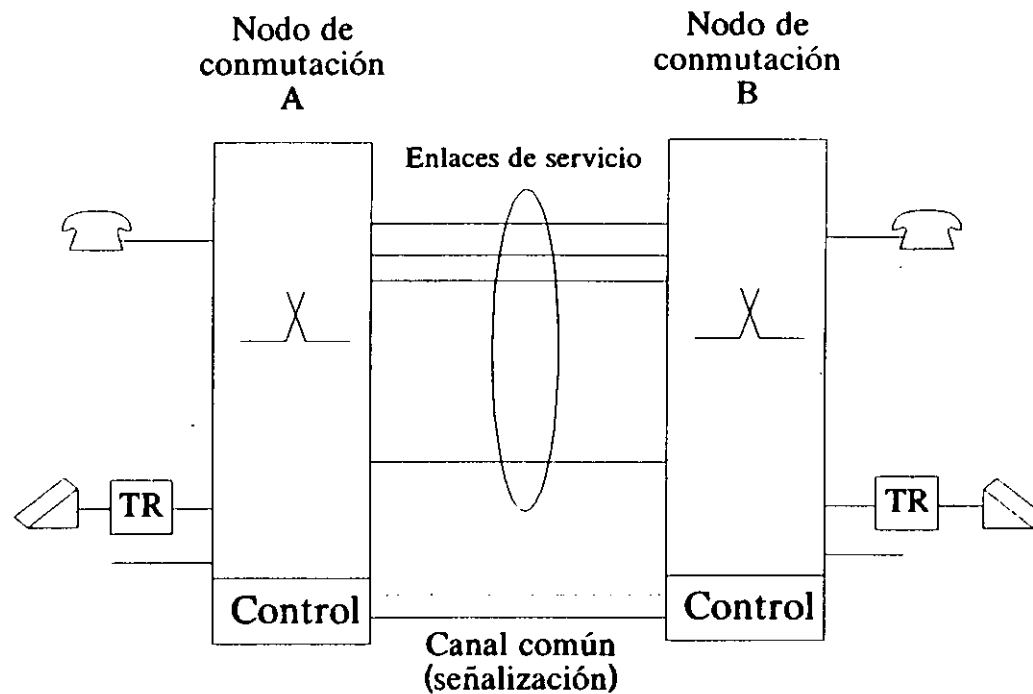


### Características:

- utiliza la red de voz para señalizar el enlace en cuestión
- numero limitado de señales
- aplicación únicamente para telefonía
- tiempo de transferencia de señalización del orden de segundos
- no puede emplearse en circuitos vía satélite
- manejo de señales de línea y de registro

# Señalización por Canal Común

Un sólo canal, común para un número de enlaces de voz, transfiere la información de señalización en paquetes que se identifican mediante etiquetas.





Con la evolución de la tecnología electrónica y la introducción de centrales de control por programa almacenado digitales, se presenta la necesidad de optimizar la función de señalización en la red telefónica digital.

Es por esto que se ha desarrollado el sistema de señalización por canal común CCITT No. 7

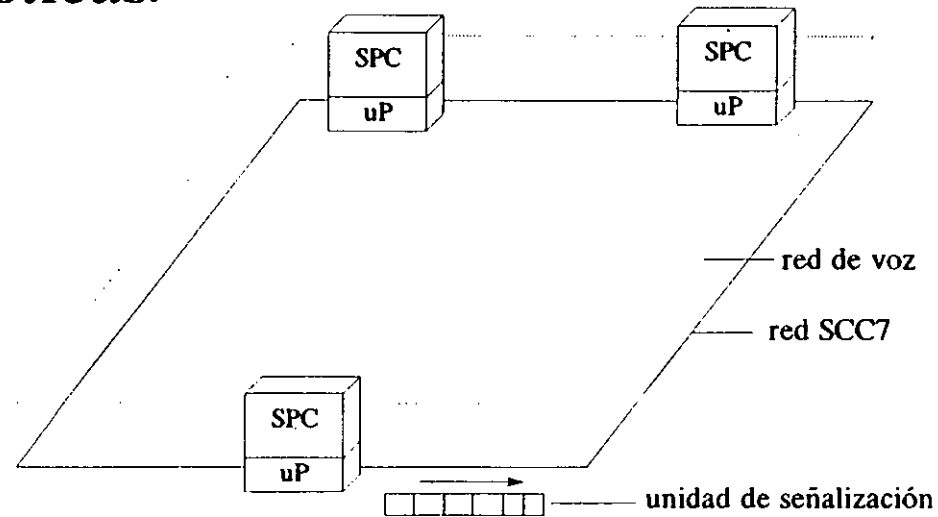
## Sistemas de Señalización Internacionales Normalizados por el CCITT

<b>sistema</b>	<b>año normalizado</b>	<b>aplicación</b>	<b>tipo de señalización</b>
1	1934	manual internacional	trayectoria de voz
2	1938	automático dos hilos	trayectoria de voz
3	1954	automático y semiautomático intracontinental	trayectoria de voz
4	1954	automático y semiautomático intracontinental	trayectoria de voz
5	1964	automático y semiautomático intercontinental	trayectoria de voz
6	1968	automático y semiautomático intercontinental	canal común
6'	1976	automático intercontinental	canal común
7	1980	automático internacional	canal común
R1	1968	automático y semiautomático regional	trayectoria de voz
R2	1968	automático y semiautomático regional	trayectoria de voz

## **Señalización por Canal Común CCITT No. 7**

- **Desarrollado para operar en un sistema totalmente digital de 64 Kbps.**
- **Aplicación general normalizada internacionalmente tanto para redes nacionales como internacionales**
- **Adecuado para uso en enlaces punto a punto tanto terrestres como vía satélite**
- **Operación bajo el principio de conmutación de paquetes.**

## Características:



- Utiliza una red separada
- Capacidad ilimitada en el servicio de señales
- Puede manejar cualquier servicio de telecomunicaciones
- Tiempo de transferencia de señalización del orden de milisegundos
- Transparente al medio de transmisión
- Manejo de un solo tipo de señales

# SCC7

- Su estructura funcional permite una gran flexibilidad y modularidad para diversas aplicaciones dentro de un concepto de sistema.
  - \* parte de transferencia de mensajes
  - \* parte de usuario
  - \* parte de control de la conexión de señalización
  - \* parte de aplicación de las capacidades de transacción
  
- Desarrollado en base a una arquitectura de niveles
  - \* Nivel 1: Funciones del enlace de datos de señalización
  - \* Nivel 2: Funciones de enlace de señalización
  - \* Nivel 3: Funciones de la red de señalización
  - \* Nivel 4:
    - Parte de usuario
    - Parte de control de la conexión de señalización
    - Parte de aplicación de las capacidades de transacción

Nivel 1. Funciones del enlace de datos de señalización: define las características físicas, eléctricas y funcionales del enlace de señalización y los medios para acceder al mismo.

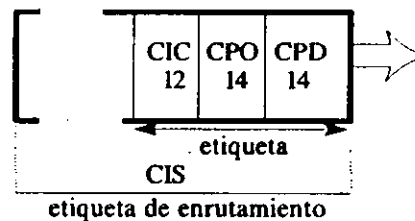
Nivel 2. Funciones del enlace de señalización: define las funciones y procedimientos para la transferencia de los mensajes de señalización generados por los niveles jerárquicos superiores, a través de un determinado enlace de señalización.

- + control de errores
- + supervisión del enlace
- + generación de tres tipos de mensajes de señalización

## Nivel 3

Funciones de la red de señalización:  
define las funciones y procedimientos  
para la transferencia de los mensajes de  
señalización entre puntos de señalización  
y los aspectos relativos a tal transferencia.

- \* tratamiento de los mensajes de señalización
  - + discriminación
  - + distribución
  - + enrutamiento



- \* gestión de la red de señalización
  - + gestión del tráfico
  - + gestión de la ruta
  - + gestión del enlace

**Nivel 4. Parte de usuario: define las funciones y procedimientos que son particulares a un determinado tipo de usuario.**

**\* usuarios con funciones de control de comunicaciones telefónicas y datos**

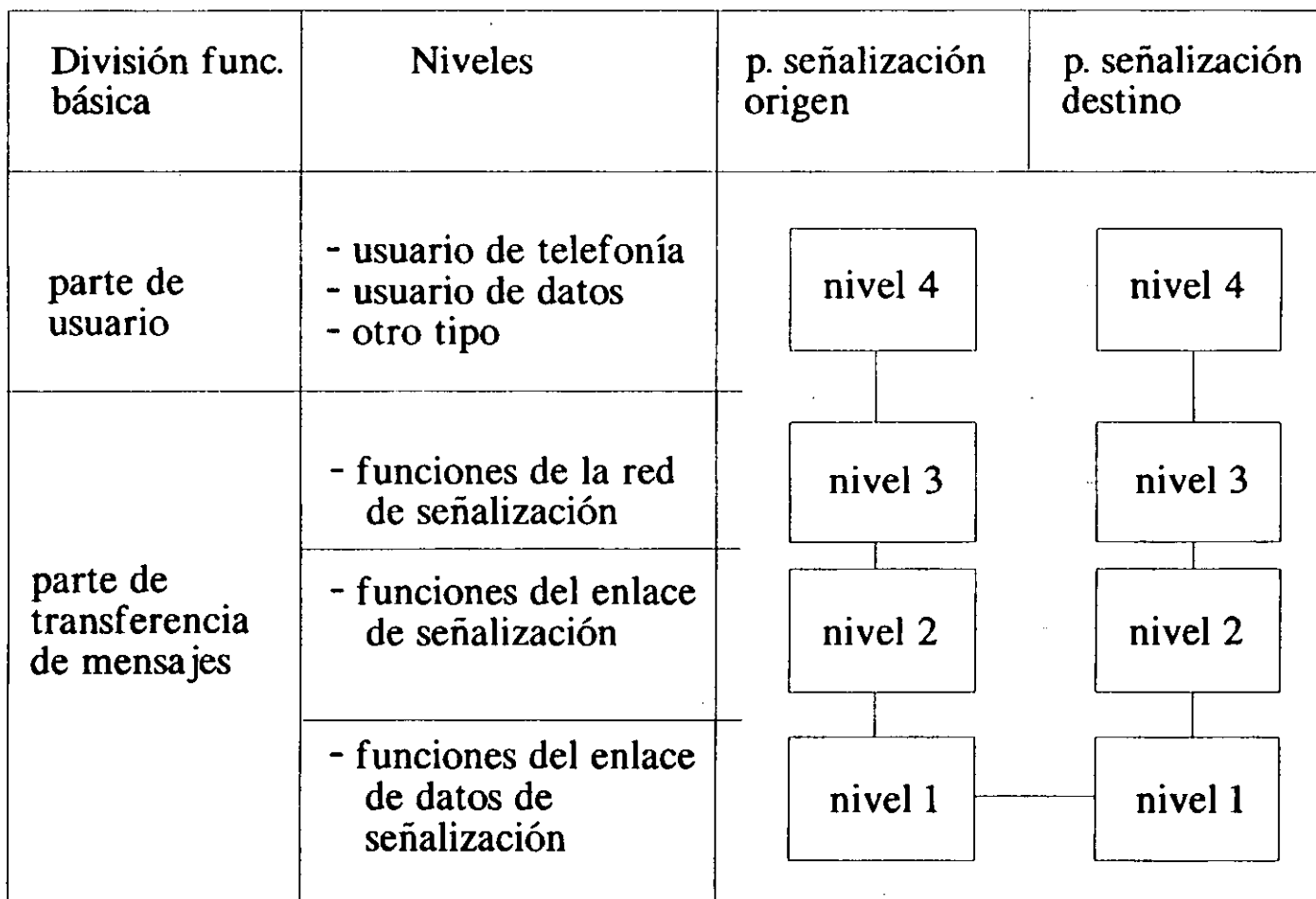
- + PUT      telefonía**
- + PUD      datos**
- + PUSI     RDSI**

**\* usuarios con funciones de transferencia de información para fines de gestión y mantenimiento**

- + POM      operación y mantenimiento**
- + PUCR     control remoto**
- + PUFC     facturación**



# Estructura Funcional del SCC7



—— enlace físico

----- enlace virtual

### USM

BANDERA	BITS DE CONTROL DE ERRORES BCE	CAMPO DE INFORMACION DE SEÑALIZACION CIS	OCTETO DE INFORMACION DE SERVICIO OIS	INDICADOR DE LONGITUD		NUMERO SECUENCIAL DIRECTO		NUMERO SECUENCIAL INVERSO	BANDERA	
01111110				IL	BID	NSD	BII	NSI	01111110	
8	16	n X 8	8	2	6	1	7	1	7	8

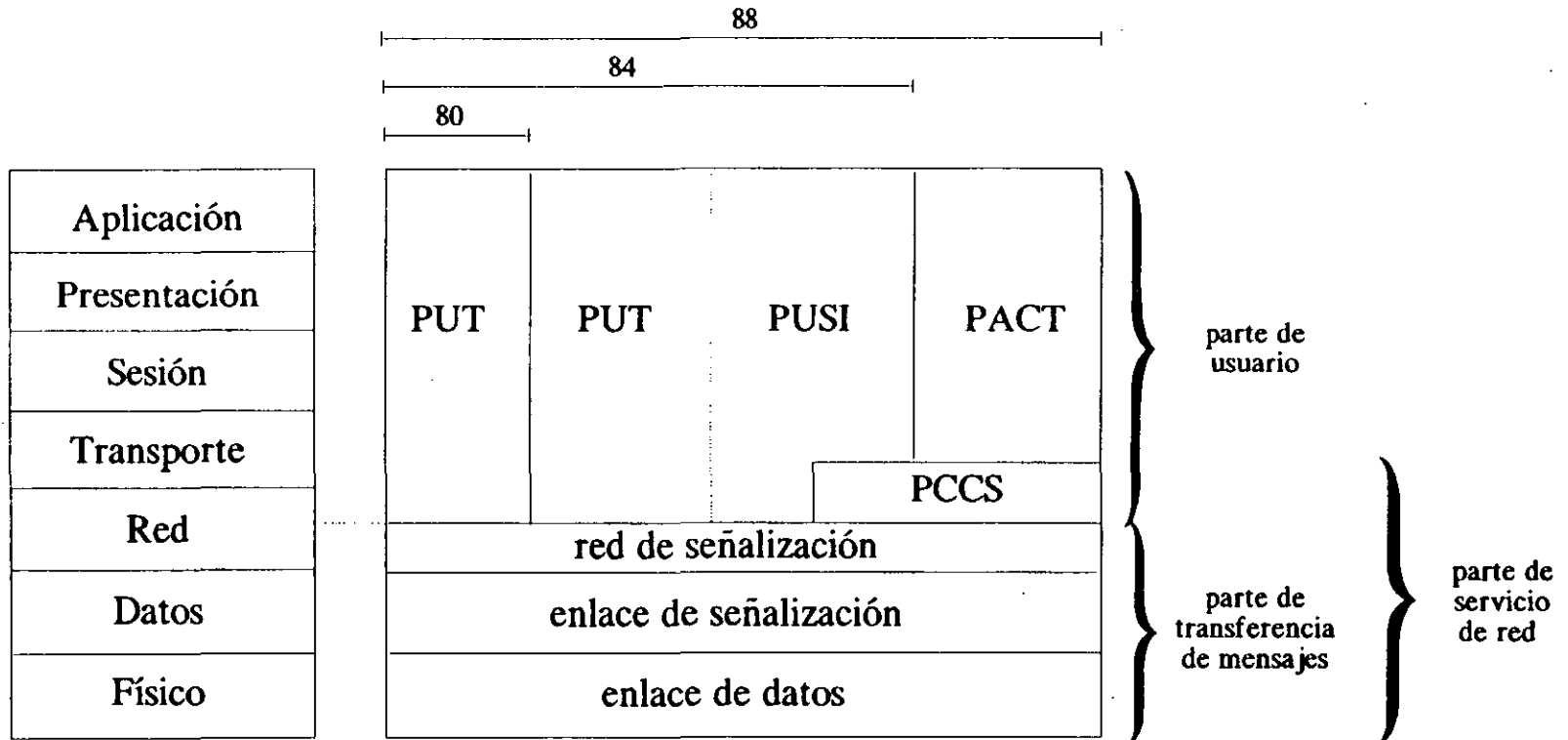
### USE

BANDERA	BITS DE CONTROL DE ERRORES BCE	CAMPO DE ESTADO	INDICADOR DE LONGITUD		NUMERO SECUENCIAL DIRECTO		NUMERO SECUENCIAL INVERSO	BANDERA	
01111110		CE	IL	BID	NSD	BII	NSI	01111110	
8	16	n X 8	2	6	1	7	1	7	8

### USR

BANDERA	BITS DE CONTROL DE ERRORES BCE	INDICADOR DE LONGITUD		NUMERO SECUENCIAL DIRECTO		NUMERO SECUENCIAL INVERSO	BANDERA	
01111110		IL	BID	NSD	BII	NSI	01111110	
8	16	2	6	1	7	1	7	8

# Evolución CCITT No. 7



# Recomendaciones Q.7XX, Libro Azul

- \* Q.701 - Q.704, Q.706 - Q.707      parte de transferencia de mensajes
- \* Q.721 - Q.725      parte de usuario de telefonía
- \* Q.730      servicios suplementarios
- \* Q.741      parte de usuario de datos ( $\approx$ X.61)
- \* Q.761 - Q.764, Q.766      parte de usuario de RDSI
- \* Q.711 - Q.714, Q.716      parte de control de la conexión de señalización
- \* Q.771 - Q.775      parte de aplicación de las capacidades de transacción

Existen otras diez recomendaciones que describen aspectos tales como estructura de red, numeración y pruebas, pero que no forman parte de las interfaces de señalización.

El uso de SCC7 traerá consigo:

- \* Aumento de la eficiencia de la red telefónica, ya que esta no se emplea para el establecimiento de las llamadas.
- \* Reducción potencial en la inversión de equipo al desarrollar una red más sencilla.
- \* Disminución de gastos para la gestión de la red.
- \* Creación de la infraestructura necesaria para evolucionar hacia una red digital de servicios integrados [RDSI].

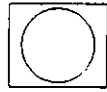
**RED SCC7** - Es necesario establecer la arquitectura de la red para especificar las funciones a desempeñar por esta y sus componentes

- Confiabilidad
- Accesibilidad
- Niveles jerárquicos
- Posibilidades de reconfiguración
- Tiempos de transferencia

La planeación de la red de señalización debe considerar la arquitectura de la red y las características funcionales de los equipos terminales, como un solo sistema, ya que están directamente relacionados.

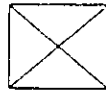
Nomenclatura	Símbolo
--------------	---------

PSX  
 PSO • PSX de origen  
 PSD • PSX de destino



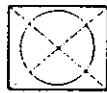
Nomenclatura	Símbolo
--------------	---------

PST

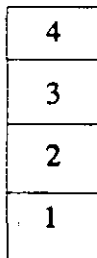


Nomenclatura	Símbolo
--------------	---------

PSC

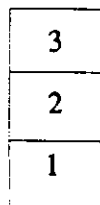


PSO



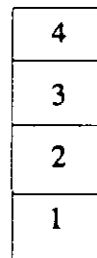
A

PST



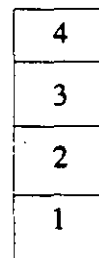
B

PSC





C

PSD



D

Puntos de señalización

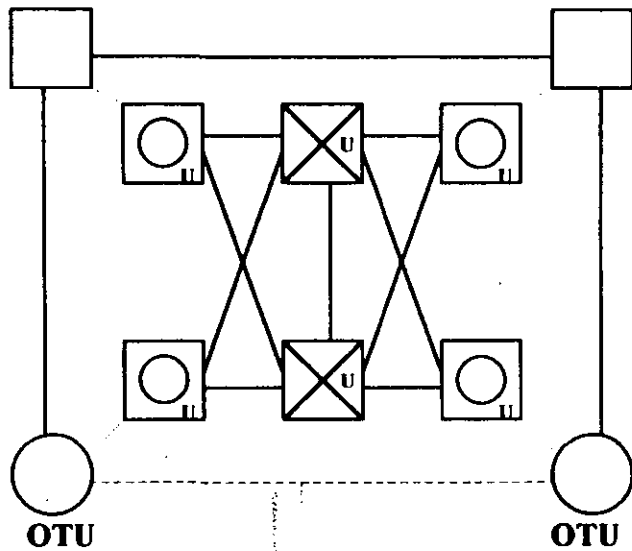
Símbolo	Nomenclatura	Descripción
	PST	punto de señalización de transferencia
	VS	via de señalización
	PSX	punto de señalización terminal

Tipo de Error	Tasa de Error Máxima	Comentarios
Pérdida de mensajes	$10^7$	Como consecuencia de una falla en la PTM, no se deberá perder más de un mensaje de cada $10^7$ mensajes.
Secuencia incorrecta de mensajes	$10^{10}$	Para el modo cuasi-asociado y como consecuencia de una falla en la PTM no se deberá entregar más de un mensaje fuera de secuencia de cada $10^{10}$ mensajes. Se considera también la duplicación de mensajes.
Errores no detectados	$10^{10}$	Como consecuencia de una falla en la PTM, no se deberá entregar más de un mensaje con información errónea de cada $10^{10}$ mensajes.
Indisponibilidad de un conjunto de rutas de señalización.	10 min/año	Como consecuencia de una falla en los PS's y/o VS's que constituyen el conjunto de rutas de señalización.



TANDEM

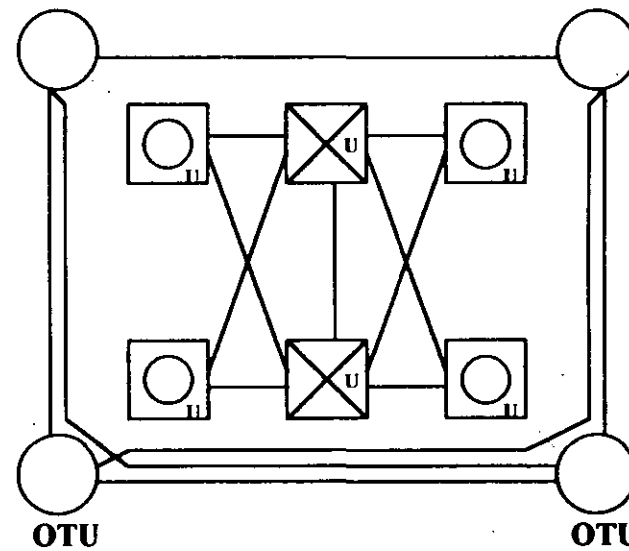
TANDEM



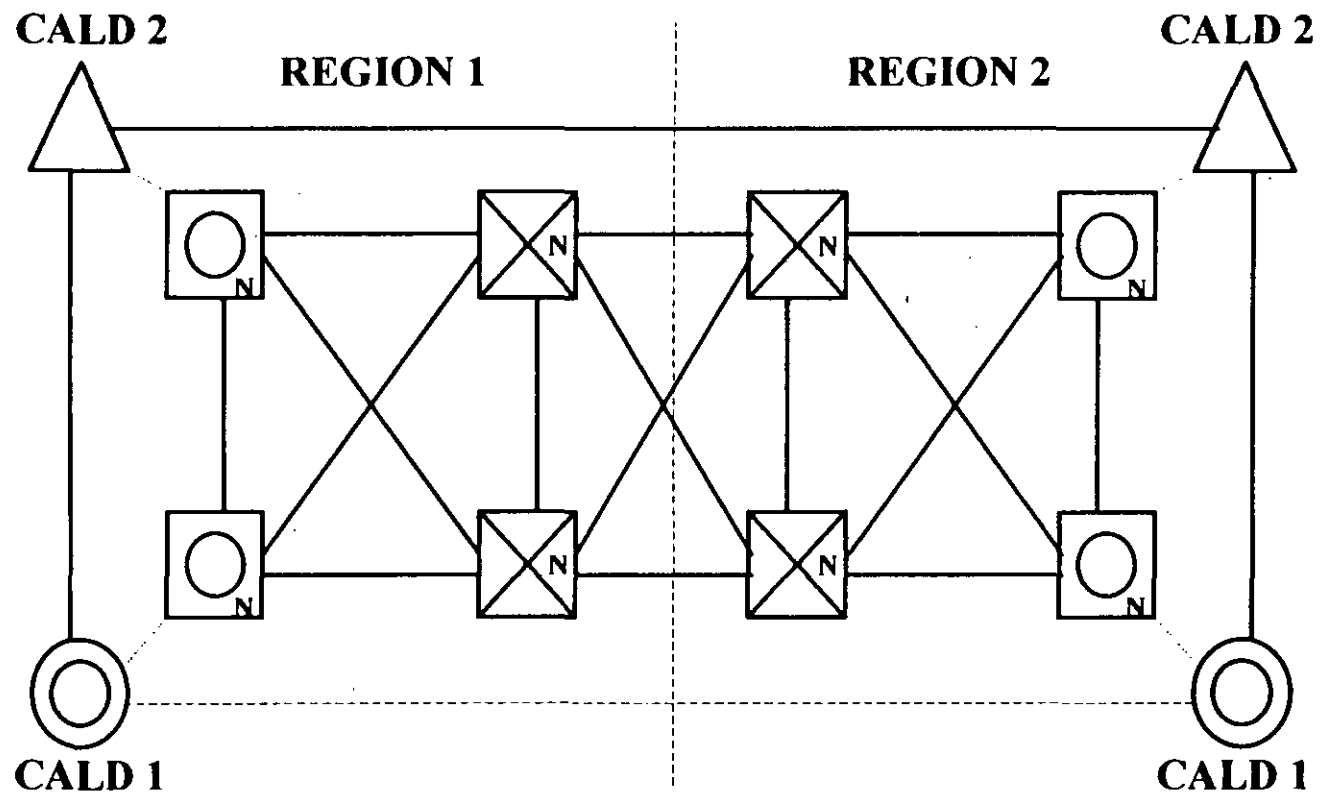
RED JERARQUICA

OTU

OTU

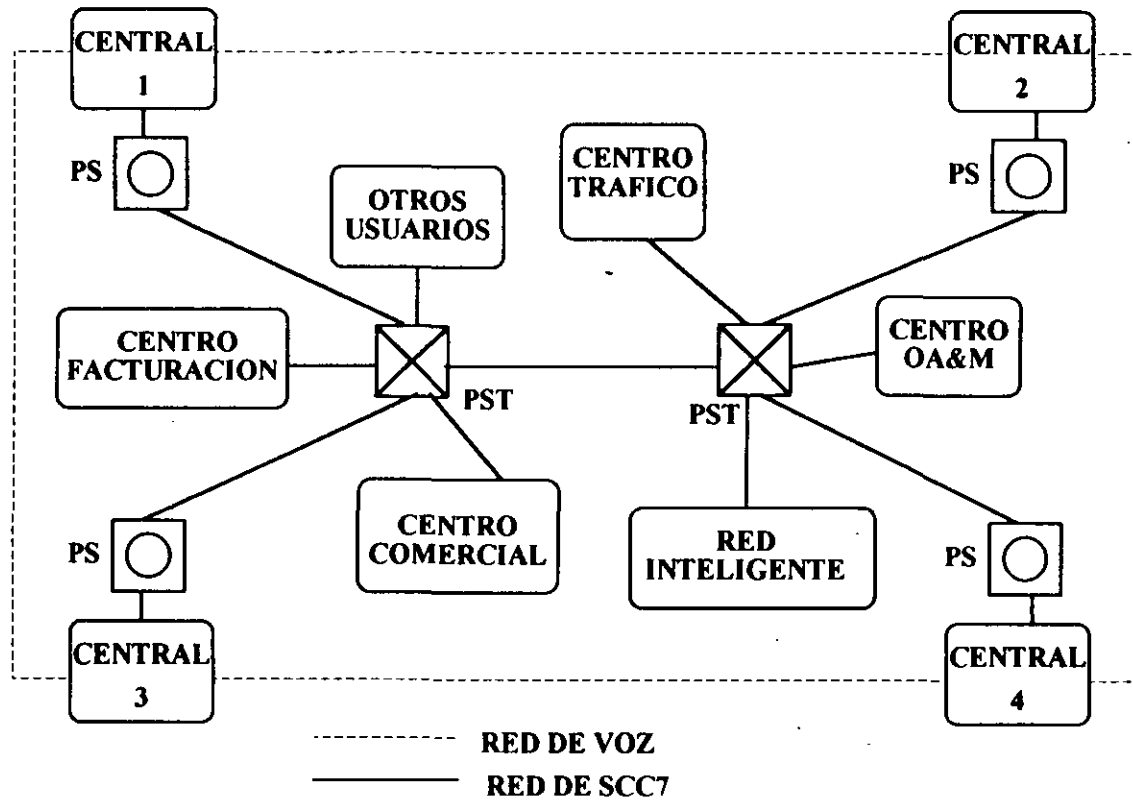


RED MALLA



**RED DE LARGA DISTANCIA NACIONAL**

## FACILIDADES DE LA RED SCC7



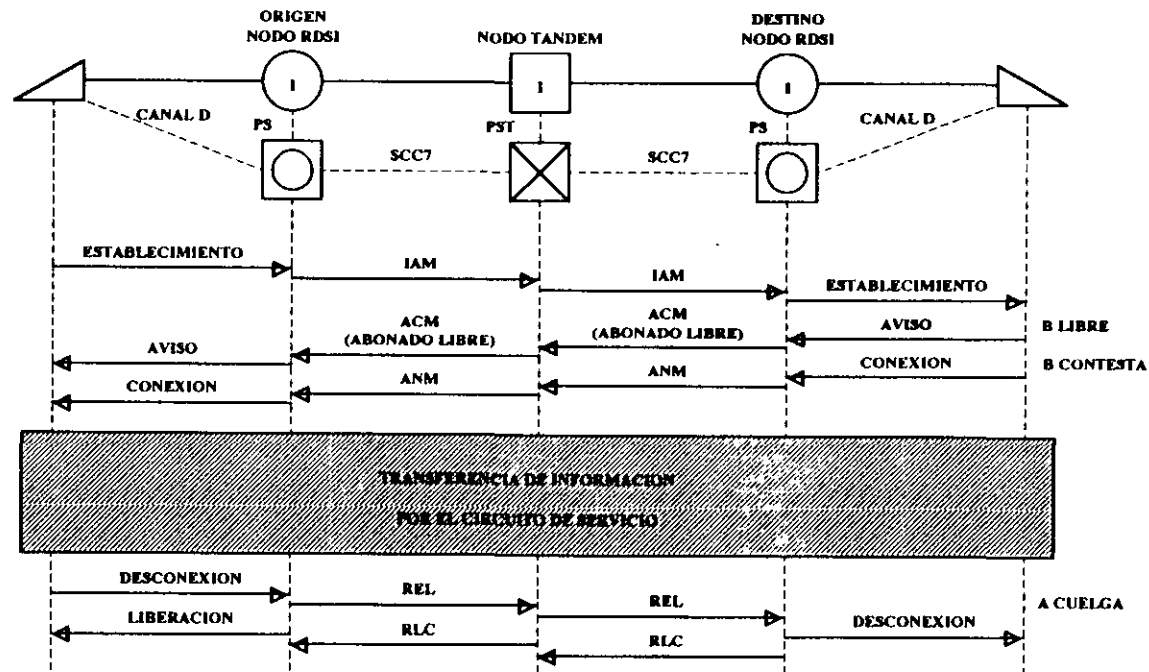
## PUT - Mensajes

		E1	0000	0001	0010	0011	0100	0101	0110	0111	1000	1001	1010	1011	1100	1101	1110	1111
		EO																
		0000	reserva para uso nacional															
MDA	→	0001		MID	MIA	MSD	SDU											
MEL	←	0010		MIE		COM	FCO											
MPE	←	0011		MPG														
MEC	←	0100		MDC														
MEI	↑	0101		CEC	CGC	CRN	SDI	SLI	ABO	NNA	LFS	TIE	SAP	TDN	PRM			
MSL	↔	0110	SRS	RCT	RST	COL	FIN	RRE	INT	SLA								
MSC	↔	0111		LGU	BLO	ARB	DBL	ARD	PPC	RCI								
MSG	↔	1000		BGM	ABM	DGM	ADM	BGE	ABE	DGE	ADE	MRG	ARG	BGL	ABL	DGL	ADL	
		1001																
GRC	←	1010		CCA	reserva para uso internacional													
		1011																
MND	⇒	1100					OFR	CAN	REL									
MNA	←	1101					FAN											
MNP	←	1110					TEB											
		1111	reserva para uso nacional															

	MENSAJE	CODIGO
IAM	Mensaje Inicial de Dirección	00000001
SAM	Dirección (o número) subsiguiente	00000010
INR	Petición de información	00000011
INF	Información	00000100
COT	Continuidad	00000101
SGM	Segmentación	00111000
UPA	Parte de usuario disponible	00110101
UPT	Prueba de parte de usuario	00110100
CRG	Información de tasación	00110001
ACM	Dirección completa	00000110
CON	Conexión	00000111
CPG	Progresión de la llamada	00101100
ANM	Respuesta	00001001
FOT	Transferencia hacia adelante (Intervención)	00001000
REL	Liberación	00001100
IDR	Petición de identificación	00110110
IRS	Respuesta de identificación	00110111
DRS	Liberación diferida	00100111
RLC	Liberación completada	00010000
CCR	Petición de prueba de continuidad	00010001
RSC	Reinicialización de circuito	00010010
LPA	Acuse de establecimiento de bucle	00101000
BLO	Bloqueo	00010011
UBL	Desbloqueo	00010100
UCIC	Código de identificación de circuito no equipado	00101110
BLA	Acuse de bloqueo	00010101
UBA	Acuse de desbloqueo	00010110
OLM	Sobrecarga	00110000
SUS	Suspensión	00001101
RES	Reanudación	00001110
CFN	Confusión	00101111
CGB	Bloqueo de grupo de circuitos	00011000
CGU	Desbloqueo de grupo de circuitos	00011001
CGBA	Acuse de bloqueo de grupo de circuitos	00011010
CGUA	Acuse de desbloqueo de grupo de circuitos	00011011
GRS	Reinicialización de grupo de circuitos	00010111
GRA	Acuse de reinicialización de grupo de circuitos	00101001
CQM	Indagación sobre grupo de circuitos	00101010
CQR	Respuesta a indagación sobre grupo de circuitos	00101011
CMR	Petición de modificación de llamada	00011100
CMC	Modificación de llamada completada	00011101
CMRJ	Rechazo de modificación de llamada	00011110
FAA	Facilidad aceptada	00100000
FAR	Petición de facilidad	00011111
FAC	Facilidad	00110011
FRJ	Rechazo de facilidad	00100001
NRM	Gestión de recurso de red	00110010
PAM	Paso de largo	00101000
USR	Información de usuario a usuario	00101101
OFR	Oferta	11111100
RLL	Rellamada	11111110
CAN	Cancelación de oferta	11111101
FAN	Falsa contestación	11111111

**CODIFICACION DE MENSAJES DE LA PUSI**

## LLAMADA ORDINARIA CON SEÑALIZACION DE PUSI PARA LA RDSI



# **RED INTELIGENTE**

**M.C. MARTIN LARA BARRON**

El término **Red Inteligente (RI)** se utiliza para describir un concepto arquitectural destinado a ser aplicable a todas las redes de telecomunicaciones. La finalidad de la **RI** es facilitar la introducción de nuevos servicios basados en una mayor flexibilidad y nuevas capacidades.

La **RI** aplica a una gran variedad de redes, tales como: redes telefónicas públicas conmutadas (**RTPC**), redes móviles, redes públicas de datos con conmutación de paquetes y redes digitales de servicios integrados (**RDSI**).

La **RI** sustenta también una gran variedad de servicios, incluidos los servicios suplementarios, y utiliza los servicios portadores existentes.



**RI** es un concepto arquitectural para el funcionamiento y prestación de nuevos servicios que se caracteriza por:

- el uso extensivo de técnicas de procesamiento de la información;
- la utilización eficaz de los recursos de la red;
- la modularización y la reutilización de las funciones de la red;
- la creación y prestación de servicios integrados por medio de funciones de red reutilizables modularizadas;
- la asignación flexible de funciones de red a nodos (entidades físicas) de la **RI**;
- la portabilidad de funciones de red entre nodos de la **RI**;
- la comunicación normalizada entre funciones de red por medio de interfaces independientes del servicio;
- el control por el abonado al servicio (cliente) de algunos atributos de servicio específicos del abonado;
- el control por el usuario del servicio de algunos atributos de servicio específicos del usuario;
- la gestión normalizada de la lógica del servicio.

Los requisitos funcionales de la **RI** son:

- requisitos de servicio (necesidades de servicio);
- requisitos de red (necesidades de la entidad que explota la red).

La **RI** puede apoyar los servicios suplementarios de los siguientes servicios básicos:

Servicios portadores:

- sin restricciones en modo circuito (distintas velocidades binarias);
- telefonía en modo circuito;
- audio en modo circuito;
- servicio de datos con conmutación de paquetes;
- servicio de datos con conmutación de circuitos; etc.

Teleservicios:

- telefonía;
- telefax;
- videotex.

Servicios interactivos de banda ancha:

- servicios de conversación;
- servicios de mensajería;
- servicios de consulta.

Servicios de distribución de banda ancha:

- Servicios de distribución sin control de presentación individual por el usuario;
- Servicios de distribución con control de presentación individual por el usuario;
- otros.

Los elementos de la arquitectura física de la **RI** son nodos e interfaces. Los interfaces deben tener la misma arquitectura de protocolo basado en el modelo OSI (Open system interconnection) de siete capas que faciliten la comunicación entre entidades.

Los nodos (**Entidades Físicas**) para la realización de la **RI** considerando una arquitectura básica, son:

a) **Punto de conmutación de servicio (SSP).**

Además de proporcionar a los usuarios el acceso a la red (si el **SSP** es una central local) y de llevar a cabo cualquier funcionalidad de conmutación necesaria, el **SSP** ofrece pleno acceso al conjunto de capacidades de la **RI**.

b) **Punto de control de servicio (SCP).**

Contiene los programas de lógica de servicio que se utilizan para proporcionar los servicios de **RI** y puede contener, opcionalmente, datos de cliente.

El **SCP** puede acceder a los datos de un punto de datos de servicio (**SDP**), ya sea directamente o a través de una red de señalización, y puede conectarse a los **SSP's** y/o **IP's** por la red de señalización.

**c) Punto de datos de servicio (SDP).**

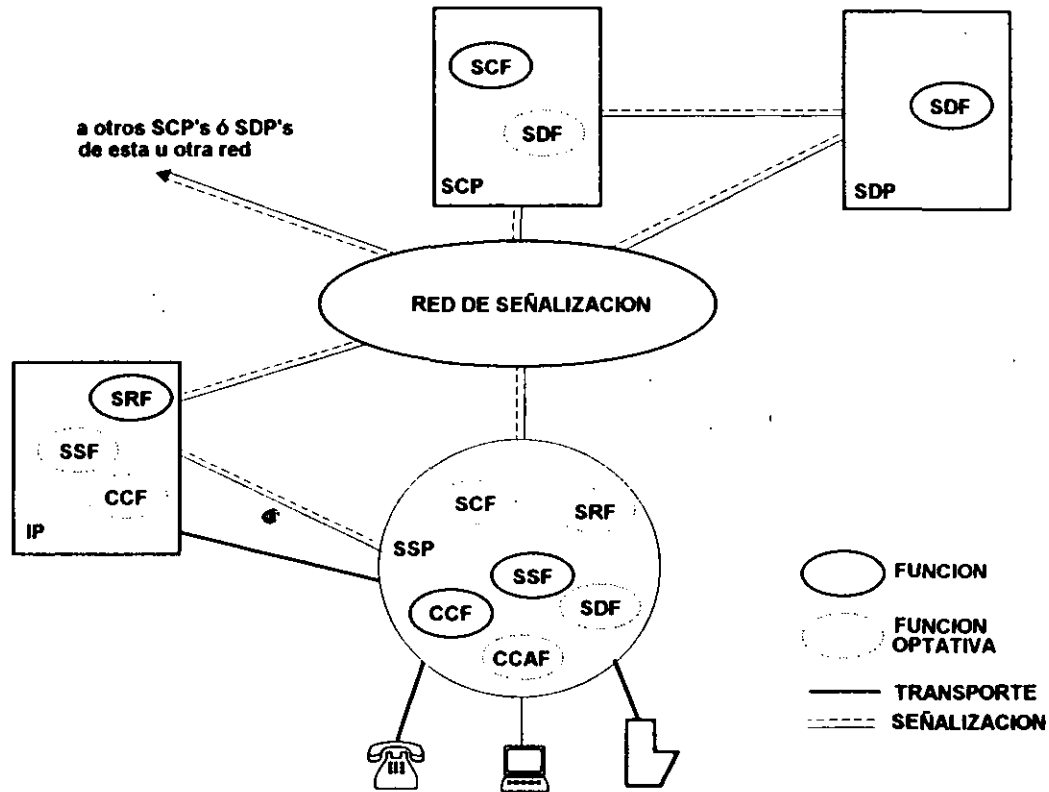
Contiene los datos utilizados por los programas de lógica de servicio para proporcionar servicios individualizados.

Un SSP o un punto de gestión de servicio pueden acceder al SDP directamente o a través de la red de señalización. Un SDP puede también acceder a otros SDP's de su propia red o de otras redes.

**d) Periférico inteligente (PI).**

Proporciona recursos especiales para la adaptación de los servicios a las necesidades del cliente y permite la realización de interacciones de información flexibles entre el usuario y la red. Algunos ejemplos de recursos especiales pueden ser:

- anuncios vocales especiales;
- dispositivos de reconocimiento de voz;
- almacenamiento de cifras DTMF;
- puente de distribución de información;
- generador de tonos;
- síntesis de texto de palabra; etc.



CCF      Función de control de llamada  
 CCAF    Función de agente de control de llamada  
 SCF      Función de control de servicio  
 SDF      Función de datos de servicio  
 SRF      Función de recurso especial  
 SSF      Función de conmutación de servicio

SSP      Punto de conmutación de servicio  
 SCP      Punto de controlde servicio  
 SDP      Punto de datos de servicio  
 IP        Periférico inteligente

41

Aún y cuando la evolución de la tecnología puede dar lugar a otras plataformas de protocolos , las interfaces entre las entidades físicas se ajustarán a la siguiente tabla:

<b>INTERFAZ</b>	<b>SEÑALIZACION</b>
<b>SSP - SCP</b>	<b>Parte de aplicación de capacidades de transacción (PACT)</b> <b>Parte de control de la conexión de señalización (PCCS)</b> <b>Parte de transferencia de mensajes (PTM)</b>
<b>SCP - SDP</b>	<b>Parte de aplicación de capacidades de transacción (PACT)</b> <b>Parte de control de la conexión de señalización (PCCS)</b> <b>Parte de transferencia de mensajes (PTM)</b> <b>(con un SDP situado fuera de la red, se puede utilizar una unidad de interfuncionamiento situada dentro de la red que efectúe la traducción entre la PACT y un protocolo de transferencia de datos público o privado, como X.25)</b>

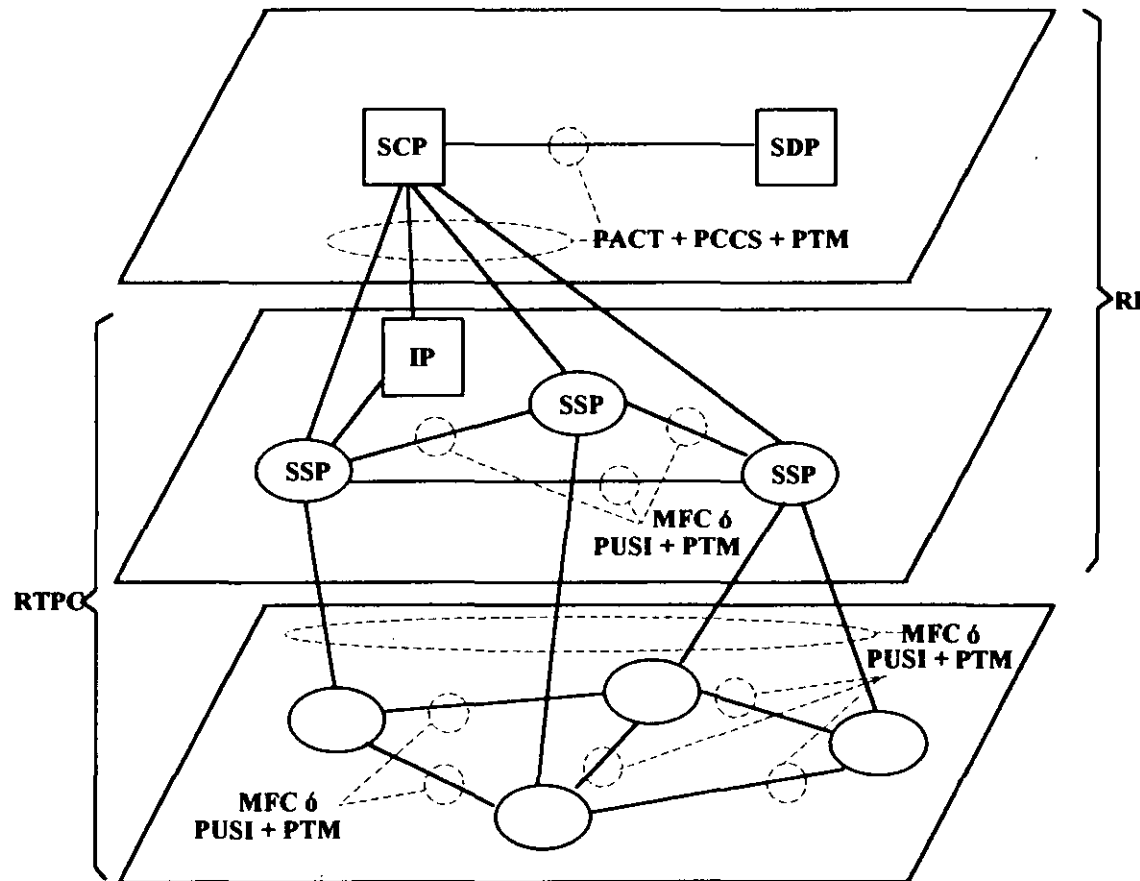
INTERFAZ	SEÑALIZACION
IP - SSP	<b>Canal D</b> - velocidad de acceso básico, - velocidad de acceso primario. <b>Señalización por canal común No. 7 (SCC7)</b>
IP - SCP	<b>Parte de aplicación de capacidades de transacción (PACT)</b> <b>Parte de control de la conexión de señalización (PCCS)</b> <b>Parte de transferencia de mensajes (PTM)</b>

Dado que los nodos **SSP** conforman la interfaz entre la **RI** y la **RTPC**, la señalización entre los **SSP's** y la **RTPC** se podrá llevar a cabo por medio de la señalización tradicional en base a MFC, o bien, con señalización por canal común si está disponible.

Es de esperarse que en el futuro todos los nodos de conmutación de la **RTPC** tengan las funciones de **SSP**, de manera que cualquier usuario de la red de telecomunicaciones tenga acceso a las facilidades de la **RI**.



La siguiente figura incluye los diferentes tipos de señalización que pueden existir en la interrelación entre la **RI** y la **RTPC**.



Fig

## **SERVICIOS DE RED INTELIGENTE:**

- **Servicios básicos**

- Cobro revertido automático
- Pago compartido
- Tarificación adicional
- Llamadas masivas
- Número universal

- **Servicios avanzados**

- Cobro revertido automático
- Pago compartido
- Tarificación adicional
- Televoto
- LLlamadas masivas
- Numero universal

- **Llamadas a crédito**

- **Telefonía personal**

- **Red privada virtual**

## **SERVICIOS BASICOS DE TARIFICACION ESPECIAL**

- Son servicios que se prestan desde el **SSP** sin la intervención de ningún otro elemento de la **RI**.
- Se ofrece un subconjunto de los servicios avanzados
- Los abonados a estos servicios disponen de dos tipos de números:
  - a) Número de directorio
  - b) Numero de la **RI** (plan privado de numeración)
- El primer **SSP** que recibe la llamada hace la traducción de número de **RI** a número de directorio
- La tarificación de estas llamadas se realiza en forma detallada en el **SSP**

## **SERVICIOS AVANZADOS DE TARIFICACION ESPECIAL**

- Estos servicios hacen uso de la base de datos y el control del **SCP** para determinar el tipo de tratamiento de llamada y el número de directorio
- El tratamiento de la llamada se realiza en función de varias condiciones, tales como:
  - Situación geográfica del llamante
  - Hora y día de la llamada
  - Información en forma de voz o DTMF suministrada por el abonado llamante
  - Estado del abonado llamado (rutas alternativas, respuestas de cortesía, puesta en cola de espera, etc.)
- Estos servicios pueden ser programados por los clientes suscritos a ellos
- La tarificación de estas llamadas se realiza en forma detallada en el **SSP**

## **SERVICIOS DE TARIFICACION ESPECIAL**

### **COBRO REVERTIDO AUTOMATICO (800 AVANZADO)**

Las llamadas a los abonados al servicio son cargadas a éstos, sin costo para los llamantes

### **PAGO COMPARTIDO**

El costo de la llamada se reparte entre los abonados llamado y llamante. La parte llamante es determinada por la RTPC.

### **TARIFICACIÓN ADICIONAL (SOLICITUD DE INFORMACION DIVERSA)**

El abonado llamante paga la llamada por la RTPC, más una cantidad extra por el valor del servicio prestado (esta cantidad le es reembolsada al abonado llamado)

## TELEVOTO

- Este servicio permite hacer sondeos de opinión usando la red telefónica
- La forma de tarificación puede ser acordada entre la administración telefónica y el abonado al servicio
- El servicio se establece en función de una consulta de televoto, en la que se define el período y los posibles números a marcar por los llamantes como respuesta a la consulta, tipo de mensajes a mandar, etc.
- La **RI** totaliza los resultados de la consulta.
- El abonado tiene acceso a los resultados en cualquier momento, mediante un código de identificación.

## **LLAMADAS MASIVAS**

- Permite realizar eventos que provocan picos de tráfico (por ejemplo, concursos en radio o T.V.) disminuyendo las posibilidades de degradación del servicio telefónico
  - Desvío de llamadas en caso de ocupado
  - Respuestas de cortesía con mensajes personalizados o comunes para llamadas desviadas
- Disminución de carga en origen:
  - Recepción rápida de respuestas de cortesía que reducen los tiempos de ocupación por llamada y el número de reintentos
- Aumento de los ingresos:
  - Muchas llamadas reciben respuestas

## **NUMERO UNIVERSAL**

- Orientado a abonados con varias instalaciones en diferentes sitios del país.
- Al abonado a este servicio se le asigna un único número universal
- Los usuarios se comunican a las instalaciones del abonado desde cualquier parte de la red telefónica, marcando el número universal.
- Las llamadas de los usuarios se enrutan a instalaciones preestablecidas para un área específica de acuerdo a los requerimientos del abonado
- La traducción del número universal a número de directorio se realiza en el SCP.
- Pueden utilizarse las siguientes modalidades
  - Enrutamiento en base al área geográfica.
  - Enrutamiento en base a la fecha y hora.
  - Cobertura local o nacional en combinación con el Servicio 800.



## **SERVICIO DE LLAMADAS A CREDITO**

- Permite realizar llamadas a una cuenta de crédito establecida por la compañía telefónica, desde cualquier teléfono de la **RTPC**
- Tipos de llamada de crédito:
  - Llamada básica: Permite realizar llamadas hacia cualquier número de destino especificado durante la llamada
  - Llamada con destino restringido: Permite realizar llamadas hacia un único y predeterminado destino
- El control de estas llamadas se realiza en el **SCP**
- Estas llamadas se pueden hacer directamente desde un teléfono con teclado DTMF o mediante un generador DTMF desde un teléfono de impulsos
- Requiere un procedimiento de detección de fraude de llamadas

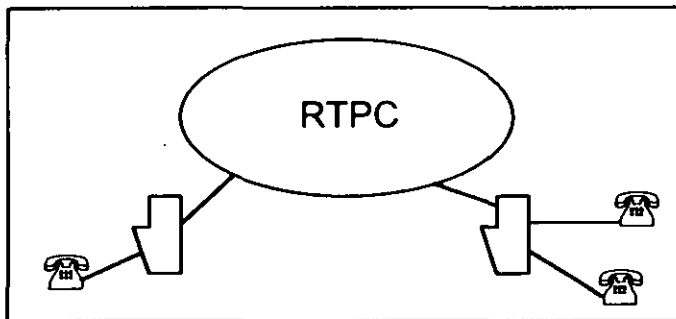
## TELEFONIA PERSONAL

- Da un servicio de seguimiento de llamadas a un abonado que cambia frecuentemente de ubicación y necesita recibir llamadas.
- A cada abonado a este servicio se le asigna un único número personal, haciendo uso del servicio con alguna de las siguientes tipos de llamada:
  - Llamada de afiliación, por la que el abonado hace saber a la **RI** el número de la **RTPC** al cual conmutarle sus llamadas, mediante un código personal de acceso.
  - Llamada al número personal, que es traducido por la **RI** al número de la **RTPC** actual.
- La traducción del número se realiza en el SCP.

# RED PRIVADA VIRTUAL

## FACILIDADES:

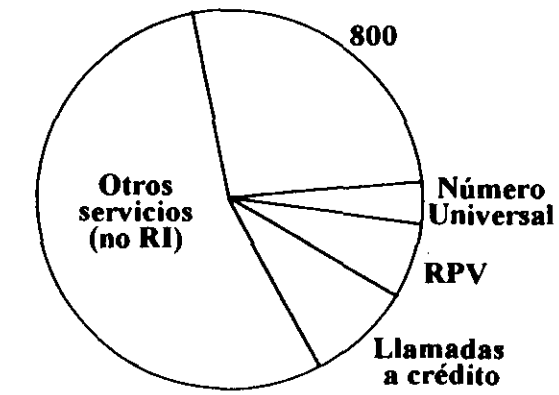
- Llamadas internas
- Llamadas externas
- Plan de numeración privado
- Acceso remoto
- Encaminamiento variable
- Restricción selectiva de llamadas
- Grupo cerrado de usuarios
- Actualización de la transferencia de llamada
- Operadora
- Códigos de autorización
- Marcación abreviada
- Llamadas internacionales



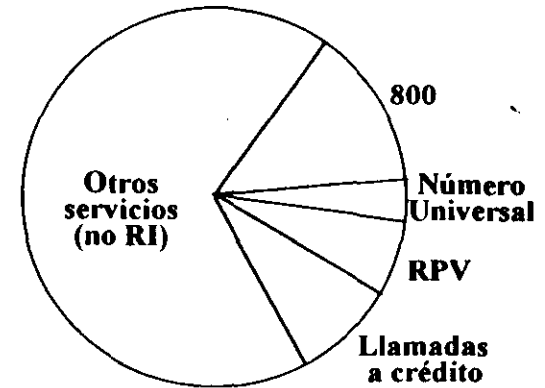
## **SERVICIOS DE RI EN LOS ESTADOS UNIDOS**

- Introducido por AT&T en 1967
- Volumen de llamadas en el primer año: 7 millones
- Actualmente hay más de 1.3 millones de líneas instaladas
- El servicio 800 nacional cursa por sí solo más de 50 millones de llamadas diarias
- Los números 800 son usados por más de 500,000 empresas americanas
- Se espera que el mercado del servicio 800 en Estados Unidos supere los 8,000 millones de US\$ en 1993

# TRAFICO DE RI DE AT&T EN 1990



**Mensajes**  
45 % de los mensajes en la red de AT&T son de servicios de RI



**Minutos**  
30 % de los minutos en la red de AT&T son de servicios de RI

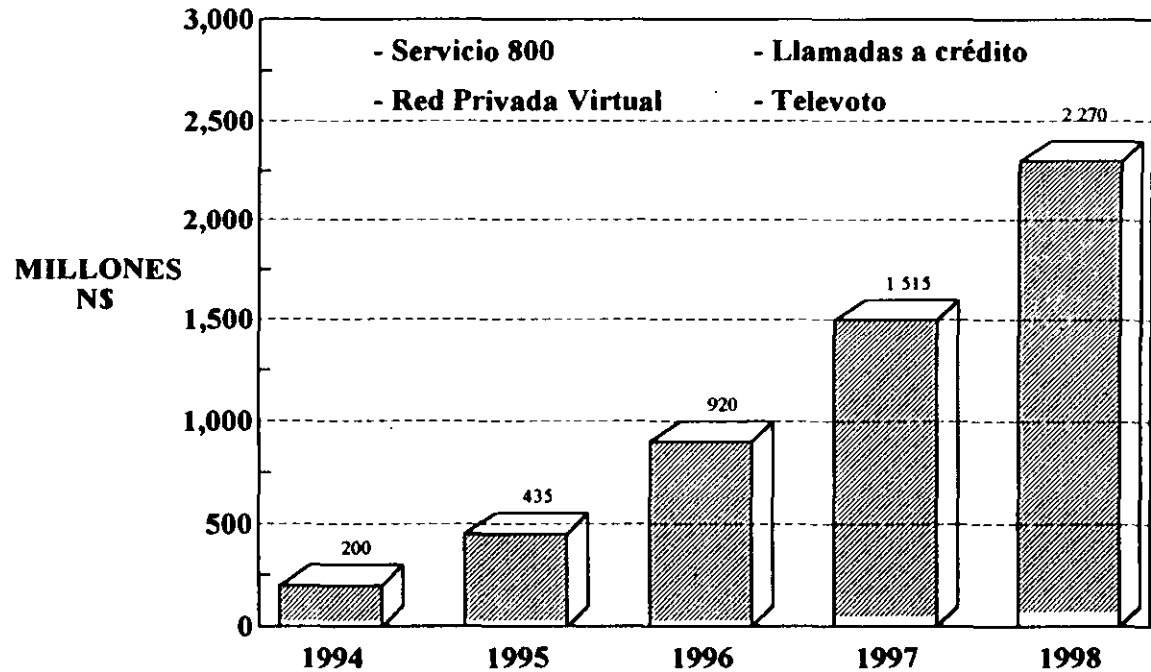
## SERVICIOS DE RI EN OTROS PAISES

Servicios	INGLATERRA	ESPAÑA	ITALIA	KOREA
Servicio 800	✓	✓	✓	✓
Red Privada Virtual	✓		✓	✓
Llamadas masivas	✓	✓	✓	
Número universal	✓	✓	✓	✓
Pago compartido	✓	✓	✓	✓
Número personal	✓	✓	✓	
Televoto	✓	✓	✓	
Llamadas a crédito		✓		✓

52

# TELMEX - INGRESOS PROYECTADOS POR SERVICIOS DE RED INTELIGENTE

## TOTAL DE INGRESOS





**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

**CURSOS ABIERTOS**

**III CURSO INTERNACIONAL EN TELECOMUNICACIONES**

**MODULO III**

**REDES DIGITALES: ACTUALIDAD Y PERSPECTIVAS**

**FRAME RELAY, FAST PACKET SWITCHING Y ATM.**

**ING. JESUS DAVILA NARVAEZ.**



# FRAME RELAY, PAQUETE RAPIDO Y CONMUTACION DE PAQUETES, ¿CONVERGENCIA O COEXISTENCIA?

\* Descripción de las diferencias y similitudes de estas tecnologías clave

Brij Bhushan

Traducción: Novellco, S.A. de C.V.

La industria de conmutación de paquetes (*packet switching*) comenzó como una motivación muy fuerte para reducir costos sobre líneas arrendadas privadas y de "dialup". Sin embargo su evolución se ha caracterizado por una continua satisfacción de las demandas adicionales de la comunicación de datos. En la actualidad, los costos no sensibles a la distancia, la disponibilidad universal, la conectividad y la conversión de protocolos son sus puntos fuertes básicos. Incluso con la llegada de la RDSI (Red digital de servicios integrados) y los excedentes en la capacidad de transmisión, que pueden reducir las ventajas de costo de la conmutación de paquetes, la industria continúa creciendo rápidamente, debido a sus ventajas operativas inherentes.

En muchas aplicaciones, los protocolos de conmutación de paquetes no siempre siguen las recomendaciones oficiales CCITT X, pero se vinculan estrechamente a la arquitectura y a los procedimientos genéricos de la conmutación de paquetes. Así, la conmutación de paquetes, como la conocemos en la actualidad, sufrirá algunos cambios. No obstante, esta tecnología sí

tiene un lugar en la comunicación mundial de hoy y del mañana. En este artículo comparamos y hacemos notar las diferencias de la conmutación genérica de paquetes aplicable a *frame relay* (relevador de frame) y a la conmutación de paquetes rápidos (también conocida como *fast packet switching* y como ATM: *Asynchronous Transfer Mode*; Modo de transferencia asincrónica).

## CONMUTACION DE PAQUETES RAPIDOS

Como su nombre lo indica, la conmutación de paquetes rápidos es una tecnología digital de alta capacidad orientada a los paquetes, que ofrece las siguientes funciones: conmutación, multiplexaje y transmisión.

A principios de 1986, AT&T capturó la atención de los usuarios de comunicaciones de datos anunciando un experimento técnico en San Francisco que involucraba la conmutación de paquetes de banda ancha. Desde entonces un gran número

de administraciones europeas, Francia, Alemania e Italia entre ellas, han realizado pruebas de naturaleza similar. El principal impulso de estos experimentos no ha sido sólo demostrar la factibilidad de los conceptos técnicos sino también tomar en cuenta el interfuncionamiento de la tecnología básica existente en las redes públicas y privadas.

En julio de 1986, Stratacom anunció su producto basado en paquetes rápidos, con lo cual se introdujo otro elemento esencial para las redes integradas de datos y voz que se basaba estrictamente en conceptos de esta tecnología. La conmutación de paquetes rápidos difiere de la conmutación tradicional de circuitos en los tres aspectos siguientes:

\* Establecimiento de llamada. En la conmutación de paquetes rápidos, las trayectorias de llamada se establecen en forma dinámica con base en la dirección individual del paquete y no en forma permanente a través de un tiempo matriz fijo o una trayectoria de división de espacios.

\* Manejo de tráfico. Cada llamada en el área de conmutación de circuitos se asigna a un ancho de banda fijo sin tomar en cuenta su uso. En la conmutación de paquetes rápidos, el ancho de banda se asigna dinámicamente con base en la necesidad de la llamada.

\* Conmutación. La conmutación interna se realiza con base en una trayectoria previamente asignada a través del conmutador de espacio o tiempo, mientras que en la conmutación de paquetes rápidos, los paquetes individuales pueden ser conmutados por el *hardware* basado en el campo de dirección a velocidades bastante altas (más altas que la velocidad de conmutación de los paquetes convencionales, puesto que la conmutación la hace el *hardware* y no el *software*).

La estructura de un "paquete rápido" (como en el caso de Stratacom) se muestra en la Figura 1. Como puede verse, cada paquete se estructura en dos entidades diferentes, un *header* y el bloque de información. El header tiene 24 bits de largo (un campo de dirección de 16 bits, un campo de prioridad de tres bits, y un CRC de cinco bits para proteger la información de algún error) y el campo de información es de 168 bits. Al incluir la señal de un bit, el largo total del *frame* es de 193 bits, el mismo largo que tiene el formato estándar de *frame* D4 ó transmisión T1. Se utiliza una marca de tiempo para los datos de baja velocidad con el fin de controlar su retraso en tránsito a través de los nodos.

#### MODO DE TRANSFERENCIA ASINCRONICA

A medida que pasamos a la nueva era de la informática con nuevas demandas, algunas técnicas tradicionales de conmutación de paquetes pueden no ser adecuadas para algunas aplicaciones. Examinense algunos de los nuevos requerimientos que han surgido en los sistemas de comunicación, tanto en la transmisión como en la conmutación. El primero de estos requerimientos es la naturaleza

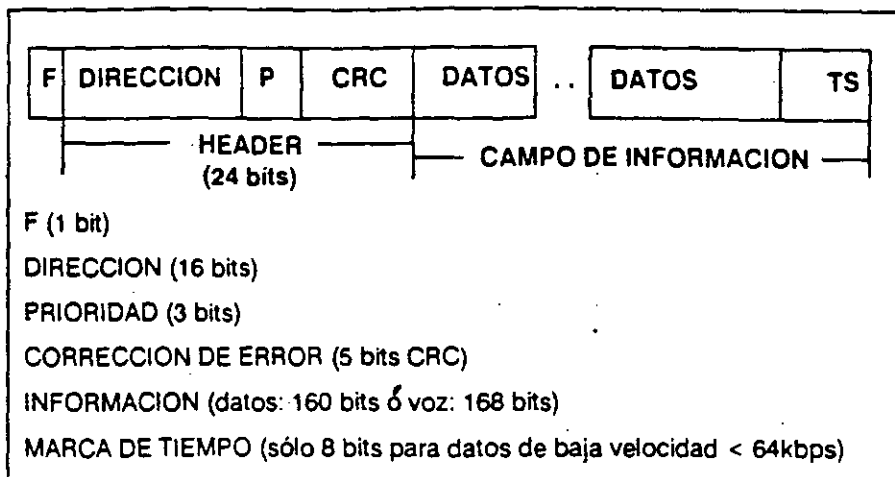


Figura 1. Estructura de un paquete rápido

de diversos servicios y el segundo es la necesidad de integrar estos servicios. La naturaleza de diversos servicios (por ejemplo: voz, datos, video e imagen) está bien documentada y difiere en las áreas de volumen de tráfico y el ancho de banda que se requieren, en la naturaleza de la información como es el grado de ráfaga, la necesidad de un desempeño mejor en lo que respecta a errores en los servicios de datos y la sensibilidad de tiempo real para la transmisión como es el caso de la voz. La necesidad de integrar todo esto en sistemas viables de comunicación ha llevado a los investigadores a encontrar nuevas formas de lograr estas funciones en forma óptima. Esto ha llevado al concepto de ATM.

**La conmutación de paquetes rápidos es una tecnología digital de alta capacidad que ofrece las funciones de conmutación, multiplexaje y transmisión**

Los modos tradicionales de transferencia de información se conocen ahora como modo de transferencia sincrónica (STM: *Synchronous Transfer Mode*). En el STM, la información se divide en pequeños *frames* de largo fijo que pueden identificarse por referencia

a un reloj. Una vez que se detecta (sincroniza) esta referencia, la información puede "encontrarse" fácilmente por la compensación dictada por la organización/estructura del *frame*. La referencia de reloj establece la sincronización y el *frame* de largo fijo es el circuito. Esta técnica es muy difundida tanto en el equipo de conmutación como de transmisión utilizado hoy en día, y también ha cubierto las necesidades de información en el pasado.

En ATM la información se organiza en celdas de tamaño fijo, en la actualidad definidas en 53 bytes de largo. Sin embargo, para satisfacer la gran variedad de necesidades mencionadas anteriormente, las celdas se asignan en forma dinámica a un servicio específico dependiendo de las necesidades. Este sencillo concepto permite dos cosas: la primera es que un sistema de comunicación basado en este concepto asigna recursos en forma dinámica, característica que es muy bien recibida por la mayoría de los usuarios. La segunda es que los servicios se integran en forma automática, característica excelente para los proveedores del servicio.

Las mejoras en estas dos áreas han superado así algunas de las ineficiencias inherentes a los sistemas de comunicación que se basaban en STM, y han llevado a su adopción como el elemento fundamental del futuro. Esta definición toma en cuenta tanto los

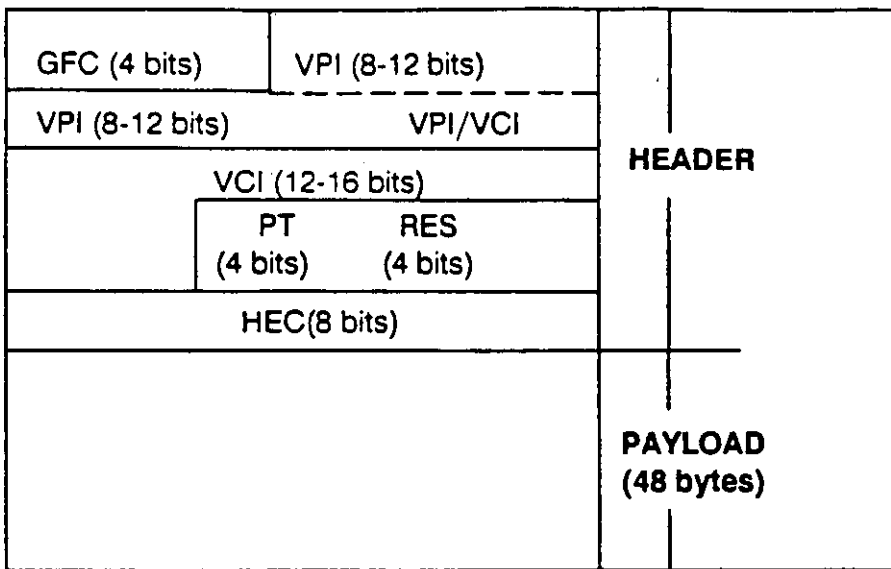


Figura 2. Estructura de la celda ATM

servicios orientados a la conexión como los servicios sin conexión.

El elemento fundamental -la celda- consta de un total de 53 bytes. De estos, hay un *header* de 5 bytes y los 48 restantes son para información (también denominada carga útil o *payload*). La organización del campo de *header* varía ligeramente dependiendo de si se trata de la interfase de red a usuario, o de la interfase de red a red. A continuación nos concentraremos exclusivamente en la interfase de usuario a red. El *header* se divide aún más como se muestra en la figura 2.

La asignación de información de enrutamiento en la interfase del usuario no excede 24 bits, de los cuales sólo 20 bits están activos en un determinado momento. Estos bits se definen a un tiempo de suscripción basado en el servicio al que se está suscribiendo el usuario. El *header* consta de los cinco subcampos siguientes:

1. Control general de flujo (GFC: *General Flow Control*). Campo de cuatro bits que está disponible para la interfase usuario a red. Controla el flujo de información en la celda para diferentes calidades de servicio.
2. Identificador de Trayectoria Virtual (VPI: *Virtual Path Identifier*). Campo de 8 a 12 bits de largo que propor-

ciona una identificación explícita de trayectoria en la interfase.

3. Identificador de Canal Virtual (VCI: *Virtual Channel Identifier*). Campo que proporciona una identificación explícita de canal en la interfase.

4. Tipo de Carga Util o *Payload* (PT: *Payload Type*). Campo de dos bits de largo que indica si la celda contiene información de usuario o red.

5. Revisión de Error de Título (HEC: *Header Error Check*). Campo de ocho bits de largo que revisa si no hay errores en el título y proporciona una capacidad limitada de corrección de errores en éste.

**PAQUETES RAPIDOS Y ATM**

Desde el punto de vista de la arquitectura, ATM y la conmutación de paquetes rápidos son similares en naturaleza, pero difieren el tamaño de la celda, el *header* y su estructura, y en cómo se ajustan a la RDSI en *narrowband* y *broadband*. Como puede verse en las descripciones anteriores, la conmutación de paquetes rápidos es otro vehículo para la información ATM. En él se simplifican las funciones del nivel 2. No existe detección de error, reconocimiento y retransmisión de errores en el nivel 2. Como resultado, la transferencia de información puede hacerse más rápidamente a través de implantaciones de *hardware*. Las funciones de procesamiento relacionadas con

el protocolo están en la periferia y fuera de la red.

ATM tiene una estructura razonablemente bien definida mientras que las implantaciones iniciales de AT&T y Stratacom son buenos experimentos para obtener experiencia práctica. Con base en estos experimentos se construirán las redes públicas y privadas del futuro. El ATM se ha definido bastante bien y se le ha aceptado como el elemento esencial de la RDSI-B.

**FRAME RELAY**

En la evolución de protocolos y procedimientos de telecomunicaciones, una de las metas de los organismos estándar ha sido alinear los diferentes protocolos (por ejemplo: protocolo serie X, protocolo serie I y protocolo de señalización de canal común) y ofrecer un conjunto de servicios centrales a través de la red que puedan construirse sobre el equipo local del cliente o mediante funciones adicionales por proveedores de servicios.

Al trabajar hacia esa meta también se propicia el desarrollo de protocolos y procedimientos que están integrados en todos los servicios de telecomunicaciones. Uno de los ingredientes clave de esta alineación es la separación de la información del usuario y de control en dos entidades independientes, conocidas como plano de control (plano C) y plano del usuario (plano U). La información del plano C está lógicamente separada de la información del usuario, haciéndola así "fuera de llamada". Este flujo de información puede implantarse bien sea en un canal físico separado (lógicamente separado o en multiplexaje con la otra información tanto del plano C como del U), o integrado dentro del mismo canal físico (aun cuando estén separados lógicamente). Un buen ejemplo de esta separación son los protocolos de señalización de canal común que en la actualidad se utilizan en telefonía. Estos conceptos de plano C y plano U están muy bien definidos en el modelo de referencia del protocolo RDSI (en la Recomendación CCITT I.320). La separación de estos planos permite un

conjunto central de los servicios "portadores" que puede ofrecer una red. Estos servicios pueden perfeccionarse mediante proveedores de servicios mejorados y usuarios a través del plano U y de las funciones asociadas. Por lo general las funciones del plano C se asocian al establecimiento y control de llamada, mientras que las funciones del plano U, a los protocolos de transferencia de datos.

- \* secuencia de frames;
- \* flujo de control de frames.

Los estándares de *frame relay* piden la segmentación de estas funciones de capa 2 en un conjunto de funciones centrales que ofrecerá la red. Estas funciones centrales delimitan, alinean y transportan los frames; permiten el multiplexaje y desmultiplexaje de frame utilizando el campo de dirección; aseguran un número entero de bytes antes y después de la inserción de bit cero; aseguran que los frames no sean demasiado cortos ni demasiado largos y la detección de errores de frame (sin corrección vía retransmisión). Las funciones restantes del nivel 2 son todavía necesarias para una buena transferencia de datos y pueden implantarse en el límite de la red bien sea por la red o fuera de la red por la terminal del usuario.

Así, las funciones de *frame relay* en el plano U son:

- \* transporte de frames en forma transparente a través de la red siguiendo el orden en que se recibieron;
- \* reconocimiento del transporte de frames;
- \* detección y recuperación del transporte, formato y errores operativos;
- \* detección y recuperación de frames perdidos o duplicados;
- \* control de flujo.

Debido a la limitación de la funcionalidad del nivel 2 a las funciones antes mencionadas, la implantación del equipo puede ofrecer estas funciones vía *hardware* y, por ello, mejorar el retraso así como la transmisión en la interfase de *frame relay*.

Como puede advertirse, no existe control de flujo ni tampoco controles de error dentro de las funciones de *frame relay* mencionadas anteriormente. Los frames con errores se detectan y se eliminan, y se espera que las implantaciones de plano U terminal o de red se recuperen de estos errores. El diseñador de protocolo tiene la

esperanza de que la llegada de las técnicas de fibra óptica y otras de transmisión digital no causen una cantidad anormal de errores de transmisión, reduciendo así el envío efectivo o aumentando los retrasos. Otro beneficio es la independencia de protocolo de la interfase de *frame relay*. Casi cualquier protocolo puede ser transportado en forma transparente por el servicio de *frame relay*. La conversión de protocolos, si se requiere, es una función terminal de dispositivo final y se realiza en los dispositivos fuera de la red.

Una de las primeras aplicaciones de esta tecnología es la interconexión de red de área local, en la cual son de suma importancia una mayor transmisión y menores retrasos. Aun cuando los estándares no están del todo maduros, algunos vendedores han anunciado ya su equipo de *frame relay*. Otros están introduciendo equipo que permitirá que se adopten servicios utilizando esta tecnología. En un principio, estas redes se basarán en los estándares patentados o en una variación de los estándares existentes. Sin embargo, todos los vendedores han prometido mejorar su equipo para cumplir con los estándares cuando estén terminados.

De alguna manera, *frame relay* cumple las mismas funciones que la conmutación de paquetes rápidos pero lo hace a nivel del frame, y tiene un estándar detrás, de tal forma que puede interfundarse con equipo de vendedores múltiples. En la actualidad, algunos vendedores tienen equipo que permite a los clientes formar redes privadas.

## COMPARACION DE LAS DIFERENTES TECNOLOGIAS

La Tabla 1 muestra una comparación de tres tecnologías en algunas de las áreas clave desde una perspectiva de usuario final. Estas y otras áreas se comentan en los párrafos siguientes:

### Operaciones Básicas de la Tecnología

En cada una de estas tecnologías, el equipo y el paquete de procesadores

**La conmutación de paquetes y el ATM difieren en el tamaño de la celda, el header y su estructura, y en cómo se ajustan a la RDSI**

Al definir los protocolos y procedimientos de *frame relay*, los arquitectos tuvieron como objetivo simplificar el protocolo. Se decía que la simplificación permitiría un conjunto común de servicios que la red podría ofrecer al implantar *frame relay*, que superarían a los servicios existentes en transmisión y retraso. *Frame relay*, entonces, se concentra en la capa de enlace y segmenta las funciones en las funciones centrales que puede ofrecer la red.

### Frame Relay y Conmutación de Paquetes

*Frame relay* es un servicio exclusivo de nivel 2 y, por lo tanto, se puede hacer una comparación significativa con X.25 sólo para el protocolo LAPB. Así, las funciones nivel 2 de la capa 2, según se especifica en LAPB y/o LAPD, incluyen:

- \* *framing* y sincronización de frames por medio de banderas e inserción del bit cero;
- \* multiplexaje de frames y desmultiplexaje sobre una base de nodo por nodo;
- \* enrutamiento y conmutación de frames sobre una base de nodo por nodo;
- \* detección y corrección de errores de frame mediante retransmisión;

nodales conforman la información en paquetes. Estos paquetes están bien definidos en el caso de X.25 (Véase el artículo "Conmutación de paquetes por X.25" en RED 7), pero no tan bien en el caso de cualquier estándar para paquetes rápidos (aunque ATM tiene una estructura de celda bien definida). También están bien definidos por la tecnología de *frame relay* (los paquetes de *frame relay* no son más que *frames* nivel 2 de la conmutación de paquetes X.25). Se puede entonces considerar que *frame relay* es una extensión de la conmutación de paquetes.

### Inteligencia y Retrasos en la Red

En la conmutación de paquetes la inteligencia reside en el nodo de la red. Debido a la naturaleza de las tecnologías, se le ha empujado hacia la periferia y tal vez fuera de los nodos de red y muy adentro en el CPE unido a la red.

La conmutación de paquetes tiene retrasos inherentes para el procesamiento de cada paquete en cada nodo a medida que atraviesa la red. Por lo general, el procesamiento de paquetes tiene lugar en el *software* (y por ello es más lento) y no en el *hardware*. En el caso de *frame relay*, la conmutación de paquetes rápidos y las tecnologías ATM, el *frame*, el paquete y las celdas son procesadas y conmutadas vía el *hardware* y por ello tienen significativamente menos retrasos a través de los nodos y la red.

### Tipos de Tráfico

Los diversos tipos de tráfico (por ejemplo: voz, datos y vídeo) que pueden ser aceptados por las redes ATM, de paquetes rápidos y de *frame relay* no son evidentes en las redes de paquetes. La conmutación de paquetes no puede dar lugar a tráfico de vídeo y de voz debido al "lento" procesamiento. La introducción de computadoras más rápidas ha mitigado hasta cierto punto esta situación, aunque no lo suficiente como para encontrar una solución práctica. La evolución de la conmutación de paquetes a *frame relay* y ATM ha permitido alcanzar la misma funcionalidad.

Una gran variedad de los protocolos en existencia hoy en día en la industria de comunicación de datos puede acomodarse fácilmente a través de la conversión de protocolos en las redes de paquetes, que no es el caso para las otras dos. La conmutación de paquetes da lugar a los protocolos y permite el procesamiento de protocolos, permitiendo que "interoperen" diferentes sistemas de computación. Mientras que la conmutación de paquetes rápidos, ATM y *frame relay* permiten que sistemas diferentes de computación hablen unos con otros, no realizan el procesamiento de protocolos dentro de la red. Así, el lugar de la conversión de protocolos cambia de dentro a fuera de la red. Si se volvieran a localizar las fronteras de ésta, la funcionalidad total todavía necesitaría permitir que estos

protocolos y sistemas diferentes puedan comunicarse entre sí.

### Procesamiento de Error

La conmutación de paquetes, por sí misma, procesa paquetes sobre una base de unión por unión, causando así retrasos en los paquetes de la red. Las redes ATM y *frame relay* no realizan revisiones o correcciones de errores sobre una base enlace-a-enlace. En estas redes, la revisión de errores se realiza sobre la base de extremo a extremo y por lo general se maneja por protocolos de mayor nivel en los sistemas externos adjuntos.

### CONCLUSION

Durante los últimos veinte años, la conmutación de paquetes se ha percatado de su potencial en la industria de comunicaciones de datos a través de la introducción de productos y servicios basados en el protocolo X.25. Ahora, en su tercera década, la conmutación de paquetes está evolucionando hacia ATM y *frame relay*. La introducción de estas tecnologías en productos y servicios permitirá mayores avances en la era de la informática. Mientras tanto, en el período de evolución existirán las tres técnicas y tal vez la red óptima sea una combinación de red, básica con capacidad de conversión de protocolos y manejo de errores. La colocación de estas capacidades puede regirse por diversos factores, tales como la optimización en el costo de la red básica, a la vez que se integran las funciones esenciales de comunicaciones de datos en los nodos terminales y/o dispositivos externos.

*Brij Bhushan es fundador y presidente del Reston Consulting Group, Inc., de Virginia del Norte, compañía especializada en la planeación de telecomunicaciones, redes, integración de voz y datos y aplicaciones para clientes corporativos y proveedores de servicio y equipo. Tiene una gran experiencia en las comunicaciones de voz y datos y ha trabajado con compañías como Bell Canada y US Sprint durante los últimos 17 años.*

Función	Paquete	Paquete rápido ATM	Frame Relay
Retraso en la red	Largo	Bajo	Bajo
Tolerancia a error	Muy bueno	Pobre	Pobre
Procesamiento de error	Enlace-a-enlace	Punto final	Punto final
Tipo de tráfico	Sólo datos	V,D y vídeo	V,D
Sensibilidad a protocolos	Muy bueno	Pobre	Pobre
Costo-beneficio	Bueno	Bueno	Bueno
Beneficio de control	Bueno	Bueno	Bueno
Beneficio de capacidad	Malo	Bueno	Bueno

Tabla 1. Comparación de las tecnologías

# The Network Strategy Report

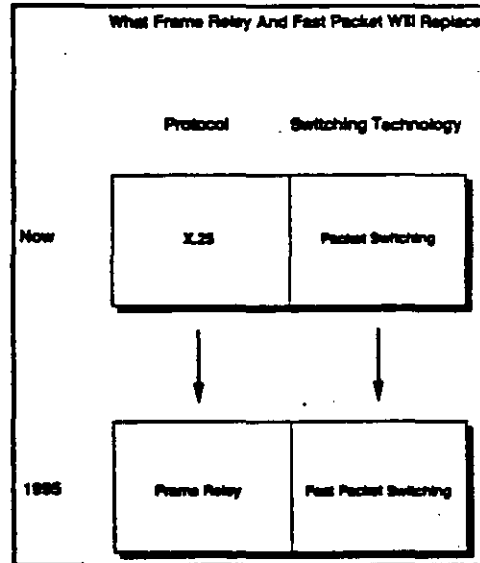
Analyzing communication networks in the Fortune 1,000

Volume Four, Number Seven  
Mary A. Modahl  
Karyn P. McClean

Frame Relay's Impact  
June, 1990

Focus: Frame Relay's Impact ..... Page 2

Heavier data traffic is coming to WANs. Frame relay, fast packet to optimize WANs. The two will be adopted in two phases. Frame relay will be adopted in 1990-1992. FR to appear first on existing switches. Circuit vendors will add packet engines. Packet vendors to add FR, more processors. These will be interim improvements. In 1993-1995, fast packet will emerge. Fast packet will be driven by traffic growth. Fast packet will cause industry upheaval. StrataCom will be well positioned. Circuit vendors will suffer. Packet vendors will go fast packet or die. Users should implement FR on existing nets. Later, users will upgrade to fast packet.



Journal; ..... Page 14

FDDI speeds to the desktop -- SynOptics/Chipcom introduce FDDI on copper. Digital may sign deal to OEM Vitalink's router. Venture capitalists are loathe to fund new switching technologies. Will IBM introduce a new front end processor? That's the buzz. Vitalink's CEO Archuleta steps down amid slowdown. 3Com re-positions LAN Manager. Digital to buy Novell? Don't bet on it.

## Focus

### Frame Relay's Impact

**Summary:** Two new technologies will change private wide area networking over the next five years: frame relay and fast packet switching. Frame relay, a more efficient replacement for X.25, will be added in 1990-1992 to existing packet and circuit switches. In 1993-1995, Forrester projects that users will need fast packet switching in order to optimize wide area bandwidth. These changes will cause upheaval in the T1 and X.25 industries.

### INTRODUCTION

Two new technologies are set to change the face of private networking over the next five years: frame relay and fast packet switching. Why now? The traffic mix that private networks must carry is changing. New corporate networks (interconnected LANs) will vastly increase the amount of data carried over wide area networks, and will require the ability to handle sudden surges in network traffic without creating delays -- features that frame relay and fast packet switching promise to deliver.

The move to frame relay and subsequently to fast packet switching will scramble the T1 and X.25 markets beyond recognition by mid-decade -- many of the leaders today will be eliminated or sidelined as new switching takes hold in the Fortune 1,000. This report shows how we believe frame relay and fast packet switching will affect the T1 and X.25 switch markets, and outlines the critical path for users that are considering these new technologies.

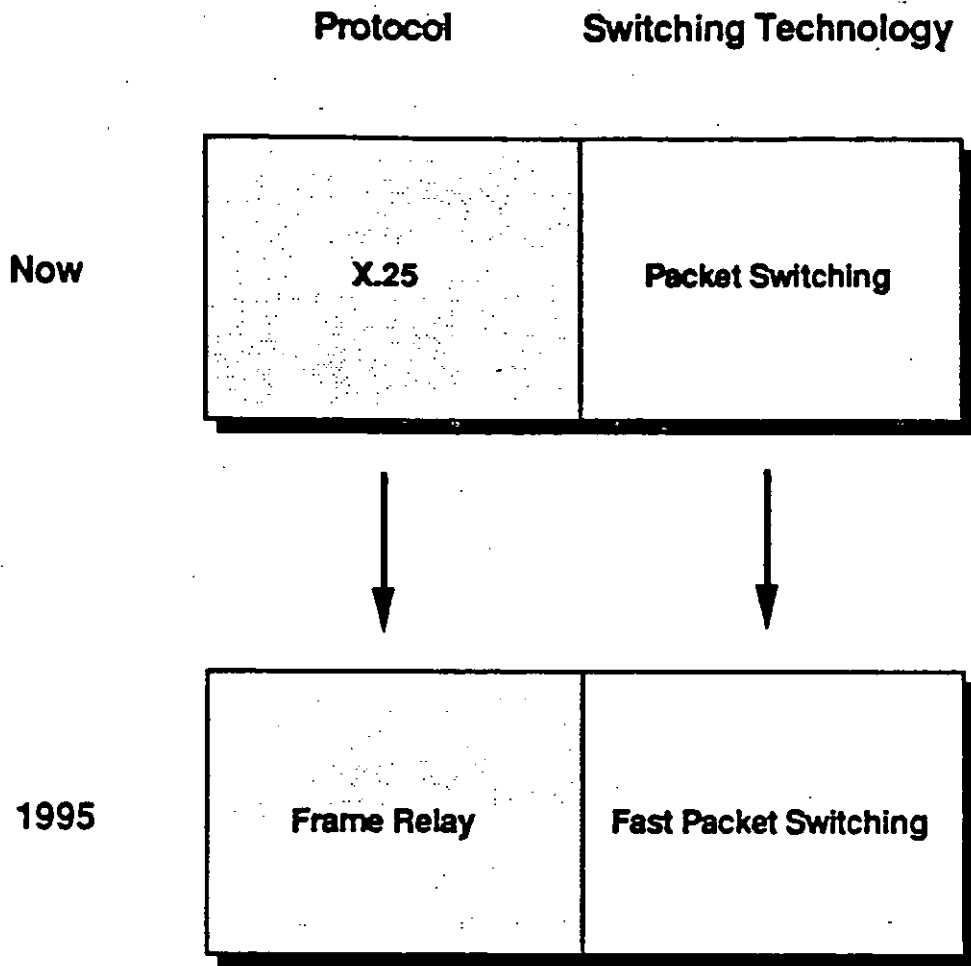
### Frame Relay And Fast Packet: What They Are

A good deal of confusion exists over frame relay and fast packet. Simply stated:

- Frame relay is a replacement for X.25. It is a new protocol designed to take advantage of the fiber-based wide area connections that are available now. It is helpful to think of frame relay as a LAN-like protocol for the wide area -- one that extends the simplicity of LANs to WANs. Like Ethernet or Token-Ring, frame relay assumes that connections are reliable. It dispenses with the overhead of error detection and control within the network. If failures do occur, frame relay relies on the higher layer protocol for recovery. Frame relay is not designed to carry voice.

Because it eliminates much of X.25's error control and detection, frame relay requires less processing than X.25. In addition, frame relay is

**Figure 1**  
**What Frame Relay And Fast Packet Will Replace**





designed to operate at speeds up to T1, as compared with 256 Kbps for X.25. The combination of leaner protocols and higher line speeds means that frame relay is much faster than X.25.

- Fast packet switching is a new switching technology that is based on statistical multiplexing of data and voice into fixed-length cells. The chief advantage is much better utilization of bandwidth at high speeds. Two examples of fast packet switching exist: StrataCom's IPX, which operates at T1 speeds and below; and ATM (asynchronous transfer mode), part of the broadband ISDN standard. ATM is specified only for speeds of 150 Mbps and up and is not yet implemented anywhere.

Frame relay and fast packet switching are related just as X.25 and packet switching are. In the future, frame relay will be the data interface to fast packet networks, just as X.25 is the data interface to packet networks today (see Figure 1).

### WHY FRAME RELAY AND FAST PACKET ARE NEEDED

While strides have been made to improve the efficiency and cost-effectiveness of LANs, the wide area networks that will purportedly connect them are plagued by:

- The X.25 protocol. Although X.25 is useful as a standard supported by virtually every vendor in the industry, it was designed in a time when unreliable, low speed lines and terminal-to-host traffic were the norms. X.25 imposes unnecessary amounts of overhead on the network.
- Expensive wide area links. Though T1 leased line costs have fallen steadily, they remain a sink-hole for telecommunications budgets: growth in traffic has more than offset T1 tariff savings. Users need to optimize bandwidth beyond what can be achieved with T1 circuit switching.

In short, T1 and X.25 wide area networks are ill-equipped to handle the type of traffic that is projected to emerge during the 1990's. Users that are interconnecting LANs want to send great bursts of traffic at unpredictable intervals and yet obtain response times over the network that are comparable to what they can achieve locally.

Frame relay and fast packet can improve on existing networks by:

- Reducing processing. Frame relay requires less processing than X.25.
- Supporting higher access line rates. Frame relay is designed to be carried at T1 speeds (X.25 typically operates at 9.6 to 64 Kbps).
- Super-optimizing bandwidth. Instead of allocating fixed channels as T1 multiplexers do, fast packet switches fill the entire bandwidth with current

traffic. This makes them far more bandwidth efficient and amenable to sudden heavy demands for data than T1 networks are today.

### HOW WIDE AREA NETWORKING WILL EVOLVE

Forrester believes that implementation of the two new technologies will come in two distinct phases (see Figure 2):

- Phase 1: 1990-1992. Frame relay will be implemented on existing systems.
- Phase 2: 1993-1995. New fast packet switches will emerge.

These two developments will be separate because incumbent T1 and X.25 vendors will want to gain the benefits of frame relay now without taking the risk of moving to a new type of switch. Later, as traffic pressures drive users to demand better bandwidth optimization, vendors will be forced to develop a next generation switch that will vastly improve performance in the wide area.

#### 1990-1992: Frame Relay Is Implemented On Existing Systems

Forrester believes that network vendors will rapidly implement frame relay beginning this year:

- Both T1 and X.25 vendors want to use frame relay as a way to attract LAN interconnection to their networks.
- Vendors are accustomed now to the idea of supporting a standard protocol - X.25 broke the ice.
- Networking competitors see the improved performance of frame relay as a good differentiator. Everyone wants to be the first player in the market.
- Customers will have to upgrade to frame relay. This represents a good source of revenues from the installed base for most vendors.

This period will be characterized by:

- Retrofits of the frame relay protocol onto existing switching systems.
- Little change in the power structure within the T1 and X.25 industries. Frame relay will not confer a sustainable advantage on any of the current players - all will implement frame relay within the same 18 month period.

- ~~A tendency to play up frame relay as a LAN interconnection technology.~~  
The protocol will be loudly promoted by bridge and router vendors. Frame relay puts them in a good position because bridges and routers can act as data multiplexers, feeding a variety of LAN traffic onto a single T1 channel.
- No true multiplexing of voice and data. Frame relay will not bring voice to packet networks, nor will it enable circuit vendors to send voice and data on the same channel.

### How Vendors Will Support Frame Relay

Each of the vendors in the market will approach frame relay from a different position:

- T1 vendors must add on a packet engine to support frame relay. They will do this in one of two ways: 1) Build new frame relay switching modules for their circuit switch chassis, thus producing a "hybrid" switch; or 2) Sign up partners that make frame relay switches to sell as front ends to their circuit engines. In either case, they will be assigning some fixed bandwidth to all frame relay traffic. Thus, frame relay will only be able to optimize the data portion of their traffic -- it will not multiplex voice and data together. Adding frame relay will not be easy for the T1 vendors, who have no experience with packet technologies.
- Packet switch vendors are, ironically, in an even tougher position than the circuit vendors. Though their switches are akin to what is required for frame relay, they are expensive and slow. They will add the frame relay protocol and more processing power, but they will not be able to get their performance up enough to succeed in the LAN interconnection market. To do that, they must upgrade the switch itself, not just the protocol.
- Router/bridge vendors will add frame relay with two goals: 1) To remain dominant in the LAN interconnection business, ie., shut out the packet switch vendors; and 2) To facilitate running efficiently over T1 networks.

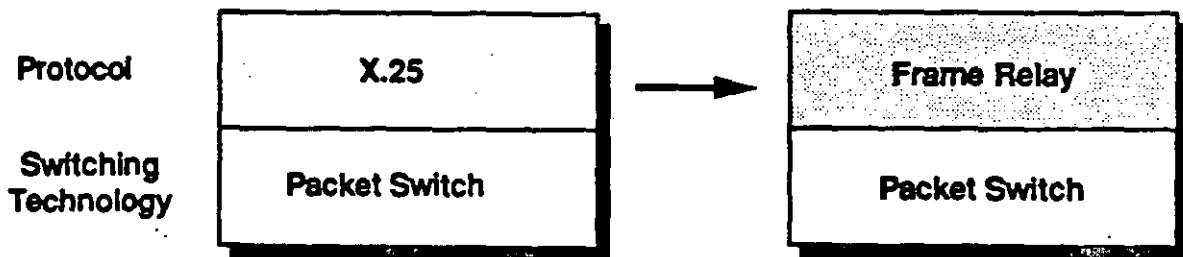
### Phase 1 Impact On The Market

Over the next 2-3 years, T1, X.25, and router vendors will square off into three hotly competitive camps. These heretofore separate markets are moving closer together as all three attempt to cash in on the trend to interconnect LANs (see Figure 3). Forrester believes that T1 and router vendors will win the early battle for LAN interconnection traffic.

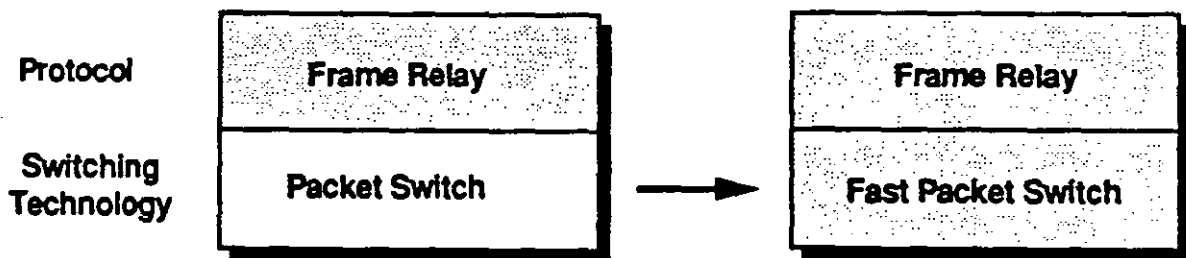
By co-ordinating with bridge and router vendors to build frame relay, circuit vendors like N.E.T., Newbridge Networks, and others will offer a more cost-effective way to

**Figure 2**  
**Two Phases In The Move To Frame Relay And Fast Packet**

**Phase 1: 1990-1992**



**Phase 2: 1993-1995**



connect LANs than packet switch vendors. Leased line costs will be lower because data traffic can be amalgamated with voice over the T1 backbone; and hardware costs for routers are considerably lower than for packet switches.

This T1/router combination will deal a body blow to the packet switch vendors. Although X.25 business will continue to grow overseas (where connections are less reliable), BBN, Hughes, Telematics Sprint, and others will be unable with their current switches to capture much LAN traffic – even though they will implement frame relay too.

The move to frame relay will favor the T1 industry mavericks, Netrix and StrataCom:

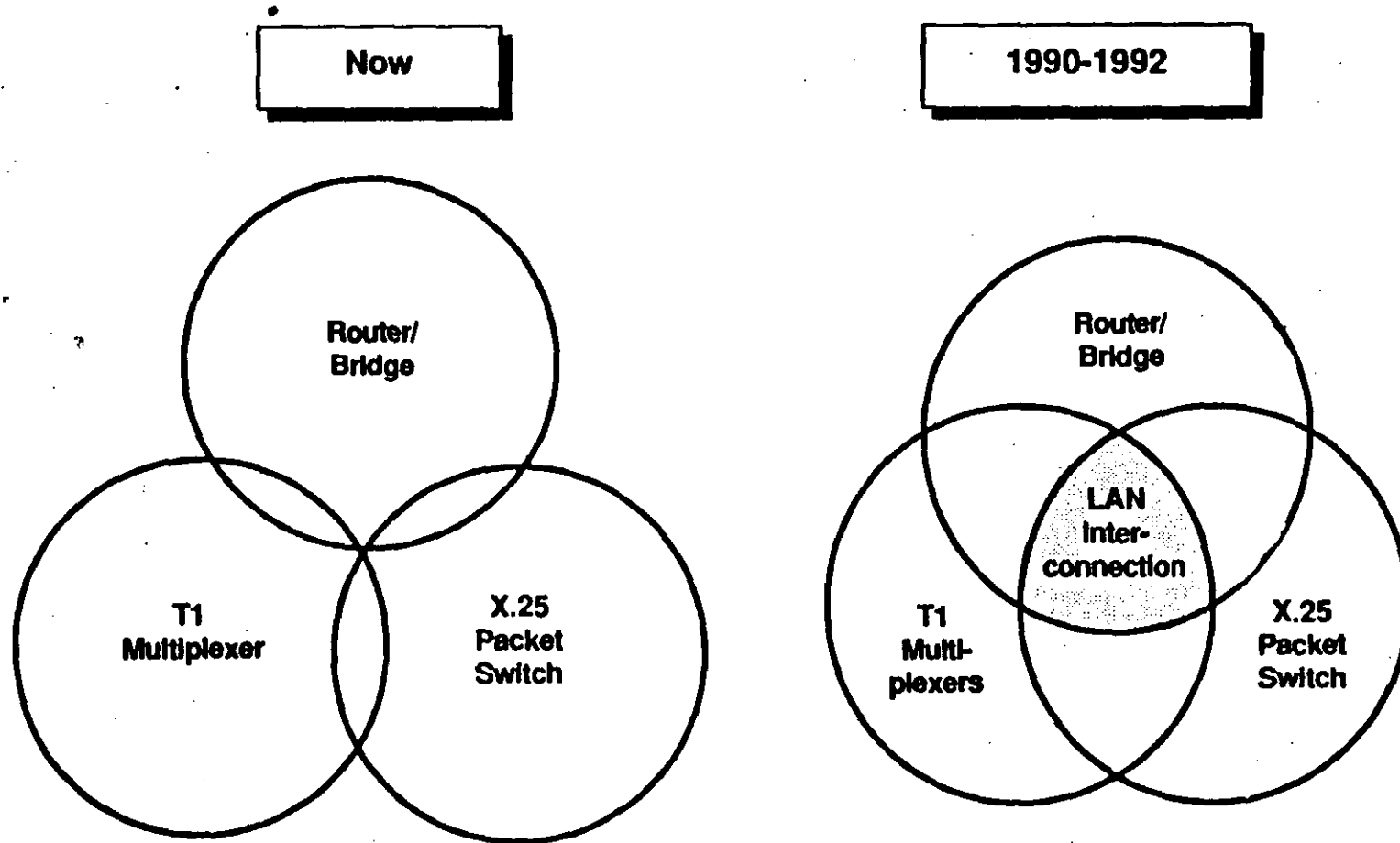
- Netrix, with an early hybrid switch, will find it easy to offer frame relay. In addition, since the company has expertise with packet technologies (other circuit vendors generally do not), it will probably do a better overall job of integrating frame relay for data with circuit switching for voice than the likes of N.E.T. and Newbridge. These companies must rely heavily on partnerships to implement frame relay. Netrix could emerge as a big winner in frame relay.
- StrataCom, with an early fast packet switch, can offer much better performance than the circuit or packet vendors. The new emphasis on data is just what StrataCom needs – its IPX offers few improvements for voice. But with frame relay on its unique switch, StrataCom can get considerably more data over the same bandwidth than the circuit vendors can, and can move packets on the order of 10 times faster than the packet switch vendors. Naturally, StrataCom has been active in promoting frame relay implementation, with partners like cisco, Vitalink, and Digital Equipment.

### 1993-1995: Fast Packet Switches Are Introduced

Forrester believes that the industry will soon outgrow the coupling of frame relay with old switching systems. Though this interim solution will offer some improvements in performance, the switches themselves will create bottlenecks and bandwidth inefficiencies as wide area traffic continues to grow to T3 and beyond:

- The interim "hybrid" solution that circuit vendors offer in phase 1 will not mix voice and data – empty channels may languish in the part of the network assigned to voice while data traffic backs up and network-wide response time degrades. As the portion of total traffic consumed by data grows, it will become imperative to optimize across all traffic. Otherwise, wide area leased line costs will become unbearable.
- Existing packet switches, even when dressed up with frame relay interfaces and turbo-charged with extra processing, will be slow compared to routers

**Figure 3**  
**T1, X.25, And Router Vendors Will Compete For LAN Interconnection Business**



NS IV/7-3

Source: Forrester Research, Inc.

and unable to handle voice. The packet vendors will need a leapfrog technology, one that handles both voice and data, to get back in the door at major accounts.

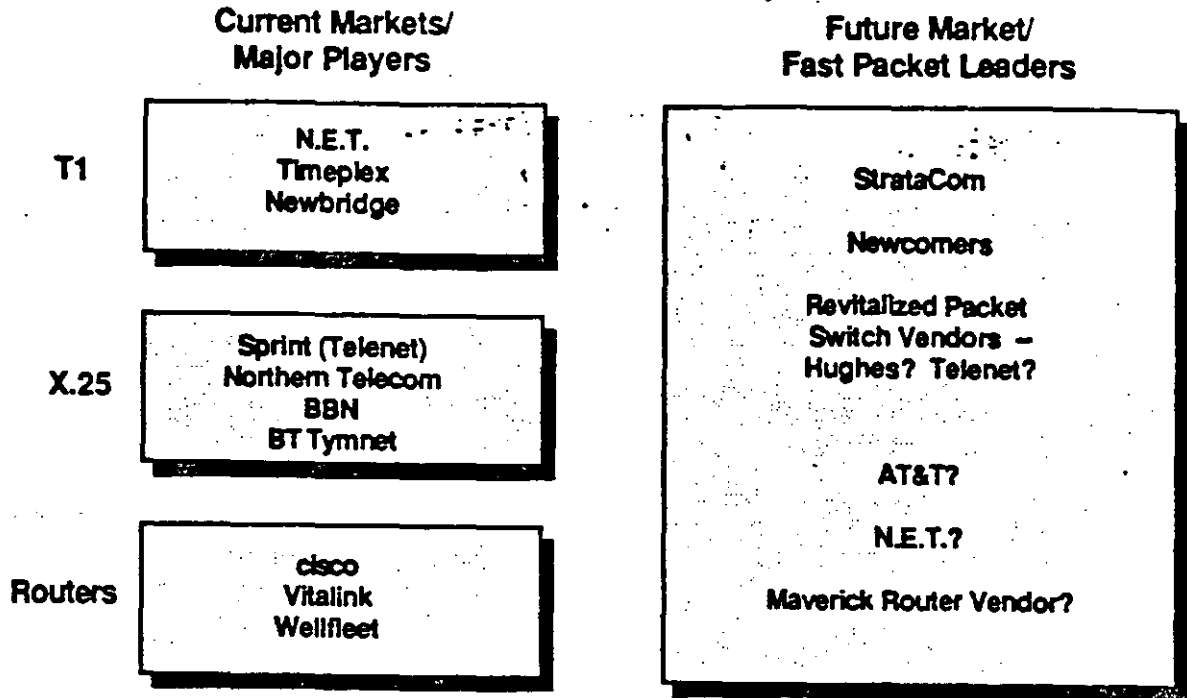
This second period will be characterized by:

- Massive upheaval, as the T1 and X.25 packet switching industries merge into a single sector: fast packet switching.
- Great opportunity for the vendor that can build a fast packet switch to handle T3 speeds. As of now, the only embodiments of fast packet are StrataCom's present IPX, which runs at T1, and ATM, which is for 150 Mbps and up. There is opportunity in the middle ground, T3, the speed at which most commercial private networks will run in the mid-1990's.
- Continued support of the frame relay protocol. Some believe that frame relay will soon be superseded by another protocol, perhaps the one that is being defined for broadband ISDN. Forrester believes that frame relay will be in use until at least the end of the 1990's. Vendors will find it easier to support frame relay for T1 and T3 than to change protocol again within the decade.

Who will implement fast packet first? Forrester believes that early-bird StrataCom will be joined in the mid-1990's by:

- Packet switching vendors who have the courage to realize that they will wither unless they create a new switching family. US Sprint (Telenet), an OEM of StrataCom's IPX, and Hughes, which has fast packet development slated for the early 1990's, are the only X.25 vendors that see this clearly today. Others, including Northern Telecom and BBN, are in "wait and see" mode -- they don't think new fast packet switches will be necessary until ATM standards are defined for 150 Mbps and up, sometime after 1995.
- AT&T. The company is already down the fast packet road technically, with a little-known switch called IACs, integrated access and cross-connect system. AT&T has an opportunity to turn around its dismal record in private data networks by promoting the IACs and its descendants properly. But it won't be easy for the IACs team to get the proper attention for the switch from the salesforce amid so many other products.
- Possibly N.E.T. Forrester is doubtful that any of the other circuit switching vendors can make the transition to fast packet. Just as the packet vendors failed miserably in circuit switching and hybrid -- BBN and Network Switching Systems come to mind -- T1 vendors like Timeplex, Racal Milgo, Newbridge, etc: will probably fall flat when they try to implement fast packet switching.

**Figure 4**  
**How The Market Will Be Affected By Fast Packet**



NS IV/7-4

Source: Forrester Research, Inc.

- New ventures, perhaps spin-offs from the packet switch or fault tolerant computer companies, will see an opportunity to enter the market with fast packet and T3. A caveat on new ventures: Fast packet switching will be a deep pockets industry -- initial R&D costs could top \$20 million. Newcomers may not be able to finance this development, particularly since venture capitalists are already heavily invested in existing T1 technologies.

Phase 2 Impact On The Market

Once the move to fast packet switching becomes established, all bets are off on the current switching market leaders:

- Circuit switching powerhouses like N.E.T., Newbridge, and Timeplex could lose their clout and end up nursing their installed bases through the 1990's, just as many packet switching vendors have had to do in the late 1980's.
- Companies who made their mark in packet switching -- BBN, Telenet, etc. could fail to move to fast packet and end up selling old X.25 networks, mainly overseas.



- ~~Netrix, which is making inroads today with hybrid packet/circuit switching,~~ could get caught in adolescence when the move to fast packet comes -- old enough to know what has to be done, but not mature enough to finance it.

The router vendors will stay focused on internetworking issues, higher layer protocols and LAN interfaces. One or two, which are particularly good at hardware implementations (Peer Networks or Wellfleet?), may try to establish themselves as direct competitors to the packet switch vendors. They can succeed at this only to the extent that they develop expertise on the network internals of fast packet.

Who could be successful in this new world?

- Newcomers or revitalized packet switch vendors could emerge as leaders;
- StrataCom, long the sole evangelist of fast packet switching, could finally come into its own. A small caveat, though: StrataCom must add T3 support to the IPX in order to remain "leading edge" in fast packet.

Forrester believes that ability to handle toll quality voice, to allocate fixed bandwidth on demand for video, to arbitrate among various traffic types and priorities, and to support both terminal to host and LAN to LAN communications will be critical success factors in the new world.

#### HOW PUBLIC NETWORKS COULD AFFECT OUR SCENARIO

Public carriers are contemplating new services designed to head off private frame relay and fast packet efforts. These services include:

- Frame relay. Users could call on public frame relay services for data only just as they do now with X.25 and value-added networks (VANs) like Tymnet and Telenet;
- ISDN and broadband ISDN. Both are designed to carry voice and data -- but the broadband standard supports much higher data rates (above T3).
  - Frame relay is the data protocol for narrowband ISDN, but a new protocol and new fast packet switching techniques are being defined for asynchronous transfer mode (ATM), the broadband ISDN standard; and,
- SMDS (switched multimegabit data service). This is a switched metropolitan area network designed to carry heavy, unpredictable LAN to LAN traffic as well as voice and video.

What impact could these services have on the development of frame relay and, subsequently, fast packet switching in private networks? Forrester believes they will have little impact:

- Frame relay service will be offered by the public packet networks, just as X.25 is. The service will make sense in cases where voice traffic is limited or sites are too small to justify T1. But they won't replace private frame relay any more than X.25 services have killed off private packet networking.
- The carriers are planning to skip frame relay (which they perceive to be an interim step to broadband ISDN) and focus development instead on broadband ISDN and SMDS. These services won't be commercially viable until the mid-1990's at the earliest. By then, frame relay will be widely in use among VANs and in private networks.

When they are finally in place in the late 1990's, ATM and SMDS could draw a lot of data traffic off of private networks. But Forrester does not believe that users should put much stake in this future possibility. After all, ISDN is fully defined, and the CO switch vendors cannot get any of the regionals to implement it beyond test cases.

### WHAT USERS SHOULD DO

Users must begin to plan for the changes ahead in wide area networking:

- Frame relay will replace X.25 as the standard interface for multivendor networks in the U.S. by 1995. Users should begin reviewing the plans of their T1, packet switch, and bridge/router vendors to support the protocol.
- Many wide area switches will need to be upgraded sometime around 1994-1995. Until then, it is best to sit tight with your current vendor and implement frame relay on existing switches.
- Users that are buying new T1 or packet networks for the first time now would do well to consider StrataCom or Netrix as longer-lived alternatives to either packet or circuit switching.

### Final Thoughts

Forrester's scenario rests on the premise that the amount of data traffic traveling over wide area networks will balloon in the early 1990's. We believe that LAN interconnection will drive annual increases in data traffic of 50% or more over the next five years. One reason we are so aggressive with this projection is that LAN-based communications are improving at a frenetic pace. Once the means are in place for users to share files across the country, great demand will build for a cost-effective way to carry the data. This is why Forrester is so bullish on frame relay and fast packet switching.

---

**Journal**

---

FDDI is making its way to the desktop . . . Both SynOptics and Chipcom have announced that they can run 100 Mbps over copper. SynOptics has demonstrated FDDI on shielded twisted pair from its smart hub to a desktop, while ChipCom has shown it can send 100 Mbps over unshielded twisted pair wire. SynOptics has also succeeded in getting ANSI to consider creating a definition for FDDI over shielded twisted pair. The vendors estimate that they can reduce the cost of connecting to FDDI by half. Users would save by avoiding fiber cabling and also on the adapters, which would not need expensive optical componentry.

The bad news is that 1) real products that run FDDI on twisted pair are at least a year or two away; and 2) FDDI must cost 1/7 (not 1/2) of what it does now to be viable for desktop LANs. The only way this can happen is if chipsets get cheaper. In the final analysis, Forrester is skeptical -- by the time users are generating so much traffic that they need the bandwidth of FDDI to the desktop, it will be worth it to them to go to fiber, which is more durable, secure, and reliable than copper.

\* \* \*

What caused MicroCom's problems last quarter? A source tells us that sales channels were over-stuffed with MicroCom's communications software, particularly Carbon Copy, a screen-sharing program. MicroCom's internetworking business (mainly token-ring bridging) is humming along just fine, our source says.

\* \* \*

Rumors of a multiprotocol router from Digital continue . . . now, gossip has it that Digital will announce an OEM agreement for multiprotocol routers with Vitalink on July 9. This would make sense, building off the good relationship that Digital has with Vitalink in remote bridges. But, we wonder why Digital would try to OEM a multiprotocol router that is still six months away from delivery?

If Digital does OEM the Vitalink router, it could burn Vitalink in the long run -- the company is already heavily dependent on Digital for sales. Later, Digital may decide to produce its own multiprotocol router, leaving Vitalink in the dust.

\* \* \*

Self-perpetuating rumor of the month . . . Forrester has received several calls from vendors and press, fishing around for evidence that IBM will announce a new front end processor with T1 multiplexing capability and multiple protocol support.

Though we have heard nothing verifiable to this effect, one factor does point to the possibility of multiprotocol support: IBM's aggressive move to make TCP/IP and OSI

available on all its major platforms. It is clear that the company will need native support for TCP/IP and OSI in NCP if it is to carry out this strategy effectively.

\* \* \*

George Archuleta, CEO of Vitalink, resigned recently under indications that Vitalink would suffer slow sales this quarter. What's wrong? In routers, the company is getting hammered in direct competition with cisco. Vitalink played right into cisco's hands by announcing multiprotocol routing way ahead of schedule. Buyers compare and find that cisco can deliver multiple protocols now and Vitalink cannot.

Vitalink's remote bridge business is also in a slump. Three factors here: 1) competition from routers at the high end; 2) more intense competition from inexpensive bridges made by companies like Retix and 3Com at the low end; and 3) slower-moving sales from Digital Equipment.

\* \* \*

Venture capitalists are not eager to fund new switching initiatives that capitalize on frame relay, Forrester found during the research for this report. Most of them are ready to fund bridge or router vendors that have a unique plan for taking advantage of the trend, but they don't see frame relay as a catalyst for change in the T1 market.

\* \* \*

3Com has introduced a slew of new products designed to help 3+Open penetrate large corporate accounts: 1) 3+Open Connection for NetWare, which will allow DOS users to access both environments without rebooting; 2) 3+Open for Macintosh, which allows Macs to be clients on 3+Open networks; 3) 3+Open Menu, which provides a single menu for users that will access 3+Open, NetWare and Banyan Vines; 4) 3+Open Directory, an X.500-based naming system for 3+Open networks; and 5) 3+Open TCP NetBIOS and 3+Open XNS, additional protocols for 3Com's LANs.

3Com is repositioning LAN Manager. Having failed to win market share from Novell in hand to hand combat, 3Com is now seeking co-existence. Over time, Forrester expects to see more of 3Com's services extended to NetWare users. 3Com has one big problem though -- Novell is as hot to provide many of the same networking services, such as directory, multiple protocol support, etc. to its users as 3Com is.

\* \* \*

Is Digital getting set to buy Novell? That's the buzz around Route 128 these days. We would be highly surprised if this were the case -- buying up companies is not Digital's style. If it is true, the deal could be a good one for Digital. The company needs a better way to reach out to PC LANs. The deal wouldn't be so rosy for Novell, which is correctly focused on connecting NetWare to IBM.

## TENDENCIAS DE LAS COMUNICACIONES

### DISPOSITIVOS DE DATOS:

- Tienen mayor inteligencia.
- Manejan Protocolos superiores del Modelo OSI.
- Conectadas a Redes Locales y de Area Amplia.

### ENLACES DIGITALES DE ALTA VELOCIDAD.

### APLICACIONES CON MAYOR USO DE BANDA.

- Aplicaciones de multimedia.
- Procesamiento de Senal.
- Teleconferencia.
- Masiva Transferencia de Archivos.

## TENDENCIAS DE LAS COMUNICACIONES

### INTEGRACION DE SERVICIOS DE DIFERENTE NATURALEZA:

- **Voz:** Tiempo Real, Sensible a retardo, Tolerante a fallas.
- **Datos:** "Bursty", No sensible a Retardos y No Tolerante a fallas.
- **Imagen:** Tiempo Real, Consumo de Ancho de Banda, Tolerante a errores.

# TECNOLOGIAS DE CONMUTACION RAPIDA DE PAQUETES

## FRAME RELAY:

Protocolo de Señalización y Transferencia de datos de alta eficiencia, para enlaces de baja relación de errores en el medio. Es una comunicación "Frame Oriented", básicamente orientada a aplicación de datos.

Presenta las siguientes características:

- A nivel capa DOS del modelo OSI.
- No retransmisiones.
- Menor procesamiento.

## CELL RELAY:

Protocolo de conmutación de paquetes, para el multiplexaje y transmisión de señales de diferente tipo (datos, voz, imagen, etc...). Basado en:

- Tamaño de paquetes de fijo.
- Jerarquización de Servicios.
- Uso dinámico de la banda.

## INTRODUCCION

**EN 1990 SE FUNDA EL "FRAME RELAY FORUM".**

**BENEFICIOS DE FRAME RELAY ASOCIADOS A COMPARARLO CON X.25.**

**PREGUNTAS ACERCA FRAME RELAY:**

- **QUE ES?...**
- **QUE BENEFICIO?...**
- **COSTO?...**
- **COMO EVALUARLO?...**
- **ES UN STARNDAD DE FACTO?...**
- **REEMPLAZA A X.25?...**
- **PUEDE SER IMPLEMENTADO HOY?...**



# COMPARACION DE X.25 vs FRAME RELAY.

## DETECCION DE ERRORES Y CORRECCION DE ERRORES.

### X.25:

- DETECTA ERRORES A NIVEL PACKET O FRAME.
  - NO REALIZA CORRECCION DE ERROR.
  - RETRANSMITE INFORMACION CON ERROR.
  - RETRANSMITE INFORMACION FUERA DE SECUENCIA.
- 

### FRAME RELAY:

- NO DETECTA ERRORES EN NODOS INTERMEDIOS.
- CORRIGE ERRORES EN NODO TERMINAL.
- CREA MENOR OVERHEAD.

## COMPARACION DE X.25 vs FRAME RELAY.

### CONGESTION Y CONTROL DE FLUJO.

#### X.25:

- CONTROL DE FLUJO DE TRAFICO A TRAVES DE USO DE TAMAO DE PAQUETES Y VENTANAS.
  - CONTROL DE FLUJO A NIVEL PAQUETE A TRAVES DE PAQUETES RR/RNR.
- 

#### FRAME RELAY:

- CONTROL DE FLUJO DEPENDIENTE DEL FABRICANTE.
- UTILIZACION DE FECN Y BECN PARA CONTROL.
- TOMA DE DECISION PARA CONTROL NO DEFINIDA.
- ESTRATEGIA DE RECHAZO DE TRAFICO EN FUNCION DEL FABRICANTE.

# COMPARACION DE X.25 vs FRAME RELAY.

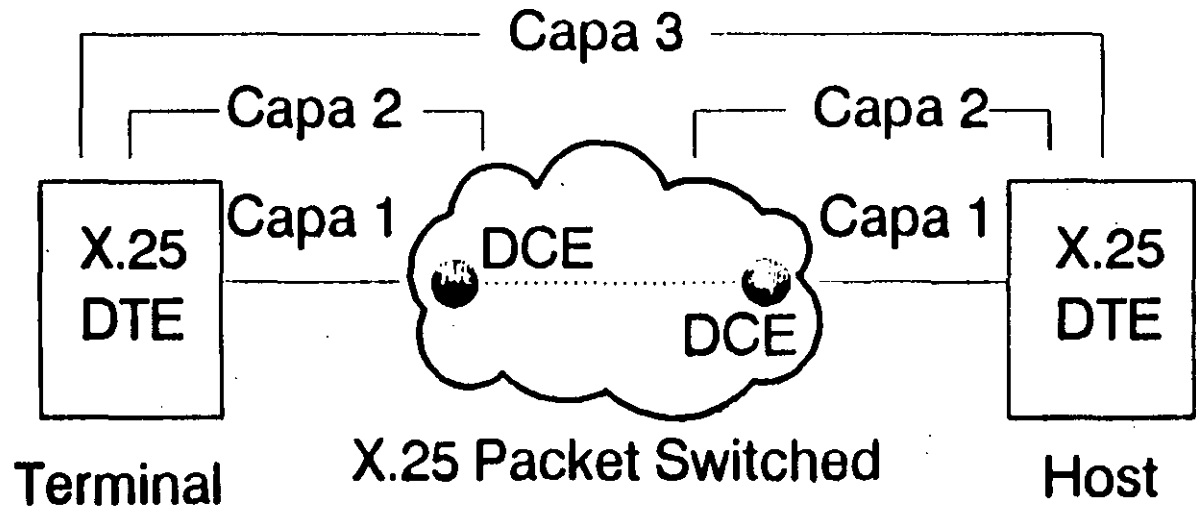
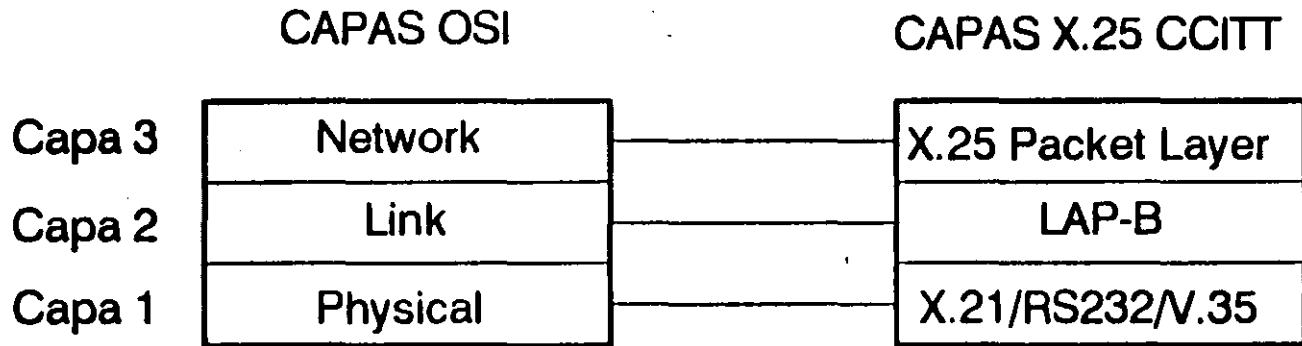
## X.25

- PROTOCOLO ROBUSTO.
- CONEXIONES DINAMICAS Y/O PERMANENTES.
- CONMUTACION DE PAQUETES O FRAMES.
- DIFERENTES SERVICIOS DE QOS.
- LINEAS CONMUTADAS O DEDICADAS.

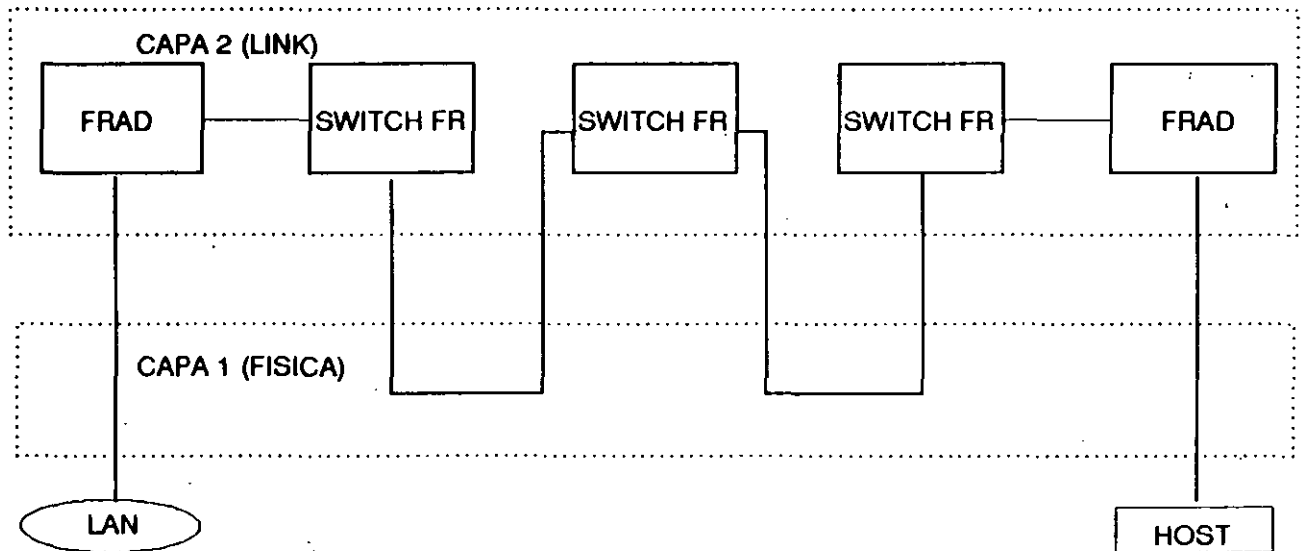
## FRAME RELAY.

- PROTOCOLO SIMPLE.
- CONMUTACION DE FRAMES.
- SERVICIOS LIMITADOS DE QOS.
- LINEAS DEDICADAS.

## X.25 y EQUIVALENTE EN EL MODELO OSI



# ANALOGIA DE FRAME RELAY CON SERVICIO POSTAL



# Formato de Paquete Frame Relay

Byte 1	DLCI (MSB)	C/R	EA(0)
Byte 2		FECN	BECN
		DE	EA(1)
	○		
	○		
	<b>DATOS DE USUARIO</b>		
	○		
	○		
Byte n-2	○		
Byte n-1	CRC (MSB)		
Byte n	CRC (LSB)		

**Tamaño Máximo de Frame=4096 Bytes**

## DISPOSITIVOS DE ACCESO.

**SON DISPOSITIVOS TERMINALES DE UNA RED DE AREA AMPLIA, LOS CUALES:**

- **SOPORTAN LIMITADO NUMERO DE CONEXIONES.**
- **NO TIENEN CAPACIDAD DE CONMUTACION DE PAQUETES O MINIMA CAPACIDAD.**
- **CONECTAN REDES NO-FRAME RELAY (LAN'S,...) A REDES FRAME RELAY.**

**NORMALMENTE SON DENOMINADOS "FRAD" (FRAME RELAY ACCESS DEVICE), COMO ES EL CASO DE LOS RUTEADORES, BRIDGE O BROUTERS.**

---

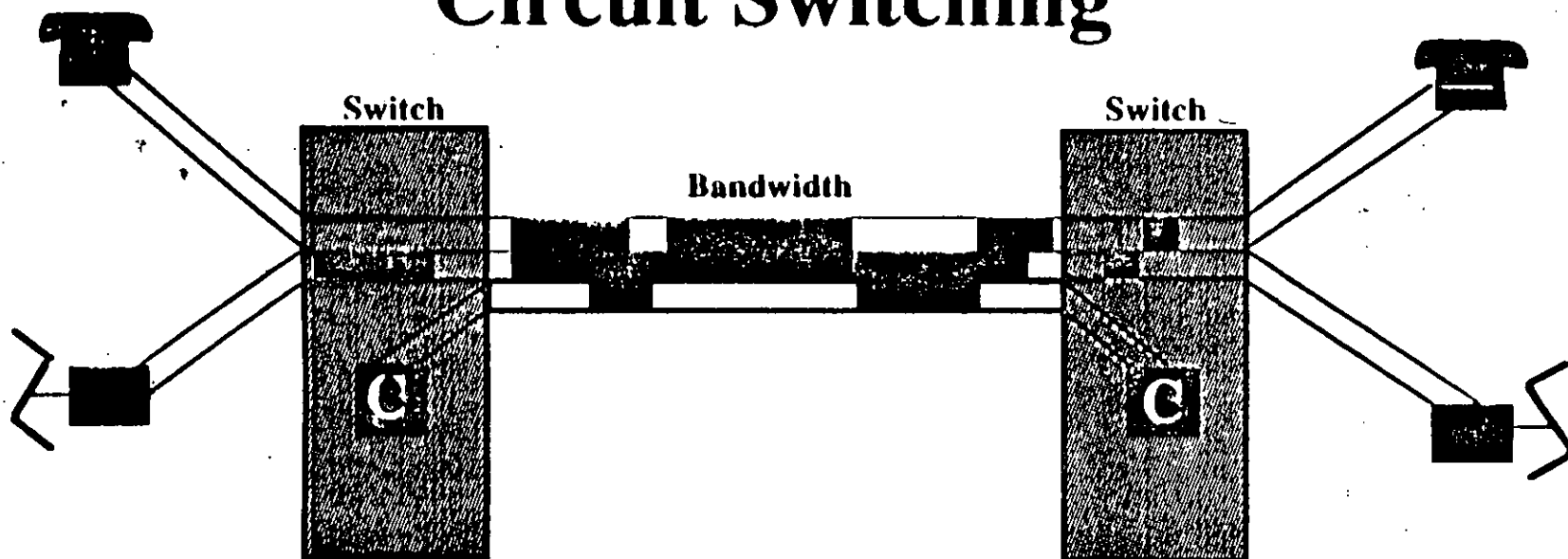
## DISPOSITIVOS DE CONMUTACION.

**CON DISPOSITIVOS QUE SE CONECTAN AL "BACKBONE" DE UNA RED AMPLIA.**

- **SOPORTAN MUCHOS CIRCUITOS FISICOS.**
- **TIENEN CAPACIDAD DE CONMUTACION DE PAQUETES ENTRE LOS CIRCUITOS.**
- **ACEPTA UNICAMENTE DATOS CON FORMATO DE FRAME RELAY.**

# Switching Technologies

## Circuit Switching



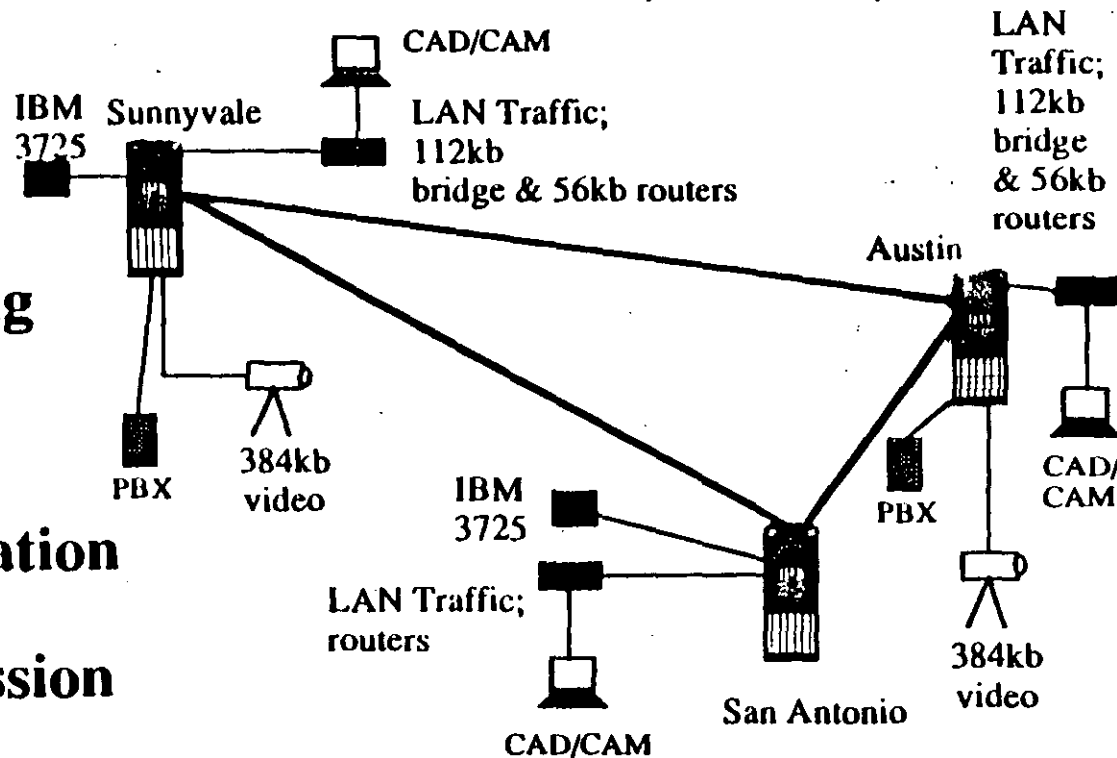
- Also TDM, STDMA, STM
- Bandwidth divided into timeslots
- Channels assigned to fixed timeslots
- Changing timeslot assignments is slow (seconds)
- Inefficient for bursty information



# Integrated Network Communications

## *Advanced Micro Devices (AMD)*

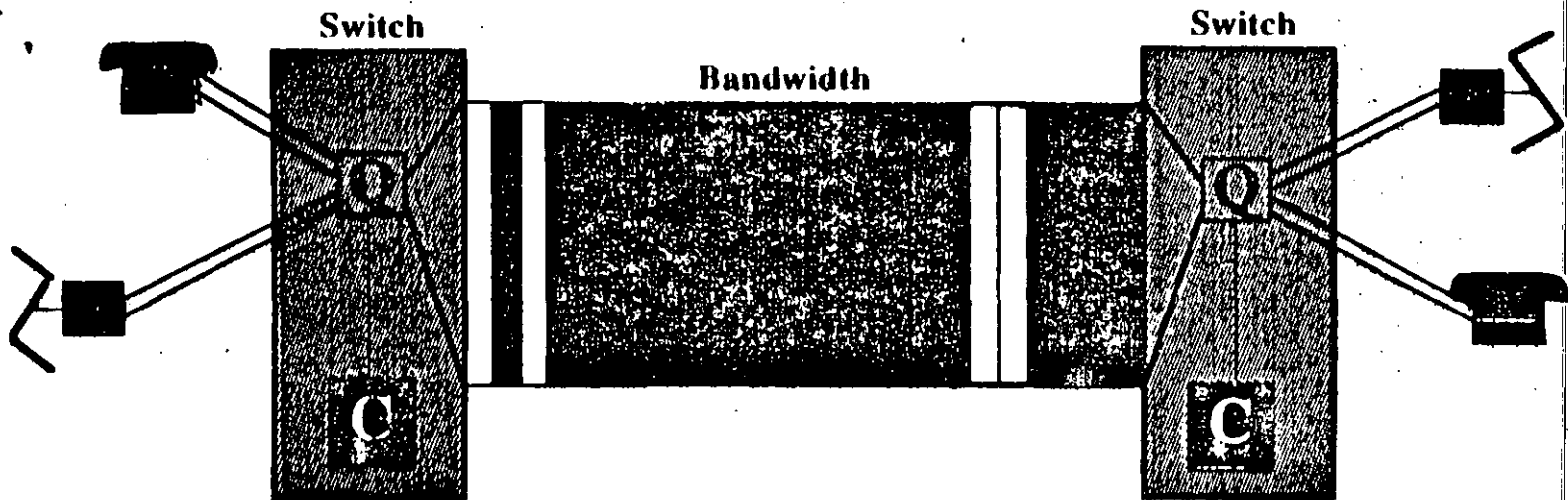
- **Distributed Data & Engineering**
- **Video Conferencing**
- **CAD/CAM**
- **LAN/WAN Integration**
- **4:1 Voice Compression**





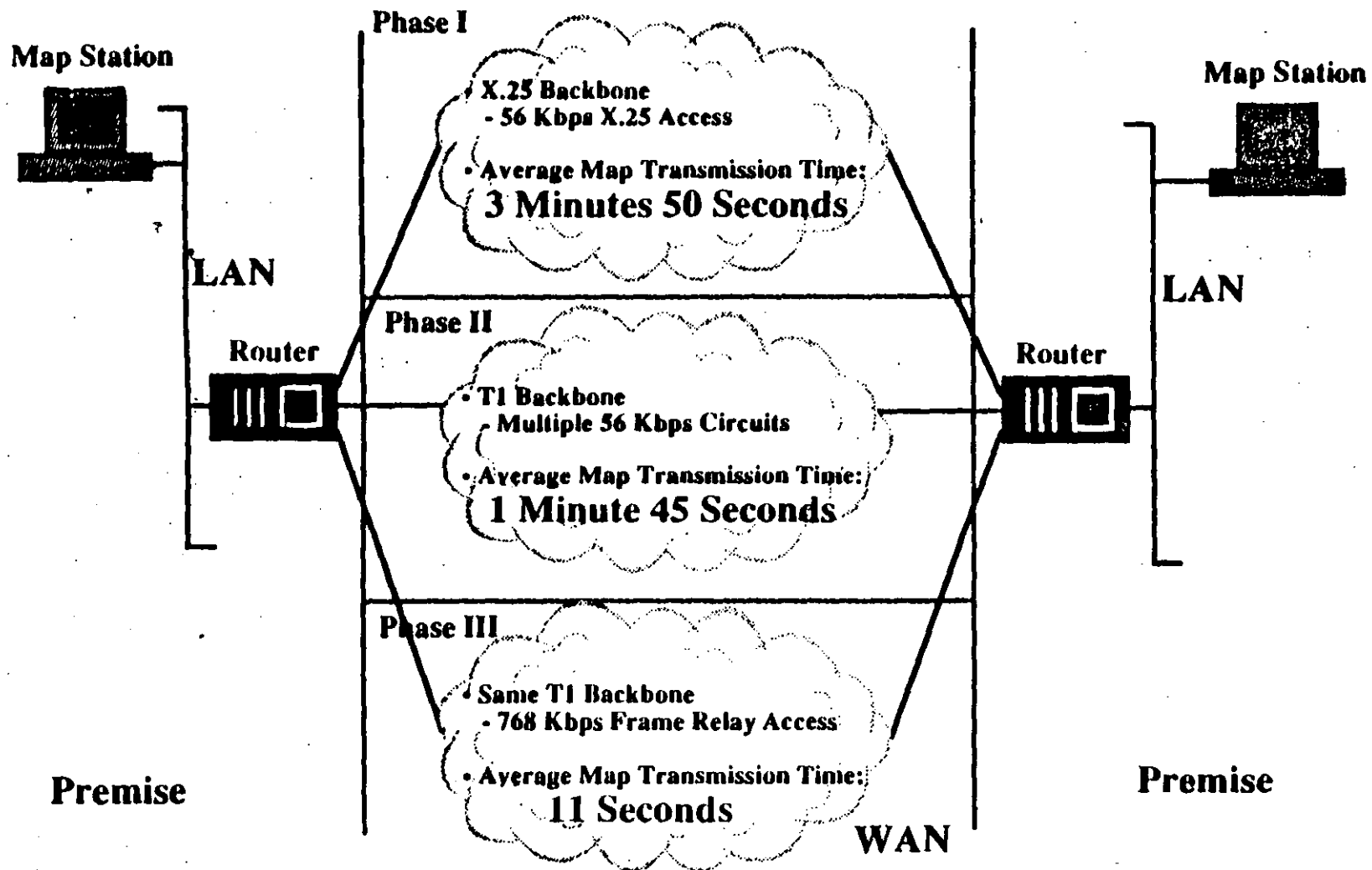
# Switching Technologies

## FastPacket Switching



- Also Cell Switching, ATDM, ATM
- Bandwidth divided into timeslots
- Channels get bandwidth-on-demand
- Fixed bandwidth is one "demand" option
- Efficient for bursty information
- Low/constant delay supported
- Fairness assured during congestion

## The Power & Performance of Frame Relay





**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

**CURSOS ABIERTOS**

**II CURSO INTERNACIONAL DE COMUNICACIONES**

**MODULO IV  
REDES DIGITALES: ACTUALIDAD Y PERSPECTIVAS**

**F D D I**

**ING. GERARDO CHAVEZ DIAZ.**

# LA FDDI, SU PARTICIPACION EN LAS REDES LOCALES VIA FIBRAS OPTICAS Y SU CONECTIVIDAD CON LA RDSI

- \* Es un estándar liberado recientemente a nivel internacional para la comunicación entre redes locales a gran velocidad
- \* Por su anillo doble de árboles maximiza redundancia física y evita catástrofes en la operación de la red

Ing. Gerardo Chávez Díaz

El uso de estaciones de trabajo más poderosas, así como de computadoras personales con un mayor número de paquetes gráficos y periféricos de alta velocidad demanda la necesidad de almacenamiento compartido con una gran rapidez de enlace. La fibra óptica viene a cubrir dicho espacio debido al soporte de grandes tasas de transmisión. Si se realiza una planeación adecuada de las topologías de red actuales y futuras contempladas por el usuario, esta tecnología puede fácilmente establecer la conectividad entre redes tipo Ethernet, Token Ring y Token Bus, además de brindar el enlace con el estándar FDDI (*Fiber Distributed Data Interface*; Interfase de datos distribuidos por fibra) con una configuración de un "Anillo doble de árboles" a una velocidad de 100 Mbps, que será liberada de manera definitiva a mediados de 1991.

Por otra parte, la arquitectura actual de la RDSI (Red digital de servicios integrados) está diseñada de manera que pueda soportar el flujo de voz, video y datos a través del cableado

telefónico tradicional (UTP); dichos canales están definidos en múltiplos de 64 Kbps. Por ello, esta infraestructura resulta en un medio atractivo para conectar, en forma más eficiente, redes locales (LANs) a redes de área metropolitana (MANs) y, a su vez, a redes de

cobertura amplia; estas últimas se encuentran comúnmente enlazadas via fibra óptica dado el tráfico tan intenso que manejan.

De la misma forma, cuando se requiera la integración de servicios com-

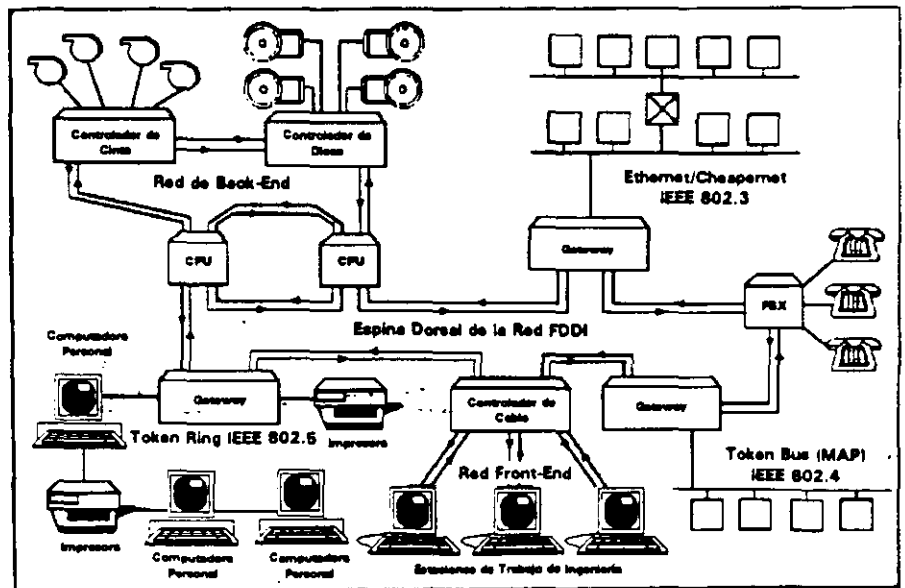
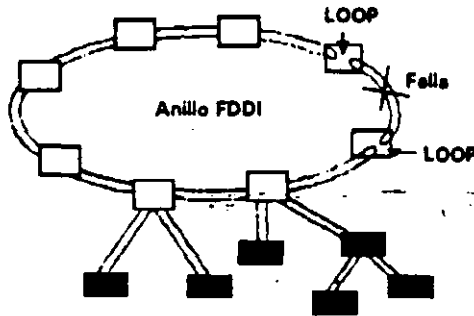
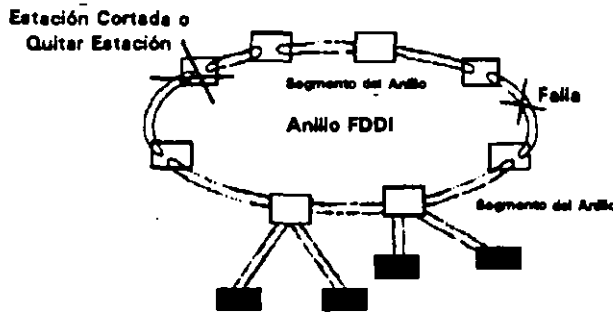


Figura 1. Posibles aplicaciones del FDDI

## UNA FALLA



## FALLAS MULTIPLES



## ESTACION/CONCENTRADOR

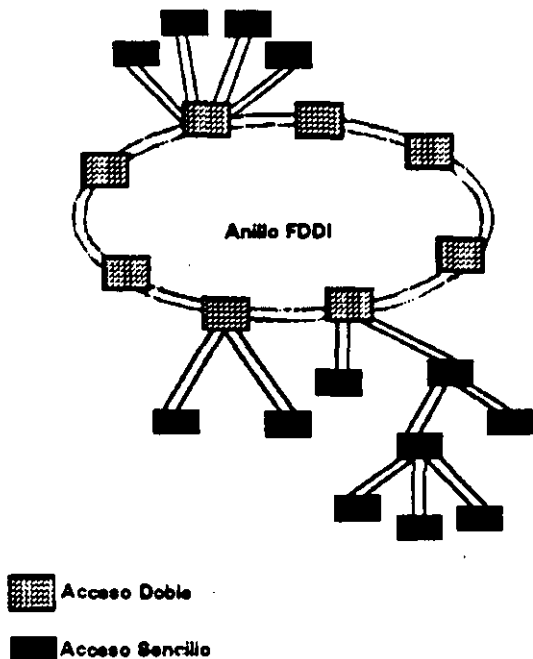


Figura 2. Elementos de la FDDI y su tolerancia a fallas

plementarios, como la televisión por cable en la RDSI-BA (banda ancha), la fibra óptica será el medio ideal para comunicar vía SONET (Red síncrona óptica) esquemas de transmisión que van desde 51.4 Mbps hasta 13.22 Gbps.

## CARACTERISTICAS PARA EL DISEÑO DE LA RED

Existen varios aspectos que deben considerarse para el máximo aprovechamiento de las fibras ópticas en el ámbito de las redes locales y su conectividad con estándares de mayor velocidad de transmisión. Entre ellos destacan los siguientes:

En primer lugar, se debe concebir a la red con una estructura jerárquica, típicamente de tres niveles, y a través de un cableado con topología de estrella. De esta forma, cualquiera de las configuraciones típicas existentes (Anillo, Estrella o Bus) podrán ser derivadas de dicha estructura básica. Asimismo, ello permite la interconectividad de varias redes tipo IEEE 802.X a una "Columna Vertebral" de alta velocidad como lo es la FDDI, o inclusive la RDSI, mediante el uso de "puentes" remotos con salidas T1 (1.54 Mbps), E1 (2.048 Mbps), o fracciones de 64Kbps.

En segundo término, se debe seleccionar el tipo de fibra óptica a cablear, a fin de que sea compatible tanto con los estándares de las redes locales como con el de la FDDI y/o que exista la interfase adecuada para su conectividad con la RSDI. Así, dicho cable debería manejar tasas de transmisión entre 4 y 20 Mbps para los estándares LAN y de 100 Mbps para la FDDI. Históricamente, para fortuna de esta tecnología, se han venido desarrollando opciones para la fibra óptica en los estándares IEEE 802.X.

Por todo lo anterior, un buen diseño en el cableado podrá asegurar al usuario disfrutar de la red por un periodo que puede oscilar entre 10 y 20 años. Ya que, por lo general, los costos de instalación no solamente igualan sino que inclusive rebasan los costos de los materiales; un cableado que no pueda

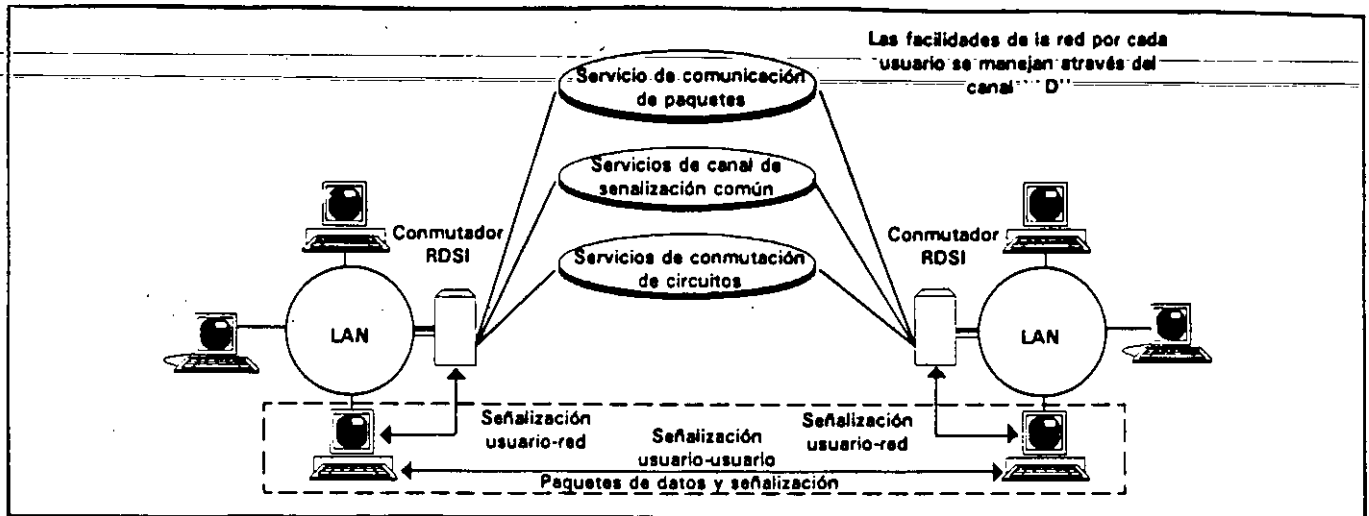


Figura 3. Servicios de la RDSI

crecer en forma modular y adecuarse a los avances tecnológicos en forma sencilla, resultará muy caro a largo plazo.

De esta manera, la fibra óptica y la FDDI demuestran ser la opción más viable para la comunicación entre *mainframes*, estaciones de trabajo y computadoras personales con aplicaciones de CAD (*Computer Aided Design*; Diseño con ayuda de computadora), aplicaciones de publicidad y otros procesos gráficos que impliquen la interconectividad potencial de varios cientos de nodos (500 es el máximo) con espaciamientos hasta de 2 Km entre ellos. Dicha interfase ofrece también la posibilidad de interconectarse con redes locales de baja velocidad por medio de los servidores de archivo (*file servers*), puentes o *gateways*.

Como ventajas más importantes de la fibra óptica sobre el par torcido telefónico y el cable coaxial se encuentran: su mayor ancho de banda, su tamaño reducido y su inmunidad a la interferencia electromagnética, lo cual la hace muy atractiva para aplicaciones dentro de edificios, parques industriales y *campus* universitarios.

#### IMPLANTACION DE LA RED

Existen tres niveles de interconectividad física de red considerados por la IEA TR-41.8.1:

1. **Cableado horizontal.** Cubre de la microcomputadora al registro de piso y puede utilizar par torcido, fibras ópticas o cable coaxial delgado.
2. **Cableado vertical.** Va de los registros de cada piso al distribuidor principal del edificio y puede emplear par torcido, fibras ópticas o cable coaxial grueso.
3. **Cableado de alta velocidad.** Enlaza los distribuidores en los edificios y utiliza cable coaxial grueso o fibras ópticas.

**Es posible disponer de un esquema completo de administración proactiva de la red por primera vez en este mercado**

Con el concepto de estrella se permite al integrador de la red administrar y crecer la misma en forma modular y de acuerdo con las necesidades de cada área de trabajo.

Así, en el caso de la RDSI, el usuario requerirá de servicios de voz, datos e imagen, por lo que se deberán cablear, según el caso, fibras ópticas y/o par torcido telefónico, sobre todo en el cableado horizontal. El cableado hi-

brido ofrece una buena relación costo-beneficio particularmente en el caso de movimientos constantes en el mismo piso.

En lo que se refiere al tipo de fibra empleada a nivel de red local y FDDI se recomienda que opere con dos longitudes de onda (850 NM y 1300 NM) a fin de permitir una transparencia en el crecimiento de la red a futuro y que dimensionalmente sea de 62.5/125 micras, ya que presenta la mejor relación de acoplamiento óptico para estas aplicaciones.

#### CARACTERISTICAS DE LA FDDI

La FDDI es una red local de alta velocidad y sobresaliente desempeño, que ha desarrollado el ANSI (*American National Standard Institute*; Instituto estadounidense de estándares nacionales) por medio del comité X3T9.5, el cual es responsable de la definición de este estándar desde hace algunos años.

Actualmente, después de varias demostraciones públicas de interoperabilidad de varios fabricantes, se ha comprobado su confiabilidad, lo que le permite convertirse en la alternativa tecnológica para el enlace de las redes locales de baja velocidad (Ethernet y Token Ring) en los 90.

La FDDI está constituida por un "anillo doble de árboles" que operan bajo el



protocolo "token passing". Cada anillo puede operar a 100 Mbps y manejar enlaces de red hasta de 100 kms, en donde pueden estar conectadas cientos o hasta miles de estaciones de trabajo; si se emplean fibras ópticas multimodales se alcanzan distancias de 2 km entre los nodos activos, según lo marca la norma FOIRL (*Fiber Optic Interrepeater Link*; Enlace de fibra óptica entre repetidores).

Debido a que el segundo anillo puede transmitir datos, así como servir de respaldo a la red, el esquema FDDI puede operar de manera efectiva a velocidades de 200 Mbps.

Desde 1988 se introdujo el primer juego de chips para FDDI desarrollados por la empresa *Advanced Micro Devices* (AMD); aquí se integraron las tres primeras partes del estándar FDDI:

- \* La capa física dependiente del medio (PMD; *Physical Media Device*)
- \* La de control de acceso al medio (MAC; *Media Access Control*)
- \* El protocolo de la capa física (PHY; *Physical Protocol*)

Esto ha permitido que, durante los últimos dos años, diversos fabricantes hayan desarrollado algunos dispositivos de FDDI como son tarjetas para la red, puentes, ruteadores y multiplexores para la red local.

La última parte del estándar se conoce como la administración de la estación (SMT, *Station Management*), la cual describe los servicios de administración de la red FDDI. De esta forma se establece el enlace entre nodos y el monitoreo de cada uno de ellos para que, en caso de fallas, estos anillos se reconfiguren automáticamente. Esta etapa también ofrece el control estadístico para el análisis del desempeño de la red, detección de errores y localización de fallas, así como la información de la topología de la red en operación. Todo esto permite al administrador de la red disponer de un esquema completo de administración proactiva de la red por primera vez en este mercado.

Entre las empresas que han ofrecido esta conectividad a nivel SMT se encuentra *Synneretics*. Sin embargo, para mediados de 1991, esta parte será completamente liberada y aprobada, lo cual permitirá una total

interoperabilidad entre diversos fabricantes.

Como complemento a lo anterior, actualmente la ANSI está trabajando con dos grupos para el desarrollo de alternativas más económicas para el acceso de la FDDI por los usuarios.

Uno de ellos realiza investigaciones para la implantación de la mezcla de par torcido con blindaje (STP) a nivel del cableado horizontal y solo utilizar la columna vertebral (*backbone*) de fibra óptica. El otro grupo trabaja en la utilización de dispositivos y cables ópticos mas baratos que permitan el cableado horizontal con un alcance máximo de 100 mts., lo que de entrada significa que esta sección estaría fuera de la norma FOIRL ya mencionada.

De ambas alternativas, la primera es la que ofrece al usuario mejores perspectivas, ya que le permitiría en un momento dado el uso de cableado STP ya existente, a una velocidad de 100 Mbps.

Por otra parte, las tendencias de la FDDI se orientan a la utilización de fibras monomodales que permitan lograr distancias hasta de 60 km entre

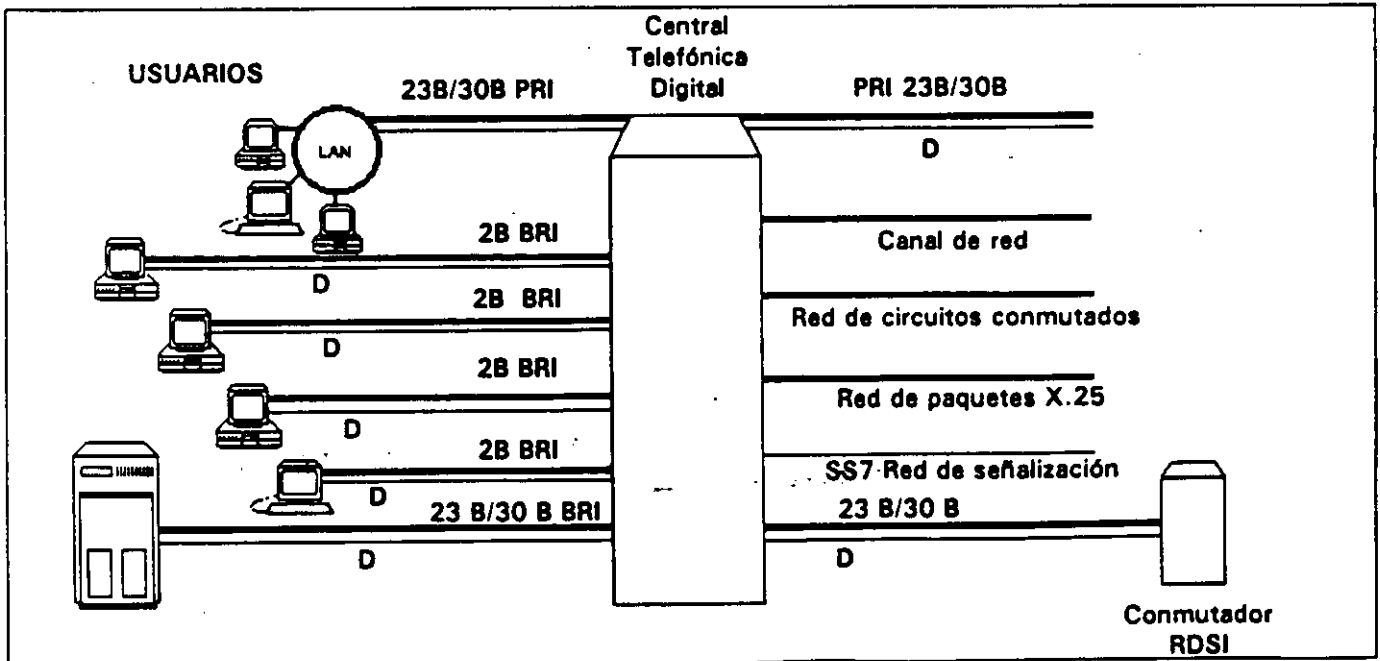


Figura 4. Servicios de la central RDSI

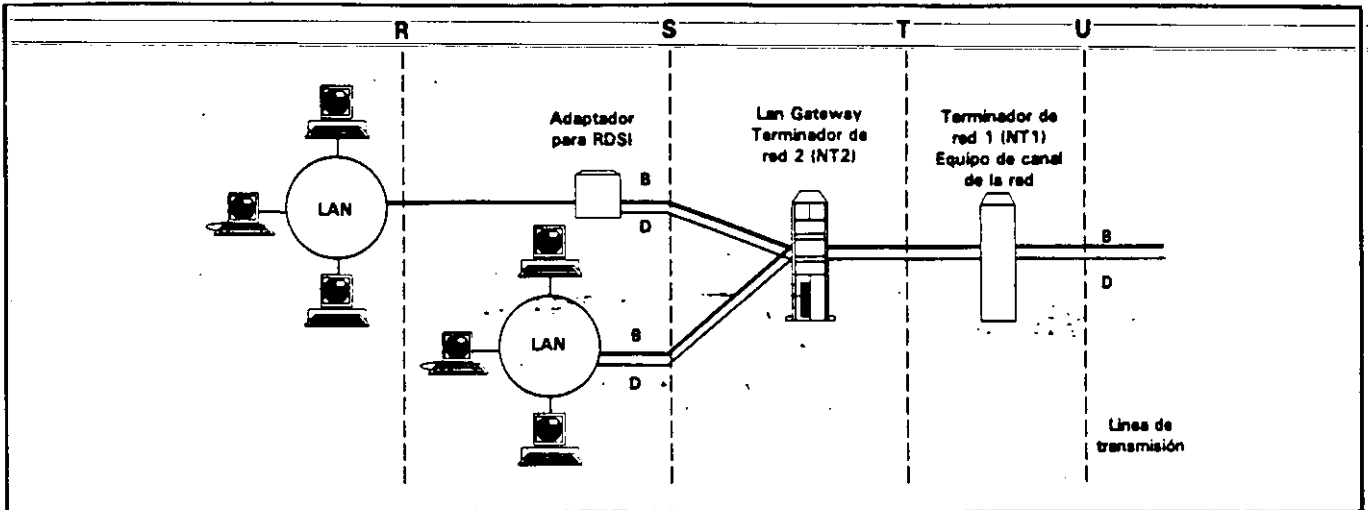


Figura 5. Interfases para los dispositivos incorporados a RDSI

nodos activos (fibras con atenuaciones menores a 0.2 dB/km).

Otro de los proyectos incluye la conectividad de la FDDI con los servicios de la "Red síncrona óptica", o SONET, para extender sus comunicaciones metropolitanas y globales por medio de la RDSI.

Algunas de las modificaciones que se han integrado a la FDDI-2 son el control híbrido del anillo (HRC, según siglas en inglés), lo que permite soportar en la misma red tanto paquetes asíncronos, como la comunicación de circuitos "isócronos" (Véase RED 6); esto a su vez ofrecerá el manejo de voz e imagen en forma simultánea a la transmisión de paquetes de datos.

De la misma forma, se está trabajando en la integración del SNMP (*Simple Network Management Protocol*; Protocolo sencillo para la administración de redes) al esquema actual del administrador FDDI, a fin de que sean totalmente interoperables.

Todo lo anterior está siendo evaluado y aprobado en EUA por medio de dos laboratorios: uno ubicado en California, auspiciado por AMD y el otro en el noreste, localizado en la Universidad de New Hampshire.

Aunque los precios actuales por puerto oscilan entre los 10,000 y 15,000 dólares estadounidenses, todos estos esfuerzos permitirán, en consecuencia, una difusión y reducción de precios en el

mercado a menos de una tercera parte en los próximos dos años.

### INTERCONECTIVIDAD CON LA RDSI

Desde el punto de vista de la comunicación de datos, la RDSI puede ofrecer una alternativa económica de alta velocidad para enlazar terminales "tontas" y redes locales con *mainframes* a través de enlaces punto a punto o de tipo X.25 (Véase "Conmutación de paquetes por X.25" en RED 7).

El concepto de integración de servicios permite al usuario que, en caso de una falla intermedia en el tráfico de la red, ésta pueda ser "rerruteada" a otra central telefónica digital en forma automática con lo que se reducen los costos

Diámetro mínimo nominal	62.5 $\mu$ m
Diámetro del revestimiento metálico	125 $\pm$ 3 $\mu$ m
Abertura Numérica nominal	0.275
Ancho de banda modal (mínimo, @ 1,300nm longitud de onda)	500 MHz·km
Atenuación (cableado)	< = 2.5 dB/km, típicamente
Nota: La atenuación de la fibra multimodal a 1,300nm típicamente está en el rango de 0.6 a 1.0 dB/km. La atenuación de la fibra puede cambiar después de ser colocada en un cable	

Tabla 1. Muchos tipos de fibra pueden ser usados si se conocen las especificaciones de la fibra multimodal FDDI

de respaldo individual y el reenvío de los paquetes por interrupción de la red. Por otra parte, la señalización fuera de banda en la RDSI logra que el administrador de red tenga un monitoreo permanente en el tiempo real del tráfico de datos.

Existen dos niveles de acceso a la RDSI:

\* Acceso Básico, con dos canales de comunicación a 64 Kbps y un canal de señalización a 16 Kbps (2B + D).

\* Acceso Primario, con 23 canales de comunicación a 64 Kbps en USA (30 canales en Europa) y un canal de señalización a 64 Kbps (23B/30B + D). De esta forma, los 16 Kbps ocupados por la señalización de acceso básico permitirán que el resto del canal D sea ocupado a nivel de acceso primario por transmisión X.25, o de conmutación de paquetes.

Los servicios de la central RDSI resultan económicamente interesantes en aplicaciones de múltiples concurrencias a la misma base de datos con transferencias de archivos a bajas velocidades (64 Kbps), lo cual es comparable con las transferencias entre estaciones de trabajo y servidor con envío de pantallas de actualización de los procesos distribuidos.

**Existen varios dispositivos para la operación e interconectividad con la RDSI**

Así, con la RDSI de acceso primario, las redes locales distantes pueden ser enlazadas a velocidades cercanas a las de la red local. Puesto que todos los dispositivos RDSI emplean un mismo protocolo, el enlace de redes vía Gateway-RDSI simplificará el proceso de conectividad.

La red local se conectará a cualquier servidor remoto, red de conmutación de paquetes, correo electrónico, ya sea público o privado disponible a través de la RDSI.

Debido a que la información de señalización viaja en el canal "D" en forma independiente, la seguridad es alta.

Durante la sesión de acceso a la RDSI, la información de la red local es enviada al nodo de servicio especificando destino, tipo de servicio y ancho de banda requerido (en múltiplos de 64 Kbps); así, el mensaje se transporta a través del sistema de señalización común 7 (SS7) al nodo de servicio terminal.

### DISPOSITIVOS E INTERFACES DE LA RDSI

La CCITT ha definido varios dispositivos para la operación e interconectividad con la RDSI:

\* Equipo terminal 1 (TE1), dispositivo de acceso con interfase RDSI.

\* Equipo terminal 2 (TE2), dispositivo de acceso sin interfase RDSI, pero con interfaces como la RS-232-C y X.21; esto implica usar adaptadores de acceso.

\* Adaptadores de terminal (TA) adaptadores de acceso para conectar varios TE2 a la red RDSI.

\* Terminadores de Red 2 (NT2), dispositivo que permite la conectividad de la red local a la RDSI, realizando funciones de multiplexaje y conmutación.

\* Terminador de Red 1 (NT1), dispositivo encargado de la administración y mantenimiento de la conectividad con la RDSI.

\* Terminador de enlace (LT), dispositivo equivalente al NT1 a nivel de la central telefónica digital.

Por otra parte, las interfaces que la CCITT ha definido para la RDSI son:

\* R, que se encuentra entre un equipo sin interfase RDSI y el adaptador de la terminal.

\* S, localizada entre un TE1/TA y un NT2.

\* T, que se establece entre la NT1 y la NT2/TE1.

Tanto la interfase S como la T son eléctrica y físicamente las mismas, con la diferencia de que la interfase S se utiliza solo a nivel de acceso básico. La CCITT especifica que el dispositivo NT1 sea suministrado por la empresa proveedora de la RDSI, por lo que la interfase T, además, marca la frontera entre el usuario y la red.

### CONCLUSIONES

En la actualidad la RDSI es empleada por un gran número de empresas en EUA y Europa, optimizando sus recursos al aprovechar los beneficios de las centrales digitales y las fibras ópticas para la interconectividad de los usuarios con los grandes centros de cómputo de una manera económica, efectiva y confiable. Conforme dichos estándares y dispositivos sean más accesibles a los usuarios, los enlaces de redes locales vía FDDI y RDSI se volverán una realidad, lo que establecerá las bases para la globalización de los servicios de las comunicaciones y las computadoras.

### REFERENCIAS

HATFIELD, B., CODEN, M., *Designing Today's Fiber LAN to Support FDDI Tomorrow*, LAN Technology, February 1990.

HERTZOFF, I., *ISDN: A New Path to LAN Connections*, LAN Technology, December 1989.

MCCLURE, B., *FDDI UPDATE: Standards, Testing, and the future of FDDI*, TELECOMMUNICATIONS, January 1991.

CHAVEZ, G., *Fundamentos de la RDSI*, División de Educación de Educación Continua, UNAM, Octubre 1990.

# FDDI II: UNA NUEVA ETAPA DE LAS COMUNICACIONES DE VOZ Y DATOS EN LAS REDES LOCALES Y METROPOLITANAS

- \* Red local híbrida que supera los estándares de velocidad de FDDI
- \* Ofrece circuitos y paquetes conmutados a través de la misma fibra

Ing. Gerardo Chávez

El estándar FDDI ofrece un protocolo de control de acceso al medio (MAC) diseñado para operar bajo *token-passing ring* a 100 mbps. A punto de ser ratificado por el conocido comité de la ANSI X 3T9.5, Este, a su vez, se encuentra ya trabajando activamente en 2 extensiones de la FDDI (FDDI-II). Una de ellas considera la integración a la capa física

dependiente del medio (PMD) de fibras ópticas monomodales que permiten la extensión entre nodos activos de 2km hasta 40km. La otra establece facilidades para la transmisión isócrona de datos dentro de la red, a fin de poder operar con voz y datos simultáneamente. Esto último convierte a la FDDI II en una red local híbrida de alta velocidad (HSLAN), ya que

ofrece circuitos conmutados (CS) y paquetes conmutados (PS) a través de la misma fibra. Lo anterior demanda la introducción de tramas de pulsos síncronos divididos en 16 canales de banda ancha, los cuales pueden operar con tráfico en forma isócrona (CS) y no-isócrona (PS).

Así, los canales isócronos transmiten circuitos conmutados de voz multiplexados por división en el tiempo (TDM) en múltiplos de 64 kbps. Por su parte, los canales no-isócronos se unen para formar un solo canal PS. El protocolo de *token* soporta ambos tipos de tráfico.

De esta manera, la FDDI podrá soportar aplicaciones de servicios integrados en diversos ambientes de trabajo, lo que permite el manejo de voz y datos para comunicación de edificios y campos en forma local, sin depender de PBX sofisticados o servicios de las centrales telefónicas. Adicionalmente, estos servicios a través de la FDDI permitirán el reemplazo de una gran cantidad de

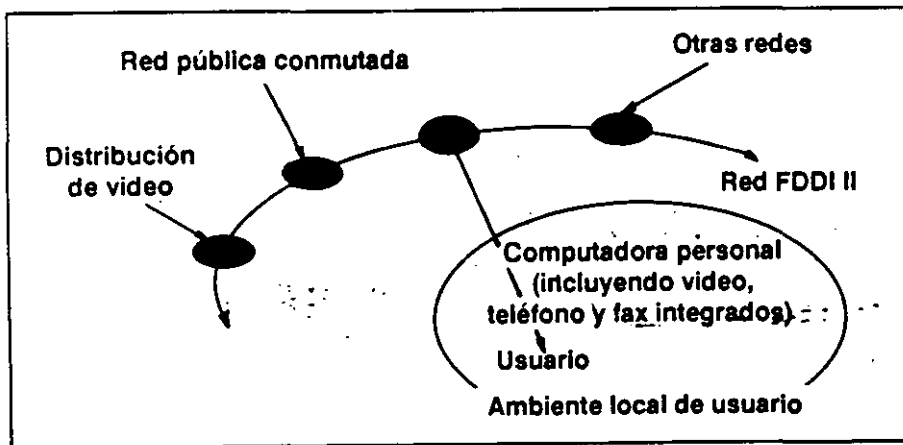


Figura 1. Sistema de configuración FDDI-II. Al soportar la transferencia de voz y datos simultáneamente, FDDI II facilita el diseño de estaciones de trabajo con voz y datos integrados que puedan transferir información analógica y digital desde diferentes recursos. Esto incluye la red

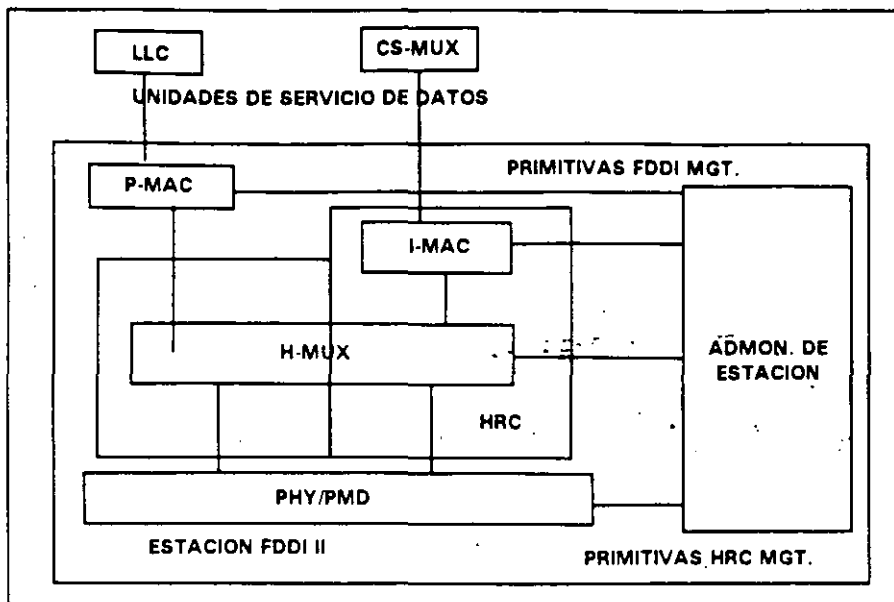


Figura 2. Doble modo de operación. En un modo FDDI II, un controlador de acceso al medio de paquete asíncrono (P-MAC) maneja las transferencias de FDDI estándar, mientras que un controlador de acceso al medio isócrono (I-MAC) realiza las transferencias de voz. Un multiplexor conocido como el control de anillo híbrido (HRC) rutea los datos y la voz a los controladores respectivos.

pares telefónicos dentro de la columna vertebral (*backbone*) de las redes.

### TRANSMISION DE VOZ A TRAVES DE LA FDDI

Debido a que la FDDI originalmente se diseñó para la transmisión de datos con formato PS, adicionar los servicios de voz no resulta sencillo. Esto se debe a que los retrasos que se asocian con los PADs (*Packet Assembly-Disassembly*; paquetes de ensamble y desensamble) y el movimiento de *token* lo vuelven más complicado, ya que, como se sabe, una vez que se establece la conversación entre las estaciones de trabajo esto no se interrumpe hasta el retorno del *token* mismo. Por lo anterior, se ha decidido incorporar la transmisión síncrona dentro de los servicios PS asíncronos de la FDDI.

Uno de los principales objetivos de la FDDI II es mantener la completa compatibilidad e interoperabilidad con el estándar actualmente establecido; a fin de que los servicios de voz no afecten la transmisión de datos, el comité de ANSI ha decidido incorporar en cada nodo FDDI dos controladores (véase figura 1): el primero para el control de paquetes asíncronos (P-

MAC), y el segundo para el control isócrono de acceso al medio (I-MAC). El ruteo entre ambos accesos se realiza por medio de un multiplexor (véase figura 2) que se localiza entre la capa física (PHY) y la de control de acceso al medio (MAC). Lo anterior se conoce como el control del anillo híbrido (HRC) y es la pieza clave para el desarrollo de la FDDI II.

### OPERACION DE LA FDDI II

La FDDI opera bajo 2 modos: el básico y el híbrido. En el modo básico el anillo solo soporta la transmisión PS; en el modo híbrido se mezclan los servicios de voz datos bajo la misma trama, lo que se conoce como un "ciclo". La estructura de dicho ciclo permite que el MUX híbrido (H MUX) haga el ruteo hacia P-MAC o I-MAC.

La operación normal de la FDDI es en el modo básico. Así, cuando un usuario requiere los servicios de transmisión de voz, se hace la solicitud a la capa de administración de estación (SMT), la cual convierte al anillo a una forma híbrida, al tiempo que informa al resto de las estaciones para que operen también de manera híbrida. El enlace se inicia cuando una estación que actúa como monitor

transmite el "ciclo" al anillo, con lo que las demás estaciones repiten el ciclo de manera "esclava".

Por su parte, la estación del ciclo "maestro" realiza periódicamente los ajustes de tiempo y de acceso al anillo, a fin de mantener un periodo de 125 microsegundos. Normalmente el supervisor de la red declara dicha estación. Como se puede observar, la duración del ciclo en la trama HRC permite soportar un ancho de banda de 8khz para la transmisión del canal de voz y su sincronización con los circuitos externos de la red pública (troncales TI-EI). El ancho de banda del ciclo se encuentra dividido en un canal dedicado a paquetes de datos, más 16 canales de 6.144 Mbps de banda ancha. El canal de paquetes utiliza un mínimo de 768 kbps.

Para el soporte de la RDSI (Red digital de servicios integrados), por ejemplo, cada canal se encuentra definido en incremento de 64kbps, con lo que cualquier número de estaciones FDDI II pueden compartir los 16 canales o los que se encuentren disponibles. En caso que se encuentren totalmente ocupados, la estación con el ciclo maestro avisará que el anillo se encuentra ocupado.

### ¿FDDI A MAS DE 100 MBPS?

Cuando hace varios años se conceptualizó a la FDDI, se estimó que el punto de equilibrio tecnológico para el costo-beneficio se encontraba precisamente alrededor de una tasa de transmisión de 100 Mbps. Sin embargo, con el paso del tiempo, este valor ha sido superado, y esto se debe a la integración de los servicios de voz por lo que, en la actualidad, se están ejerciendo algunas presiones para que se aumente esta velocidad, sobre todo ahora que se le pretende incorporar facilidades que le permitan un acceso transparente a la jerarquía digital síncrona (SDH) y al estándar SONET con una velocidad de 155 mbps.

Por su parte, el comité X 3T9.5 Ha establecido incrementos de velocidad

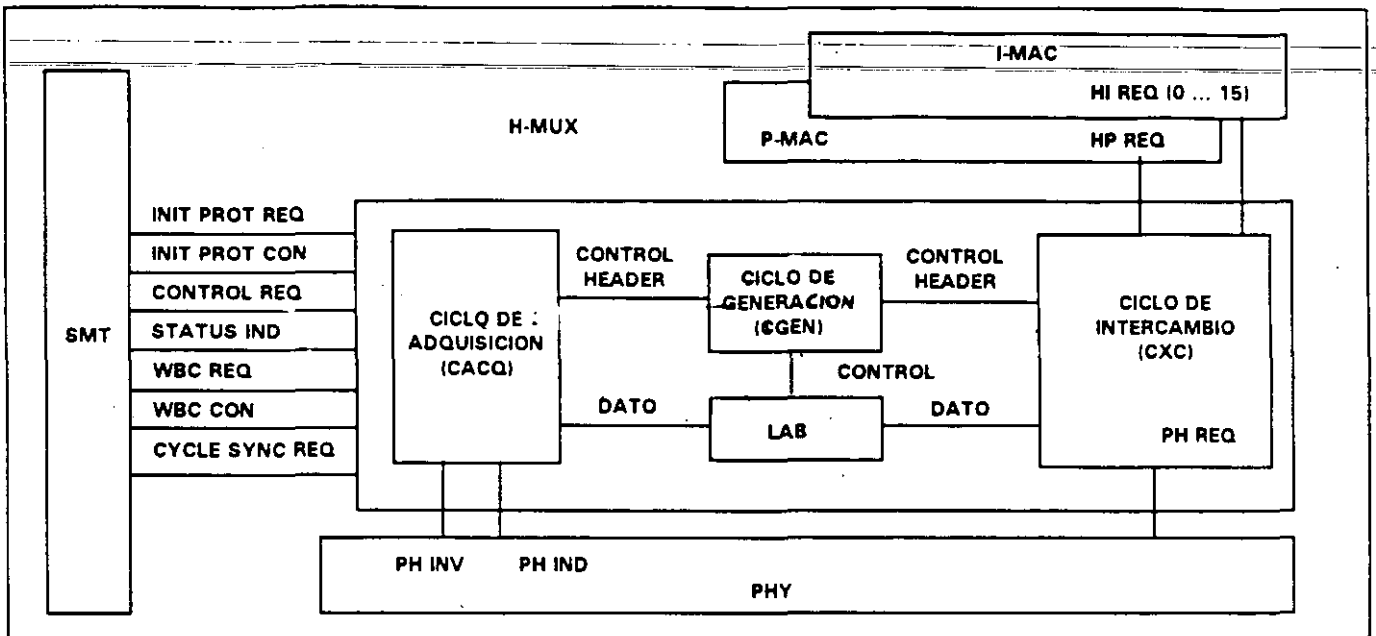


Figura 3. Operación del controlador híbrido. Cuando es usado en el modo de paquete básico, el control de anillo híbrido (HRC) rutea los datos directamente desde la capa física a la P-MAC. En el modo híbrido, el H\_MUX del HRC multiplexa y desmultiplexa los datos isócronos del I-MAC y los paquetes de datos del P-MAC dentro o fuera de la capa física

en múltiplos de 6.144 Mbps a partir de los 100 mbps.

#### ETAPAS PARA LA ESTANDARIZACION

Definitivamente un aspecto importante para el desarrollo y la implantación de la FDDI II es estandarizar productos para lograr la interoperabilidad y establecer prototipos a bajo costo. Para ello, se espera la liberación, en

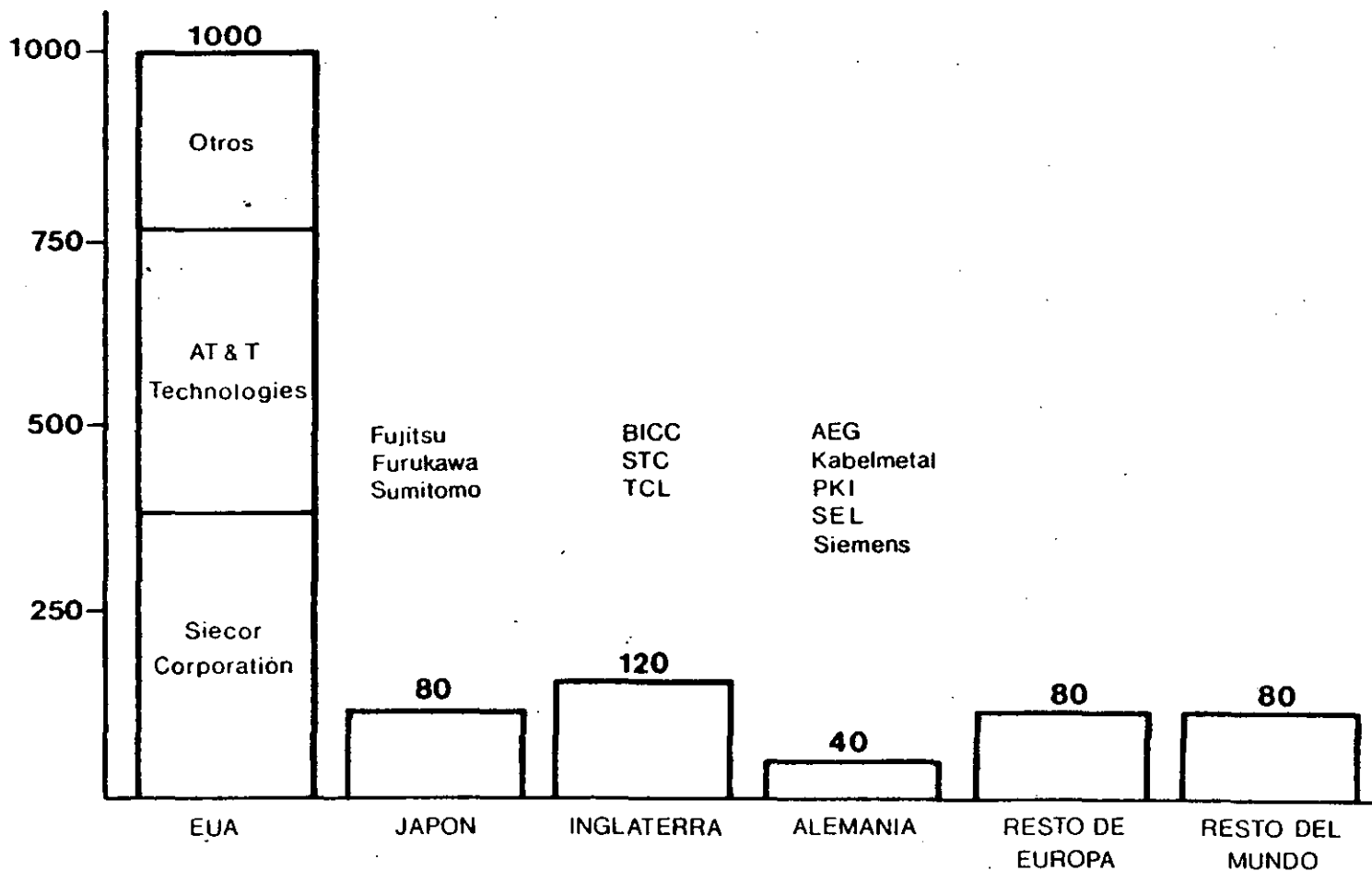
los próximos meses, de un *chip* que contenga el HRC base para el arreglo de las redes FDDI II. Además, se está trabajando a nivel SMT para lograr la operación cooperativa voz-datos en el anillo. Lo anterior quedará finalmente resuelto para finales de 1991.

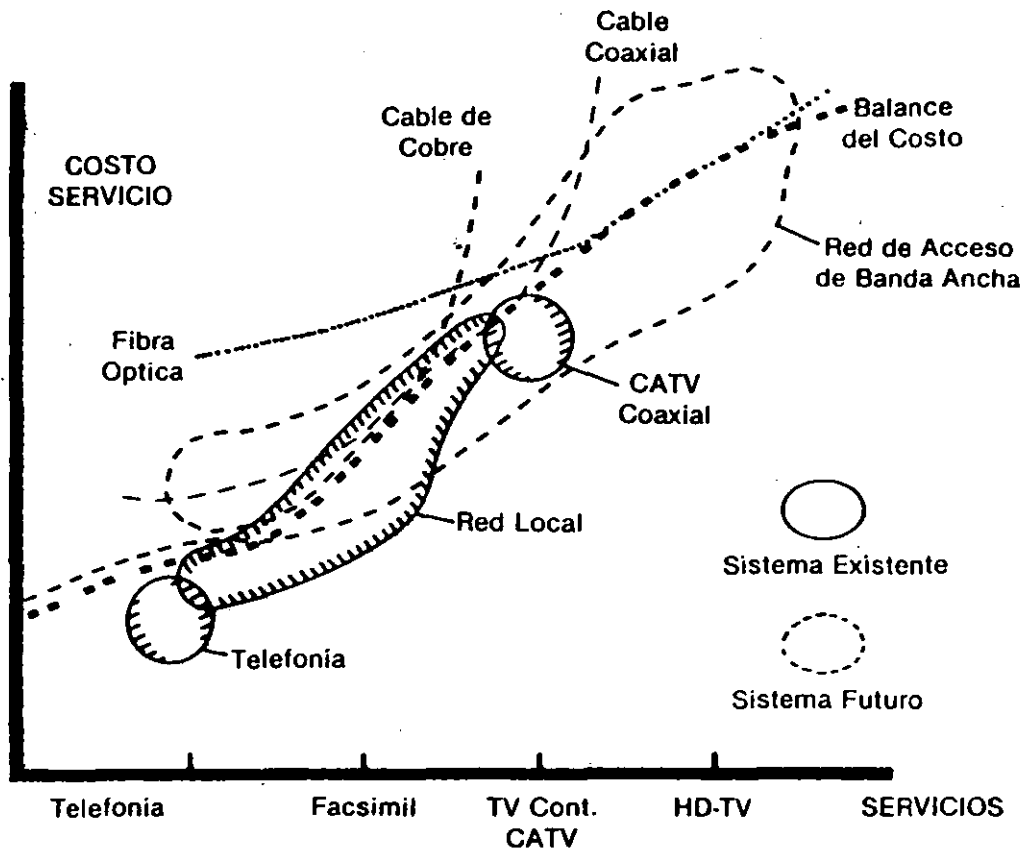
Con todo esto es posible darse cuenta que, en la década de los noventa, las tecnologías de las

comunicaciones públicas y privadas se estrecharán cada vez más para beneficio de los grandes y medianos usuarios que buscan servicios integrados, al mismo tiempo que facilidades de administración de redes locales y remotas en tiempo real.

La tecnología de la FDDI II ofrecerá, definitivamente, una solución eficiente para dichas necesidades.

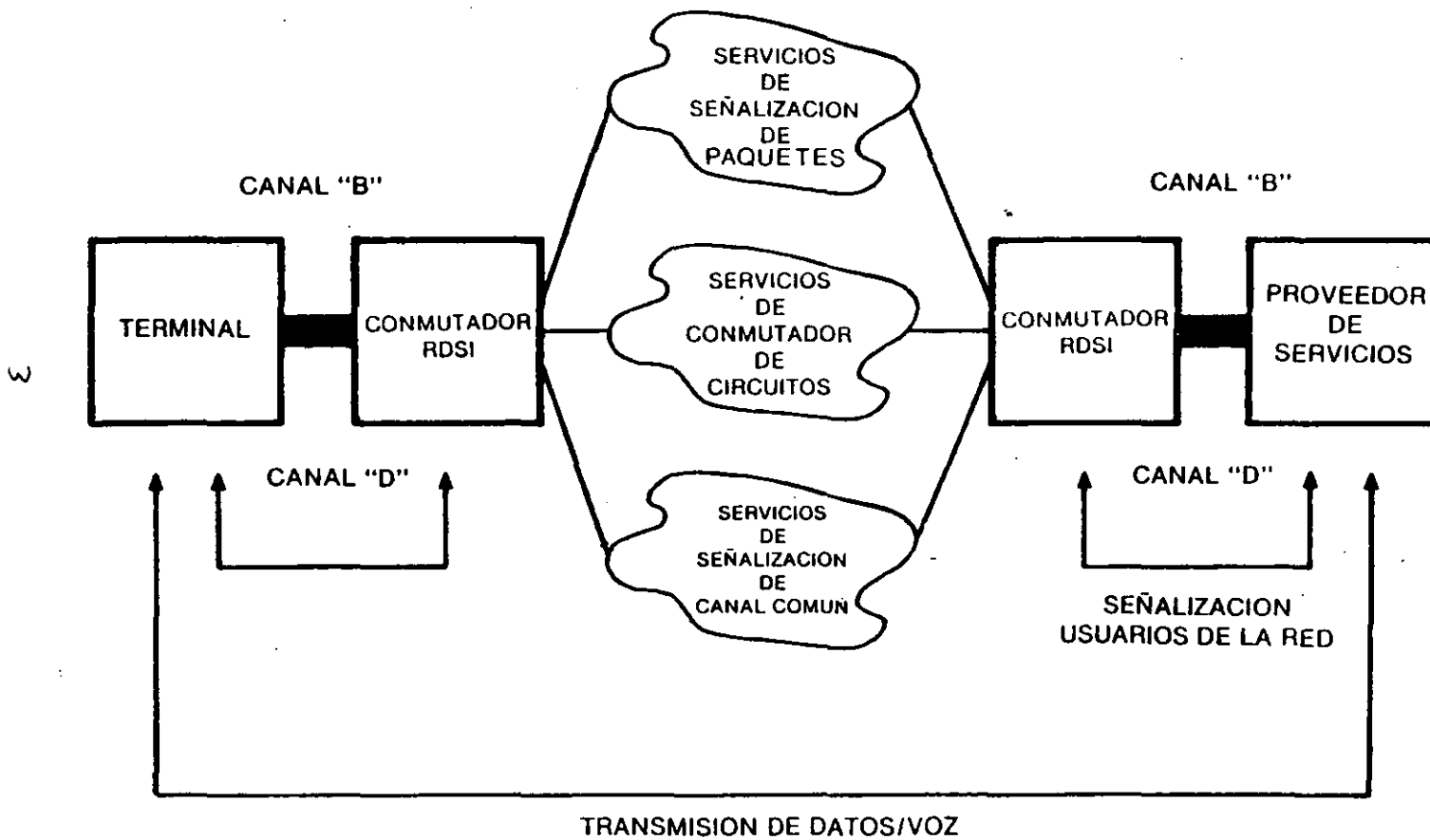
FIBRAS EN CABLE  
(Miles de Km.)



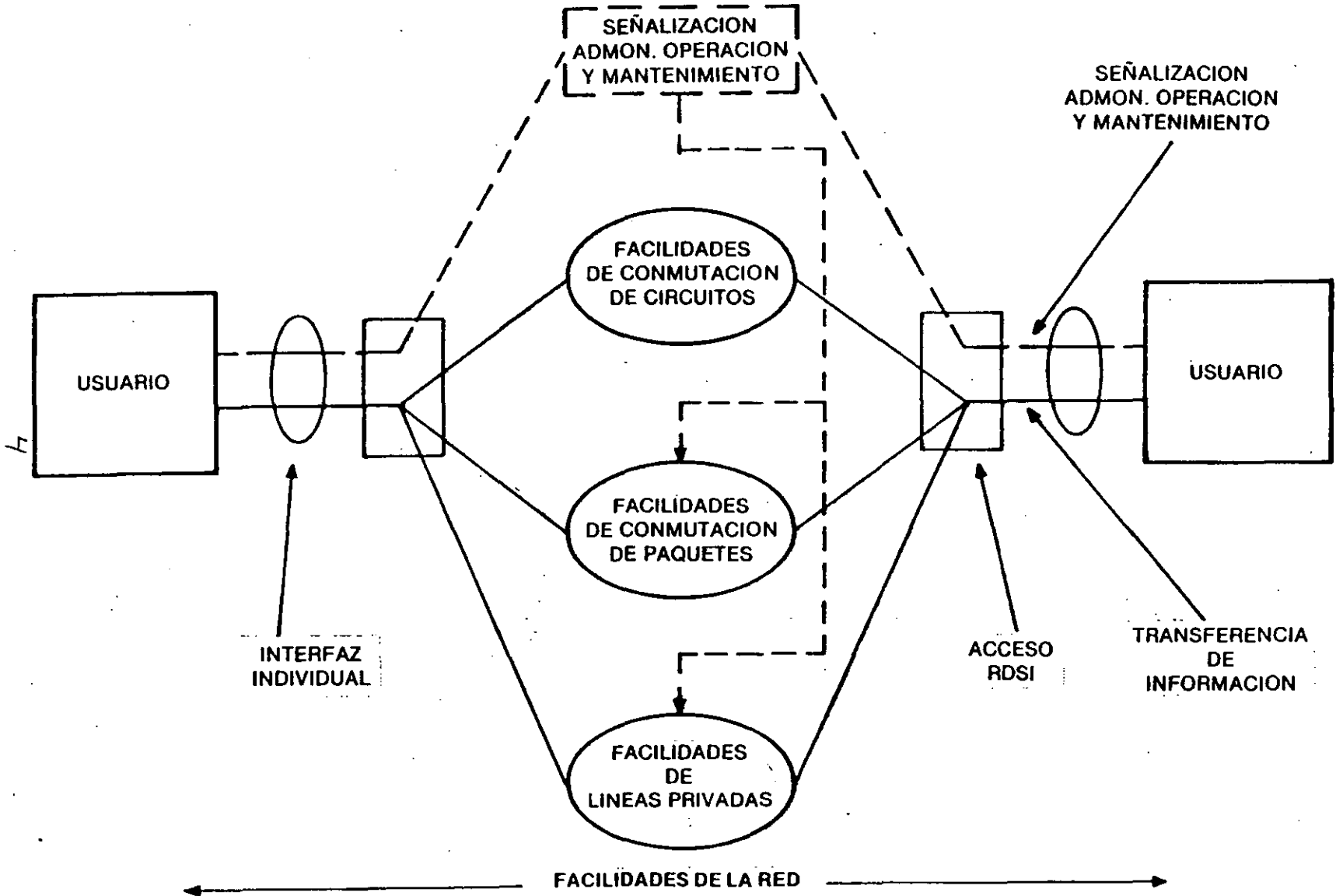


MAPA COSTO-SERVICIO



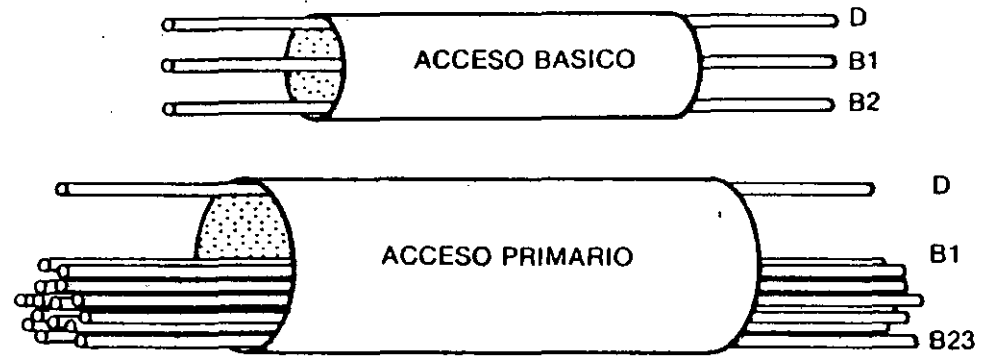


**INTERFACES DE LA RDSI CON LOS DIVERSOS USUARIOS DE LA RED**



ARQUITECTURA BASICA DE LA RDSI.

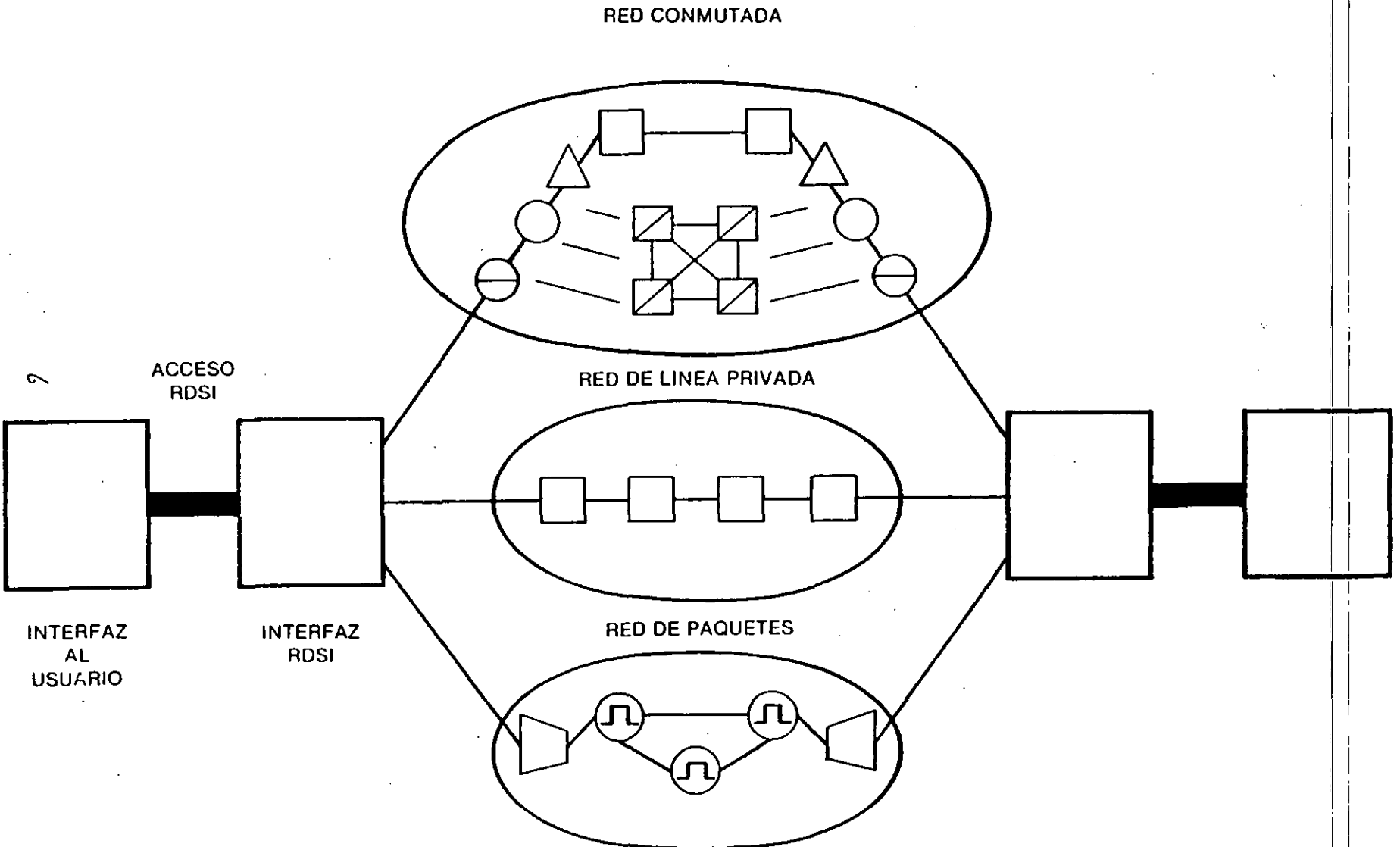
5



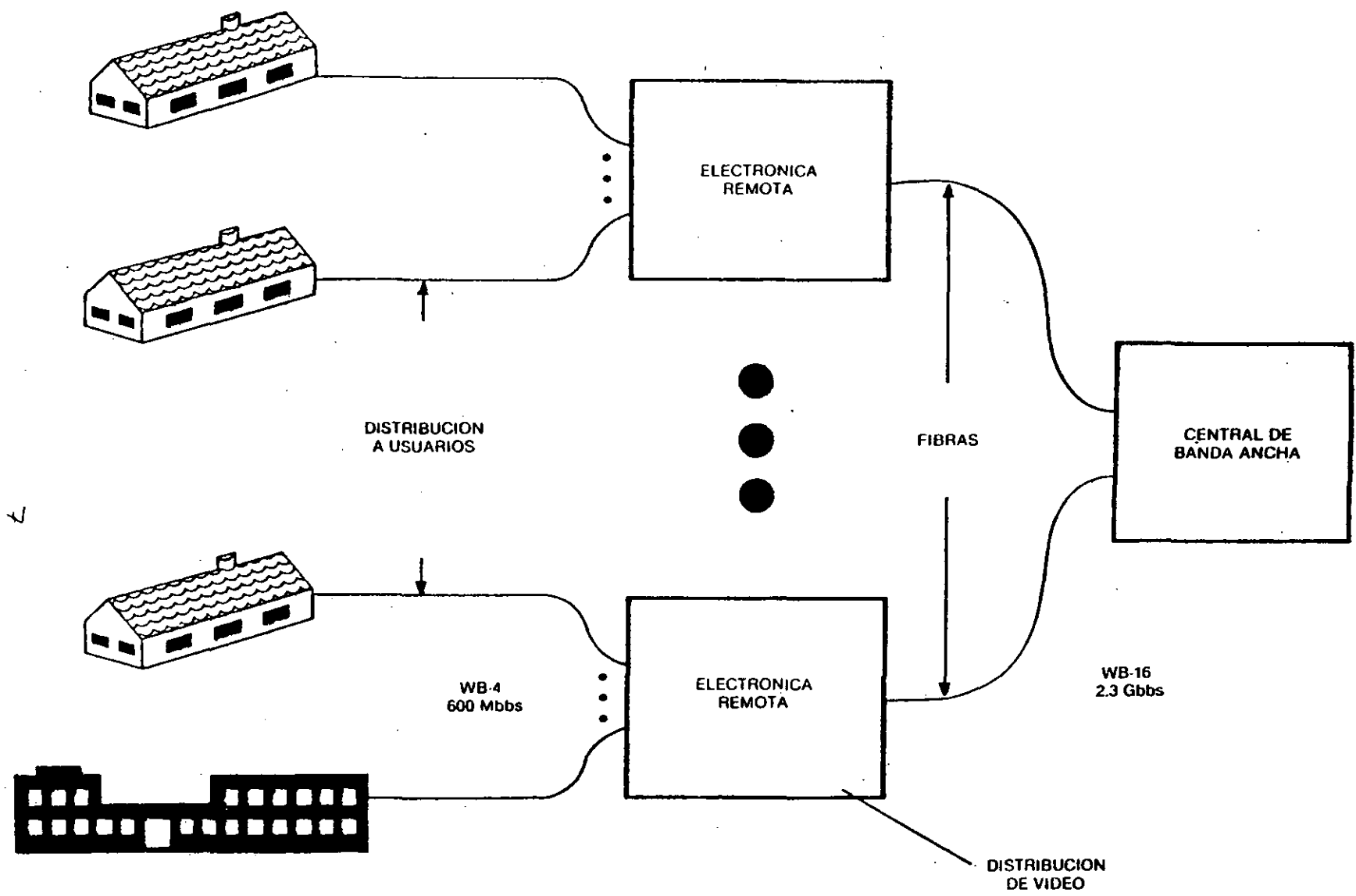
Canal "D": Señalización + Paquete de Datos  
Canal "B": Acceso Digital a 64 kb/s

### INTERFACES PARA RDSI: ACCESO BASICO Y ACCESO PRIMARIO

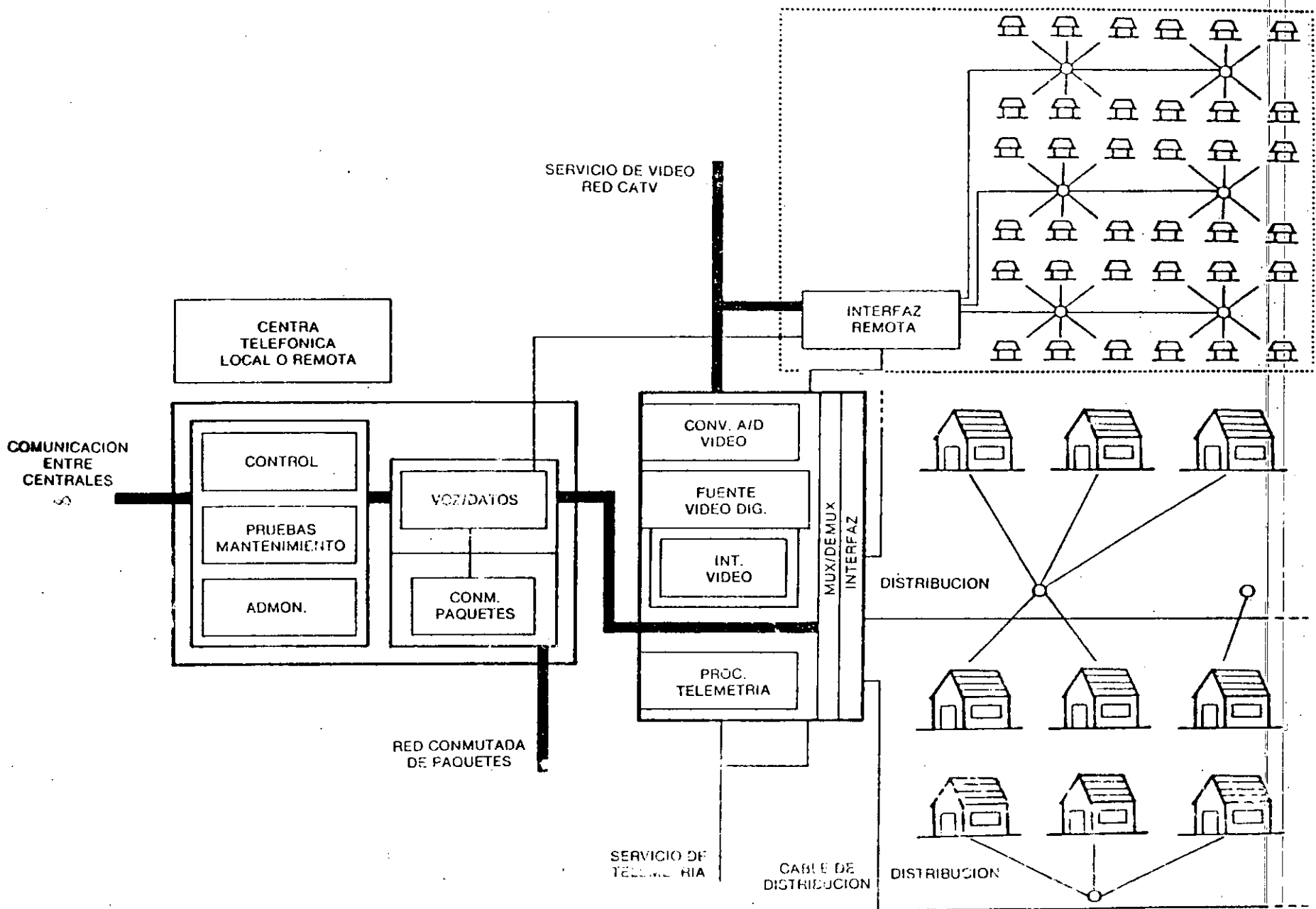
9



CONCEPTO DE RED DIGITAL DE SERVICIOS INTEGRADOS (RDSI)



**ACCESO LOCAL DE BANDA ANCHA A PARQUES INDUSTRIALES**



RED INTEGRADA TIPO MALLA DOBLE

# FDDI-II: A future uncertain

By Michael Howard  
and John McConnell

Although no FDDI-II products are available yet, several events hint that FDDI-II is simmering in a clandestine development effort that may bear fruit.

In early 1991, FDDI-II was touted as the inevitable direction of campus networking, and the natural evolution of FDDI in campus backbone and front-end desktop networks. FDDI is designed to handle 100 Mbps of asynchronous data traffic. FDDI-II is designed to handle not only asynchronous data but also the isochronous communication needs of voice and video.

But many factors blunted last year's high expectations for FDDI-II. These factors, which had once caused the authors to conclude that FDDI-II was dead, include the following:

- the FDDI market is only now beginning to show momentum;
- FDDI-II is forward compatible, not backward compatible;
- FDDI-II (like FDDI) is a shared medium, limiting the total use by all stations on a ring to an aggregate of 100 Mbps;
- the standards are not yet complete;
- no visible chipsets have been developed and no products announced; and
- alternative technologies—including Ethernet switching (private Ethernet), FDDI switching (private FDDI), and ATM—will be able to provide sufficient dedicated bandwidth to the desktop.

However, the following recent events hint that FDDI-II is not dead yet. Instead, they indicate that it is simmering in a clandestine development effort that may or may not bear fruit.

- Interest in the FDDI-II standards committee has increased in recent months;
- IBM, Apple, and some semiconductor houses are working on FDDI-II technology; and
- ATM is still in its honeymoon stage. Many basic problems must be overcome before campus ATM networks will be available, reasonably priced, interoperable, and will connect smoothly with existing internetworks.

The next few months may see a new fervor for FDDI-II, and revelations from a few very influential market players.

It isn't dead yet. Users' bandwidth needs are rising constantly and will continue to grow year by year. Most of today's new bandwidth requirements come not from exciting new applications, but from basic use of the network by more and more people. And each network user is generating

more traffic for communicating with co-workers, sending electronic mail, sharing files, filing reports, exchanging spreadsheets, and accessing servers (PC and mainframe).

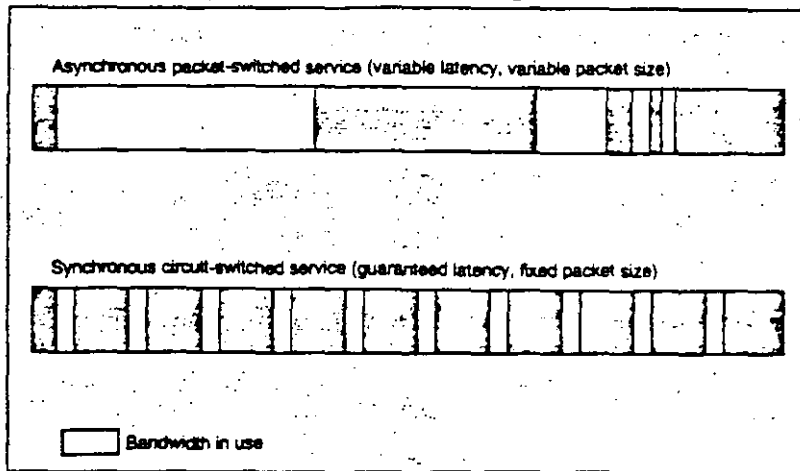
In addition, future office applications will provide still higher levels of employee productivity, but with correspondingly greater bandwidth requirements. These applications include document imaging, videoconferencing, multimedia, and many other integrated video/voice/image/data systems.

But how will FDDI-II really differ from FDDI, and how will it fare in the market? The original FDDI standard was developed to meet the rising bandwidth needs of organizations with expanding enterprise networks. So FDDI's 100 Mbps of bandwidth has been chiefly used to interconnect LANs within site backbones. Use of FDDI to directly integrate high-powered technical workstations, and to a lesser degree PCs, is just beginning in a meaningful way.

Like Ethernet and token ring, FDDI is a shared medium. Data bandwidth is shared among all the stations attached to the FDDI ring. This is one area where FDDI-II will add more capability. It will allow a user to "share the bandwidth" with voice and video applications in addition to data applications. Thus, FDDI-II will add local circuit switching to the packet switching currently available in FDDI.

But another differentiator casts some doubt on FDDI-II. Because it is an upward-compatible enhancement to FDDI, all

## Packet switching versus circuit switching



Like FDDI, FDDI-II provides asynchronous packet switching for handling traditional data traffic. It also allows for synchronous circuit switching, which is necessary for real-time voice and video.

stations on an FDDI-II ring must support FDDI-II or the entire ring will revert to FDDI. This upward compatibility with no backward compatibility is enough to cast some doubt on FDDI-II's market viability.

**Application advantages.** Most network data transmissions can be sent in large or small portions. If the bandwidth of the network is occupied when a transmission is desired, then the data is sent when the network bandwidth is available, after some delay or "latency." The length of the delay depends on the amount of data being transmitted by another station. Thus, when a user transmits data on an FDDI network (or other non-isochronous Ethernet or token ring), there is often a variable latency (or variable delay) before the data is transmitted. So most traffic from data applications moves at random times in random amounts (see figure).

However, real-time voice and video applications have very different characteristics than data applications. Real-time voice and video traffic occurs in fixed time intervals and at fixed packet sizes. Therefore, a real-time voice conversation or video transmission across a network must be guaranteed a portion of the network's bandwidth. But an additional capability is required so that there are no interruptions or gaps in the voice or video stream. That capability is called *guaranteed latency*. This combination of an allocated portion of bandwidth and guaranteed latency gives

FDDI-II a circuit-switched advantage for such applications.

But FDDI-II is only one potential technology for carrying real-time voice and video. Other solutions provide increased bandwidth to the desktop by segmenting existing networks, and include Ethernet or FDDI switches and multiport bridges. Another such technology—the Mother of All Campus Bandwidth Solutions and the latest Holy Grail of data communications—is ATM switching. ATM probably will be a 10-year solution, but only after the technology is developed and interoperable, which should be in the next two years.

**How FDDI-II works.** FDDI-II is basically a circuit-switched service embedded in FDDI technology. Isochronous bandwidth is allocated for up to 16 channels of 6.144 Mbps each, with any unallocated bandwidth available for asynchronous packet traffic. Another way to look at it is that each of the sixteen 6.144-Mbps channels can be allocated for asynchronous or isochronous use. And each channel can accommodate up to four T1 or three E1 pipes or other subchannels as small as 64 kbps.

The 16 channels use up 98.3 Mbps of the 100-Mbps FDDI-II bandwidth. This leaves room for a 768-kbps packet-switched channel, which is always available and can never be assigned to isochronous duties. The remaining 928 kbps is used for headers and other overhead.

FDDI is regulated by a 125-microsecond

clock. This means that a second is divided into 8000 cycles and each cycle has a duration of 125 microseconds. The resulting 8-kHz cycle frequency is by no means arbitrary, since 8 kHz is the Basic System Reference Frequency used by the telephone networks in North America. This design choice allows the synchronization of FDDI ring cycles with the public network's own clock, and facilitates easy interfacing to the public network.

To create isochronous capabilities, the bandwidth of each of the 16 FDDI-II channels is divided into 8-bit chunks (octets) that are evenly spaced within 96 cyclic groups per 125-microsecond cycle. The isochronous bandwidth in each 125-microsecond cycle can be viewed as an array of octets formatted in 16 channels and 96 cyclic groups. This matrix of small chunks of bandwidth allows the predictable, uninterrupted transmission of many simultaneous voice and video applications.

**What users think.** In February, Infonetics Research released a major multiclient study, *High-Speed Networking: FDDI and Its Alternatives*. Information was gathered through interviews with network managers and other purchasing decision makers from 95 companies, universities, and government organizations that used FDDI or planned to purchase FDDI products within 12 months. The purpose of the study was to gather detailed information from those who had already made the decision to migrate to FDDI, rather than from a general cross-section of network buyers.

About one-quarter of the study respondents had plans to purchase FDDI-II products, another 45% did not plan to purchase FDDI-II products, and the remaining respondents did not know. The major motivation for those planning to purchase FDDI-II networks was multimedia, video, voice, and videoconferencing applications with inherent isochronous communications requirements, as the table on page 83 shows. Videoconferencing was the most frequently named application. A few respondents are early adopters who would purchase FDDI-II to keep up with new technology. And a few misinformed respondents believed that FDDI-II would bring them more bandwidth.

Most of the reported reasons for not purchasing FDDI-II were related to the fact that the technology does not exist yet and is unknown or unfamiliar to the respondents. A few respondents indicated



# HIGH-SPEED NETWORKING

that they would use FDDI or ATM technology rather than FDDI-II. Most of the 17 respondents who indicated they would purchase FDDI-II said they would do so between 1993 and 1996, and consider FDDI-II a future requirement.

**What's holding FDDI-II back.** Although FDDI-II features 100 Mbps of bandwidth that can be used simultaneously for existing packet traffic and for the new isochronous traffic needs of interactive video and voice, it has several limita-

tions that represent valid drawbacks.

For one, FDDI-II is forward but not backward compatible. Therefore, FDDI-II traffic cannot run simultaneously with FDDI traffic. The pragmatic arrangement is to separate FDDI rings from FDDI-II

## Understanding the standards

The original ANSI FDDI specification is composed of four parts: MAC, PHY, PMD, and SMT (as described below and shown in the figure). SMT defines a set of sophisticated LAN management protocols and services, ensuring that users can fully manage multivendor FDDI LANs. FDDI is unique as the only LAN standard with extensive management capabilities in the standard itself.

For FDDI-II, updated versions of MAC and PHY have been pretty much completed and are known as MAC-2 and PHY-2. A new expanded version of SMT, known as SMT-2, is under development, and will include the services necessary to support isochronous circuit switching simultaneously with packet switching. Another related standard—Hybrid Ring Control (HRC)—has been developed to also handle circuit switching and packet switching.

ANSI's specific FDDI standard components are as follows:

- **MAC (Media Access Control)**—defines access to the FDDI physical-layer medium and describes packet formatting, token handling, addressing, cyclic redundancy checking, and recovery mechanisms;

- **MAC-2**—a revision of the original MAC to address oversights and corrections not directly related to FDDI-II;

- **PHY (Physical Layer Protocol)**—defines physical-layer characteristics that are independent of the actual medium in use, including data encoding/decoding, clocking requirements, framing, smoothing, repeat filter functions, and the elasticity buffer;

- **PHY-2**—supports the new FDDI-II isochronous services and corrects a few oversights in the original PHY;

- **PMD (Physical Layer Medium Dependent)**—defines the transmission medium, including the fiber link, power levels, jitter requirements, bit error rates, optical components, and connectors. Several important PMDs describe multimode fiber (PMD), single-mode fiber (SMF-PMD), copper (TP-PMD), low-cost fiber (LCF-PMD), and FDDI-to-SONET physical layer mapping (SPM);

Several important PMDs describe multimode fiber (PMD), single-mode fiber (SMF-PMD), copper (TP-PMD), low-cost fiber (LCF-PMD), and FDDI-to-SONET physical layer mapping (SPM);

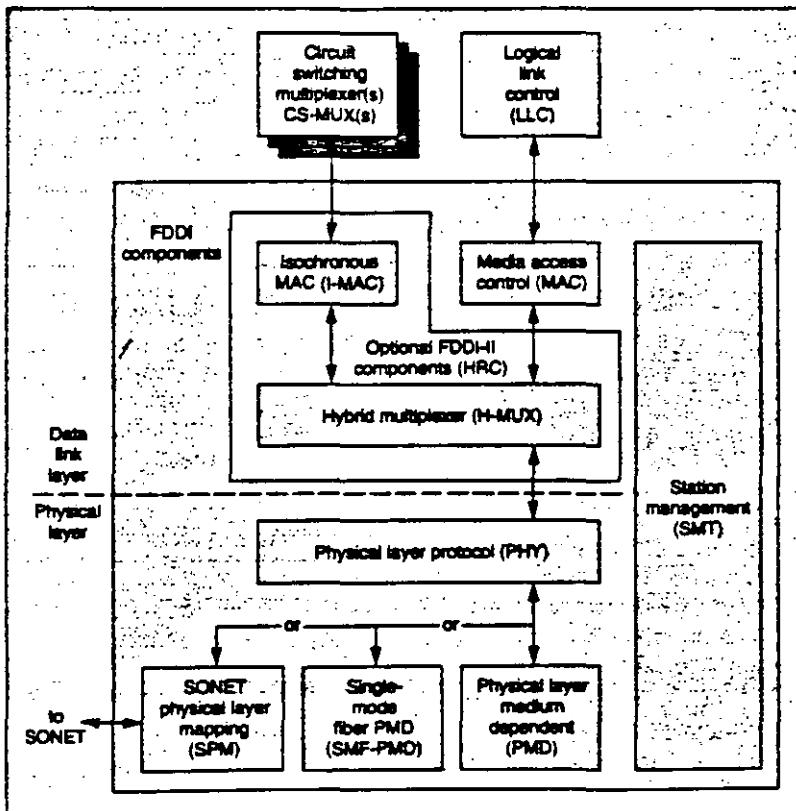
- **SMT (Station Management)**—defines the FDDI station configuration, ring configuration, and ring controls, including station insertion and removal, initialization, fault isolation, and recovery, scheduling, and statistics collection;

- **SMT-2**—a revised superset of SMT that supports new network configurations and FDDI-II isochronous channel-management services; and

- **HRC (Hybrid Ring Control)**—a new FDDI-II standard composed of two major parts: H-MUX and I-MAC. H-MUX (hybrid multiplexer) fits between PHY and MAC and supports the mixture of isochronous and packet-data services. H-MUX multiplexes data between the packet MAC and the I-MAC, controlling the flow of the two types of traffic. I-MAC is the data-link-layer interface from an isochronous stream (such as a video camera feed or voice telephone connection) to FDDI-II's isochronous network services.

Taken together, these standards define 100-Mbps fiber-optic dual counter-rotating FDDI and FDDI-II local area networks.

## The FDDI standards



The FDDI-II standard expands upon many of the existing components of the FDDI standard.

Motivations for purchasing FDDI—II	
% response	Reason for purchasing FDDI-II
60%	Videoconferencing, video, voice, multimedia applications
24%	More bandwidth
16%	Keep up with new technology
16%	Other

Among the reasons FDDI users cited for purchasing FDDI-II, videoconferencing was the application most frequently mentioned.

rings. This can be achieved using intelligent hubs with high-speed non-FDDI backplanes or with FDDI-to-FDDI-II bridges.

Another solution mentioned in industry circles is the so-called "FDDI-II friendly" FDDI chipset. This may be most suitable for installations with no current investment in FDDI. Still, there are as yet no publicly available FDDI-II chipsets and no available FDDI-II products. This situation may change, however, by the Interop 82 fall show.

The FDDI market itself has been very slow to gather momentum. Most implementations of it thus far have been for site backbones. In addition, the high price of FDDI connections (relative to Ethernet and token ring), the slow progress made by the TP-FDDI committee to define ways to run FDDI over copper twisted pair, and the development of Ethernet switching and multiport bridging products all combine to retard any kind of fast growth in the FDDI market.

Both FDDI and FDDI-II are also limited in that their 100-Mbps bandwidth is shared among all attached stations. The more stations, the less bandwidth available for each. Therefore, as networks grow in size and use, FDDI networks will have to be segmented in the same way Ethernets have been segmented. And when those much-heralded multimedia applications—like videoconferencing and other video applications—finally do arrive, users will have to ask whether sharing 100 Mbps provides enough local horsepower.

True, FDDI-II is designed to fill a need for voice and video isochronous communi-

cations. But ATM is also coming to fill the same needs, and with switched non-shared full-bandwidth connections. And if future ATM pricing approaches that of FDDI networking, then how will FDDI-II survive? ATM will not arrive from many vendors or fit into existing internets until at least 1994, so there is certainly a market window for FDDI and possibly for FDDI-II.

The bottom line is that no one network technology will ever sweep all others away. We already have Ethernet, 4/16-Mbps token ring, and FDDI. We also have Ethernet switching and multiport bridging. We will have ATM, but not as fast as some are predicting. By 1995, there will be a range of network technologies with different bandwidths, different price points, and different capabilities. Users will be able to choose the right mix of bandwidth, price, and capabilities to suit their needs.

Whether FDDI-II is one of the surviving technologies in 1995 is an unresolved question. However, FDDI-II is not dead. Its existence will be determined by a few network providers' decisions to invest in FDDI-II technology, products, and marketing. Its health will be determined by very similar end-user buying decisions. ■



Michael Howard is president of Infometrics Research Inc., a market research and consulting services firm based in San Jose, Calif. Using his experience in internetworking consulting, research, and operations, he advises leading network vendors on strategic product direction.

John McConnell, vice president of Infometrics Research Inc., has been on the leading edge of networking since his early involvement in the Arpanet and TCP/IP. An expert in applying networking technology to business goals, he assists companies worldwide with complex networking applications.

#### EDITORIAL EVALUATION

Please circle appropriate number on the Reader Service Card.

Is the subject of this article of value to you?

YES	NO
207	208

Reprints of any article appearing in *Networking Management* may be ordered from June Bazarath, PennWell Publishing Co., 1-800-331-4463 or 918-835-3161, ext. 379. Minimum order: 100 black-and-white copies. 500 four-color copies.



# 100 Mbps to the Desktop via FDDI Over Copper

First there was FDDI. FDDI then begat CDDI and SDDI. Here's a look at how these new — and sometimes confusing — technologies are evolving.

## Ernest Eugster

For nearly 10 years, Fiber Distributed Data Interface (FDDI) and its 100-Mbps speed have made the headlines as a high-performance LAN of choice for backbone, mainframe and workstation connectivity. So far, however, FDDI is still too pricey for anyone but a few large users such as pharmaceutical firms and universities; a connection can cost 20 times more than a smart-hub 10Base-T Ethernet solution. Now a new networking technology is coming as twisted pair wiring is used for 100-Mbps networking. FDDI over copper, also officially called TP-PMD (Twisted Pair-Physical Layer Media Dependent) by ANSI, gives users the speed and performance of FDDI without the problems of pulling up existing cables and installing costly fiber. The result: demand for copper FDDI could overshadow fiber FDDI, making it the most common technique for connecting powerful desktop workstations before the end of the decade.

Three trends are driving the move to FDDI over copper. First, copper FDDI is less than half price of fiber FDDI. The per-connection cost for copper FDDI is about \$2,300 while the cost of installing an FDDI network, including fiber, adapter cards, and concentrators, can reach \$5,000 per station. Also, with copper FDDI, offices may not need to be rewired for fiber. Second, faster desktop workstations and even more powerful servers are overburdening many of today's net-

works. Third, applications are increasingly bandwidth-hungry. Desktop publishing and imaging, both of which involve relatively large files (10 Mbytes or greater), are applications that boost network traffic and degrade network performance. Such applications require speedy, collision-free, fault-tolerant copper and fiber FDDI networks.

Users looking to implement copper FDDI today must choose from three major 100-Mbps over copper FDDI techniques and risk incompatibilities in products. Some vendors are using "green book" specification to produce products that support FDDI over shielded twisted-pair Types 1, 2 and 6. Digital Equipment Corp. and SynOptics Communications, Inc. shipped the first green book products last fall. Both firms provide FDDI over STP modules that plug into concentrators, thereby allowing users to connect workstations and servers to FDDI networks as well as Token Ring and Ethernet.

IBM and a group of 10 other computer, communications, and chip vendors that includes AMD Co., Chipcom Corp., Madge Networks, Inc., Motorola, Inc., and National Semiconductor Corp. are supporting another copper FDDI technique called SDDI — indicating FDDI over STP. One of SDDI's advantages is that users can install a multivendor copper FDDI network supported by a leading adapter, hub, and chip vendors. In addition, users can install SDDI much sooner than those who wait for a common ANSI standard for

FDDI over shielded twisted pair and unshielded twisted pair.

But SDDI's major disadvantage is that it is incompatible with green book STP products and ANSI's inevitable standard. Although about a year away from completion, standards makers are working on recommendations for Type 1 and Category 5.

Although sales of fiber to the desktop may inevitably be pushed aside by copper FDDI, the low-entry cost for copper FDDI will accelerate moves to FDDI networks. "In building their FDDI networks, most users will install fiber to the wiring closet and copper to the desktop," says Buck Gee, director of product marketing at Crescendo Communications, Inc. "And as volume shipments of copper FDDI increase, the cost of electronics should fall. In turn, as copper FDDI prices fall, sales of fiber FDDI networks should increase." According to predictions by Infonetics Research, average prices for a copper FDDI solution, including concentrator and adapter, could drop from \$3,500 in 1991 to \$1,200 in 1995. In addition, the rapid growth of copper FDDI could serve as competition to drive fiber and fiber component prices down.

## FDDI REDEFINED

Initially, the fathers of FDDI believed that 100-Mbps speeds would be used almost entirely for backbone applications, thus they focused their attention on specifying fiber as the only "approved" trans-

mission medium. During standards discussions, however, the need to lower the cost of bringing FDDI to the desktop led to proposals to open FDDI's specifications to include STP and UTP wiring. Supporters argued that STP and UTP would offer the important benefit of providing for a low-cost, straightforward migration from Ethernet and Token Ring to FDDI. They also hoped that copper would have the same impact on FDDI as the coming of different media platforms had on reigniting the Ethernet and Token Ring market.

The separation of the FDDI standard into PMD (Physical Layer Media Dependent) and PHY (Physical Protocol Layer) specifications has made it easy to add new media. Besides twisted pair cable, ANSI is studying proposals for low-cost fiber and SONET interfaces for FDDI. But, twisted pair has important wiring constraints. Copper FDDI can only accommodate distances of 100 meters, which is the same as 10Base-T. This means that copper FDDI is not suited for backbone applications, which are characterized by a high volume of traffic over long distances. Copper FDDI is designed for horizontal applications connecting high-performance workstations and servers directly to the 100-Mbps network. According to a survey by AT&T, over 95 percent of all desktops are located within 100 meters of the wiring closet and the concentrator, a distance that meets most applications.

More serious, still, is overcoming the problem of electromagnetic and radio frequency interference that can violate emissions requirements of the Federal Communications Commission and the European Community. Unwanted noise and crosstalk can wreak havoc with network packets running over the wire, as well as interfere with other radio services. Getting 100-Mbps speeds and staying within interference limitations is more difficult with UTP than STP. But industry experts also realized that for copper FDDI to take off successfully, the standards must accommodate UTP that is less costly and more widely installed than STP. In addition, standards makers agreed that users would like to

have one standard for both STP and data grade UTP.

### THE POLITICS OF 100-Mbps

The issue of how to meet emissions requirements became a source of controversy in standards meetings that threatened to delay adoption of a common copper FDDI standard. Since August 1990, the ANSI TP-PMD committee has

---

*Network vendors feared that continued delays in ANSI would not only compromise their efforts to tap the potentially large copper FDDI market, but also threaten their investments in FDDI.*

---

been meeting every two months to "ensure that the design of copper FDDI does not violate FCC Class B electromagnetic emissions rules, and to ensure that STP and data grade UTP FDDI can transmit up to 100 meters and operate in average noise environments, with  $10^{-2}$  bit error rates, without degrading the robustness of FDDI," says Bill Cronin, engineer at DEC and chairman of the TP-PMD subcommittee.

But the group's progress was slowed as technical issues took on greater commercial importance. Things came to a head at its April meeting, attended by over 120 representatives from 50 networking firms, when the TP-PMD working group voted to postpone decisions on major encoding and equalization proposals until its next meeting to allow more conclusive testing. Contrary to earlier beliefs that UTP would pass FCC Class B, the data presented at the meeting suggested that it would not. The delay only increased the frustrations felt by many vendors eager to put products on the market. Indeed, three weeks after the April meeting, IBM and other companies announced SDDL

Network vendors feared that continued delays in ANSI would not only compromise their efforts to tap the potentially large copper FDDI market, but also threaten their investments in FDDI. FDDI does compete with the upcoming high-bandwidth Asynchronous Transfer Mode (ATM) technology. FDDI is not designed to support delay-sensitive voice and video signals as ATM is. "The longer the delay in ratifying a standard for copper FDDI, the smaller the window of opportunity becomes for FDDI and the larger the window gets for other technologies," said Jeffrey Berk, FDDI product manager at Cabletron Systems, Inc. Already numerous companies have announced plans to support ATM.

Standards activities were deadlocked over two thorny issues. The first, and the most controversial, concerned which encoding scheme to use. One proposal, which was promoted by Cabletron and National Semiconductor as 100Base-T, recommended using the same non-return to zero inverted (NRZI) encoding already used in fiber FDDI chip sets. It was favored by some companies in part because it was a proven technology. In addition, NRZI "can help lower design and installation costs," said Prodan of 3Com. "Fiber PMD components can be simply replaced by copper PMD without having to change existing FDDI silicon."

But the UDF Development Forum, a consortium grouping AT&T, Crescendo, British Telecom, Fibronics International, Inc., Hewlett-Packard Co., and Ungermann-Bass, Inc., rejected this proposal, arguing that a scrambled two-level NRZI code was not enough. They recommended replacing NRZI with a three-level coding technique, called MLT-3, which reduces the frequency required for data transmission. NRZI supporters admitted that the improved noise margins of MLT-3 could do better in meeting FCC emissions rules. But critics argued that because MLT-3 encoding is not a tested technology, it could result in higher error rates and increased noise. Also, MLT-3 did not exist in silicon.

A closely related and equally important issue was choosing an

equalization scheme. In their NRZI proposal, Cabletron and National Semiconductor backed a "fixed line equalization" scheme. In this scheme, the transmitter predistorts the signal to compensate for losses due to copper cable. This technique is similar to the one used for 10Base-T Ethernet. In addition, proponents argued that it requires less complex circuitry.

The UDF group pushed ANSI to adopt an "adaptive line equalization" scheme that was incorporated into the receiver. Opponents of adaptive equalization argued that because the signal was weaker in MLT-3 encoding, more complex circuitry was needed to detect the signal well enough. Critics also argued that costs would increase. "MLT-3 will make testing in volume manufacturing difficult, and will increase manufacturing and product costs," said Prodan. But IC vendors like AMD and Microlinear disputed this, claiming that adaptive equalizers are no more complex or expensive than other types of inexpensive analog devices found in everyday modems.

In June, the ANSI TP-PMD group reached agreement by recommending the MLT-3 encoding scheme with equalization at the receiving end. But its work is not finished. ANSI is likely to spend the next year formalizing and specifying the copper FDDI documents for Type 1 STP and Category 5 UTP. But ANSI has not closed the door on adopting other copper FDDI standards in the future. Proposals have been submitted for using copper FDDI over unshielded Category 3 (voice grade) and Category 4 UTP. Although Category 4 has much better performance than Category 3, many experts agree that more testing and experience is needed before it becomes a standard.

## VENDOR STRATEGIES

Some networking vendors, however, are not waiting for standards and are developing competing products that may cause compatibility problems. Crescendo, a pioneer in FDDI over UTP, is focusing on the specific market of networking Sun workstations. "Currently, we support SPARC stations, but we plan to provide support to EISA and micro channel products," says Gee of

Crescendo. Meanwhile, Crescendo hopes to generate revenue and to control the direction the industry takes. Its concentrator and adapters support STP and UTP, with separate models for fiber FDDI. The abbreviation "CDDI," which often appears in the trade press, is a Crescendo trademark.

DEC, a major provider of opportunities in copper FDDI, is also looking for opportunities in copper FDDI. DEC wants to be a major commercial player in the FDDI market, using copper FDDI to help sell fiber backbones and to regain control of its traditional network infrastructure market. The importance of FDDI to DEC is reflected by the fact that DEC today is the largest consumer of FDDI chip sets.

IBM is positioning itself as a leader in SDDI technology. It markets a copper and fiber concentrator and adapters for PS/2s. Other companies supporting SDDI include AMD, Chipcom, Madge, Motorola, National Semiconductor, Network Peripherals, Sumitomo Electric USA, Inc., SynOptics, SysKonnnect, and Technitrol. Recently, Codenoll Technology Corp., an established provider of FDDI products for PCs, announced SDDI adapter cards for PCs and Macintosh. Industry experts expect IBM's stamp of approval to create a strong market for copper FDDI and give the industry a boost.

Network Peripherals, a San Jose-based networking company, hopes to become a major provider of FDDI solutions by offering a complete line of FDDI over STP adapters for PCs, engineering workstations, and servers. Its product line includes FDDI and copper FDDI adapters, plugging into SPARC, VME, AT, EISA, and micro channel bus-based workstations. In addition, the strategy of Network Peripherals is to bring down the cost of FDDI to make the technology accessible to more people. "FDDI, with its backbone applications, has been designed to benefit the MIS department," says Gordon Stitt, vice president of marketing at Network Peripherals. "Now, with our products, we want to give the benefits of FDDI directly to the user, thus increasing his performance and productivity."

3Com, an industry leader in total Ethernet shipments, expects cop-

per FDDI to reinforce the company's growing position in enterprise networking. To move mainstream users to FDDI more quickly, 3Com is offering media-flexible adapters, called FDDILink, that can be used with either fiber, STP, or UTP. Users can upgrade or change from fiber to either STP or Category 5 UTP by removing FDDILink's interchangeable media module and plugging in a new module. Currently, the product supports EISA-bus, but 3Com plans to introduce more products that support NuBus, micro channel, and SBus workstations.

Copper FDDI also is part of SynOptics' strategy of increasing its already large share of the intelligent hub marketplace. Since 1991, SynOptics has been shipping a broad range of FDDI concentrator and management products, including copper and FDDI ports. SynOptics' three MAC FDDI concentrators have become widely installed in backbone networks. "The next logical step is to bring 100-Mbps to the workgroup. With our twisted pair, Token Ring, and 10Base-T installed base, copper FDDI is a perfect fit for SynOptics. Power users will benefit from copper FDDI's lower costs and increased bandwidth," says Nick Schommer, SynOptics' FDDI product marketing manager.

Still, most companies are waiting until the standards are completed before designing products. "We want to be positioned to take advantage of the opportunities when the office environment becomes inundated with bandwidth-intensive applications," says Art Nehr, FDDI product manager at Standard Microsystems Corp. "But they are not here yet, and meanwhile we are focusing our attention on backbone applications."

---

*Ernest Eugster is principal consultant with DataConsulting International in Golden, CO. His areas of expertise are in the technical and business aspects of enterprise networks, including LAN/WANs, competitive analysis, and international sales and marketing strategy development. Eugster holds an MS in telecommunications from the University of Colorado and a doctorate in political science from the University of Geneva.*

Is this subject of interest to you?  
Yes: Circle 373 No: Circle 374



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

**CURSOS ABIERTOS**

**III CURSO INTERNACIONAL DE COMUNICACIONES**

**MODULO III**

**REDES DIGITALES: ACTUALIDAD Y PERSPECTIVAS**

**TEMA: SONET Y SDH**

**ING. EDUARDO INZUNZA.**

# INDICE

Introducción .....	1
Contenido .....	1
Contenido 2 .....	2
Introducción a los conceptos SDH .....	2
¿Qué hace SDH? .....	3
La red actual .....	4
La red basada en SDH .....	5
Comparación de rangos existentes y SONET/SDH .....	6
¿Quién requiere SDH? .....	7
¿Por qué lo requieren? .....	7
Progreso en el desarrollo de SONET/SDH .....	8
Elementos básicos de la red SDH .....	9
Mux terminal de línea .....	10
Mux de inserción-extracción .....	11
DXC Sincrono .....	11
¿Quién fabrica estos dispositivos? .....	12
Arquitecturas típicas de red .....	13
Punto-a-punto .....	14
Estructuras de anillo .....	14
Malla .....	15
Malla y anillos .....	16
Despliegue del pronóstico SDH .....	16
Despliegue de arriba hacia abajo .....	17
Despliegue de abajo hacia arriba .....	18
Despliegue paralelo .....	19
Términos SDH .....	19
SDH - Un sistema de transporte .....	20
Estructura de señal sincrona .....	21
Trama de transporte sincrono .....	21
Principio de interconexión en SDH .....	22
Segmentos de una red SDH .....	23
Enlace entre encabezado de sección y VC-4 .....	24
VC-4 flotante .....	25
¿Qué hacen los apuntadores? .....	25
Sincronización de tramas - Apuntadores en acción .....	27
Analogía del "apuntador" de camión .....	28
Multiplexaje sincrono por entrelazado de bytes .....	29
Estructura de trama STM-4 SDH .....	29
Inserción y extracción simplificadas .....	30
Jerarquía de señales y tasas de transmisión SDH .....	30
Interfaces de línea SDH .....	31
Capacidades de transporte de señales .....	32
Estructura de trama STM-1 SDH .....	33
Contenedor virtual STM-1 (VC-4) .....	33
Proceso de ensamble del VC-4 .....	34
Proceso de desensamble del VC-4 .....	35
Unidades tributarias (TUs) .....	36
Diferentes tamaños de tramas de unidades tributarias .....	36
TU-12 empaquetados en VC-4 .....	37
Multiplexaje de Unidades Tributarias .....	38
Estructura de trama de unidad tributaria .....	39

Modos de operación de la TU .....	40
Concatenación .....	41
Estructura de trama STM-4c .....	42
Capacidades integradas del encabezado .....	43
Segmentos de una red SDH .....	44
Áreas del encabezado STM-1 .....	45
Funciones del encabezado de ruta de alto orden (VC-4) .....	46
Bytes realzados del encabezado de ruta de alto orden .....	47
Definición de "Sección del Multiplexor" de una red SDH .....	48
Funciones del encabezado de la sección del multiplexor (MSOH) .....	48
Bytes realzados de la sección del multiplexor .....	49
Definición de "Sección del Regenerador" de una red SDH .....	50
Funciones del encabezado de sección del regenerador (RSOH) .....	51
Bytes realzados del encabezado de sección del regenerador (RSOH) .....	52
Prueba en servicio .....	53
Resumen .....	54
Continuación del resumen .....	55
Pruebas en SDH .....	56
Aplicaciones típicas de pruebas .....	56
Aplicaciones de I&D .....	57
Aplicaciones de manufactura .....	57
Aplicaciones de red .....	58
Antecedentes de prueba SDH .....	59
Requisitos de prueba SDH .....	59
Perspectiva de prueba .....	60
Prueba de mapeo .....	61
Prueba de demapeo .....	61
Prueba de BER del VC .....	62
Prueba de jitter en salida de tributaria .....	63
Prueba de variación de tiempo .....	64
Prueba de alarmas .....	65
Definición de eventos y fallas .....	66
Definición de eventos y fallas (cont.) .....	67
Prueba en servicio .....	67
Señales de mantenimiento en servicio .....	68
Condiciones de falla .....	69
Señales de mantenimiento en servicio .....	69
Prueba de monitoreo de desempeño .....	70
Despliegue de errores en el conjunto de prueba - Serie 90 .....	71
Pantalla del HP 37724A .....	71
Prueba de protocolos .....	72
Prueba de protección de sección del multiplexor .....	73
Prueba de protección .....	74
Prueba de conmutación a protección con un probador SDH .....	75
Prueba de configuración de bytes K1, K2 del APS Serie 90 .....	76
Prueba paramétrica .....	76
Pruebas de componentes de interfaz óptica .....	76
Capacidad de prueba programable .....	77
Resumen de prueba .....	78
Perspectiva .....	78
La contribución de Hewlett-Packard a la prueba SDH .....	79
La contribución de Hewlett-Packard a la prueba SDH .....	80
Mediciones en Jerarquía Digital Síncrona (SDH) .....	81



# Bienvenido al seminario Hewlett-Packard:

## "Introducción a redes y pruebas SDH"

Hewlett-Packard

Hewlett-Packard

Slide 1

### *Introducción*

El objetivo de este seminario es proporcionar un amplio conocimiento de la tecnología de transmisión SDH y de los métodos que pueden utilizarse para su prueba.

## Contenido del seminario:

a.m.

- Introducción a conceptos de SDH
- Dispositivos básicos de la red SDH
- Arquitecturas típicas de la red
- Los estándares SDH
- Cómo funciona SDH
- Resumen

Hewlett-Packard

Hewlett-Packard

Slide 2

### *Contenido*

El seminario consta de 2 partes. La primera abarcará la tecnología, los conceptos y la filosofía de SDH.

## Contenido del seminario:

p.m.

- Aplicaciones de prueba SDH
- Requerimientos de prueba SDH
  - △ Pruebas de capacidad de transporte
  - △ Pruebas del apuntador de la carga
  - △ Pruebas del encabezado integrado
  - △ Pruebas de la Interfaz de línea
- Resumen

Slide 3

### *Contenido 2*

La segunda parte tratará acerca del tipo de equipo y pruebas requeridos para la verificación completa de las redes y dispositivos SDH.

## Introducción a los conceptos de SDH

¿ Qué es SDH ?

Jerarquía Digital Síncrona

Una nueva tecnología de transmisión por fibra óptica, estandarizada por CCITT.

Slide 4

### *Introducción a los conceptos SDH*

SDH es un Estándar Internacional para redes de telecomunicación óptica síncrona de alta velocidad - una Jerarquía Digital Síncrona.

El trabajo comenzó bajo estándares SDH en el XVIII Grupo de Estudio de CCITT en junio de 1986. El objetivo era producir un estándar internacional para los sistemas de transmisión síncrona que proporcionara a los operadores de una red flexible y económica.

En noviembre de 1988 se aprobaron los primeros estándares SDH - G.707, G.708 y G.709. Estos definen las velocidades de transmisión, el formato de señal, estructuras de multiplexaje y mapas de tributarias para la Interfaz de Nodo de Redes (NNI), la interfaz internacional estándar para la Jerarquía Digital Sincrona.

Además, para definir los estándares que abarcan la NNI, el CCITT también lanzó una serie de estándares que gobiernan la operación de los multiplexores síncronos (G.781, G.782 y G.783) y la Administración de Red SDH (G.784). Es la estandarización de estos aspectos del equipo SDH la que dará la flexibilidad requerida por los operadores de redes para una administración efectiva de costos, para un crecimiento en el ancho de banda y proporcionar nuevos servicios a los clientes contemplados en la próxima década.

### ¿ Qué hace SDH ?

- **Provee una red flexible y efectiva en costo**  
△ basada en multiplexaje síncrono directo
- **Soporta manejo avanzado de la red y técnicas de mantenimiento**  
△ casi 5% de la señal se destina para este propósito
- **Acepta señales de servicios actuales y futuros**
- **Permite una infraestructura única de telecomunicaciones**

ITU-T SDH

Slide 5

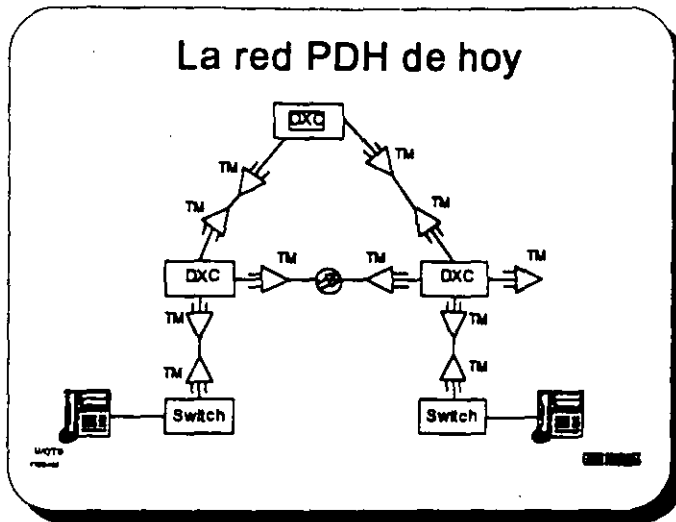
#### ¿Qué hace SDH?

Los estándares SDH se basan en principios de multiplexaje síncrono directo, clave de una red de telecomunicaciones efectiva en costos, y flexible. En esencia, significa que las señales tributarias individuales pueden multiplexarse directamente en un rango más alto de señal SDH sin etapas intermedias de multiplexaje. Los Elementos de Red SDH pueden entonces interconectarse directamente con los consabidos ahorros en costo y equipo por encima de las redes ya existentes.

La administración de red avanzada y las capacidades de mantenimiento son necesarias para administrar efectivamente la flexibilidad ofrecida por SDH. Aproximadamente un 5% de la estructura de la señal SDH está distribuida para soportar procedimientos y prácticas avanzadas de administración de red.

La señal SDH es capaz de transportar todas las señales tributarias comunes existentes en las redes de telecomunicaciones actuales. Esto significa que el SDH puede desplegarse como una sobreposición a los tipos de señal ya existentes. Además, el SDH tiene la flexibilidad para acomodar rápidamente nuevos tipos de señales de servicio al cliente que los operadores de red deseen soportar en el futuro.

SDH puede utilizarse en las tres áreas tradicionales de aplicación de telecomunicaciones; a saber, larga distancia, red local y red intra-planta. SDH, por tanto, hace posible que evolucione una infraestructura de red de telecomunicaciones unificada. El hecho que SDH proporcione un estándar común de señal para esta red de telecomunicaciones significa que el equipo comprado a diferentes fabricantes pueda interconectarse directamente.



Slide 6

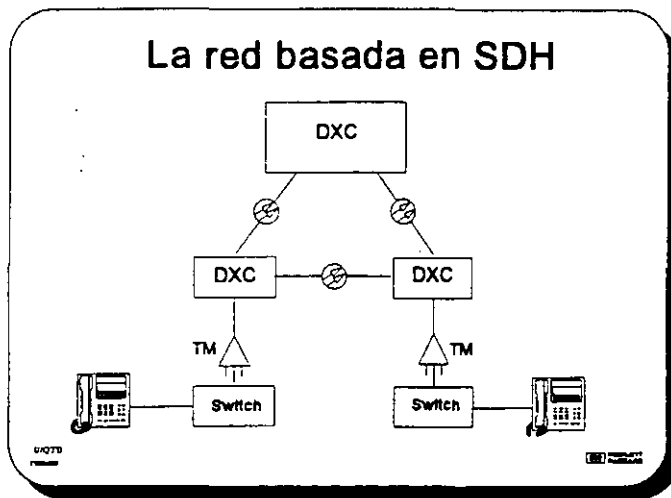
#### *La red actual*

Típicamente, en las redes existentes, se utiliza una tecnología sencilla de transmisión punto-a-punto para enlazar los conmutadores de red o la ubicación del cliente. Una señal de 64 kb/s proveniente de una llamada telefónica, por ejemplo, puede multiplexarse hasta 2 Mb/s y luego a 140 Mb/s utilizando un multiplexor terminal. No obstante, para conmutar esta señal de 64 kb/s, la señal de 140 Mb/s completa debe demultiplexarse. Esto necesita un juego completo de multiplexores en cada extremo del enlace de transmisión. Este también es el caso para sistemas propietarios de transmisión por fibra óptica a velocidades más altas (FOTS). Este arreglo multiplexar-demultiplexar es muy caro cuando, en la práctica, sólo algunas de las señales de orden inferior necesitan conmutarse.

Algunos circuitos pueden utilizar "páneos de reparación" antes que Sistemas de Inter-conexión Digital (Digital Cross-connect Systems) (DXC) para enrutar el ancho de banda (eg circuito de 2 Mb/s) a través de la red. El reaprovisionamiento en caso de que un cliente ya no necesite un servicio consume mucho tiempo y es caro si necesita repararse o el equipo debe reubicarse o recuperarse. Incluso con los sistemas DXC existentes, los circuitos de enrutamiento pueden tomar de minutos a horas dependiendo de los métodos de control.

Con una red SDH toda la distribución de ancho de banda y enrutamiento de la transmisión puede controlarse centralmente, haciendo posible enrutar o reaprovisionar los circuitos.

## La red basada en SDH



Slide 7

### *La red basada en SDH*

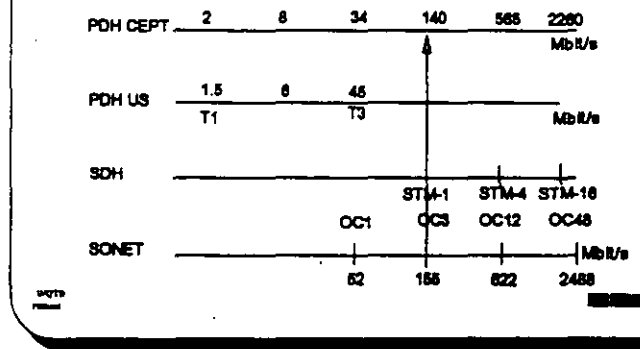
Una red SDH desempeña la misma función básica que la red pliesiócrona existente: transporta los datos del cliente de una ubicación a otra. No obstante, a través del uso de un multiplexaje síncrono, realiza esta tarea más eficientemente que las redes PDH (Jerarquía Digital Pliesiócrona).

Los sistemas DXC SDH pueden enrutar un ancho de banda (de canales de 2 Mb/s, por ejemplo) alrededor de una red sin necesidad de multiplexar primero la señal de línea de alta velocidad. Esto lleva a grandes ahorros al eliminar la necesidad de multiplexores terminales de respaldo en lugares de interconexión. Los DXC SDH se controlan mediante un conjunto de mensajes estandarizados.

Esto hace que los nuevos circuitos se aprovisionen en milisegundos desde los sitios de control de red.

Con esta capacidad de enrutamiento, SDH se encargará de fallas de equipo con un efecto insignificante en los servicios a clientes.

## Comparación de rangos existentes y SONET/SDH



Slide 8

### Comparación de rangos existentes y SONET/SDH

Para que SDH sea compatible con la tecnología actual debe poder llevar los servicios a cliente existentes eg. 2 Mb/s, 140 Mb/s. Como puede observar en la comparación, el rango de línea SDH del nivel inferior se ha elegido para adaptarse al servicio del cliente de 140 Mb/s. En la jerarquía de multiplexaje de Estados Unidos, un rango de 52 Mb/s se eligió para adaptarlo a un estándar de 45 Mb/s (T3) para la transmisión del portador de alta capacidad.

Actualmente, los estándares SONET y SDH definen estructuras de señal de hasta 2.4 Gb/s (OC-48/STM-16).

NOTA : Las definiciones del "Transmisor Optico" SONET (eg OC-3) traducen los tipos de "Módulo de Transporte Sincrono" (eg. STM-1) en los estándares SDH.

La capacidad de transmisión con que cuenta SDH es masiva en comparación a las velocidades de transmisión de hoy en día. Por ejemplo, todas las llamadas telefónicas de una ciudad entera pueden manejarse mediante un enlace STM-16 (32, 256 llamadas).

## ¿ Quién requiere SDH ?

- PTTs
- Compañías telefónicas
- Operadores de redes de área metropolitana (MAN)
- Operadores de redes privadas

UQTD

UQTD

Slide 9

### *¿Quién requiere SDH?*

Un gran número de prestadores de servicio de telecomunicaciones se beneficiarán al instalar la tecnología SDH. Desde las compañías telefónicas ya existentes y los operadores de redes privadas hasta los operadores de MANs de alta velocidad a nivel ciudad, todos finalmente se irán con SDH. Son muchos los beneficios en la utilización de SDH.

## ¿ Por qué lo requieren ?

- Estándar común multi-fabricante
- Mejor manejo - TMN
- Rápido aprovisionamiento
- Mejor utilización de la red
- Mejor sobrevivencia de la red
- Transmisión más sencilla
- Soporta servicios futuros

UQTD

UQTD

Slide 10

### *¿Por qué lo requieren?*

Menores costos de elemento de red: Con un estándar común, el equipo compatible estará disponible con muchos más vendedores. Será muy atractivo en cuanto a los precios de mercado altamente competitivo .

Mejor administración de red: Con una mejor administración de red, los operadores podrán utilizar más efectivamente la red y proporcionar un mejor servicio. El concepto de TMN (Redes de Administración de Telecomunicaciones) lo estudia el CCITT. Algunos estándares TMN que definen las interfaces del sistema de administración ya existen.

Rápido Aprovechamiento: Si los nuevos circuitos pueden definirse por software para utilizar el ancho de banda disponible entonces el aprovisionamiento será mucho más rápido. La única conexión nueva que se necesita será a partir de las premisas del cliente al nodo de acceso de red más cercano.

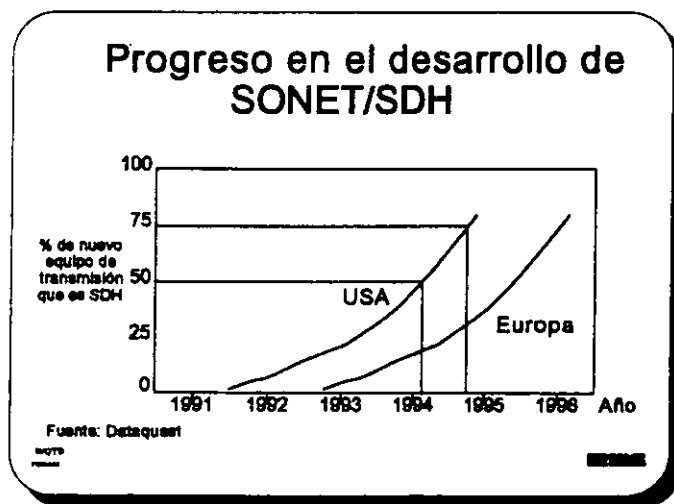
Mejor utilización de la red: Con un control total de enrutamiento los circuitos del cliente pueden prepararse para un uso óptimo de recursos de red.

Típicamente, todos los circuitos de transporte de voz pueden separarse los circuitos de datos y enrutados para un retraso mínimo. Los circuitos de datos, dependiendo del tipo, pueden ser direccionados a un DXC de red en particular con el nivel de interconexión necesario.

Mejor sobrevivencia de la red: Siendo posible el enrutamiento en "tiempo real", el Sistema de Soporte de Operación (OSS) podrá encargarse de fallas simplemente reprogramando las rutas de circuitos. Los sistemas integrados de protección y reporte se encargarán automáticamente de las fallas sencillas de transmisión.

Transmisión más sencilla: Si todas las redes utilizan equipo conforme al mismo estándar, la transferencia de circuitos en la "interfaz del nodo de red" debe ser sin errores.

Soporte de futuros servicios: Viendo hacia el futuro, el diseño de SDH proveerá nuevos servicios como la TV de alta definición, los sistemas CAD/CAM, redes basadas en la Red de Area Amplia (Wide Area Network), ISDN de banda ancha y nuevos servicios relacionados a la demanda de ancho de banda. Ya que el operador de SDH tendrá total control de la distribución de ancho de banda, cualquier servicio nuevo será sencillo de aprovisionar.



Slide 11

#### *Progreso en el desarrollo de SONET/SDH*

Los operadores de red están actualmente instalando equipo SONET/SDH rápidamente, con muchas pruebas de campo y la proliferación de fabricantes de equipo. Las predicciones de la prensa en telecomunicaciones sugieren que para mediados de 1994, la mitad del equipo de transmisión adquirido por las redes de Estados Unidos será SONET, seguido de Europa (SDH) con la misma cantidad un año más tarde.



## Elementos básicos de la red SDH

- Mux Terminal de Línea (LTM)
- Mux de Inserción Extracción (ADM)
- Sistema Síncrono de Interconexión Digital (SDXC)
- Regenerador SDH

U-OTM  
Pulsar

SDH

Slide 12

### *Elementos básicos de la red SDH*

Habiéndole ya presentado el concepto de una red SDH, echemos un vistazo a los "bloques que integran" la red y cómo están configurados. Todos estos elementos están ahora definidos en estándares de CCITT y proporcionan funciones de conmutación y multiplexaje.

Multiplexor Terminal de Línea: puede aceptar un número de señales tributarias y multiplexarlas a la portadora óptica apropiada a la velocidad SDH, i.e. STM-1, STM-4 ó STM-16. Las tributarias de entrada pueden existir en señales de PDH tales como 2, 34 y 140 Mb/s o en señales de menor rango SDH. Los LTMs forman la entrada principal desde la red PDH a SDH.

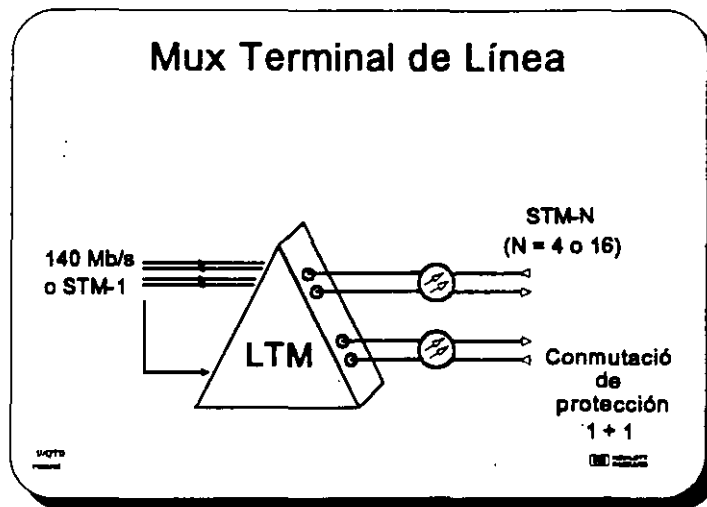
Multiplexores de inserción-extracción: un tipo en particular de multiplexor terminal diseñado para operar mediante modo adaptado. Dentro del ADM es posible añadir canales o extraerlos a través de la señal. Los ADMs generalmente están disponibles en rangos de interfaz de STM-1 y STM-4 y pueden añadir/extraer diferentes señales tributarias, i.e. 2, 34 ó 140 Mb/s.

La función del ADM es de las mejores ventajas del SDH ya que la función similar dentro de la red PDH, requería de bancos de terminales conectadas mediante cables.

DXC Síncrono: estos dispositivos formarán la piedra angular de la nueva jerarquía digital sincrónica. Pueden funcionar como conmutadores semi-permanentes para canales de transmisión y pueden conmutar a cualquier nivel desde los 64 kb/s hasta STM-1. Por lo general tales dispositivos tienen interfaces a STM-1 ó STM-4. El DXC puede reconfigurarse rápidamente, bajo control de software, para proporcionar líneas digitales rentadas y otros servicios de ancho de banda variable.

Regenerador: para la transmisión SDH de más de 50 kms. se necesitan regeneradores, con espaciado dependiente de la tecnología de transmisión (i.e. longitud de onda en operación, recepción, etc.) Estos no son sólo simples regeneradores de señal sino que cuentan con informe de alarmas y monitoreo de desempeño.

Ya que todos los elementos de la red cuentan con el informe de alarmas, una falla puede aislarse rápidamente a la sección de transmisión individual que tiene el problema.



Slide 13

#### *Mux terminal de línea*

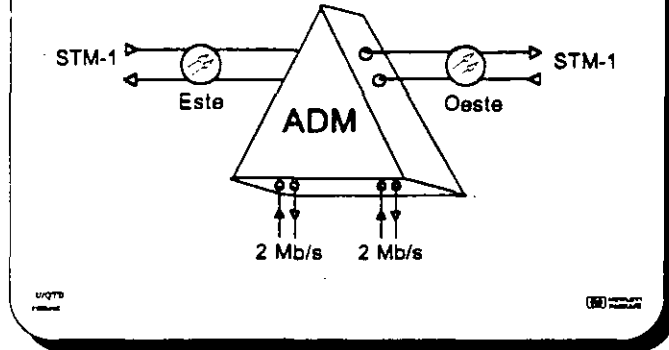
El mux terminal de línea tomará un rango de tributarias de entrada, ya sea 2, 34, 140 Mb/s ó STM-1 y lo multiplexará en un portador óptico de alto rango, i.e. STM-4 ó STM16.

Como opción, un multiplexor terminal de línea puede tener una interfaz de transmisión secundaria para la conmutación de protección interna (1+1).

Dependiendo del espaciado del regenerador que se requiera, las interfaces ópticas a 1310 nm ó 1550 nm están por lo general disponibles (1550 nm tiene características de menor atenuación y por tanto soporta un mayor espaciado del regenerador).

Las opciones adicionales en el equipo de Multiplexaje Terminal de Línea proporcionan acceso a los canales de voz y los Canales de Comunicación de Datos (DCC).

## Mux de Inserción Extracción

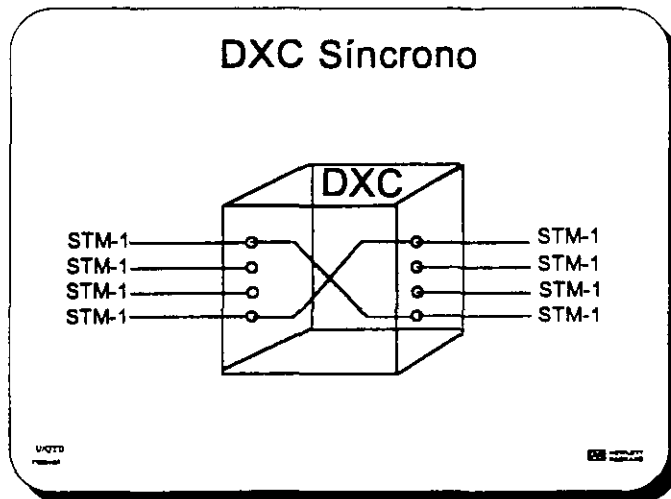


Slide 14

### *Mux de inserción-extracción*

El Mux de Inserción-Extracción (ADM) es el bloque de estructura básica del SDH para el acceso local de redes síncronas. Por lo general ofrece interfaces STM-1 (la siguiente generación de ADMs ofrecerá STM-4) y opera de modo "a través de". Una gran variedad de señales tributarias plesiócronas, tales como de 2 Mb/s, pueden añadirse también o extraerse "a través de" esta señal. Esta capacidad es uno de los beneficios clave provistos por los sistemas síncronos ya que los elementos ADM proporcionan una función que antes requería bancos de equipo (i.e. una cadena mux/demux). El ADM con su capacidad de "modo a través de" añade una nueva dimensión a los diseños de red y pueden formarse en anillos síncronos de acceso local. Tales topologías de red se discutirán con más detalle más adelante.

## DXC Síncrono



Slide 15

### *DXC síncrono*

El DXC síncrono funciona como conmutador semi permanente para los canales de transmisión de ancho de banda de 2 Mb/s ---> 155 Mb/s (STM-1). Bajo control de software, los dispositivos interconectados pueden seleccionar y

re-enrutar uno o más canales de orden inferior de la señal de transmisión sin necesidad de demultiplexar. Es esta característica la que convierte la interconexión digital en una poderosa herramienta, permitiendo la rápida configuración de la red de transporte para proporcionar líneas digitales rentadas y otros servicios.

Los dispositivos DXC se clasifican en términos de su interfaz de línea y el nivel de conmutación, ie un DXC 4/4 tendrá interfaces a STM-1 (ó 140 Mb/s) y conmutar al nivel STM-1 (140 Mb/s), mientras que un DXC 1/0 tendrá interfaces a 2 Mb/s e interconectará al nivel de canal de 64 kb/s.

El dispositivo DXC 4/3/1 se utilizará ampliamente para reemplazar las tramas de distribución digital (DDF) que se usan actualmente en centrales digitales. Esto eliminará los problemas de red que resulten de fallas en el cableado y recableado de DDFs.

**¿ Quién fabrica estos dispositivos ?**

- Alcatel
- AT&T
- Ericsson
- Northern Telecom
- Philips

.....y muchos otros

Slide 16

*¿Quién fabrica estos dispositivos?*

Todos los principales fabricantes de equipo de transmisión tienen ofertas de productos SDH. La lista arriba mencionada muestra algunos ejemplos.

## Arquitecturas típicas de red

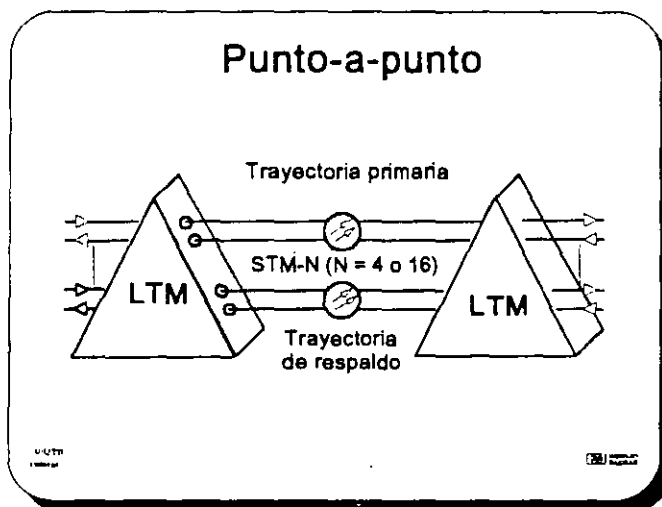
- Punto a punto
- Anillos
- Malla
- Malla y anillos

Slide 17

### *Arquitecturas típicas de red*

Habiendo ya identificado y explicado el conjunto actual de bloques de estructura de red, veremos ahora los varios métodos de construir redes SDH en la práctica

Inicialmente, la tecnología SDH se desplegará en nuevas instalaciones y entonces reemplazará o actualizará los sistemas existentes cuando alcancen su máxima capacidad. Al nivel más sencillo, los nuevos sistemas de punto-a-punto utilizarán muxes terminales SDH con la capacidad de expandirse a construcciones SDH más complejas en el futuro. Ahora examinaremos todas las topologías posibles en turno.

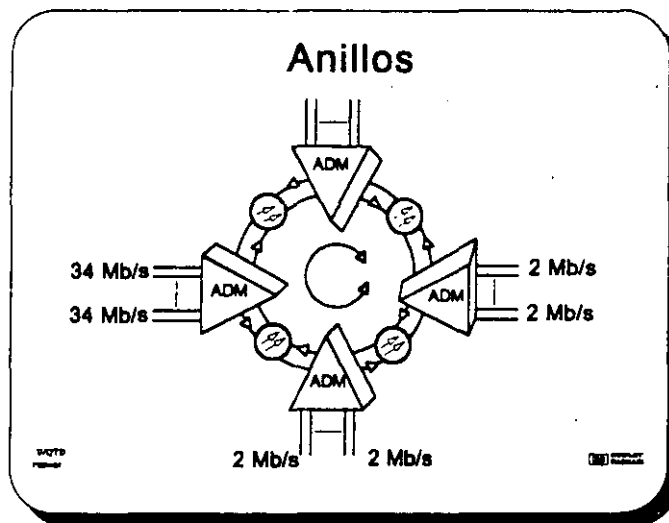


Slide 18

### *Punto-a-punto*

Los sistemas de Línea SDH son sucesores naturales de los sistemas de línea de 140 Mb/s y de 565 Mb/s que actualmente se despliegan en redes centrales o medulares. En las nuevas instalaciones, estas capacidades PDH por lo general se reemplazarán con sistemas STM-4 (622 Mb/s). Cada vez más, los sistemas de línea STM-16 (2.4 Gb/s) serán necesarios para atender los requerimientos cada vez mayores de ancho de banda de las redes centrales.

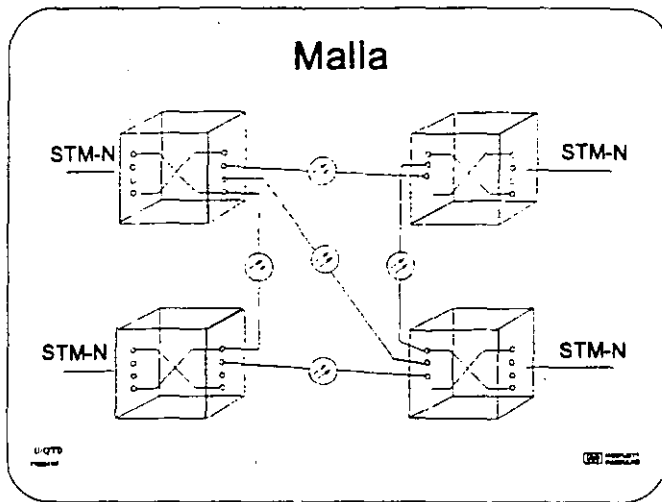
Ya que los sistemas SDH comenzarán a aparecer en rutas específicas o en redes de cobertura dentro de la red de transmisión existente, coexistiendo con los sistemas de 140 Mb/s y de 565 Mb/s, un tema de suma importancia será el de la administración de la red. Esto deberá cubrir toda la red de transmisión, incluyendo las partes de SDH y de PDH.



Slide 19

### *Estructuras de anillo*

Cuando la capacidad SDH excede por mucho la de los sistemas existentes es con la definición de la función del Multiplexor de Adición-Extracción. Esto da la capacidad de añadir o extraer canales a cualquier ADM, bajo control centralizado. Con la configuración de adición-extracción, se pueden implementar fácilmente nuevos conceptos del diseño de red para acceso local, proporcionando más flexibilidad en la distribución de ancho de banda para los diferentes usuarios, así como ofrecer posibilidades para la protección de la red de acceso. Si un nodo o enlace presenta falla, puede desviarse completamente al reconfigurar las conexiones en el anillo STM-N que enruta el tráfico en la dirección opuesta.

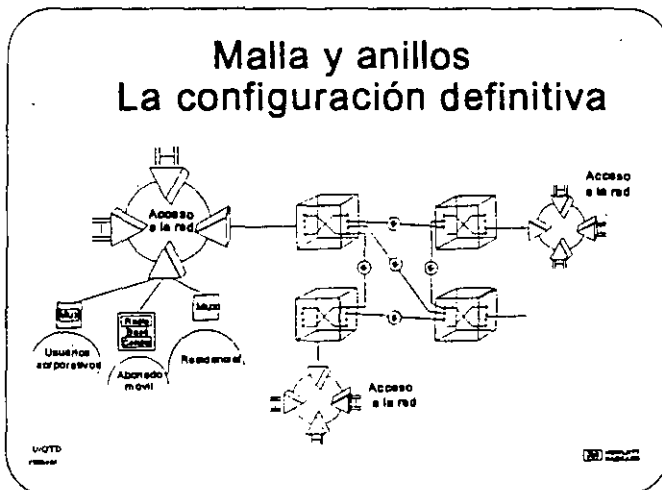


Slide 20

### Malla

Conforme se extiende la red SDH, la combinación de mayor rango de interruptores de interconexión digital (DXC) e interconexiones ópticas punto-a-punto formarán el "núcleo" de las redes centrales en el futuro.

Los DXCs de SDH se conectarán en una "malla" para proporcionar diversidad de ruta. El arreglo más sencillo serán 3 dispositivos DXC interconectados. Si los enlaces directos desde un DXC a otro fallan, la ruta alternativa por el tercer DXC estará todavía disponible y los cambios al enrutamiento del circuito serán posibles en milisegundos.



Slide 21

### *Malla y anillos*

Cuando se añaden anillos de ADMs a la estructura de la "malla" del núcleo de la red, se tiene la mayor flexibilidad de una red de SDH. La diversidad de ruta asegurará la protección y sobrevivencia de la red. El control flexible de software de los elementos de la red acelerarán el aprovisionamiento y administración de ancho de banda en el nuevo servicio.

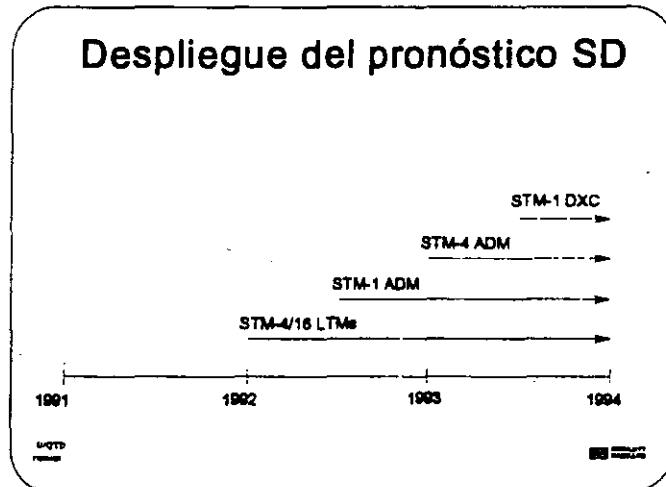
En el futuro, podemos considerar estructuras metropolitanas de anillo SDH, en ciudades medianas y grandes por ejemplo, que proporcionen red de acceso que conecte a los usuarios corporativos, servicios celulares y multiplexores de usuario residencial al núcleo de malla de la red.

En los nodos locales de la MAN (Red de Area Metropolitana) y BISDN (ISDN de banda amplia) del futuro, también tendrán interfaz a estos anillos SDH.

En cada "Interfaz de Nodo de Red" la interrelación del equipo de diferentes vendedores deberá asegurarse si el equipo cumple con los estándares. No obstante, pueden darse interpretaciones erróneas de los estándares (particularmente acerca de las funciones de encabezado) que requerirán equipo de prueba para resolverse.

La red de telecomunicaciones se está convirtiendo cada vez más dependiente del software. Tal como sucedió con la red de AT&T en los Estados Unidos, cuando falló debido a un defecto en el software SS7, la confiabilidad de la administración SDH y el software de control serán de primordial importancia. El probar para eliminar las "fallas" del software será esencial para asegurar la integridad de la red.

Tales pruebas serán necesarias cada vez que sea desarrollada una nueva versión de software, potencialmente, muchas veces durante la vida de un elemento de hardware de la red.



Slide 22

### *Despliegue del pronóstico SDH*

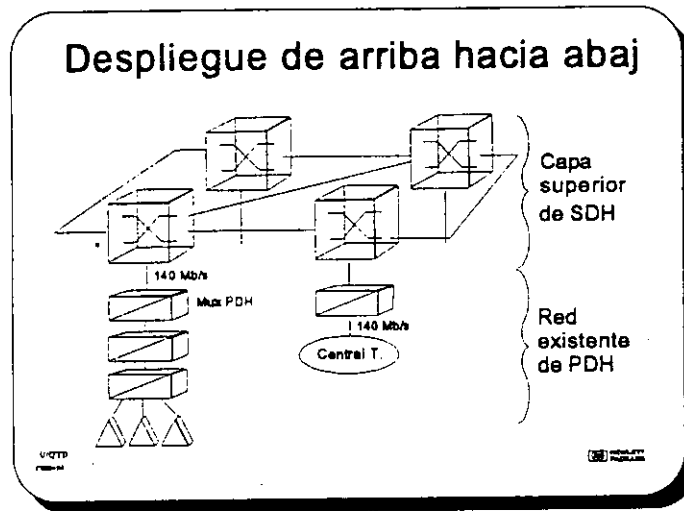
Varios informes en la prensa de telecomunicaciones sugieren que la disponibilidad de los elementos de la red SDH continuarán con este plan. Ya que los dispositivos de LTM estuvieron primero disponibles, muchos sistemas de punto-a-punto ya están en operación o están finalizando las pruebas de campo. En el siguiente año más o menos (92/93) conforme los dispositivos ADM y DXC se hagan más ampliamente disponibles se añadirán a los sistemas ya existentes de punto-a-punto para expandirlos a las redes completas SDH.



Debido a que las redes de telecomunicaciones públicas están basadas en los ya antiguos estándares PDH de la CCITT, se necesita una estrategia de evolución de red de PDH a SDH. En general, existen tres grandes alternativas, cada una con sus pros y sus contras. Las PTTs a través de Europa, Latinoamérica y Australia están adoptando una estrategia mixta dependiente en el estado actual de sus redes y sus futuros requerimientos. Estos tres enfoques pueden caracterizarse como :

- De arriba hacia abajo
- De abajo hacia arriba
- Paralelo

Brevemente veremos estos tres e identificaremos las ventajas y desventajas de cada enfoque.



Slide 23

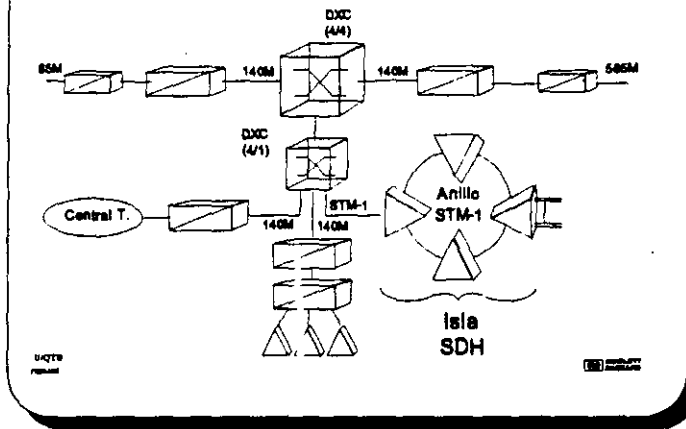
### *Despliegue de arriba hacia abajo*

Para los operadores de red y las PTTs que todavía están introduciendo la digitalización en el nivel núcleo de su red o que desean soportar nuevos servicios en la capa superior, tales como la interconexión de MAN, el método de arriba hacia abajo es particularmente apropiado.

La introducción del SDH en esta estrategia comienza con el nivel central en un puñado de nodos conectados por sistemas SDH STM-4 ó STM16. La interconexión a la red PDH existente es mediante una compuerta (gateway), por lo general en interconectores.

El siguiente paso es convertir las capas inferiores a SDH dando amplias ventajas a rutas selectivas.

## Despliegue de abajo hacia arriba



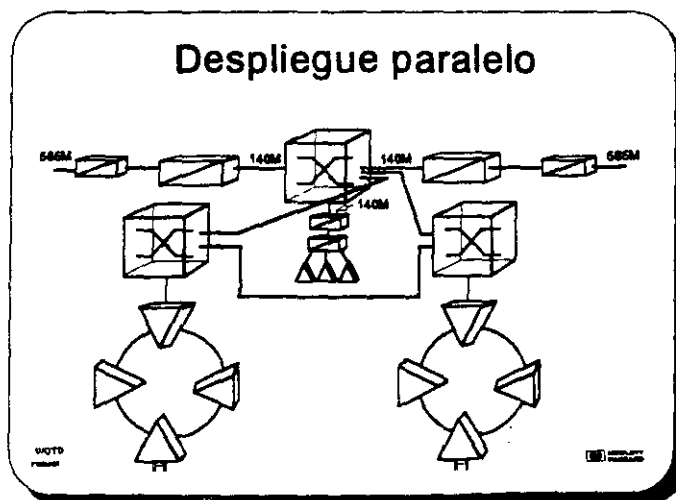
Slide 24

### *Despliegue de abajo hacia arriba*

El método de abajo hacia arriba instala SDH en niveles inferiores en la red para proporcionar islas de SDH a usuarios seleccionados (ie comunidades de negocios, financieras y centros de comercio). Las PTTs que adoptan este enfoque normalmente se comprometerán a instalar SDH en los niveles superiores de red en el futuro. Cuando esto sucede, las islas de SDH se interconectan.

Los beneficios de este método son las mejoras en la calidad del servicio de acceso, pero la desventaja es que la funcionalidad de SDH no puede obtenerse a nivel nacional.

## Despliegue paralelo

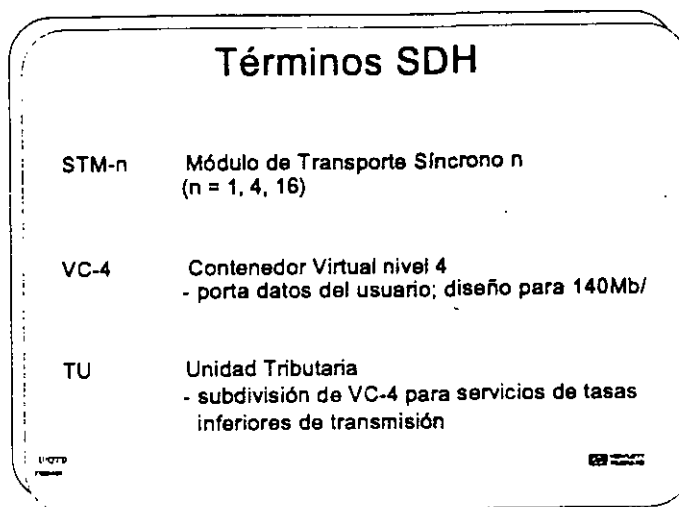


Slide 25

## Despliegue paralelo

En este método, el SDH se instala en paralelo a la red existente PDH (ie una red sobrepuesta). El beneficio de tal estrategia es que los nuevos servicios seleccionados (como una video conferencia e interconexión LAN/LAN) puede implementarse y aprovechar todas las funciones SDH inmediatamente, proporcionando mejoras en la calidad.

Esta estrategia es popular dentro de las PTTs con un rápido crecimiento de tráfico y quien desea añadir funcionalidad SDH para mejorar los servicios inmediatamente.



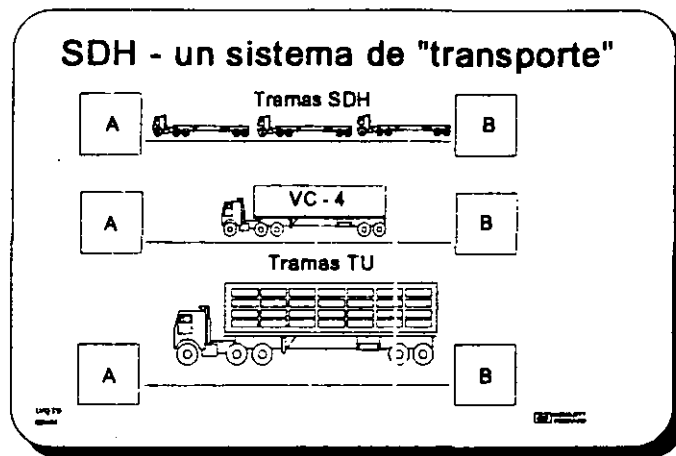
Slide 26

## Términos SDH

SDH, como cualquier otra tecnología nueva, tiene muchas descripciones, abreviaturas y términos nuevos. Esta gráfica enlista las abreviaturas principales de SDH que se relacionan a los conceptos de transmisión SDH:

- STM-n (Synchronous Transport Module "n"). Módulo de Transporte Síncrono "n". Es la estructura SDH que "transporta" los datos y que aparece en la interfaz del nodo de red. El STM está formado de "tramas" que se llenan de datos.
- VC-4 (Virtual Container level 4). Contenedor Virtual nivel 4. Area definida dentro del STM-n que porta los datos desde los servicios del cliente. Diseñado para llevar 140 Mb/s.
- TU (Tributary Unit signal). Señal de Unidad Tributaria. Un VC-4 puede subdividirse en unidades de tributarias independientes para llevar diferentes servicios de velocidad inferior. Cada TU ocupa un lugar definido dentro del VC-4. Un rango de tamaños TU se definen para llevar eficientemente servicios de velocidad inferior (1.544, 2.048, 6, 34, 45 Mb/s).

Ahora explicaremos de dónde vienen estos términos.



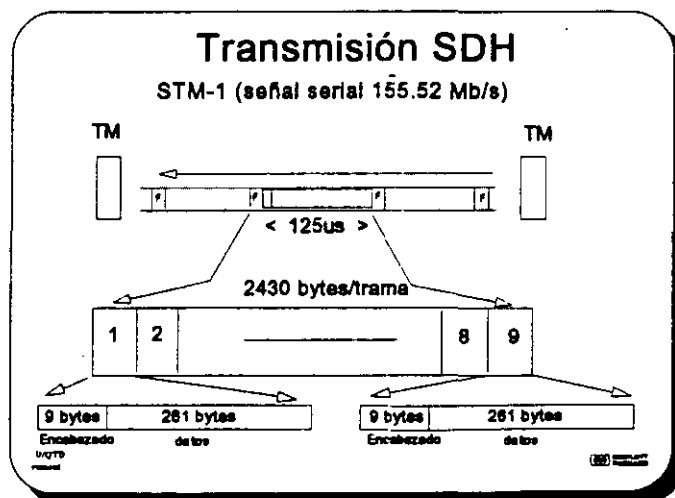
Slide 27

#### SDH - un sistema de transporte

El sistema de transporte adoptado en SDH es análogo al sistema de transporte en una carretera. Si necesita entregar artículos entre 2 puntos, necesita camiones. Dependiendo de la cantidad de artículos a transportar, necesitará trailers grandes o pequeños. Dependiendo del tamaño de los artículos a llevar, necesitará "plataformas" para permitir un apilamiento sencillo dentro del camión en el área de carga. Tendrá diferentes plataformas y diferentes instrucciones de carga para los diferentes artículos que tenga.

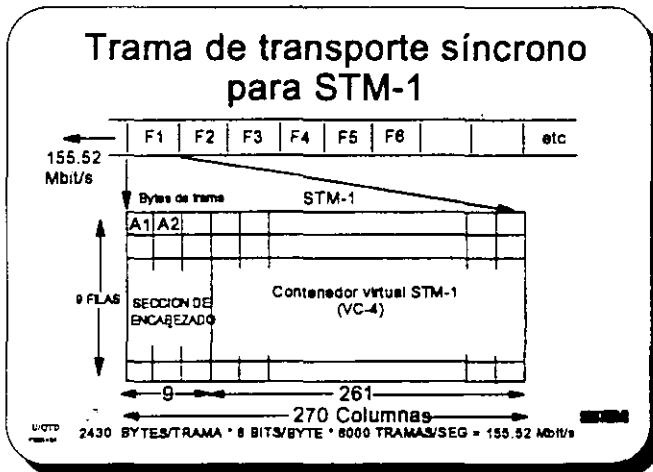
SDH tiene exactamente los mismos conceptos, con nombres diferentes :

- Camino - Transmisor Optico
- Camión - Módulo de Transporte Síncrono
- Trailer - Contenedor Virtual nivel 4
- Plataformas - Tramas de Unidad Tributaria



Slide 28

En SDH los "camiones" son "tramas" en un flujo de datos digitales síncronos. Dentro de las "tramas" una sección de "trailers" se define como el Contenedor Virtual nivel 4. Dentro del VC-4, dependiendo de los servicios de datos llevados, se define un arreglo de "plataformas" apilables llamado la trama de la Unidad Tributaria (TU). El VC-4 puede no necesitar una estructura de trama TU si el servicio ocupa todo el VC-4 (eg 140 Mb/s en un STM-1).



Slide 29

### Trama de transporte síncrono

Para mayor claridad, una trama sencilla en el flujo de señal serial puede representarse con un mapa bidimensional. Este mapa comprende 9 filas y 270 columnas, que forman celdas. Cada celda representa un solo byte de 8 bits dentro de la señal síncrona. Seis bytes de trama (3 x A1 seguidos de bytes 3 x A2) aparecen en la esquina superior izquierda del mapa. Estos bytes de trama actúan como marcador, permitiendo a cualquier byte en la trama ser fácilmente localizado.

Los bits de señal se transmiten en secuencia, comenzando por aquellos en la primer fila. El orden de transmisión es de izquierda a derecha. Después de la transmisión del último byte en la trama (el byte localizado en la fila 9, columna 270), se repite la secuencia completa, comenzando con los 6 bytes de trama de la siguiente trama.

El concepto de transportación intacta de señales tributarias a través de una red síncrona ha dado como resultado el término de "Trama de Transporte Síncrono", aplicado a tales estructuras de señal síncrona.

Más importante, sin embargo, es que la capacidad de la señal se separa dentro de una trama de transporte síncrono para respaldar las capacidades de transportación de la red. Una trama de transporte síncrono abarca dos partes distintas y rápidamente accesibles dentro de la estructura de la trama: una parte del contenedor virtual y una parte del encabezado de sección.

### Contenedor Virtual (VC) :

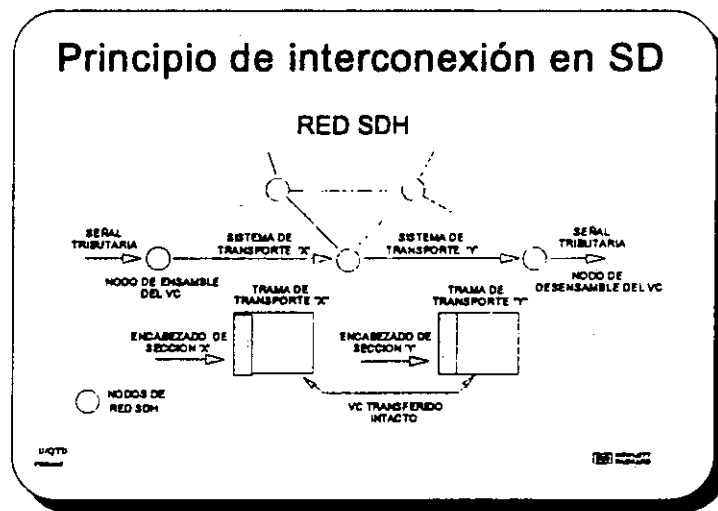
Las señales tributarias individuales (tales como la señal de 140 Mb/s, por ejemplo) se arreglan dentro del contenedor virtual para la transmisión de extremo a extremo a través de la red SDH. El VC se arma y desarma sólo una vez, a pesar de que puede transferirse desde un sistema de transporte hasta otro muchas veces en su recorrido a través de la red.

### Encabezado de Sección (SOH) :

Un poco de la capacidad de señal se distribuye en cada trama de transporte para el "Encabezado de Sección". Esto proporciona los servicios (como el monitoreo de alarma, el de error de bit y canales de comunicación de datos) necesarios para soportar y mantener la transportación de un VC entre nodos en una red síncrona. El encabezado de sección pertenece sólo a un sistema de transporte individual y no se transfiere con el VC entre los sistemas de transporte.

### Aleatorización (Scrambling) :

Para asegurar que el reloj siempre pueda ser recuperado de los datos recibidos, todos los bytes en la trama síncrona, excepto aquellos localizados en la primer fila del encabezado de sección, se mezclan aleatoriamente.



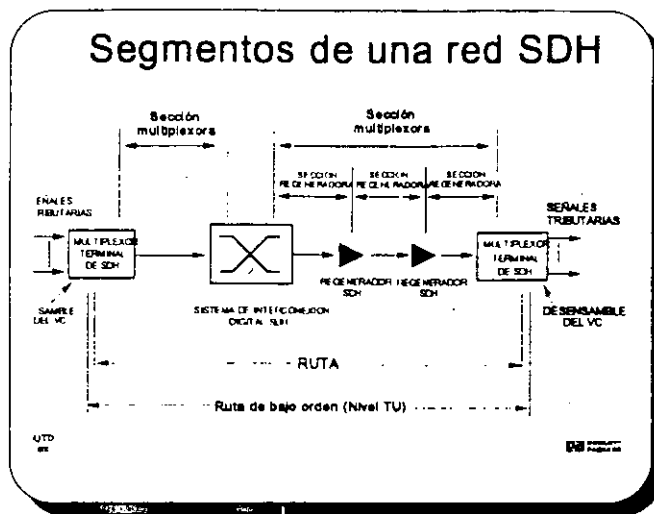
Slide 30

### *Principio de interconexión en SDH*

Una red SDH puede concebirse como una malla interconectada de nodos procesando señales SDH. La interconexión de cualquier par de nodos en esta red se logra mediante los Sistemas de Transporte SDH individuales. Cada sistema de transporte lleva una señal con un formato que puede describirse en términos de la estructura de trama de transporte SDH.

El Contenedor Virtual (VC) se utiliza para transportar una señal tributaria a través de la red síncrona. En la mayoría de los casos, esta señal se ensambla al punto de entrada a la red síncrona y se desensambla en el punto de salida. Dentro de la red síncrona el Contenedor Virtual se pasa intacto entre los sistemas de transporte en su ruta a través de la red.

El Encabezado de Sección se crea en el lado de transmisión de cada nodo de red y se termina en el nodo de la red receptora de las etapas posteriores. De esta manera, el Encabezado de Sección pertenece solo a un sistema de transporte individual y soporta la transportación del VC a través de ese sistema de transporte. No se transfiere con el VC entre los sistemas de transporte.

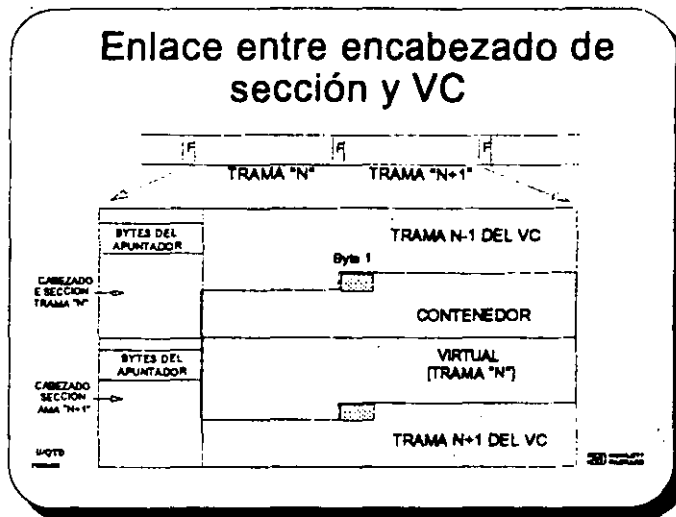


Slide 31

### *Segmentos de una red SDH*

Para propósitos de administración y mantenimiento de red, la red SDH puede describirse en términos de cuatro diferentes segmentos de red:

1. La Ruta de Bajo Orden que permite al desempeño de la red contar con mantenimiento de extremo a extremo para un servicio de mapeo de TU.
2. La Ruta de Alto Orden que permite al desempeño de la red contar con mantenimiento de extremo a extremo a un nivel VC-4.
3. La Sección del Multiplexor que permite al desempeño de la red contar con mantenimiento entre los nodos de transporte y proporciona la mayoría de los informes de administración de red.
4. El intervalo de la Sección del Regenerador que permite al desempeño de la red contar con mantenimiento entre los regeneradores o entre un regenerador y un Elemento de Red SDH que permita la localización de fallas.



Slide 32.

#### *Enlace entre encabezado de sección y VC-4*

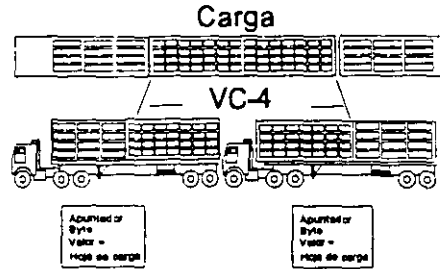
Para cuidar de pequeñas diferencias temporales en la red síncrona, y simplificar el multiplexaje e interconexión de señales, el VC-4 puede flotar dentro de la capacidad de carga proporcionada por las tramas STM-1. Esto significa que el VC-4 puede comenzar en cualquier punto en la capacidad de carga STM-1 y no es muy factible que esté contenido totalmente en una sola trama. Más factible es que el VC-4 comience en una trama y termine en la siguiente.

Cuando un VC-4 se ensambla en la Trama de Transporte, los bytes adicionales, aludidos como el "Apuntador de Unidad de Administración (AU)", se vuelven disponibles en el Encabezado de Sección. Estos bytes contienen un valor de apuntador que indica el lugar del primer byte (byte 1) del VC-4.

El VC-4 puede flotar libremente dentro del espacio que se ha dispuesto para eso en la trama de transporte a fin de que los ajustes de fase de tiempo puedan realizarse conforme se requieran entre el VC-4 y la trama de transporte. El apuntador AU mantiene accesibilidad del VC-4 al identificar el primer lugar del byte del VC-4.



## Carga del contenedor virtual flotante



Slide 33

### VC-4 flotante

Esta idea de mover "Carga" (VC-4) puede explicarse utilizando la "analogía del camión". El camión representa la trama STM y la relación de carga de los conductores el Encabezado de Sección (SOH). La carga en los camiones puede dividirse en 2 camiones, esta división depende de cuánta carga estaba disponible al momento de que el camión tuvo que abandonar el lugar de carga. Ya que el SDH es síncrono los camiones están sujetos a un horario de llegadas y salidas. El punto de partida de la carga se da en el valor del apuntador de la "relación de carga" (SOH). Cada camión (trama STM) va siempre a lleno total con "carga" (VC-4) propia y del camión anterior (trama STM). El punto de partida de la siguiente carga se da en los valores del apuntador que se muestran en la relación de carga (SOH).

## ¿ Qué hacen los apuntadores

- Permiten operación asíncrona
- Minimizan el retardo de la red
- Introducen una nueva señal de disparidad
  - △ Jitter de ajuste de la carga

Slide 34

## *¿Qué hacen los apuntadores?*

### Permiten la operación asíncrona en la Red Síncrona.

SDH está proyectada ser una red síncrona. Idealmente esto significa que todos los nodos de red síncrona deben derivar sus señales de regulación de un sólo reloj maestro de la red.

No obstante, SDH está diseñado para manejar la operación asíncrona en la red. Esto es necesario para acomodar las diferencias de temporización que resulten del nodo SDH que esté perdiendo la referencia de regulación de la red y operando en su reloj de reserva. También para acomodar diferencias de temporización en el límite de dos redes SDH.

Para acomodar estas desviaciones de reloj, el VC-4 puede moverse (justificarse), positiva o negativamente tres bytes cada vez, con respecto a la trama de transporte. Esto se logra simplemente recalculando o actualizando el Apuntador AU en cada nodo de red SDH.

Además de las desviaciones del reloj, el actualizar al Apuntador AU también acomodará cualquier otro ajuste de fase que se requiera entre las señales SDH de entrada y la referencia de tiempo del nodo SDH.

Tres bytes en el Encabezado de Sección, los bytes H3, se utilizan como bytes de "oportunidad de relleno". Estos bytes llevan datos desde el VC-4 durante los ajustes negativos del apuntador.

### **Los apuntadores también :**

#### Disminuyen el retraso en la red síncrona.

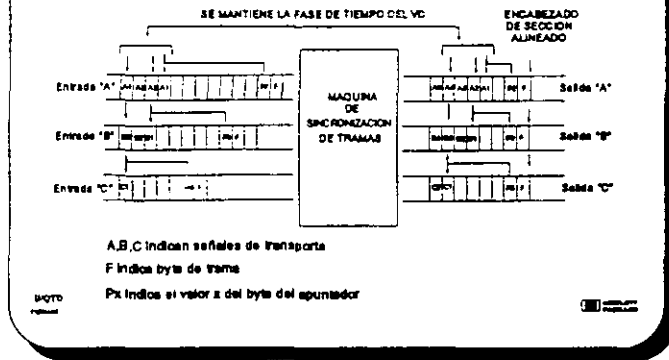
Otro enfoque para resolver asuntos de temporización de la red es utilizar separadores de deslizamiento (slip buffers) del VC-4 de 125 microsegundos en las entradas al equipo de multiplexaje SDH. Este tipo de separador corrige las diferencias de frecuencia al borrar o repetir una trama VC-4 de información según se requiera. Estos separadores de deslizamiento no son deseables por el retraso de señal que introducen y el deterioro de señal que produce el deslizamiento. El utilizar los Apuntadores evita estas indeseables características de la red.

#### Crean un nuevo Deterioro de Señal

El proceso del apuntador, sin embargo, si introduce un nuevo deterioro de la señal conocido como "Fluctuación (Jitter) de Ajuste del Apuntador". Este deterioro de la fluctuación aparece en la señal tributaria recibida después de la recuperación de un VC-4 que ha estado sujeto a cambios del Apuntador. La excesiva fluctuación en la señal tributaria influirá en la operación del equipo de red procesando la señal tributaria inmediatamente en la etapa posterior. Se necesita, por tanto, un gran cuidado en el diseño de la distribución de temporización para la red síncrona.

Esto es para disminuir el número de los ajustes del Apuntador y, por tanto, el nivel de la fluctuación de la tributaria que resulta del transporte síncrono.

## Sincronización de tramas - Apuntadores en acción



Slide 35

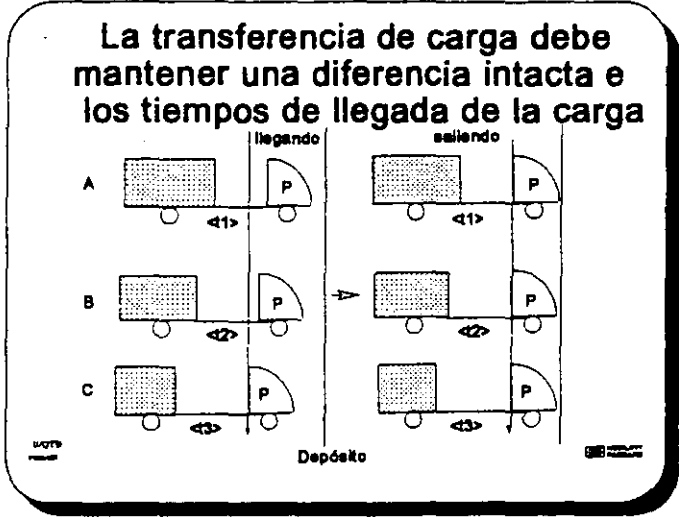
### *Sincronización de tramas - Apuntadores en acción*

Antes de que se realice cualquier multiplexaje en el equipo de red SDH, las señales de transporte SDH individuales deben ser primeramente sincronizadas con el equipo de red.

En el lado de entrada de un equipo SDH, las señales individuales de transporte SDH pueden estar mal alineadas en la fase de tiempo y en la tasa de bit. (Observe que las tasas de bit desiguales serían un resultado directo de la operación asíncrona entre los equipos de red). Después de la sincronización de trama, las señales individuales de transporte SDH se alinean en la fase de tiempo y en la tasa de bit.

En el proceso de sincronización de trama, la parte del Encabezado de Sección y del VC-4 de las señales de transporte se manejan de forma diferente. Los bytes del Encabezado de Sección para cada una de las señales de transporte son sincronizadas en trama y, para auxiliar este proceso, el Encabezado de Sección incluye seis o más bytes de trama (bytes F).

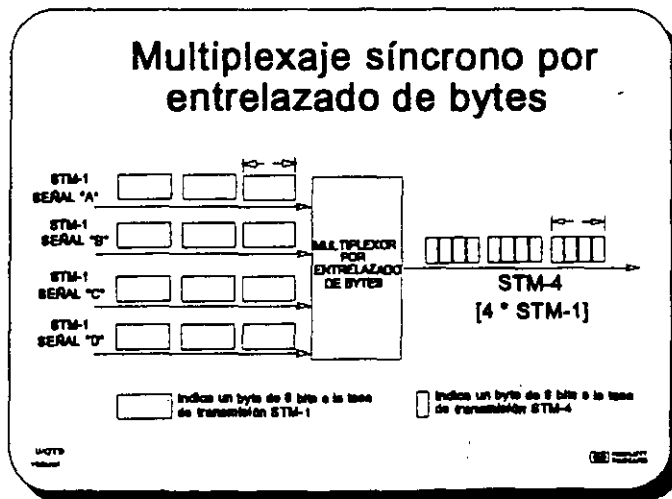
Los bytes VC-4, por otro lado, mantienen la misma relación de fase de tiempo relativa con respecto a cada uno de ellos. Esto se logra al recalcular el valor del Apuntador asociado con cada VC-4 para acomodar cualquier ajuste en la fase de tiempo del Encabezado de Sección debido a la sincronización de trama.



Slide 36

*Analogía del "apuntador" de camión*

De nuevo, la idea de los apuntadores puede explicarse mediante la analogía del camión. Los camiones que llegan al área de carga pueden no llegar exactamente cuando deberían. Antes de que las cargas se transfieran a un camión más grande, toda la información relacionada con su hora de llegada y posicionamiento debe comunicarse al conductor del nuevo camión. La relación de carga para el nuevo camión tendrá el lugar de partida y llegada de cada "sub-carga". En el lugar de destino el chofer puede utilizar la información para recrear las cargas más pequeñas y también las relaciones exactas de tiempo entre ellas. Si las reglas del servicio de entrega dicen que las cargas que primero lleguen deben ser primero entregadas, entonces el tiempo es igualmente importante.

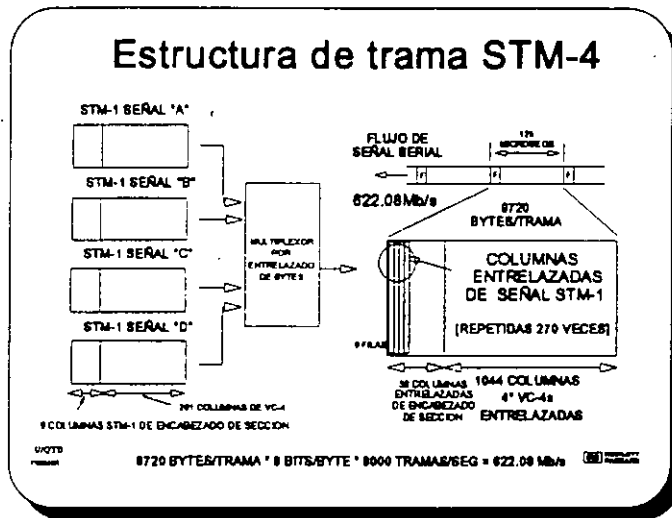


Slide 36

## Multiplexaje sincrónico por entrelazado de bytes

Los grupos de tramas de transporte síncronas pueden empaquetarse para su transportación como señal de transporte síncrona de orden superior. El agrupamiento de orden superior se logra mediante el proceso de multiplexaje de bytes entrelazados, ya que los flujos paralelos de señales de transporte se mezclan de manera fija byte por byte. Estos flujos paralelos de señales de transporte se requieren para tener la misma estructura de trama y tasa de bit, además de estar sincronizados con la trama unos con otros.

Por ejemplo, 4 señales SDH STM-1 paralelas y sincronizadas en trama pueden ser conjuntamente multiplexadas por entrelazamiento de bytes para formar una señal SDH STM-4 a 622.08 Mb/s (tasa de bit de  $4 \times \text{STM-1}$ ). El multiplexaje de bytes entrelazados se logra al tomar, en turno, un byte de cada tributaria de entrada y colocándola en la señal de salida de mayor velocidad.



Slide 38

### Estructura de trama STM-4 SDH

La señal STM-4 se ensambla al entrelazar bytes de 4 señales paralelas STM-1 y sincronizadas en trama. Por consecuencia, un mapa bidimensional para la trama de señal STM-4 comprende las mismas 9 filas como la señal STM-1 pero tiene 1080 columnas que es 4 veces el número de columnas de la señal STM-1. La capacidad de señal total de la señal STM-4 es, por tanto, 9720 bytes de 8 bits ó 77,760 bits por trama. Con estas dimensiones de trama y una tasa de repetición de trama de 8000 tramas/seg, el rango de señal para la señal STM-4 es de 622.08 Mb/s. (Observe que la tasa de repetición de trama de una señal SDH es de 8000 tramas/seg. sin tomar en cuenta el nivel jerárquico).

El mapa bidimensional de la señal STM-4 se ensambla al tomar columnas individuales de cada uno de las cuatro estructuras de señal STM-1 y entrelazar éstas en secuencia repetitiva. Así, comenzando con las primeras columnas de cada STM-1, una columna se toma del STM-1 número 1, seguida de una columna del STM-1 número 2, seguida de una columna del STM-1 número 3, seguida de una columna del STM-1 número 4.

Esta secuencia se repite entonces 270 veces hasta que las columnas se ensamblan.

Las primeras 36 columnas de la trama STM-4 están ocupadas por el Encabezado de Sección. Las 1044 columnas restantes están ocupadas por cuatro señales VC-4 asociadas con las cuatro señales STM-1 individuales. Estas señales están entrelazadas por bytes mediante columnas como se describe anteriormente.

## Inserción y extracción simplificadas

- No requiere demultiplexación por etapas para recuperar tributarias
- Los apuntadores dan la posición exacta de cualquier dato del cliente

Slide 39

### *Inserción y extracción simplificadas*

Ya que los apuntadores dan la posición exacta de cualquier carga VC-4, esa carga puede accederse directamente sin necesidad de de-multiplexar la señal de línea SDH. Esto hace que los dispositivos como el Mux de Adición/Extracción y los conmutadores de interconexión SDH sean mucho más sencillos que los sistemas de telecomunicaciones existentes, que requieren de una demultiplexación completa antes de conmutarse. De manera similar, cualquier canal de datos de un cliente individual puede accederse dentro del VC-4.

## Jerarquía de señales y tasas de transmisión SDH

Módulo de Transporte Síncrono	Tasa de transmisión Mbit/s
STM-1	155.52*
STM-4	622.08
STM-16	2488.32

\* Interfaces eléctrica y óptica

Slide 40

## Jerarquía de señales y tasas de transmisión SDH

La señal SDH de menor nivel se llama Módulo de Transporte Síncrono nivel 1 (STM-1) que tiene un rango de señal de 155.52 Mb/s.

Las señales de mayor nivel, obtenidas mediante multiplexaje por entrelazado de bytes de señales de nivel inferior, se denotan por STM-N donde N es un número entero. La tasa de línea de una señal STM-N de nivel mayor es N veces 155.52 Mb/s.

Los actuales estándares de SDH sólo permiten que el valor de N sea 1, 4 ó 16. Otros valores puede incluirse en futuras versiones de los estándares. Un valor máximo de 255 se permite bajo el estándar actual.

Interfaces de línea SDH		
INTERFACES OPTICAS		INTERFACES ELECTRICAS
TIPO DE APLICACION	RANGO	INTRA-OFICINA
INTRA-CENTRAL	2Km	G.703 (STM-1)
ENTRE-CENTRALES		
- SERVICIO LOCAL	15Km	
- LARGA DISTANCIA	40Km	

Slide 41

### Interfaces de línea SDH

Las interfaces físicas ópticas y eléctricas están definidas por SDH.

#### Interfaces Ópticas :

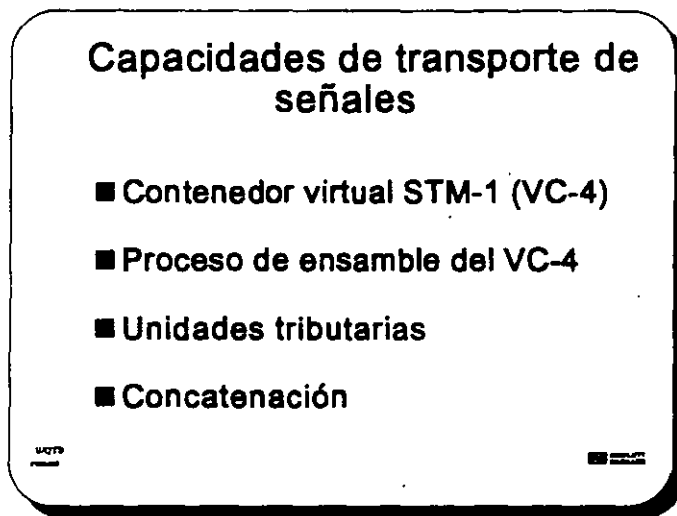
Las especificaciones se definen en cada rango para 3 situaciones de aplicaciones diferentes :

1. Interfaces ópticas dentro de la central (indicadas como I-n, donde n= nivel de jerarquía STM). Cubre las aplicaciones que requieren transmisión hasta aproximadamente 2 Kms, teniendo una acumulación de pérdida de sistema en el rango 0 a 7 dB con fibra monomodo . Los transmisores ópticos I-n pueden ser Diodos de Emisión de Luz LEDs o láseres de Modo Multi-Longitudinal de baja potencia (MLM) a una longitud de onda de 1310 nm.
2. Interfaces ópticas de corto alcance (indicadas como S-n.1 ó 2, donde n = nivel STM; 1 = longitud de onda de 1310 nm en fibra G.652; 2= longitud de onda de 1550 nm en fibra G.652). Cubre aplicaciones de hasta aproximadamente 15 kms, teniendo acumulaciones de pérdida de sistema en el rango de 0 a 12 dB con fibra monomodo. Baja potencia (50 uW ó -13 dBm). Los transmisores láser de Modo Uni-Longitudinal (SLM) o Modo Multi-Longitudinal (MLM) se utilizan en longitudes de onda de 1310 ó 1550 nm.

3. Las interfaces ópticas de largo alcance (indicadas como L-n. 1,2 ó 3, donde n = nivel de STM; 1= longitud de onda de 1310 nm en fibra G.652; 2 = longitud de onda de 1550 nm en fibra G.652 ó G.654; 3 = longitud de onda de 1550 nm en fibra G.653). Cubre aplicaciones de hasta aproximadamente 40 kms. teniendo acumulaciones de pérdida de sistema en el rango de 10 a 28 dB con fibra monomodo. Los transmisores de láser de alta potencia (500 uW ó -3 dBm) de Modo Uni-Longitudinal (SLM) o de Modo Multi-Longitudinal (MLM) se usan en longitudes de onda de 1310 ó de 1550 nm.

#### Interfaces Eléctricas :

Para las aplicaciones dentro de la central se define una interfaz eléctrica en el nivel STM-1. Las características de esta interfaz eléctrica codificada CMI, se definen en CCITT Rec G.703.



Slide 42

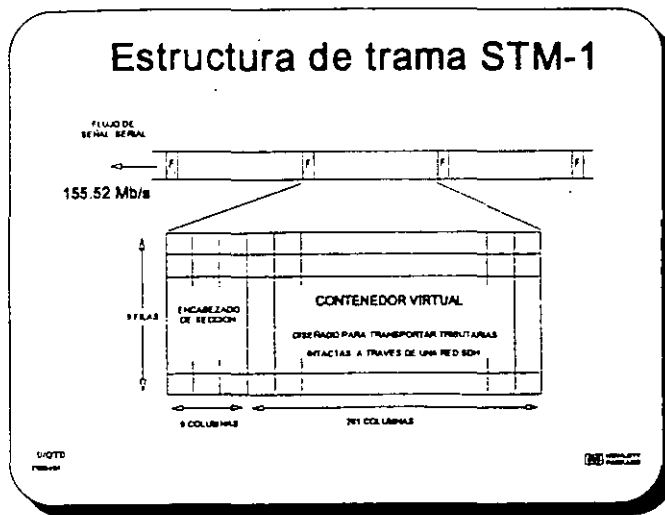
#### *Capacidades de transporte de señales*

La segunda parte de nuestro estudio SDH considera las capacidades de transportación con más detalle. Echaremos un vistazo a lo que conforma el VC-4 y después cómo se construye y desmantela.

También se ve el método utilizado para subdividir un VC-4 y hacer posible el transporte eficiente de servicios de baja velocidad (por ejemplo 2 Mb/s ó 34 Mb/s). Estas subdivisiones se conocen como Tramas de la Unidad Tributaria. Finalmente, cubriremos la "concatenación", el método utilizado en SDH para soportar servicios de muy alta velocidad (tales como ATM de 622 Mb/s ) que exceden el ancho de banda proporcionado por un solo canal VC-4.



## Estructura de trama STM-1

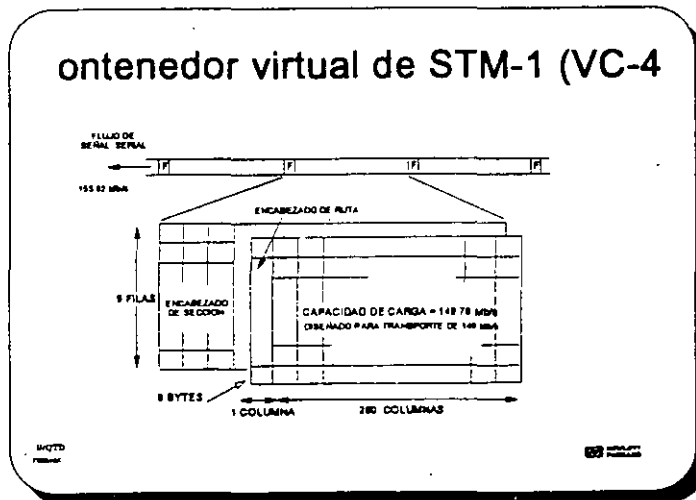


Slide 43

### Estructura de trama STM-1 SDH

La trama SDH STM-1 se ha descrito como el nivel base de las capacidades de Transporte SDH. Abarca un Encabezado de Sección y un Contenedor Virtual (un VC-4). Las señales tributarias individuales se ensamblan dentro del VC-4 para ser transportadas intactas a través de la red SDH. El conocer más acerca de las capacidades de transporte SDH significa ver con más detalle la señal del Contenedor Virtual.

## Contenedor virtual de STM-1 (VC-4)



Slide 44

### Contenedor Virtual STM-1 (VC-4)

El VC-4 STM-1 abarca dos partes; la parte de capacidad de carga, conocida como un Contenedor, y la parte del Encabezado de Ruta.

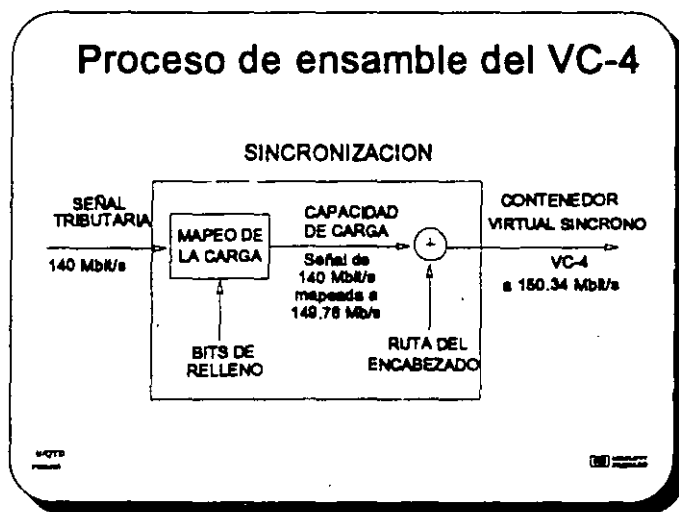
#### Contenedor :

El área del Contenedor de cada VC-4 tiene el propósito de soportar la transportación de señales tributarias específicas. El contenedor VC-4 (indicado como C-4) abarca 2340 bytes, estructurados como 260 columnas de 9 bytes. Estos bytes proporcionan una capacidad de transporte de 149.76 Mb/s con una tasa de repetición de trama de 8000 Hz. Esta capacidad se ha diseñado específicamente para acomodar la transportación de una señal tributaria de 140 Mb/s.

#### Encabezado de Ruta :

También se distribuye un área de cada VC-4 para el Encabezado de Ruta de Orden Superior. Esta capacidad de señal proporciona los servicios (tales como monitoreo de alarma y de desempeño) que se necesitan para soportar y mantener la transportación del VC-4 entre localidades extremas (conocidas como Terminaciones de Ruta de Alto Orden). Las terminaciones de ruta son los lugares donde el VC-4 se ensambla o desensambla.

La capacidad de señal para el Encabezado de Ruta VC-4 se distribuye en la primera columna del VC-4 - un total de 9 bytes por trama.



Slide 45

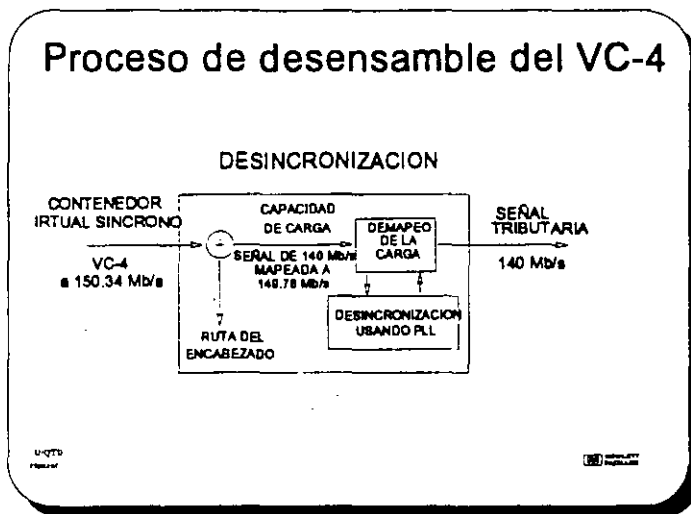
### Proceso de ensamble del VC-4

El concepto de una señal tributaria (tal como una de 140 Mb/s) que se está ensamblando en un Contenedor Virtual para ser transportada de extremo-a-extremo a través de una red síncrona, es fundamental para el estándar SDH. Este proceso de ensamblar la señal tributaria en un VC se designa como "mapeo":

Para proporcionar uniformidad a través de todas las capacidades de transporte SDH, la capacidad de carga proporcionada por cada señal tributaria individual siempre es ligeramente mayor que la que se necesita para la señal tributaria. Así, la esencia del proceso de mapeo es sincronizar la señal tributaria con la capacidad de carga proporcionada para transporte. Esto se logra al añadir bits adicionales de "relleno" al flujo de la señal como parte del proceso de mapeo.

Por ejemplo, una señal tributaria de 140 Mb/s necesita para ser sincronizada con una capacidad de carga de 149.76 Mb/s proporcionada por el C-4.

El añadir el Encabezado de Ruta completa el ensamble del VC-4 y aumenta la velocidad de bit de la señal compuesta a 150.34 Mb/s.



Slide 46

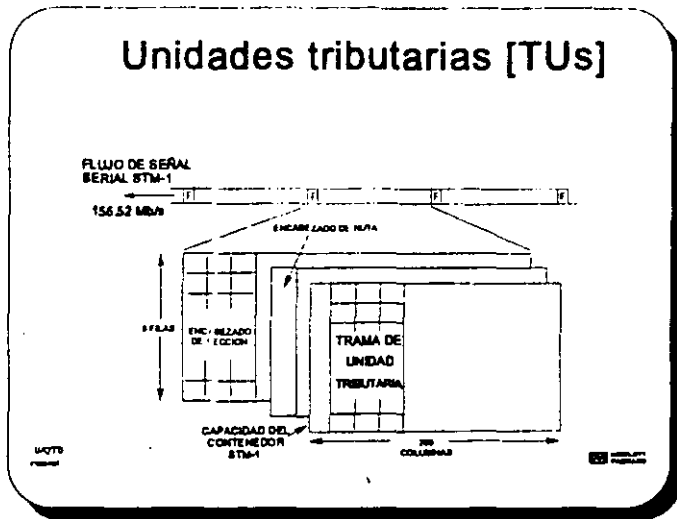
#### *Proceso de desensamble del VC-4*

En el punto de salida de la red síncrona, la señal tributaria debe recuperarse del Contenedor Virtual. Este proceso se denomina "demapeo".

El Contenedor Virtual comprende el Encabezado de Ruta, la señal tributaria y bits adicionales de relleno que se han añadido para sincronizar el rango de señal de la señal tributaria a la capacidad de carga disponible para la transportación. Así, la esencia del proceso de demapeo es desincronizar la señal tributaria desde la señal compuesta del Contenedor Virtual. Esta señal tributaria recuperada entonces debe extraerse, tan cerca como sea posible, en su forma original.

Así que, por ejemplo un VC-4 que lleva una señal de mapeo de 140 Mb/s llega al lugar de desensamble con un rango de señal de 150.34 Mb/s.

El desmontar el Encabezado de Ruta y los bits de relleno desde el VC-4 da como resultado una señal discontinua que representan la señal transportada de 140 Mb/s. Estas discontinuidades de tiempo se reducen mediante un Phase-Locked-Loop (PLL) desincronizante para producir una señal tributaria continua de 140 Mb/s.

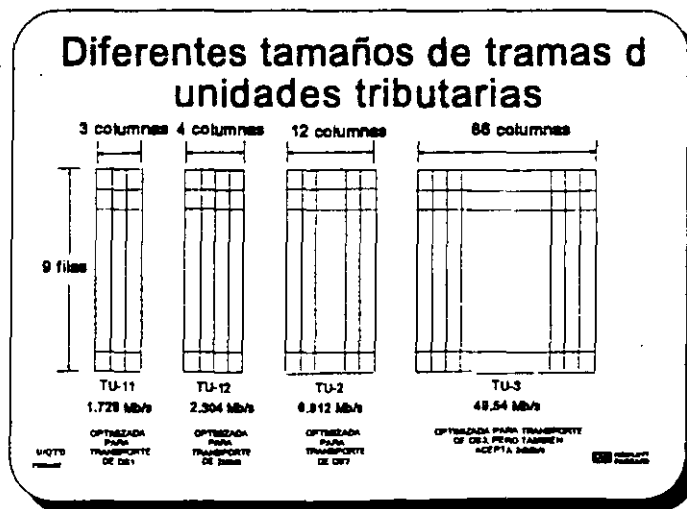


Slide 47

### Unidades tributarias (TUs)

Hasta ahora, sólo se ha discutido el caso de una señal tributaria de 140 Mb/s. Esto deja abierta la pregunta de "¿cómo son provistas en SDH las tributarias de menor rango, como la de 2 Mb/s,?". La respuesta es "en una estructura de Unidad Tributaria".

El VC-4 STM-1 con capacidad de canal de 149.76 Mb/s se ha diseñado específicamente para proporcionar transporte a una señal tributaria de 140 Mb/s. El transporte para señales tributarias de menor rango como 2 Mb/s se proporciona mediante una estructura de trama de Unidad Tributaria (TU). Las TUs tienen el propósito específico de soportar el transporte y conmutación de la capacidad de carga que es menos que la proporcionada por el VC-4. Por el diseño, la estructura de trama TU encaja muy bien en el VC-4 para facilitar el multiplexaje de TU. Una cantidad fija de TUs completas pueden ensamblarse dentro de un área contenedor C-4 de un VC-4.

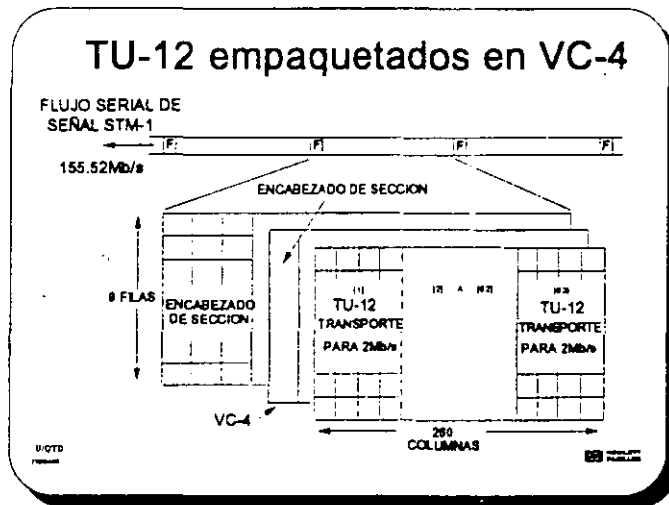


Slide 48

## Diferentes tamaños de tramas de Unidades Tributarias

SDH proporciona un rango de diferentes tamaños de TU.

- (i) TU-11: Cada trama TU-11 consiste de 27 bytes, estructurados en 3 columnas de 9 bytes. A una tasa de trama de 8000 Hz, estos bytes proporcionan una capacidad de transporte de 1.728 Mb/s y acomodarán el mapeo de una señal DS1 de 1.544 Mb/s. Pueden multiplexarse 84 TU-11s en el VC-4 STM-1.
- (ii) TU-12: Cada trama TU-12 consiste de 36 bytes, estructurados en 4 columnas de 9 bytes. A una tasa de trama de 8000 Hz, estos bytes proporcionarán una capacidad de transporte de 2.304 Mb/s y acomodarán el mapeo de una señal CEPT de 2.048 Mb/s. Se pueden multiplexar 63 TU-12s en el VC-4 STM-1.
- (iii) TU-2: Cada trama TU-2 consiste de 108 bytes, estructurados en 12 columnas de 9 bytes. A una tasa de trama de 8000 Hz, estos bytes proporcionan una capacidad de transporte de 6.912 Mb/s y acomodarán el mapeo de una señal DS2 Norteamericana. Pueden multiplexarse 21 TU-2s en el VC-4 STM-1.
- (iv) TU-3: Cada trama TU-3 consiste de 774 bytes, estructurados en 86 columnas de 9 bytes. A una tasa de trama de 8000 Hz, estos bytes proporcionan una capacidad de transporte de 49.54 Mb/s y acomodarán el mapeo de una señal CEPT de 34 Mb/s o una señal DS3 Norteamericana. Pueden multiplexarse 3 TU-3s en el VC-4 STM-1.

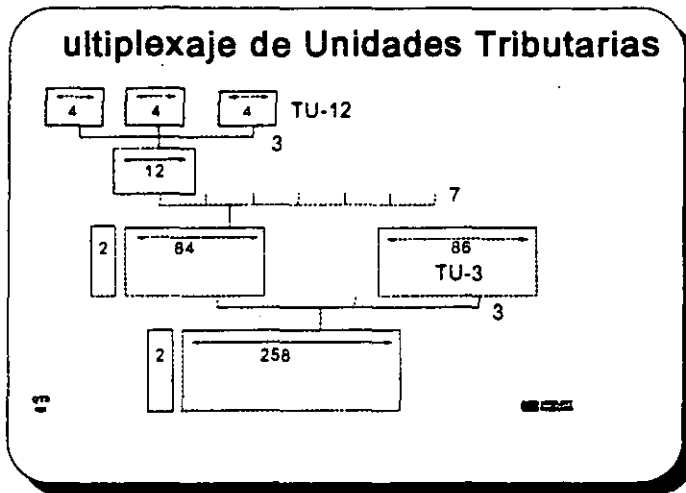


Slide 49

### *TU-12 empaquetados en VC-4*

El TU-12 es un tamaño particularmente importante de Unidad Tributaria. Esto es porque está diseñado para acomodar una señal tributaria de 2 Mb/s, la señal tributaria CEPT más común en las redes existentes.

La estructura de 4 columnas y 9 filas de la TU-12 encaja muy bien en la estructura de 9 filas del VC-4. Pueden empaquetarse 63 TU-12s en las 260 columnas de la capacidad de carga (el contenedor C-4). Esto deja 8 columnas de reserva en la capacidad de carga. Estas columnas de reserva son el resultado del proceso de multiplexaje en etapas intermedias de "TU-12 a VC-4", y son ocupadas con bytes de relleno fijos que permiten que la estructura de señal de VC-4 STM-1 sea mantenida.

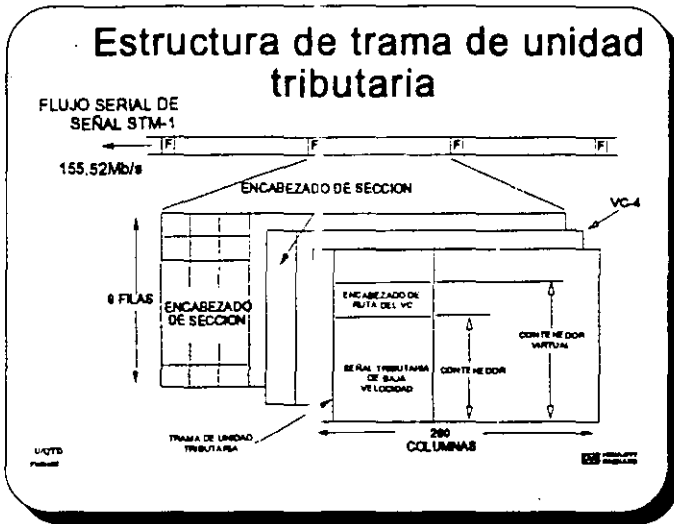


Slide 50

***Multiplexaje de Unidades Tributarias***

El VC-4 puede estar formado de la unión de varios tamaños de tributarias, las cuales se multiplexan dando como resultado las siguientes combinaciones:

- \* 21 Tributarias de 2 Mbit/s (TU-12) y 2 de 34 Mbit/s (TU-3).
- \* 42 Tributarias de 2 Mbit/s (TU-12) y 1 de 34 Mbit/s (TU-3).
- \* 63 Tributarias de 2 Mbit/s (TU-12).
- \* 03 Tributarias de 34 Mbit/s (TU-3).



Slide 51

#### *Estructura de trama de unidad tributaria*

Esencialmente, la Trama de Unidad Tributaria representa una mini estructura de trama de transporte. Tiene los atributos de una Trama de Transporte SDH pero se transmite dentro de la estructura de Trama STM-1.

Una trama TU se crea al mapear una señal tributaria de bajo rango en el "contenedor" de TUs; añadiendo un "encabezado de ruta de bajo orden" para crear el contenedor virtual de las TUs (VC-11, VC-12, VC-2 ó VC-3 dependiendo del tipo de TU); y enlazando este VC a la trama de TU mediante un apuntador de TU, siendo éste el único elemento de un encabezado de sección de TU. La trama de TU, entonces, se multiplexa en un lugar fijo dentro de VC-4.

La estructura de trama TU se ilustra aquí como residiendo en un VC-4. En realidad, esta estructura se distribuye en cuatro tramas VC-4 consecutivas. Es, por tanto, más exacto referirse a la estructura como una multitrama TU. Esta fase de la multitrama se indica mediante uno de los bytes de encabezado de ruta VC-4 (byte H4).

## Modos de operación de la TU

**ODO FLOTANTE:-** (Los VCs de la TU flotan respecto al VC-4)

- Permite una interconexión eficaz de las señales a nivel de TU
  - La transferencia más rápida a través de la red
  - Requiere apuntadores TU

**ODO BLOQUEADO:-** (Los VCs de la TU son bloqueados respecto al VC-4)

- Provee complejidad mínima de interfaz
  - No requiere de apuntadores TU
  - Sufre retrasos a través de la red
  - Empleado para transferencia en masa de datos a 2 Mb/s

Slide 52

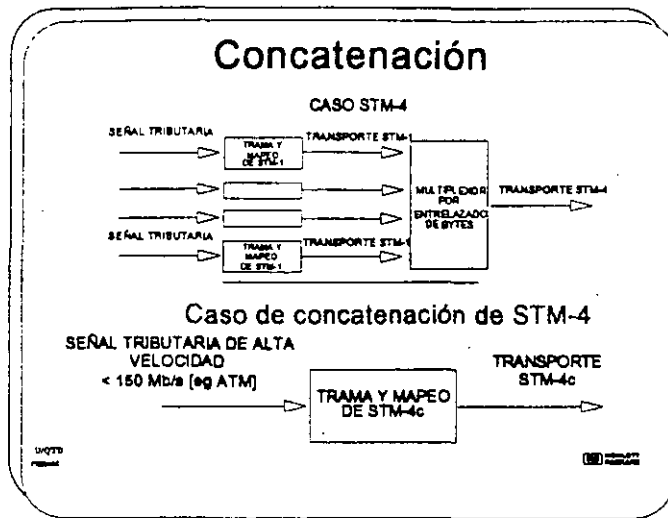
### *Modos de operación de la TU*

Hay dos modos de operación para la estructura TU.

El Modo Flotante se ha diseñado para disminuir el retraso de la red y proporcionar interconexión eficiente de señales de transporte en el nivel TU. Esto se logra al permitir flotar a cada VC TU con respecto al VC-4. Cada VC TU tiene su propio apuntador, que resuelve los problemas de la sincronización de tiempo asociados con las TUs individuales, mientras que evita el uso de indeseables separadores de deslizamiento en todos los puntos de interconexión. Por consecuencia, el modo flotante soporta efectivamente las capacidades de red SDH en el nivel TU.

El Modo de Cierre (bloqueado) se ha diseñado para disminuir la complejidad de interfaz y soportar el transporte en masa de punto-a-punto de señales de 2 Mb/s para aplicaciones de conmutación digital. Esto se logra al "cerrar" los VCs de TU individuales en lugares fijos con respecto del VC-4. Los apuntadores de TU no se necesitan en este modo y, por lo tanto, no se proporcionan. En este modo no es posible enrutar un VC de TU seleccionado mediante la red SDH sin el indeseable retraso de red, y costo extra, resultante de la falta de separadores de deslizamiento para resolver los problemas de sincronización de tiempo. En consecuencia, el modo de cierre no es bueno para las aplicaciones de red (ej. las aplicaciones de multipunto que requieren de interconexión en el nivel TU).





Slide 53

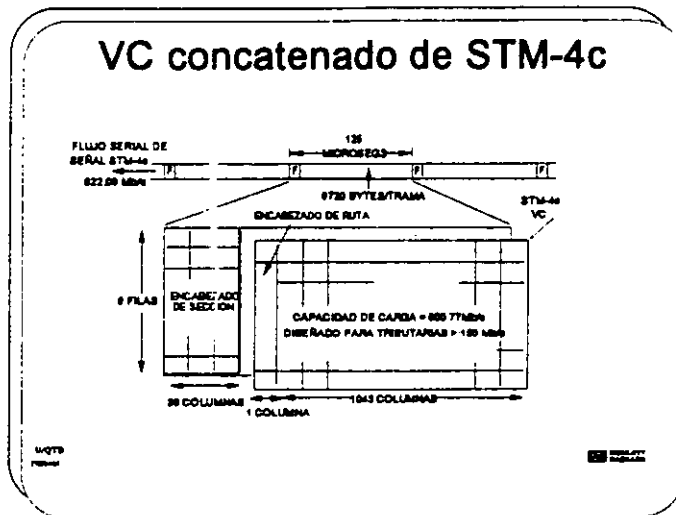
### Concatenación

Las señales de servicio al cliente más avanzadas, como la ATM de 622.08 Mb/s, requieren una mayor capacidad de transporte que los 149.76 Mb/s proporcionados por el VC-4 STM-1. Esto se logra en SDH mediante un contenedor virtual "concatenado" de mayor rango.

Una señal de transporte STM-4 se ensambla normalmente mediante un multiplexaje de intercalación de bytes de cuatro señales de transporte STM-1. Este proceso de multiplexaje resulta en el área VC siendo ocupada por cuatro VC-4 individuales. Cada VC-4 consistente de un Encabezado de Ruta y un "contenedor" capaz de llevar señales tributarias mapeadas hasta un rango de 149.76 Mb/s.

En el caso de un STM-4 concatenado (indicado como STM-4c), el área del contenedor virtual se llena completamente de un solo VC-4-4c. Este VC-4-4c consiste de un Encabezado de Ruta y un solo contenedor capaz de llevar una señal tributaria operando en rangos de hasta aproximadamente 600 Mb/s.

Una vez ensamblado, un VC-4-4c (o cualquier otra estructura VC concatenada) es multiplexada, conmutada y transportada a través de la red como una sola entidad.



Slide 54

#### *Estructura de trama STM-4c*

La trama de señal STM-4c tiene las mismas dimensiones generales que una STM-4 (9 filas por 1080 columnas), la misma tasa de repetición de trama (8000 tramas por segundo), y por ende el mismo rango de señal (622.08 Mb/s).

El área SOH de un STM-4c es idéntica en estructura a la de la trama STM-4, las primeras 36 columnas están distribuidas en el Encabezado de Sección, la única diferencia al estar los apuntadores AU asociados con los canales STM-1 2 a 4 es que están fijos en un valor de indicador de concatenación (HEX 93FF).

El contenedor de STM-4c comprende 1043 columnas de 9 bytes, un total de 9387 bytes. Estos bytes proporcionan una capacidad de transporte de 600.77 Mb/s en una tasa de repetición de trama de 8000 Hz.

La capacidad de señal para el Encabezado de Ruta está distribuida en la primera columna del VC-4c. (ie un total de 9 bytes por trama).

## Capacidades integradas del encabezado

- Encabezado de ruta de alto y bajo orde
- Encabezado de sección del multiplexor
- Encabezado de sección del regenerador

Slide 55

### *Capacidades integradas del encabezado*

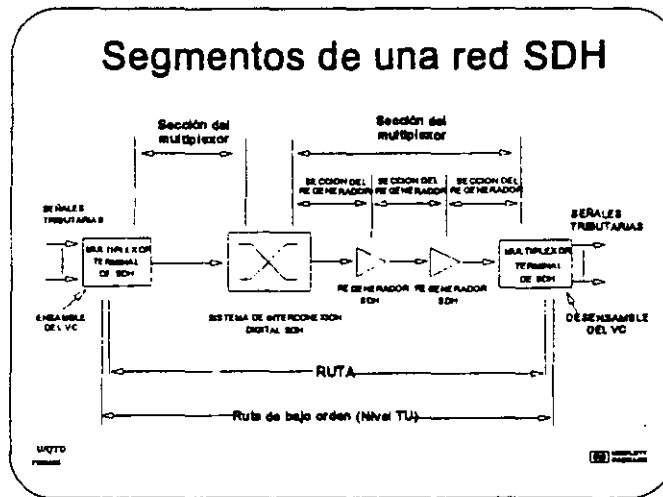
Como ya hemos visto, la trama de transporte síncrono SDH lleva dos clases de datos, a saber el ingreso generando las señales tributarias más las señales de red que dan soporte, nombradas como Encabezado Integrado. Las señales de Integradas del Encabezado proporcionan las funciones necesarias por la red, para transportar eficientemente la señal de la tributaria a través de la red SDH.

El Encabezado Integrado se divide en tres categorías :

- ◆ Encabezado de Ruta
- ◆ Encabezado de Sección del Multiplexor
- ◆ Encabezado de Sección del Regenerador

¿Por qué tres categorías para el encabezado? ¿Dónde residen estas tres señales de encabezado en la trama SDH?  
¿Qué funciones proporcionan cada una?

En esta sección contestaremos estas buenas preguntas.

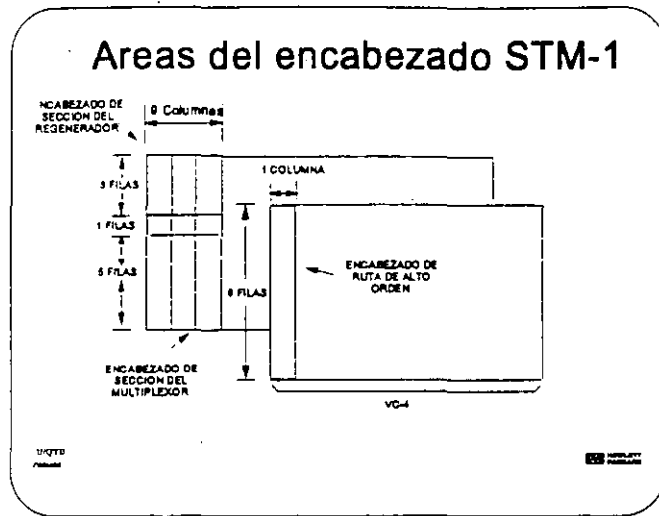


Slide 56

#### *Segmentos de una red SDH*

Para propósitos de administración y mantenimiento de red, la red SDH puede describirse en términos de cuatro diferentes segmentos de red :

1. La Ruta de Bajo Orden que permite al desempeño de la red contar con mantenimiento de extremo a extremo para un servicio de mapeo de TU.
2. La Ruta de Alto Orden que permite al desempeño de la red contar con mantenimiento de extremo a extremo a un nivel VC-4.
3. La Sección del Multiplexor que permite al desempeño de la red contar con mantenimiento entre los nodos de transporte y proporciona la mayoría de los informes de administración de red.
4. El intervalo de la Sección del Regenerador que permite al desempeño de la red contar con mantenimiento entre los regeneradores o entre un regenerador y un Elemento de Red SDH que permita la localización de fallas.



Slide 57

#### *Areas del encabezado STM-1*

El Encabezado de Ruta de Alto Orden (HO POH) está contenido dentro de la parte del contenedor virtual de la trama STM-1. En el caso de un VC-4, el HO POH ocupa todos los 9 bytes de la primera columna. El Encabezado de Ruta da los servicios necesarios para soportar y mantener la transportación del contenedor virtual entre los lugares de término de ruta donde el VC-4 se ensambla y desensambla.

Tanto el Encabezado de Sección del Multiplexor (MSOH) como el Encabezado de Sección del Regenerador (RSOH) residen dentro del área de Encabezado de Sección (SOH) de la trama STM. El RSOH ocupa las filas 1 a 3 del SOH, mientras que el MSOH ocupa las filas del 5 al 9.

El MSOH y el RSOH proporcionan los servicios necesarios para soportar y mantener la transportación de los VCs entre nodos adyacentes en la red SDH.

Nota: La fila 4 del SOH se utiliza por el apuntador de nivel AU (ie bytes H1, H2 y H3).

## Funciones del encabezado de la ruta de alto orden

- Comprobación de paridad
- Información de alarmas y desempeño
- Estructura del VC
- Mensaje de repetición de 64 bytes
- Indicación de multitramas para TUs
- Canal de comunicaciones del usuario

Slide 58

### *Funciones del encabezado de ruta de alto orden (VC-4)*

Una verificación de paridad de intercalación de bits de 8 bits de ancho se calcula sobre todos los bits del VC-4 previo. El valor calculado se coloca en el Encabezado de Ruta de la siguiente trama.

La información de la alarma y del desempeño se incluye como parte el Encabezado de Ruta. (Estas funciones se discuten a mayor detalle en el contexto de la prueba en servicio al final de esta sección).

La estructura del VC-4 se proporciona mediante una "Etiqueta de Señal" de Ruta. Esta es un valor de código de 8 bits que especifica la estructura del VC-4. Pueden existir 256 estructuras diferentes. Por ejemplo, todos los códigos "0" representan VC-4 no equipados (ie, no contienen ninguna señal de servicio).

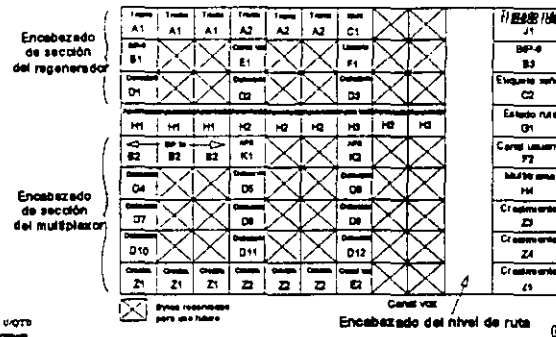
Una franja fija de longitud (64 bytes) se transmite repetidamente en un byte por trama VC-4. La franja de 64 bytes puede contener cualquier mensaje alfanumérico que se asocie con la Ruta.

La continuidad de conexión a la fuente de la señal de Ruta puede verificarse, por tanto, en cualquier terminal receptora a lo largo de la ruta sencillamente monitoreando esta franja de mensaje.

Se proporciona un indicador de multitrama generalizado para las cargas. Actualmente este servicio lo utilizan las cargas estructuradas de TU. Por ejemplo, el Encabezado de TU se distribuye a través de 4 tramas VC-4. El valor del indicador de multitrama en el Encabezado de Ruta identifica la fase de la multitrama de TU que se está transportando por ese VC-4.

Una Canal de Usuario se proporciona para las comunicaciones del operador de red propietario entre el Equipo Terminal de Ruta.

## Bytes realizados del encabezado de ruta de alto orden



Slide 59

### Bytes realizados del encabezado de ruta de alto orden

Los nueve bytes del Encabezado de Ruta STM-1 se llevan en el VC-4 y se componen como se detalla a continuación :

**J1:** El byte J1 se utiliza para transmitir repetitivamente una franja de longitud fija de 64 bytes a fin de poder verificar en cualquier terminal receptora la conexión continua a la fuente de la señal de ruta a través de ésta.

**B3:** El byte B3 proporciona una función de monitoreo de error de "ruta" de BIP-8. La ruta BIP-8 se calcula en todos los bits del VC-4 previo y el valor calculado se coloca en el byte B3 antes de aleatorizarlo.

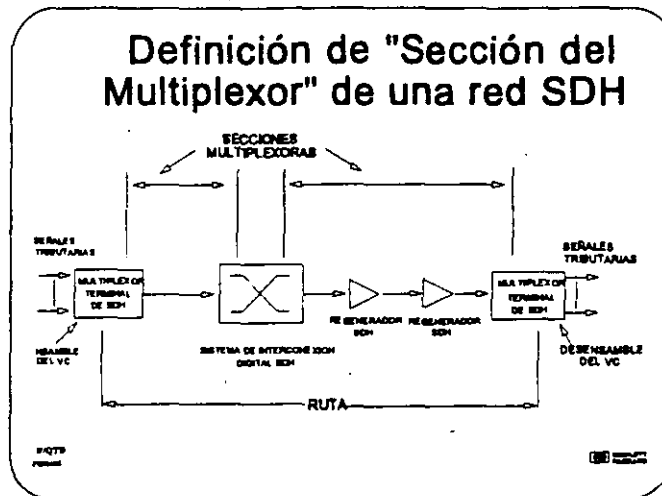
**C2:** El byte C2 indica la construcción del contenedor C-4 asociado mediante un valor de etiqueta asignado de un lista de 256 valores posibles.

**G1:** El byte G1 se utiliza para devolver al Equipo Terminal de Ruta de Alto Orden generador el estatus terminal de ruta y el desempeño. Esta característica permite monitorear el estatus y el desempeño de una ruta doble en cualquier extremo o punto a lo largo de la ruta.

**F2:** El byte F2 se distribuye para propósitos de usuario entre terminaciones de ruta.

**H4:** El byte H4 proporciona una indicación de fase de multitrama para las cargas estructuradas de TU.

**Z3-Z5:** Z3, Z4 y Z5 están reservados para uso futuro.

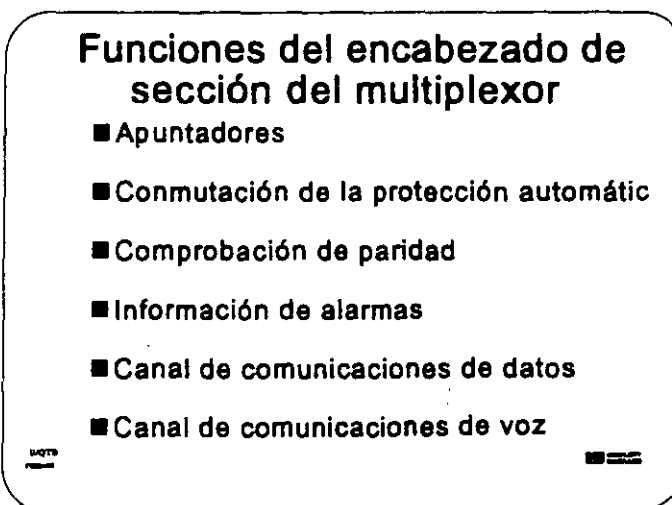


Slide 60

#### *Definición de "Sección del Multiplexor" de una red SDH*

Un intervalo de Sección del Multiplexor de Red SDH comprende el medio de transmisión, junto con el equipo relacionado, que proporciona los medios de la información de transporte entre dos elementos de red consecutivos. Uno de los elementos de red origina el Encabezado de Multiplexor (MTOH) y el otro termina este Encabezado.

Un intervalo de Sección de Multiplexor en la red SDH tiene especial significado ya que está protegido contra la falla de equipo o el deterioro en el desempeño. La protección cubre la funcionalidad de SDH desde el punto en que el MTOH se inserta en el flujo de señal al punto donde éste termina. Así, la transportación de información a través del intervalo de la Sección de Multiplexor de red puede mantenerse al conmutar a los servicios de reserva (o "protección") proporcionados en caso de falla.

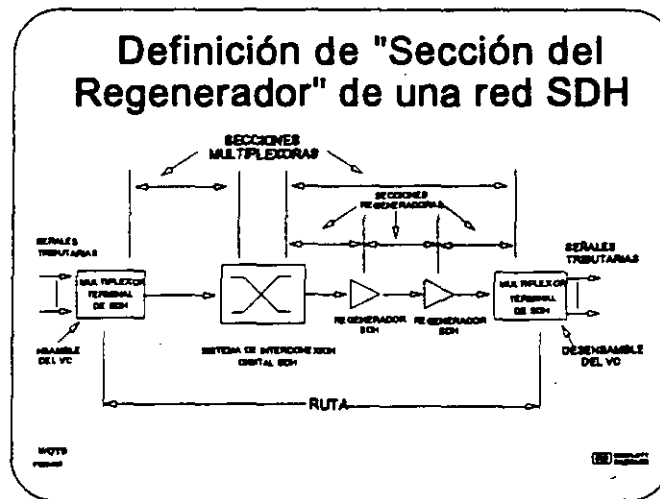


Slide 61





- K1, K2:** K1 y K2 controlan la conmutación de la Protección de la Sección del Multiplexor (MSP). Se definen sólo por el primer STM-1 en una estructura de trama STM-N.
- D4-D12:** Los bytes D4 a D12 proporcionan un canal de comunicación de datos de 576 kb/s entre el equipo de terminación de sección del multiplexor. Este canal de protocolo basado en mensajes se utiliza para llevar la información de administración y mantenimiento de la red. Estos bytes se definen sólo por el STM-1 número 1 de un STM-N.
- Z1, Z2:** Los bytes Z1 y Z2 (3 de cada uno) se reservan para funciones aún no definidas.
- E2:** El byte E2 proporciona un canal de voz express para las comunicaciones de voz entre el equipo de terminación de sección del multiplexor y sólo se define por el STM-1 número 1 de una señal STM-N.
- H1-H3:** Los bytes de apuntador de AU se asocian, pero en realidad no son parte, del MSOH. El H1 y H2 contienen la información del apuntador. Estos tres bytes H3 son los bytes de "acción del apuntador". Los bytes H3 se utilizan para llevar información "en vivo" desde un VC durante la trama STM en la que se dan los ajustes negativos del apuntador. Los apuntadores AU se proporcionan para todos los VC-3/4 en un STM-N.



Slide 63

**Definición de "Sección del Regenerador" de una red SDH**

Un intervalo de la "Sección del Regenerador" de red SDH comprende el medio de transmisión y equipo relacionado entre (i) un elemento de red y un regenerador o (ii) dos regeneradores. El equipo relacionado incluye una interfaz óptica y un equipo de procesamiento SDH que origina o concluye el Encabezado de Sección de Regenerador (RSOH).

Los intervalos de la Sección del Regenerador no están protegidos individualmente.

## Funciones del encabezado de sección del regenerador

- Patrón de alineamiento de trama
- Identificación de STM-1
- Comprobación de paridad
- Canal de comunicación de datos
- Comunicaciones de voz [Orderwire]
- Canal del usuario

UNITE

UNITE

Slide 64

### *Funciones del encabezado de sección del regenerador (RSOH)*

Se proporciona un patrón de alineamiento de trama. Se asignan seis bytes al patrón de trama en una trama de STM-1. Se asignan N veces 6 bytes al patrón de una trama STM-N.

Cada STM-1 dentro de un STM-N se identifica por separado mediante un número binario correspondiente a su orden de aparición en la trama STM-N de bytes entrelazados.

Una verificación de paridad de 8 bits de ancho y de bytes entrelazados se calcula en todos los bits de la trama STM-N. El valor calculado se coloca en el RSOH de la siguiente trama STM-N.

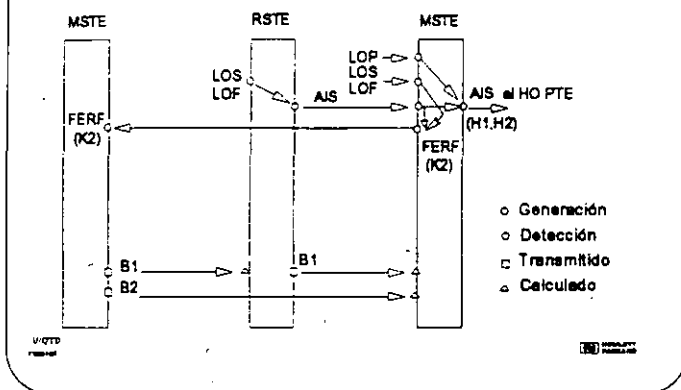
Se proporciona un Canal de Comunicaciones de Datos de 192 kb/s (DCC). Este DCC tiene como propósito permitir el intercambio de la información de administración y mantenimiento de la red basada en mensajes al equipo de terminación de Sección de Regenerador, tales como regeneradores y otros elementos de red SDH.

Se proporciona un canal de voz adicional para las comunicaciones de voz entre el equipo de terminación de Sección del Regenerador. Se intenta que este canal se utilice como canal de voz local reservado para la comunicación de voz entre regeneradores, hubs, y lugares terminales remotos.

La capacidad de señal se proporciona para un Canal de Usuario adicional para las comunicaciones del operador de red. La información transmitida en este canal de comunicaciones de datos puede pasarse sin modificar a través de un regenerador. Alternativamente, el regenerador puede sobreponer la información recibida.



## Funciones del encabezado de sección para mantenimiento en servicio



Slide 66

### Prueba en servicio

Las funciones de señal especiales integradas en bytes particulares del encabezado hacen posible la prueba "en servicio" dentro de la red SDH. Las fallas como Pérdida de Señal (LOS), Pérdida de Trama (LOF), y Pérdida del Apuntador (LOP) hacen que se transmita en la etapa posterior la Señal de Indicación de Alarma (AIS). Se generan diferentes señales AIS dependiendo de cuál nivel de la jerarquía de mantenimiento está afectado. En respuesta a las diferentes señales AIS, y fallas, otras señales de mantenimiento se envían en las etapas iniciales para prevenir problemas en las etapas posteriores. La Falla de Recepción en el Extremo Lejano (FERF) se envía en la etapa inicial en el MSOH después de que MS, AIS, o LOS, o LOF se ha detectado mediante un equipo terminador de sección de multiplexor o regenerador; una Indicación de Alarma Remota (RAI) para la ruta de alto orden se envía en las etapas iniciales después de que se detecta un AIS o un LOP en la Ruta TU mediante un equipo de terminación de ruta de alto orden; de igual manera, el RAI para una Ruta de Bajo Orden se envía en la etapa inicial después de que se ha detectado un AIS o LOP en la Ruta TU mediante un equipo de terminación de ruta de bajo orden.

El monitoreo de desempeño en cada nivel en la jerarquía de mantenimiento se basa en verificaciones de Paridad de bits intercalados (BIP) calculados trama por trama. Estas verificaciones de BIP se insertan en el encabezado asociado con la sección del regenerador, la del multiplexor y los intervalos de mantenimiento de Ruta. Además, el equipo que concluye los intervalos de Ruta HO y LO producen señales de Bloques de Error de Extremo Lejano (FEBE) basadas en errores detectados en los BIP-8 y BIP-2 respectivamente. Las señales FEBE se envían en etapa inicial al extremo de una Ruta que las genera.

## Resumen de la tecnología SDH

- Qué es SDH
- Dispositivos de red y arquitectura
- Repaso de principales estándares
- Cómo funciona SDH

Slide 67

### **Resumen**

Revisemos ahora las ideas y conceptos que se cubren hasta este punto antes de echar un vistazo a las necesidades de prueba típicas en el ambiente SDH.

¿Cómo se define el SDH?

- Como un estándar para una red basada en fibra óptica de alta velocidad.

¿Qué dispositivos se han definido como elementos de red?

- TM, ADM, DXC y regeneradores.

¿Quién definió los estándares SDH?

-CCITT

¿Cuál es la teoría y operación de la tecnología SDH?

-STM-n, VC-4, TUs, Apuntadores, Concatenación.

## Resumen

### \* Estudio del transporte de servicios existentes y nuevos

- VC-4 para 140 Mbit/s
- Estructuras de TUs para 2 Mbit/s
- Concatenación; MANs, BISDN-ATM

### ■ Alarmas y reporte de fallas

- Encabezados de ruta y de secciones del multiplexor y regenerador

### ■ Beneficios al usuario de SDH

- Compatibilidad entre fabricantes
- Rápido aprovisionamiento
- Manejo del ancho de banda
- Supervivencia de la red
- Potencial para nuevos servicios

10/97

10/97

Slide 68

### *Continuación del Resumen :*

¿Cuáles son los servicios que se transportan mediante SDH?

- 64 kb/s, 1.5/2/6/34/45/140 Mbs, HDTV, BISDN, ATM.

La flexibilidad de la red SDH debido a la información de "encabezados" que proporciona el estatus, alarma y administración.

- POH: MSOH, RSOH, canales de comunicación de datos de administración, mensajes de mantenimiento estandarizado.

Los beneficios para los operadores de red al cambiar sus redes de transmisión a SDH, son:

- comodidad de mercado de elementos de red debido a los estándares
- mejor y más rápida administración y control
- aprovisionamiento, re-enrutamiento de servicio, facturación, utilización de ancho de banda, aislamiento de errores.
- potencial para los nuevos y demandantes servicios de ancho de banda
- interconexiones LAN/MAN/WAN, BISDN, CAD/CAM.

## Pruebas en SDH

- ¿ Qué se requiere probar ?
- ¿ Cómo se efectúan estas pruebas

Slide 69

### *Pruebas en SDH*

En esta sección echaremos un vistazo a las clases de prueba que se requieren para el equipo SDH desde la etapa I&D hasta la instalación y operación de la red. Identificaremos las diferentes necesidades para todas las aplicaciones y describiremos cómo se llevan a cabo estas pruebas.

## Aplicaciones típicas de prueba

- Prueba de conformidad
  - △ verificación del diseño
- Prueba de producción
  - △ evaluación de límites de diseño y calidad
- Prueba de instalación/aceptación
  - △ operación del sistema y evaluación
- Prueba de mantenimiento
  - △ señalamiento y aislamiento de falla

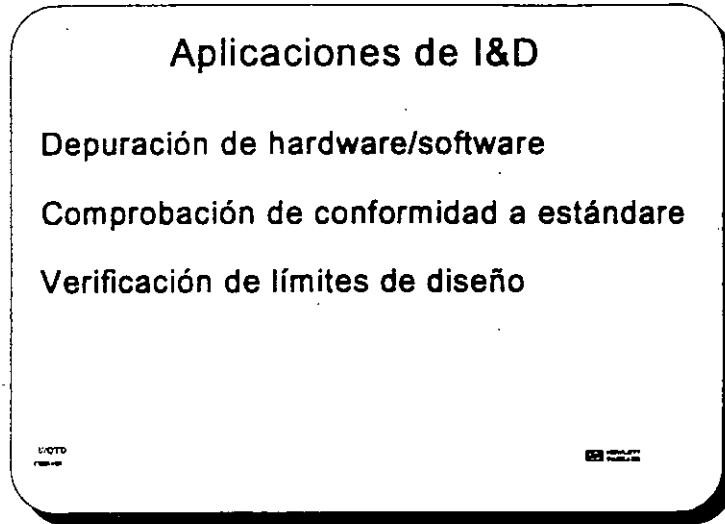
Slide 70

### *Aplicaciones típicas de prueba*

Existen muchos tipos diferentes de pruebas que se requieren, dependiendo de la aplicación. Estas pruebas son necesarias desde la etapa de diseño hasta la instalación y operación de la red. Obviamente, estas aplicaciones



aparecen a lo largo de un rango amplio de clientes diferentes. Identificaremos rápidamente cada uno de estos tipos diferentes y las clases de aplicaciones ahí encontradas.



**Aplicaciones de I&D**

**Depuración de hardware/software**

**Comprobación de conformidad a estándares**

**Verificación de límites de diseño**

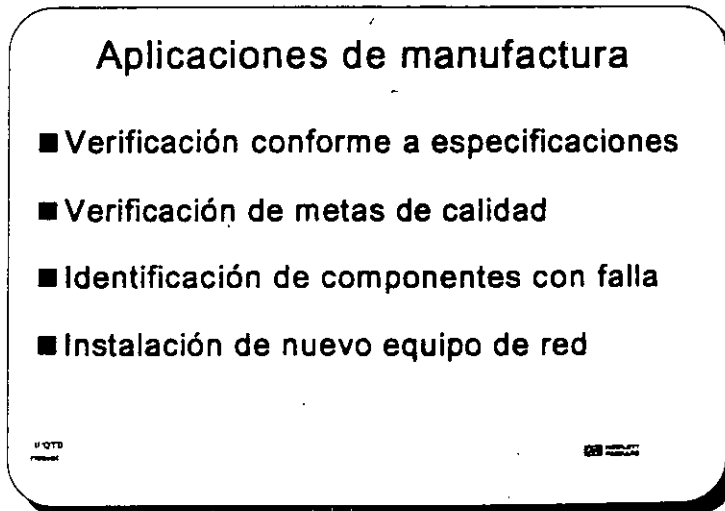
U QTD

U QTD

Slide71

### *Aplicaciones de I&D*

Estas son algunas de las aplicaciones típicas de prueba que se encuentran dentro del ambiente I&D. La aplicación principal aquí es la prueba de conformidad que incluye la corrección de errores en hardware y software, cumplimiento de estándares y verificación de límites y diseños.



**Aplicaciones de manufactura**

- **Verificación conforme a especificaciones**
- **Verificación de metas de calidad**
- **Identificación de componentes con falla**
- **Instalación de nuevo equipo de red**

U QTD

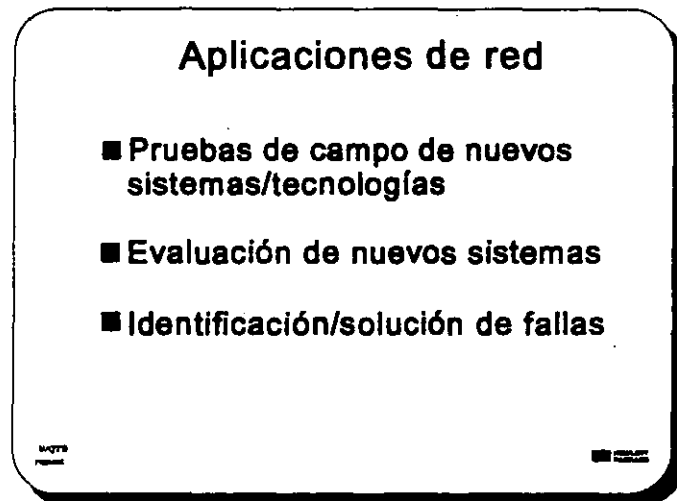
U QTD

Slide 72

### *Aplicaciones de manufactura*

Estas son algunas de las aplicaciones típicas de prueba que se encuentran dentro de la mayoría de los fabricantes

Las principales son las de prueba de producción de los sistemas recientemente ensamblados que requieren de una prueba completa de funcionalidad. Muchos fabricantes también tendrán un departamento de instalación que tomará estos elementos de red y configurará un sistema de acuerdo a los requerimientos de PTT.



Slide 73

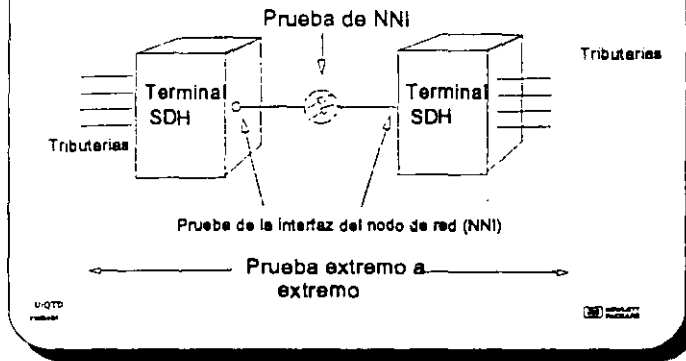
### *Aplicaciones de red*

Dentro de la red existen muchas aplicaciones para equipo de prueba. Siempre que se presenta una nueva tecnología importante, tal como SDH, la PTT querrá realizar pruebas de campo para familiarizarse con los sistemas e investigar cómo mejorar a fondo la tecnología.

Cuando se instala un nuevo sistema, se probará estrictamente durante cierto número de días o semanas para asegurar que el comportamiento de error es satisfactorio.

Finalmente, durante la operación diaria habrá necesidad de herramientas de prueba para cuando se den fallas o problemas inesperados. Cuando hay equipo de diferentes vendedores/PTTs puede ser necesario identificar la fuente de problema.

## Antecedentes de prueba SDH



Slide 74

### Antecedentes de prueba SDH

Actualmente, los sistemas de línea de telecomunicaciones de gran capacidad que ofrecen diferentes vendedores son diseños de propietario. Ya que no hay un Estándar para el aspecto de la interfaz de línea del equipo de red, la prueba se realiza de "extremo a extremo" en un sistema completo de línea, probablemente en una interfaz de tributario G.703. Cada canal de tributaria del sistema se estimula en un lado mediante una señal de prueba que incorpora una Secuencia Binaria Pseudo Aleatoria (PRBS). Por otro lado, los errores en el patrón de bit PRBS se detectan y se realiza una medición de Tasa de Error de Bit (BER) como medición de desempeño.

Ahora SDH estandariza la señal de línea de gran capacidad y las interfaces relacionadas. Esta estandarización hace posible interconectar directamente el equipo de red SDH de diferentes fabricantes. Esto añade una nueva dimensión a los requerimientos de prueba de telecomunicaciones. El punto de interfaz entre equipos, llamado la "Interfaz del Nodo de Red", debe ahora probarse rigurosamente. Esto significa proporcionar una nueva capacidad de prueba que pueda utilizarse en la interfaz de línea de gran capacidad del equipo de red.

## Requisitos de prueba SDH

### CATEGORIAS DE PRUEBA

PRUEBA DE MAPEO	PRUEBA DE DEMAPEO	PRUEBA DE BER	PRUEBAS DE CAPACIDAD DE TRANSPORTE
PRUEBA DE JITTER EN SALIDA DE LA CARGA	PRUEBA DE VARIACION DE TIEMPO		PRUEBAS DEL APUNTADOR
PRUEBA DE ESTRESAMIENTO DE ALARMAS	MONITOREO DEL DESEMPEÑO	PRUEBA DE PROTOCOLOS	PRUEBAS DE ENCABEZADO INTEGRADO
PRUEBA DE PARAMETROS ELECTRICOS	PRUEBA DE PARAMETROS OPTICOS		PRUEBAS DE LA INTERFAZ DE LINEA

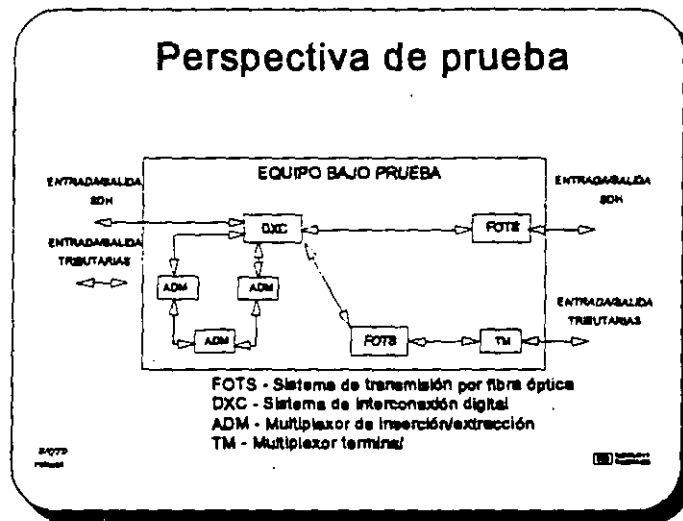
Slide 75

### Requisitos de prueba SDH

El rango de pruebas SDH puede dividirse en cuatro categorías, cada una conteniendo pruebas relacionadas con un aspecto específico de la señal SDH.

1. Pruebas de Capacidad de Transporte. Esta categoría incluye pruebas tales como de BER y de mapeo/demapeo que verifican las capacidades de transporte proporcionadas por SDH. Más específicamente, estas pruebas se necesitan para asegurar que una señal tributaria (eg 2, 34 ó 140 Mb/s) se lleve a través de la red SDH y se entregue incorrupta a su destino.
2. Pruebas de Apuntador. Esta categoría incluye pruebas como de variación de tiempo y jitter de salida tributaria que verifican las capacidades proporcionadas por SDH para acomodar operaciones asíncronas en la red. Más específicamente, estas pruebas se necesitan para asegurar que el desempeño del equipo de red SDH no afectará la operación de otro equipo no SDH ya desplegado en redes.
3. Pruebas de Encabezado Integrado. Esta categoría incluye aquellas pruebas requeridas a fin de probar las características y capacidades de la especificación de interfaz de línea SDH

Cada uno de estos requerimientos de pruebas se considerará a su tiempo.



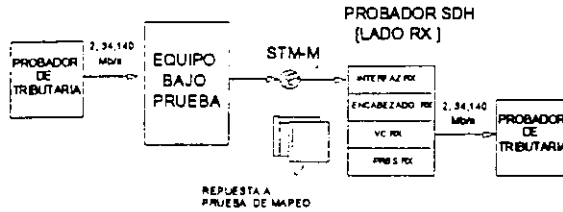
Slide 76

### Perspectiva de prueba

Desde una perspectiva de prueba, vale la pena notar que las interfaces de salida y entrada que se encontrarán en un segmento de la red SDH, esto es interfaces de Entrada/Salida SDH y de Entrada/Salida de Tributaria, son las mismas que las interfaces que se encontrarán en un elemento de red SDH individual.

Además, los mismos tipos de configuraciones de prueba, esto es Entrada SDH a Salida SDH, Entrada SDH a Salida de Tributaria, Entrada de Tributaria a Salida SDH y Entrada de Tributaria a Salida de Tributaria, son posibles en las aplicaciones de manufactura y de campo. Esto significa que el mismo rango de pruebas puede usarse para verificar el desempeño del equipo de red SDH durante la manufactura, y también, los segmentos de la red SDH durante la instalación y solución de errores.

## Prueba de mapeo



- \* PRUEBA DE ESFUERZO DE SINCRONIZACION DE TRIBUTARIA
- REQUIERE CONTROL DE VELOCIDAD DE BIT DE TRIBUTARIA

U-OTD  
FIBER

SDH

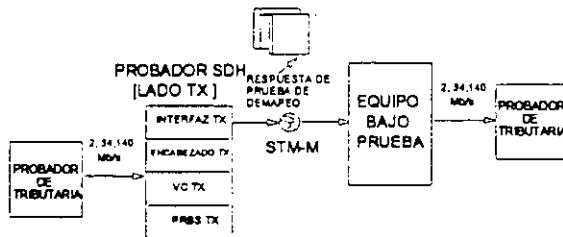
Slide 77

### Prueba de mapeo

Esta prueba verifica el desempeño del proceso de mapeo de tributaria en un dispositivo bajo prueba. El Probador de SDH trabaja en conjunción con un Probador de Tributaria adicional. El Probador de Tributaria proporciona estímulo de prueba, tal como una señal de 140 Mb/s ó de 2 Mb/s, normalmente ensamblada desde un PRBS corriendo a la tasa de bit deseada. La tasa de bit de la señal de prueba de la tributaria se varía para estresar las capacidades de sincronización del proceso de mapeo en el Elemento de Red bajo prueba.

Una vez que la señal tributaria de prueba se ha mapeado en una señal SDH mediante dispositivo bajo prueba, el Probador SDH recupera la tributaria de prueba para su análisis. El proceso de mapeo se verifica bajo condiciones de stress al proporcionar la integridad de la señal tributaria recuperada con una prueba de BER. El probador de SDH puede realizar una Prueba BER por sí mismo o entregar la señal tributaria a un conjunto de prueba externo. En cada caso, sin embargo, una capacidad de demapeo de la tributaria debe proporcionarse en un Probador SDH.

## Prueba de demapeo



- \* PRUEBA DE ESFUERZO DE DESINCRONIZACION DE TRIBUTARIA
- REQUIERE CONTROL DE VELOCIDAD DE BIT DE TRIBUTARIA

U-OTD  
FIBER

SDH

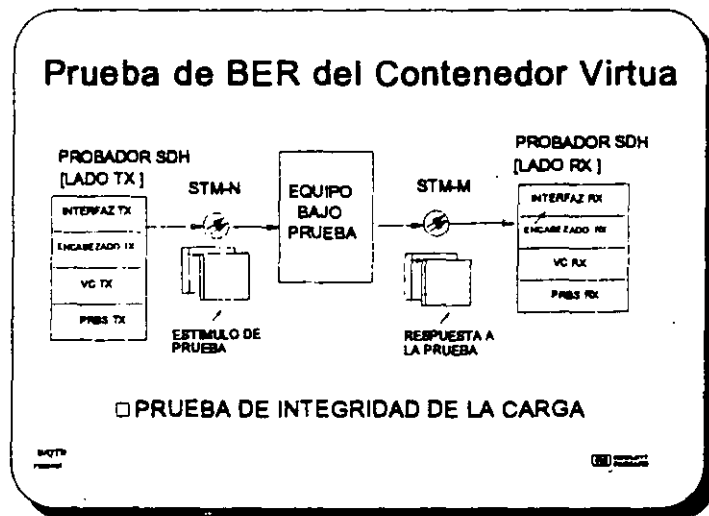
Slide 78

### Prueba de demapeo

En el proceso de mapeo, la sincronización de bits de relleno introduce un rango ligeramente variable de discontinuidades de tiempo de bit individual en la señal tributaria que se está mapeando. Después de demapear, estas discontinuidades de tiempo se quitan mediante un (PLL) "desincronizante". El propósito básico de esta prueba es acentuar el proceso de demapeo y establecer, primeramente, que la integridad de la tributaria se mantiene; y segundo, que el nivel de jitter en la señal tributaria de salida caiga dentro de los límites definidos. Este tipo de prueba también requiere del Probador de SDH para trabajar en conjunto con un Probador de Tributaria.

El probador SDH mapea una señal tributaria en una estructura SDH. Esta señal tributaria puede generarse internamente o posiblemente mediante una fuente de señal tributaria externa. En cualquier caso, una capacidad de mapeo de tributaria debe proveerse en un Probador SDH. La tasa de bit de la señal de prueba de tributaria se varia para estresar el PLL desincronizante del proceso de demapeo en el dispositivo bajo prueba.

El dispositivo SDH bajo prueba demapea la señal tributaria y lo hace disponible en la interfaz de la tributaria apropiada. El Probador de Tributaria conectado a este puerto de salida puede medir el nivel de jitter de la señal tributaria y también el BER para verificar la integridad de la señal tributaria.



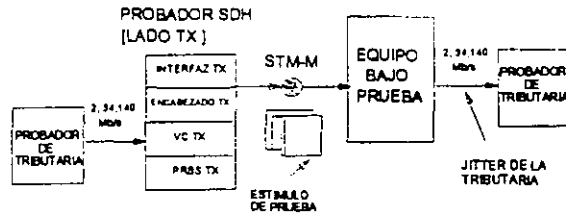
Slide 79

### Prueba de BER del VC

El propósito principal de esta prueba es verificar que un Elemento de Red SDH (multiplexor, regenerador, interconector) puede procesar las señales SDH recibidas sin corromper la información llevada en el contenedor virtual. El probador SDH se conecta a través del Elemento de Red bajo prueba. Los lados de transmisión y recepción del probador necesitan ser independientes a fin de que operen en diferentes rangos de línea SDH si se necesitara.

En el lado de transmisión del probador, un PRBS se carga en todo el ancho de banda del VC seleccionado. Este VC se transmite como parte de una señal SDH estructurada. Este dispositivo bajo prueba recibe, procesa y luego genera la prueba VC como parte de su señal de línea SDH. En el lado de recepción del probador, la prueba VC se demultiplexa y su integridad se verifica mediante una medición de BER en el PRBS recuperado.

## Prueba de jitter en salida de tributaria



\* MEDICION DEL NIVEL DE JITTER  
- CON MOVIMIENTOS CONTROLADOS DEL APUNTADOR

Slide 80

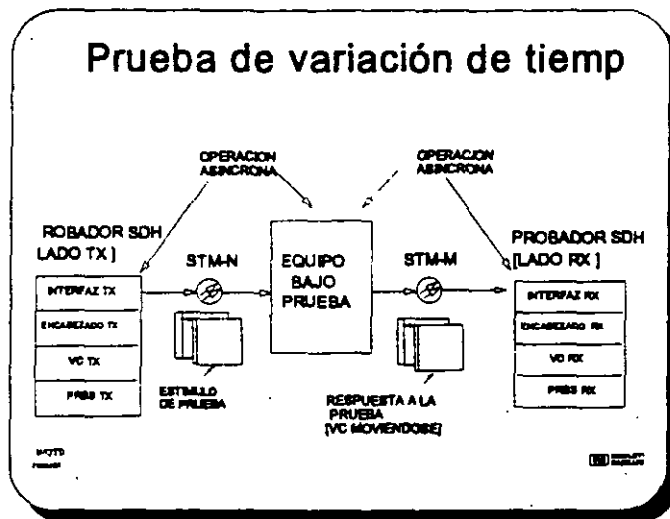
### *Prueba de jitter en salida de tributaria*

Los movimientos del apuntador producen un nivel mucho más alto de jitter de la tributaria que el producido por el proceso de mapeo/demapeo de la tributaria. Esto es porque los ajustes del apuntador introducen discontinuidades de tiempo de 8 ó 24 bits en la señal tributaria. Esta magnitud de discontinuidad de tiempo necesita de cuidado especial en el diseño del PLL "desincronizante" a fin de que se disminuya el nivel de jitter de tributaria. Esta prueba verifica que el nivel de jitter creado en una señal tributaria, como resultado de los ajustes del apuntador AU/TU, cae dentro de límites aceptables. La prueba se lleva a cabo con un Probador SDH trabajando en conjunción con un Probador de Tributaria.

El probador SDH produce un estímulo de prueba que comprende la señal tributaria requerida, como de 140 ó 2 Mb/s, mapeada en una prueba VC que es entonces integrada dentro de una trama de señal SDH. Esta señal tributaria normalmente se ensamblará desde un PRBS corriendo y la tasa de bit deseada y puede proveerse mediante el Probador SDH o mediante un Probador de Tributaria externo.

Además, el probador SDH añade ajustes de apuntador para que el VC de prueba se mueva con respecto a la trama de señal SDH de un modo controlado. El efecto de estos ajustes de apuntador controlados es crear jitter en la señal tributaria demapeada por el dispositivo bajo prueba. El Probador de Tributaria puede entonces realizar una prueba de jitter de salida en la señal tributaria y también verificar su integridad mediante una prueba de BER.

Un conjunto de Pruebas de SDH debe poder generar varios movimientos del apuntador estándar tal como ocurriría bajo condiciones de operación reales o extremas. Estos movimientos del apuntador deberán generarse al nivel AU4 o al nivel TU, dependiendo de la carga que se está llevando, para estresar completamente los diseños de elementos de red. Tanto el HP 75000 Serie 90 como el HP 37724A tienen este tipo de capacidad de control del apuntador.



Slide 81

#### *Prueba de variación de tiempo*

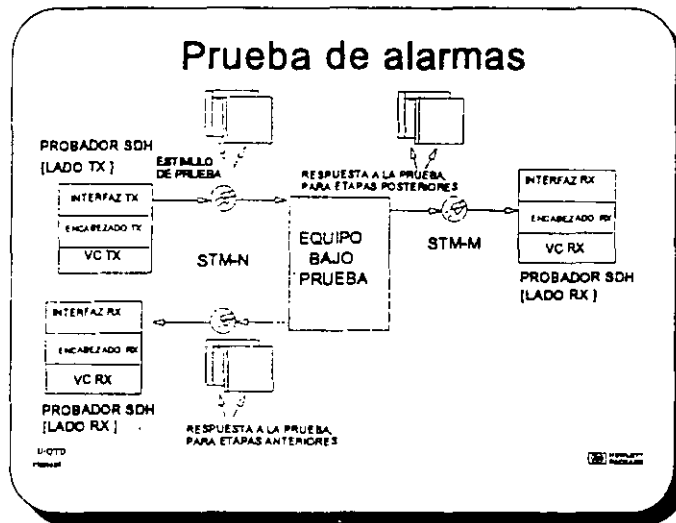
Esta prueba verifica la operación de la circuitería de procesamiento del apuntador dentro de un dispositivo bajo prueba. La fuente de la señal de línea SDH de entrada no se sincroniza a la referencia de tiempo del dispositivo bajo prueba para que exista una variación de tiempo entre los dos.

En el lado de recepción, el probador SDH opera sincronamente con el dispositivo bajo prueba. Esta configuración de prueba requiere de las secciones de transmisión y recepción del probador SDH para operar asincrónamente.



El lado de transmisión del Probador SDH crea un VC de prueba, cargado con un PRBS por ejemplo, que se integra en una señal de línea SDH apropiada. Esta señal de línea SDH no está sincronizada al dispositivo bajo prueba y se varía su frecuencia para estresar las capacidades de procesamiento del apuntador dentro del dispositivo bajo prueba. La variación de tiempo entre la señal de prueba SDH y el dispositivo bajo prueba significa que el valor asociado del apuntador con el VC de prueba deberá ajustarse para sincronizar el VC de prueba al dispositivo bajo prueba. Como resultado, el VC de prueba parecerá moverse con respecto a la trama de señal SDH en la salida del dispositivo bajo prueba.

El lado de recepción del Probador SDH se sincroniza al dispositivo bajo prueba y, después del procesamiento de apuntador adecuado, el VC de prueba puede recuperarse. Una prueba de BER verifica la integridad del VC de prueba en presencia de ajustes de apuntador. También, el número de ajustes de apuntador contados por unidad de tiempo, mediante el lado de recepción del probador SDH, da una medida de la variación en frecuencia entre la referencia de tiempo del dispositivo bajo prueba y la referencia de tiempo de la fuente de prueba. Esto significa que es posible medir la variación de tiempo en diferentes puntos de una red SDH relativas a la referencia de tiempo del VC de prueba.



Slide 82

### Prueba de alarmas

Esta prueba verifica la capacidad de monitoreo de alarma del dispositivo bajo prueba al enviar un estímulo de prueba de alarma desde el Probador SDH. El estímulo de prueba puede integrarse ya sea en las partes del Encabezado de Ruta o del Encabezado de Sección de la señal SDH. Alternativamente, podría realizarse para afectar toda la señal SDH.

A su vez, el dispositivo bajo prueba dará señales para ser generadas posiblemente en las direcciones de señal en etapas anteriores o posteriores. Un probador SDH conectado a cualquier dirección puede entonces aislar la respuesta de prueba para propósitos de verificación.

Por ejemplo, las condiciones principales de alarma como de Pérdida de Señal (LOS), Pérdida de Trama (LOF) y Pérdida de Apuntador (LOP) provocan que la Señal de Indicación de Alarma (AIS) se transmita a las etapas posteriores. Se generan diferentes señales AIS dependiendo de qué nivel de la jerarquía de mantenimiento se afecta (sea la Sección de Regenerador, las Secciones de Multiplexor o de Ruta).

Otras señales de alarma se envían en las etapas iniciales para avisar los problemas en la etapa posterior. La Falla de Recepción del Extremo Lejano (FERF) se envía en la etapa inicial del Encabezado de Sección del Multiplexor después que se ha detectado AIS, LOS o LOF en la Sección del Multiplexor. La Indicación de Alarma Remota (RAI), se envía a la etapa inicial en el Encabezado de Ruta de Alto Orden y de Bajo Orden después de que se ha detectado AIS o LOP en la Ruta en el Encabezado de Ruta de alto orden.

Para las definiciones de alarma, refiérase al Apéndice I.

### Definiciones de eventos y fallas

**ILOS**-Se activa cuando el nivel recibido cae por debajo del valor previsto de tasa de error de 1 en  $10^3$ .  
Se restablece en la recepción de 2 tramas válidas consecutivas

**ILOF**-Activa - 4 tramas consecutivas con patrones de trama inválida  
-Restablece - 2 patrones consecutivos recibidos OK

**ILOF**-Activa - en salida de trama por  $t > 3$  ms  
-Restablece - en trama con  $t > 1$  ms

**ILOP**-Activa - 8 tramas con apuntadores inválidos  
-Restablece - al recibir 3 apuntadores válidos e iguales

Slide 83

#### *Definición de eventos y fallas*

Para dar una apreciación de las condiciones de detección para cada una de estas señales, aquí le presentamos una lista de las definiciones principales. Un conjunto de prueba SDH, al valorar el desempeño de SDH debe poder detectar y reportar éstas correctamente. Si el conjunto de prueba emula operación de elementos de red, debe poder responder apropiadamente a todas las condiciones recibidas así como generarlas.

## Definiciones de condiciones de falla (continuación)

IMS-AIS	Activa - enviado a etapas posteriores en $t < 125\mu s$ después posteriores en $t < 125\mu s$ Restablece - $t < 125\mu s$ después de restablecer LOS/LOF
IFERF	Activa - enviado a etapas anteriores $t < 250\mu s$ después de AIS/LOS/LOP Restablece - $t < 250\mu s$ después de eliminar AIS/LOS/LOP
IPATH RAI	Activa - en recepción de AIS Restablece - al eliminar AIS
ITU Path RAI	Activa - en recepción de AIS Restablece - al eliminar AIS

UQTD

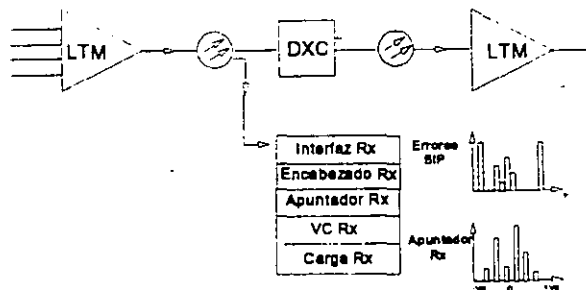
BBT

Slide 84

### Definición de eventos y fallas (cont)

No sólo hay definiciones de condiciones de fallas para la señal a generarse sino que también están estandarizadas las condiciones de recuperación/cancelación de señal.

## Prueba en servicio



UQTD

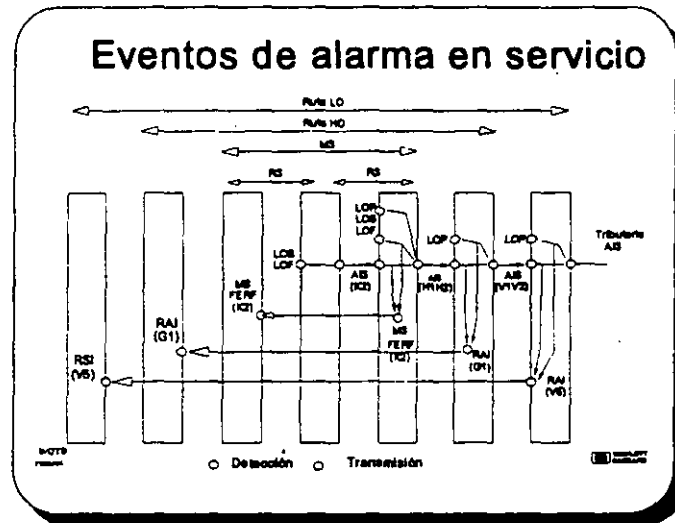
BBT

Slide 85

### Prueba en servicio

El monitoreo en servicio del desempeño de la red permite dar mantenimiento antes de que una degradación se convierta en problema serio (ie perceptible al cliente o que provoca red fuera de operación).

El monitoreo y análisis de los errores de BIP y los movimientos del apuntador de carga pueden proporcionar una indicación particularmente valiosa del desempeño de la red. Estas dos mediciones pueden realizarse en intervalos de tiempo mayores y graficarse el resultado. De esta manera, las tendencias pueden detectarse y tomarse una acción temprana para resolver problemas potenciales.



Slide 86

### Señales de mantenimiento en servicio

La amplia gama de señales de alarma y verificaciones de paridad integrada a la estructura de señal SDH soportan pruebas en servicio efectivas. Las condiciones de alarma principales tales como Pérdida de Señal (LOS), Pérdida de Trama (LOF), y Pérdida de Apuntador (LOP) provocan la Señal de Indicación de Alarma (AIS) para que se transmita a las etapas posteriores. Se generan diferentes señales AIS dependiendo de qué nivel de la jerarquía de mantenimiento se está afectando. En respuesta a las diferentes señales AIS, y la detección de las principales condiciones de alarma de recepción, se envían otras señales de alarma en las etapas iniciales para prevenir de un problema en las etapas posteriores.

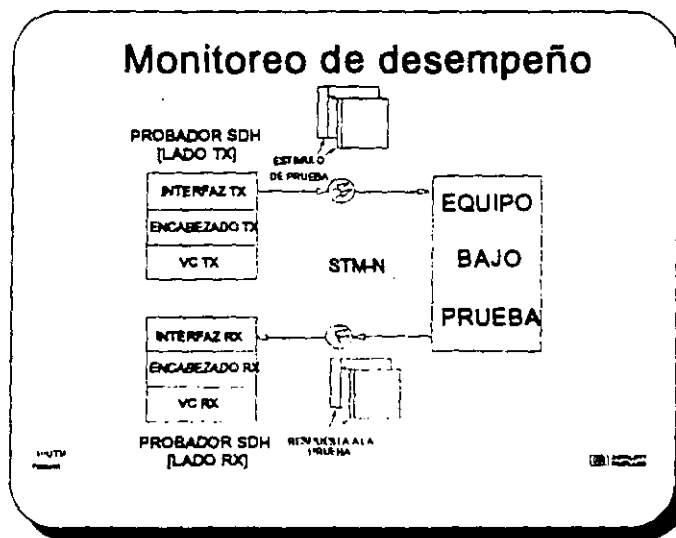
La Falla de Recpción en el Extremo Lejano (FERF) se envía en las etapas iniciales en el Encabezado de Sección del Multiplexor después de que se han detectado AIS, o LOS, o LOF en las Secciones del Multiplexor mediante un equipo que termine en un intervalo de Sección del Multiplexor; una Indicación de Alarma Remota (RAI) para una ruta de alto orden se envía en las etapas iniciales después de que se ha detectado AIS o LOP en la Ruta mediante equipo terminado en Ruta; y de igual manera, una Indicación de Alarma Remota (RAI) para una Ruta de Bajo Orden se envía en las etapas iniciales después que se ha detectado AIS o LOP en la Ruta de Bajo Orden mediante el equipo terminado en una Ruta de Bajo Orden.



### *Señales de mantenimiento en servicio*

El monitoreo de desempeño en cada nivel de la jerarquía de mantenimiento se basa en verificaciones de la Paridad de Bits Entrelazados (BIP) calculados trama por trama. Estas verificaciones BIP se insertan en el encabezado asociado con los intervalos de mantenimiento de la Sección del Regenerador, la del Multiplexor y de Ruta. Además, el equipo terminado en intervalos de Ruta HO o de Ruta LO producen señales de Error de Bloque de Extremo Lejano (FEBE) basadas en errores detectados en los BIPs de las Rutas HO y LO respectivamente. Las señales FEBE se envían en etapas iniciales al extremo generador de una Ruta.

Refiérase al Apéndice I para los detalles de la definición de alarma SDH.

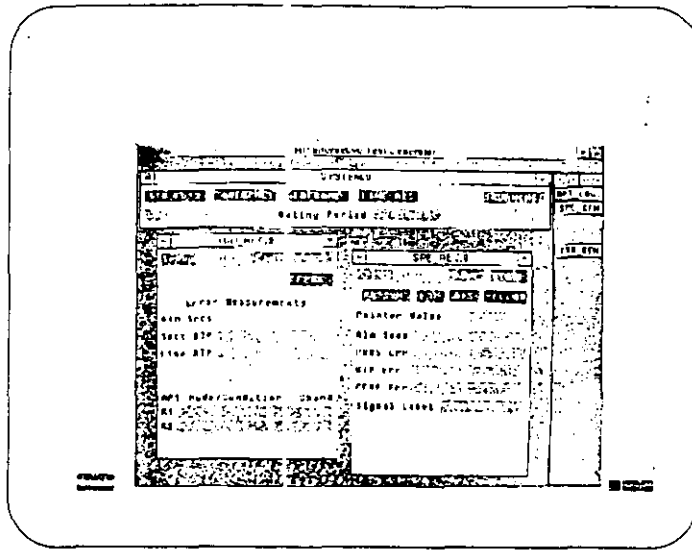


Slide 89

### *Prueba de monitoreo de desempeño*

Esta prueba verifica la capacidad de monitoreo de desempeño del dispositivo bajo prueba. El Probador de SDH inserta errores en una tasa seleccionada de la Paridad de Bits Intercalados (BIP) calculada para la Sección del Regenerador, la del Multiplexor y el Encabezado de Ruta.

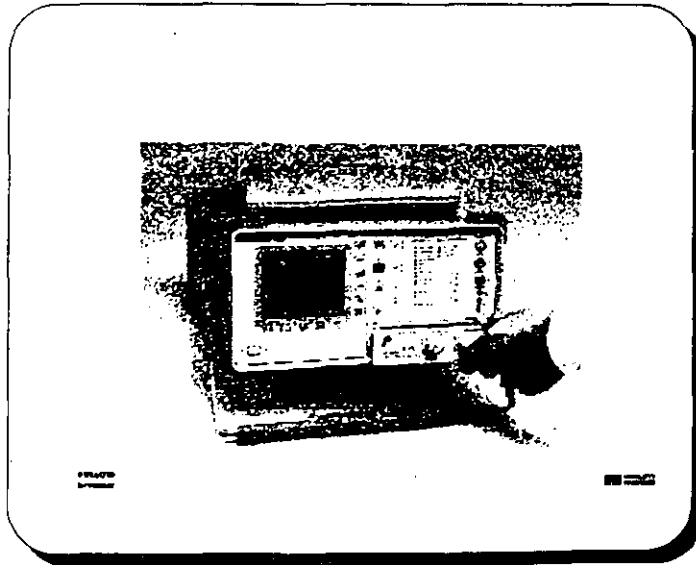
Estos errores estimularán las capacidades de monitoreo de desempeño para el dispositivo bajo prueba. En el caso de errores BIP en las Rutas de Alto y Bajo Orden, el dispositivo bajo prueba producirá una indicación FEBE. Un Probador SDH conectado a la dirección de señal en etapas iniciales puede verificar si se producen los cálculos FEBE correctos para una tasa de error dada.



Slide 90

### *Despliegue de errores en el conjunto de prueba - Serie 90*

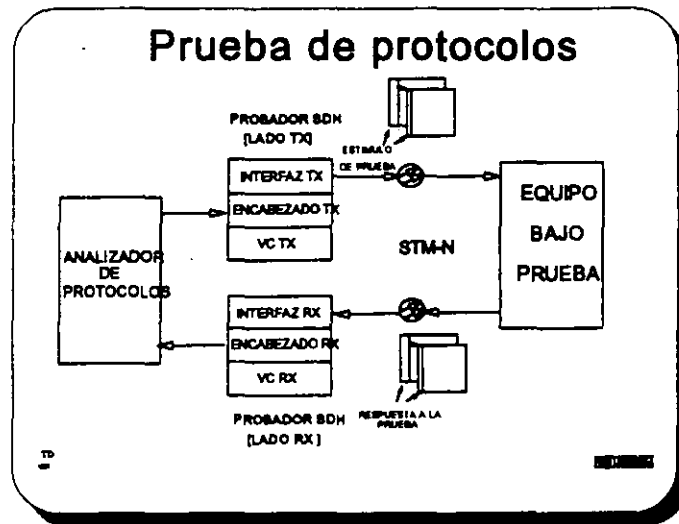
Un conjunto de prueba SDH especial debe poder analizar y desplegar todos los tipos de error detectables desde las áreas de "Encabezado" dentro de la señal SDH. Como ejemplo, considere el desplegado antes mostrado de un Analizador SDH HP 75000 Serie 90. Esto muestra los resultados calculados desde las verificaciones BIP en niveles del regenerador, del multiplexor y de ruta. Asociados con los resultados de ruta (tanto de alto como de bajo orden) están los cómputos FEBE devueltos a la dirección de etapas iniciales para cada BIP de error calculado.



Slide 91

### *Pantalla del HP 37724A*

Una lista de los tipos de errores típicos se muestra aquí en el probador SDH portátil HP 37724A, una herramienta ideal para la instalación y evaluación.



Slide 92

### *Prueba de protocolos*

El encabezado integrado contiene dos Canales de Comunicación de datos (DCCs) uno a 192 kb/s en el Encabezado de Sección del Regenerador y otro a 576 kb/s en el Encabezado de Sección del Multiplexor.

Estos DCCs se utilizan para comunicar mensajes de administración y mantenimiento de red entre elementos de red, y entre elementos de red y el sistema de cómputo de soporte a operaciones. La información basada en mensajes se transfiere mediante una pila de protocolos OSI corriendo a alta velocidad.

Las pruebas de protocolo son esencialmente una extensión de la Prueba de Estresamiento de Alarmas y de Desempeño. El punto es verificar la administración de la red y la información de mantenimiento producida por varias condiciones de señal de encabezado.

El Probador SDH envía un estímulo de prueba, una condición de alarma o error de BIP, integrado en el encabezado de la señal SDH. En este caso, el dispositivo bajo prueba responderá al generar un mensaje en uno u otro de los DCCs. El Probador SDH puede entonces proporcionar acceso a alguno de los DCCs para un Analizador de Protocolos externo a fin de que los mensajes de respuesta de prueba puedan aislarse y analizarse.



## Prueba de conmutación de protección del multiplexor

- Obliga el cambio a la línea de reserva
- Monitorea el tiempo de conmutación del cambio
- Comprueba el umbral del cambio
- Verifica el protocolo MSP

TD

© 2000

Slide 93

### *Prueba de protección de sección del multiplexor*

La MSP es una característica opcional para el equipo terminal de la sección del Multiplexor SDH.

Cuando se proporciona, se estandariza para asegurar la interacción del equipo de diferentes proveedores.

Los mensajes estándar llevados en los bytes K1 ó K2 del encabezado de señal SDH, controlan e indican el estado del MSP.

La conmutación a la línea de protección se da cuando una de las siguientes condiciones existe en una longitud de tiempo especificada o cuando una orden de conmutar se envía en los bytes K1, K2.

- Pérdida de Señal (LOS)
- Pérdida de Trama
- Tasa de Error de Bit  $>1 \times 10^{-3}$
- MAS-AIS

### *Pantalla de configuración de bytes K1, K2 del APS Serie 90*

La habilidad para enviar y decodificar cualquier campo de encabezado dentro de la trama de SDH es una característica esencial para cualquier equipo de prueba SDH. El HP 75000 Serie 90 y el HP 37724A tienen la característica de realizar conmutación de protección de dos maneras :

- transmitiendo errores BIP B2 en una tasa por arriba del umbral de conmutación.
- transmitiendo mensajes apropiados en los bytes de encabezado K1, K2 que controlan la función de Protección de la Sección del Multiplexor.

**Requisitos de pruebas paramétricas**

**PRUEBAS DE LA INTERFAZ OPTICA**

<b>■ TRANSMISOR</b> <ul style="list-style-type: none"><li>● Espectro óptico</li><li>● Potencia media inyectada</li><li>● Relación de extinción del láser</li><li>● Máscara de patrón de ojo</li><li>● Relación señal a ruido del transmisor</li></ul>	<b>■ RECEPTOR</b> <ul style="list-style-type: none"><li>● Sensitividad</li><li>● Sobrecarga</li><li>● Reflectancia</li></ul>
---	--

**PRUEBAS DE LA INTERFAZ ELECTRICA**

<ul style="list-style-type: none"><li>● Máscara de pulsos</li><li>● Diagrama de ojo</li></ul>	
---	--

Slide 97

### *Prueba paramétrica*

Se ha incluido la Prueba Paramétrica en la lista de Pruebas integrales SDH requeridas. Este tipo de pruebas utiliza instrumentación de propósito general y va más allá del alcance de un probador específico para SDH.

La Prueba Paramétrica incluye pruebas que pueden realizarse en las interfaces físicas tanto Ópticas como Eléctricas.

### Pruebas de componentes de interfaz óptica

Las interfaces ópticas tienen un amplio rango de mediciones que requieren realizarse para verificar el desempeño de la interfaz. Con rangos de transmisión ópticos de 2.488 Gb/s, se requiere instrumentos de prueba especializados de equipos como el conjunto de prueba BERT de Alta Velocidad HP 71600. Con un probador BERT de alta velocidad se puede definir el desempeño de la transmisión en términos de un "diagrama de ojo" y una tasa de error asociada. Otros instrumentos, como un medidor de potencia óptica y un Reflectómetro Óptico en el Dominio del Tiempo (OTDR), también se necesitarán para la instalación y prueba de la red.

## Capacidad de prueba programable

- Características de reporte de falla en prueba automática
- Secuencias cíclicas de prueba de estresamiento
- Pruebas de desempeño o de estresamiento a largo plazo

13



Slide 98

### *Capacidad de prueba programable*

En un ambiente de prueba en producción, un equipo de prueba debe poder llevar a cabo una serie completa de pruebas sin intervención del operador. Este tipo de prueba es posible si un equipo es programable en un lenguaje amigable al usuario. Puede, entonces, capturarse cualquier prueba como líneas de código y ejecutarla automáticamente. El HP 75000 Serie 90 y el HP 37724A pueden programarse. El HP 75000 Serie 90 también tiene una característica de generación de programas de prueba automática.

## Resumen

- SDH tiene una capacidad compleja de encabezado y puede portar una variedad amplia de cargas
- Las pruebas serán críticas para asegurar una correcta interoperación del equipo y una confiabilidad de la red
- Las pruebas serán necesarias desde I&D hasta la red

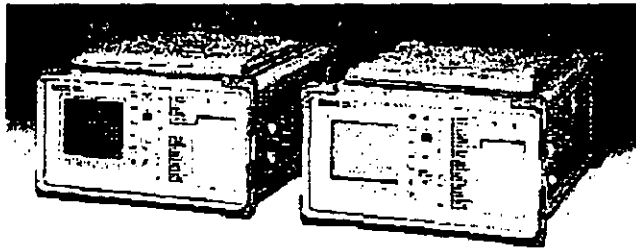
13



Slide 99

## FAMILIA MODULAR HORNET

37714A, 37716A, 37717A y 37718A



Slide 102

### *La contribución de HP a la prueba SDH*

Otra familia de dispositivos para pruebas SDH, además de las anteriores, es la denominada Familia McHornet. Estos son probadores portátiles PDH/SDH.

Hay cuatro modelos de esta familia de productos: 37714A, 37716A, 37717A y 37718A. Estos dispositivos son modulares y se pueden configurar de acuerdo a las necesidades específicas de prueba.

Las principales características de estos equipos son:

Unidades independientes para probar señales PDH/SDH.

Tasas de velocidad PDH de 0.704, 2, 8, 34 y 140 Mbit/s.

Tasas de velocidad SDH de 155 Mbit/s (STM-1) y 622 Mbit/s (STM-4).

Interfaz de LAN para monitoreo a través de red.

Pruebas en y fuera de servicio.

Mux/Demux completo desde 622 Mbit/s hasta  $N \times 64$  Kbit/s donde  $N=1$  a 31.

Análisis y generación de BER y Jitter.

Impresora térmica integrada.

HP está comprometido a dar soluciones de prueba para SDH, hoy y en el futuro. Esto se refleja en los diseños flexibles y actualizables de nuestros dos analizadores SDH.

### MacHornet

	MacGregor	MacBain	MacPie	MacFarnes
PDH BER a 14C Mbits	SI	SI	SI	SI
SDH STM 1/4	SI	SI	SI	SI
Inter	--	SI	--	SI
PDH Estructurado	--	--	SI	SI
	HP 37714A	HP 37717A	HP 37716A	HP 37718A

Slide 103

### MacHornet

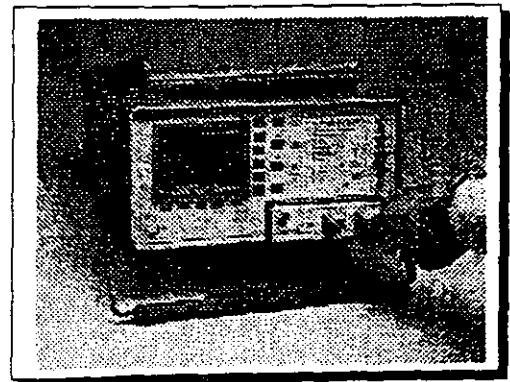
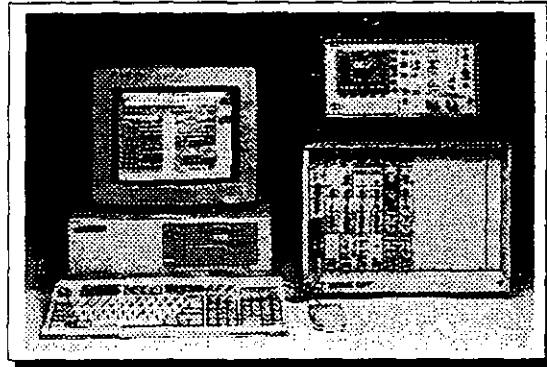
	MacGregor	MacBain	MacPie	MacFarnes
n X 64Kb/s	--	--	SI	SI
Insertión/Extracción 2Mb/s	--	--	SI	SI
M2100 / 6 825	SI	SI	SI	SI
Análisis de Señalización	--	--	SI	SI
Búsqueda de Alarmas	--	--	SI	SI
	HP 37714A	HP 37717A	HP 37716A	HP 37718A

Slide 104

#### *La contribución de HP a la prueba SDH*

Las principales características de los equipos de la familia MacHornet se pueden resumir en las dos láminas anteriores.

## Mediciones en Jerarquía Digital Síncrona (SDH)



## Introducción.

Las pruebas de desempeño, aceptación, instalación y mantenimiento, para los sistemas de transmisión de SDH se clasifican de la siguiente manera:

<b>1. Pruebas de información SDH.</b>	<b>85</b>
1.1 Mapeo de Información.	85
1.2 Información de Transmisión.	86
1.3 Demapeo de Información.	86
<b>2. Pruebas de estresamiento de los equipo de red SDH.</b>	<b>87</b>
2.1 Sincronización de tramas.	88
2.2 Pruebas del circuito de recuperación de reloj óptico.	88
2.3 Pruebas de desincronización.	88
2.4 Pruebas del procesador del apuntador.	89
2.5 Variaciones de frecuencia e inserción de errores/alarmas	89
<b>3. Estímulo a los equipos de red SDH / Pruebas de respuesta del sistema SDH.</b>	<b>90</b>
3.1 Estímulo y respuesta de alarmas.	91
3.2 Estímulo y respuesta del monitoreo de desempeño.	92
3.3 Estímulo y respuesta del MSP (Protección de sección del multiplexor).	92
<b>4. Monitoreo del desempeño "Dentro de servicio".</b>	<b>94</b>
<b>5. Pruebas de los canales de comunicación de datos (DCC).</b>	<b>94</b>
<b>6. Transmisión de encabezados o taras estáticas.</b>	<b>95</b>
6.1 Encabezado de ruta.	95
6.2 Encabezado de sección.	95
<b>7. Secuencia de encabezados o taras de transmisión.</b>	<b>96</b>
7.1 Encabezado de la sección del regenerador.	96
7.2 Encabezado de la sección del multiplexor.	96
7.3 Encabezado de ruta.	96
<b>8. Monitoreo del encabezado de recepción.</b>	<b>96</b>
8.1 Captura del encabezado de recepción.	96
8.2 Monitoreo de H1, H2. Trama por trama.	97
8.3 Detección de variaciones en A1,A1,A1,A2,A2,A2.	97
<b>9. Interfaces Ópticas.</b>	<b>97</b>
9.1 Importancia y soluciones.	98

## 1. Pruebas de información SDH.

Los servicios, 2 Mb/s y 140 Mb/s, de la jerarquía digital pliesiódrona (PDH) son transportados a través de la red SDH como carga dentro de la señal de SDH. Al entrar estos servicios al sistema de transmisión se "mapean" o estructuran en unidades afluentes-n o tributarias-n (TU-n), o en contenedores virtuales (VC-4) de la señal de SDH y posteriormente son transmitidos a través de la red a su destino. Al llegar a su destino, las cargas de 2 Mb/s ó 140 Mb/s son "demapeadas" o se reestructuran de la señal SDH a señal PDH.

Por lo tanto existen tres estados que requieren de una verificación de transmisión libre de error para las cargas de 2 Mb/s ó 140 Mb/s a través de la red SDH.

- Mapeo de Información.
- Información de Transmisión.
- Demapeo de Información.

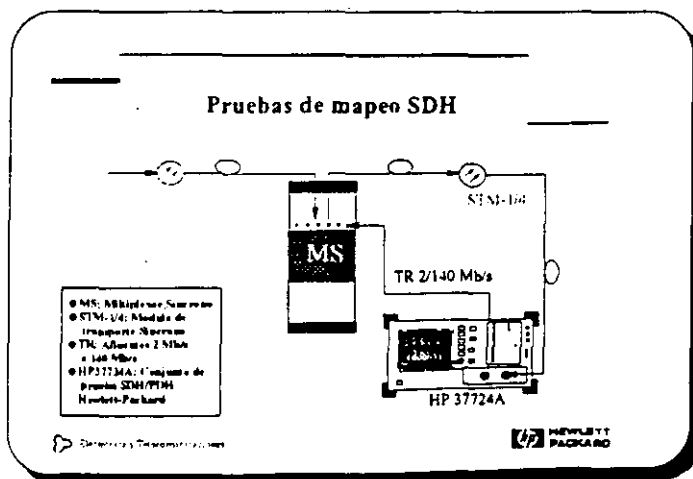
### 1.1 Mapeo de Información.

#### Aplicación.

El mapeo de cargas de 2 Mb/s ó 140 Mb/s en los contenedores apropiados de SDH, debe realizarse sin introducir errores.

El proceso de mapeo se prueba aplicando cargas de 2 Mb/s ó 140 Mb/s a la sección de jerarquías PDH del equipo terminal de SDH. En la sección de jerarquía SDH del equipo terminal, la carga se demapea de la señal SDH mediante el equipo de prueba SDH/PDH 37724A.

Se realizan pruebas de BER (Bit Error Rate) en la carga demapeada para determinar si el equipo terminal introdujo errores a la carga en el proceso de mapeo.





## 1.2 Información de Transmisión.

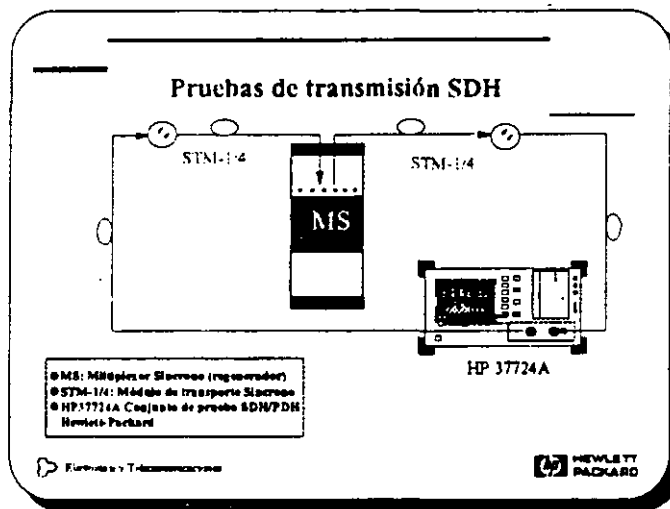
### Aplicación.

La transmisión de la señal SDH no deberá introducir ningún error en la información de transmisión.

El proceso de transmisión se prueba al transmitir una señal de prueba SDH, con una carga específica de 2 Mb/s ó 140 Mb/s con un patrón predeterminado en el equipo de red. El equipo de prueba SDH/PDH, 37724A, recibe la señal SDH del equipo de red y demapea la información.

Se realiza una medición de BER en la información recuperada para determinar si se han introducido errores durante la retransmisión.

El equipo de pruebas HP 37724A SDH/PDH es capaz de demapear la información PDH de 2 Mb/s ó 140 Mb/s desde la señal SDH, STM-1 (155Mb/s) o STM-4 (622 Mb/s).



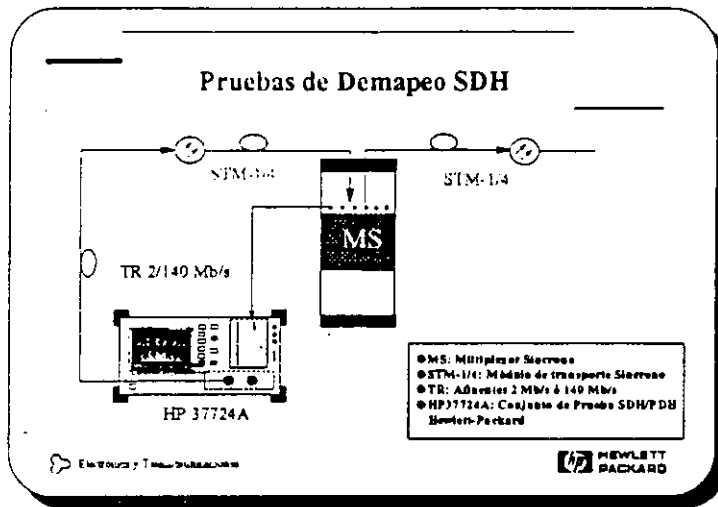
## 1.3 Demapeo de Información.

### Aplicación.

El demapeo de informaciones de 2 Mb/s ó de 140 Mb/s desde una señal SDH debe realizarse sin introducir errores.

El proceso de demapeo se prueba al transmitir una señal SDH a la sección terminal del multiplexor. En la sección terminal de PDH del multiplexor se recibe mediante el equipo de prueba HP 37724A SDH/PDH, a 2 Mb/s (TU-12) ó 140 Mb/s (VC-4).

Se realiza una prueba de BER en la transmisión recibida para determinar si se han introducido errores por el proceso de demapeo.



El equipo de pruebas HP 37724A SDH/PDH, cuando se le conecta el módulo de interface apropiado, puede mapear una señal de 2 Mb/s ó 140 Mb/s en una señal SDH, a intervalos de STM-1 (155Mb/s) y STM-4 (622 Mb/s). Así como demapear una señal SDH, STM-1 o STM-4, a señales PDH, 2 Mb/s o 140 Mb/s.

## 2. Prueba de Estresamiento de la Red.

El desempeño de error de la red puede ser muy bueno bajo condiciones normales de operación. No obstante, la red requiere operar sin errores en condiciones no ideales, sino reales. Con los elementos de prueba de estresamiento de la red SDH/PDH es importante el asegurar que la red opera sin errores bajo condiciones de operación adversas.

La prueba de estresamiento de la red incluye las siguientes mediciones:

- Estresamiento de sincronización de tramas.
- Estresamiento de recuperación del reloj óptico.
- Estresamiento del desincronizador.
- Estresamiento del procesador del apuntador.
- Estresamiento en variaciones de frecuencia e inserción de errores/alarmas.

## 2.1 Sincronización de tramas.

### Aplicación.

Un elemento de la red debe mantener la sincronización incluso cuando se presenten algunos errores de trama. Si el número de errores de trama excede el umbral especificado de 3 ms, el elemento de la red perderá sincronización de tramas provocando una nueva búsqueda de palabras de alineamiento.

El proceso de sincronización de tramas del elemento de la red puede estresarse al inyectarle errores de trama, en los bytes de trama, A1 y A2, del encabezado o tara de sección. Conforme se incrementa el rango de inyección de error de trama en el umbral de sincronización de trama, el elemento de la red indica condiciones Out Of Frame (OOF = Fuera de Trama) y Loss Of Frame (LOF = Pérdida de Trama). Conforme al rango de inyección de error de trama disminuye de nuevo, el elemento de red deberá recuperar la sincronización de trama.

## 2.2 Pruebas de recuperación del reloj óptico.

### Aplicación.

La situación ideal es que los circuitos de recuperación del reloj en las interfaces ópticas del equipo de red recuperen el reloj, incluso cuando se presenten cadenas largas de ceros.

El desempeño de la recuperación del reloj óptico del equipo de red puede medirse al incrementar la longitud de un bloque de sustitución de cero hasta que se presente error de sincronía.

## 2.3 Pruebas de desincronización.

### Aplicación.

Al final de la red SDH, la información de 2 Mb/s ó de 140 Mb/s se demapea desde la señal de SDH. Los ajustes de apuntador en la señal SDH puede provocar altos niveles de fluctuación o "jitter" en las tributarias de salida. Cantidades excesivas de estas fluctuaciones darán como resultado una tasa de error.

La fase de desincronización del elemento de la red deberá disminuir el nivel de flucturación de tributarios en la transmisión, pero la operación correcta bajo condiciones de stress debe verificarse.

La fase de desincronización puede estresarse al añadir secuencias de movimiento del apuntador (definidas en el estándar CCITT G.783) a la señal de SDH de manera que el contenedor de prueba VC-4 se mueva con respecto a la trama SDH de manera controlada.

Puede utilizarse un equipo de pruebas de fluctuación de 2 Mb/s ó de 140 Mb/s para verificar que la fluctuación de salida del desincronizador está dentro de las especificaciones requeridas.

## 2.4 Estresamiento del Procesador del Apuntador.

### Aplicación.

La situación ideal es que una frecuencia de reloj de una señal STM-n que está entrando debe sincronizarse a la frecuencia de reloj del elemento de red. Si no se sincronizan, el elemento de red lo compensa moviendo el contenedor virtual VC-4 relativo a la señal STM-n en curso. Esto se acompaña de movimientos del apuntador.

Se esperan algunos movimientos de apuntador en la red durante la operación normal debido a variaciones en la frecuencia del reloj. Los movimientos del apuntador en exceso pueden indicar un problema de sincronización de la red.

El procesador del apuntador puede ejercitarse al transmitir una señal STM-n al elemento de la red. El transmisor del equipo de prueba y el elemento de la red se sincronizan y el rango de la señal STM-n del equipo de prueba se compensa para ejercitar el procesador del apuntador.

## 2.5 Variaciones de frecuencia e inserción de errores/alarmas.

Para las distintas jerarquías de PDH (2 Mb/s y 140 Mb/s), así como SDH (STM-1 y STM-4) es posible variar su frecuencia de transmisión para poner en prueba al equipo de transmisión SDH, estas mismas pruebas se pueden realizar cuando se este realizando la prueba de Mapeo.

Las variaciones e inserciones se clasifican de la siguiente manera:

Nivel	Variación de frecuencia	Inserción de errores/alarmas
2 Mb/s	+/- 100 ppm	Errores sencillos o con tasa: Bit, Código, Trama. Alarmas: AIS, RAI, MFM Remoto.
140 Mb/s	+/- 100 ppm	Errores sencillos o con tasa: Bit.

155 Mb/s con carga TU-12	+/- 100 ppm +/- 100 ppm	Errores sencillos o con tasa: Trama, RS B1 BIP, MS B2 BIP, Ruta B3 BIP, Ruta FEBE, Bit, TU Ruta BIP, TU Ruta FEBE. Alarmas: LOF, MS AIS, MS FERF, LOP, Ruta AIS, Ruta FERF, Ruta inequipado, TU LOP, TU Ruta AIS, TU Ruta FERF, TU Ruta inequipado.
155 Mb/s con carga VC-4	+/- 100 ppm +/- 100 ppm	Errores sencillos o con tasa: Trama, RS B1 BIP, MS B2 BIP, Ruta B3 BIP, Ruta FEBE, Bit. Alarmas: LOF, MS AIS, MS FERF, LOP, Ruta AIS, Ruta FERF, Ruta inequipado,
622 Mb/s con carga TU-12	+/- 100 ppm +/- 100 ppm	Errores sencillos o con tasa: Trama, MS B2 BIP, Ruta B3 BIP, Ruta FEBE, Bit. Alarmas: LOF, MS AIS, MS FERF, LOP, Ruta AIS, Ruta FERF, Ruta inequipado.
622 Mb/s con carga VC-4	+/- 100 ppm +/- 100 ppm	Errores sencillos o con tasa: Trama, MS B2 BIP, Ruta B3 BIP, Ruta FEBE, Bit, TU Ruta BIP, TU Ruta FEBE. Alarmas: LOF, MS AIS, MS FERF, LOP, Ruta AIS, Ruta FERF, Ruta inequipado, TU LOP, TU Ruta AIS, TU Ruta FERF, TU Ruta inequipado.

### 3. Estímulo a los equipos de red SDH / Pruebas de respuesta del sistema SDH.

El equipo de red cuenta con alarmas integradas y monitores de error que indican al equipo de jerarquía superior e inferior, si existen problemas potenciales en la red.

Si por ejemplo, se detecta una Pérdida de Señal de jerarquía superior o una condición de Pérdida de Trama mediante el Equipo de Terminación de Sección Multiplexor (MSTE), se transmite una Falla de Recepción del Extremo (MS FERF) de jerarquía superior y una alarma de ruta AIS se transmite en la jerarquía inferior.

Si el equipo terminal de ruta detecta un error de paridad (BIP), se transmite un Error de Bloque del punto lejano (FEBE = Far End Block Error), y el error de paridad se almacena en el monitor de desempeño.

El equipo de red puede también contar con interruptores de protección automática integrados. Estos interruptores se conmutan automáticamente bajo ciertas condiciones de alarma o cuando la tasa de error excede el valor del umbral.

Es importante que las alarmas y los monitores de desempeño de error estén funcionando correctamente, a fin de asegurar que los interruptores de protección se conmuten a la red si es necesario. Es igualmente importante que los interruptores de protección reaccionen correctamente a la información de mantenimiento.

### 3.1 Estímulo y respuesta de alarmas.

#### Aplicación.

Los elementos de la red SDH transmiten alarmas en respuesta a ciertas condiciones de error/alarma para indicar un equipo de jerarquía superior e inferior en que existen estas condiciones. Si estas alarmas no se transmiten de manera correcta, en el tiempo adecuado, ocurrirán degradaciones en la señal.

La prueba de alarmas da como resultado la transmisión de una señal de alarma desde el equipo de prueba SDH/PDH, HP 37724A, monitorear los indicadores de alarma del equipo de red y la señal de jerarquía superior e inferir para la respuesta correcta.

**Cuadro de Alarmas SDH**

ALARMA	RSTE		MSTE		PTE	
	Menos	Más	Menos	Más	Menos	Más
Pérdida de señal	MS AIS	N/A	Ruta AIS	MS FERF	Ruta TU AIS	Ruta TU FERF
Pérdida de trama	MS AIS	N/A	Ruta AIS	MS FERF	Ruta TU AIS	Ruta TU FERF
Pérdida de indicador	N/A	N/A	Ruta AIS	MS FERF	Ruta TU AIS	Ruta TU FERF
MS AIS	N/A	N/A	Ruta AIS	MS FERF	Ruta TU AIS	Ruta TU FERF
MS FERF	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

### 3.2 Estímulo y respuesta del monitoreo de desempeño.

#### Aplicación.

Los monitores de desempeño integrados al equipo de red SDH cuentan errores BIP, y comunican los resultados al controlador de red mediante el Canal de Comunicaciones de Datos (DCC = Data Communications Channel). Los monitores de desempeño en el Equipo de Terminación de Ruta (PTE = Path Terminating Equipment) pueden también comunicarse al equipo de jerarquía superior.

Los monitores de desempeño pueden probarse al transmitir errores de BIP en un equipo de prueba SDH/PDH, HP 37724A, en el byte apropiado del encabezado y monitoreando la información "dentro de servicio" en:

Sección del regenerador (RS) - Byte B1 del encabezado o tara de la sección del regenerador.

Sección del multiplexor (MS) - Bytes B2 del encabezado o tara de la sección del multiplexor.

RUTA - Byte B3 del encabezado o tara de ruta.

### 3.3 Estímulo y respuesta del MSP (Protección de sección del multiplexor).

#### Aplicación.

La Protección de Sección del Multiplexor (MSP) es una característica opcional para del Equipo Terminal de Sección del Multiplexor (MSTE) de SDH. Para esos MSTEs, en los cuales se proporcione, el sistema MSP se estandariza para asegurar la interoperabilidad de MSP entre diferentes MSTEs de distintos proveedores.

Los mensajes estándar, llevados en los bytes K1 y K2 en la señal de transporte de encabezado SDH, indican el estado del MSP.

La conmutación a la línea de protección ocurre cuando se satisface una de las siguientes condiciones en un lapso de tiempo determinado:

- Pérdida de Señal (LOS).
- Pérdida de Trama (LOF).
- Falla de Señal - Frecuencia de error de bit  $> 1 \times 10^3$
- Degrado de Señal, BER programable.
- MS AIS.

El umbral de degradación de BER es por lo general programable en el rango de  $1 \times 10^5$  a  $1 \times 10^9$ . El equipo de prueba HP 37724A SDH/PDH puede utilizarse para probar la conmutación de la protección de sección del multiplexor, conmutándola mediante :

La generación de las condiciones de conmutación enlistadas anteriormente.  
La transmisión y monitoreo de los mensajes K1 y K2.

Los bytes K1 y K2 se pueden desplegar de la siguiente manera:

1. **Presente TX** - Despliegue de los valores de K1 y K2 que se han transmitido.
2. **Presente RX** - Despliegue de los valores de K1 y K2 que se han recibido.
3. **Nuevo TX** - Permite que el contenido de los bytes K1 y K2 se fijen para una transmisión futura.

Bits K1 1->4 Selecciona el mensaje MSP a transmitirse.

#### Bits K1 1 - > 4

Selección	Mensaje	Selección	Mensaje
0000	NO SOLICITADO	1000	INTERRUPTOR MANUAL
0001	NO REVERTIR	1001	NO UTILIZADO
0010	REVERTIMIENTO SOLICITADO	1010	SD - POCA PRIORIDAD
0011	NO UTILIZADO	1011	SD - ALTA PRIORIDAD
0100	EJERCICIO	1100	SF - POCA PRIORIDAD
0101	NO UTILIZADO	1101	SF - ALTA PRIORIDAD
0110	EN ESPERA A RESTAURARSE	1110	INTERRUPTOR FORZADO
0111	NO UTILIZADO	1111	PROTECCION CANCELADA

La Alta Prioridad de SD y de SF sólo están disponibles cuando el bit 5 de K2 se ajusta a 1.

Bits K1 5 - > 8 Selección del canal utilizado por los mensajes MSP.

#### Bits K1 5 - > 8

Selección	Mensaje	Selección	Mensaje
0000	CANAL NULO	1000	CANAL OPERANDO # 8
0001	CANAL OPERANDO # 1	10001	CANAL OPERANDO # 9
0010	CANAL OPERANDO # 2	1010	CANAL OPERANDO # 10
0011	CANAL OPERANDO # 3	1001	CANAL OPERANDO # 11
0100	CANAL OPERANDO # 4	1100	CANAL OPERANDO # 12
0101	CANAL OPERANDO # 5	1101	CANAL OPERANDO # 13
0110	CANAL OPERANDO # 6	1110	CANAL OPERANDO # 14
0111	CANAL OPERANDO # 7	1111	CANAL DE EXTRA TRAFICO



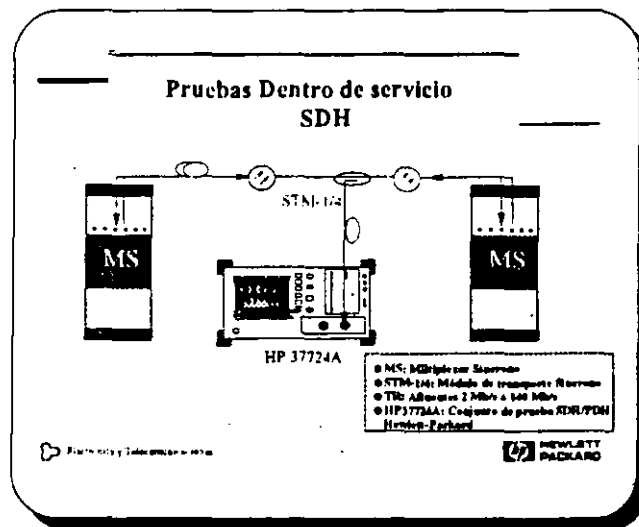
#### 4. Monitoreo de desempeño "Dentro de Servicio".

##### Aplicación.

El monitoreo en servicio del desempeño de la red permite tomar acciones de mantenimiento antes de que una degradación se convierta en problema serio provocando retraso en la red. El monitoreo y análisis de lo que se menciona a continuación proporciona una indicación particularmente valiosa del desempeño de la red :

Errores de BIP.

Movimientos del apuntador de información.



#### 5. Pruebas de Canales de Comunicación de Datos (DCC).

##### Aplicación.

El encabezado de sección contiene dos Canales de Comunicación de Datos (DCC = Data Communication Channels), Sección del Regenerador DCC a 192 kb/s (bytes de encabezado D1 - D3) y Sección de Multiplexeo DCC a 576 kb/s (bytes de encabezado D4 - D12). El DCC comunica los mensajes de administración de la red entre los elementos de la red y el controlador de la misma mediante el sistema computarizado de soporte de operaciones.

Si el DCC no opera correctamente, estos mensajes de administración de red se perderán y las degradaciones en el desempeño de la red pasarán desapercibidas. Esto puede dar como resultado una condición de falla.

La prueba completa de la línea y la sección de DCC puede llevarse a cabo utilizando un analizador de protocolos conectado mediante un equipo de prueba HP 37724A SDH/PDH a los bytes de encabezado apropiados. Al extremo del equipo de prueba HP 37724A SDH /PDH puede ponerse el DCC seleccionado al analizador de protocolos permitiendo que la integridad del DCC se analice.

Si no tiene acceso a un analizador de protocolos capaz de manejar un protocolo DCC SDH, la integridad del DCC puede verificarse mediante una prueba de BER utilizando un HP 37732A, Analizador Digital de Telecomm/Datacomm.

## 6. Transmisión de encabezados Estáticos.

Puede ser deseable establecer un byte de encabezado a un estado estático para ayudar en la solución de problemas, por ejemplo, para verificar rápidamente los "bits estancados" en los bytes del encabezado de ruta.

### 6.1 Encabezado de Ruta.

El valor de cada bit en los bytes del encabezado de ruta: C2, F2, G1, H4, Z3, Z4 y Z5 puede ajustarse a 0 ó 1. El byte B3 no puede ajustarse. El byte J1 puede programarse para llevar mensajes de datos, proporcionando así la facilidad de TRAZO de ruta.

### 6.2 Encabezado de Sección.

El valor de cada bit de los bytes del encabezado de sección en las columnas 1, 4, 7: A1, A2, C1; E1; F1; D1 - D3; K1, K2; D4 - D12; Z1; Z2 y E2 se pueden ajustar a 0 ó 1. Sólo los bits 5 y 6 del byte H1 pueden ajustarse a 0 ó 1. Los bytes B1, B2, H2 y H3 no se pueden ajustar a ningún tiempo.

Si se seleccionan las columnas 2, 5, 8 ó 3, 6, 9 sólo los bytes A1, A2; H1 - H3; B2; Z1 Y Z2 están etiquetados, pues las otras funciones de encabezado no se han definido aún. El valor de cada bit de los bytes de encabezado de sección: A1, A2; H1; H2; Z1; Z2 y todos los bits de las funciones no etiquetadas pueden ajustarse a 0 ó 1. Los Bytes B2 y H3 no pueden ajustarse a ningún tiempo.

Un byte de encabezado no se puede ajustar a un valor estático si una función de prueba "Test Function" está activa en ese byte, por ejemplo: Si se selecciona la Función de Prueba [MSP MESSAGES] entonces el valor K1, K2 se determinará por las selecciones hechas bajo [MSP MESSAGES].

## **Ajustando Funciones de Encabezado Indefinidas.**

Para propósitos de prueba resulta importante poder ajustar los valores de estas funciones de encabezado, las cuales están actualmente indefinidas (Z1) o no etiquetadas como en las columnas 2, 5, 8 y 3, 6, 9.

## **7. Secuencia de encabezados de transmisión.**

Puede ser deseable insertar un patrón en un grupo funcional de bytes de encabezados para propósitos de prueba o de solución de problemas.

### **7.1 Encabezado de la Sección del Regenerador.**

Las secuencias se pueden insertar en 3XA13XA2 (Trama), C1, E1, F1, y D1-D3 (DCC). La secuencia se deriva de 5 bloques hexadecimales de datos, definidos por el usuario. Cada bloque de datos se puede transmitir hasta en 64000 trazos.

### **7.2 Encabezado de la Sección del Multiplexor.**

Es posible insertar secuencias en K1K2 (MSP), D4-D12 (DCC), Z1, Z2 y E2.

La secuencia se deriva de 5 bloques hexadecimales de datos, definidos por el usuario. Cada bloque de datos se puede transmitir hasta en 64000 trazos.

### **7.3 Encabezado de Ruta.**

Las secuencias pueden insertarse en J1, C2, G1, F2, H4, Z3, Z4 ó Z5.

La secuencia se deriva de 5 bloques hexadecimales de datos, definidos por el usuario. Cada bloque de datos se puede transmitir hasta en 64000 trazos.

## **8. Monitoreo del Encabezado de Recepción.**

Cuando se conecta por vez primera a una red SDH, se puede realizar una verificación para comenzar confiadamente al ver el comportamiento de todos los bytes de encabezado. Si la red SDH muestra indicaciones de alarma, se pueden ganar algunos diagnósticos al contemplar todos los bytes de encabezado. Esta facilidad se proporciona en el display [RECEIVE] dentro de [SOH MONITOR] y [POH MONITOR], del equipo de prueba SDH/PDH, HP 37724A.

### **8.1 Captura de encabezados de recepción.**

La sección de regeneración, la del multiplexor y el encabezado de ruta proporcionan funciones de soporte de red, respondiendo dinámicamente a las condiciones de red y necesidades. Es, por tanto, deseable poder capturar la actividad del encabezado en un trazo mediante bases de trazo. Esta facilidad se proporciona en [RECEIVE]; [TEST FUNCION] OVERHEAD CAPTURE, del equipo de prueba SDH/PDH, HP 37724A.



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA  
CURSOS ABIERTOS  
III CURSO INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES  
MODULO III: REDES DIGITALES: ACTUALIDAD Y PERSPECTIVAS**

**REGULACION DE LAS TELECOMUNICACIONES EN MEXICO**

**ING. CARLOS GIRON GARCIA**

**1994**

# REGULACION DE LAS TELECOMUNICACIONES

## EN MEXICO

LA CRECIENTE DEMANDA DE LOS SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES Y EL REQUERIMIENTO CADA VEZ MAYOR DE LOS NUEVOS SERVICIOS COMO EL DE TRANSMISION DE DATOS E IMAGENES, LOS TELEMATICOS, LA TELEFONIA CELULAR, ETC., HAN IMPULSADO A LAS NACIONES A EMPRENDER UNA TRANSFORMACION COMPLETA EN LA ESTRUCTURA DE UN SECTOR DE TELECOMUNICACIONES QUE COMPRENDE DESDE LA AMPLIACION Y MODERNIZACION DE SUS REDES BASICAS, HASTA CAMBIOS PROFUNDOS EN EL ENTORNO NORMATIVO DE SUS TELECOMUNICACIONES, CONFORME A SUS PROPIOS INTERESES Y CON TENDENCIA HACIA LA APERTURA A LA COMPETENCIA Y A LA PRIVATIZACION DE LOS SERVICIOS E INFRAESTRUCTURAS.

EL PLAN NACIONAL DE DESARROLLO 1989-1994, DESTACA A LAS TELECOMUNICACIONES COMO INFRAESTRUCTURA BASICA INDISPENSABLE EN EL PROCESO DE MODERNIZACION Y DESARROLLO SOCIAL DEL PAIS.

EN ESTE PERIODO SE LLEVO A CABO UNA TRANSFORMACION RADICAL DEL MARCO JURIDICO Y DE LA ESTRUCTURA DE ORGANIZACION DE LAS TELECOMUNICACIONES, DONDE DESTACAN COMO CONSECUENCIA DE LA REDEFINICION DE LA FUNCION DEL ESTADO Y DEL CAMBIO DE ACTITUDES, LOS SIGUIENTES RESULTADOS:

- LA SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES SE FORTALECIO COMO ORGANO REGULADOR Y ELIMINO SU PARTICIPACION DIRECTA EN LA CONSTRUCCION O PRESTACION DE SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES.
  
- SE PUSO EN VIGOR EL REGLAMENTO DE TELECOMUNICACIONES, ACORDE AL AVANCE TECNOLOGICO QUE MANTIENE LAS FUNCIONES REGULATORIAS DEL ESTADO Y ESTABLECE LAS BASES PARA EL DESARROLLO DE LAS EMPRESAS PRESTADORAS DE SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES, DENTRO DE UN MARCO DE SEGURIDAD JURIDICA.
  
- SE PRIVATIZO TELEFONOS DE MEXICO, S.A. DE C.V., SOBRE LA BASE DE UN NUEVO TITULO DE CONCESION CON COMPROMISOS DE EXPANSION, CALIDAD DE SERVICIO, INTERCONEXION Y TARIFAS EQUITATIVAS.
  
- SE CREO EL ORGANISMO PUBLICO DESCENTRALIZADO TELECOMUNICACIONES DE MEXICO, PARA PRESTAR LOS SERVICIOS DE COMUNICACION VIA SATELITE Y DE TELEGRAFIA RESERVADOS CONSTITUCIONALMENTE AL ESTADO.
  
- SE PROMOVIO LA COMPETENCIA EN NUEVOS SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES, DONDE DESTACA LA CREACION DE 9 EMPRESAS REGIONALES DE TELEFONIA CELULAR EN COMPETENCIA CON LAS EMPRESAS FILIALES DE TELEFONOS DE MEXICO (NUEVE).
  
- SE HA PERMITIDO LA INVERSION EXTRANJERA HASTA EL 49% EN EMPRESAS DE TELECOMUNICACIONES. EN EL CASO DE TELMEX SE APLICA ESTE LIMITE SOLO PARA LAS ACCIONES CON VOTO ADMINISTRATIVO.
  
- SE REFORMO LA POLITICA TARIFARIA AL ESTABLECERSE UN SISTEMA DE PRECIOS TOPE A LA CANASTA DE SERVICIOS DE TELEFONIA BASICA Y SE LIBERARON LAS TARIFAS EN OTROS SERVICIOS EN COMPETENCIA EQUITATIVA.

# REGLAMENTO DE TELECOMUNICACIONES

EL REGLAMENTO DE TELECOMUNICACIONES, EXPEDIDO EN ESTA ADMINISTRACION, ES EL MARCO REGULATORIO QUE HA PERMITIDO LOS LOGROS ALCANZADOS EN LOS ULTIMOS 4 AÑOS EN LA MATERIA.

DEL CITADO ORDENAMIENTO DESTACAN LOS SIGUIENTES PUNTOS:

- DEFINICIONES ACORDES A LOS CONCEPTOS DE UNA INDUSTRIA MODERNA DE TELECOMUNICACIONES, COMO SON LOS DISTINTOS TIPOS DE REDES Y SERVICIOS.
- DELIMITACION DE LAS FUNCIONES DE REGULACION Y FOMENTO DE LA SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES.
- ESTABLECIMIENTO DE UNA ADMINISTRACION DESCENTRALIZADA PARA LOS SERVICIOS ESTRATEGICOS DE COMUNICACION VIA SATELITES Y TELEGRAFICOS, RESERVADOS AL ESTADO.
- PROCEDIMIENTO DE OTORGAMIENTO DE CONCESIONES PARA INSTALAR, OPERAR Y EXPLOTAR REDES PUBLICAS DE TELECOMUNICACIONES. TAL ES EL CASO DE TELEFONOS DE MEXICO Y DE EMPRESAS DE SERVICIOS PUBLICOS QUE UTILIZAN EL RADIOESPECTRO, QUE CUENTA CON INFRAESTRUCTURA PROPIA.
- PROCEDIMIENTO DE OTORGAMIENTO DE PERMISOS PARA REDES Y SERVICIOS DE VALOR AGREGADO, A TRAVES DE REDES DE TELECOMUNICACIONES CONCESIONADAS, ES DECIR, UTILIZANDO LA INFRAESTRUCTURA DE OTROS, O MEDIANTE UNA RED PROPIA RESTRINGIDA, ENTRE OTROS SERVICIOS SUJETOS AL REGIMEN DE PERMISOS.
- LINEAMIENTOS EN MATERIA DE INSTALACION, OPERACION Y EXPLOTACION DE REDES DE TELECOMUNICACIONES Y EN ESPECIAL LOS COMPROMISOS DE EXPANSION DEL SERVICIO BASICO DE TELEFONIA.
- OBLIGACIONES DE INTERCONEXION DE REDES BASICAS PARA PROMOVER UNA COMPETENCIA EQUITATIVA EN LA PRESTACION DE NUEVOS SERVICIOS DE VALOR AGREGADO, DONDE TELMEX PUEDE PARTICIPAR A TRAVES DE FILIALES.
- NORMAS PARA LA GESTION Y USO EFICIENTE DEL ESPECTRO RADIOELECTRICO, RECURSOS NATURAL LIMITADO DEL DOMINIO DIRECTO DE LA NACION.

# **REGLAMENTO DE TELECOMUNICACIONES**

## **CAPITULO 1**

**OBJETIVO Y DEFINICIONES**

## **CAPITULO 2**

**DISPOSICIONES GENERALES**

## **CAPITULO 3**

**CONCESIONES**

## **CAPITULO 4**

**PERMISOS**

## **CAPITULO 5**

**PERMISOS PARA LA INSTALACION Y OPERACION DE ESTACIONES  
TERRENAS DE COMUNICACIONES POR SATELITE**

## **CAPITULO 6**

**INSTALACION, OPERACION Y EXPLOTACION DE REDES DE  
TELECOMUNICACIONES**

## **CAPITULO 7**

**INTERCONEXION DE REDES DE TELECOMUNICACIONES**

## **CAPITULO 8**

**RADIOCOMUNICACIONES**

## **CAPITULO 9**

**TARIFAS**

## **CAPITULO 10**

**EQUIPOS DE TELECOMUNICACIONES**



## SERVICIOS DE TELEFONIA

CON FUNDAMENTO EN EL MARCO DE REFERENCIA, PODEMOS DESTACAR LOS COMPROMISOS ESTABLECIDOS CON TELMEX, REFERENTES A LA EVOLUCION DE LA RED TELEFONICA A UNA RED DE TELECOMUNICACIONES MEDIANTE LA CUAL SE PUEDA CONDUCIR NO SOLAMENTE SEÑALES DE VOZ SINO TAMBIEN DE DATOS, TEXTO E IMAGEN.

ASIMISMO, SE ESTABLECIERON COMPROMISOS DE EXPANSION, CALIDAD, TARIFAS E INTERCONEXION CON OTRAS REDES DE TELECOMUNICACIONES, ASI COMO CONDICIONES DE COMPETENCIA EQUITATIVA BAJO LAS CUALES TELMEX PUEDE PRESTAR NUEVOS SERVICIOS.

DENTRO DE LOS COMPROMISOS ESTABLECIDOS DESTACAN:

- LA EXPANSION DE LA RED TELEFONICA.
- AMPLIACION DE LA COBERTURA DEL SERVICIO TELEFONICO EN TODAS LAS POBLACIONES DE MAS DE 500 HABITANTES.
- INCREMENTAR LA INSTALACION DE CASETAS PUBLICAS.
- DIGITALIZAR LAS CENTRALES DE LARGA DISTANCIA Y LAS CENTRALES LOCALES.

EN CUANTO A LA CALIDAD DEL SERVICIO SE ESTABLECIERON METAS CONCRETAS QUE HABRAN DE LLEVARSE AL NIVEL DE ESTANDARES INTERNACIONALES EN 1995-1996.

CABE DESTACAR, QUE EN EL ARTICULO SEGUNDO TRANSITORIO DEL REGLAMENTO DE TELECOMUNICACIONES, LA FECHA LIMITE DE EXCLUSIVIDAD DE TELMEX EN LARGA DISTANCIA ES EL 11 DE AGOSTO DE 1996.

ASI MISMO, EN EL TITULO DE CONCESION SE ESTABLECE QUE TELMEX DEBERA DAR INTERCONEXION A PARTIR DEL 1º DE ENERO DE 1997.

PARA ELLO A FINALES DE 1993, PREVIO ACUERDO CON LA SCT, TELMEX PUBLICO EL DOCUMENTO "PLAN DE INTERCONEXION CON REDES PUBLICAS DE LARGA DISTANCIA" QUE SERVIRA DE BASE PARA DISCUTIR LAS REGLAS DE INTERCONEXION CON ELLA MISMA. ACTUALMENTE POR PARTE DE LA SCT, SE ESTA ANALIZANDO EL PROCEDIMIENTO QUE SE EMPLEARA PARA LLEVAR A CABO LA INTERCONEXION, SE ESTIMA QUE PARA FINALES DEL MES DE JUNIO DE 1994 ESTE DEFINIDO EL PROCEDIMIENTO. EN CASO DE QUE ALGUNAS EMPRESAS QUE NO LLEGUEN A ALGUN ACUERDO CON TELMEX PARA LA INTERCONEXION, PODRAN RECURRIR A LA SECRETARIA PARA QUE SE DICTAMINE LO QUE CONVenga.

MIENTRAS TANTO TELMEX DEBERA SEGUIR ADECUANDO SUS TARIFAS LOCALES PARA QUE ESTAS DEJEN DE ESTAR SUBSIDIADAS POR LAS DE LARGA DISTANCIA, LAS CUALES DEBEN SER AJUSTADAS A LOS ESTANDARES INTERNACIONALES QUE SON INFERIORES A LAS QUE ACTUALMENTE SE APLICAN.

# **SERVICIOS DE TELEFONIA**

## **COMPROMISOS ESTABLECIDOS CON TELEFONOS DE MEXICO**

- **EXPANSION DE LA RED TELEFONICA**
- **AMPLIACION DE LA COBERTURA DEL SERVICIO EN TODAS LAS POBLACIONES DE MAS DE 500 HABITANTES**
- **INCREMENTAR LA INSTALACION DE CASSETAS PUBLICAS**
- **DIGITALIZACION DE CENTRALES DE LARGA DISTANCIA Y LOCALES**
- **EN CUANTO A CALIDAD DEBERAN DE ALCANZAR LOS NIVELES DE ESTANDARES INTERNACIONALES EN 1995-1996**
- **ADECUACION DE LAS TARIFAS LOCALES PARA QUE ESTAS DEJEN DE SUBSIDIAR A LAS DE LARGA DISTANCIA, LAS CUALES DEBERAN SER AJUSTADAS A LOS ESTANDARES INTERNACIONALES**

## SERVICIOS DE RADIOCOMUNICACION

### TELEFONIA CELULAR

EN LO REFERENTE A TELEFONIA CELULAR, SE DELIMITARON 9 REGIONES EN EL TERRITORIO MEXICANO, OTORGANDOSE 18 CONCESIONES REGIONALES A EMPRESAS MEXICANAS CON PARTICIPACION DE SOCIOS Y CAPITALES EXTRANJEROS QUE COMPITEN CON LA EMPRESA FILIAL DE TELEFONIA CELULAR DE TELMEX EN CADA REGION.

ASIMISMO, EN UN LAPSO NO MAYOR DE 5 AÑOS SE ESTIMA DEBEN TENER CUBIERTAS LAS CIUDADES Y LOCALIDADES DONDE AL MENOS HABITE EL 75% DE LA POBLACION CORRESPONDIENTE A LA REGION CONCESIONADA.

ADICIONALMENTE ESTOS CONCESIONARIOS DEBEN PROPORCIONAR SERVICIOS DE CASETAS PUBLICAS DE RADIOTELEFONIA DISPONIBLES AL PUBLICO EN GENERAL, ASI COMO EL AMPLIAR LA COBERTURA DE SU RED DE RADIOCOMUNICACIONES, A FIN DE CUBRIR LAS AREAS RURALES DE ACUERDO A LOS PROGRAMAS DE RADIOTELEFONIA RURAL QUE CONCERTEN LA SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES Y LOS GOBIERNOS DE LOS ESTADOS. ASI MISMO, ESTAN OBLIGADOS A DIGITALIZAR Y MODERNIZAR LA RED DE TELEFONIA CELULAR.

ACTUALMENTE EL ESPECTRO RADIOELECTRICO EMPLEADO EN MEXICO PARA LA PRESTACION DE ESTE SERVICIO, CORRESPONDE A LAS SIGUIENTES BANDAS DE FRECUENCIAS:

BLOQUE "A": 825-835/870-880 MHZ (AMCEL)

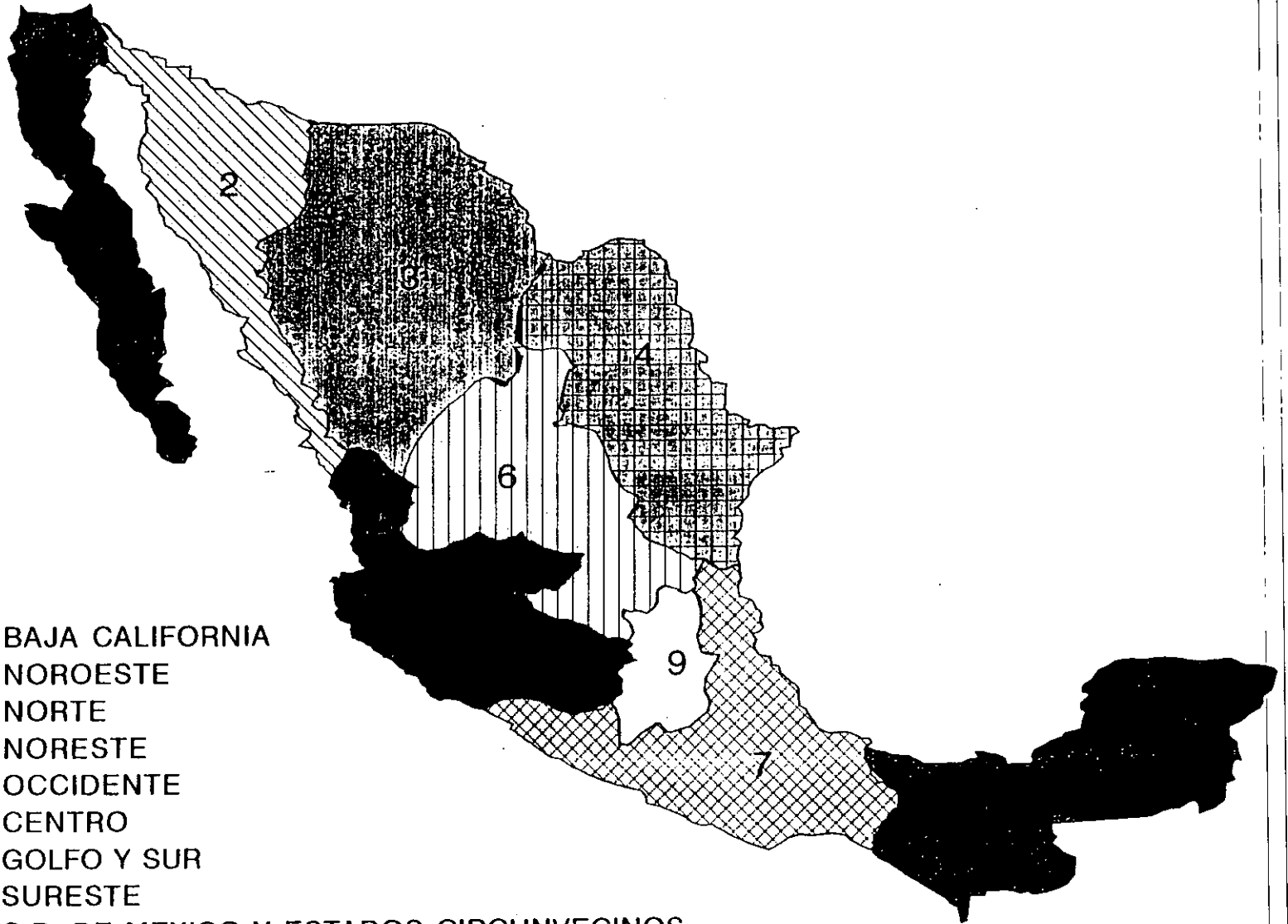
BLOQUE "B": 835-845/880-890 MHZ (TELCEL)










### PROYECTO DE EXPANSION

BLOQUE "A": 824-825/869-870 MHZ  
845-846.5/890-891.5 MHZ

BLOQUE "B": 846.5-849/891.5-894 MHZ

REGIONES EN QUE SE DIVIDE EL PAIS PARA LA PRESTACION DEL SERVICIO PUBLICO DE  
RADIOTELEFONIA MOVIL CON TECNOLOGIA  
CELULAR



- 1  BAJA CALIFORNIA
- 2  NOROESTE
- 3  NORTE
- 4  NORESTE
- 5  OCCIDENTE
- 6  CENTRO
- 7  GOLFO Y SUR
- 8  SURESTE
- 9  C.D. DE MEXICO Y ESTADOS CIRCUNVECINOS

## COMPROMISOS DE LOS CONCESIONARIOS DE TELEFONIA CELULAR

- PARA FINES DE 1994 LOS CONCESIONARIOS ESTAN OBLIGADOS A TENER DISPONIBLE EL SERVICIO EN LAS CIUDADES Y LOCALIDADES DONDE HABITE AL MENOS EL 75% DE LA POBLACION DEL AREA CONCESIONADA.
- AMPLIAR LA COBERTURA EN ZONAS RURALES (RADIOTELEFONIA RURAL) DE ACUERDO A LOS PROGRAMAS QUE CONCIERTE CON LA S.C.T.
- INSTALAR Y MANTENER OPERANDO CASSETAS PUBLICAS RADIOTELEFONICAS
- PUBLICAR CADA DOS AÑOS PREVIO ACUERDO CON S.C.T. UN SISTEMA DE NORMAS DE CALIDAD QUE SE ACTUALIZARA PERIODICAMENTE DE ACUERDO A LOS NIVELES INTERNACIONALES
- EN EL ASPECTO TECNOLOGICO LOS CONCESIONARIOS DEBERAN INICIAR EL PROCESO DE DIGITALIZACION DE LAS RADIOBASES EN LOS PROXIMOS CINCO AÑOS, LO QUE LES PERMITIRA AUMENTAR SU CAPACIDAD, TENER UN MEJOR APROVECHAMIENTO DE LAS FRECUENCIAS ASIGNADAS, ADEMAS DE MEJORAR LA CALIDAD Y PRODUCTIVIDAD DEL SERVICIO.
- EN EL ASPECTO TARIFARIO LOS CONCESIONARIOS DEBERAN TENER TARIFAS QUE SEAN COMPETITIVAS A NIVEL INTERNACIONAL, MISMAS QUE SERAN APLICADAS TAMBIEN A LAS CASSETAS RADIOTELEFONICAS.

RADIO TELEFONIA MOVIL CON TECNOLOGIA CELULAR

GRUPO "A" DE FRECUENCIAS

EMPRESA	AREA DE COBERTURA O REGION	NO. USUARIOS	CIUDAD O LUGAR QUE OPERAN		
		Marzo 1994			
BAJA CELULAR MEXICANA, S.A. DE C.V.	1 BAJA CALIFORNIA	8 717	TIJUANA, B.C. MEXICALI, B.C. ENSENADA, B.C.	ROSARITO, B.C. TEKATE, B.C. S.L. RIO COLORADO, SON.	LA PAZ, B.C.S. LOS CABOS, B.C.
MOVITEL DEL NOROESTE, S.A. DE C.V.	2 NOROESTE	8 898 FEB-94	CULIACAN, SIN. MOCHIS, SIN. MAZATLAN, SIN. GUAMUCHIL, SIN.	GUASAVE, SIN. HERMOSILLO, SON. CD. OBREGON, SON. NOGALES, SON.	GUAYMAS, SON. NAVOJOA, SON.
TELEFONIA CELULAR DEL NORTE, S.A. DE C.V.	3 NORTE	10 329	CD. JUAREZ, CHIH. CHIHUAHUA, CHIH. DELICIAS, CHIH.	CUAUHTEMOC, CHIH. PARRAL, CHIH. TORREON, COAH.	DURANGO, DGO. SALTILLO, COAH.
CELULAR DE TELEFONIA, S.A. DE C.V.	4 NORESTE	20 356 DIC-93	MONTERREY, N.L. TAMPICO, TAMP. REYNOSA, TAMP.	MATAMOROS, TAMP. NUEVO LAREDO, TAMP. CD. VICTORIA, TAMP.	
COMUNICACIONES CELULARES DE OCCIDENTE, S.A. DE C.V.	5 OCCIDENTE	19 311	GUADALAJARA, JAL. TEPATITLAN, JAL. CD. GUZMAN, JAL. PTO. VALLARTA, JAL.	COLIMA, COL. MANZANILLO, COL. TECOMAN, COL. MORELIA, MICH.	URUAPAN, MICH. ZAMORA, MICH. TEPIC, NAY.
SISTEMAS TELEFONICOS PORTATILES CELULARES, S.A. DE C.V.	6 CENTRO	13 027 FEB-94	QUERETARO, GRO. GUANAJUATO, GTO. LEON, GTO. IRAPUATO, GTO.	CELAYA, GTO. AGUASCALIENTES, AGS. SAN LUIS POTOSI, S.L.P. ZACATECAS, ZAC.	
TELECOMUNICACIONES DEL GOLFO, S.A. DE C.V.	7 GOLFO Y SUR	16 230	PUEBLA, PUE. ATLIXCO, PUE. TEHUACAN, PUE. JALAPA, VER. MINATITLAN, VER. VERACRUZ, VER.	CORDOBA, VER. COATZACOALCOS, VER. ORIZABA, VER. POZA RICA, VER. TUXPAN, VER. ACAPULCO, GRO.	CHIHPANCIINGO, GRO. TLAXCALA, TLAX. APIZACO, TLAX. OAXACA, OAX.
PORTATEL DEL SURESTE, S.A. DE C.V.	8 SURESTE	10 275	CAMPECHE, CAMP. MERIDA, YUC. CANCUN, Q.ROO	VILLAHERMOSA, TAB. TUXTLA GUTIERREZ, CHIS. TAPACHULA, CHIS.	CHETUMAL, Q. ROO
SERVICIO ORGANIZADO SECRETARIAL, S.A. DE C.V.	9 D.F. Y LOS EIDOS DE MEXICO HIDALGO Y MORELOS	95 208	MEXICO, D.F. TOLUCA, MEX.	CUERNAVACA, MOR. PACHUCA, HGO.	
	TOTAL:	202 351			

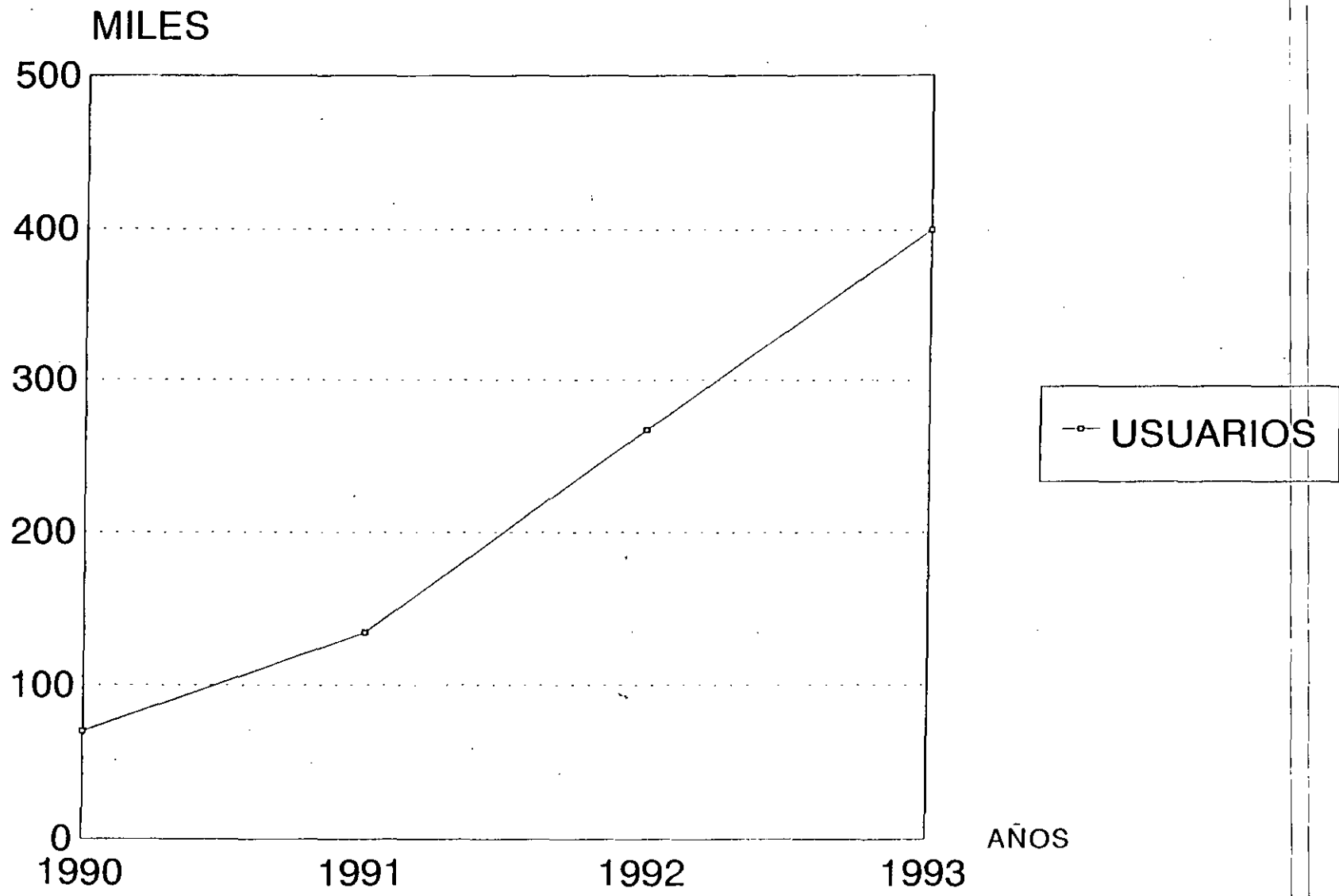
RADIOTELEFONIA MOVIL CON TECNOLOGIA CELULAR

GRUPO "B" DE FRECUENCIAS

EMPRESA	AREA DE COBERTURA O REGION	NO. USUARIOS Marzo 1994	CIUDAD O LUGAR QUE OPERAN		
RADIOMOVIL DIPSA, S.A. DE C.V.	1 BAJA CALIFORNIA	5.125	TIJUANA, B.C. MEXICALI, B.C.	ENSENADA, B.C. S.L.RIO COLORADO, SON.	
RADIOMOVIL DIPSA, S.A. DE C.V.	2 NOROESTE	9.062	HERMOSILLO, SON. NOGALES, SON. GUAYMAS, SON. CD. OBREGON, SON.	NAVOJOA, SON. GUASAVE, SON. CULIACAN, SIN. LOS MOCHIS, SIN.	MAZATLAN, SIN. GUAMUCHIL, SIN.
RADIOMOVIL DIPSA, S.A. DE C.V.	3 NOCHE	8.172	CD. JUAREZ, CHIH. CHIHUAHUA, CHIH. DELICIAS, CHIH.	COAHUILTEPEC, CHIH. PARRAL, CHIH. CAMARIGO JIMENEZ, CHIH.	SANTA BARBARA, CHIH. TORREON, COAH. DURANGO, DGO.
RADIOMOVIL DIPSA, S.A. DE C.V.	4 NORESTE	20.855	MONTERREY, N.L. CADEREYTA, N.L. MATAMOROS, TAMPS. NUEVO LAREDO, TAMPS. CD. MANTE, TAMPS.	REYNOSA, TAMPS. TAMPICO, TAMPS. CD. VICTORIA, TAMPS. MADERO, TAMPS. ALTAMIRA, TAMPS.	SALTILLO, COAH. MONCLOVA, COAH. SABINAS, COAH. PIEDRAS NEGRAS, COAH. NUEVA ROSITA, COAH.
RADIOMOVIL DIPSA, S.A. DE C.V.	5 OCCIDENTE	18.023	GUADALAJARA, JAL. PTO. VALLARTA, JAL. CD. GUZMAN, JAL. TEPATITLAN, JAL.	OCOTLAN, JAL. MORELIA, MICH. URUAPAN, MICH. ZAMORA, MICH.	LA PIEDAD, MICH. TEPIC, NAY. COLIMA, COL.
RADIOMOVIL DIPSA, S.A. DE C.V.	6 CENTRO	8.597	QUERETARO, QRO. SAN JUAN DEL RIO, QRO. LEON, GTO. CELAYA, GTO. GUANAJUATO, GTO.	IRAPUATO, GTO. S.FCO. DEL RINCON, GTO. MOROLEON, GTO. SALAMANCA, GTO. S. MIGUEL ALLENDE, GTO.	AGUASCALIENTES, AGS. SAN LUIS POTOSI, S.L.P. ZACATECAS, ZAC. FRESNILLO, ZAC.
RADIOMOVIL DIPSA, S.A. DE C.V.	7 GOLFO Y SUR	9.461	XALAPA, VER. VERACRUZ, VER. MINATITLAN, VER. CORDOBA, VER. S. ANDRES TUXTLA, VER. COATZACOALCOS, VER.	ACAPOULCO, GRO. CHILPANCINGO, GRO. IGUALA, GRO. PUEBLA, PUE. SAN MARTIN T., PUE. ATUXCO, PUE.	TEHUACAN, PUE. TLAXCALA, TLAX. TUXTEPEC, OAX. OAXACA, OAX. ACAYUCAN, OAX.
RADIOMOVIL DIPSA, S.A. DE C.V.	8 SURESTE	7.710	MERIDA, YUC. PROGRESO, YUC. CANCUN, Q. ROO.	COZUMEL, Q. ROO. ISLAS MUJERES, Q. ROO. VILLAHERMOSA, TAB.	CD. DEL CARMEN, CAMP.
RADIOMOVIL DIPSA, S.A. DE C.V.	9 D.F. Y EDO. DE MEXICO, HIDALGO Y MORELOS.	120.417	MEXICO, D.F. TOLUCA, MEX. VALLE DE BRAVO, MEX.	CUERNAVACA, MOR. CUAUTLA, MOR. OAXTEPEC, MOR.	PACHUCA, HGO. TULANCINGO, HGO.
	TOTAL:	207.422			



ESTADISTICA DE USUARIOS DEL SERVICIO DE RADIOTELEFONIA MOVIL CELULAR



14

## SERVICIO MOVIL DE RADIOCOMUNICACION ESPECIALIZADA DE FLOTILLAS ( Trunking )

ESTE SERVICIO CONSISTE BASICAMENTE DE UNA RADIOCOMUNICACION DE VOZ Y DATOS QUE SE ESTABLECE ENTRE UNA ESTACION BASE (CENTRAL DE DESPACHO) Y TERMINALES MOVILES, UTILIZANDO LA TECNOLOGIA DE FRECUENCIAS PORTADORAS COMPARTIDAS, CON LA POSIBILIDAD DE COMUNICAR HASTA EL 20% DEL TOTAL DE SUS USUARIOS CON SUSCRIPTORES DE LA RED TELEFONICA PUBLICA.

DICHO SERVICIO ACTUALMENTE ATIENDE LOS REQUERIMIENTOS DE RADIOCOMUNICACIONES PRIVADAS DE PERSONAS FISICAS Y EMPRESAS, PARA LAS CUALES CADA VEZ ES MAS DIFICIL ASIGNARLES FRECUENCIAS EN LAS BANDAS ATRIBUIDAS AL SERVICIO RADIOTELEFONICO PRIVADO EN MEXICO (148-174 MHz Y 470-512 MHz), QUE SE ENCUENTRAN SATURADAS EN GRAN PARTE DEL PAIS.

LAS BANDAS DE FRECUENCIAS EMPLEADAS ACTUALMENTE SON:

806-821/851-866 MHz

(MOVIL) (BASE)

QUE CORRESPONDE A UN TOTAL DE 599 CANALES DE 25 KHZ.

SE TIENE UNA BANDA PROYECTADA PARA EMPLEARSE A FUTURO:

896-901/935-940 MHz

(MOVIL) (BASE)

CON CANALES DE 12.5 KHZ.

PARA FOMENTAR EL SERVICIO DE "TRUNKING", LA SCT HA TOMADO UNA SERIE DE MEDIDAS TENDIENTES HA MEJORAR LAS CONDICIONES EN LA PRESTACION DEL SERVICIO TANTO PARA LOS CONCESIONARIOS, COMO PARA LOS SUSCRIPTORES, SIENDO LAS MAS IMPORTANTES:

- "FLEXIBILIDAD DE LAS TARIFAS DEL SERVICIO" A TRAVES DEL ESTABLECIMIENTO DE TARIFAS MAXIMAS, EN LOS CASOS EN QUE EXISTA AL MENOS DOS CONCESIONARIOS.
  
- ASEGURAMIENTO DE LA "MODERNIZACION DE LOS SISTEMAS" MEDIANTE EL ESTABLECIMIENTO DE PLAZOS PARA LA DIGITALIZACION DE EQUIPOS.
  
- "RACIONALIZACION Y EFICIENCIA DEL USO DEL ESPECTRO RADIOELECTRICO", CUIDANDO QUE LA ASIGNACION DE FRECUENCIAS ADICIONALES A LOS CONCESIONARIOS SE EFECTUEN CUANDO ESTOS HALLAN ALCANZADO LOS NIVELES PROMEDIO DE USUARIOS POR FRECUENCIA DEFINIDOS EN LOS TITULOS DE CONCESION.
  
- "FOMENTO PRIORITARIO A LOS SISTEMAS PUBLICOS" SIN DESCARTAR LA POSIBILIDAD DE AUTORIZAR SISTEMAS PRIVADOS.
  
- "ASIGNACION DE NUEVAS FRECUENCIAS" EN LA BANDA DE 900 MHZ DE INICIO EN LA CIUDAD DE MEXICO Y SU ZONA METROPOLITANA.

# **SERVICIO DE RADIOCOMUNICACION ESPECIALIZADA DE FLOTILLAS (TRUNKING)**

## **SITUACION ACTUAL:**

**DURANTE EL PERIODO 1990-1993 SE HAN OTORGADO:**

**8 CONCESIONES PARA RUTAS CARRETERAS  
16 CONCESIONES PARA CIUDAD  
2 CONCESIONES POR REGION**

## **CIUDADES CUBIERTAS**

**GUADALAJARA  
MEXICO, D.F. Y ZONA CONURBADA  
MONTERREY  
AGUASCALIENTES  
LEON  
QUERETARO  
TAMPICO  
TOLUCA  
ACAPULCO  
PUEBLA  
CULIACAN  
LOS MOCHIS**

## **USUARIOS**

**APROXIMADAMENTE 30,000 (ENERO 1994)**

## SERVICIO DE RADIOLOCALIZACION MOVIL DE PERSONAS (Paging)

EL SERVICIO CONSISTE EN EL ENVIO DE MENSAJES CORTOS DE TONO, VOZ, NUMERICOS O ALFANUMERICOS EN FORMA UNIDIRECCIONAL USANDO UNA FRECUENCIA ESPECIFICA (PAGING).

DICHO SERVICIO HA MOSTRADO UN DESARROLLO MUY IMPORTANTE A PARTIR DEL AÑO 1991, CUANDO SE OTORGO LA PRIMERA CONCESION A NIVEL NACIONAL EN MEXICO, CON UN EFECTO RELEVANTE EN LA APERTURA DE LA COMPETENCIA EN LA PRESTACION DEL SERVICIO CON EL CONSECUENTE BENEFICIO PARA LOS USUARIOS.

LAS BANDAS DE FRECUENCIAS ATRIBUIDAS EN MEXICO PARA ESTOS SERVICIOS SON:

150-174 MHZ.  
929-930 MHZ.  
931-932 MHZ.

PARA MEJORAR LAS CONDICIONES EN LA PRESTACION DEL SERVICIO, LA SCT HA TOMADO LAS SIGUIENTES MEDIDAS:

- FLEXIBILIDAD DE LAS TARIFAS DEL SERVICIO.
- ESTABLECIMIENTO DE COMPROMISOS DE OPERACION A LOS CONCESIONARIOS, A FIN DE QUE INCORPORA A SUS SISTEMAS LAS MODALIDADES DEL SERVICIOS Y LAS TECNOLOGIAS MAS AVANZADAS, PARA LO CUAL SE DISPONDRA DE LAS FACILIDADES REGULATORIAS REQUERIDAS PARA LA INTRODUCCION DE SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES DE VALOR AGREGADO.

# INDICE

---

	Página
PROLOGO	11
TEORIA	
Capítulo 1            FUNDAMENTOS DE LOS SISTEMAS DE COMUNICACION	15
Capítulo 2            MUESTREO	21
Capítulo 3            MULTIPLEX	38
Capítulo 4            MODULACION POR CODIFICACION DE PULSOS (PCM)	54
Capítulo 5            SEÑAL Y RUIDO EN PCM	67
Capítulo 6            COMPANSION EN PCM	72

## EXPERIMENTOS

LISTA DEL EQUIPO NECESARIO PARA REALIZAR LOS EXPERIMENTOS	119	
NOTAS	120	
Experimento 1	MUESTREO Y RECONSTRUCCION	124
Experimento 2	MUESTREO Y RETENCION (MUESTREO DE TECHO PLANO)	127
Experimento 3	MULTIPLEX POR DIVISION DE TIEMPO	130
Experimento 4	SINCRONIZACION	135
Experimento 5	TRANSMISION DE DATOS (SUB-MULTIPLEX) Y UN SISTEMA TDM-PAM DE DOS CANALES	142
Experimento 6	MODULACION POR CODIFICACION DE PULSOS (PCM)	148
Experimento 7	DEMODULACION PCM Y CANAL PCM	153
Experimento 8	PCM CON COMPANSION	157
Experimento 9	SISTEMA TDM-PCM	159

# CAPITULO 1

## FUNDAMENTOS DE LOS SISTEMAS DE COMUNICACION

### INTRODUCCION

Históricamente, los primeros sistemas de comunicación fueron básicamente analógicos la voz o la señal de información era superpuesta de algún modo a una señal portadora y ésta se transmitía. Hay muchos ejemplos de comunicación analógica - posiblemente las transmisiones de radio en AM y FM son las más conocidas y ampliamente usadas. Otras formas incluyen teléfonos, intercomunicadores, etc.

Analizaremos los sistemas de comunicación analógica desde el punto de vista de ancho de banda, relación señal-ruido y otros parámetros relevantes. Nos restringiremos a la consideración de sistemas de comunicación verbal, de modo que este libro tratará principalmente de esos sistemas.

### UN SISTEMA DE COMUNICACION

Cualquier sistema de comunicación puede ser dividido en los componentes mostrados en la figura 1.1.

La función de cualquier sistema de comunicación es cumplir la ecuación:

(señal de salida) = (señal de entrada), donde en la práctica la igualdad es reemplazada por  $\approx$ .

El modulador convierte la señal de entrada en una forma aceptada por la línea de transmisión (o canal o medio). Por ejemplo, en un sistema de comunicación de AM, el medio de transmisión consiste en una determinada banda de frecuencias en el espacio. En este caso, el modulador convierte las señales de entrada de baja frecuencia a una señal de salida de radiofrecuencia, cuya frecuencia está en la banda de frecuencias deseada.

La función del demodulador es exactamente opuesta a la del modulador; debe recuperar la señal de información de la señal transmitida.





FIGURA 1.1: Diagrama en bloques de un sistema de comunicación

Si todos los componentes del sistema de la figura 1.1 fueran ideales, la señal de salida del demodulador debería ser idéntica a la señal de entrada del modulador, tal como se desea. Pero, en realidad, en cada componente del sistema se agregan a la señal ruido y distorsión.

Puede definirse como ruido cualquier fuente de corrupción de la señal de información. Hay muchas fuentes de ruido. La mayoría de clases de ruido son inherentes a un circuito o sistema particular, y están siempre presentes y deben ser tomadas en cuenta. Hay algunas clases de ruido que se generan intencionalmente en una técnica particular de procesamiento de señal y son de hecho parte de la técnica. Más adelante en este libro, encontraremos ejemplos de ambas clases de ruido, incidental e intencional.

El ruido aparece como un agregado a la señal que le distorsiona. Pero una señal puede ser distorsionada por otros factores que no son ruido aditivo, tales como un ancho de banda limitado del canal que causa la atenuación de ciertos componentes de frecuencia de la señal, distorsionando por lo tanto la señal. Este, y efectos similares son denominados distorsión.

Retornando a nuestro sistema de comunicación teórico, podemos ver que para hacerlo más real, debemos agregar fuentes de ruido. Esto se hace en la figura 1.2.

Ya que siempre existe una componente de ruido junto a la señal, lo que nos interesa no es la cantidad absoluta de ruido, sino la relación entre la señal y el ruido, denominada Relación Señal a Ruido, o para abreviar RSN (Signal to Noise Ratio). La RSN puede ser definida como la relación entre la amplitud de la señal y la amplitud de ruido, o como la relación entre la potencia de señal y la potencia de ruido. Las RSN son expresadas generalmente en decibelios (dB). La RSN está dada por:

$$\begin{aligned}
 \text{RSN(dB)} &= 10 \lg\left(\frac{P_s}{P_n}\right) = 10 \log \frac{v_s^2/RL}{v_n^2/RL} = \\
 &= 10 \log\left(\frac{v_s}{v_n}\right)^2 = 20 \log \frac{v_s}{v_n} \qquad (1-1)
 \end{aligned}$$

donde:

- $P_s$  y  $P_n$  - potencias de señal y ruido respectivamente,
- $RL$  - carga sobre la que se desarrolla la potencia
- $v_s$  y  $v_n$  - tensiones de señal y ruido.

Idealmente, la RSN debería ser lo mayor posible, teóricamente infinita cuando no existe ruido. Prácticamente, las RSN aceptables varían de 10 dB a 50 dB. A menos de 10 dB no puede distinguirse fácilmente la señal del ruido. Cuando una señal con ruido es amplificadas, son amplificadas tanto la señal como el ruido, y, por lo tanto la amplificación por sí misma no mejora la RSN, puede aún empeorarla, ya que el mismo amplificador agrega ruido.

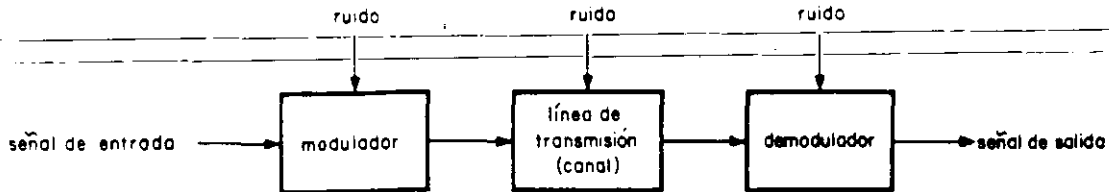


FIGURA 1.2: Diagrama en bloques de un sistema de comunicación real

### RUIDO EN UN SISTEMA DE COMUNICACION

Como se muestra en la figura 1.2, los tres componentes del sistema de comunicación agregan ruido a la señal, pero la principal diferencia entre los ruidos es que la cantidad de ruido introducida por el modulador y el demodulador puede ser controlada por medio de un diseño cuidadoso, mientras que el ruido introducido por el canal está por lo general fuera de nuestro control.

Tomemos como ejemplo de una línea de transmisión a una línea de teléfono entre dos ciudades. Una señal transmitida por la línea será atenuada en la proporción de 1 dB por kilómetro; por lo tanto una señal de entrada de 10 V será atenuada a 1 mV después de 80 km. Ya que siempre hay ruido presente en un nivel determinado, digamos a 5 mV, la RSN habrá caído entonces de 66 dB ( $= 20 \log 10 \text{ V}/5 \text{ mV}$ ) a la entrada a -14 dB ( $= 20 \log 1 \text{ mV}/5 \text{ mV}$ ), después de 80 km. Para mejorar la RSN, se intercalan en la línea amplificadores (denominados "repetidores"), cada pocos kilómetros. El repetidor recibe la señal, junto con el ruido que fue acumulado a lo largo de la línea, y amplifica ambos.

La figura 1.3 muestra una línea de transmisión con repetidores. La atenuación entre los repetidores es  $L_i$  y la ganancia de los mismos es  $G_i$ . Generalmente se fija la ganancia de cada repetidor igual a la atenuación del largo de línea precedente, y si los mismos son todos de igual longitud, será:

$$L_1 = L_2 = \dots = L_M = G_1 = G_2 = \dots = G_M$$

Por lo tanto la señal de salida ( $S_{sal}$ ), será igual en magnitud a la señal de entrada ( $S_{en}$ ). Por otro lado, el ruido es en general aditivo, y entonces, el ruido de salida ( $N_{sal}$ ) será  $n_1 + n_2 + \dots + n_M$ , o, si suponemos que el ruido sumado en cada sección de la línea es el mismo:  $N_{sal} = M \cdot n_1$ . Si  $n_1 = 5 \text{ mV}$  como en el primer ejemplo, y  $S_{en} = 10 \text{ V}$ , la RSN a la salida será:

$RSN = 20 \log \frac{10 \text{ V}}{5 \text{ mV}} \cdot \frac{1}{M} = 66 \text{ dB} - 20 \log M$ . Si sobre los 80 km de extensión de la línea hay un repetidor cada 10 km, será  $M = 8$  y  $RSN = 48 \text{ dB}$ , lo cual es una gran mejora con respecto al caso sin repetidores.

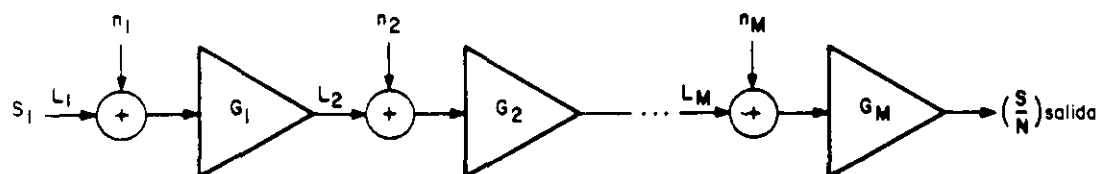
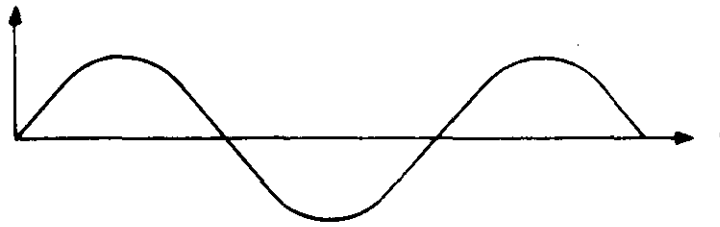


FIGURA 1.3: Una línea de transmisión con repetidores

señal  
continua



representación  
discreta de una señal  
continua

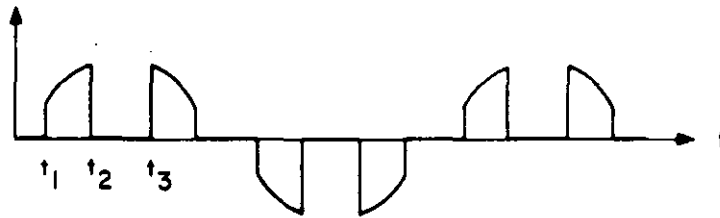


FIGURA 1.4: Ejemplo de representación discreta de una señal continua

En realidad, los mismos repetidores agregan ruido y entonces la RSN de salida será menor que 48 dB. Sintetizando, puede decirse que la RSN será dependiente de la longitud de la línea de transmisión.

## REPRESENTACION DISCRETA DE SEÑALES ANALOGICAS EN UN SISTEMA DE COMUNICACION

Hasta ahora nos hemos ocupado de señales continuas transmitidas por una línea. Como veremos en el próximo capítulo, es posible representar una señal continua por medio de una señal discreta compuesta por pulsos. En la figura 1.4 se muestra un ejemplo, en donde los pulsos se forman tomando muestras de la señal original.

En el ejemplo de la figura 1.4 puede verse que usando señales discretas, el canal de transmisión está "ocupado" sólo parte del tiempo. Con referencia a la figura 1.4, está presente una señal en el canal desde  $t_1$  hasta  $t_2$ , mientras que de  $t_2$  hasta  $t_3$  no hay presente señal. Estas "brechas" pueden ser utilizadas para transmitir otras señales discretas como se verá al tratar el tema de multiplex.

Veamos ahora con más detalle los pulsos individuales que componen la señal discreta.

El ancho de los pulsos es constante, pero sus amplitudes varían. Debido a que la amplitud es el parámetro importante de estos pulsos, cualquier ruido en el sistema, que afecte la amplitud, distorsionará los pulsos y, a través de ellos, la salida de la señal de información. De hecho, las consideraciones sobre ruido y RSN son aproximadamente las mismas que para una señal continua, lo que significa que nuevamente la RSN dependerá del largo de la línea.

## COMUNICACION DIGITAL

El repetidor no puede mejorar la RSN de la señal que recibe de la línea, sino que puede solamente asegurar menor deterioro de la señal, de un repetidor al siguiente.

~~Esto se debe a que el repetidor no posee el medio para determinar qué porción de su señal de entrada pertenece a la señal original y cuál es ruido, de modo que ambas son amplificadas.~~

Si le fuera posible al repetidor diferenciar entre señal y ruido, podría transmitir solamente la componente de señal, mejorando entonces la RSN. Cuando se transmiten señales discretas, el ancho del pulso es constante y si el repetidor puede entonces determinar la amplitud correcta del pulso por algún medio, podría extraer la componente de ruido.

Para que el repetidor fuera capaz de determinar la amplitud correcta, es esencial que exista sólo una cantidad pequeña de amplitudes posibles. El repetidor puede entonces, verificar cuál de las amplitudes posibles es la más cercana a la amplitud de la señal de entrada, y esa amplitud será retransmitida.

El modo más simple de seleccionar amplitudes discretas es tener sólo dos amplitudes diferentes. Esto es en realidad lo que se hace en sistemas de lógica digital, donde hay solamente dos dígitos: "0" y "1", un nivel de tensión representa "0" y el otro representa "1".

Si este método binario fuera el usado en nuestro sistema de comunicación, cada repetidor debería simplemente decidir si la señal de entrada fue "0" o "1", y entonces retransmitir el pulso correcto. De este modo, la RSN a la salida de cada repetidor puede hacerse igual a la RSN de la señal original.

Esto se muestra esquemáticamente en la figura 1.5.

Es decir, desde el punto de vista de la RSN, esta clase de sistema de comunicación, llamado Sistema de Comunicación Digital, posee una respuesta mucho mejor. La cuestión es, cómo transmitir señales analógicas por medio de señales binarias y éste será uno de los principales temas que se tratarán en este libro.

Los sistemas de comunicación digital poseen una cantidad de ventajas sobre los sistemas de comunicación analógica, y algunas desventajas. Fuera de la gran mejora de la RSN, los sistemas digitales pueden ser utilizados para señales analógicas (que se convierten a señales digitales), y para transferencia de datos digitales - por ejemplo, entre computadoras.

Una de las desventajas de un sistema digital, es que para transmitir perfectamente un pulso a través de una línea de transmisión, la línea debe poseer un ancho de banda infinito, de lo contrario el pulso será distorsionado.

En realidad, es suficiente que el ancho de banda sea suficientemente grande para asegurar que los pulsos de salida puedan ser distinguidos uno del otro, y puedan ser clasificados correctamente como "1" o "0".



FIGURA 1.5: Descripción esquemática de un sistema de comunicación por medio de pulsos binarios

## PARAMETROS IMPORTANTES EN LA COMPARACION DE SISTEMAS DE COMUNICACION

Ya que hemos tratado el tema de comparación entre sistemas de comunicación analógicos y digitales, debemos ver cuáles son los parámetros de importancia de todo sistema de comunicación, de modo de realizar comparaciones en base a esos parámetros.

Supondremos que el sistema debe transmitir el habla (un llamado por teléfono, por ejemplo).

Las frecuencias contenidas en el habla normal cubren un rango de 20 Hz a 20 kHz aproximadamente, con el espectro mostrado en la figura 1.6.

Ha sido ya comprobado que si se transmite sólo parte del espectro - específicamente de 300 Hz a 3400 Hz, no existe dificultad en comprender el habla, y la mayoría de los sistemas prácticos son diseñados para tales señales de banda limitada.

Entonces, la señal a transmitir tiene un ancho de banda de alrededor de 3,1 kHz.

Cualquier línea de transmisión utilizada para transmitir una señal de ancho de banda de 3,1 kHz debe poseer por sí misma un ancho de banda de por lo menos 3,1 kHz. Por ejemplo, una onda de AM modulada por una señal de 3,1 kHz necesita para la transmisión un ancho de banda de 6,2 kHz, mientras que una onda de FM modulada por la misma señal necesita un ancho de banda del canal aún mayor.

Por lo tanto, el ancho de banda de transmisión requerido por cada señal de entrada, es un parámetro importante de cualquier sistema de comunicación. Otros parámetros, que han sido ya discutidos, son la RSN y la distorsión.

En sistemas de comunicación digital, uno de los parámetros más importantes es la cantidad de bits que pueden ser transmitidos en un segundo. Esto se mide en kilobits o megabits por segundo (Kb/s o Mb/s). Otro parámetro es la cantidad de errores por segundo, en otras palabras, cuántas veces se recibe un "1" incorrectamente en lugar de un "0", y viceversa.

Otras consideraciones importantes en comparación de sistemas son su complejidad electrónica, su costo y su eficiencia.

Posteriormente, en el libro, se discutirán con más detalle todos estos parámetros.

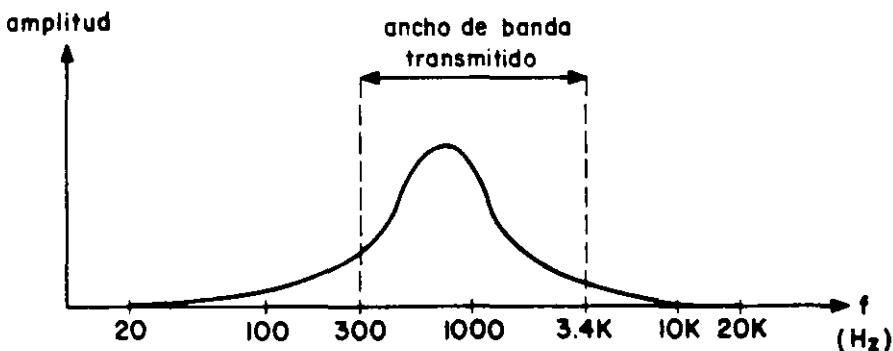


FIGURA 1.6: Espectro de una señal de habla promedio

# CAPITULO 2

## MUESTREO

A menudo es necesario muestrear una señal continua para obtener una señal discreta. En este capítulo investigaremos los principios de muestreo y la teoría tras dichos principios.

### ANALISIS DE UNA SEÑAL MUESTREADA

Para obtener muestras de una señal continua, es necesario multiplicarla por una función de muestreo, que consiste en un tren de pulsos idénticos, como se muestra en la figura 2.1.

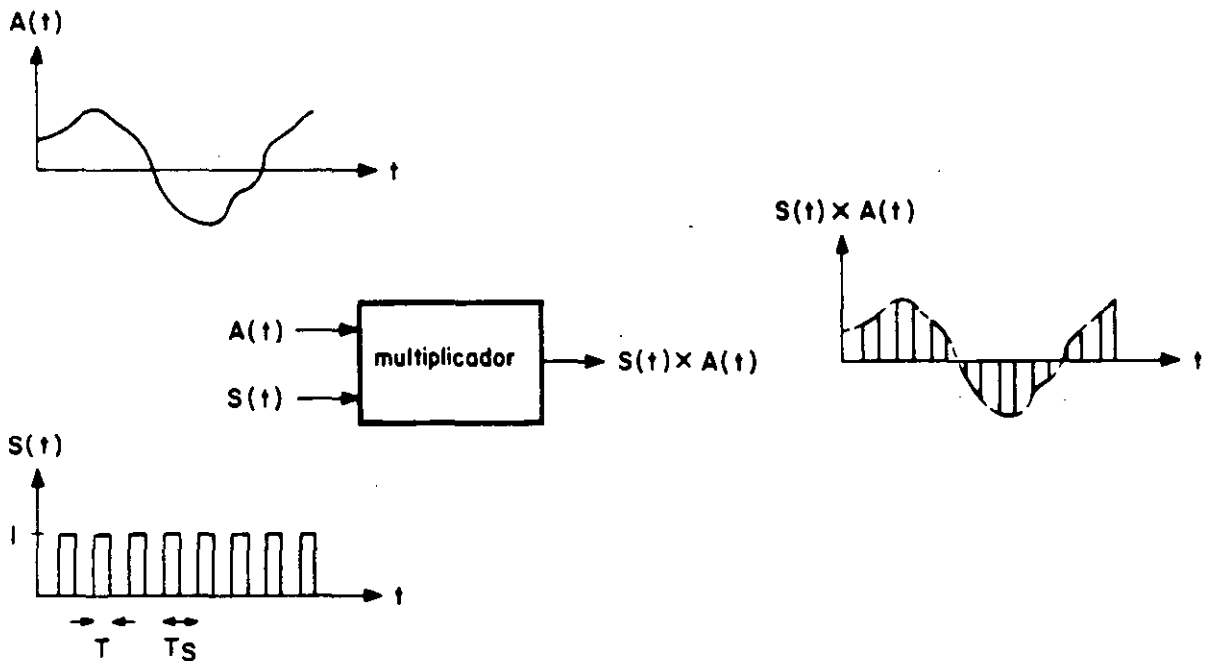


FIGURA 2.1: Muestreo por medio del producto entre la señal  $A(t)$  y una función de muestreo  $S(t)$

Las muestras representan la señal original sólo si la misma puede ser recuperada a partir de ellas.

Resulta difícil comprender al comienzo el hecho de que los pulsos a la derecha de la figura 2.1 contienen toda la información contenida en A(t).

Para demostrar esto desarrollaremos S(t) en serie de Fourier [S(t) se muestra en la figura 2.2 donde T es el ancho de los pulsos y  $f_s = 1/T_s$  es la frecuencia de muestreo].

$$S(t) = \sum_{n=0}^{\infty} c_n \cos n\omega_s t \quad (2-1)$$

donde:

$$c_0 = f_s T$$

$$c_n = \frac{2 \operatorname{sen} n\pi f_s T}{n\pi} \quad n \neq 0$$

son los coeficientes de Fourier.

Si la señal a muestrear es una onda senoidal de frecuencia  $f_m$  y amplitud  $A_m$ , la señal muestreada será:

$$\begin{aligned} S(t) \cdot A(t) &= S(t) \cdot A_m \cos \omega_m t = \sum_{n=0}^{\infty} A_m c_n \cos n\omega_s t \cos \omega_m t = \\ &= c_0 A_m \cos \omega_m t + c_1 A_m \cos \omega_s t \cos \omega_m t + \\ &+ c_2 A_m \cos 2\omega_s t \cos \omega_m t + \dots \end{aligned} \quad (2-2)$$

Ya que  $\cos \alpha \cdot \cos \beta = 1/2[\cos(\alpha-\beta) + \cos(\alpha+\beta)]$ , la ecuación (2-2) resulta:

$$\begin{aligned} S(t) \cdot A(t) &= c_0 A_m \cos \omega_m t + \\ &+ (1/2c_1 A_m) \cos(\omega_s - \omega_m)t + \\ &+ (1/2c_1 A_m) \cos(\omega_s + \omega_m)t + \\ &+ (1/2c_2 A_m) \cos(2\omega_s - \omega_m)t + \\ &+ (1/2c_2 A_m) \cos(2\omega_s + \omega_m)t + \dots \end{aligned} \quad (2-3)$$

La ecuación (2-3) consiste en pares de bandas laterales centradas alrededor de las frecuencias  $f_s, 2f_s, 3f_s, \dots$

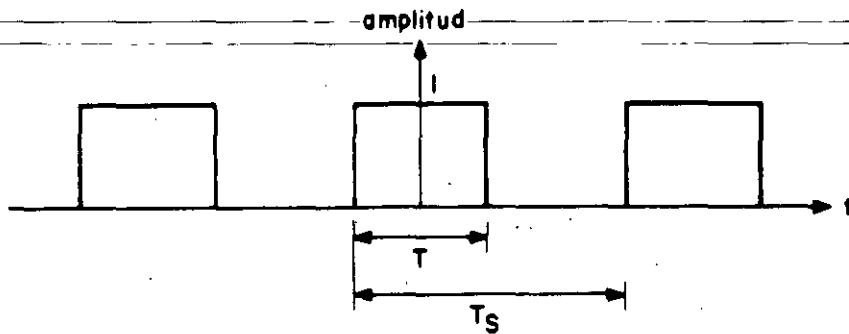


FIGURA 2.2: Definición de los parámetros del tren de pulsos  $S(t)$

En la figura 2.3 se muestra el espectro de la señal muestreada. Como se observa, la amplitud de las bandas laterales disminuye a medida que su frecuencia aumenta.

### RECONSTRUCCION DE LA SEÑAL

Para recuperar la señal original de la señal muestreada, todo lo necesario es quitar todas las componentes de frecuencias, fuera de la que está a  $f_m$ , que es la señal original ( $A_m \cos \omega_m t$ ) multiplicada por una constante ( $c_0$ ). Esto se puede llevar a cabo con un filtro pasabajos, cuya frecuencia de corte  $f_c$  cumpla con la siguiente condición:  $f_m < f_c < f_s - f_m$ .

Si la señal a muestrear no es una onda senoidal simple, sino que tiene un espectro de banda limitada, con una frecuencia máxima  $f_m$ , el espectro de la onda muestreada es el mostrado en la figura 2.4. Con línea a trazos se indica la respuesta de un filtro pasabajos apropiado para recuperar la señal original.

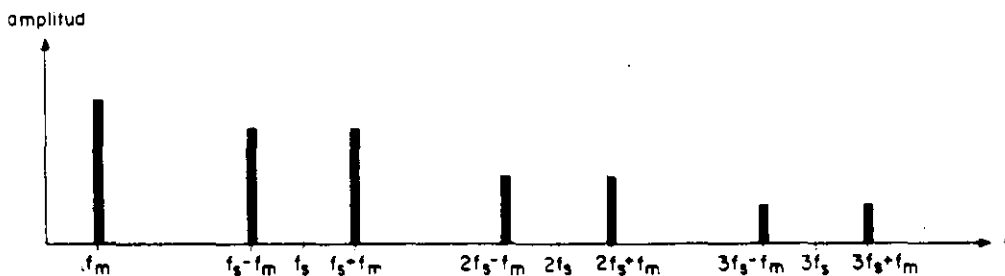


FIGURA 2.3: Espectro de una onda senoidal muestreada



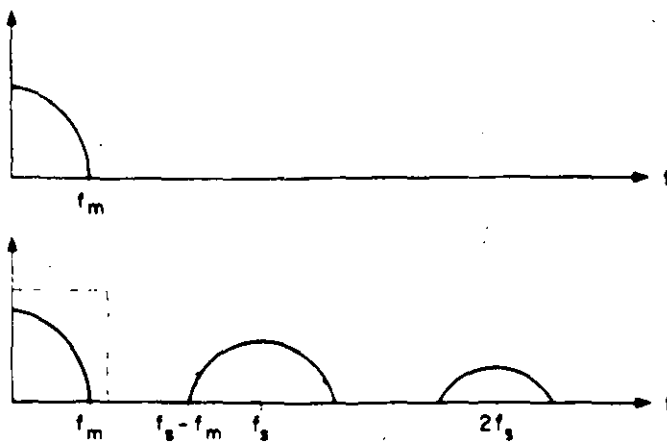


FIGURA 2.4:  
Espectros de una señal y  
onda muestreada

### TEOREMA DEL MUESTREO

De la figura 2.4 puede extraerse una conclusión muy importante en relación a la frecuencia de muestreo y la máxima frecuencia de la señal a ser muestreada. Para poder extraer la señal original a partir de la onda muestreada, la primera banda lateral (o máxima frecuencia  $f_m$ ) no debe superponerse a la segunda banda lateral (o mínima frecuencia  $f_s - f_m$ ), de lo contrario, el filtro pasabajos no será capaz de eliminar por completo toda la segunda banda lateral. Esto significa que la frecuencia mínima de la segunda banda lateral debe ser mayor que la máxima frecuencia de la primera banda lateral, es decir, debe ser  $f_m < f_s - f_m$ , de donde:

$$f_s \geq 2f_m \quad (2-4)$$

Por lo tanto la frecuencia de muestreo  $f_s$  debe ser por lo menos el doble de la máxima frecuencia de señal, para permitir la reconstrucción de la señal por filtrado.

Este principio importante es el denominado Teorema del Muestreo y es la base para la comunicación digital. La frecuencia mínima de muestreo (o velocidad de muestreo como se la denomina comunmente), es llamada Velocidad de Nyquist.

Si muestreamos la señal de la figura 2.4 a una velocidad de muestreo menor que la velocidad de Nyquist, obtendremos los espectros indicados en la figura 2.5.

El resultado es que las frecuencias que normalmente están fuera de la banda de frecuencias de la señal han sido desplazadas dentro de la banda de frecuencias y la señal será distorsionada. Este efecto es llamado "aliasing".

Ya que los filtros pasabajos en la práctica no son ideales y no tienen un punto de corte abrupto, la velocidad de muestreo necesaria en un sistema práctico es mayor que la velocidad de Nyquist. Para muestrear una señal de habla de frecuencia máxima de 3,4 kHz, se emplea una velocidad de muestreo cercana a los 8 kHz.

Cuando una onda senoidal es muestreada a una velocidad menor que la de Nyquist, se obtiene un efecto interesante. Cuando  $f_s > 2f_m$  las primeras dos bandas laterales están a  $f_m$  y a  $f_s - f_m$  (ver figura 2.6). Cuando  $f_s = 2f_m$  (exactamente la velocidad de Nyquist) las primeras dos bandas laterales coinciden en  $f_m$ .

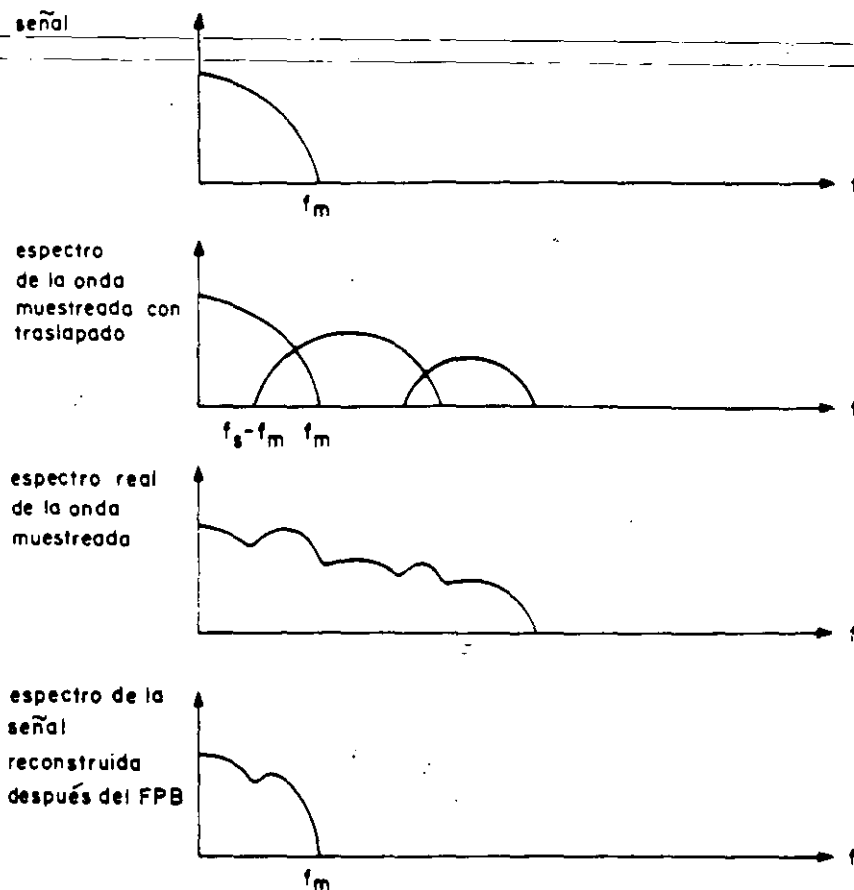


FIGURA 2.5: Espectros resultantes del muestreo a una frecuencia menor que la de Nyquist

Quando  $f_s < 2f_m$  hay nuevamente dos bandas laterales, una a  $f_m$  y otra a  $f_s - f_m$  que está ahora por debajo de  $f_m$ . Si se ve esta señal en un osciloscopio, aparecerá como se muestra en la figura 2.7, (esto suponiendo que la próxima banda lateral a  $f_s + f_m$  está atenuada por el filtro pasabajos).

Quando  $f_s = f_m$ , en otras palabras la señal es muestreada a una velocidad casi igual a su propia frecuencia, la banda lateral más baja es cercana a la C.C., y la forma de onda aparece como una onda senoidal de frecuencia  $f_m$ , montada sobre un nivel de C.C. que varía lentamente.

### EFFECTOS DEL ANCHO DEL PULSO DE MUESTREO

Hasta ahora hemos visto el efecto de la relación entre la velocidad de muestreo y la frecuencia muestreada. Veremos ahora qué efecto tiene el ancho del pulso sobre la función de muestreo. La ecuación (2-3) representa una onda muestreada. El ancho del pulso de muestreo  $T$  aparece en los coeficientes  $C_n/2$ . Suponiendo que tanto la frecuencia de la señal muestreada como la velocidad de muestreo son constantes, cambiando entonces el ancho del pulso, sólo variarán las amplitudes de las bandas laterales.

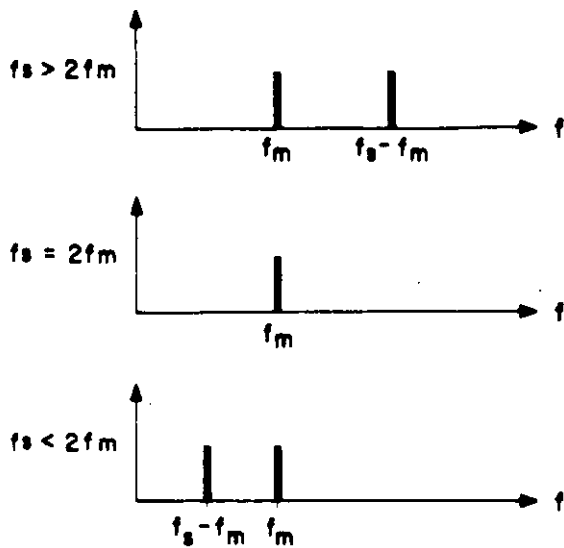


FIGURA 2.6:  
Primera y segunda banda lateral para distintas velocidades de muestreo

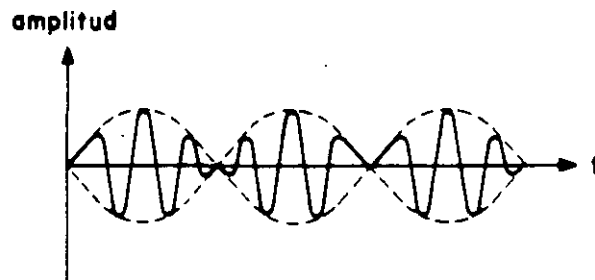


FIGURA 2.7:  
Forma de onda para  $f_s < 2f_m$

Puesto que:

$$c_n = \frac{2 \text{sen } n\pi f_s T}{n\pi}, \quad n \neq 0$$

obtenemos:

$$c_0 = f_s T$$

$$1/2c_1 = \frac{\text{sen } \pi f_s T}{\pi}$$

$$1/2c_2 = \frac{\text{sen } 2\pi f_s T}{2\pi} \tag{2-5}$$

Ya que deseamos analizar en forma general el efecto del ancho del pulso, para cualquier frecuencia, substituiremos el ciclo de trabajo de la función de muestreo para el ancho del pulso. El ciclo de trabajo (duty cycle), es la relación entre el ancho del pulso y el período:  $\frac{T}{T_s} = T f_s$ .

Escribiendo nuevamente las ecuaciones (2-5), substituyendo el ciclo de trabajo  $d = T f_s$ , obtenemos:

$$c_0 = d$$

$$1/2c_1 = \frac{\text{sen } \pi d}{\pi}$$

$$1/2c_2 = \frac{\text{sen } 2\pi d}{2\pi} \tag{2-6}$$

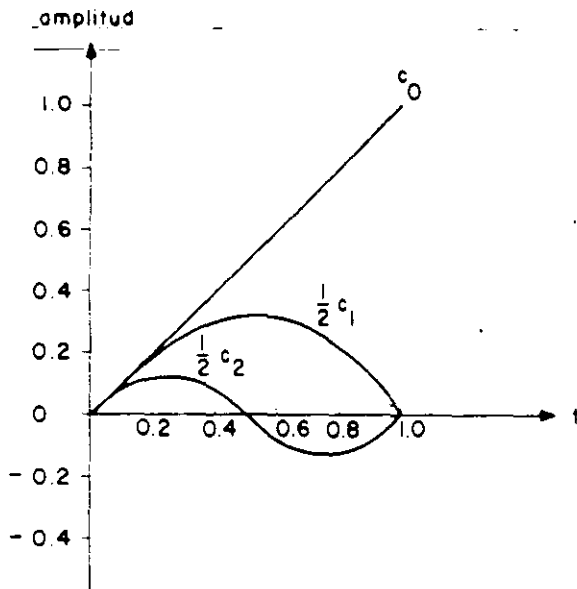


FIGURA 2.8:  
Amplitudes de las tres primeras bandas laterales de la onda muestreada ( $c_0$ ,  $1/2c_1$ ,  $1/2c_2$ ), en función del ciclo de trabajo de la función de muestreo ( $d$ )

La figura 2.8 muestra las amplitudes de las tres primeras bandas laterales, (para una señal muestreada con una amplitud unitaria), en función del ciclo de trabajo de la función de muestreo.

Esta figura muestra uno de los efectos importantes del ciclo de trabajo de la función de muestreo sobre la onda muestreada. La primer banda lateral (que está a la frecuencia de la señal muestreada), tiene siempre mayor amplitud que las otras bandas laterales de frecuencias más altas. De hecho, la amplitud de cada banda lateral es siempre mayor o igual que aquellas de las siguientes bandas laterales.

### CONSIDERACIONES PRACTICAS EN LA RECONSTRUCCION DE LA SEÑAL

Uno de los problemas en sistemas de muestreo prácticos es el efecto de bandas laterales no deseadas, aún cuando la velocidad de muestreo está por encima de la velocidad de Nyquist. Tomemos, por ejemplo, un circuito de muestreo utilizado como parte de un sistema de comunicación vocal. El filtro pasabajos que reconstruye la señal original a partir de la onda muestreada debe atenuar fuertemente las frecuencias por encima de 3,4 kHz (ver figura 2.9). Supongamos que la velocidad de muestreo es de 7 kHz y debe transmitirse a través del sistema una señal de 3 kHz. Entonces, las dos primeras bandas laterales de la onda muestreada estarán a 3 kHz y a  $7 \text{ kHz} - 3 \text{ kHz} = 4 \text{ kHz}$ . Si el filtro no atenúa fuertemente la banda lateral de 4 kHz, como en el caso mostrado en la figura 2.9, la señal reconstruida estará distorsionada.

Puesto que cuanto mejor es el filtro, más caro resulta, es a veces más fácil asegurar al comienzo que la amplitud de la segunda banda lateral sea mucho menor que la de la primera. De este modo, aún si el filtro pasabajos no atenúa fuertemente la banda lateral de 4 kHz, su efecto sobre la señal reconstruida será despreciable. Esto puede llevarse a cabo eligiendo el ciclo de trabajo apropiado para la función de muestreo.

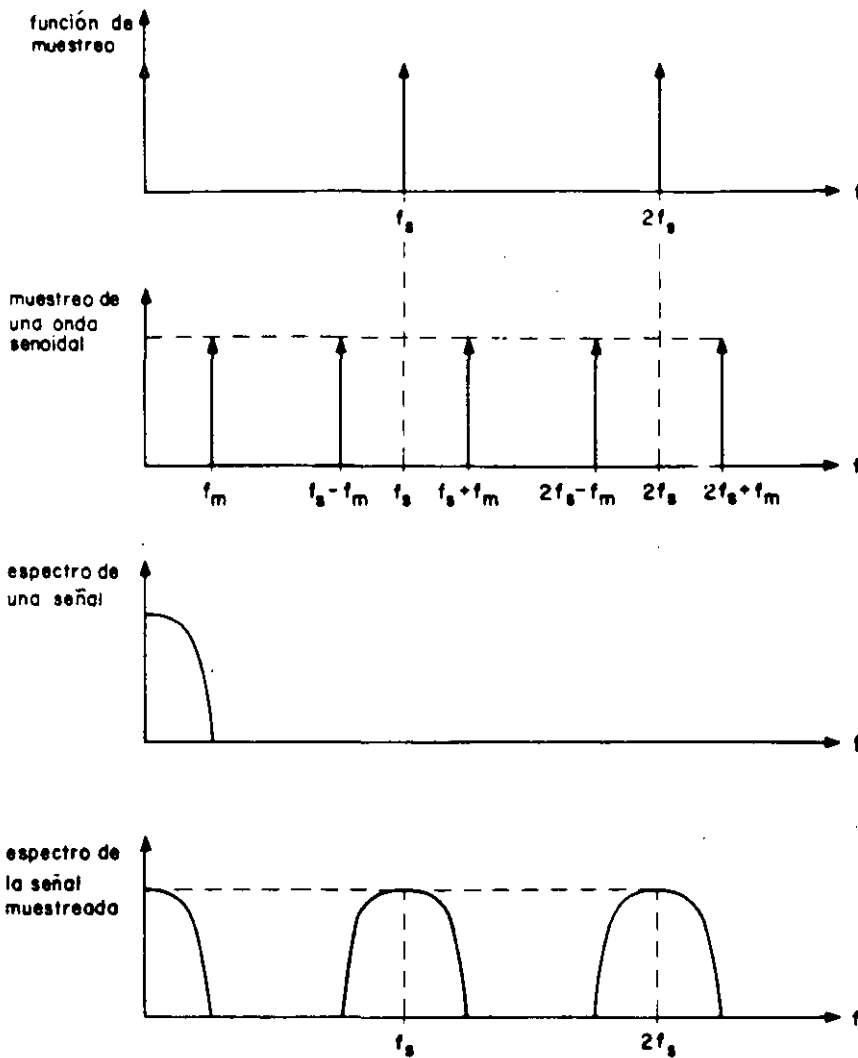


FIGURA 2.12: Espectros de la función de muestreo por impulsos y muestras de una onda senoidal y señal compleja

Desarrollando la ecuación (2-7) en serie de Fourier, resulta:

$$I(t) = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{1}{T_s} \cos n\omega_s t \quad (2-8)$$

Si esta función de muestreo es utilizada para muestrear una onda senoidal  $A_m \cos \omega_m t$  se obtiene el espectro mostrado en la figura 2.12. También se muestra el espectro de la onda muestreada cuando la señal está compuesta por muchas frecuencias.

La principal diferencia entre muestreo con impulsos y muestreo con pulsos, es que las bandas laterales de la onda muestreada con impulsos son todas de igual amplitud, mientras que aquéllas de ondas muestreadas por pulsos decrecen al aumentar la frecuencia.

Por lo tanto, aunque fuera posible producir impulsos, el muestreo con pulsos sería aún preferible desde el punto de vista de atenuación de banda lateral.

## MODULACION POR AMPLITUD DE PULSO (PAM)

Un sistema de comunicación basado en muestreo y reconstrucción es denominado Sistema de Modulación por Amplitud de Pulso. La figura 2.13 muestra un diagrama en bloques de un sistema PAM.

### SEÑAL Y RUIDO EN PAM

Calcularemos ahora el ruido causado por una atenuación de banda lateral no ideal en un sistema PAM operando a una velocidad de muestreo de 8 kHz y un ciclo de trabajo del 50%. El filtro pasabajos del receptor de este sistema atenúa en 18 dB a 5 kHz y en 26 dB a 7 kHz.

Con referencia a la figura 2.8, vemos que una señal de entrada de 1 V y 1 kHz producirá, después del muestreo, una banda lateral a 1 kHz con amplitud de 1 V, y una banda lateral de 7 kHz con amplitud de 0,31 V.

A la salida del filtro pasabajos se tendrá una señal de 0,5 V, 1 kHz y ruido a 7 kHz con amplitud de 0,31 V atenuado en 26 dB, es decir, 16 mV.

Por lo tanto, la atenuación de la banda lateral es  $20 \log \frac{0,5 \text{ V}}{0,016 \text{ V}} = 30 \text{ dB}$ .

Una señal de entrada de 1 V a 3 kHz dará una banda lateral de 0,5 V a 3 kHz y otra de 0,31 V a 5 kHz. Después del filtrado la señal de 5 kHz tendrá una amplitud de 39,8 mV, dando una atenuación de  $20 \log \frac{0,5 \text{ V}}{0,0398 \text{ V}} = 22 \text{ dB}$ .

Esto significa que la atenuación de la banda lateral (o la RSN causada por ella) del sistema, depende de la frecuencia de la señal particular. Este es un resultado importante que muestra que para especificar la RSN de un sistema debemos tomar una RSN promedio sobre toda la banda de frecuencias que nos interesa.

En el ejemplo anterior, si el ciclo de servicio de la función de muestreo es del 25% en lugar del 50%, las atenuaciones de banda lateral para una entrada de 1 kHz y 3 kHz serán 25 dB y 18 dB respectivamente. Obviamente, la atenuación de banda lateral promedio del sistema será peor con respecto al primer caso, como era de esperar.

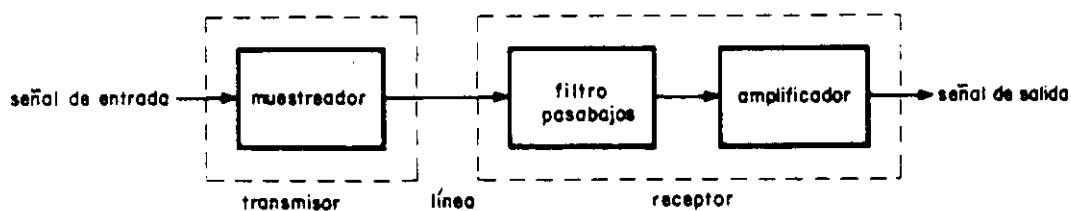
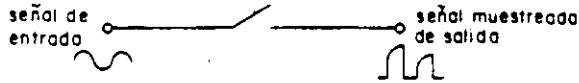


FIGURA 2.13: Diagrama en bloques de un sistema de comunicación PAM



FIGURA 2.14:  
Circuito básico de muestreo



## CIRCUITOS PAM PRACTICOS

En la figura 2.14 se muestra un circuito de muestreo básico. Consiste en una compuerta controlada por la función de muestreo. La compuerta puede ser cualquier conmutador controlado electrónicamente.

Ya que los circuitos del sistema COM-6 han sido implementados por completo con componentes de lógica CMOS, ejemplificaremos como si todos los conmutadores fueran conmutadores analógicos CMOS.

Un conmutador analógico CMOS tiene un terminal de entrada y uno de salida que son equivalentes y un terminal de control. Cuando el control está en un "1" lógico, la compuerta está cerrada y cuando el control está en un "0" lógico, la compuerta está abierta.

Si fuera necesario puede conectarse un amplificador separador ("buffer") a la salida del circuito de muestreo, pudiéndose utilizar entonces al circuito como un transmisor PAM.

En la figura 2.15 se muestra un filtro pasabajos. Este es un FPB activo de Butterworth con una respuesta plana sobre casi toda la banda de frecuencias requerida, y con atenuación de 3 dB a 3,4 kHz. Este es un filtro de segundo orden y su respuesta en frecuencia se muestra en la figura 2.16.

Conectando en cascada dos filtros pasabajos casi idénticos, se obtiene un filtro de cuarto orden; en la figura 2.16 se muestra también la respuesta del mismo. Los filtros pasabajos utilizados en el sistema COM-6 son filtros de Butterworth de cuarto orden.

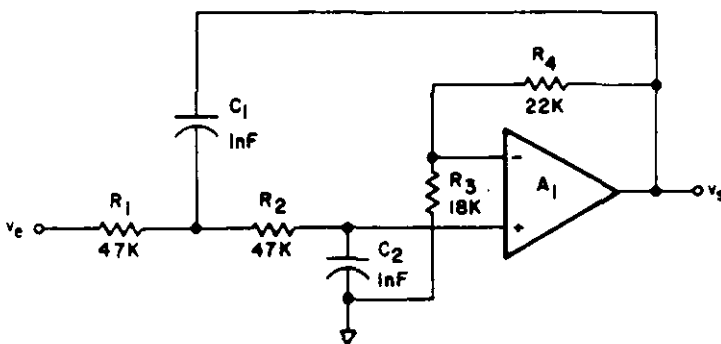


FIGURA 2.15: Filtro pasabajos activo de Butterworth

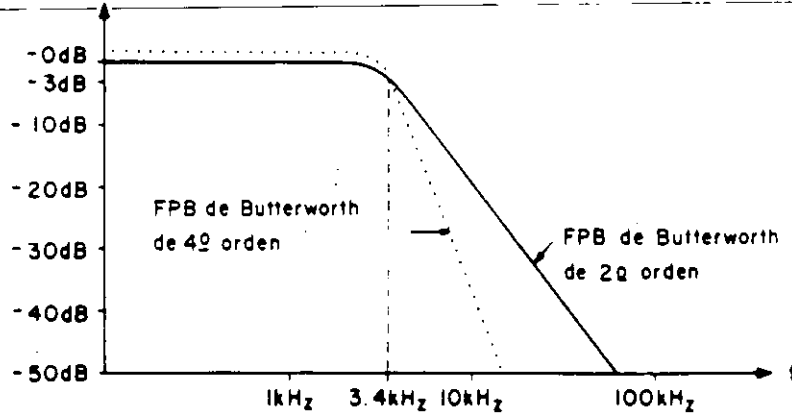


FIGURA 2.16: Respuesta en frecuencia de FPB de segundo y cuarto orden

### MUESTREO Y RETENCION

En muchos casos es necesario tomar muestras de una señal y luego procesarlas en un sistema procesador de datos. Ya que el proceso de datos toma tiempo, y lo que es más, requiere una señal de entrada invariante, las muestras deben ser de duración suficiente. Ya que el proceso de muestreo real es por lo general muy rápido (por ejemplo, usando pulsos de muestreo angostos), es necesario almacenar de algún modo las muestras durante el tiempo requerido. Un circuito que muestrea y almacena es denominado Circuito de Muestreo y Retención. El principio en que se basa es el tomar una muestra casi instantánea de la señal de entrada y almacenar esa muestra hasta que ocurra el próximo muestreo (ver figura 2.17).

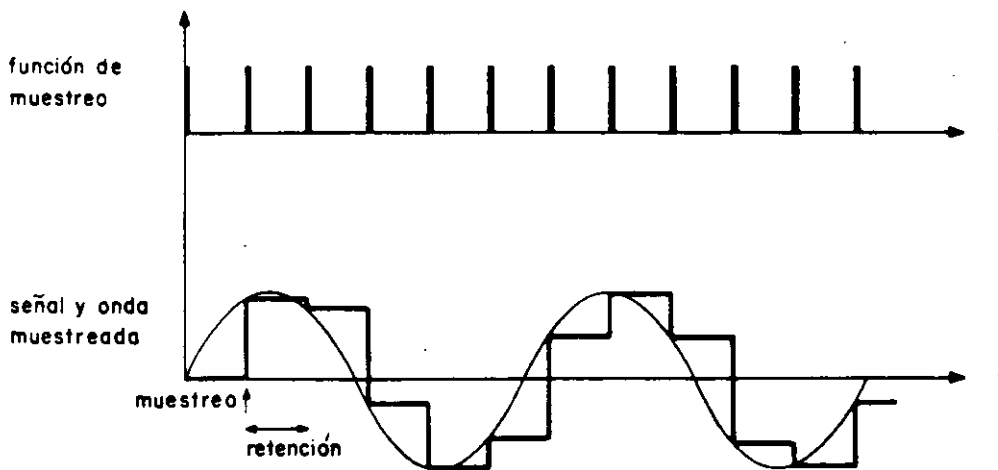


FIGURA 2.17: Operación de un circuito de muestreo y retención



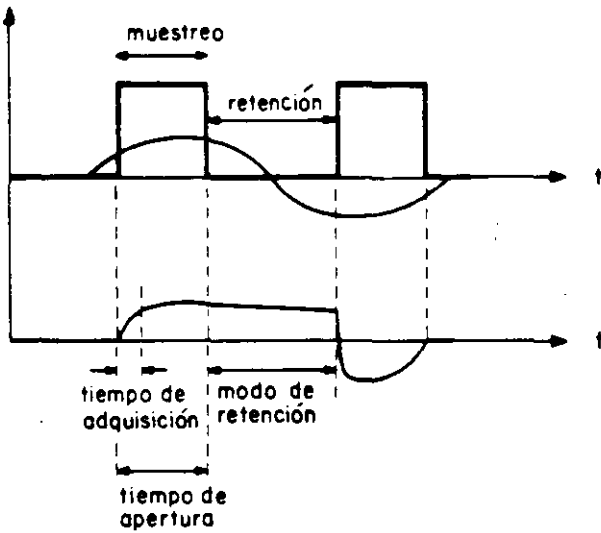


FIGURA 2.18:  
Formas de onda reales de muestreo y retención

En la mayoría de circuitos prácticos de muestreo y retención el elemento de almacenamiento es un capacitor. Durante el período de muestreo, el capacitor se carga al nivel de la señal que se muestrea; durante el período de retención, el capacitor se desconecta de la señal de entrada y retiene su carga. Cuando comienza el siguiente período de muestreo, la tensión en el capacitor salta al nuevo valor determinado por la señal de entrada, y ya que la tensión sobre un capacitor no puede cambiar instantáneamente, hay un período de transición en el que el capacitor se carga. Esto se muestra en la figura 2.18.

La operación de un circuito de muestreo y retención puede entonces ser dividida en una cantidad de períodos o modos diferentes. El modo de muestreo está compuesto por un modo de transición denominado tiempo de adquisición, y de un modo de seguimiento, durante el cual la tensión sobre el capacitor sigue a la señal de entrada. El ancho del modo de muestreo es denominado tiempo de apertura. Durante el modo de retención, la tensión sobre el capacitor debe permanecer constante, pero si el capacitor no es ideal, se descargará y la tensión caerá.

### MUESTREO DE TECHO PLANO

Si se utiliza un circuito de muestreo y retención como parte de un sistema de muestreo, la onda muestreada consistirá en pulsos de techo plano y no en pulsos cuya amplitud sigue a la señal de entrada (ver figura 2.19).

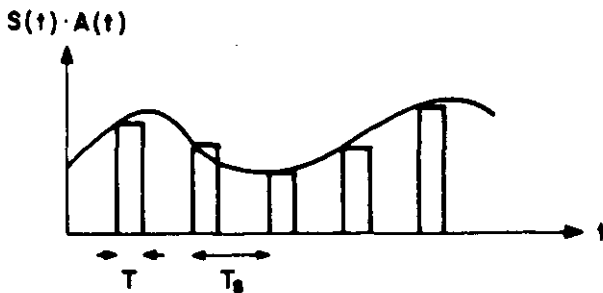


FIGURA 2.19:  
Onda muestreada de techo plano

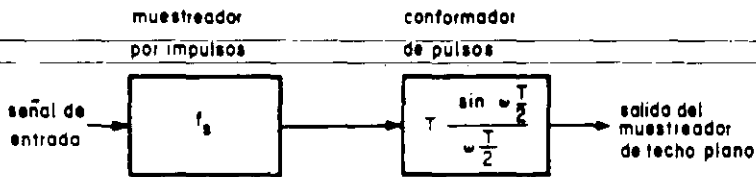


FIGURA 2.20: Muestreador de techo plano, diagrama en bloques

La amplitud de los pulsos es representativa del valor promedio de la señal muestreada. Para analizar el muestreo de techo plano supongamos que la amplitud del pulso está determinada por la amplitud de la señal al comienzo de cada muestra.

Este proceso es equivalente a muestrear la señal con impulsos y luego ensancharlos a un pulso de ancho  $T$ . En la figura 2.20 se muestra el diagrama en bloques de tal proceso. La función de transferencia del muestreador por impulsos es  $f_s$ , que es la velocidad de muestreo (esta es la transformada de Fourier de un impulso), y la función de transferencia del ensanchador es:

$$T \frac{\text{sen} \omega \frac{T}{2}}{\omega \frac{T}{2}}$$

Por lo tanto la función de transferencia del muestreador es:

$$f_s \quad f_s \cdot T \frac{\text{sen} \omega \frac{T}{2}}{\omega \frac{T}{2}}$$

donde:

$T$  - es el ancho del pulso.

La figura 2.21 muestra los resultados del muestreo de techo plano de una señal:

- Muestra el espectro de la señal;
- El espectro después del impulso muestreador;
- La función de transferencia del conformador de pulsos;
- El espectro de la muestra de techo plano.

La distorsión causada por el muestreo de techo plano es pequeña, si el primer cero

de  $\frac{\text{sen} \omega \frac{T}{2}}{\omega \frac{T}{2}}$  está suficientemente alejado de  $f_m$ . Esto significa que  $f_m \ll \frac{1}{T}$  o

$T \ll \frac{1}{f_m}$ . Entonces, el pulso debe ser angosto en comparación al período máximo de la señal muestreada.

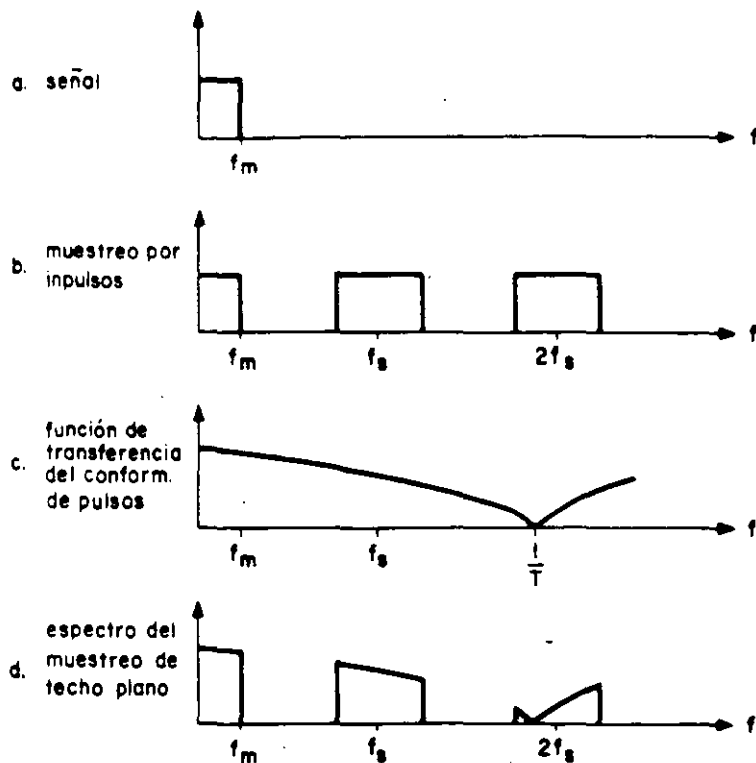


FIGURA 2.21: Espectros de muestreo de techo plano

Cuando  $T \rightarrow 0$  la distorsión también tiende a cero, y en este caso es entonces conveniente muestrear con pulsos angostos, en contrario al muestreo de seguimiento.

A partir de los resultados que hemos obtenido puede llegarse a algunas conclusiones interesantes. Si  $T = T_s$  el ancho del pulso es igual al período de la frecuencia de muestreo. Esto es lo que hemos denominado muestreo y retención.

Entonces un circuito de muestreo y retención es una forma particular de muestreo de techo plano. La función transferencia del muestreador resulta:

$$\begin{aligned}
 H(\omega) &= T f_s \frac{\text{sen} \frac{\omega T}{2}}{\frac{\omega T}{2}} \cdot (T = T_s) = \frac{1}{f_s} \cdot f_s \frac{\text{sen} 2\pi f \cdot \frac{T_s}{2}}{2\pi f \cdot \frac{T_s}{2}} = \\
 &= \frac{\text{sen} \pi f T_s}{\pi f T_s} = \frac{\text{sen} \pi \frac{f}{f_s}}{\pi \frac{f}{f_s}} = H(f) \quad (2-9)
 \end{aligned}$$

Si:  $f = n \cdot f_s$

$$H(f) = \frac{\text{sen} \pi n}{\pi n} = 0, \quad n \neq 0$$

$$H(f) = 1, \quad n = 0$$

Si se realiza el muestreo y retención a una frecuencia igual a la frecuencia de la señal ( $f_m = f_s$ ), obtendremos solo una banda lateral a  $f_s - f_m = 0$ .

En el caso de muestreo ordinario, cuando  $f_s = f_m$  existe una banda lateral en  $f_m$  y en  $f_s - f_m = 0$ . En el caso de muestreo y retención de techo plano, la banda lateral en  $f_m$  no aparece ya que  $H(f_m) = 0$ . Entonces, después del filtrado, solo permanecerá la banda lateral en  $f = 0$  como señal de C.C. La misma conclusión se alcanza observando las formas de onda. El muestreo y retención a la misma frecuencia que la señal a muestrear implica el muestreo en el mismo punto (desde el punto de vista de amplitud) cada vez, y esto es equivalente a muestrear C.C.

### CIRCUITOS DE MUESTREO Y RETENCION

En la figura 2.22 (a) se muestra el circuito básico de muestreo y retención que consiste en un conmutador y un capacitor. La desventaja de este circuito es que la carga R descargará al capacitor durante el período de retención. Esto se supera en el circuito de la figura 2.22 (b) agregando un separador de salida. También se ha agregado un separador de entrada para asegurar la carga rápida del capacitor, es decir, mínimo tiempo de adquisición.

### PAM DE TECHO PLANO

Del mismo modo en que PAM fue derivado del muestreo, puede derivarse PAM de techo plano a partir de muestreo de techo plano. Un circuito PAM de techo plano práctico consiste en un circuito de muestreo y retención y un circuito de salida que genera pulsos del ancho requerido a partir de la señal de salida de muestreo y retención.

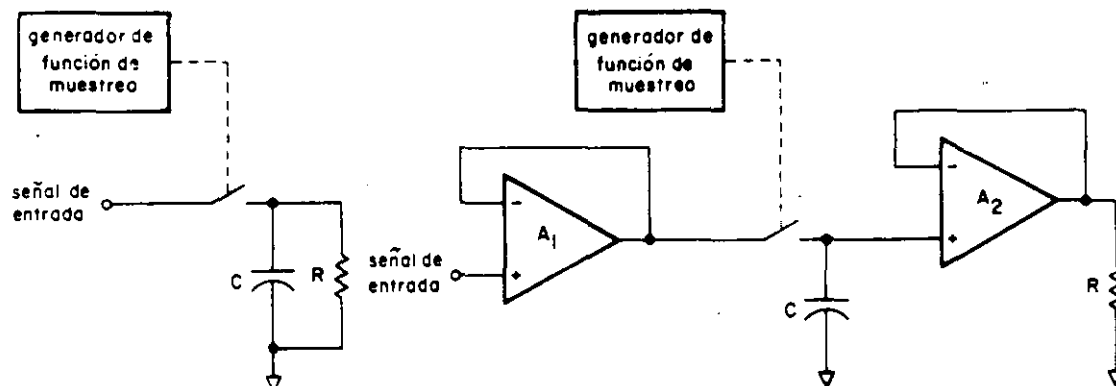


FIGURA 2.22: Circuitos de muestreo y retención

Puede verse que la escala de tiempos se divide en canales de tiempo que están repartidos entre los distintos canales de señal. Cuando el sistema utiliza modulación analógica (por ejemplo PAM), los distintos canales de tiempo están separados por canales o bandas de guarda, destinados a evitar diafonía entre canales. En el sistema mostrado en la figura 3.2, las señales son transmitidas por PAM.

La mayor ventaja del TDM sobre FDM radica en que en TDM no se requiere translación de frecuencia, lo que implica que no se exigen filtros y moduladores complejos.

### CONSIDERACIONES PRACTICAS EN SISTEMAS TDM

En esta sección tomaremos como ejemplo de discusión un sistema PAM-TDM de dos canales como se muestra en la figura 3.3.

Cuando los conmutadores están en la posición C.1, el canal 1 constituye un canal de PAM con un filtro pasabajos de salida (FPB<sub>1</sub>) para la reconstrucción de la señal.

Cuando los conmutadores están en la posición C.2, el canal 2 constituye un canal de PAM con el filtro FPB<sub>2</sub> para la reconstrucción.

Uno de los problemas de cualquier sistema TDM es la sincronización del circuito de tiempos del transmisor y del receptor. En primer lugar, la frecuencia de operación debe ser la misma en el receptor y en el transmisor, de lo contrario los conmutadores cambiarán de posición en tiempos distintos.

Existe aún la posibilidad que LL<sub>1</sub> esté en la posición C.1 mientras que LL<sub>2</sub> está en la posición C.2. Resulta entonces necesario asegurar que los conmutadores estén sincronizados no sólo en frecuencia sino también en posición. Posteriormente en este capítulo será discutido ampliamente el tema de sincronización.

Otro problema que surge en sistemas TDM utilizando pulsos analógicos, es el de diafonía.

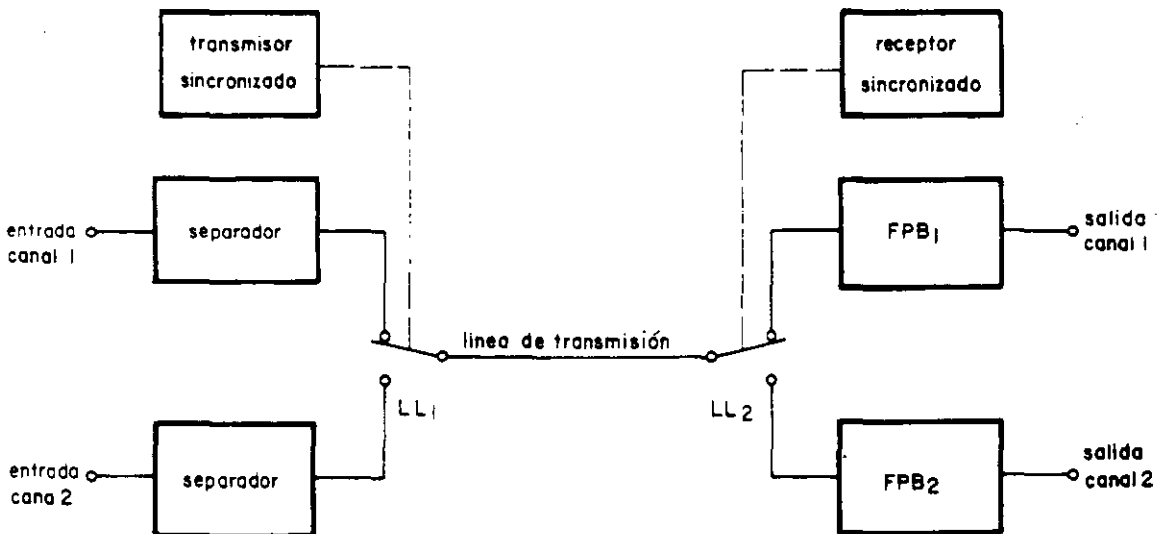


FIGURA 3.3: Sistema PAM-TDM de dos canales

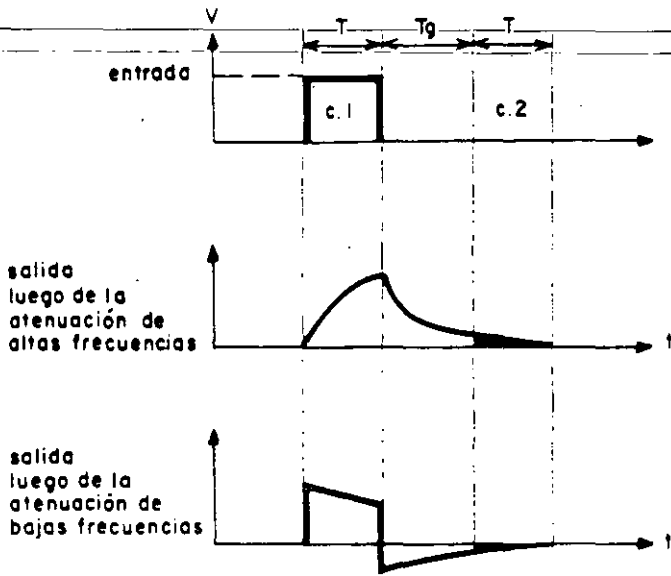


FIGURA 3.4:  
Pulsos de salida del canal de transmisión

Puesto que el canal de transmisión no es ideal, distorsionará los pulsos transmitidos por él. Cuando se transmite un pulso cuadrado, el canal de transmisión atenuará sus altas frecuencias o bajas frecuencias, o ambas. En la figura 3.4 se muestran los pulsos de salida resultantes.

Las zonas sombreadas en la figura 3.4 muestran el traslapeo de un pulso sobre el siguiente. El comportamiento de la línea de transmisión es similar al de un circuito RC pasabajos o pasa-altos.

#### DIAFONIA DEBIDO A ATENUACION DE ALTA FRECUENCIA

Los traslapes forman una serie de pulsos cuya frecuencia es igual a la velocidad de muestreo. Este tren de pulsos puede ser desarrollado en serie de Fourier, consistiendo en una componente de C.C. y otras componentes cuyas frecuencias son armónicas de  $f_s$ . Después del filtro pasabajos solo quedará la componente de C.C. y esta será la contribución de la diafonía a la señal de salida.

Si la constante de tiempo del circuito RC equivalente de la línea de transmisión es  $T_c$ , deberá elegirse  $T_g$  de modo que  $T_g \gg T_c$  y  $T \gg T_c$ , ya que  $T_g$  ( la banda de tiempo de guarda) se elige para minimizar la diafonía.

El área del pulso en C.1 está dada por:

$$A_1 = \int_0^T V(1 - e^{-t/T_c})dt = V(T + T_c e^{-T/T_c} - T_c) = VT \quad (3-1)$$

El área traslapada está dada por:

$$\begin{aligned}
A_{12} &= \int_0^T [V(1 - e^{-t/T_c}) e^{-Tg/T_c}] e^{-t/T_c} dt = \\
&= V(1 - e^{-T/T_c}) e^{-Tg/T_c} [T_c - T_c e^{-T/T_c}] = \\
&= VT_c e^{-Tg/T_c}
\end{aligned}
\tag{3-2}$$

El factor K de diafonía está definido por el área traslapada dividida por el área del pulso, que en este caso (suponiendo que los pulsos en ambos canales son iguales) es:

$$K_H = \frac{A_{12}}{A_2} = \frac{A_{12}}{A_1} = \frac{T_c}{T} e^{-Tg/T_c} \tag{3-3}$$

### DIAFONIA DEBIDO A ATENUACION DE BAJAS FRECUENCIAS

Puede demostrarse de modo similar que la diafonía en este caso estará dada por:

$$A_{12} = V \frac{T^2}{T_c}; \quad A_1 = A_2 = VT$$

$$y \quad K_L = \frac{T}{T_c}$$

En el caso de atenuación de alta frecuencia requeríamos  $T_c \ll T$ , mientras que en este caso el requerimiento es  $T_c \gg T$ , lo que significa que en el caso de una transmisión con atenuación de bajas y altas frecuencias resulta virtualmente imposible eliminar la diafonía.

### SINCRONIZACION

Ya se ha explicado por qué es esencial la sincronización y resta ahora ver cómo se la logra.

Sincronización significa que el transmisor y el receptor operan con la misma escala de tiempos, pero no necesariamente que ellos realizan la misma operación en el mismo tiempo. Si el tiempo que toma la señal para llegar al receptor desde el transmisor es 10  $\mu$ seg, la escala de tiempos del receptor está 10  $\mu$ seg atrasada con respecto a la escala de tiempos del transmisor, como muestra la figura 3.5.

Entonces lo importante es que  $T_1$  en la escala de tiempos del receptor sea equivalente a  $T_1$  en la escala de tiempos del transmisor. Para sincronizar las escalas de tiempos el transmisor debe enviar un pulso particular o una serie de pulsos, diferentes de los pulsos de información.

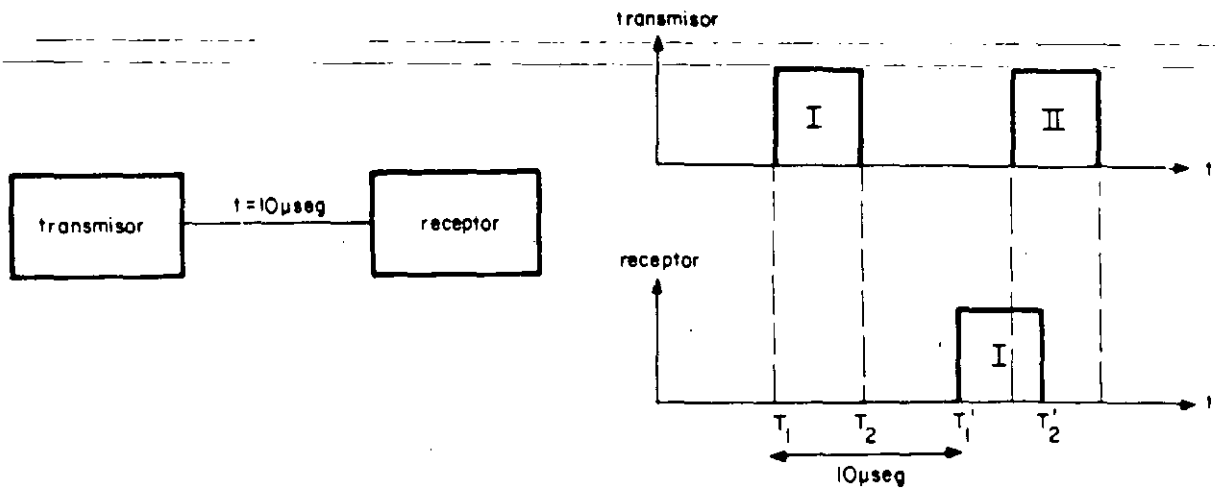


FIGURA 3.5: Escalas de tiempo del transmisor y receptor

En un sistema analógico (por ejemplo PAM), este puede ser un pulso diferente de los pulsos de información (polaridad opuesta, por ejemplo), e introducido a intervalos regulares. En sistemas digitales, generalmente se utilizan series de pulsos de repetición para la sincronización. Esto exige la agrupación de los canales de tiempo de algún modo particular, dejando bandas para los pulsos de sincronización.

La figura 3.6 muestra el arreglo de canales de tiempo en un sistema TDM de dos canales. La unidad básica - trama - está compuesta por canales de tiempo. Se destina un canal de tiempo para el pulso de sincronización y a cada canal se asigna uno o más canales de tiempo consecutivos. Pueden utilizarse canales de tiempo adicionales para transferencia de datos o como canales de servicio.

Si se utiliza una serie de pulsos de sincronismo, se transmite un pulso de sincronismo por cada trama. La serie completa necesitará una cantidad de tramas para la transmisión. Este grupo de tramas es denominado supertrama.

Entonces, una supertrama contiene una cantidad de tramas, mientras que una trama contiene una cantidad de canales de tiempo, cada uno de los cuales tiene una función particular, conteniendo ya sea pulsos de información, de sincronismo, datos, o pulsos de servicio (en una red de TDM comercial que transporta llamadas telefónicas, la información relativa a la operación del sistema es transmitida por los canales de servicio).

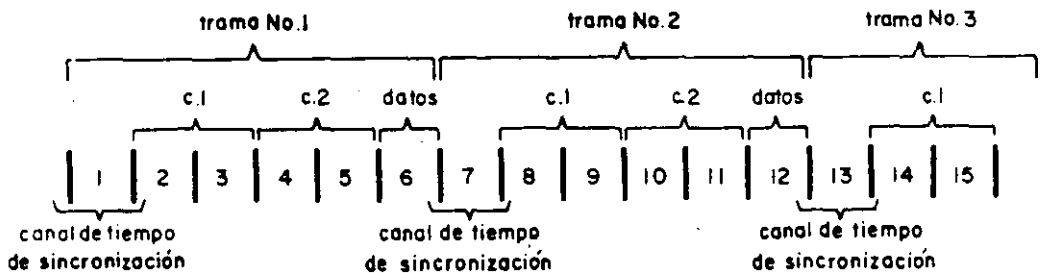


FIGURA 3.6: Arreglos de una trama en un sistema TDM con dos canales de tiempo asignadas a cada canal y un canal de tiempo para transmisión de datos





a	b	x = a + b
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

a	b	c	y = a + b + c
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	0
1	0	0	1
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	1

FIGURA 3.9: Compuertas EX-O - Símbolos y tablas

Cuando la entrada del registro de desplazamiento es una función de sus salidas, se produce una serie repetitiva.

El mejor modo de producir la realimentación es con una compuerta EX-O, que es un sumador de módulo 2.

En la figura 3.10 se da un ejemplo de un circuito que produce una serie repetitiva.

Con cada pulso de reloj el número digital en el registro de desplazamiento (que aparece en las salidas Q1, Q2 y Q3), se desplaza a la derecha.

El número en la entrada de datos D entra al registro de desplazamiento y aparece en Q1, mientras que el número en Q3 es desplazado afuera y se pierde.

Veamos la operación del circuito y supongamos que para comenzar, está en 1 0 0 (es decir, Q1 = 1, Q2 = 0, Q3 = 0).

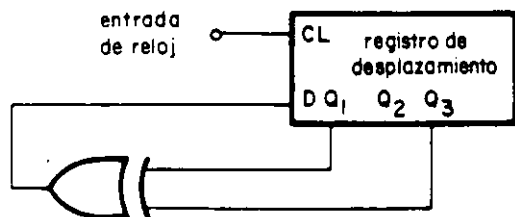


FIGURA 3.10: Generador de palabra de sincronismo

Ya que  $D = Q_1 + Q_3$  es  $D = 1$  y el número en el registro de desplazamiento cambiará con el pulso de reloj

desde:	1 0 0	estado	1
a:	1 1 0	estado	2
Ahora $D = 1$ y el próximo número será:	1 1 1	estado	3
Ahora $D = 0$ y el próximo número será:	0 1 1	estado	4
Y así sucesivamente, dando:	$D = 1$	1 0 1	estado 5
	$D = 0$	0 1 0	estado 6
	$D = 0$	0 0 1	estado 7
	$D = 1$	1 0 0	estado 8 (= estado 1)

El estado 8 es idéntico al estado 1 y ya que el próximo estado está siempre determinado por el estado presente, el sistema pasará por los mismos estados y en el mismo orden indefinidamente.

Los números en  $Q_1$  formarán una serie de siete bits.

Esta serie es 1 1 1 0 1 0 0, y tiene algunas características interesantes. Primeramente, puede ser generada por un registro de desplazamiento con realimentación por EX-0. Segundo, si esta serie es sumada en un sumador de modulo 2 con otra serie que es la serie original desplazada una cantidad de bits, el resultado será otra vez esa serie. Como ejemplo:

Serie original	1 1 1 0 1 0 0	1 1 1 0 1 0 0
Serie desplazada	0 0 1 1 1 0 1 0 0	1 1 1 0 1
Suma (mod.2)	1 1 0 1 0 0	1 1 1 0 1 0 0 1

Una serie de números digitales que posee las propiedades arriba mencionadas es denominada *Serie de Pseudo Azar*.

Una definición más precisa establece que una serie de pseudo-azar tiene las características siguientes:

1. Es una serie digital con  $2^n - 1$  bits (donde  $n$  es el número de etapas en el registro de desplazamiento que la produce).
2. No está compuesta por 1's o 0's únicamente.
3. Se regenera al desplazarla  $k$  bits ( $k \neq 2^n - 1$ ) y sumarla a sí misma.

Hemos ya encontrado un ejemplo de serie de pseudo-azar (1 1 1 0 1 0 0) que es de  $2^3 - 1 = 7$  bits. Otro ejemplo es 1 1 0 que es de  $2^2 - 1 = 3$  bits (verifique que posee las características de serie de pseudo-azar).

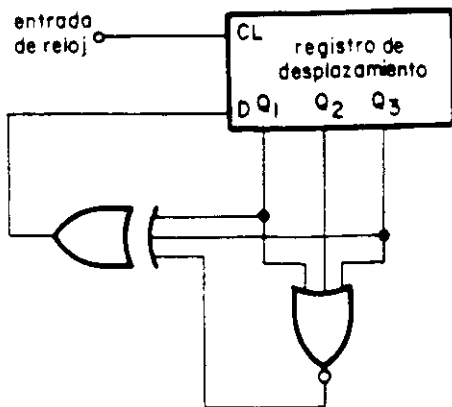


FIGURA 3.11:  
Generador de palabra de sincronismo mejorado

El generador de palabra de sincronismo de la figura 3.10 tiene un problema - no puede funcionar si el estado original es 0 0 0, con  $D = 0$ , dando entonces a la salida una serie nula compuesta sólo por ceros.

El circuito de la figura 3.11 supera ese problema. La compuerta NO-0 inyecta 1 en la entrada D si la salida del registro de desplazamiento es 0 0 0. Observe que en una operación normal, cuando se genera una serie, el registro de desplazamiento nunca contiene 0 0 0 y entonces la compuerta NO-0 no tiene efecto.

#### DETECCION DE PALABRA DE SINCRONISMO Y SINCRONIZACION

La ventaja de usar una serie de pseudo-azar como palabra de sincronismo radica en la detección de esta última. Esto se hace del siguiente modo: el receptor define su escala de tiempos y entonces almacena los bits de sincronización supuestos en un registro de desplazamiento.

La figura 3.12 muestra el diagrama de tiempos de registro de desplazamiento en el receptor cuando la entrada es la palabra de sincronismo de pseudo-azar 1 1 1 0 1 0 0.

Si se suma  $Q_2$  a  $Q_4$  se obtiene la serie original. La serie de entrada aparece en  $Q_1$ .

Sumando  $Q_1$  a la suma de  $Q_2$  y  $Q_4$ , obtendremos una serie de ceros.

Si la serie de entrada no es la palabra de sincronismo, el resultado de

$Q_1 \oplus Q_2 \oplus Q_4$  no será continuamente cero, como se ve en la figura 3.12 (b).

Ya que la entrada al detector de sincronismo es en serie (bit por bit), la salida del circuito sumador debe almacenarse, tanto si el receptor está sincronizado o no depende de una serie de bits y no de un único bit. Esto se hace contando la cantidad de 0's y 1's de la serie de salida del sumador.

#### CIRCUITO DETECTOR DE SINCRONISMO

Uno de los componentes importantes del detector de sincronismo, que también aparece en el transmisor, es el generador de tiempos. En este caso es un contador de décadas de Johnson, que es un contador con salidas decimales.

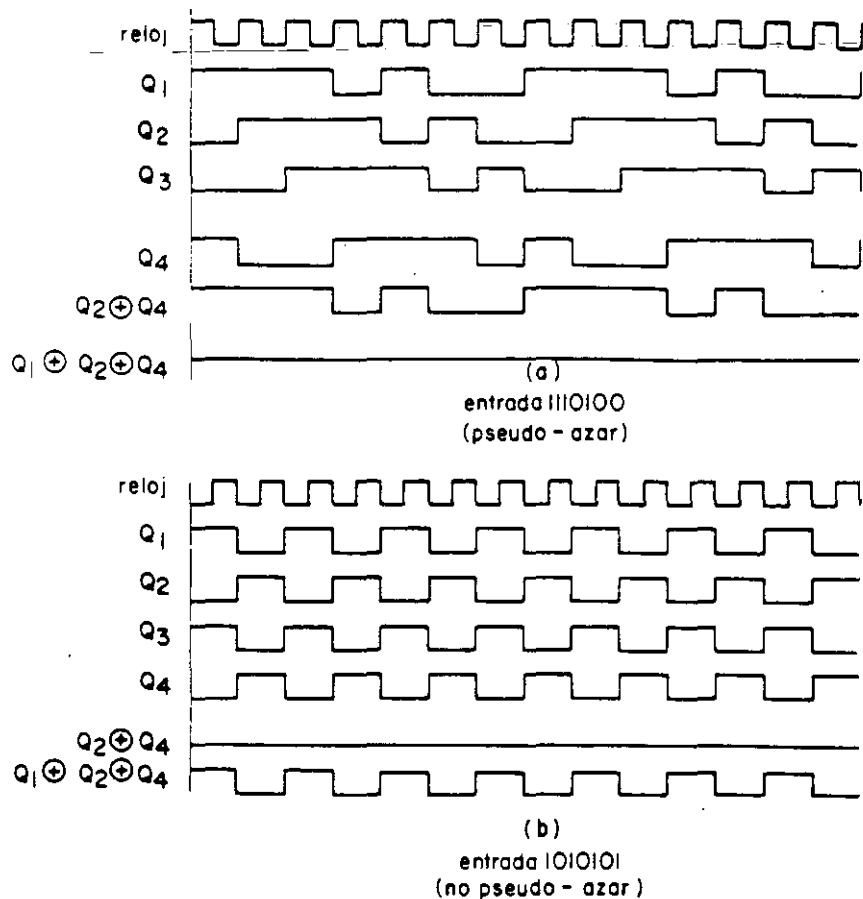


FIGURA 3.12: Diagrama de tiempos del detector de sincronismo  
 a - Para serie de entrada de pseudo-azar  
 b - Para serie de entrada no de pseudo-azar

Cada salida está alta durante uno de diez períodos de reloj, como se ve en la figura 3.13.

Cuando la entrada de inhabilitación del reloj está alta, el contador permanece en el mismo estado, inafectado por los pulsos de reloj. Una entrada alta de reset pone alta la salida "0".

Las salidas del contador pueden ser usadas para definir los canales de tiempo del sistema.

Conectando una de las salidas a la entrada de reset, el contador retornará a "0", después de cualquier número de pulsos de reloj entre 1 y 9.

Un conteo completo del contador constituirá la trama. Tomaremos siempre el canal de tiempo "0" como canal de tiempo de sincronismo.

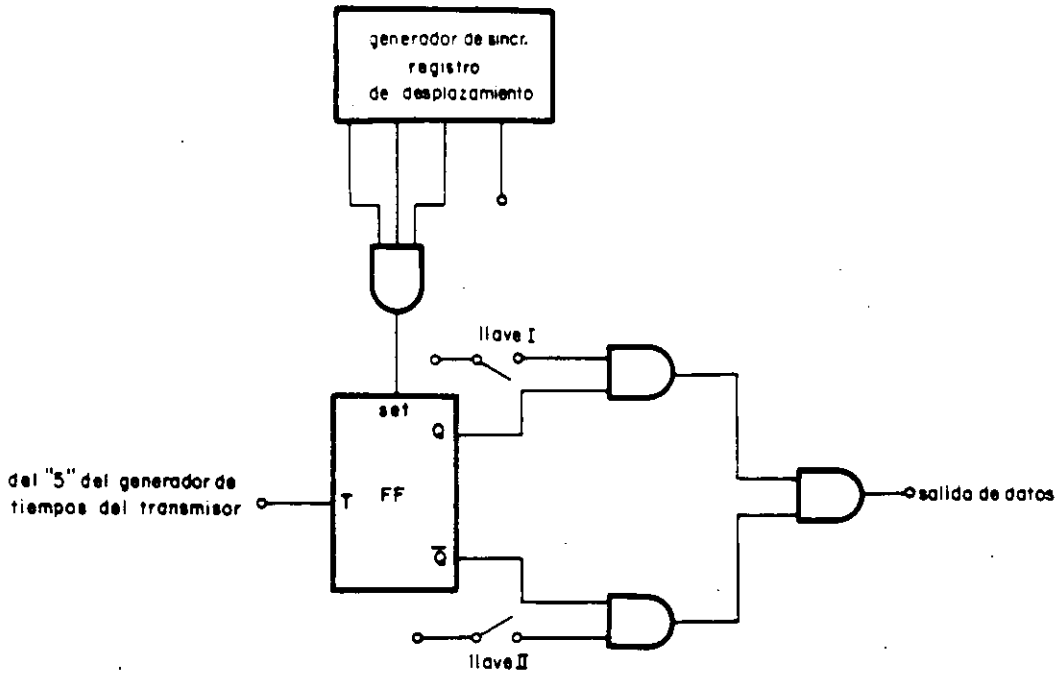


FIGURA 3.15: Circuito transmisor de datos multiplex

El circuito del transmisor se muestra en la figura 3.15.

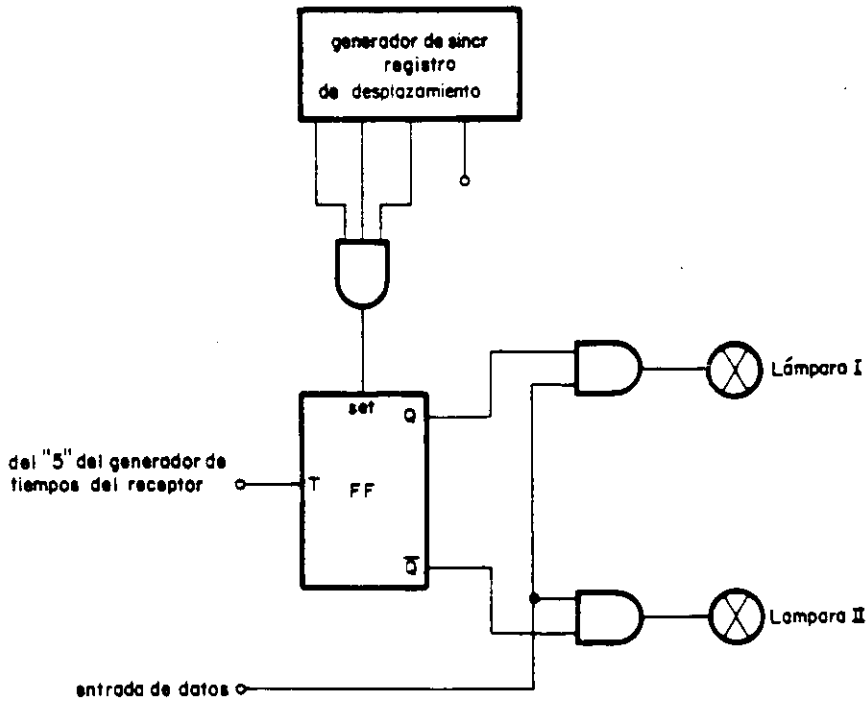


FIGURA 3.16: Circuito receptor de datos demultiplex

Cuando el registro de desplazamiento contiene 1 1 1, se activa el flip-flop de modo que  $Q = 1$ ,  $\bar{Q} = 0$ . En esta posición la llave I puede transmitir. Cuando el flip-flop recibe el pulso de reloj, cambia de estado y la llave II puede transmitir.

En la figura 3.16 se muestra el circuito receptor de datos, y es semejante al circuito del transmisor.

En un circuito práctico las llaves están conectadas a través de flip-flops para asegurar la operación sin rebotes, y las lámparas están conectadas de modo similar para cortar fluctuaciones.

### SISTEMA TDM COMPLETO DE CUATRO CANALES (DOS CANALES PAM Y DOS CANALES DE DATOS)

En la figura 3.17 se muestra el diagrama en bloques de un sistema TDM completo junto con la disposición de los canales de tiempo en la trama.

Las cuatro compuertas del transmisor son controladas por el generador de tiempos. Cada una está cerrada durante un canal de tiempo en el que se conecta el transmisor apropiado a la línea de transmisión.

En el terminal del receptor, el detector de sincronismo debe sincronizar la escala de tiempos del receptor, antes que se transfieran las señales a los demoduladores de PAM y el decodificador de datos, todos los cuales tienen salidas cero antes de lograrse la sincronización.

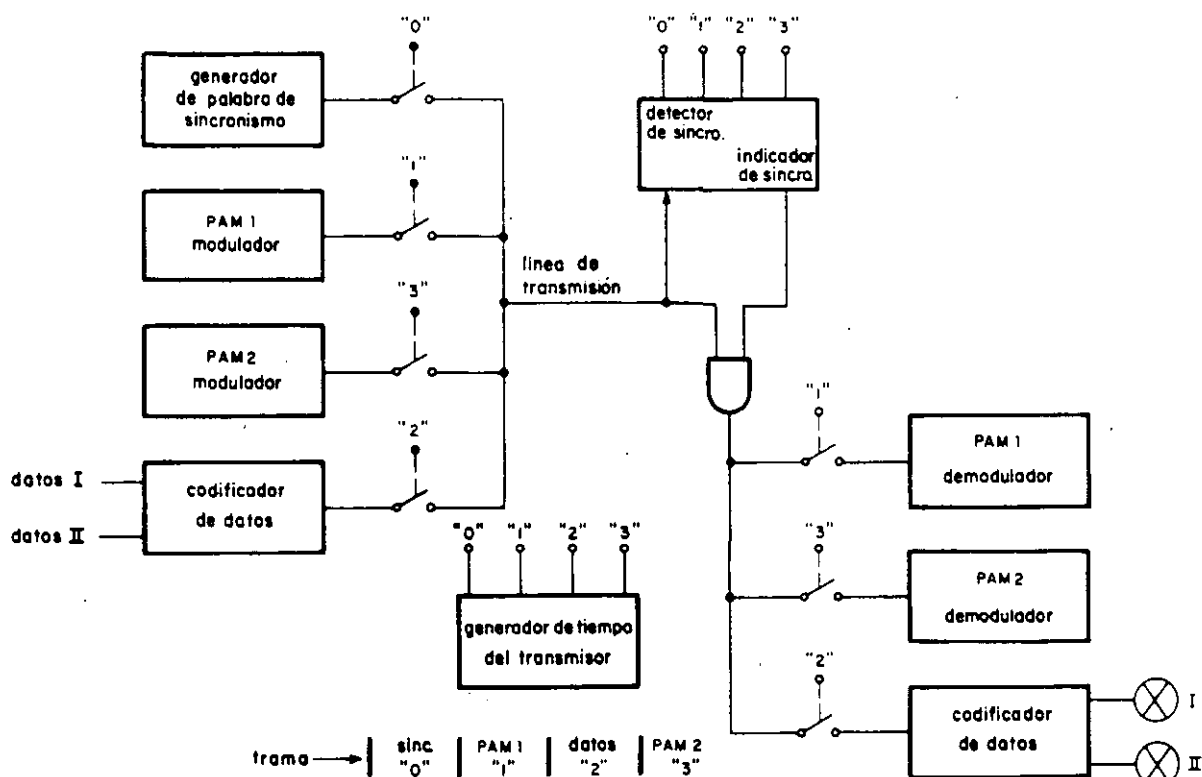


FIGURA 3.17: Sistema TDM (PAM + Datos)

# CAPITULO 4

## MODULACION POR CODIFICACION DE PULSOS(PCM)

Se vió en el capítulo 1 que los sistemas de comunicación digital tienen una cantidad de ventajas sobre los sistemas de comunicación analógica especialmente desde el punto de vista de RSN.

Además, la información digital se presta naturalmente a las técnicas de multiplex por división de tiempo al estar compuesta por pulsos discretos. En este capítulo discutiremos uno de los principales métodos de codificación digital de señales analógicas.

### FUNDAMENTOS DE PCM

Ya que la representación digital de una señal analógica continua debe ser discreta, el primer paso en el proceso de conversión analógico a digital es muestrear la señal analógica. Luego se le asigna a la muestra un valor digital de acuerdo a su amplitud y el número digital se transmite como pulsos digitales.

Ya se ha discutido el muestreo, y por lo tanto diremos solamente que el muestreo de techo plano es requerido en la mayoría de sistemas de conversión A/D, ya que la muestra debe permanecer constante durante el procesamiento de la señal.

### CUANTIFICACION

Todavía las amplitudes de las muestras son valores continuos, y durante la conversión a una señal digital es necesario formar una cantidad discreta de amplitudes, proceso denominado cuantificación.

La figura 4.1 muestra las características de un cuantificador lineal. La salida consiste en una cantidad de niveles de tensión discretos (numerados de -7 a +7).

El circuito de muestreo y el cuantificador forman un conversor A/D, con la salida digital presentada como 1 de N tensiones diferentes. La figura 4.2 muestra la salida obtenida de tal conversor cuando la entrada es una onda senoidal.

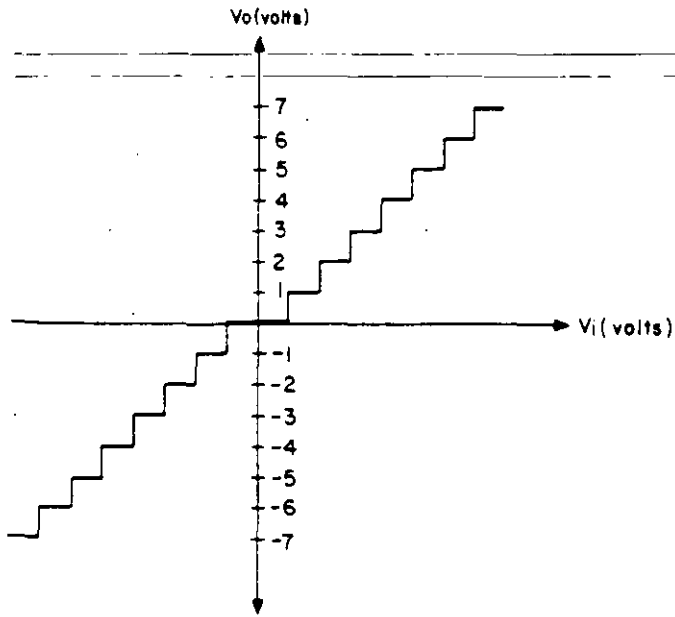


FIGURA 4.1:  
Característica del cuantificador

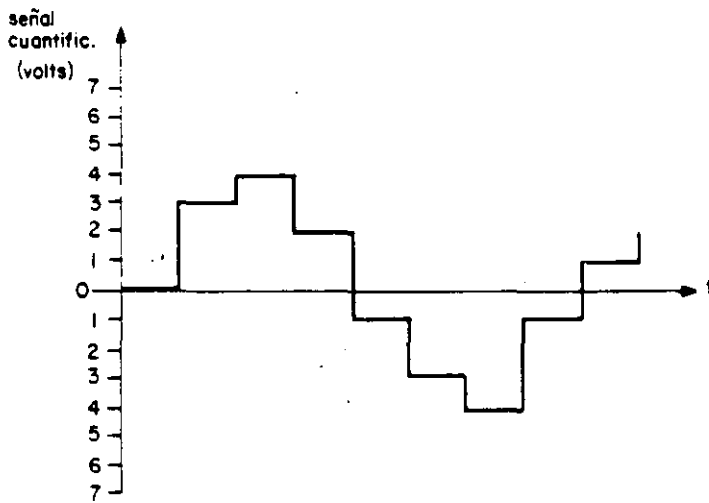
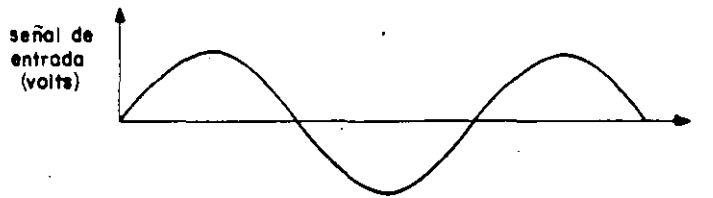
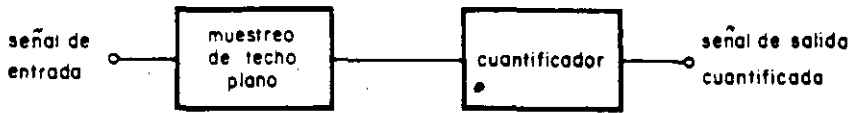


FIGURA 4.2:  
Convertor A/D compuesto  
por muestreador y cuantificador



## REPRESENTACION DIGITAL DE MUESTRAS CUANTIFICADAS

Después que la señal analógica ha sido convertida a una señal muestreada y cuantificada, es necesario generar pulsos digitales para representar cada nivel. En Modulación por Codificación de Pulsos (PCM), la salida consiste en un número binario compuesto por  $n$  bits.

En el caso de la señal cuantificada mostrada en la figura 4.2 hay 15 niveles de salida posibles (-7 a +7) y por lo tanto la salida binaria tendrá 4 bits ( $n = 4$ ). Resulta ahora necesario definir un código que dé el número de salida binario para cada nivel de tensión. Por ejemplo definamos el código siguiente:

-7 V	1 1 1 1	0 V	0 0 0 0
-6 V	1 1 1 0	1 V	0 0 1 1
-5 V	1 1 0 1	2 V	0 0 1 0
-4 V	1 1 0 0	3 V	0 0 1 1
-3 V	1 0 1 1	4 V	0 1 0 0
-2 V	0 1 0 1	5 V	0 1 0 1
-1 V	1 0 0 1	6 V	0 1 1 0
0 V	1 0 0 0	7 V	0 1 1 1

Por medio de este código, la señal cuantificada de la figura 4.2 será representada por los números binarios, como se muestra en la figura 4.3.

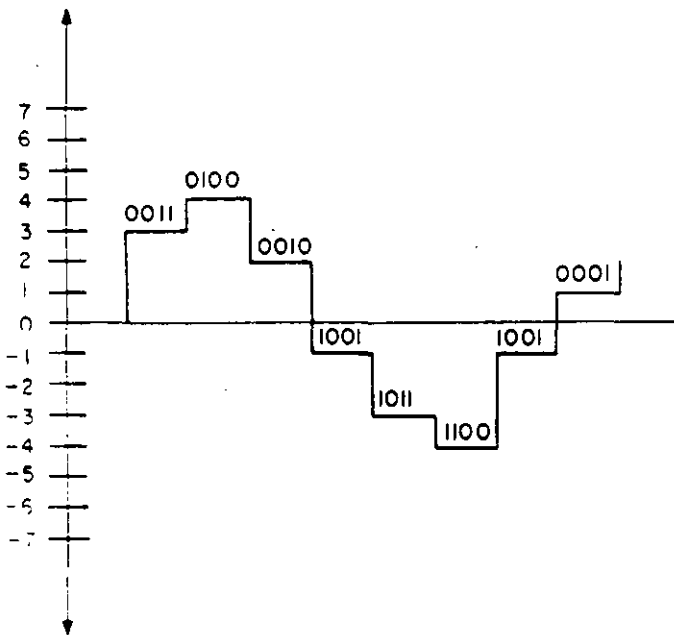


FIGURA 4.3:  
Representación binaria de una  
señal cuantificada

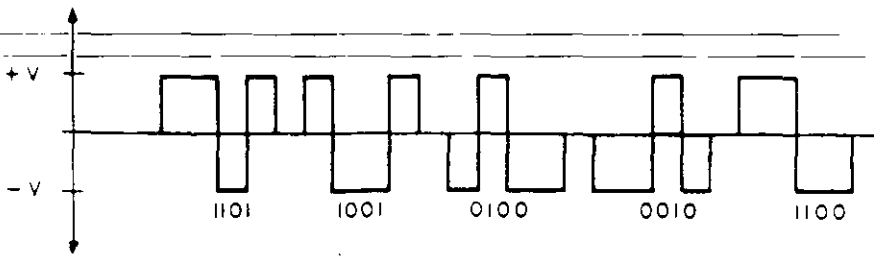


FIGURA 4.4: Pulsos de salida serie en PCM

Este código es denominado "Código BCD en signo y magnitud". Los tres dígitos del lado derecho son la representación BCD de la magnitud del número codificado. El BMS (bit más significativo), representa la polaridad del número; 0 representa números positivos mientras que 1 representa números negativos. Entonces 0 0 0 1 representa +1 y 1 0 0 1 representa -1. Observe que el número 0 es representado por 0 0 0 0 y por 1 0 0 0.

### PULSOS DE SALIDA EN PCM

Si la salida binaria se obtiene en paralelo, es necesario convertir la palabra binaria paralela a serie, ya que la mayoría de los sistemas de comunicación digital transmiten en serie. La salida PCM consistirá en una serie de pulsos que forman grupos de cuatro pulsos que representan un número (o nivel, o muestra).

La figura 4.4 muestra la salida PCM para la señal de las figuras 4.2 y 4.3 donde los pulsos de salida son pulsos digitales bipolares: +V representa 1, y -V representa 0. Un ancho de pulso se ha dejado entre cada número BCD para facilitar la comprensión. (Los pulsos que representan los bits individuales aparecen de derecha a izquierda para la transmisión).

Ya que la disposición de pulsos en grupos de cuatro es importante, se insertan pulsos de sincronismo entre los grupos de pulsos para asegurar la correcta sincronización del demodulador.

La figura 4.5 muestra el diagrama en bloques de un modulador completo PCM mostrando esquemáticamente la salida de cada etapa.

En implementaciones prácticas de tal modulador, la mayoría de los bloques se combinan en uno único que realiza todas las funciones simultáneamente (por ejemplo: muestreo, cuantificación y codificación binaria).



FIGURA 4.5: Diagrama en bloques de un modulador PCM

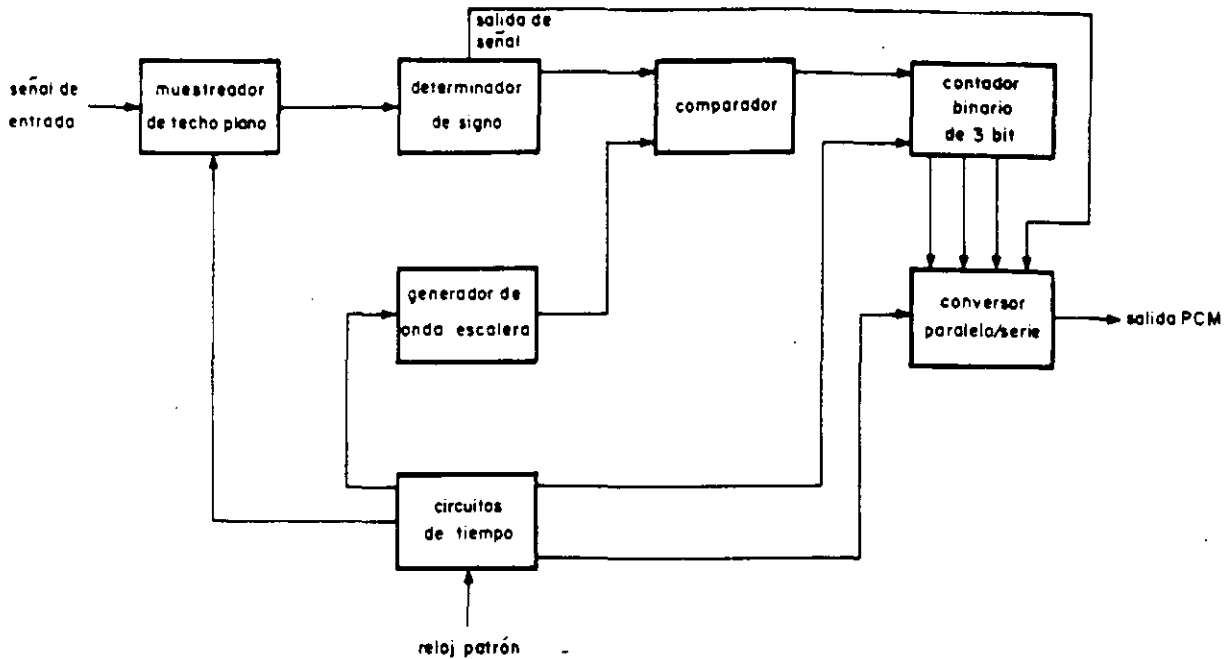


FIGURA 4.6: Diagrama en bloques de un ejemplo de modulador PCM

### EJEMPLO DE UN MODULADOR PCM PRACTICO

En la figura 4.6 se muestra el diagrama en bloques de un ejemplo de modulador PCM práctico, excluyendo el circuito de muestreo de techo plano.

Este modulador PCM se concentra en un conversor A/D de rampa digital compuesto por un generador de escalera, comparador y contador binario. Este conversor A/D particular opera sólo sobre señales analógicas unipolares, y es un conversor sincrónico. La conversión se lleva a cabo como sigue: al principio de la conversión se lleva el contador binario a 0 0 0 y el generador de escalera tiene 0 V en su salida. Cada pulso de reloj avanza en un bit al contador y aumenta la tensión de escalera en un escalón (ver figura 4.7).

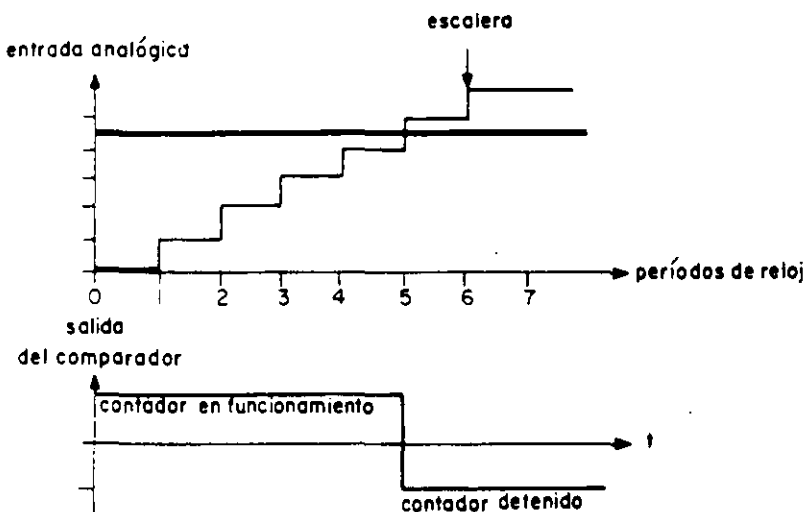


FIGURA 4.7: Formas de onda en un conversor A/D de rampa digital

Quando la tensión de escalera sobrepasa la tensión de salida analógica, el comparador cambia de estado y detiene al contador. El número en el contador es la representación digital de la tensión de entrada analógica.

Este convertor puede funcionar solamente con tensiones de entrada positivas o negativas, pero las señales analógicas son tanto positivas como negativas. Entonces las mismas deben ser convertidas de señal bipolar a una señal unipolar, recordando su polaridad original.

La salida del convertor se codifica en código BCD de Signo y magnitud, que ya ha sido nombrado, con un bit de signo (polaridad) y tres bits de magnitud.

### EL DETERMINADOR DE SIGNO

El muestreador de techo plano ya ha sido discutido y no lo trataremos aquí. En la figura 4.8 se muestra el diagrama esquemático de un determinador de signo.

Este circuito siempre produce una señal de salida negativa, no importa qué polaridad tiene la señal de entrada.

Si  $V_e > 0$ , la salida del comparador es un "0" lógico y se obtiene la salida  $V_s$  del amplificador de ganancia unitaria inversor  $A_1$ .

Si  $V_e < 0$ , la salida del comparador es un "1" lógico y la salida se conecta directamente a la entrada.

Por lo tanto  $V_s = -|V_e|$  y la salida del comparador da el signo de la señal de entrada, de acuerdo al código de signo y magnitud - "0" para  $V_e > 0$  y "1" para  $V_e < 0$ .

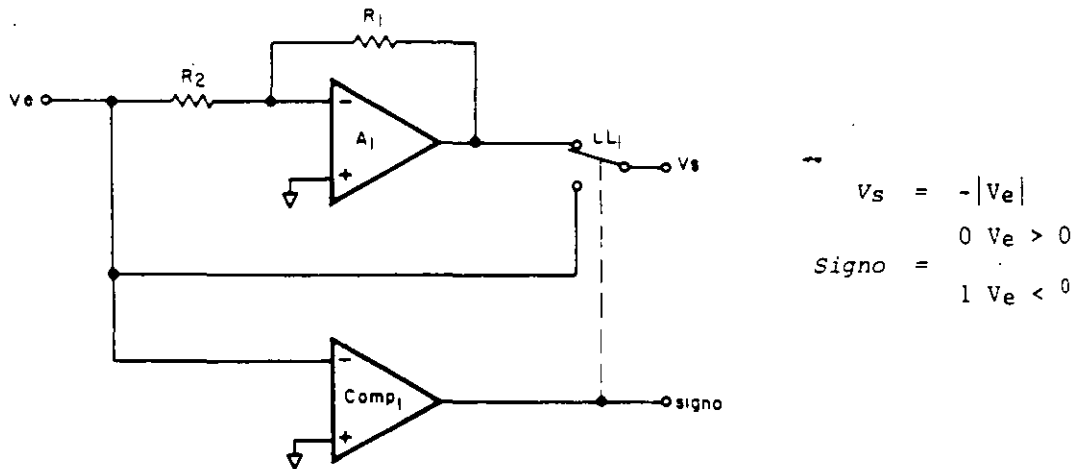


FIGURA 4.8: Circuito determinador de signo

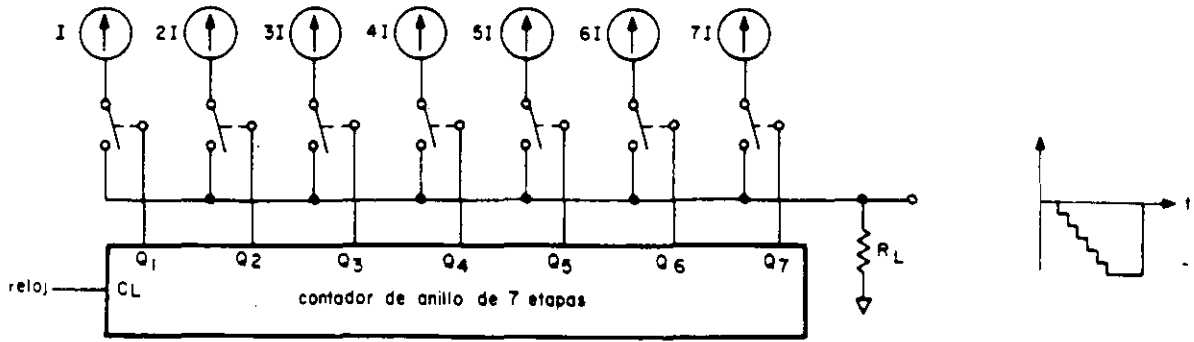


FIGURA 4.9: Generador de tensión escalera

### EL GENERADOR DE ESCALERA

Este consiste en siete fuentes de corriente conmutables conectadas a un resistor y conmutadas por un contador de anillo de 7 etapas como se muestra en la figura 4.9. La tensión de salida está compuesta por escalones de altura  $-I \cdot R_L$ .

En este circuito sólo una llave está cerrada por vez, pero se puede construir un generador de escalones con siete fuentes de corriente iguales, cuyas salidas están conectadas en paralelo y sumadas en el resistor  $R_L$ .

### CONVERSOR PARALELO/SERIE

Las salidas del contador binario se conectan a las entradas de un registro de desplazamiento de entrada paralela - salida serie. Cuando el comparador detiene al contador, el resultado entra en tres de las cuatro etapas del registro de desplazamiento, con el mismo funcionando en su modo paralelo. La cuarta etapa se carga con el bit de signo que viene del determinador de signo.

El registro de desplazamiento funciona ahora en su modo de salida en serie y el número es descargado bit por bit.

El conversor paralelo a serie es visto en la figura 4.10.

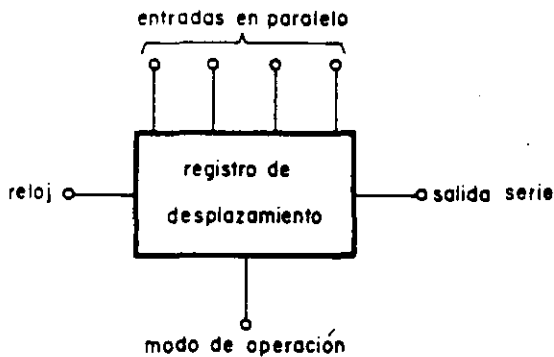


FIGURA 4.10: Conversor paralelo a serie

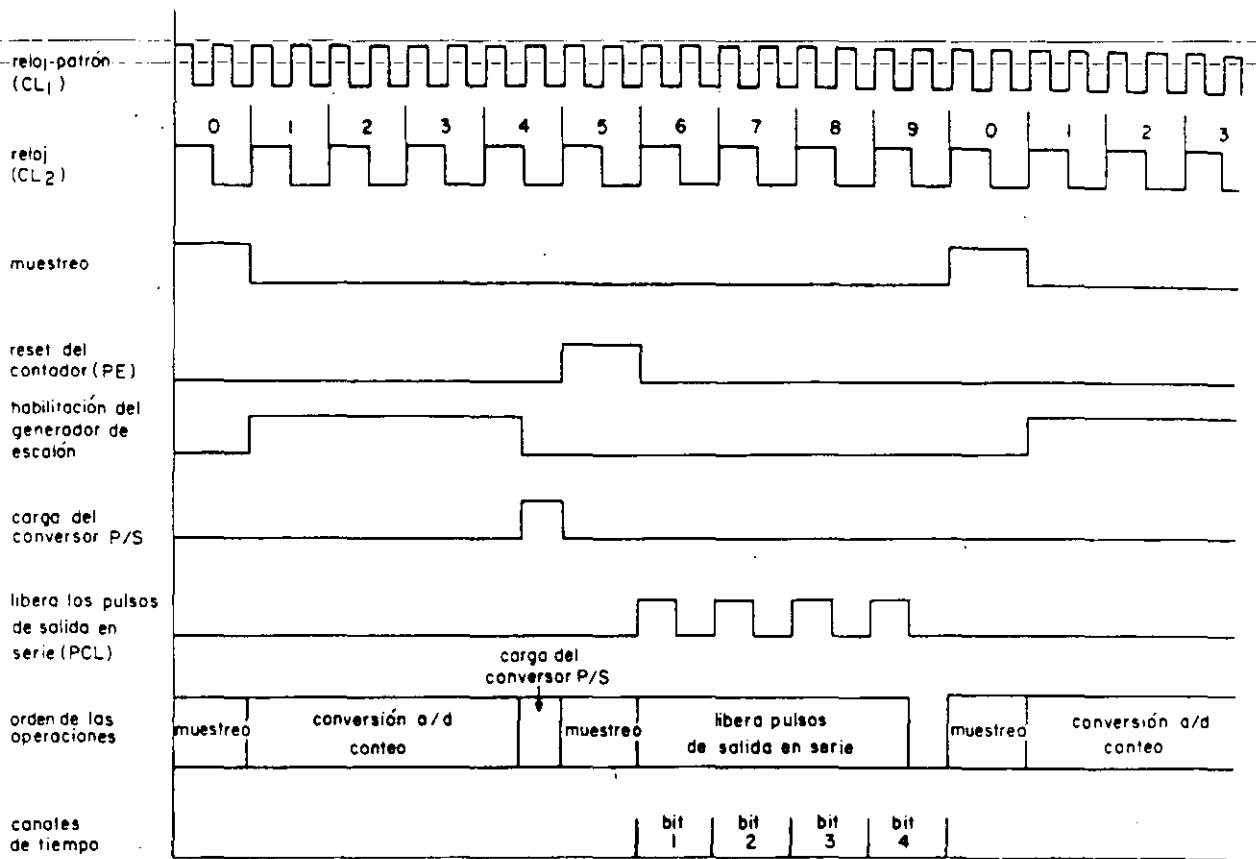


FIGURA 4.11: Diagrama de tiempos del modulador de PCM

## CIRCUITOS DE TIEMPO

La parte más importante del modulador de PCM es la de circuitos de tiempo y control. Hay dos razones para esto: primero, ya que el modulador es un sistema digital sincrónico, depende de distintos pulsos de reloj para el funcionamiento correcto; segundo los pulsos de salida deben estar concordantes en tiempo con el sistema de comunicación digital que, en el caso de TDM por ejemplo, se comparte en otros sistemas de modulación/transmisión.

Por lo tanto, si se asigna el canal de PCM a canales de tiempo particulares, el modulador PCM debe producir sus pulsos de salida para concordar con estos canales de tiempo.

Para comprender la cronización del modulador PCM (o de cualquier sistema digital sincrónico), es necesario dibujar el diagrama de tiempos del sistema, que contiene todos los pulsos de control y las relaciones entre ellos.

En la figura 4.11 se muestra el diagrama de tiempos del modulador PCM y el circuito con todas las entradas de cronización conectadas se ve en la figura 4.12.

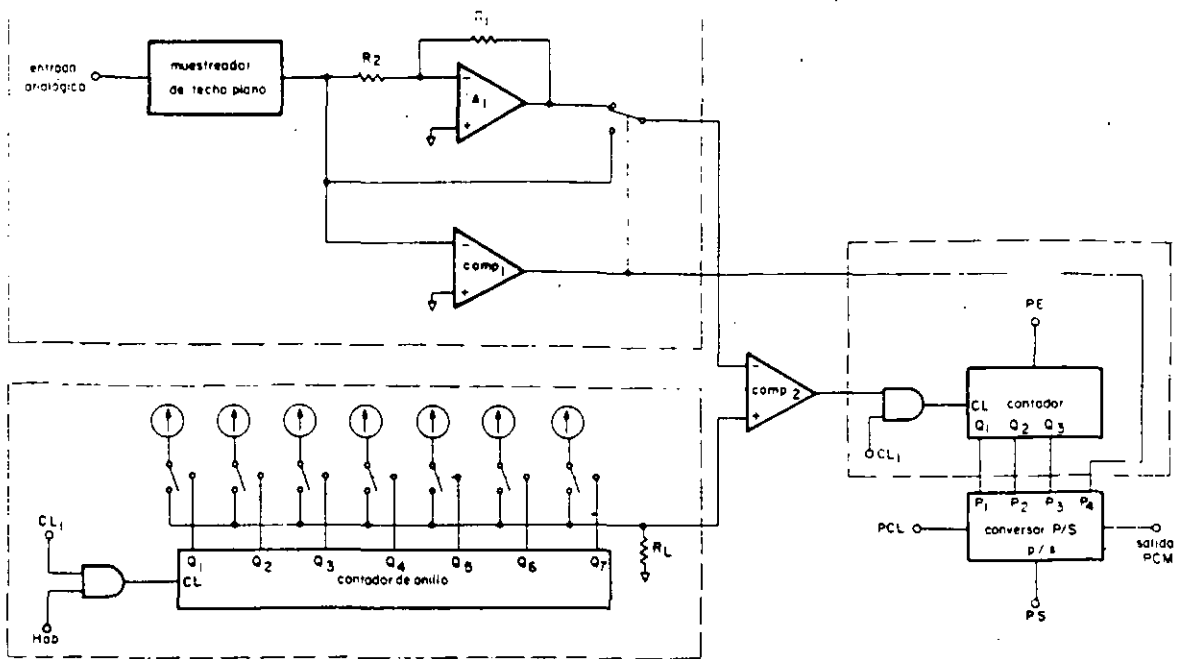


FIGURA 4.12: Circuito modulador de PCM con entradas de tiempos

#### FUNCIONAMIENTO DEL MODULADOR (CRONIZACION)

La cronización se basa en dos relojes básicos CL1 y CL2, donde  $\text{frec. CL2} = \frac{1}{2} \text{frec. CL1}$ .

Se han numerado los períodos de CL2 de 0 a 9. Un ciclo completo de conversión analógica a PCM toma diez períodos de CL2, compuestos por los siguientes pasos:

- |                                 |  |
|---------------------------------|--|
| Período 0:                      | Se muestrea la señal analógica y se determina su polaridad.  |
| Períodos 1, 2, 3 y mitad del 4: | Se forma la rampa digital y se compara con la señal de entrada. El contador cuenta a la velocidad de CL1 hasta que el comparador detecta que la rampa digital es más negativa que la señal de entrada. |
| Segunda mitad del período 4:    | El resultado del contador es cargado al convertor P/S.   |
| Período 5:                      | Se lleva al contador a cero.   |
| Períodos 6, 7, 8 y mitad del 9: | La señal PCM se descarga en serie por el convertor P/S.  |
| Período 10 = período 0:         | Comienza un nuevo ciclo.   |

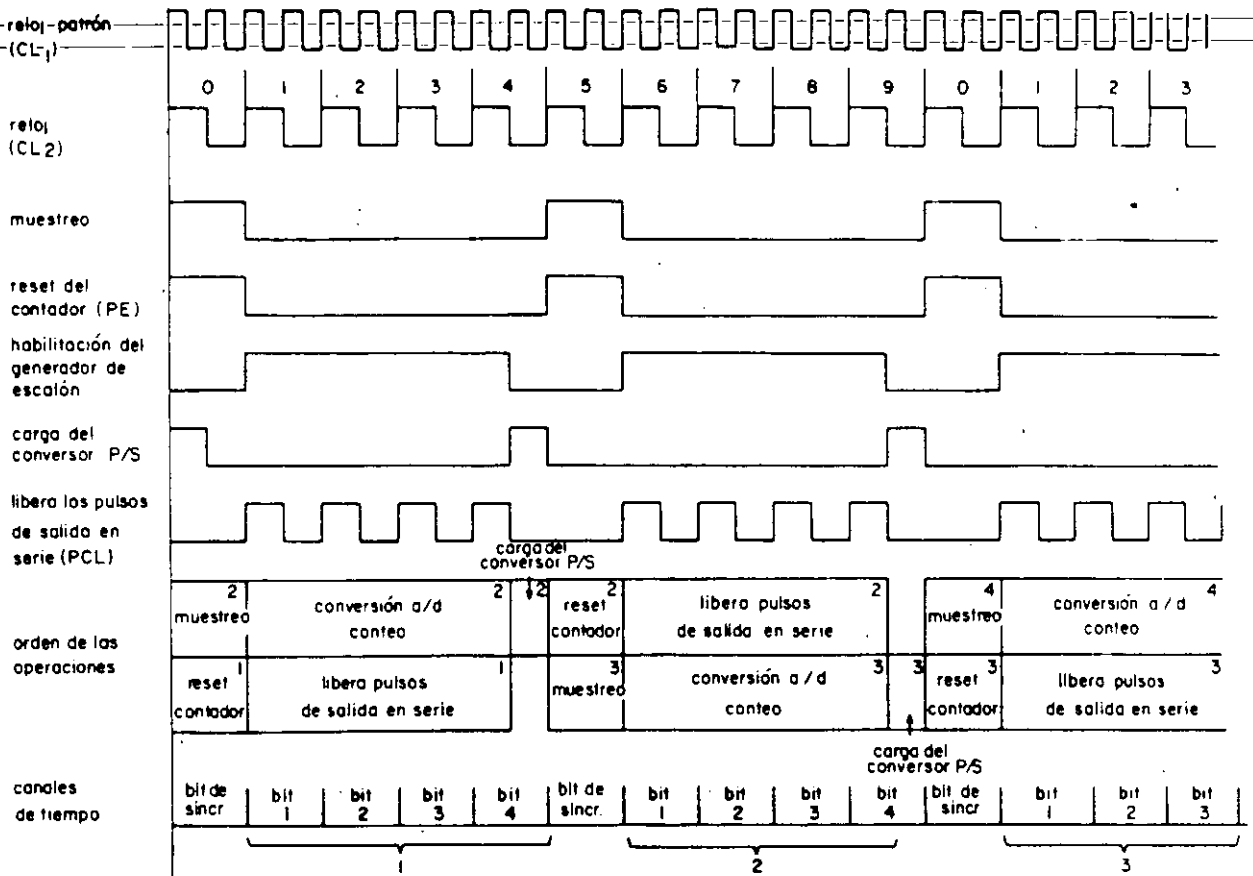


FIGURA 4.13: Diagrama de tiempos del modulador PCM mejorado

Durante los períodos 0, 1, 2, 3 y 4 están en actividad el muestreador, el determinador de signo, el generador de escalones y el contador, mientras que no lo está el convertor P/S. Durante los períodos 5, 6, 7, 8 y 9 fuera de la puesta a reset del contador, solo está en actividad el convertor P/S. El resultado de esto es que mientras que el convertor P/S libera los pulsos de PCM, el resto del modulador puede procesar la próxima muestra. La figura 4.13 muestra el diagrama de tiempos del modulador PCM mostrando cómo puede duplicarse la cantidad de información procesada.

### DEMODULADOR PCM

El demodulador PCM es generalmente más simple que el modulador debido a que su cronización está dada por la cronización del modulador y por los pulsos de sincronismo. La figura 4.14 muestra el diagrama en bloques de un demodulador PCM.

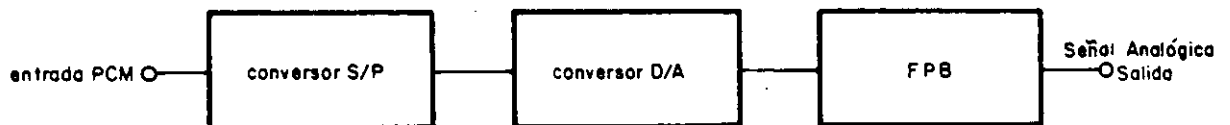


FIGURA 4.14: Diagrama en bloques de un demodulador PCM



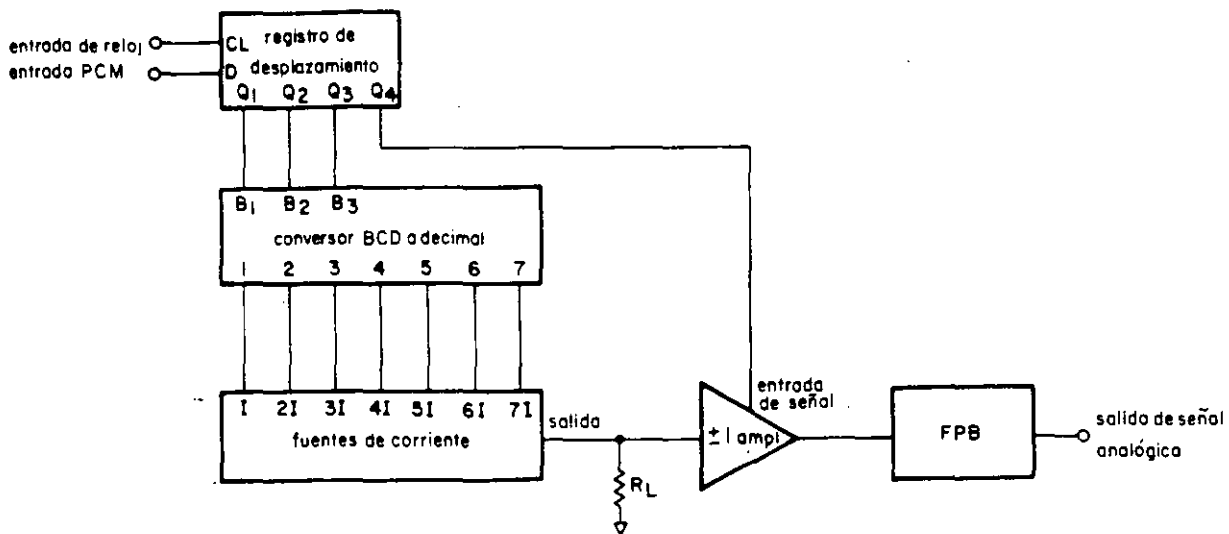


FIGURA 4.15: Demodulador PCM práctico

El convertor S/P recibe los pulsos PCM de la línea de transmisión de a uno por vez y los convierte en una palabra binaria paralela. El convertor D/A convierte la palabra digital en un pulso analógico de acuerdo con el mismo código utilizado en el modulador. Los pulsos representan muestras de la señal analógica y al pasar los mismos por un filtro pasabajos se regenera la señal analógica.

#### UN DEMODULADOR PCM PRACTICO

La figura 4.15 muestra un demodulador PCM práctico. El registro de desplazamiento es del tipo entrada serie/salida paralela. El convertor BCD a decimal, convierte los tres bits de magnitud de la palabra PCM a una de siete salidas. Cada salida controla una fuente de corriente que es idéntica a la fuente de corriente respectiva del modulador. En  $R_L$  se convierte la corriente en tensión.

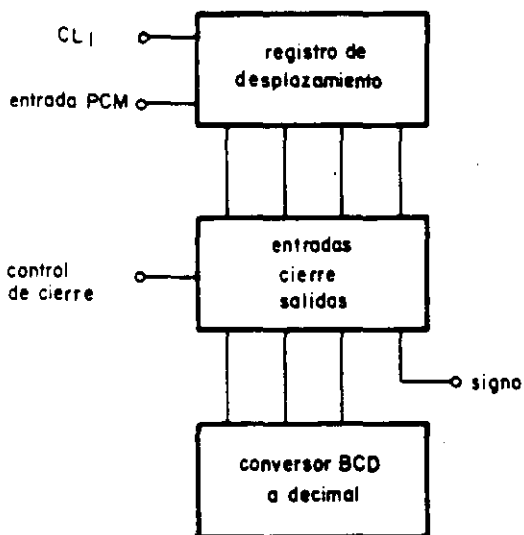


FIGURA 4.16: Ubicación del cierre en el demodulador PCM

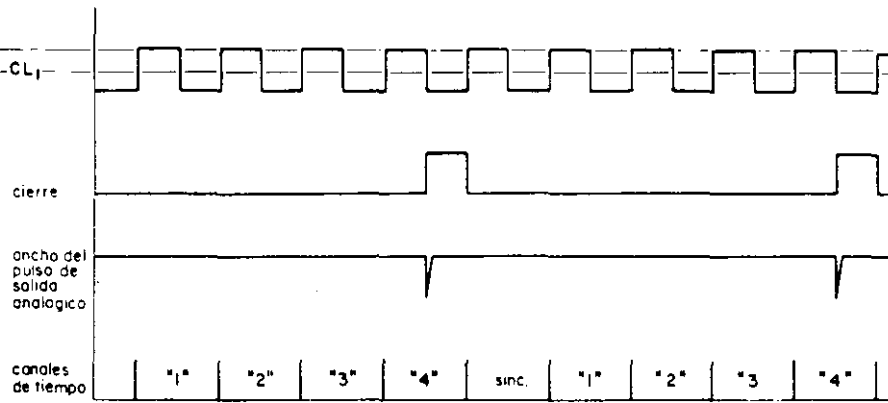


FIGURA 4.17: Diagrama de tiempos del demodulador PCM

El paso siguiente es determinar la polaridad del pulso analógico de acuerdo al bit de signo de la palabra PCM. Esto se hace en un amplificador cuya ganancia es +1 o -1 de acuerdo a la entrada de control (el circuito electrónico es similar al determinador de signo en el modulador).

Ya que la salida del registro de desplazamiento contiene solamente la palabra PCM en un canal de tiempo, los pulsos de salida (antes que el FPB) serán del ancho de un canal de tiempo. Como se vió en el capítulo de muestreo, cuanto más ancho es el pulso, mejor es la señal regenerada. Es posible ensanchar el pulso almacenando cada palabra PCM durante cinco canales de tiempo en un circuito denominado de cierre o enganche.

Este circuito se intercala entre el registro de desplazamiento y el conversor BCD a decimal, como se muestra en la figura 4.16. Cuando el control del cierre está alto ("1"), las señales a las entradas del cierre se transfieren a las salidas del mismo, y cuando el control está bajo ("0"), las salidas permanecen en el mismo estado.

La figura 4.17 muestra el diagrama de tiempos del demodulador.

La figura 4.18 muestra un sistema de comunicación completo PCM de un canal.

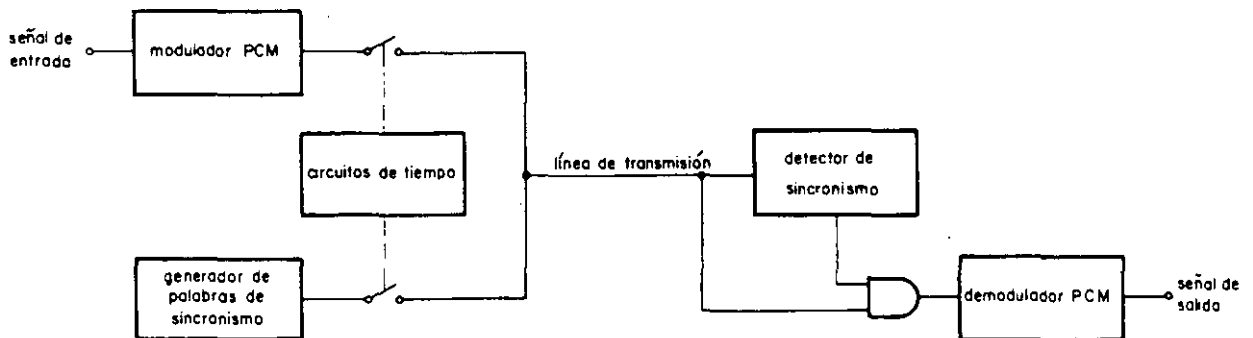


FIGURA 4.18: Sistema de comunicación PCM

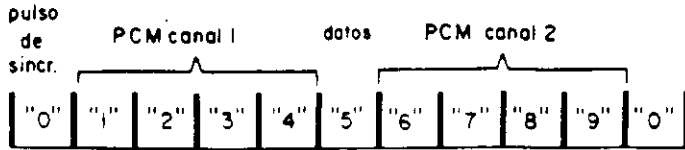


FIGURA 4.19: Ubicación de los canales de tiempo para TDM-PCM de dos canales

### MULTIPLEX POR DIVISION DE TIEMPO EN PCM (TDM-PCM)

El sistema PCM se presta fácilmente por sí mismo al multiplex. Ya que en el modulador PCM se realiza cada conversión independientemente de conversiones previas, es posible usar el mismo canal para modular dos canales distintos.

En la figura 4.19 se muestra la trama adecuada. El canal de tiempo "0" es el del pulso de sincronismo; los canales de tiempo "1", "2", "3" y "4", contienen la palabra PCM relativa al canal 1; el canal de tiempo "5" es utilizado para la transmisión de datos; los canales de tiempo "6", "7", "8" y "9" contienen la palabra PCM relativa al canal 2.

El modulador funciona exactamente como se describe en la figura 4.13, con dos canales de tiempo definidos según la figura 4.19.

Todo lo necesario es una llave a la entrada del modulador (después del muestreador) que conecta el modulador al canal 1 y 2 por turno, como se muestra en la figura 4.20. La llave selectora de canal cambia la posición al comienzo de los canales de tiempo "0" y "5" y es durante estos canales de tiempo que se muestrea las señales de entrada. Obviamente es importante aquí la sincronización no sólo para asegurar la selección correcta de los bits de la palabra PCM, sino también para asegurar la sincronización de los canales.

El canal de datos puede ser un canal único, o multiplex por el método descrito en el capítulo 3.

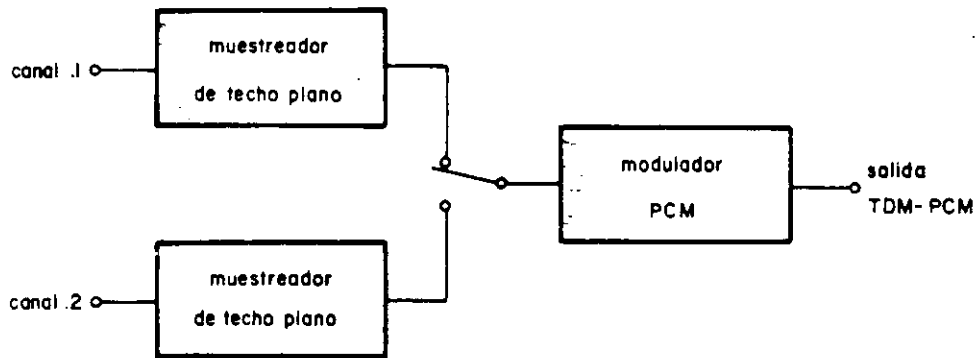


FIGURA 4.20: Modulador TDM-PCM mostrando la llave selectora de canal

# CAPITULO 5

## SEÑAL Y RUIDO EN PCM

En PCM existen dos tipos de ruido fundamentalmente diferentes: uno es el ruido de fondo "común", mientras que el otro es causado por el proceso real de modulación por codificación de pulso. Este segundo tipo de ruido es provocado por el proceso de cuantificación, donde la señal muestreada se aproxima por la señal cuantificada. Este ruido es denominado error de cuantificación.

### ERROR DE CUANTIFICACION

La figura 5.1 muestra el rango de tensiones de la señal de entrada analógica dividido en  $N$  niveles cuantificados. Supondremos que el cuantificador selecciona el nivel más cercano a la tensión de entrada, ya esté por encima o debajo de la tensión de entrada. En este caso el error aparece como una señal diente de sierra.

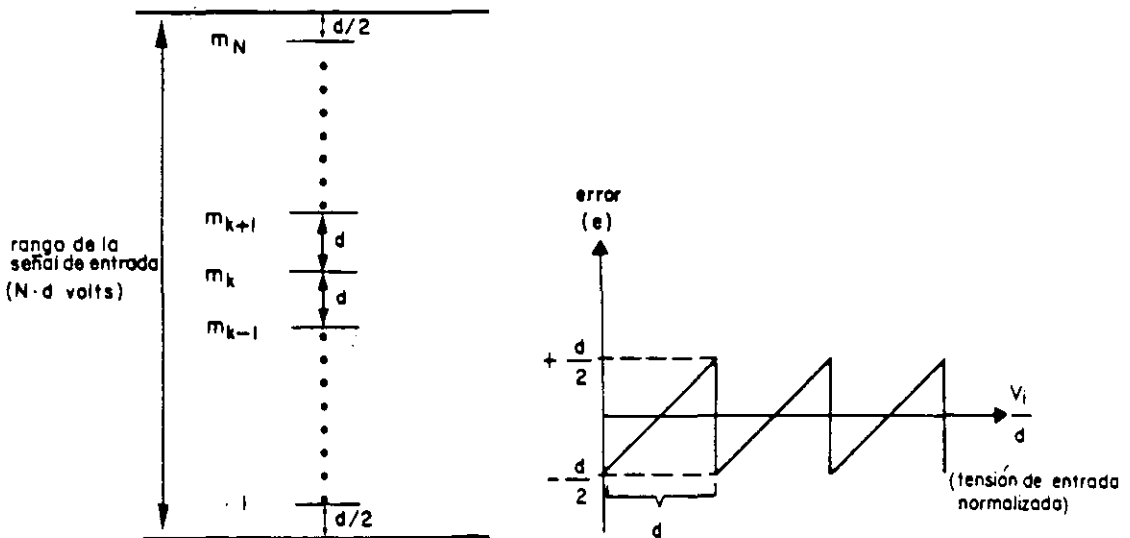


FIGURA 5.1: Niveles de cuantificación y error de cuantificación

La potencia media del ruido de cuantificación es obtenida integrando el cuadrado de la tensión de error.

La probabilidad de que la tensión de entrada esté entre los niveles  $m_i - dm$  y  $m_i + dm$  será definida como  $P_i(m)dm$  y entonces el error cuadrático medio es:

$$\overline{e_q^2} = \int_{m_1 - \frac{d}{2}}^{m_1 + \frac{d}{2}} P_1(m) (m - m_1)^2 dm + \int_{m_2 - \frac{d}{2}}^{m_2 + \frac{d}{2}} P_2(m) (m - m_2)^2 dm + \dots + \int_{m_N - \frac{d}{2}}^{m_N + \frac{d}{2}} P_N(m) (m - m_N)^2 dm \quad (5-1)$$

Ya que es igualmente probable que la tensión de entrada esté en cualquier punto entre dos niveles,  $P_i(m) = \text{constante} = P_i$  y la ecuación (5-1) resulta:

$$\overline{e_q^2} = \sum_{i=1}^N P_i \int_{m_i - \frac{d}{2}}^{m_i + \frac{d}{2}} (m - m_i)^2 dm \quad (5-2)$$

Substituyendo  $x = m - m_i$  y cada una de las integrales, resulta:

$$\overline{e_q^2} = \sum_{i=1}^N P_i \int_{-\frac{d}{2}}^{\frac{d}{2}} x^2 dx = \sum_{i=1}^N P_i \cdot \frac{d^3}{12} \quad (5-3)$$

La probabilidad de que la tensión de entrada esté entre  $m_i - \frac{d}{2}$  y  $m_i + \frac{d}{2}$  es  $P_i \cdot d$  de acuerdo con nuestra definición entonces  $\sum_{i=1}^N P_i d = P_1 d + P_2 d + \dots + P_N d$  es la probabilidad de que la tensión de entrada esté entre  $m_1 - \frac{d}{2}$  y  $m_N + \frac{d}{2}$ . Pero como como éste es el rango completo de la tensión de entrada, esta probabilidad es igual a 1.

Entonces:

$$N_q = \frac{\overline{e_q^2}}{e_q^2} = \frac{d^2}{12} \quad (5-4)$$

donde:

$N_q$  - es el ruido de cuantificación.

Si la entrada al cuantificador es una onda senoidal de amplitud pico a pico  $N \cdot d$ , tiene un valor de potencia efectiva de:

$$S = \frac{N^2 d^2}{8} \quad (5-5)$$

y entonces la relación  $S/N_q$  estará dada por:

$$S/N_q = \frac{N^2 d^2}{8} / \frac{d^2}{12} = 1,5 N^2 \quad (5-6)$$

Puesto que en un sistema PCM la cantidad de niveles de cuantificación está representada por un número binario de  $n$  bits,  $N = 2^n$ .

Entonces, la ecuación (5-6) resulta:

$$S/N_q = 1,5(2^n)^2 = 1,5(2^{2n}) \quad (5-7)$$

o en decibeles:

$$S/N_q = 10 \log 1,5 + 10 \cdot 2n \log 2 = 6n + 1,76 \quad (5-8)$$

Demostraremos ahora que la ecuación (5-8) se aproxima a la relación  $S/N$  de todo el sistema PCM modulador-demodulador (modem). La figura 5.2 describe el ruido sumado a la señal original debido al proceso de PCM.

El proceso de muestreo agrega ruido  $N_1$  a la señal original. Teóricamente, este ruido puede ser eliminado completamente por filtrado, pero en la práctica esto depende de la calidad del filtro.

El cuantificador agrega ruido de cuantificación a la señal y ruido ya existente. Las etapas de codificación binaria, transmisión, recepción y conversión d/a, no agregan ruido por sí mismas.

El filtro pasabajos elimina la mayor parte del ruido de muestreo  $N_1$  y algo del ruido de cuantificación, dejando  $S + \tilde{N}_q + \tilde{N}_1$ , donde  $\tilde{N}_1$  es el residuo de  $N_1$ , y  $\tilde{N}_q$  el residuo del ruido de cuantificación.  $\tilde{N}_1 = 0$ , y  $\tilde{N}_q$  puede ser tomada como aproximadamente  $N_q$ , entonces la RSN del sistema está dada por la ecuación (5-9):

$$RSN = 6n + 1,76 \quad (5-9)$$

En nuestro caso  $n = 4$  y entonces:  $RSN = 1,76 + 24 = 25,76$  dB.

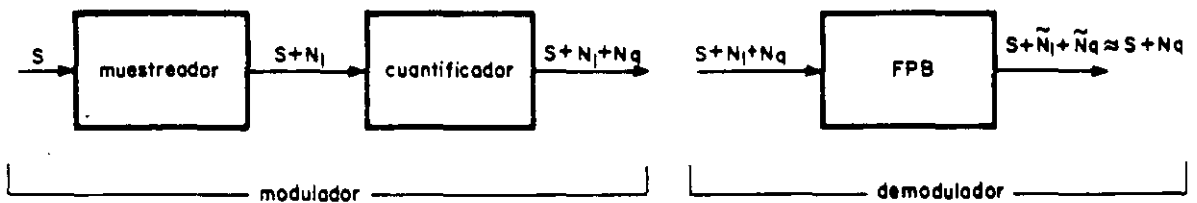


FIGURA 5.2: Ruido en un sistema modem PCM

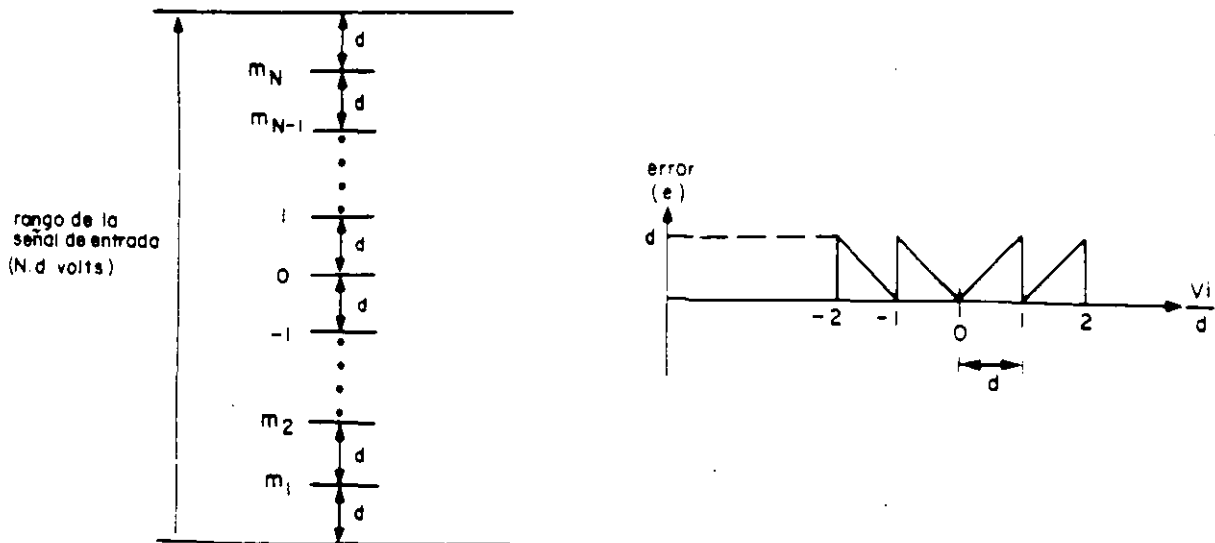


FIGURA 5.3: Niveles de cuantificación y error de cuantificación para el modem PCM descrito en el capítulo 4

Esta es la máxima RSN teóricamente asequible para  $n = 4$ . En la práctica sin embargo  $N_1 \neq 0$ , ya que el filtro no es ideal, y como ya lo hemos señalado, la segunda banda lateral de la onda muestreada puede ser bastante fuerte.

En el sistema PCM descrito en el capítulo 4, el valor absoluto de la señal muestreada no se asigna al nivel cuantificado más cercano a él, sino sólo al que está por arriba (para tensiones positivas el nivel es superior a la muestra, y para negativas el nivel está por abajo). En este caso, el error es la señal mostrada en la figura 5.3, no la de la figura 5.1.

En este caso el error de cuantificación está dado por la ecuación (5-3) tomando la integral entre 0 y  $d$ :

$$\overline{e^2} = \sum_{i=1}^N P_i \int_0^d x^2 dx = \sum_{i=1}^N P_i \frac{d^3}{3} \quad (5-10)$$

donde:

$P_i \cdot d$  - es la probabilidad de que la tensión de entrada esté entre  $m_i$  y  $m_i + d$ .

Ya que  $\sum_{i=1}^N P_i d = 1$ , el ruido de cuantificación está dado por:

$$N_q = \frac{d^2}{3} \quad (5-11)$$

Si la señal de entrada es una onda senoidal de amplitud  $N \cdot d$  volts pico a pico, la RSN del modem PCM está dada por:

$$S/N_q = RSN = \frac{N^2 d^2}{8} / \frac{d^2}{3} = 0,375 N^2 = 0,375 (2^{2n}) \quad (5-12)$$

o en decibeles:

$$\text{RSN} = 6n - 4,26$$

(5-13)

Entonces, para el modem PCM con  $n = 4$ , la relación señal-ruido está dada por:  
 $\text{RSN} = 19,7 \text{ dB}$ .

Este sistema práctico tiene una RSN menor que el sistema PCM teórico discutido anteriormente, pero su implementación electrónica es más simple.

La figura 5.4 muestra la RSN en un sistema PCM teórico y en uno práctico, en función del número de bits de la palabra binaria.

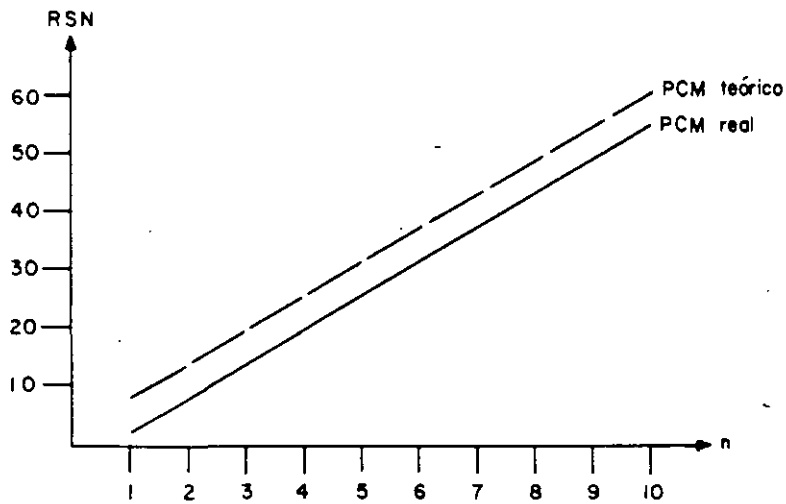


FIGURA 5.4: RSN en función de  $n$  para un sistema PCM teórico y un sistema PCM práctico



# CAPITULO 6

## "COMPANSION" EN PCM

### DESVENTAJAS DE LA CUANTIFICACION LINEAL

Las RSN calculadas en el capítulo anterior eran para señales cuya amplitud pico a pico era igual a la escala entera del rango de tensiones del cuantificador. Estas expresiones no se aplican en todo el rango de tensiones ya que el ruido de cuantificación promedio es independiente de la tensión de señal de entrada, y por lo tanto cuanto menor es la señal de entrada, menor es la RSN. Esto es significativo especialmente para señales de baja amplitud. En el caso extremo en que la amplitud de la señal de entrada es menor que el primer nivel de cuantificación, se perderá por completo (ver figura 6.1).

### "COMPANSION" (COMPANDING)

Este efecto puede ser corregido por un espaciado alineal o achicamiento de los niveles de cuantificación, de modo que haya más niveles para bajas amplitudes de señal, y menos niveles para amplitudes altas de señal. Esto tiene el efecto de enfatizar las más bajas amplitudes sobre las más altas. Este proceso es denominado compresión.

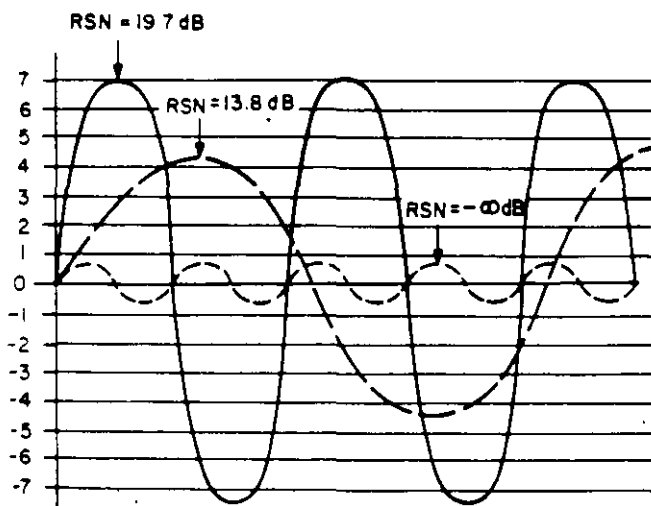


FIGURA 6.1:  
Dependencia de la RSN de la amplitud de señal en un cuantificador lineal PCM

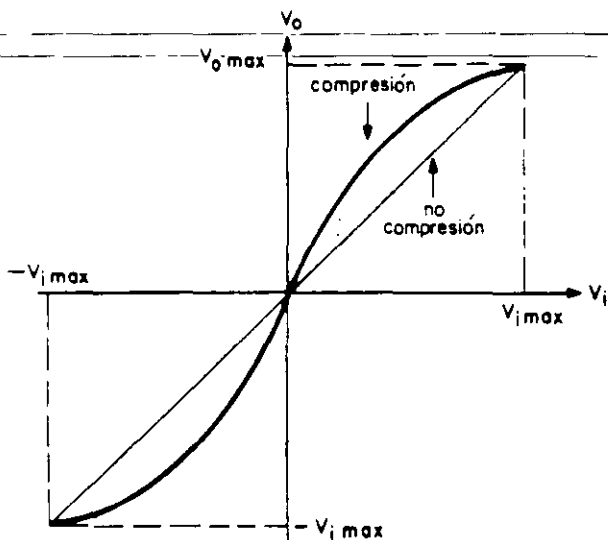


FIGURA 6.2:  
Característica de entrada-salida de un compresor analógico típico

Puede realizarse la compresión sobre la misma señal analógica, en cuyo caso el cuantificador permanece lineal. La figura 6.2 muestra la característica de un compresor analógico.

En tal compresor, las señales de pequeña amplitud son amplificadas más que las de gran amplitud, de modo que en el cuantificador se levanta la RSN de las señales de pequeña amplitud, mientras que se reduce la de señales de gran amplitud. En el demodulador la señal comprimida debe ser "decomprimida", y esto se lleva a cabo en un circuito denominado expansor, cuya característica complementa exactamente la del compresor. El proceso combinado de compresión y expansión es denominado "compansión". Una de las desventajas de compansión analógica es la dificultad de asegurar que el expansor esté adaptado al compresor.

Puede superarse esta desventaja utilizando un cuantificador alineal. La figura 6.3 muestra los niveles de un cuantificador de compansión típico.

La señal indicada tiene una amplitud igual al 26% de la tensión de plena escala, pero está cuantificada en el 40% de los niveles de cuantificación.

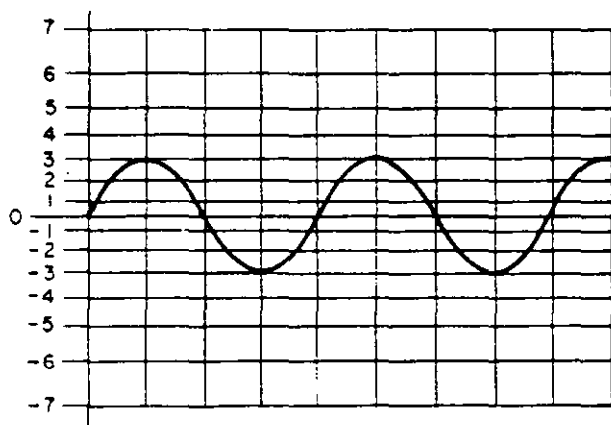


FIGURA 6.3:  
Distribución de los niveles de cuantificación en un cuantificador de compansión típico

## COMPANSION LOGARITMICA

Hay muchos modos diferentes de obtener la función de compansión, pero los más comunes son las funciones logarítmicas, ya que éstas pueden ser implementadas fácilmente.

Las mismas se eligen de modo que cumplan las condiciones siguientes:

1.  $v_i = 0 \Rightarrow v_o = 0$
2.  $v_{o\max} = v_{i\max}$

La condición 1 puede ser cumplida por la función:

$$v_o = k \log \left( 1 + \mu \frac{v_i}{V_{\max}} \right) \quad (6-1)$$

donde  $k$  y  $\mu$  son constantes y  $V_{\max} = v_{i\max}$ . El valor de  $k$  está determinado por la condición 2. Substituyendo  $v_i = v_{i\max} = V_{\max}$  y  $v_o = v_{o\max} = V_{\max}$ , la ecuación (6-1) resulta:

$$V_{\max} = k \log \left( 1 + \mu \frac{V_{\max}}{V_{\max}} \right) \Rightarrow k = \frac{V_{\max}}{\log(1 + \mu)} \quad (6-2)$$

y entonces la función de compansión resulta:

$$v_o = \frac{V_{\max} \log \left( 1 + \mu \frac{v_i}{V_{\max}} \right)}{\log(1 + \mu)} \quad (6-3)$$

$\mu$  es denominado el parámetro de compresión.

La figura 6.4 muestra parte de la característica de un compresor logarítmico que cumple la ecuación (6-3) para distintos valores de  $\mu$ .

Las características de la figura 6.4 son las de un compresor logarítmico. Calcularemos en el inciso siguiente los niveles de cuantificación de un cuantificador de compansión.

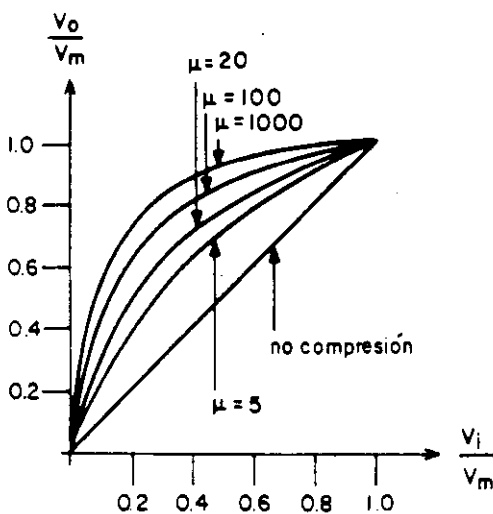


FIGURA 6.4:  
Características de compresión logarítmica

## NIVELES DE CUANTIFICACION CON COMPANSION

Los niveles de cuantificación están dados por  $v_i = v_m$  para  $v_0 = \frac{mV_{\max}}{N}$  donde  $m$  es el número del nivel y  $N$  el número total de niveles.

Por lo tanto, operando la ecuación (6-3):

$$V_m = \frac{V_{\max}}{\mu} \left[ (1 + \mu)^{\frac{m}{N}} - 1 \right] \quad m = 0, 1, 2, \dots, N \quad (6-4)$$

para niveles de tensión positivos y

$$V_m = -\frac{V_{\max}}{\mu} \left[ (1 + \mu)^{-\frac{m}{N}} - 1 \right] \quad m = -1, -2, \dots, -N \quad (6-5)$$

para niveles de tensión negativos.

Si se utiliza este cuantificador en el modem PCM descrito en el capítulo 5, se necesitan usar sólo los niveles negativos, y la señal de entrada se convierte en una señal del todo negativa.

## RSN EN PCM CON COMPANSION

La relación señal a ruido de cuantificación en un sistema PCM con compansión está dada por:

$$S/N_q = \frac{\sqrt{3} \cdot N}{\log(1 + \mu) \sqrt{1 + \left(\frac{\rho}{\mu}\right)^2}} \quad (6-6)$$

Donde:

$N$  - es la cantidad de niveles de cuantificación

$\rho = \frac{V_{\max}}{V_{\text{rms}}}$  - es la relación de la tensión pico a la tensión eficaz de la señal de entrada.

Cuando  $\mu \gg \rho$  la ecuación (6-6) resulta:

$$RSN = S/N_q = \frac{\sqrt{3} \cdot N}{\log(1 + \mu)} \quad (6-7)$$

La ecuación (6-7) muestra que para grandes valores de  $\mu$ , la RSN es independiente de la amplitud de la señal de entrada, que es lo que queríamos obtener.

En sistemas prácticos es en general  $10 < \mu < 100$  para resultados óptimos.



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

**CURSOS ABIERTOS**

**III CURSO INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES  
MODULO III REDES DIGITALES, ACTUALIDAD Y PERSPECTIVA.**

**INFORMACION COMPLEMENTARIA DE EQUIPO DE MEDICION, PROPORCIONADA  
POR EL ING. ENRIQUE ALTAMIRANO DE LA COMPAÑIA MEDCOM, S.A. DE C.V.**

**ING. ENRIQUE ALTAMIRANO VELARDE.**

**MEDCOM**

ING. ENRIQUE ALTAMIRANO VELARDE  
COORDINADOR EJECUTIVO

MEDCOM, S.A DE C.V.  
A. ESPARZA OTEO 119 COL. GUADALUPE INN 01020 MEXICO, D.F.  
TELS. 228-99-20 CON 30 LINEAS 862-40-50 662-30-88 662-42-45  
FAX. 662-36-60 662-35-19

INFORMACION COMPLEMENTARIA  
DE EQUIPO DE MEDICION, PROPORCIONADA  
POR EL ING. ENRIQUE ALTAMIRANO.  
DE LA COMPAÑIA MEDCOM, S.A de C.V.

# Medidor ESM 37 en Sistema 7

Señalización  
Sistema N°7  
Diagnósticos rápidos  
Alimentado  
con baterías  
Fácil de usar



# Medidor ESM 37 en Sistema 7

## Descripción general

El medidor ESM 37 en Sistema 7 es un instrumento portátil, de fácil uso, que sirve para diagnósticos rápidos de problemas en la red de señalización en el Sistema N°7. Las funciones de medición del instrumento, alimentado con batería, permiten al usuario distinguir rápidamente entre problemas de transmisión y de señalización y después de eso, diagnosticar el problema más detalladamente. Así, se trata de un instrumento ideal para uso en la instalación y/o mantenimiento del equipo de conmutación en el Sistema N°7.

El ESM 37 tiene una amplia gama de funciones de medición que sirven para el mantenimiento de la red de señalización. Estas incluyen medidas de tráfico y error para pruebas de la calidad del sistema, concentrándose en los niveles 2 y 3 del protocolo del Sistema N°7 y en el sistema MIC, Modulación por Impulsos Codificados. El instrumento proporciona también la información básica necesaria para el monitoreo del tipo de mensaje. La presentación de resultados es en mnemónicas nacionales.

El ESM 37 es conectado en paralelo con la red vía la interfaz de línea doble de 2 Mbit/s incorporada para mediciones directas en servicio. Está equipado con entradas tanto balanceadas como desbalanceadas. El usuario puede seleccionar impedancia alta o nominal.

El instrumento es alimentado con batería recargable de modo que las mediciones pueden ser hechas en cualquier punto de conexión conveniente.

La operación mandada por el menú del ESM 37 es sumamente fácil para el usuario. Los datos son presentados en la pantalla incorporada. Si se desean copias impresas de los resultados, éstas pueden ser obtenidas conectando una impresora con la puerta de salida de datos del instrumento.

## Mediciones

Las funciones de medición del ESM 37 son activadas una a la vez. Los resultados pueden ser tanto leídos en la pantalla incorporada como transmitidos a través de la puerta de salida de datos en serie.

Aparte de las funciones Call Capture, Captura de Llamada, y MSU Monitor, Monitor de Unidad de Señal de Mensaje, es posible elegir mediciones en periodos definidos por el usuario, con almacenamiento de los 10 últimos resultados de medición para análisis

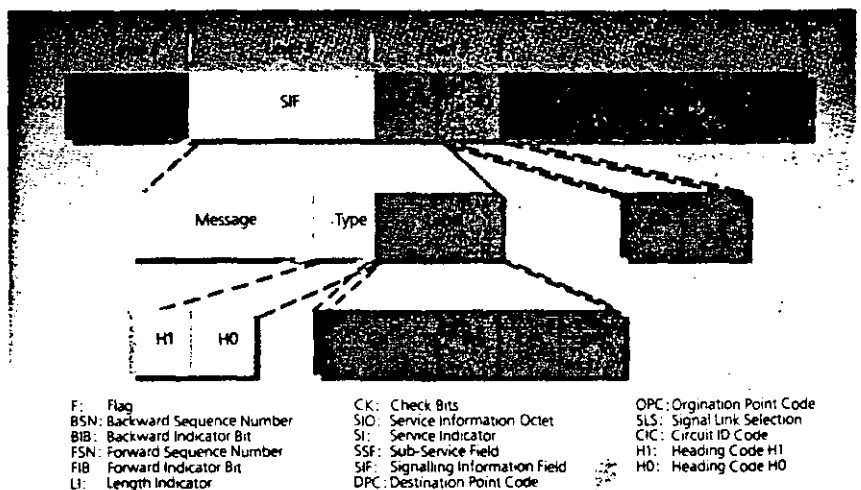
- Aplicaciones típicas en Sistema N°7:
  - Prueba de instalación
  - Localización de fallos
  - Diagnósticos en servicio
  - Control del servicio del enlace
  - Control de tráfico del enlace
  - Investiga las secuencias de mensajes
- Portátil
- Fácil de usar
- Mediciones de tráfico y de errores
- Monitor de tipos de mensaje con mnemónicas nacionales
- Puerta de salida de datos
- Alimentado con batería
- Compacto y ligero

ulteriores. Al elegir medición periódica, el usuario puede programar el ESM 37 para que transmita la información registrada de cada periodo vía la puerta de salida de datos. También se puede elegir tener los resultados como totales, acumulados desde el inicio de la medición.

Muchas de las funciones de medición son asequibles de dos formas. Por ejemplo, la información de error

puede ser presentada o como cómputo o como relación. Mediante una tecla se puede pasar de una a otra forma.

La mayor parte de las funciones de medición del ESM 37 se concentra en los niveles 2 y 3 de los mensajes de señalización en el Sistema N°7. La estructura de una Unidad de Señal de Mensaje MSU es mostrada a continuación.

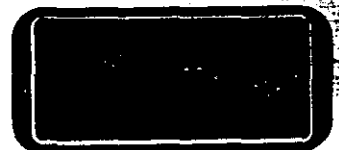


### Monitor MSU

Durante la instalación o localización de fallos, la función Monitor MSU permite al usuario obtener información básica acerca de la señalización transmitida. Las secuencias de mensaje son recopiladas por fijación de los filtros del ESM 37 de modo que los problemas de temporización puedan ser examinados. También se puede fijar el filtro de manera que identifique "mensajes inesperados", es decir, mensajes con Código de Punto de Destino inesperado.

Durante la medición, el instrumento ESM 37 presenta una muestra de los mensajes (un mensaje por línea cada 2 s) y puede almacenar hasta 64 mensajes. El usuario puede definir un

filtro para limitar el número de mensajes registrados por el instrumento. Un ejemplo de presentación de mensaje durante la medición en Monitor MSU es mostrado a continuación:







slot L: 16 R: 16 Impedance L: BALH R: BALP

Time	Input	Alarms	FISU	LSSU	MSU	FISU
00:10:00	L	0000000	754+03	0	188	0.989
	R	0000000	754+03	0	184	0.99
✓ 00:20:00	L	0000000	754+03	0	367	0.98
	R	0000000	754+03	0	359	0.9
✓ 00:30:00	L	0000000	754+03	0	550	0.9
	R	0000000	754+03	0	550	0.9
✓ 00:40:00	L	0000010	754+03	0	460	0.9
	R	0000000	754+03	0	463	0.9
✓ 00:50:00	L	0000000	754+03	0	360	0.9
	R	0000000	754+03	0	361	0.9
01:00:00	L	0000000	754+03	0	188	0.9
	R	0000000	754+03	0	184	0.9
01:20:00	L	0000000	754+03	0	367	0.9
	R	0000000	754+03	0	359	0.9
01:30:00	L	0001000	375+03	0	460	0.9
	R	0001000	375+03	0	463	0.9
01:40:00	L	0000000	754+03	0	360	0.9
	R	0000000	754+03	0	361	0.9
01:50:00	L	0000000	754+03	0	188	0.9
	R	0000000	754+03	0	184	0.9
02:00:00	L	0000000	754+03	0	367	0.9
	R	0000000	754+03	0	359	0.9
02:10:00	L	0000000	754+03	0	460	0.9
	R	0000000	754+03	0	463	0.9
02:20:00	L	0000000	754+03	0	360	0.9
	R	0000000	754+03	0	361	0.9
02:30:00	L	0000000	754+03	0	188	0.9
	R	0000000	754+03	0	184	0.9

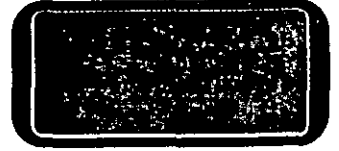
### Tráfico SU

Datos acerca de la intensidad de tráfico en el enlace de señalización - un parámetro importante del servicio de la red - son fácilmente obtenidos vía la función Tráfico SU. Usando la medición a intervalos se puede ver cómo la intensidad de tráfico varía durante un largo período. El ESM 37 puede también ser usado para controlar la distribución de la intensidad entre los dos enlaces de señalización.

La información de tráfico es fraccionada en Unidades de relleno FISU, Unidades de estado del enlace (LSSU) y Unidades MSU, y es asequible o como cómputo de mensajes o como tráfico en erlangs por un simple cambio.



La medición cambia automáticamente entre AERM y SUERM, dependiendo del estado actual de la línea. AERM es usado para examinar la calidad de transmisión de un enlace en el periodo de alineación.



### Presentación de Alarma en Línea MIC

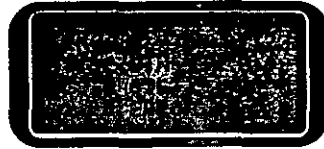
El ESM 37 monitorea las alarmas y estados de señal de línea MIC. La información es presentada en LEDS en el panel frontal, cada vez que el instrumento es encendido. Esta información ayuda al usuario a identificar problemas básicos en el Sistema MIC y en la conexión de medición.

Las alarmas pueden ser fijadas para permitir la detección de los errores esporádicos.



### Pérdida de Sincronización

Esta función proporciona al usuario datos acerca de la pérdida de sincronización y disponibilidad del enlace de señalización, presentando el número de apariciones y la duración total, o en ms o como una relación.



### Procedimiento de operación

El ESM 37 es muy adaptable dado que puede ser operado o con baterías interiores o desde la red CA vía el cargador suministrado. El instrumento lleva baterías de NiCd recargables, que son automáticamente recargadas cada vez que se lo conecta con la alimentación de la red. Las baterías pueden sacarse fácilmente y si fuera necesario, se puede usar baterías alcalinas comunes también.

Los parámetros a definir son de fácil acceso y modificados vía la pantalla y teclas desde el panel frontal del instrumento. La medición a efectuar es seleccionada en la pantalla. Hay teclas independientes para el arranque y parada.

### SUERM/AERM

Se usa esta característica para controlar dos funciones definidas en la Rec. Q.703 de CCITT, que el sistema de transmisión utiliza: para evaluar la calidad del enlace de señalización - Monitor de la Proporción Errores de la Unidad de Señal (SUERM) y Monitor de la Proporción de Errores de Alineación (AERM).

La medición según SUERM monitorea las unidades de señal de modo que el usuario puede evaluar la calidad de transmisión del enlace de señalización en operación normal. Se puede así comprobar, que el sistema está reaccionando adecuadamente con líneas de baja calidad. Tanto las lecturas SUERM normales como de cresta de un período son registradas.

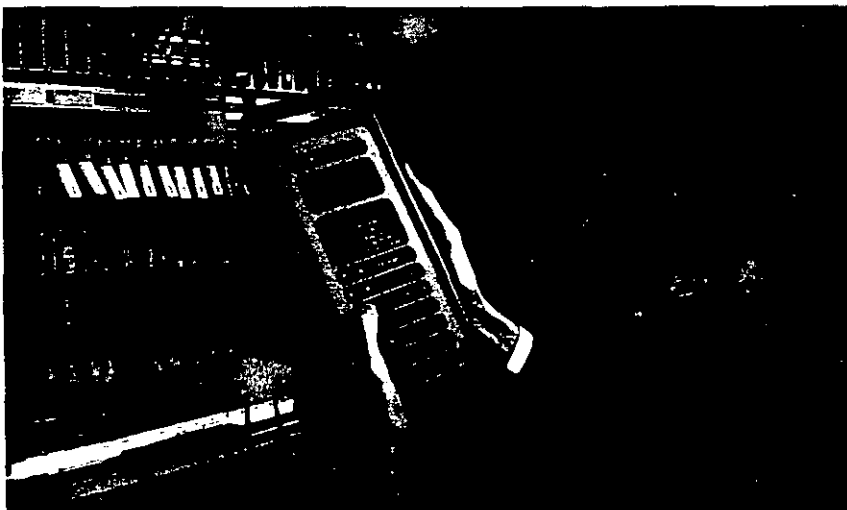


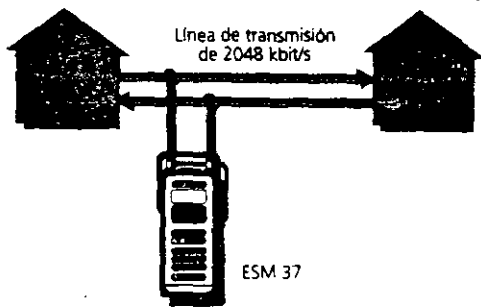
### Código FAS/CRC

Si el enlace tiene problemas de transmisión, esta función proporciona información esencial acerca de la calidad del sistema de transmisión MIC. El ESM 37 proporciona al usuario datos sobre los errores CRC-4, FAS y de Código que son detectados en el sistema PCM conectado. La información es asequible o como cómputo de errores o como una relación de errores por un simple cambio.

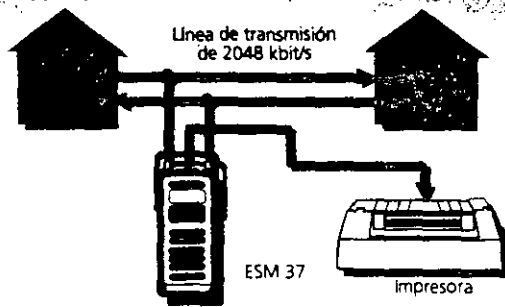
### Puerta de salida en serie para impresión de datos

El usuario puede conectar una impresora, ordenador u otro equipo exterior de recopilación de datos con el ESM 37 vía la puerta de salida en serie. Así, se puede obtener una copia impresa con los resultados registrados durante la medición o después del término de la medición. También se puede seleccionar impresión automática a intervalos predefinidos quedando el ESM 37 en condiciones de ser usado para mediciones de larga duración.



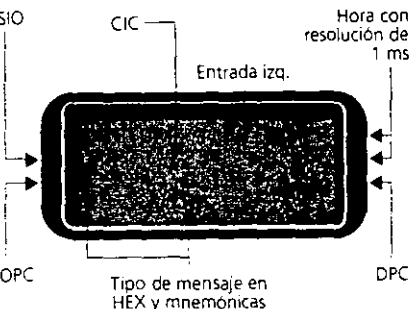


Diagnósticos en servicio



Mediciones de larga duración

Después del fin de la medición, las unidades MSU pueden ser presentadas:



La información acerca de las mnemónicas nacionales y formatos es programada en el ESM 37 a partir de un Módulo de Descripción de Protocolo.

### Captura de llamadas

Esta función sirve para inspeccionar mensajes que pertenecen a la misma llamada. Esto permite al usuario ver si los mensajes esperados son enviados para establecer y liberar una llamada. Los resultados son presentados en el mismo formato como en la medición Monitor MSU.

### Tráfico SIO

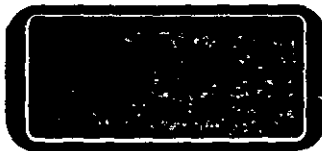
Esta función permite hacer un control inmediato de la aparición e intensidad de tráfico en diferentes partes en uso.

Es posible obtener información acerca del tráfico MSU por usuario hasta de 3 partes en uso, dividida por la información SIO. Estos datos son aseguibles o como cómputo de mensajes o como tráfico en erlangs por un simple cambio.



### Tráfico MSU

Se usa esta función para examinar la intensidad de retransmisión de mensajes. El ESM 37 proporciona datos acerca del tráfico MSU con y sin retransmisiones, con lo cual permite establecer la intensidad efectiva de tráfico. Particularmente esto es útil para mediciones en enlaces de señalización que usan PCR, o sea, Retransmisión Cíclica Preventiva. Los datos son aseguibles o como cómputo de mensajes o como tráfico en erlangs por un simple cambio.



### Salto/FIB/BIB

En la localización de fallos en el Sistema N°7, es ciertamente esencial poder distinguir entre los problemas de transmisión y de señalización. La medición Salto/FIB/BIB con el ESM 37 permite al usuario efectuar la distinción - controlando la calidad de transmisión del enlace de señalización según la ve el sistema de señalización mismo - y localizar el origen de un problema.

Esta función proporciona también un control de numeración de secuencias para que el usuario pueda determinar qué retransmisiones son requeridas cuando hay pérdida de mensajes.

Se pueden obtener cómputos de retransmisiones realizadas (cambios

FIB), retransmisiones requeridas (cambios BIB) y saltos en número de secuencias de ida (JUMPS).



Finalmente, SALTO/FIB/BIB proporciona información acerca de los síntomas típicos en mensajes de los sistemas. Se obtienen datos de todos los mensajes, incluyendo aquellos que no son retransmitidos (Unidades de Señal de Relleno). En este caso, el instrumento computa los errores de suma de control de unidades de señal (CK), mensajes demasiado largos o demasiado cortos (LEN) y mensajes que no son un entero multiplicado por 8 bits de largo (RES).

### Tiempo BIB-FIB

Se usa esta función para establecer el tiempo de respuesta del sistema durante la retransmisión. Los datos proporcionados son sobre los retardos de retransmisión en la forma de un cómputo del número de retransmisiones y el retraso mínimo y máximo (tiempo de BIB a FIB).



# Especificaciones

## Interfaces de línea de 2 Mbit/s

Para sistemas MIC de primer orden conforme con la Rec. G.737 de CCITT  
Velocidad: 2048 kbit/s  $\pm$  5% ppm  
Código de línea: HDB3 o AMI (seleccionado por el usuario)

Entradas: Dos desbalanceadas, con conector 1.6/5.6 o conector BNC (especificado por el comprador), y dos balanceadas, con 3 clavijas banana cada una; tanto las entradas balanceadas como las desbalanceadas son activas

Impedancia: Desbalanceada: 75 $\Omega$  o 750 $\Omega$ ; balanceada: 120 $\Omega$  o 1 K $\Omega$   
Sensibilidad: 30 mV  
Fluctuación tolerable: Mejor que Rec. G.823 3.1.1 CCITT

Alarmas de línea: No hay señal, SIA, No hay trama, No hay bandera, Alarma distante, Señal deteriorada, Mensaje deteriorado



## Protocolo de señalización

El ESM 37 registra señalización en el nivel 2 del Sistema N°7 conforme con la Rec. Q.703 CCITT, Libro Azul  
La información para mediciones en nivel 3 y presentación del tipo de mensaje es introducida a partir de un Módulo de Descripción de Protocolo  
Intervalo de tiempo de señalización: Seleccionable por el usuario

## Condiciones de registro

### Exclusión del Monitor MSU y Captura de llamada:

Duración de medición (mediciones periódicas): 1 s - 1 hora  
Capacidad de memoria: Mediciones para 10 periodos  
Capacidad de tráfico: 1 erlang

### Monitor MSU y Captura de llamada:

Presentación de muestra en directo de mensajes filtrados (un mensaje por línea cada 2 s)

Presentación no directa de MSUs almacenadas con indicación horaria de 1 ms

Condiciones de filtro de Monitor MSU: SIO - programable en HEX y DPC/OPC/CIC programable en agrupamientos de dígitos nacionales

Condiciones de filtro/disparo de Captura de llamada: Disparo en SIO y H1HO (TYPE) - programable en HEX - en seguida, filtro en CIC en mensaje de disparo

Capacidad de memoria: 64 mensajes  
Capacidad de tráfico: Hasta 0,25 erlangs

## Memoria de parámetros

Parámetros introducidos por el usuario son guardados en memoria no volátil

## Puerta de salida en serie

Para transmisión de datos conforme con Rec. V.24 (RS 232 C) de CCITT  
Velocidades: 300, 1200, 2400, 4800, 9600 baudios  
Codificación: 8 bits de datos, 1 bitio stop, sin paridad  
Conector: Macho, DE-9

## Pantalla

De LCD, supertwist con caracteres 4x19 y 8 símbolos

## Alimentación

### Baterías:

12 baterías de NiCd tipo P100 AAS  
Tiempo de recarga: lento 15 horas aprox.; rápido 3 horas aprox.  
Capacidad: 6 horas de operación normal como mínimo o 12 baterías alcalinas tipo R6 (no suministradas)  
Capacidad: 6-9 horas de operación normal

### Cargador:

Entrada CA: tensión conforme con versión nacional (50-60 Hz) a especificar por el comprador  
Salida c.c.: 24 V c.c., 15-20 VA

## Dimensiones

Peso: 1500 gramos aprox.  
Medidas (asa no extendida): 261 x 123 x 63 mm

## Condiciones ambientales

Temperatura de trabajo: +5°C a +45°C  
Humedad relativa de 5% a 85% (sin condensación)  
Temperatura de almacenamiento: -25°C a +70°C  
Humedad relativa de 5% a 90% (sin condensación)

## Accesorios estándar

- Cargador
- Guía del usuario
- Maleta de transporte
- Manual de aplicaciones
- 1 Módulo de descripción de Protocolo con adaptaciones nacionales

GN Elmi lleva a cabo un continuo e intensivo programa de desarrollo de productos que asegura que sus instrumentos trabajen según las normas tecnológicas más exigentes posibles. Consecuentemente, las especificaciones descritas están sujetas a modificaciones sin aviso previo.

# GN Elmi

**MEDCOM, S. A. DE C. V.**  
A. ESPARZA OTEO 119  
COL. GUADALUPE INN  
01020 MEXICO, D. F.  
TEL.: 228-99-20  
FAX: 662-36-60

## GN Elmi as

Kirkebjerg Allé 90  
DK-2605 Brøndby, Dinamarca  
Teléfono: +45 43 43 42 11  
Télex: 33423 elmi dk  
Cables: Elmiworks  
Telefax: +45 43 63 18 41  
(CCITT gr 2 + 3)

# PCM-Tester EPT 1100

## Allgemeines

Der EPT 1100 ist ein tragbares, digitales Gerät zum Testen von 2-Mbit/s-PCM-Systemen. Der EPT 1100 eignet sich in idealer Weise für die unterschiedlichsten Messungen – von der ersten Fehlersuche nach einem Ausfall bis hin zur umfassenden Langzeitfehleranalyse.

Jedes Element des EPT 1100 wurde im Hinblick auf höchste Funktionalität, einfachste Bedienung und optimale Kosteneffizienz ausgelegt. Als Konsequenz dieser Entwicklungsphilosophie konnten ein außergewöhnlich gutes Preis-/Leistungsverhältnis sowie exzellente Qualität, ein günstiger Anschaffungspreis und niedrige Betriebskosten realisiert werden.

Der EPT 1100 umfaßt die Analyse von gerahmten und ungerahmten PCM Signalen, die durch den Einsatz seiner beiden Empfänger und seines Senders umfassend ausgewertet werden können. Dies ermöglicht den Einsatz des EPT 1100 bei Messungen an PCM-Systemen während und außerhalb des Betriebs sowie für die Überwachung beider Seiten einer PCM-Datenübertragungsstrecke.

Der EPT 1100 ermöglicht die schnelle Fehlersuche durch Überwachung von Alarm- und Datenübertragungsstreckenstatus. Zu diesem Zweck enthält der EPT 1100 mehrere Anzeige-LEDs; auf dem Bildschirm wird ein spezielles Fehlersuchmenü dargestellt. Der EPT 1100 verfügt über zwei Eingänge zur Überwachung der beiden Richtungen einer PCM-Leitung und für den Vergleich simultan aufgezeichneter Meßergebnisse.

Der EPT 1100 eignet sich für eine Vielzahl von Anwendungen auf dem Gebiet des Testens von 2-Mbit/s-PCM-Systemen wie beispielsweise:

- Schnelle Fehlersuche
- Umfassendes Testen von 2-Mbit/s-PCM-Systemen
- Gleichzeitige Überwachung zweier PCM-Datenübertragungsstrecken
- Erzeugung und Messung gerahmter und ungerahmter PCM-Signale
- Nx64-kbit/s-Testen
- Laufzeitmessungen
- "Drop-und-Insert"-Funktion für Daten, Sprachsignal und Zeichengabe
- Einfache, anwendungsspezifische Konfiguration
- Automatische Anpassung der Konfiguration an die überwachte PCM-Leitung
- Eingebautes Diskettenlaufwerk
- Eingebauter Drucker (Option)

- Erste Fehlersuche nach einem Ausfall
- Installationsbegleitende Messungen und Abnahmetests
- Messung der Leistungsfähigkeit gemäß der CCITT-Empfehlung G.821 während und außerhalb des Betriebs des PCM-Systems
- Testen von Multiplexern und Demultiplexern
- Testen digitaler Netzknoten
- "Drop-und-Insert"-Testen von Nx64-kbit/s-Systemen
- Analoges "Drop-und-Insert"-Testen von 64-kbit/s-Systemen
- Laufzeitmessungen

Der EPT 1100 wurde sehr benutzerfreundlich konzipiert. Er enthält nur wenige Tasten und einen großen LCD-Bildschirm. Durch die integrierte Funktion zur automatischen Konfiguration und mit Hilfe anwendungsspezifischer Menüs gestaltet sich die Durchführung der Einstellungen äußerst einfach.

Vom großen LCD-Bildschirm können

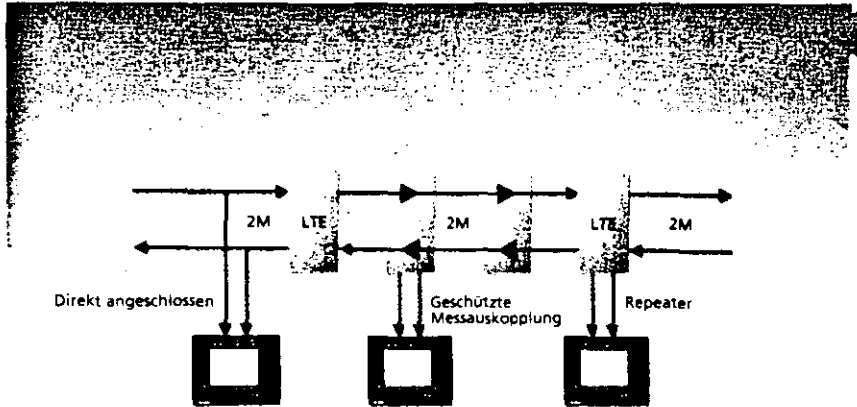
die Meßergebnisse einfach und fehlerfrei abgelesen werden. Der eingebaute Drucker (Option) ermöglicht das Ausdrucken der Meßergebnisse. Diese können über die standardmäßig eingebaute Schnittstelle auf eine externe Einheit ausgegeben werden. Die Möglichkeit zur Darstellung der Meßergebnisse in Form von Histogrammen vereinfacht die Fehlerverfolgung. Die Meßergebnisse können auf Diskette gespeichert werden, so daß sie zu jedem beliebigen späteren Zeitpunkt analysiert werden können.

Der EPT 1100 ist in einem kompakten und robusten Gehäuse untergebracht, das sich optimal für den mobilen Einsatz eignet. Der EPT 1100 kann sowohl am Wechselstromnetz als auch mit einer externen Gleichspannungsversorgung betrieben werden.

*Der EPT 1100 eignet sich optimal für die schnelle Fehlersuche und für umfassende Fehleranalysen.*

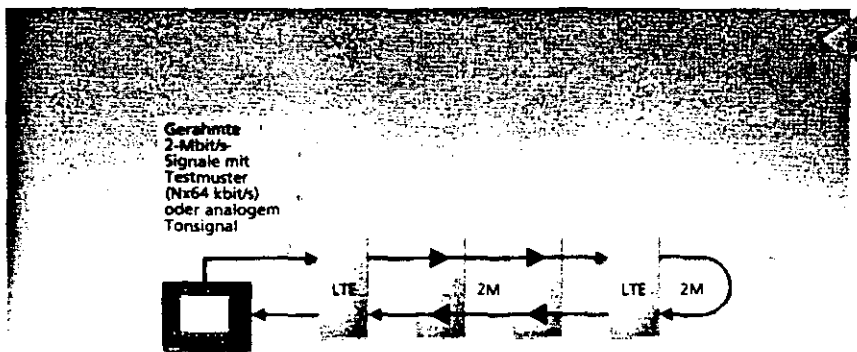


# Anwendungsgebiete



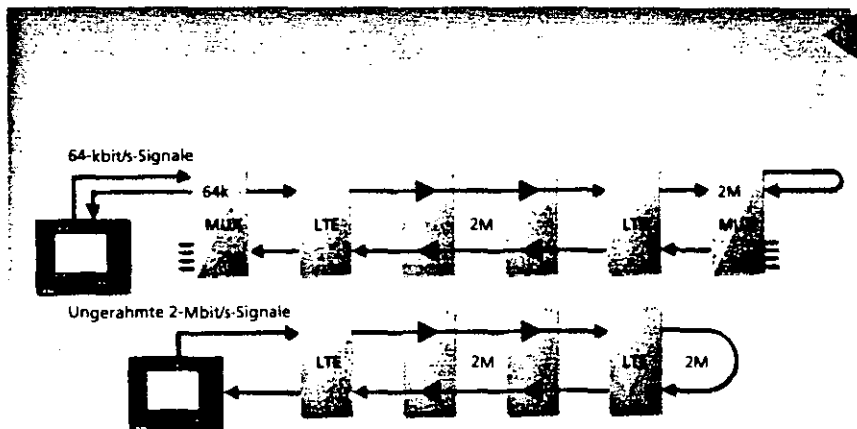
## Messungen während des Betriebs

- Schnelle Fehlersuche
- Alarm- und Fehlerüberwachung an beiden Seiten der PCM-Leitung
- Messungen der Leistungsfähigkeit gemäß der CCITT-Empfehlung G.821 während des Betriebs
- Messungen von Bitratenabweichungen
- Überwachung der CAS-Zeichengabe (kanalbezogene Zeichengabe, z.B. IKZ)
- Anzeige des CAS-Verkehrs
- Anzeige oder Unterdrückung der analogen oder digitalen Zeitschlitzinhalte
- Mithören der in Zeitschlitzinhalten enthaltenen Sprachsignale



## BERT-Testen gerahmter PCM-Signale außerhalb des Betriebs

- Testen mit Erzeugung künstlicher Störungen durch Erzeugung von Alarmen, Fehlern, Bitslip und Bitratenabweichungen
- Testen von Synchronisationsschaltungen
- Messungen von Alarmen, Fehlern, Bitslip und Bitratenabweichungen
- Messen der Leistungsfähigkeit gemäß der CCITT-Empfehlung G.821
- Laufzeitmessungen
- Erzeugung von Digitalsignalen (Nx64 kbit/s oder analoges Tonsignal im Zeitschlitz)
- Anzeige von Zeitschlitzinhalten
- Erzeugung und Überwachung von CAS-Bits

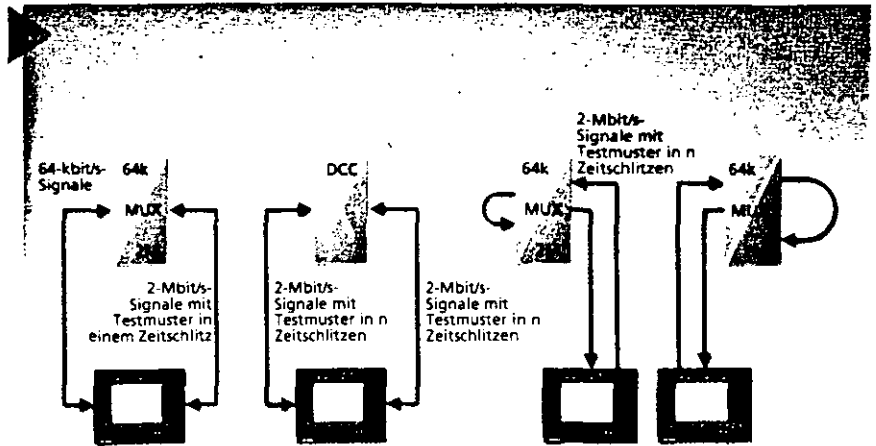


## BERT-Testen ungerahmter PCM-Signale außerhalb des Betriebs

- Testen mit Erzeugung künstlicher Störungen durch Erzeugung von Alarmen, Fehlern, Bitslip und Bitratenabweichungen (2048 kbit/s)
- Messungen von Alarmen, Fehlern, Bitslip und Bitratenabweichungen
- Messen der Leistungsfähigkeit gemäß der CCITT-Empfehlung G.821
- Laufzeitmessungen

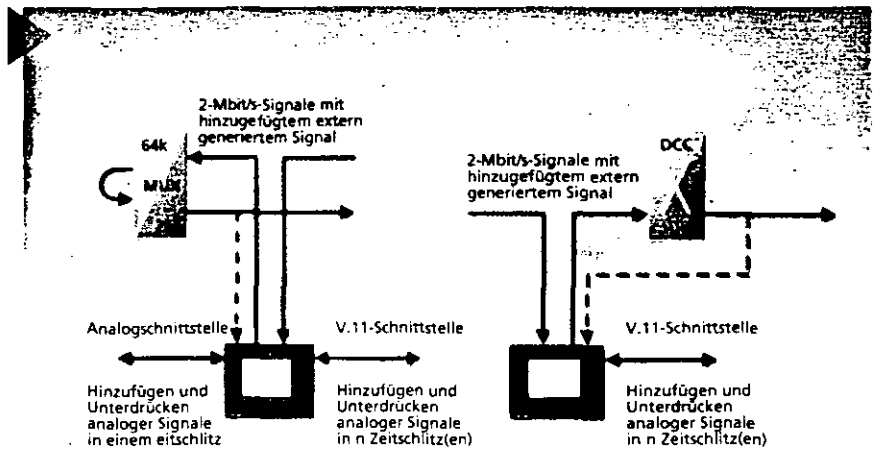
## Testen der Elemente eines digitalen Fernmeldenetzes

- Installationsbegleitende Messungen und Abnahmetests
- Messen der Leistungsfähigkeit gemäß der CCITT-Empfehlung G.821
- Testen von Synchronisationsschaltungen
- Testen mit Erzeugung künstlicher Störungen durch Erzeugung von Alarmen, Fehlern, Bitflip und Bitratenabweichungen (2048 kbit/s)
- Messungen von Alarmen, Fehlern, Bitflip und Bitratenabweichungen
- Laufzeitmessungen
- Digitale Netzknotten Mapping



## “Drop-and-Insert“-Testen

- Hinzufügen extern oder intern generierter Signale
- Hinzufügen und Unterdrücken analoger oder digitaler Signale (Nx64 kbit/s)
- Möglichkeit zum Zugriff auf Zeitschlitze für weitere Testgeräte
- Erzeugen und Messen von Alarmen, Fehlern und Bitflip
- Simuliertes Testen von PCM-Systemen während des Betriebs
- Messen der Leistungsfähigkeit gemäß der CCITT-Empfehlung G.821
- Laufzeitmessungen
- Messen von Bitratenabweichungen



## Messungen

### Fehlersuche

Es ist von größter Wichtigkeit, den Zustand der PCM-Leitungen eines digitalen Fernmeldenetzes schnell und einfach ermitteln zu können. Der EPT 1100 zeigt in seinem Fehlersuchmodus den aktuellen Status der Leitung mit Alarmen, Fehlern und Bitratenabweichungen an. Zwei LEDs für die Anzeige des Leitungszustands (eine für jeden Empfänger) zeigen den Leitungszustand an, z.B. ob der Leitungszustand normal ist oder ob ein Alarm bzw. ein Fehler erkannt wurde. Für die detaillierte Anzeige von Fehlern und Alarmen steht ein spezielles Fehlersuchmenü zur Verfügung.

### Überwachung während des Betriebs

Der EPT 1100 enthält zwei Empfänger, mit denen eine schnelle, gleichzeitige

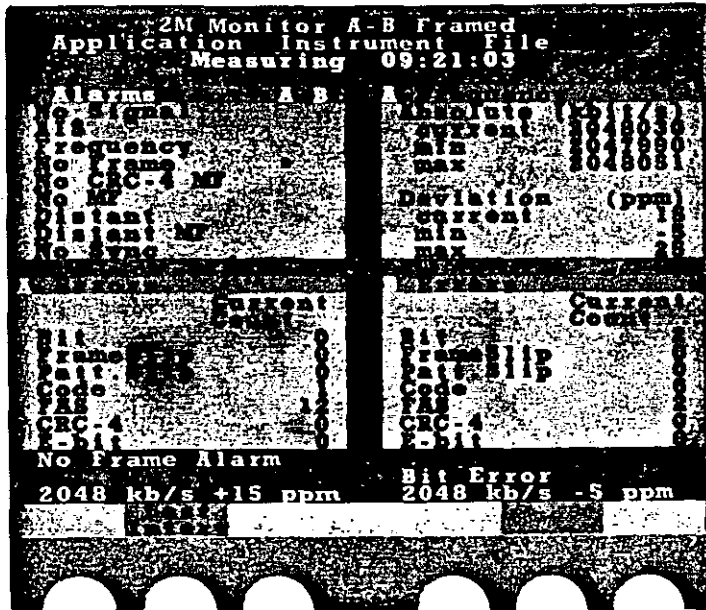


Schnelle Fehlersuche mit dem EPT 1100.

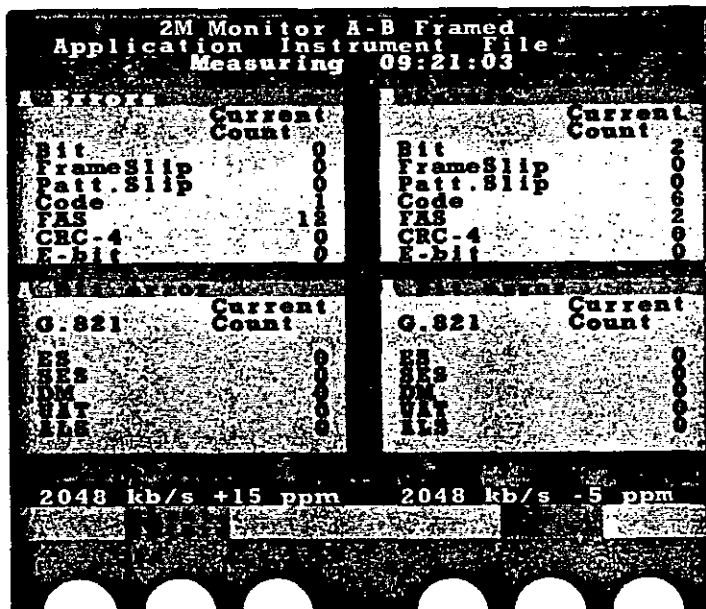
Überwachung der beiden in Vorwärts- und in Rückwärtsrichtung arbeitenden Seiten einer PCM-Leitung möglich ist. Einer der beiden Empfänger enthält eine Schaltung zur Kompensation der Kabeldämpfung, so daß der EPT 1100 direkt an Überwachungspunkte (z.B. Repeater) angeschlossen werden kann, an denen ein um maximal 40dB abgeschwächtes Signal anliegt.

Bei der Überwachung während des Betriebs eines PCM-Systems liefert der EPT 1100 wichtige Informationen über folgende Parameter:

- Bitratenabweichung an beiden Seiten
- Bitratenabweichung und differentielle Bitratenabweichung
- Inhalt der Nutzkanäle (beide Richtungen)
- Alarme und Fehler, die mit Zeitmarken versehen werden können, und die Resultate einer gleichzeitigen Analyse der Leistungsfähigkeit in beiden Richtungen



Überwachung von Alarmen, Bitratenabweichungen und Bitfehlern während des Betriebs.



Simultane Messung der Leistungsfähigkeit beider Richtungen einer PCM-Leitung außerhalb des Betriebs.

## Testen während des Betriebs ("Drop-und-Insert"-Modus)

Eine vollständige Fehleranalyse wird mit Hilfe eines in einen oder mehrere Kanäle eingefügten PRBS-Musters durchgeführt. Die Kanäle einer 2048-bit/s-PCM-Datenübertragungsstrecke können unter Verwendung der "Drop-und-Insert"-Funktion getestet werden. Die nicht getesteten Kanäle bleiben hiervon unbeeinflusst. Der EPT 1100 findet automatisch das Testmuster und führt eine umfassende Analyse der Leistungsfähigkeit gemäß der CCITT-Empfehlung G.821 durch.

Bei diesen Tests können CRC-4-Rahmen eingefügt, Alarme simuliert und vom Benutzer definierte Testmuster und Fehler ins Signal eingefügt werden. Dies ermöglicht es, das System unter Betriebsbedingungen zu testen.

Wenn der getestete Kanal zurückgeschleift wird, können die Leistungsfähigkeit der Schleife und die Laufzeit auf einfachste Weise getestet werden.

## Umfassendes Testen außerhalb des Betriebs

Der EPT 1100 kann ungerahmte 64- und 2048-kbit/s-Signale über eine längere oder kürzere Zeit auf Fehler überwachen und eine entsprechende Analyse der Leistungsfähigkeit durchführen. Die Leistungsfähigkeit des getesteten Systems wird auf der Basis der BER-Messungen ermittelt.

Der EPT 1100 kann das für die BER-Messung erforderliche PRBS-Muster ausgeben, wenn das ferne Ende der getesteten Leitung zurückgeschleift wird.

## Testen gerahmter 2-Mbit/s-Signale

Der EPT 1100 kann ein gerahmtes 2048-kbit/s-Signal erzeugen sowie CRC-4-Daten berechnen und in den PCM-Rahmen einfügen.

Ferner kann das Gerät Fehler simulieren, um die Reaktion des PCM-Systems auf Veränderungen eines gerahmten Signals zu testen. Diese Tests eignen sich insbesondere für installationsbegleitende Messungen und Abnahmen. Die Synchronisationsschaltungen werden durch Erzeugen von Fehlern in Rahmen- (FAS und non-FAS) oder Überrahmensynchronisationssignalen getestet. Der EPT 1100 kann alle relevanten Alarme erzeugen. In einen Kanal des PCM-Signals können Analogtonsignale oder Digitalsignale eingefügt werden; dies gilt auch für extern erzeugte Signale.

Der EPT 1100 kann die entsprechenden Fehler für alle generierten Signale aufzeichnen und anzeigen.

Bei dieser Anwendung kann der EPT 1100 CAS-Zeichengabebits erzeugen und überwachen.

## Laufzeit

Die Laufzeit kann durch Senden eines PRBS-Musters durch den EPT 1100 und

## Messung der Leistungsfähigkeit während des Betriebs

Das 2-Mbit/s-PCM-System enthält im Zeitschlitz 0 exakt definierte Bitmuster wie das Rahmenkennungswort (FAS) und CRC-4-Daten, die beim Testen der Leistungsfähigkeit während des Betriebs des PCM-Systems verwendet werden. Bei vielen Anwendungen reichen Fehlermessungen auf der Basis

des Rahmenkennungsworts und von CRC-4-Daten für eine Beurteilung der Übertragungsqualität aus. Diese Informationen lassen sich mit dem EPT 1100 auf einfachste Weise gewinnen. Des Weiteren können verschiedene Arten statistischer Daten – einschließlich denen gemäß der CCITT-Empfehlung G.821 – berechnet werden.



Rückschleifen desselben gemessen werden. Hiermit werden Tests von Steuereinheiten für die automatische Ermittlung und Zuweisung von freien Signalwegen, Satellitenverbindungen usw. möglich. Auf diese Weise kann sichergestellt werden, daß die Laufzeiten die zulässigen Grenzwerte nicht überschreiten. Dieser Test kann während und außerhalb des Betriebs des PCM-Systems durchgeführt werden, wobei mit "Drop-und-Insert" eines PRBS-Musters in selektierten Zeitschlitten gearbeitet werden kann.

### Testen von Bit-slip

Bit-slip können durch Schwunderscheinungen einer drahtlosen Verbindung, einen Fehler digitaler Vermittlungsstellen oder mehrere nacheinander auftretende Fehler verursacht werden, wodurch zu viele Stopfbits korrumpiert werden. Als Folge dieser Fehler ergibt es sich, daß ein oder mehrere Bits ins Signal eingefügt werden oder in diesem fehlen. Der EPT 1100 zeichnet Bit-slip und Bitfehler separat auf.

### Testen von Digitalmultiplexern und -demultiplexern

Der EPT 1100 kann zum Testen von Multiplexern und Demultiplexern verwendet werden. Hierbei wird die Synchronisation des Multiplexers bzw. Demultiplexers getestet und verifiziert, daß die Alarmerkennung korrekt funktioniert. Gemäß Definition durch den Benutzer fügt der EPT 1100 Fehler ins gesendete Signal ein. Der Benutzer kann vordefinierte Zustände aktivieren und hierbei Ereignisse gemäß der CCITT-Empfehlung G.821 wie z.B. fehlerhafte Sekunden (ES), stark fehlerhafte Sekunden (SES) usw. provozieren.

Der EPT 1100 führt die standardmäßigen BER-Messungen sowohl an der 64-kbit/s- als auch an der 2-Mbit/s-Seite des Multiplexers bzw. Demultiplexers durch.

### Testen von Analogmultiplexern

Zum Testen von Digital-/Analog-Wandlern verfügt der EPT 1100 über die Möglichkeit, in einen Kanal ein Tonsignal einzufügen, um dessen Pegel zu messen. Wenn der Kanal ein Einzelfrequenztonsignal enthält, kann dessen Frequenz ebenfalls gemessen werden.

### Bitratenmessungen

Die Leistungsfähigkeit eines digitalen Fernmeldenetzes kann durch Verwenden einer von ihrem nominalen Wert abweichenden Bitrate getestet werden.

Der EPT 1100 mißt die Bitrate des eingehenden Signals und zeigt diese an.

### Testen der Leistungsfähigkeit bei der Übertragung von Sprachsignalen

Diese Tests des Multiplexer-Digitalteils ermöglichen das Identifizieren nicht einwandfrei arbeitender Sprachsignalkanäle. In einem Kanal übertragenen Sprachsignale können über den eingeba-

uten Lautsprecher mitgehört oder über einen Tonsignalausgang ausgegeben werden, wo sie für die Analyse durch externes Gerät zur Verfügung stehen.

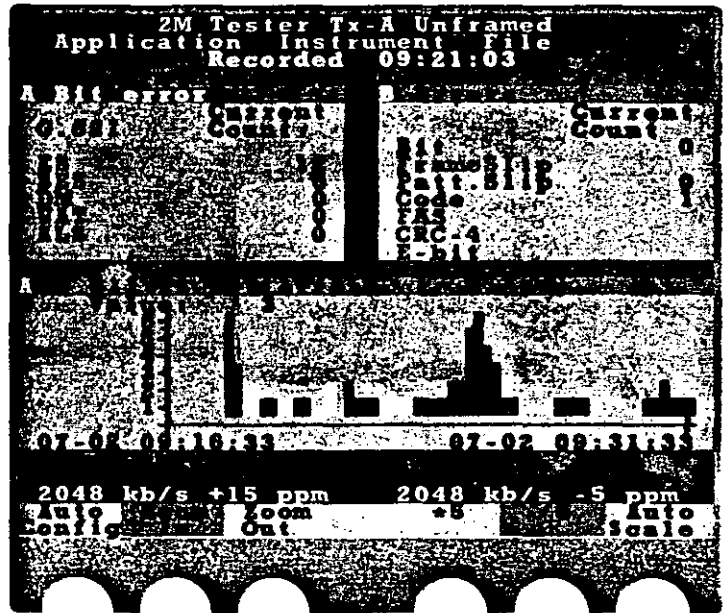
### Testen der kanalbezogenen Zeichengabe

Der EPT 1100 kann den Inhalt des Zeitschlittes 16 analysieren und die Übernahmen- sowie die CAS-Zeichengabeinformationen anzeigen. Die Zeichengabebehalts auf den Verkehrskanälen können

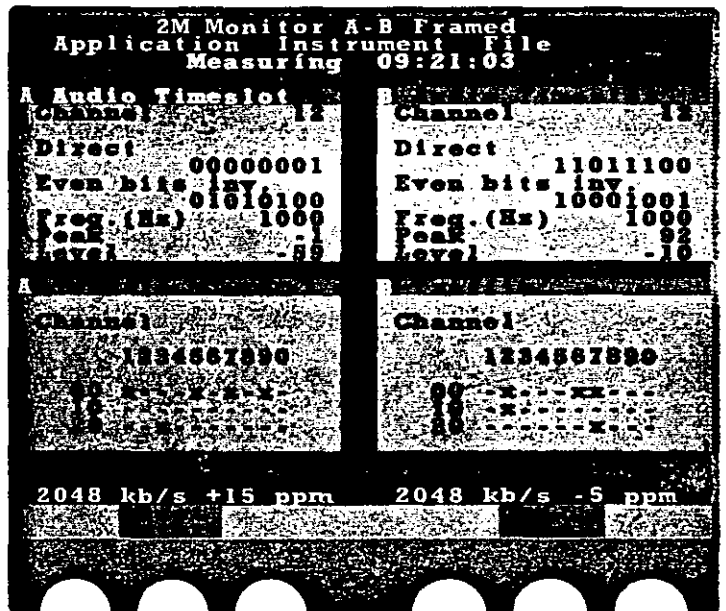
überwacht werden. Der Status (belegt oder frei) wird für alle Kanäle, und zwar auf der Basis der Messungen des Sprachsignalpegels, ausgewertet.

### Abbildung digitaler Quervermittlungsstellen

Der EPT 1100 kann dazu verwendet werden, um die Qualität eines Signalweges über einen digitalen Netzknoten (DCC, Digital Cross Connect) zu ermitteln. Zu diesem Zweck werden Messungen der Leistungsfähigkeit (d.h. Fehler



Umfassendes Testen außerhalb des Betriebs.



Inhalt und Verkehr von/ auf Vorwärts- und Rückwärtskanälen können gleichzeitig analysiert werden.

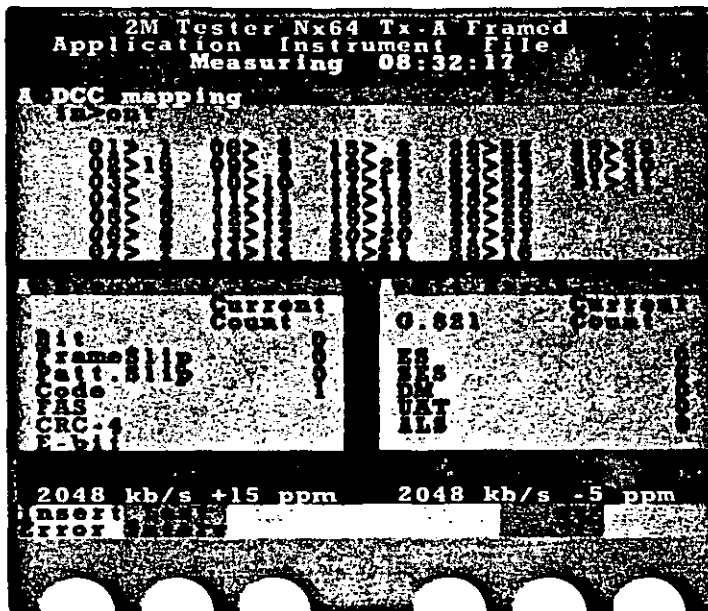
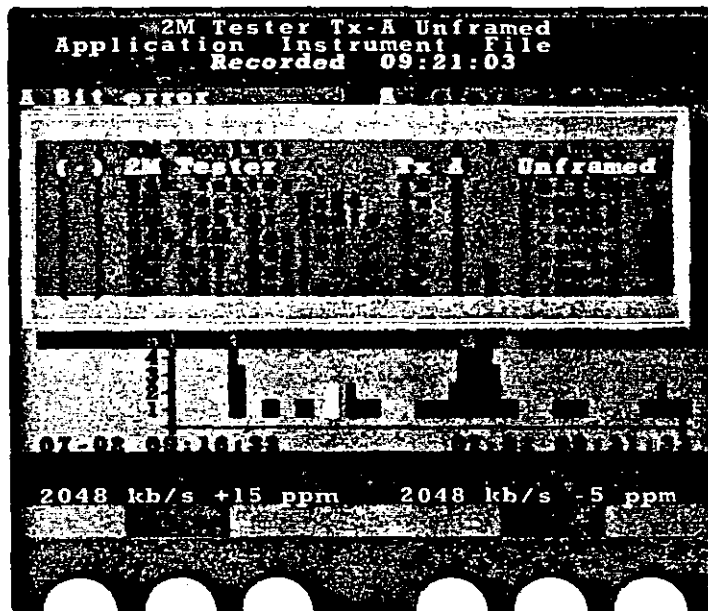


Abbildung eines digitalen Netzknoten und Leistungsfähigkeit.



Einfache, anwendungsorientierte Konfiguration.



Datenausgabe auf Diskette oder Drucker.

messungen) durchgeführt. Zusätzlich kann der EPT 1100 grafisch darstellen, wie Zeitschlitz durch die digitale Quer- vermittlungsstelle geleitet werden.

## Bedienung

Der EPT 1100 wird über die eingebaute Tastatur und den LCD-Bildschirm bedient. Über die standardmäßig eingebaute V.24-Schnittstelle kann der EPT 1100 auch fernbedient werden.

Die Bedienung basiert auf der Auswahl der jeweiligen Anwendung, d.h. eines Menüs mit den hierfür erforderlichen Einstellungen.

Der EPT 1100 ist auch in der Lage, sich automatisch entsprechend dem empfangenen Signal zu konfigurieren. Hierdurch entfällt das zeitaufwendige Durchführen von Einstellungen. Beispielsweise kann der EPT 1100 Nx64-kbit/s-PRBS-Muster in jedem Zeitschlitz automatisch erkennen.

Messungen können manuell oder zu vorprogrammierten Zeitpunkten gestartet und gestoppt werden.

## Bildschirmdarstellung

Die Leistungsfähigkeit wird über die gesamte Meßperiode akkumuliert oder in Meßzeitintervallen gemessen.

Um Speicherplatz nicht unnötig zu belegen, können Meßzeitintervalle ohne Fehler und ohne Alarme oder mit mehrmals aufgetretenen gleichartigen Alarmen von der Aufzeichnung ausgeschlossen werden.

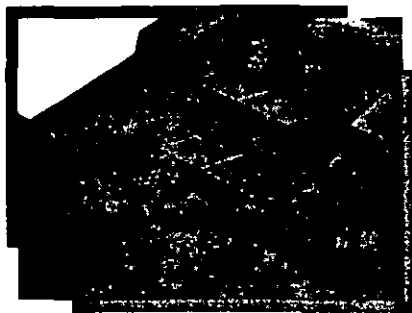
Während einer Messung werden die Meßergebnisse des aktuellen oder des letzten Meßzeitintervalls numerisch angezeigt. Die Meßergebnisse früherer Meßzeitintervalle können in Form von Histogrammen angezeigt werden, so daß sich der Benutzer des EPT 1100 einen schnellen Überblick über die aufgezeichneten Informationen verschaffen kann.

Nach einer Messung können die Meßergebnisse als Histogramme angezeigt werden, durch die geblättert werden kann. Die Meßergebnisse eines selektierten Meßzeitintervalls können im gleichen numerischen Format angezeigt werden, das auch für die Anzeige während der Messung verwendet wurde.

Die Meßergebnisse können entweder vom eingebauten Drucker (Option) des EPT 1100 ausgedruckt oder über die standardmäßig eingebaute V.24-Schnittstelle auf einen externen Drucker ausgegeben werden.

Der EPT 1100 enthält ein 3,5-Zoll-Diskettenlaufwerk für die Speicherung von Meßergebnissen und das Laden bereits aufgezeichneter Meßergebnisse für weitere Analysen. Die auf einer Diskette gespeicherten Meßergebnisse können auch von einem IBM/AT oder einem damit kompatiblen Computer weiterverarbeitet werden. Ferner können auch komplette Sätze von Konfigurationsdaten des EPT 1100 auf Diskette gespeichert werden.

## Technische Daten



Die Steckverbinder des EPT 1100 an der Oberseite sind leicht zugänglich.

### PCM-Leitungsschnittstellen

Gemäß den Anforderungen der CCITT-Empfehlung G.703

Steckverbinder des asymmetrischen Eingangs: 1,6-/5,6-mm- oder BNC-Buchse  
Steckverbinder des symmetrischen Eingangs: 3 Bananenbuchsen

Konfiguration der Leitungsschnittstellen:  
Ein Sender (Tx) und zwei Empfänger (RxA und RxB)

Die Sender und der Empfänger können separat konfiguriert werden  
Betriebsarten: zwei Überwachungsmodi (RxA und RxB), Testmodus (Tx und RxA), "Drop-und-insert"-Modus (RxA, Tx und RxB)

### Sender (Tx)

Bitraten: 64 und 2048 kbit/s  
Einstellbare Bitratenabweichungen:  $\pm 100$  ppm in Schritten von jeweils 5 ppm  
Taktsignalquelle: Intern, extern oder Ableitung von RxA bzw. RxB  
Bitrate des intern erzeugten Taktsignals: 2048 kbit/s  $\pm 5$  ppm  
Datenausgang (64 kbit/s): kodirektional, symmetrisch, Quellimpedanz 120 $\Omega$   
Datenausgang (2048 kbit/s): HDB3, AMI, asymmetrisch, Quellimpedanz 75 $\Omega$ , und symmetrisch, Quellimpedanz 120 $\Omega$

### Testmuster

PRBS11, PRBS15 und PRBS23, invertiert oder nicht invertiert  
Vom Benutzer definiertes 8- oder 16-Bit-Testmuster

### Signaleinfügung

64 kbit/s:  
Ins 64-kbit/s-Signal können Testmuster oder feste Bitwerte eingefügt werden  
Fehler: Bitfehler, Bitstip  
Alarme: No Signal, AIS  
2048 kbit/s:  
Testmuster oder feste Bitwerte werden in Nx64-kbit/s-Kanäle (gerahmt) oder als ungerahmtes 2048-kbit/s-Signal eingefügt  
Einfügen von Tonsignal in einen Sprachsignalkanal  
Einfügen von CAS-Zeichengabebits (gerahmtes 2048-kbit/s-Signal)  
Einfügen von Alarmen: No Signal, AIS, No Frame, No CRC-4 MF, Distant, No MF, Distant MF  
Einfügen von Fehlern: Bit-, Code-, FAS-, CRC-, MFAS-, E-Bit-, Einfügen von Bitauslassungsfehlern  
Fehler können manuell, kontinuierlich oder

als Fehlerburst eingefügt werden  
Der Benutzer kann vordefinierte Zustände aktivieren und hierbei Ereignisse gemäß der CCITT-Empfehlung G.821 wie fehlerhafte Sekunden (ES), stark fehlerhafte Sekunden (SES) usw. provozieren

### Empfänger (RxA und RxB)

Bitrate: 64 kbit/s  $\pm 100$  ppm (nur RxA), 2048 kbit/s  $\pm 100$  ppm  
Dateneingang (64 kbit/s): Kodirektional, symmetrisch, Eingangsimpedanz 120 $\Omega$   
Dateneingang (2048 kbit/s): HDB3, AMI, asymmetrisch, Eingangsimpedanz 75 $\Omega$ , und symmetrisch, Eingangsimpedanz 120 $\Omega$ , oder Hochimpedanz (>1k $\Omega$ )  
Empfindlichkeit: 30mV  
Kompensation des Kabelfrequenzgangs: 0 bis 40 dB (nur RxA)  
Automatische Konfiguration: Bitrate, Leitungscode, Rahmung und Testmuster werden automatisch ermittelt  
Fehlersuchmodus: Der Alarm und der Fehler höchster Priorität werden stets zusammen mit der Bitrate angezeigt; der Leitungsstatus wird durch eine LED angezeigt.

### Messungen

#### Alarme und Fehler

64 kbit/s:  
Testmuster und feste Bitwerte werden im 64-kbit/s-Signal erkannt  
Fehler: Bitfehler, Bitstip  
Alarme: No Signal, AIS  
2048 kbit/s:  
Testmuster und feste Bitwerte werden in Nx64-kbit/s-Kanäle (gerahmt) oder als ungerahmtes 2048-kbit/s-Signal erkannt  
Tonsignal in einem Sprachsignalkanal  
Alarme: No Signal, AIS, No Frame, No CRC-4 MF, Distant, No MF, Distant MF  
Fehler: Bit-, Code-, FAS-, CRC-, MFAS-, E-Bit-, Bitauslassungsfehler

#### Frequenzabweichung

Genauigkeit:  $\pm 2,5$  ppm

#### Laufzeit

Auflösung: 1 $\mu$ s  
Bereich: 0 bis 4 s

#### Zeitschlitzüberwachung

Inhalt eines einzelnen Zeitschlitzes, eines FAS (Rahmenkennungsworts), eines non-FAS, eines MFAS (Überrahmensynchronisationssignals) oder der CAS-Zeichengabe  
Pegel und Frequenz des digitalisierten Tonsignals

#### Leistungsfähigkeit

Analyse eines PRBS-Musters im empfangenen Signal gemäß der CCITT-Empfehlung G.821 oder basierend auf CRC-4 bzw. Rahmenkennungswort (FAS)  
ES (fehlerhafte Sekunden), SES (stark fehlerhafte Sekunden), DM (stark fehlerhafte Minuten), UAT (Nichtverfügbarkeitszeit) in % oder Fehleranzahl

#### Meßzeitintervalle

1, 5, 10, 15 und 30s, 1, 5, 10, 15 und 30min; 1, 2, 4, 6 und 12h, 1d  
Histogrammauflösung (für gespeicherte Meßergebnisse): Selektiertes Meßzeitintervall und einer der folgenden Werte, sofern länger als das Meßzeitintervall, 1s, 1min, 1h, 1d

#### Speicherkapazität

2000 Meßzeitintervalle (Meßzeitintervalle, in denen weder Fehler noch Alarme oder in

denen mehrere gleichartige Fehler bzw. Alarme aufgetreten sind, können von der Aufzeichnung ausgeschlossen werden).  
Die Aufzeichnung kann kontinuierlich oder bis zum Speicherüberlauf erfolgen.

### Echtzeituhr

Die Echtzeituhr für die Zeitmarkierung von Ereignissen wird von einer eingebauten Batterie mit Spannung versorgt

### Ton- und Sprachsignale

Sprachsignale, die in beiden Richtungen oder auf einem einzigen Sprachsignalkanal übertragen werden, können über den eingebauten Lautsprecher mitgehört werden. Für die Weiterverarbeitung durch externes Gerät stehen die Tonsignale an einem Ausgang mit zwei Bananenbuchsen und einer Quellimpedanz von 600 $\Omega$  zur Verfügung

### "Drop-und-Insert"-Funktion

Die eingebaute V.11-Datenschnittstelle ermöglicht den Zugriff aufs Nx64-kbit/s-Signal  
Steckverbinder: DE-15-Buchse

### Datenausgabe

Möglichkeit zum Ausdrucken der Meßergebnisse auf dem eingebauten Drucker (Option) oder zur Ausgabe auf einen externen Drucker  
Möglichkeit zur Speicherung der Meßergebnisse auf 3,5-Zoll-Diskette

### Anschluß einer Steuereinheit oder eines externen Druckers

V.24-/RS-232C-Schnittstelle  
Steckverbinder: DE-9-Stecker

### Visuelle Darstellung

Hintergrundbeleuchteter LCD-Bildschirm mit 30 Zeilen zu jeweils 40 Zeichen

### Spannungsversorgung

Netzbetrieb: 110 bis 220 V~, 50 bis 60 Hz  
Akku- oder Batteriebetrieb: 32 bis 72 V=  
Steckverbinder: 3poliger Steckverbinder gemäß IEC 320

### Abmessungen und Gewicht

Abmessungen: 22 x 18 x 35 cm (B x H x T)  
Gewicht: 5 kg

### Umgebungsbedingungen

Arbeitstemperaturbereich: +5 bis +40 $^{\circ}$ C  
Lagertemperaturbereich: -25 bis +70 $^{\circ}$ C

### Standardzubehör

- Benutzerhandbuch
- Netzkabel
- Trageriemen

### Optionelles Zubehör

- Eingebauter Drucker
- Koffer
- Tragetasche
- Wartungs- und Instandsetzungshandbuch

GN Elmi betreibt ein ständiges und intensives Produktentwicklungsprogramm. Dies gewährleistet, daß die Geräte dem höchstmöglichen technischen Standard entsprechen. Daher sind Änderungen der o.g. Beschreibungen vorbehalten.

**MEDCOM, S. A. DE C. V.**  
A. ESPARZA OTEO 119  
COL. GUADALUPE INN  
01020 MEXICO, D. F.  
TEL.: 228-99-20  
FAX: 662-36-60

**GN Elmi**

**GN Elmi as**  
Kirkebjerg Allé 90  
DK-2605 Brøndby,  
Dänemark  
Telefon: +45 43 43 42 11  
Telefax: 33423 elmi.dk

**GN Elmi GmbH**  
Rosenkavallerplatz 18  
81925 München,  
Deutschland  
Telefon: 0 89/99 89 01-0  
Telefax: 0 89/99 89 01-40

**GN Elmi GesmbH**  
Mariahilfer Straße 95/14  
A-1060 Wien,  
Österreich  
Telefon: 01/5 96 29 71  
Telefax: 01/5 96 29 72

## General Information

### COM-1010

Size:	47.3 x 36.8 x 19.1 cm	18 <sup>5/8</sup> x 14 <sup>1/2</sup> x 7 <sup>1/2</sup> in.
Weight:	unit	9.1 kg / 20 lbs.
	shipping	12.7 kg / 28 lbs.
Temperature:	operating	-10 to +40 °C / -14 to +104 °F
	storage	-30 to +60 °C / -22 to +140 °F
Powering:	line voltage (85 to 264 VAC, 47 to 63 Hz); built-in battery to power all cards and selected notebooks.	

### COM-1020

Size:	40.6 x 26.7 x 15.2 cm	16 x 10 <sup>1/2</sup> x 6 in.
Weight:	unit	4.3 kg / 9.5 lbs.
	shipping	6.8 kg / 15 lbs.
Temperature:	operating	-10 to +40 °C / -14 to +104 °F
	storage	-30 to +60 °C / -22 to +140 °F
Powering:	line voltage (85 to 264 VAC, 47 to 63 Hz) battery option. 4 hours of autonomy from 1 battery pack (typical) Full recharge in 8 hours. Note: an optional battery pack is available.	

## Ordering Information

### COM-1010

COM-1010	Fiber Launch Box™ for up to 3 full-sized AT cards.
COM-1017	Fiber Launch Box™ with built-in power meter containing up to 3 full-sized AT cards.
COM-1012	Optional rechargeable battery for 8 hours of operation (factory installable)
COM-1013	Adapting plate to install an FCS-100 OTDR card.
COM-1014	Adapting plate to install an FOT-900PC card.
COM-1015	Adapting plate to install an VCS-20PC card.
COM-1016	Adapting plate to install an FOT-160 card.

### COM-1020

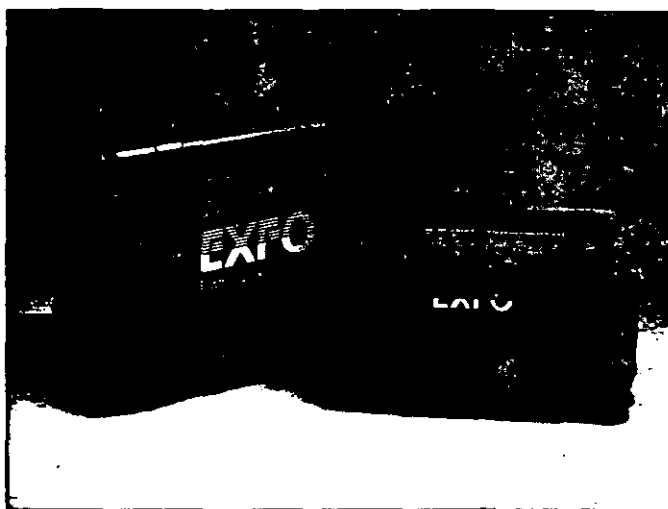
COM-1020	Mini Launch Box
COM-1022	Mini Launch Box with built-in power meter
COM-1021	Rechargeable battery for COM-1020 and COM-1022.
COM-1022X	Mini Launch Box with high level power meter
COM-1023	Mini Launch Box for GRID convertible computer

## Card Selection for COM-1010

FCS-100B	Singlemode OTDR (single/dual wavelength)
FCS-100C/D	Multimode OTDR (single/dual wavelength)
FOT-900PC	Power meter, attenuation, return loss set
FOT-160	12-Channel optical power meter card
VCS-20PC	Fiberoptic Talk Set with Visual Fault Locator option

## OTDR card model

FCS-101C or D:	850 nm, multimode 50/125 µm or 62.5/125 µm
FCS-102C or D:	1310 nm, multimode 50/125 µm or 62.5/125 µm
FCS-112C or D:	850/1310 nm, multimode 50/125 µm or 62.5/125 µm
FCS-102B:	1310 nm, singlemode
FCS-103B:	1550 nm, singlemode
FCS-123B:	1310/1550 nm, singlemode



COM-1010 and COM-1020

We put  
FIBER OPTICS  
to the TEST  
... WORLDWIDE

**USA** Tel.: 1-800-663-EXFO  
Tel.: 1-800-663-3936  
Fax: 418-683-2170

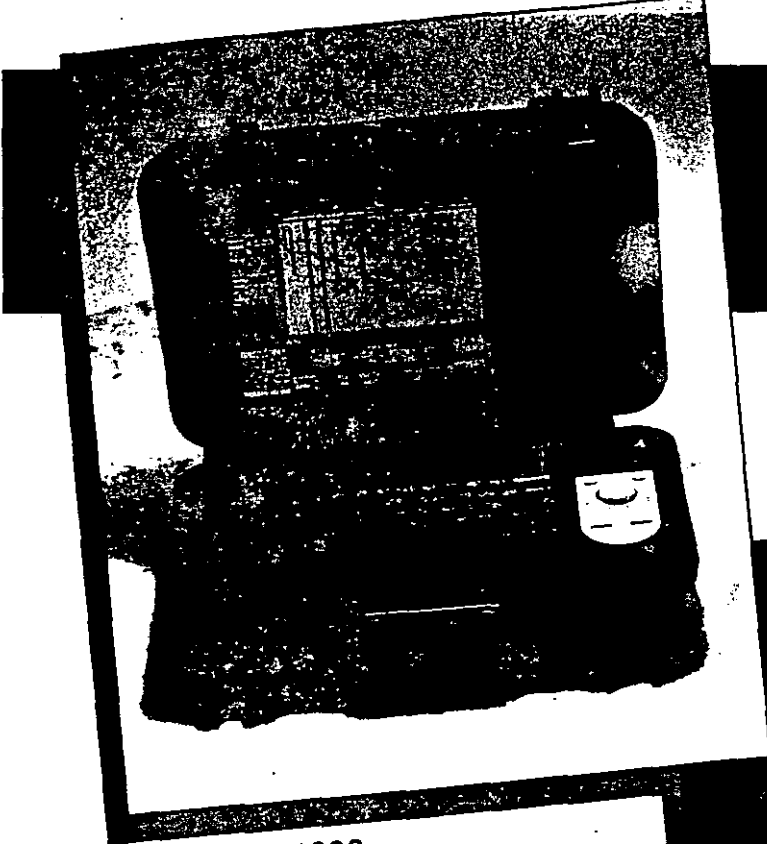
**Europe** Tel.: +33-1-3953-9830  
Fax: +33-1-3953-9840

**EXFO**  
Electro-Optical Engineering

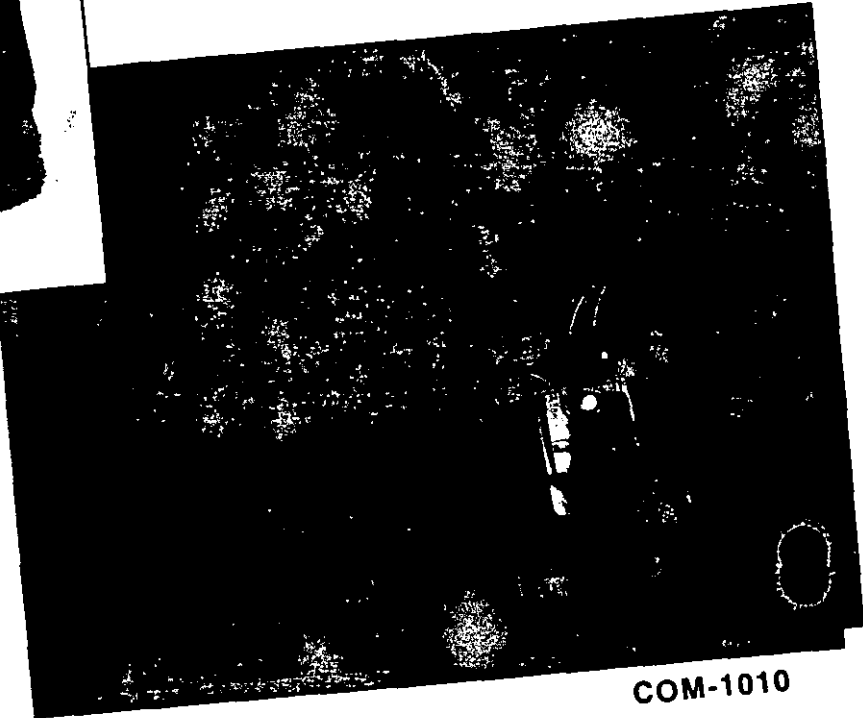
465 Godin Avenue  
Vanier, Que., Canada, G1M 3G7

**Canada & International** Tel.: 418-683-0211  
Fax: 418-683-2170

We put  
**FIBER OPTICS**  
to the **TEST**  
...**WORLDWIDE**



**COM-1020**



**COM-1010**

**Fiberoptic  
Launch Box  
COM-1000**

**INNOVATIVE**

EXFO, the leader in fiberoptic test equipment technology, continues its long tradition of quality design and manufacturing with the COM-1000 series. This rugged, portable, self-contained Fiberoptic Launch Box serves as a carrying case and parallel interface between EXFO's PC-based test equipment and a computer (notebook). The convenient accessory storage contains AC cord, test jumpers, diskette, and cleaning pads to ensure field readiness. Rechargeable batteries can give you up to 8 hours of operation. The COM-1000 comes in two options: COM-1010 and COM-1020.

**COM-1010**

This option offers the user the advantage of driving up to 3 PC-based cards with one unit: OTDR (singlemode and multimode), Fault Finder, Break Finder, Attenuation Test Set, Optical Talk Set, Visual Fault Locator and Optical Modem. You tailor the test center to fit your needs.

**Singlemode or Multimode**

**Fully Self-Contained**

**Rechargeable**

**Rugged and Waterproof**

**Field Ready**

**COM-1020**

EXFO's Mini Fiberoptic Launch Box is designed to accommodate either one singlemode or multimode (single or dual wavelength) PC-based OTDR card. It is available with a handy power meter option, featuring relative and absolute loss measurements.

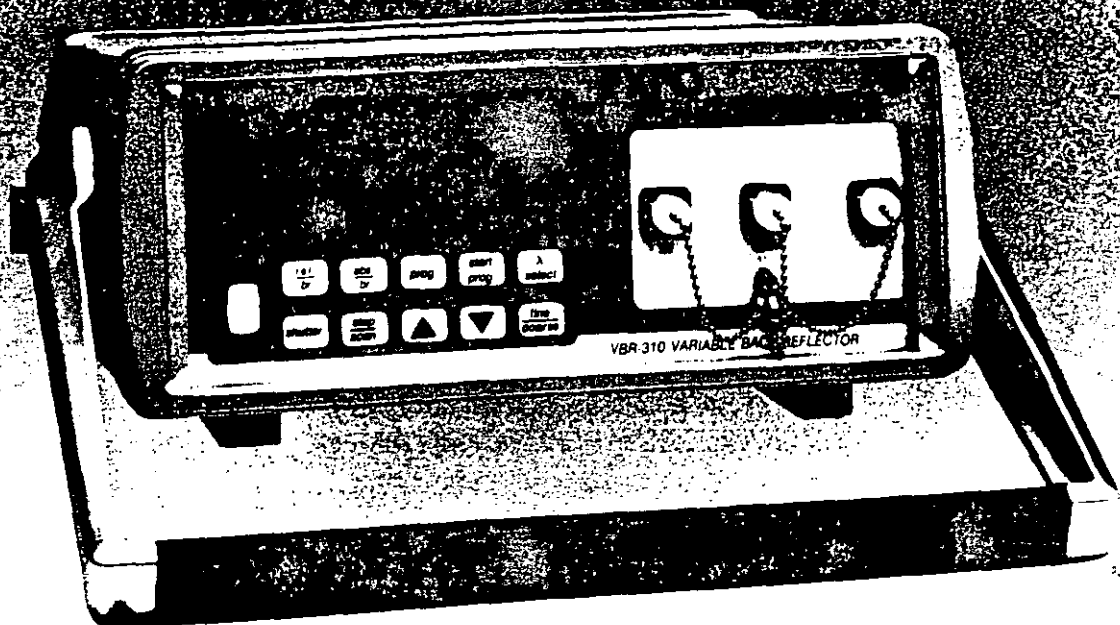
**PC WORLD FLEXIBILITY**

Since the COM-1000 series is PC-based, you get unlimited data storage (diskette and hard disk), modem capability, easy software upgrades, efficient and complete test documentation, large high quality color or monochrome screen, user friendly software and much more. All instruments are driven through icons and pull-down menus for ease of operation and reduced training time. The required IBM\*, or IBM compatible computer (notebook PC) is offered by EXFO or user supplied.

\*: A Trademark of International Business Machines

# FIBEROPTIC VARIABLE BACK-REFLECTOR VBR-310

**EXFO**  
Fiber-Optical Engineering



**We put Fiber Optics to the test... worldwide**

#### INNOVATION BY EXFO

The unique EXFO VBR-310 variable back-reflector is used to set a calibrated level of return loss back into its input port. It can help you determine the tolerance of a transmitter to back-reflection as a function of the level of return loss that comes back into it.

#### PERFORMANCE

This innovative product offers outstanding performance. Return loss can be set over a wide dynamic range (-15 to -55 dB) with variable resolution (1 dB, 0.1 dB), variable scanning rate, excellent linearity ( $\pm 0.2$  dB) and repeatability ( $\pm 0.15$  dB); accuracy is of  $\pm 0.4$  dB throughout the range. As an added benefit, a convenient shutter function lets you set reflection to its minimum (less than -55 dB) in a very short time (shorter than 100 ms).

#### PROGRAM MODE

Define a sequence of up to 60 different levels of back-reflection which will be executed manually (step by step), or automatically (once or repeatedly). Parameters to program: number of steps in sequence (from 1 to 59), wait time (from 1 sec to 24 hrs) and step size (from

**Creates Calibrated  
Back-Reflection  
from -15 to -55 dB**

**1300 nm and 1550 nm  
calibration**

**0,1 dB resolution,  
 $\pm 0,2$  dB linearity**

**Shutter function  
(reflection less than -55 dB)**

**Fully programmable**

**For  
Bit-Error-Rate / system testing**

**IEEE-488 and RS-232C  
options**

0.1 dB to 55 dB per step). Ideal for ATE, BER characterization or labs. IEEE-488 and RS-232C options offer even more flexibility.

#### OPTICAL CONNECTORS

The VBR-310 comes with 2 meter fiber pigtailed, NTT-FC/APC angle polished low reflectance connectors or Radial VFO-DF connectors.

#### B.E.R. VS RETURN LOSS CHARACTERIZATION

Tolerance of a high bit-rate transmission system to return loss can be simply determined. Just hook up the transmitter to input port of the VBR-310 and feed the output of the instrument to the receiver. Vary the return loss level using the convenient program mode and make B.E.R. measurements at each loss level. Accurate monitoring of the return loss level can be achieved via the built-in "reflection monitor" optical port.

\* A B.E.R. tester is necessary.

## OPTICAL SPECIFICATIONS<sup>1</sup>

Model	VBR-310
Fiber type	Singlemode
Calibration Wavelengths (nm)	1300 and 1550
Dynamic Range (dB)	-15 ± 1 to -55 ± 2
Resolution (dB)	0.1
Linearity <sup>2</sup> (dB)	±0.20
Repeatability (dB)	±0.15
Accuracy <sup>3</sup> (dB)	±0.40

## GENERAL SPECIFICATIONS

Size:	26 X 22.5 X 9 cm / 10 1/4 X 8 7/8 X 3 1/2 in.	
Weight	Unit:	4 kg / 9 lbs
	Shipping:	7 kg / 15 lbs
Environment	Operating:	-10 °C to + 40 °C
	Storage:	-30 °C to + 60 °C
	Humidity:	0 to 90% non-condensing
Power:	Line voltage	(85 -264 VAC, 47 - 63 Hz)
	DC supply	(12 ± 3 VDC)
	Built-in rechargeable battery pack provides a minimum of 7 hours operation	
Standard accessories:	AC cord, carrying handle, built-in rechargeable battery and operation manual.	

## ORDERING INFORMATION

Follow this format to order your VBR-310:  
 VBR-310-{connector type}-{optional interface}

{connector type}:

Specify input and output connectors.

These connectors shall have a return loss below -60 dB. Select among:

- 10: Unterminated 2 meter pigtailed
- 58: NTT-FC/APC
- 60: Radial VFO-DF

{Computer interface options}:

- IE: IEEE-488
- RS: RS-232C

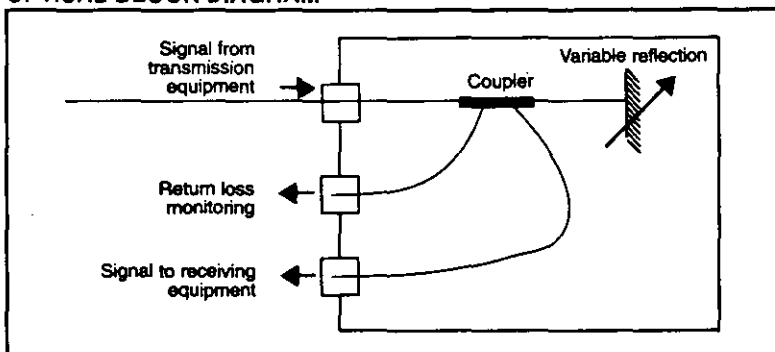
## OPTIONAL ACCESSORIES

- RK1: Hardware to mount the instrument in a 19 inch rack.
- TJ-B60-10: 2 meter jumper: Radial VFO-DF to pigtail.
- TJ-B60-60: 2 meter jumper: Radial VFO-DF to Radial VFO-DF.
- TJ-B58-10: 2 meter jumper: NTT-FC/APC to pigtail.
- TJ-B58-58: 2 meter jumper: NTT-FC/APC to NTT-FC/APC.

EXFO also has many other jumper cables and accessories.

- Note:
1. At 23 °C unless otherwise specified
  2. Source wavelength dependence better than 0.0008 dB / dB x nm at 1300 nm
  3. This is a function of the optical connector which should cause less than -60 dB of reflection to achieve maximum performance

## OPTICAL BLOCK DIAGRAM



## ALSO AVAILABLE FROM EXFO

### LAN/SDH/FDDI/SHORT HAUL/CATV PRODUCTS

FOT-10	Low cost dBm optical power meter
FOT-20	Low cost power meter (dBm, dB, W)
FOT-30	Low cost attenuation meter (dB, dBm, W)
FOT-50	Power/attenuation meter with optional source
FOS-120	Low cost LED source
FLS-130	Low cost Laser source
FLS-230A	Visual fault locator at 650 nm
VCS-15	Dual-fiber long range talk set

### TELECOM/SONET/CATV PRODUCTS

FOT-900	Power/attenuation/return loss test set with Fas Test™
FOT-900PC	Power/attenuation/return loss test set with FasTest™ on card for PC
FOT-90(E)	Power meter/attenuation meter and dual source
FLS-210A	LED/Laser dual-wavelength source (FasTest™ compatible)
VCS-20A	Single-fiber multi-party talk set
FVA-60A	Hand-held variable attenuator
BRT-320	Hand-held back-reflection test set

### LABORATORY AND HIGH END PRODUCTS

FOT-150	Attenuation/return loss test set
FLS-220	High performance variable LED/Laser source
FVA-80	High performance variable attenuator
BRT-300	Optical back-reflection test set

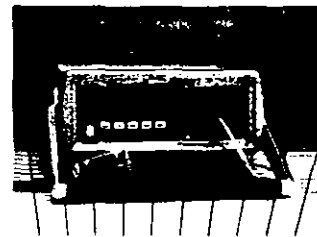
### SURVEILLANCE/MANUFACTURING

FOT-140	4 Channel power meter on card for PC
FOT-70	Dual-channel power meter with alarm

### OPTICAL TIME DOMAIN REFLECTOMETERS

FCS-100	
FCS-101C/D	850nm MM OTDR on a PC card
FCS-102C/D	1310 nm MM OTDR on a PC card
FCS-112C/D	850/1310 nm MM OTDR on a PC card
FCS-102B	1310nm SM OTDR on a PC card
FCS-103B	1550nm SM OTDR on a PC card
FCS-123B	1310/1550nm SM OTDR on a PC card
COM-1010	FIBER LAUNCH BOX containing up to 3 card level products
COM-1020	MINI LAUNCH BOX 1 card level product

Please contact the main office for prices and availability or to inquire about EXFO's worldwide network of representatives.



The EXFO BRT-300 is a high performance test set which measures optical back reflection ranging from -8 to -70 dB with a resolution of 0.01 dB.

**EXFO**  
 Electro-Optical Engineering

MAIN OFFICE  
 465 Godin, Varsar, Que., CANADA, G1M 3G7  
 Tel: (418) 683-0211 Fax: (418) 683-2170

USA: 1-800-663-EXFO  
 Europe: Tel: 33-1-3953-9830 Fax: 33-1-

## OPTICAL SPECIFICATIONS<sup>1</sup>

Source	02BLC-58	03BLC-58	23BLC-58	Units
Measurement wavelength(s)	1310 ±15	1550 ±15	1310/1550 ±15	nm
Δ Linewidth (FWHM)	<5	<5	<5	nm
Optical Stability (15 min.)	0.01	0.01	0.02	dB
(1 hour) <sup>2</sup>	0.05	0.05	0.06	dB
Temperature Stability <sup>3</sup>	±0.2	±0.2	±0.2	dB
Dynamic Range	0 to -70	0 to -70	0 to -70	dB
Resolution	0.05	0.05	0.05	dB
Linearity <sup>4</sup>	±0.1	±0.1	±0.1	dB
Accuracy <sup>4</sup>	±0.5	±0.5	±0.5	dB
Power Output	-5	-5	-6.5/-6.5	dBm

## GENERAL SPECIFICATIONS<sup>1</sup>

Size		8 X 4 1/2 X 1 3/4 in.	20 X 10 X 4 cm
Weight	Unit	1 3/4 lbs	0.8 kg
	Shipping	5 lbs	2.5 kg
Three-Way Powering™			
Built-in NiCds		10 hours (typ.) from full charge. Recharges in 14 hours.	
9V Alkaline Battery		Automatic transfer to alkaline batteries, when NiCds are low.	
AC Adapter/Charger		Continuous operation from battery charge.	
Standard Accessories		Field carrying case, AC adapter, mandrel, complimentary test jumper, operation manual, protective holster, shoulder strap, batteries, Certificate of Calibration.	
		BRT-320 - 2 X 9V alkalines.	
		BRT-320A - 1 X 9V alkaline.	
Operation Temperature		+15 °F to +104 °F	-10 °C to +40 °C
Storage Temperature		-22 °F to +104 °F	-30 °C to +60 °C
Humidity		0-95 % non-condensing	

## ORDERING INFORMATION

### BRT-320-XX-58

Source Code Connector Code  
 02BLC = 1310 nm TE-Cooled Laser 58 = FC / APC - Compulsory Connector  
 03BLC = 1550 nm TE-Cooled Laser

### BRT-320A-XX-58

Source Code Connector Code  
 23BLC = 1310 / 1550 nm TE-Cooled Laser 58 = FC / APC - Compulsory Connector

Please specify type of connector for complimentary test jumper.

### TJ-B58-XX

#### Connector of Customer's Choice

- 12 = Biconic
- 28 = Diamond DIN (2.5 mm)
- 40 = Diamond DIN (3.5 mm)
- 50 = NTT-FC/PC
- 54 = NTT-SC/PC
- 58 = Seikoh-Giken FC/APC (8°)
- 62 = NEC D4/PC
- 70 = NTT-FC Super PC
- 74 = AT&T-ST/PC
- 82 = AT&T-ST Super PC
- 86 = DIN APC
- 88 = SC/APC

Specifications are subject to change without notice.

## ALSO AVAILABLE FROM EXFO

### LAN/SDN/FDDI/SHORT HAUL/CATV PRODUCTS

FOT-10	Low cost dBm optical power meter
FOT-20	Low cost power meter (dBm, dB, W)
FOT-30	Low cost attenuation meter (dBm, dB, W)
FOT-50	Performance power/attenuation meter
FOS-120	Low cost LED light source
FLS-130	Low cost Laser source
FLS-230A	Visual fault locator at 650 nm
LFD-10	Clip-on device

### TELCOM/SONET/CATV/PRODUCTS

FOT-910	Power/attenuation/return loss test set with FasTest™
FOT-910PC	Power/attenuation/return loss test set with FasTest™ on a PC-card
FOT-90(E)	Power meter/attenuation meter and source
FLS-210A	LED/Laser dual-wavelength source (FasTest™ compatible)
VCS-20A	Single fiber multi-party talk set

### LABORATORY AND HIGH END PRODUCTS

FOT-150	Attenuation/return loss test set
FLS-220	High performance variable LED/Laser source
BRT-300	Optical back-reflection test set
VBR-310	Variable optical back-reflector
FOT-140	4 Channel power meter on a PC-card

### OPTICAL TIME DOMAIN REFLECTOMETERS

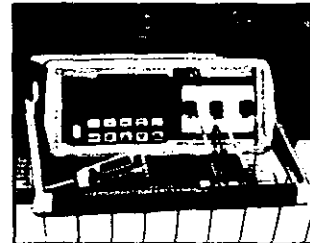
FCS-102B	Singlemode OTDR at 1310 nm on a PC-card
FCS-103B	Singlemode OTDR at 1550 nm on a PC-card
FCS-123B	Singlemode 1310/1550 nm OTDR on a PC-card
FCS-101C/D	Multimode 850 nm OTDR on a PC-card
FCS-102C/D	Multimode 1300 nm OTDR on a PC-card
FCS-112C/D	Multimode 850/1300 nm OTDR on a PC-card

### TEST KITS AND ACCESSORIES

TK-XXX	Several application specific test kits (FDDI, LAN, etc.)
TJ-XXX-XX	Full range of test jumpers
FOA-XX	Full range of connector adapters for power meters
UIA-XX	Complete selection of interchangeable adapters (for Universal Interface system only)

### NOTES

- <sup>1</sup> Characterized at 73 °F ±4/23 °C ±2 unless otherwise specified.
- <sup>2</sup> Typical, after 5 minute warm-up (measurement mode activated only after warm-up).
- <sup>3</sup> Typical, after a 15 minute warm-up.
- <sup>4</sup> For temperature varying from +15 to +105 °F/-10 to +40 °C.
- <sup>5</sup> For reflection measurements from -15 to -60 dB.
- <sup>6</sup> Connector on measurement port must cause less than -50 dB of reflection to maintain full measurement range and resolution.



The EXFO variable back-reflector (VBR-310) is designed to create a calibrated level of back-reflection over a wide dynamic range. It is ideal to determine the tolerance of high bit rate transmitters/receivers to return loss. Use it in central office, manufacturing or lab environments.

### Class 1 Laser Product

This product complies with 21 CFR 1040.10 and 1040.11.

We put  
FIBER OPTICS  
to the TEST  
... WORLDWIDE

**EXFO**  
Electro-Optical Engineering

USA & Canada Tel.: 1-800-663-EXFO  
Tel.: 1-800-663-3936  
Fax: 418-683-2170

465 Godin Ave.  
Vanier, Que., Canada, G1M 3G7

Europe Tel.: +33-139-53-9830  
Fax: +33-139-53-9840

EXFO AMERICA INC.  
903 North Bowser, Suite 360  
Richardson, TX 75081  
USA

International Tel.: 418-683-0211  
Fax: 418-683-2170



## BRT-320 SERIES



We put  
**FIBER OPTICS**  
to the TEST  
...WORLDWIDE

## OPTICAL RETURN LOSS TEST SET

### First In Its Class

The BRT-320 series is a field-ready, return loss test set. Two hand held models are available: the BRT-320, single wavelength (1310 nm or 1550 nm) version, and the BRT-320A, dual wavelength (1310/1550 nm) version. Both units are equipped with fast stabilizing, TE-cooled lasers and low drift photodetectors to ensure consistent optical return loss (ORL) measurements.

### Measuring Optical Return Loss

Many of today's digital and analog fiber systems require optical return loss characterization. ORL along a fiber span is a combination of Rayleigh scattering and Fresnel reflections. Together, these two phenomena can reduce fiber system performance by degrading transmitter characteristics. The BRT-320 series measures cumulative link return loss and individual component reflectance.

### Built-in, TE-Cooled Laser(s)

Range of 0 to -70 dB

1310 and/or 1550 nm

### Quick & Easy to Operate

### Rugged, Craft-Friendly Design

### Stores Up To 300 Readings

### Unique 3-Way Powering™

### Low Battery Indicator

### Features

The BRT-320 series reads back-reflection from 0 to -70 dB; it easily stores data in a 300 register non-volatile memory for fast reference. Optical return loss readings appear directly on the large, backlit LCD\*. The ORL zero function accounts for extraneous back-reflections before the point of measurement and complies with Bellcore Optical Continuous Wave Reflectometer (OCWR) requirements. In the user-calibration (UCAL) mode, the user can calibrate the unit to a known reflection. Other features include 3-Way Powering™ (NiCd, 9V alkaline, 12VAC), 0.05 dB resolution, ±0.1 dB linearity, data storage and recall, internal 1 mm InGaAs detector, and a PVC protective holster with tit bar, belt clip, and shoulder strap.

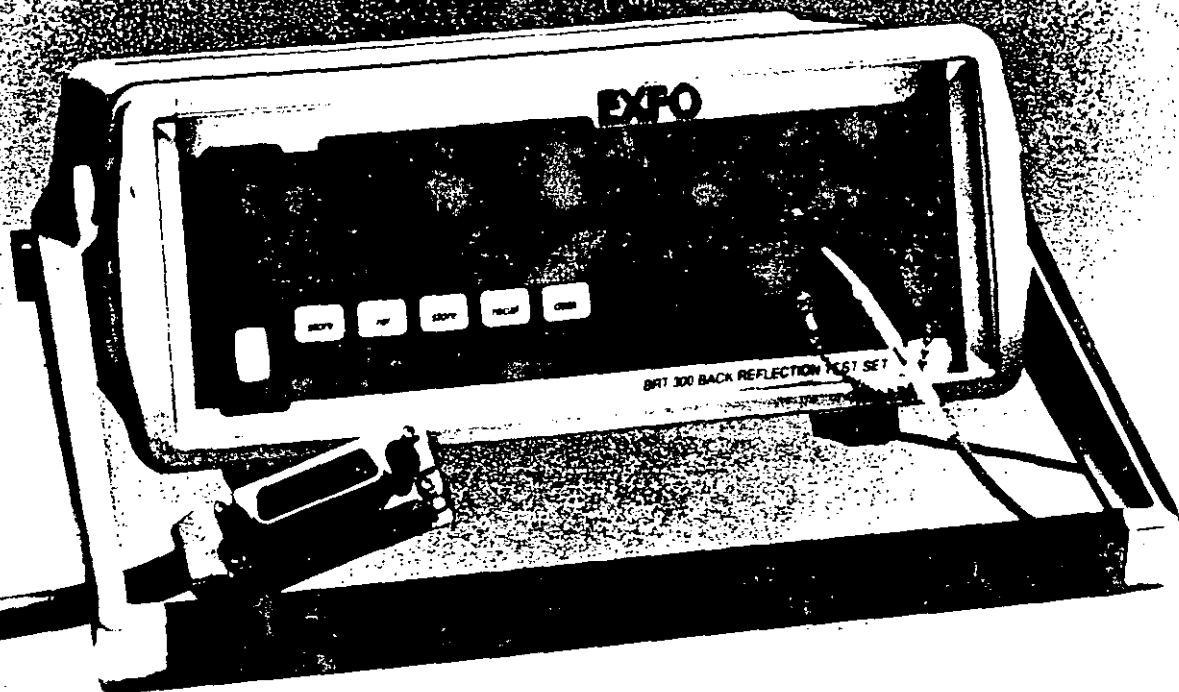
### Applications

The BRT-320 series is ideal for Telecom and CATV applications. These environments often require complete network ORL characterization, component reflectance verification. The BRT-320 series also functions as a stable, CW light source for attenuation measurements. Other applications include fiber component and cable manufacturing, laboratory, and R & D.

\* BRT-320A only

# **BRT-300** **HIGH PERFORMANCE** **BACK-REFLECTION** **TEST SET**

**EXFO**  
Electro-Optical Engineering



**We put Fiber Optics to the test... worldwide**

## **APPLICATIONS**

The BRT-300 is used to measure the optical return loss (ORL) of a device in your network or the total return loss of a complete system. It is ideal for:

- complete network ORL characterization
- component testing (connectors, splices, passive devices)
- installation environment
- QA acceptance testing
- attenuation testing when used as a stable source

## **FEATURES**

- Built-In TE-cooled LASER source with very high stability
- IEEE-488 or RS-232 Interface options (provided with application software)
- High accuracy and wide dynamic range (-5 to -70 dB)
- Ultra-fast stabilization circuitry achieves stable status in less than 1 minute
- Special function to cancel reflections prior to the point of measurement
- "User Calibration" to compensate for losses between meter and device under test
- Automatic offset correction at the time of power-up: no adjustment necessary
- Manual storage of up to 500 readings in permanent memories
- Data Mode acquires & stores up to 300 readings at a programmable interval
- Battery operation for field use (battery life: 10 hours from full charge)
- Rack-mountable (19 inches, optional)
- Can also be used as a high stability laser source

## PRECISION MEASUREMENT

The BRT-300 series Back-Reflection test set features a large measurement range of -5 to -70 db at a resolution of 0.01 dB with  $\pm 0.5$  dB accuracy. Offered in single or dual wavelength configurations, this high performance benchtop instrument comes complete with its own built-in source(s). The optical source is stabilized, thermo-electrically cooled laser diode capable of achieving extraordinary stability in just one minute.

## COMPENSATION FOR EXTRANEOUS BACK-REFLECTION / USER CALIBRATION

The device under test can be isolated from the rest of the network by zeroing out reflections created by events prior to point of measurement, even if the component is not directly accessible. To compensate for loss incurred in the fiber span, a user calibration function has been added. The unit may be easily calibrated to a known reflectance.

## PROGRAM MODE

The BRT-300 can be programmed to acquire measurements automatically, at a user defined time interval (300 memory locations). Fluctuations in return loss generated by temperature variations or other causes can be monitored in this manner. Such a program can be entered and executed using the keys on the front panel.

## IEEE-488 / RS-232 INTERFACE & OTHER OPTIONS

The two interface options let the operator control the instrument via an IBM PC\* or compatible computer. Ideal for laboratory, manufacturing, ATE or even field testing. RS-232 cable and application software are provided. Rack-mounting of the BRT-300 is easy, with the 19-inch mounting brackets and hardware (optional).

\* A trademark of International Business Machines.

## OPTICAL SPECIFICATIONS<sup>1</sup>

MODEL	BRT-300-02BLC	BRT-300-03BLC	BRT-300-23BLC
Emitter Type:	TE-COOLED LASER	TE-COOLED LASER	TE-COOLED LASER
Central wavelength:	1300nm	1550nm	1300 & 1550nm
Wavelength accuracy:	$\pm 15$ nm	$\pm 15$ nm	$\pm 15$ nm
Spectral width:	5nm	5nm	5nm
Source stability <sup>2</sup> (typ):	$\pm 0.01$ dB	$\pm 0.01$ dB	$\pm 0.01$ dB
Measuring range (dB) <sup>2</sup> :	-5 to -70	-5 to -70	-5 to -70
Accuracy <sup>3</sup> : (dB)	$\pm 0.5$	$\pm 0.5$	$\pm 0.5$
Linearity: (electr.)	$\pm 0.01$ dB	$\pm 0.01$ dB	$\pm 0.01$ dB
Resolution:	0.01 dB	0.01 dB	0.01 dB
Temperature stability <sup>4</sup> :	$\pm 0.2$	$\pm 0.2$	$\pm 0.2$
Power output (typical):	-5 dBm	-5 dBm	-5 dBm

## GENERAL SPECIFICATIONS<sup>1</sup>

Size:	26 X 9.5 X 22.5 cm	10.25 X 3.75 X 9 in.
Unit weight:	4.0 kg	8.8 lbs
Shipping weight:	7.0 kg	15 lbs
Operation temperature:	-10 °C to +40 °C	-15 °F to +140 °F
Storage temperature:	-30 °C to +60 °C	-22 °F to +140 °F
Power requirements:	Line voltage 85-264 VAC, 47-63 Hz. Built-in batteries, 10 hours from full charge. Recharges in 16 hours.	

## ORDERING INFORMATION

Order your Back-reflection test set in the following manner:

BRT-300-[source type]-[connector type]-[interface options]-[rack mount option]

-Source type: choose between 02BLC, 03BLC, or 23BLC (described above)

-Connector type: any low reflectance connector. Choose between:

-10: Fiber pigtail

-58: Seiko-Geitken NTT-FC/APC

-60: Radiall VFO-DF

-70: NTT Super PC

-Interface options: to control the BRT-300 remotely or acquire data automatically.

-IE is the code for IEEE-488

-RS is the code for RS-232C.

-Rack mount option: add -RK to order the hardware required for rack mounting.

Notes: 1. Measured at 23 °C unless otherwise specified.

2. At 23 °C  $\pm 2$  after a 1 minute warm-up period, over 1 hr.

3. As dynamic range is also a function to the -zero- reflectance level, the display will always show the lowest possible reading.

4. Caution: when connectors are used, the insertion loss at the connector interface will be twice to the absolute reading.

5. For a temperature variation from -10 to +40 °C.

## ALSO AVAILABLE FROM EXFO

### LAWSON/FDOW/SHORT HAUL/CATV PRODUCTS

FOT-10	Low cost dBm optical power meter
FOT-20	Low cost power meter (dBm, dB, W)
FOT-30	Low cost attenuation meter (dBm, dB, W)
FOT-50	Power/attenuation meter with optional source
FOS-120	Low cost LED source
FLS-130	Low cost Laser source
FLS-230A	Visual fault locator at 650nm
VCS-15	Dual-fiber long range talk set

### TELECOM/SONET/CATV PRODUCTS

FOT-900	Power/attenuation/return loss test set with FasTest™
FOT-900PC	Power/attenuation/return loss test set with FasTest™ on card for PC
FOT-90(E)	Power meter/attenuation meter and dual source
FLS-210A	LED/Laser dual-wavelength source (FasTest™ compatible)
VCS-20A	Single-fiber multi-party talk set
FVA-60A	Hand-held variable attenuator
BRT-320	Hand-held back-reflection test set

### LABORATORY AND HIGH END PRODUCTS

FOT-150	Attenuation/return loss test set
FLS-220	High performance variable LED/Laser source
FVA-80	High performance variable attenuator
BRT-300	Optical back-reflection test set
VBR-310	Variable optical back-reflector

### SURVEILLANCE/MANUFACTURING

FOT-140	4 Channel power meter on card for PC
FOT-70	Dual-channel power meter with alarm

### OPTICAL TIME DOMAIN REFLECTOMETERS

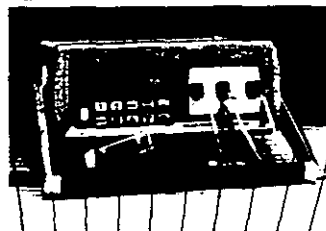
FCS-100	
FCS-101C/D	850nm MM OTDR on a PC card
FCS-102C/D	1310nm MM OTDR on a PC card
FCS-112C/D	850/1310nm MM OTDR on a PC card
FCS-102B	1310nm SM OTDR on a PC card
FCS-103B	1550nm SM OTDR on a PC card
FCS-123B	1310/1550nm SM OTDR on a PC card
COM-1010	FIBER LAUNCH BOX containing up to 3 card level products
COM-1020	MINI LAUNCH BOX 1 card level product



**AVOID EXPOSURE**  
Laser Radiation is emitted from this aperture

This product complies with 21 CFR 1030.10 and 1040.11

### Variable Back-Reflector



The VBR-310 is a unique solution to measure the tolerance of optical return loss. It is used to generate a calibrated level of reflection into its input port (signal received from a transmitter equipment) while the output can be used as a receiver.

# EXFO

Electro-Optical Engineering

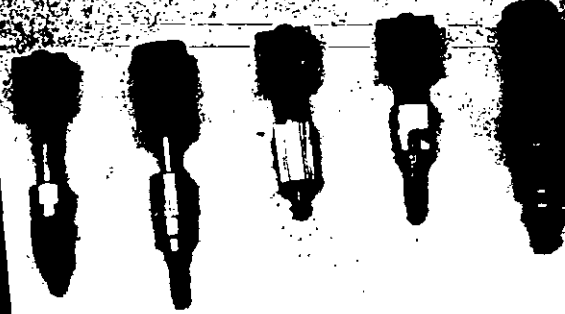
465 GODIN, VANIER, QUE., CANADA, G1M 3G7  
TEL: 418-683-0211 FAX: 418-683-2170

USA: 1-800-663-EXFO  
EUROPE: 33-1-3953-9830 FAX: 33-1-1-9840

# EXFO

Electro-Optical Engineering

BARE FIBER ADAPTERS



We put  
FIBER OPTICS  
to the TEST  
... WORLDWIDE

FOA-00

PRECISION CONNECTOR ADAPTER

## FIBEROPTIC TEST EQUIPMENT ACCESSORIES

### CONNECTOR ADAPTERS

- FOA-12\* Biconic
- FOA-14\* NEC-D4 and D4/PC
- FOA-16\* SMA-906
- FOA-18 Deutch 1000 series
- FOA-22\* NTT-FC, NEC-D3, FC/PC, FC/APC
- FOA-24\* Radiall VFO and VFO-DF
- FOA-26\* Stratos (430,830)
- FOA-28\* Diamond DIN (2.5 mm)
- FOA-32\* AT&T type ST, ST/PC
- FOA-34\* AT&T-BNC (Sumitomo)
- FOA-40\* Diamond HMS (3.5 mm)
- FOA-42\* Radiall PFO
- FOA-44\* Radiall MFO
- FOA-46\* Souriau 8016
- FOA-48 HP (HFBR -4501/-4503)
- FOA-52 Biconic Bayonet (Sirti)
- FOA-54\* NTT-SC and NTT-SC/PC, SC/APC
- FOA-56\* FDDI
- FOA-68 AT&T Rotary Splice
- FOA-72 Sumitomo Ribbon Holder
- FOA-76 Diamond HMS-10A
- FOA-78 Radiall EC
- FOA-80 Escon (IBM)
- FOA-84 HMS-10/HP
- FOA-86 Diamond HRL-10

### CONNECTOR ADAPTERS

from EXFO are CNC machined from solid aluminium and black-anodized for outstanding repeatability ( $\pm 0.02\text{dB typ.}$ ) and durability. EXFO has developed a complete range of adapters to fit all types of connectors, including FDDI. In conjunction with EXFO power meters, they guarantee full flexibility.

### BARE FIBER ADAPTERS

permit quick and reliable fiber connections. In many applications, they can save you from splicing or installing a permanent connector. Our bare fiber adapters feature a push-button locking system. We manufacture them to strict tolerances to serve as the ideal complement to our full line of fiberoptic test instruments.

FOA-00 is a connector adapter kit containing the 15 specially identified (\*) connector adapters listed above. This kit is neatly organized in a convenient carrying case.

### BARE FIBER ADAPTERS

- BFA-10 Bare Fiber Adapter (125-140  $\mu\text{m}$ )
  - BFA-11 Bare Fiber Adapter (140-250  $\mu\text{m}$ )
  - BFA-12-MM Biconic (MM)
  - BFA-12-SM Biconic (SM)
  - BFA-14 NEC-D4 (MM or SM)
  - BFA-16 Precision SMA-906 (MM)
  - BFA-22-MM NTT-FC (MM)
  - BFA-22-SM NTT-FC (SM)
  - BFA-32-MM AT&T (MM)
  - BFA-32-SM AT&T (SM)
- Note: MM: Multimode  
SM: Singlemode

## FIBEROPTIC TEST KITS

Application-specific test kits are EXFO's sensible suggestion for systems installation: economy, convenience and completeness all in one.

### LAN KIT, 850 nm (TK-002)

This kit groups power meter (FOT-22), LED source (FOS-121), ST adapter (FOA-32) and batteries. The shock absorbing case is also provided.

### LAN KIT, 1300 nm (TK-003)

Testing at 1300 nm only requires an FOT-22 power meter, an FOS-122 LED source, an FOA-32 ST adapter and batteries. Sturdy carrying case supplied.

### LONG HAUL AT 1300 nm (TK-004)

Includes one of each of the following: VCS-20A-02B (communicator / light source / 2kHz transmitter-identifier); FOT-92 meter; head-set; connector adapter; singlemode test jumper; carrying case. Two kits are required for bi-directional testing and communication.

### LONG HAUL AT 1300-1550 nm (TK-005)

Comprises one of each of the following: VCS-20A-03BL (communicator / 1550 nm laser source / 2 kHz transmitter-identifier); FOT-92E-02SL; connector adapter; singlemode test jumper; carrying case. Two TK-005 are essential for bi-directional testing at 1300-1550 and communication.

### FIBER TO THE HOME (TK-006)

Combines one of each of the following: FOT-92E-23S; switchable LED source; computer cable; data logging software; singlemode jumper and a case. Two such kits are necessary.

### LAN AT 850-1300 nm (TK-007)

Groups power meter (FOT-22), two sources (FOS-121 at 850 and FOS-122 at 1300 nm), connector adapter (FOA-32), patch cord and two batteries in one sturdy case.

### LAN AT 850-1300 nm (TK-008)

Offers one FOS-124 dual-wavelength source, one FOT-12 power meter, one test jumper (ST / ST or SMA-906), two batteries and carrying case.

### TK-009-XX

LAN installation kit at 850 nm and 1300 nm containing 1 X FOT-22 optical power meter, 1 X FOS-124 850/1300 nm LED source, 1 X FOA-XX connector adapter, 1 X TJ-DXX-XX test jumper, 2 X AC adapters, 2 X 9-VDC batteries all in one cases.

### TK-010-XX

Long haul fiber test kit containing 1 X FOT-92A optical power meter, 1 X FLS-210A-23BL-XX dual laser source, 1 X FVA-60A-BXX singlemode optical variable attenuator, 1 X FOA-XX connector adapter, 1 X TJ-BXX-XX test jumper, 3 X AC adapters, 2 X 9-VDC batteries, all in a metallic carrying case.

### TK-011-XX

This test kit includes 1 X LFD-10 (Live fiber detector), 1 X FLS-132-XX (1300 nm Laser source), AC adapter, 9-VDC battery, all in one carrying case.

### TK-012-XX

New test kit includes 1 X FOT-52 optical power meter, 1 X FOS-124-XX 850/1300 nm LED source, 1 X FOS-123-XX, 2 X GP-30, 1 X FOA-XX, 2 X 9-VDC batteries, 1 X briefcase.

### TK-013-22

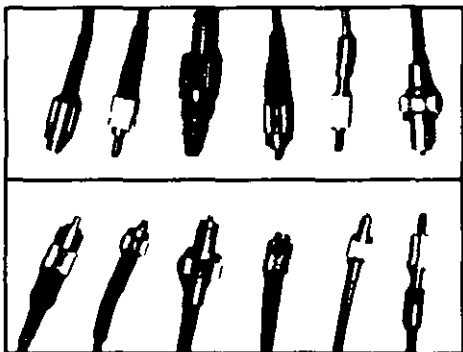
New test kit containing 1 X FLS-135-22 1300/1550 nm Laser source, 1 X FOT-92A optical power meter, 1 X FVA-60A-B50 singlemode optical variable attenuator, 1 X FOA-22 FC connector adapter, 1 X TJ-B50-50 FC/PC to FC/PC singlemode test jumper.

### TK-017-32

New test kit containing 1 X FLS-230A-32 visual fault locator, 1 X FOS-124-32 850/1300 nm LED source with ST connectors, 1 X FOT-22 optical power meter, 1 X FOA-32 ST connector adapter.

## FIBEROPTIC TEST JUMPERS

A full range of fiberoptic test jumpers are available from EXFO and can be added to existing test equipment to create complete test kits. Hybrid configuration can be used when the connectors of the fiber to be tested do not match those of your test sets. Fiber pigtailed are also available for splicing onto unterminated fibers.



Specifications subject to change without notice

SPACCESS.2AN 93/10

## ORDERING INFORMATION

# TJ-XXX-XX

### Type of Fiber

B=Singlemode (9/125 μm)  
C=Multimode (50/125 μm)  
D=Multimode (62.5/125 μm)  
E=Multimode (100/140 μm)

### Type of Input/Output Connector

12=Biconic  
14=NEC-D4  
16=SMA-906  
22=NTT-FC/NEC-D3  
24=Radial VFO  
26=Stratos (430, 830)  
28=Diamond D-4106(2.5)  
32=AT&T type ST  
34=AT&T-BNC (Sumitomo)  
40=Diamond HMS (3.5 mm)  
42=Radial PFO  
44=Radial MFO  
46=Souriau 8016  
52=Biconic bayonet  
54=NTT-type SC  
56=FDDI  
58=Seikoh Giken FC/APC (8)  
68=AT&T rotary splice  
70=NTT-FC Super PC  
74=AT&T-ST/PC  
76=Diamond HMS-10A  
78=Radial EC  
80=Escon (IBM)  
82=AT&T type ST super PC  
84=Diamond HMS-10/HP  
86=Diamond HRL-10  
88=SC/APC

## ALSO AVAILABLE FROM EXFO

### LAN/SDN/FDDI/SHORT HAUL PRODUCTS

FOT-10 Low cost dBm Optical Power Meter  
FOT-20 Low cost Power Meter (dBm, dB, W)  
FOT-30 Low cost Attenuation Meter (dBm, dB, W)  
FOS-120 Low cost LED Light Source  
FLS-130 Low cost Laser Source  
FLS-230A Visual Fault Locator at 650 nm

### LONG HAUL/SONET/CATV PRODUCTS

FOT-50 High Performance Attenuation Meter  
FOT-90A Optical Power Meter  
FOT-910 Attenuation/ORL Test Set  
FLS-210A LED/Laser Dual-Wavelength Source  
VCS-20A Single-Fiber Multi-Party Talk Set  
FVA-60A Hand-Held Variable Field Attenuator  
BRT-320(A) Hand-Held Back-Reflection Test Set  
OTDR1 PC-based OTDR, Singlemode and Multimode, Single-and Dual wavelength

### LABORATORY AND HIGH END PRODUCTS

FOT-140 4-Channel Power Meter Card  
FOT-150 Attenuation/Return Loss Test Set  
FLS-220 High Performance LED/Laser Source  
FVA-80 High Performance Variable Attenuator  
BRT-300 Optical Back-Reflection Test Set  
VBR-310 Variable Optical Back-Reflector

We put  
**FIBER OPTICS**  
to the TEST  
...WORLDWIDE

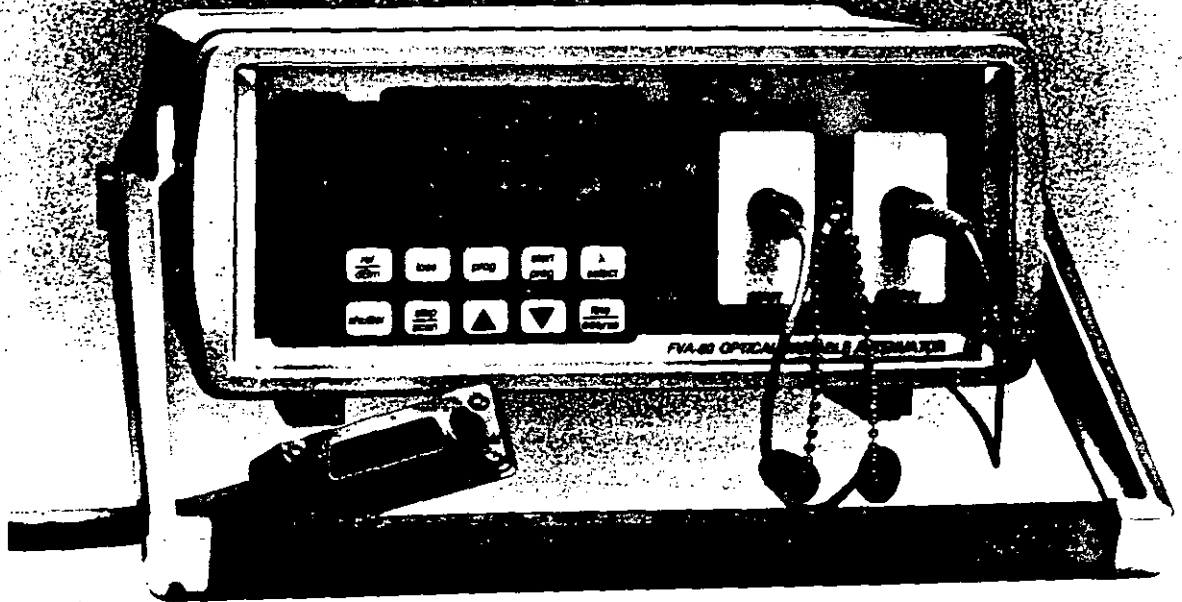
**EXFO**  
Electro-Optical Engineering

USA & Canada Tel.: 1-800-663-EXFO  
Tel.: 1-800-663-3936  
Fax: 418-683-2170  
Europe Tel.: +33-139-53-9830  
Fax: +33-139-53-9840

465 Godin Ave.  
Vanier, Que., Canada, G1K  
International Tel.: 418-683-0211  
Fax: 418-683-2170

# FIBEROPTIC VARIABLE OPTICAL ATTENUATOR FVA-80

**EXFO**  
Electro-Optical Engineering



**We put fiber optics to the test... Worldwide**

## **IMPRESSIVE PERFORMANCE**

The FVA-80 offers  $\pm 0.05$  dB linearity from -2.4 dB to -65 dB, 0.01 dB resolution,  $\pm 0.03$  repeatability and  $< -45$  dB back-reflection option, etc. Thanks to EXFO's unique computer-assisted Calibration Process in which thousands of readings are taken in order to achieve outstanding linearity.

This **PROGRAM MODE** for 60 attenuation steps (with a selectable delay from 1 sec to 24 hrs) is easily executed manually, through one program cycle, or repeatedly for automated BER testing.

This **IEEE-488/RS-232 interface** option allows all functions to be controlled via an IBM-PC<sup>®</sup>, making it ideal for lab, manufacturing, ATE or field testing.

## **Flexibility**

Powered by 110/220 VAC, 12VDC or a built-in rechargeable battery pack, the FVA-80 can go to work on a lab bench, on a 19 inch rack mount or in the field.

## **Optical Connectors**

The FVA-80 can be supplied with a range of over 20 industry standard connectors, bare fiber pigtailed or a Universal Interface System which accepts 8 different connectors.

---

**One unit for SM and MM fibers**

---

**$< -45$  dB Back-reflection option**

---

**$< -100$  dB Shutter function**

---

**2.4 dB Insertion loss (typical)**

---

**Variable scan rate and resolution**

---

**IEEE-488/RS-232 interface  
options**

---

**Line voltage and battery  
powering**

---

## **Three Attenuation Modes**

- 1 Absolute attenuation including insertion loss
- 2 0.00 dB Reference level
- 3 Relative display to any selected reference value (X + B).

## **Simplicity**

Provides easy programming and setting of attenuation, variable scan rate, fine/coarse dialling, shutter activation, etc... All information is clearly transferred to the user via a large LCD.

These **Single mode and Multi-mode** fibers can both be accepted by one attenuator with the convenient dual port option.

## **Applications**

- Bit Error Rate (BER) testing
- System testing and acceptance
- Powermeter calibration
- Optical Margin analysis
- System Loss simulation
- ATE testing of E/O and O/E
- Field/Lab/Manufacturing

## OPTICAL SPECIFICATIONS<sup>2</sup>

MODEL FVA-80	-BXX	-CXX	-DXX	-EXX
Fiber Type(μm)	9/125	50/125	62.5/125	100/140
Calibration Wavelengths (nm)	1300,1550	850,1300	850,1300	850,1300
Maximum Attenuation (dB)	-65	-65	-65	-65
Insertion Loss* -max (dB)	-3.0	-3.0	-3.0	-3.0
-typical (dB)	-2.4	-2.2	-2.2	-2.2
Optical Resolution (dB)	±0.01	±0.01	±0.01	±0.01
Linearity (dB)*	±0.05	±0.05	±0.05	±0.05
Repeatability -max (dB)	±0.03	±0.03	±0.03	±0.03
-typical (dB)	±0.01	±0.01	±0.01	±0.01
Back-reflection <sup>3,5</sup>				
Standard Unit -max (dB)	-28	-26	-26	-26
-typical (dB)	-31	-29	-29	-29
LBR Option -max (dB)	-45	N/A	N/A	N/A
-typical (dB)	-50	N/A	N/A	N/A

## GENERAL SPECIFICATIONS<sup>2</sup>

Size	26 X 22.5 X 9 cm	10 1/4 x 8 7/8 x 3 1/2 in
Weight		
• Unit:	4kg	9 lb
• Shipping:	7 kg	15 lb
Speed	0 to 65 dB in 60 seconds at maximum scan rate	
Environment		
• Operating temperature:	-10 °C to +40 °C	
• Storage temperature:	-30 °C to +60 °C	
• Relative humidity:	0 to 90% non-condensing	
Power		
• AC (85-264 VDC, 47-63 Hz)		
• Rechargeable batteries (approx 12 hours)		
• DC supply (12 VDC ±3, 1.5 A)		
Standard Accessories		
Carrying handle, AC cord, manual and rechargeable battery		

## ORDERING INFORMATION

FVA-80-[1][2][3]-[3][3]-[4][4]-[5][5]-[6][6]

[1] Specify the type of fiber on which the attenuator will be used.

- B: Singlemode 9/125 μm fiber  
 C: Multimode 50/125 μm fiber  
 D: Multimode 62/125 μm fiber  
 E: Multimode 100/140 μm fiber

[2][2]: Input/Output connectors may be fixed or interchangeable:

- A: Fixed connectors
- |                             |                     |                       |                 |
|-----------------------------|---------------------|-----------------------|-----------------|
| 10: Underminated fibers     | 12: Biconic         | 14: NEC-D4            | 16: SMA-906     |
| 22: NTT-FC                  | 24: Radial VFO      | 26: Stratos (430-830) | 28: Diamond DIN |
| 32: AT&T-ST                 | 34: AT&T (type BNC) | 40: Diamond HMS       | 42: Radial PFO  |
| 44: Radial MFO              | 50: NTT-FC/PC       | 52: Biconic Bayonet   | 54: NTT-SC      |
| 58: NTT-FC/APC Seiko Geiken | 60: Radial VFO-DF   | 62: NEC-D4/PC         |                 |
| 70: NTT-FC/Super PC         | 74: AT&T ST/PC      | 78: Radial EC         |                 |

B: Interchangeable connectors for use with the optional Universal Interface System UIA (2 universal receptacles and 2 connector adapters for each connector type you wish to use are required):

- UIA-12: Biconic  
 UIA-14: NEC-D4  
 UIA-16: SMA-906  
 UIA-22: NTT-FC  
 UIA-28: DIAMOND DIN  
 UIA-32: AT&T-ST  
 UIA-40: DIAMOND HMS  
 UIA-54: NTT-SC

[3][3] Indicate whether the unit will have a second set of input/output ports (use same codes as [1] and [2][2])

[4][4] Specify your choice of optional computer interface:

- RS: Serial RS-232 interface  
 -IE: IEEE-488 interface  
 -RS-IE: Both interfaces

[5][5] Specify LBR option for Low Back-Reflection option on Singlemode units only.

[6][6] RK option may be ordered to allow the rack-mounting of the FVA-80 (19-inch rack)

### Notes:

- 1 IBM-PC is a registered trademark of International Business Machines  
 2 Measured at 23 ± 2 °C unless otherwise specified  
 3 May vary according to specific type of input/output connectors  
 4 Source wavelength dependence: below 0.008 dB/dB x nm at 1300 nm typical.  
 5 At 1300 nm

## ALSO AVAILABLE FROM EXFO

### LAN / ISDN / FDDI / SHORT HAUL / CATV PRODUCTS

FOT-10	Low cost dBm optical power meter
FOT-20	Low cost power meter (dBm, dB, W)
FOT-30	Low cost attenuation meter (dBm, dB, W)
FOT-50	Power/attenuation meter with optional source
FOS-120	Low cost LED source
FLS-130	Low cost Laser source
FLS-230A	Visual fault locator at 650 nm
VCS-15	Dual-fiber long range talk set

### TELECOM / SONET / CATV PRODUCTS

FOT-900	Power/attenuation/return loss test set with FasTest™
FOT-900PC	Power/attenuation/return loss test set with FasTest™ on card for PC
FOT-90(E)	Power meter/attenuation meter and dual source
FLS-210A	LED/Laser dual-wavelength source (FasTest™-compatible)
VCS-20A	Single-fiber multi-party talk set
BRT-320	Hand-held back-reflection test set

### LABORATORY AND HIGH END PRODUCTS

FOT-150	Attenuation/return loss test set
FLS-220	High performance variable LED/Laser source
BRT-300	Optical back-reflection test set
VBR-310	Variable optical back-reflector
FOT-140	4 Channel power meter on card for PC

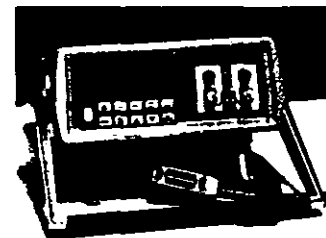
### OPTICAL TIME DOMAIN REFLECTOMETERS

FCS-100	
FCS-102B	Singlemode OTDR at 1310 nm on a PC-card
FCS-103B	Singlemode OTDR at 1550nm on a PC-card
FCS-123B	Singlemode 1310/1550nm OTDR on a PC-card
FCS-102C/D	Multimode 1310 nm OTDR on a PC-card
FCS-101C/D	Multimode 850nm OTDR on a PC-card

### TEST KITS AND ACCESSORIES

TK-XXX	Several application-specific test kits (FDDI, LAN, etc.)
TJ-XXX-XX	Full range of test jumpers
FOA-XX	Full range of connector adapters for power meters
UIA-XX	Complete selection of interchangeable adapters (for Universal Interface only)

Contact EXFO for prices & availability or to obtain the phone number of your local EXFO agent.



Many Input/Output connectors can be installed on the FVA-80 High performance variable attenuator. A large selection of fixed or interchangeable connectors may be obtained from EXFO.

# EXFO

Electro-Optical Engineering

### MAIN OFFICE

465 Godin, Vanier, Que., CANADA, G1M 3G7  
 Tel.: (418) 683-0211 Fax: (418) 683-2170

USA: 1-800-663-EXFO

Europe: Tel: 33-1-3953-9830 Fax: 33-1-3953-9840

## OPTICAL SPECIFICATIONS<sup>2</sup>

MODEL FVA-60A	-BXX	-CXX	-DXX	-EXX
Fiber Type(μm)	9/125	50/125	62.5/125	100/140
Calibration Wavelengths (nm)	1300, 1550	850, 1300	850, 1300	850, 1300
Maximum Attenuation (dB)	-65	-65	-65	-65
Insertion Loss <sup>1</sup> -max (dB)	-3.0	-3.0	-3.0	-3.0
-typical (dB)	-2.5	-2.2	-2.2	-2.2
Optical Resolution (dB)	±0.05	±0.05	±0.05	±0.05
Linearity (dB) <sup>4</sup>	±0.20	±0.15	±0.15	±0.15
Repeatability -max (dB)	±0.10	±0.10	±0.10	±0.10
-typical (dB)	±0.03	±0.03	±0.03	±0.03
Back-reflection <sup>3a</sup>				
Standard Unit -max (dB)	-26	-24	-24	-24
-typical (dB)	-29	-27	-27	-27
LBR Option -max (dB)	-40	N/A	N/A	N/A
-typical (dB)	-45	N/A	N/A	N/A

## GENERAL SPECIFICATIONS<sup>2</sup>

Size	22 X 11 X 5 cm	8 3/4 X 4 1/2 X 2 in.
Weight		
• Unit:	700 g	1.5 lb
• Shipping:	2.5 kg	6 lb
Speed	0 to 60 dB in 15 seconds at maximum scan rate.	
Environment		
• Operating temperature:	-10 °C to +40 °C	
• Storage temperature:	-30 °C to +60 °C	
• Relative humidity:	0 to 90% non-condensing.	
Power		
• AC charger (continuous operation).		
• NiCd (4 to 12 hours depending on usage).		
• 9 VDC alkaline batteries (4 to 12 hours depending on usage).		
Standard Accessories		
Carrying case, AC charger, two 9 VDC alkaline batteries, soft protective holster, manual, RS-232 (SERIAL) INTERFACE NOW STANDARD (comes with cable and application software).		

## ORDERING INFORMATION

FVA-60A-[1][2][3]-[3][3]

[1] Specify the type of fiber on which the attenuator will be used.

- B: Singlemode 9/125 μm fiber      C: Multimode 50/125 μm fiber  
 D: Multimode 62/125 μm fiber      E: Multimode 100/140 μm fiber

[2][2]: Input/Output connectors may be fixed or interchangeable:

A: Fixed connectors

- |                             |                     |                       |                 |
|-----------------------------|---------------------|-----------------------|-----------------|
| 10: Unterminated fibers     | 12: Biconic         | 14: NEC-D4            | 16: SMA-906     |
| 22: NTT-FC                  | 24: Radial VFO      | 26: Stratos (430-830) | 28: Diamond DIN |
| 32: AT&T-ST                 | 34: AT&T (type BNC) | 40: Diamond HMS       | 42: Radial PFO  |
| 44: Radial MFO              | 50: NTT-FC/PC       | 52: Biconic Bayonet   | 54: NTT-SC      |
| 58: NTT-FC/APC Seiko Geiken | 60: Radial VFO-DF   | 62: NEC-D4/PC         |                 |
| 70: NTT-FC/Super PC         | 74: AT&T ST/PC      | 78: Radial EC         |                 |

B: Interchangeable connectors for use with the optional Universal Interface System UIA (2 universal receptacles and 2 connector adapters for each connector type you wish to use are required):

- |                     |                     |                 |
|---------------------|---------------------|-----------------|
| UIA-12: Biconic     | UIA-14: NEC-D4      | UIA-16: SMA-906 |
| UIA-22: NTT-FC      | UIA-28: DIAMOND DIN | UIA-32: AT&T-ST |
| UIA-40: DIAMOND HMS | UIA-54: NTT-SC      |                 |

[3][3][3] Specify -LBR option for Low Back-Reflection option on Singlemode units only.

### Notes:

- IBM is a registered trademark of International Business Machines
- Measured at 23 ±2 °C unless otherwise specified
- May vary according to specific type of input/output connectors
- Source wavelength dependence: below 0,0008 dB/dB x nm at 1300 nm typical.
- At 1300 nm

## ALSO AVAILABLE FROM EXFO

### LAN / ISDN / FDDI / SHORT HAUL / CATV PRODUCTS

FOT-10	Low cost dBm optical power meter
FOT-20	Low cost power meter (dBm, dB, W)
FOT-30	Low cost attenuation meter (dBm, dB, W)
FOT-50	Power/attenuation meter with optional source
FOS-120	Low cost LED source
FLS-130	Low cost Laser source
FLS-230A	Visual fault locator at 650 nm
VCS-15	Dual-fiber long range talk set

### TELECOM / SONET / CATV PRODUCTS

FOT-900	Power/attenuation/return loss test set with FasTest™
FOT-900PC	Power/attenuation/return loss test set with FasTest™ on card for PC
FOT-90	Power meter/attenuation meter and dual source
FLS-210A	LED/Laser dual-wavelength source (FasTest™-compatible)
VCS-20A	Single-fiber multi-party talk set
BRT-320	Hand-held back-reflection test set

### LABORATORY AND HIGH END PRODUCTS

FOT-150	Attenuation/return loss test set
FLS-220	High performance variable LED/Laser source
FVA-80	High performance variable attenuator
BRT-300	Optical back-reflection test set
VBR-310	Variable optical back-reflector
FOT-140	4 Channel power meter on card for PC

### OPTICAL TIME DOMAIN REFLECTOMETERS

FCS-100	
FCS-102B	Singlemode OTDR at 1310 nm on a PC-card
FCS-103B	Singlemode OTDR at 1550nm on a PC-card
FCS-123B	Singlemode 1310/1550nm OTDR on a PC-card
FCS-102C/D	Multimode 1310 nm OTDR on a PC-card
FCS-101C/D	Multimode 850nm OTDR on a PC-card

### TEST KITS AND ACCESSORIES

TK-XXX	Several application-specific test kits (FDDI, LAN, etc.)
TJ-XXX-XX	Full range of test jumpers
FOA-XX	Full range of connector adapters for power meters
UIA-XX	Complete selection of interchangeable adapters (for Universal Interface only)

Contact EXFO for prices & availability or to obtain the phone number of your local EXFO agent.



The FVA-60 A is built for the field: a convenient shoulder strap may be attached to the soft protective holster which also provides tilt stand and belt clip. Other standard accessories: rechargeable and 9VDC alkaline batteries, charger, RS-232 serial interface with cable, software and carrying case.

EXFO is continuously improving its products. The specifications on this data sheet are subject to

MAIN OFFICE  
 465 Godin, Vanier, Que., CANADA, G1M 3G7  
 Tel.: (418) 683-0211 Fax: (418) 683-2170

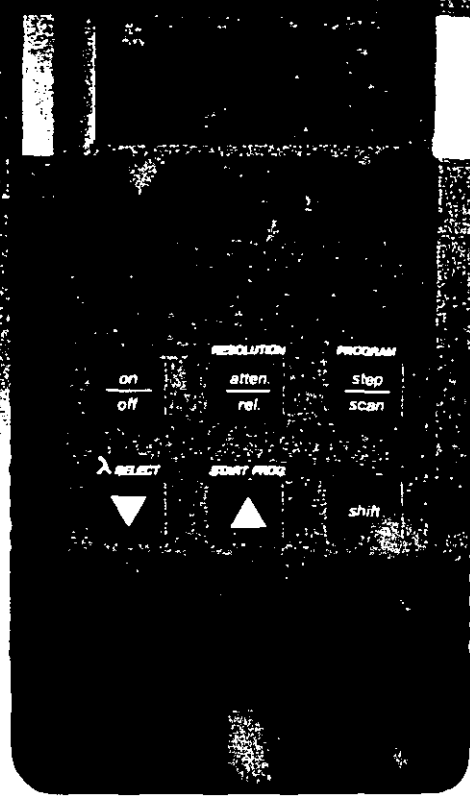
USA: 1-800-663-EXFO  
 Europe: Tel: 33-1-3953-9830 Fax: 33-1-3953-9840

# EXFO

Electro-Optical Engineering



We put fiber on the test... Working



**FIBEROPTIC  
VARIABLE OPTICAL  
ATTENUATOR  
FVA-60A**

**Impressive Performance**

The FVA-60A offers  $\pm 0.15$  dB linearity from -2.5 to -65 dB, 0.05 dB resolution,  $\pm 0.10$  dB repeatability and  $< -40$  dB low back-reflection option, etc. These specifications are achieved using EXFO's computer-assisted calibration process in which thousands of readings are taken to ensure outstanding performance.

This **Program Mode** for 60 attenuation steps (with a selectable delay from 1 sec to 24 hrs) is easily executed manually, through one program cycle, or repeatedly for automated BER testing.

This **Variable Scanning** allows the unit to scan at 3 different speeds according to the selected resolution.

**Three Attenuation Modes:**

- 1 Absolute attenuation mode including insertion loss
- 2 0.00 dB Reference level mode
- 3 Relative display to any selected reference value (X+B).

This **3-Way Powering™** will never let you down. The built-in microprocessor selects power according to priority.

- 1 12 VDC from AC charger
- 2 Built-in NiCad batteries
- 3 Two supplied 9VDC alkalines.

0.05, 0.20, 1.00 dB/step  
Resolution

2.5 dB Insertion loss (typical)

1300/1550 or 850/1300 nm  
Calibration

$< -40$  dB Low Back-Reflection  
option

RS-232 computer interface

3-Way Powering™

**Rugged Design**

Built to work in tough field and manufacturing environments. Fitted with a durable PVC covering to support the unit upright, to hang on a belt, or to be carried it from a supplied shoulder strap for maximum protection.

**Optical Connectors**

The FVA-60A can be supplied with a range of over 20 industry standard connectors, bare fiber pigtails, or a Universal Interface System which accepts 8 different connectors.

**Applications**

- Bit Error Rate (BER) testing
- System testing and acceptance
- Power meter calibration
- Optical margin analysis
- System loss simulation
- ATE testing of E/O or O/E
- Field/Lab/Manufacturing

The **RS-232 Interface** allows all functions to be controlled via an IBM-PC for lab applications or to download a protected program into the FVA-60A permanent memory for further BER testing. Interface cable and application programs are provided.

Beilcore Product code:  
LGTDJ20AAA/661071-3

## OPTICAL SPECIFICATIONS<sup>1</sup>

Emission wavelength:	650 nm ±10 nm (red)	
Range:	Up to 5 km	
Power output <sup>2</sup> (mW)	CW operation mode	Modulated mode <sup>3</sup>
HIGH (typ/max):	0.90 / 0.95	0.45 / 0.50
LOW (typ/max):	0.45 / 0.50	0.20 / 0.25
Power stability:	±4%	±6%

## GENERAL SPECIFICATIONS<sup>1</sup>

Size (without soft cover):	22 x 10 x 4 cm	8 3/4 x 4 x 1 3/4 in.
Weight unit:	0.7 kg	1.5 lbs.
shipping:	2.5 kg	5.5 lbs.
Three-way powering:		
Built-in NiCd batteries:	13 hours (1 Hz) or 7 hours (CW) 14 hours recharging	
2 x 9 VDC Alkalines:	7 extra hours (CW mode)	
12 VDC charger:	continuous use	
Standard accessories:	Field carrying case, battery charger, two 9 VDC alkaline batteries, PVC covering, shoulder strap.	
Temperature operation:	-10 °C to +40 °C	
storage:	-30 °C to +60 °C	

## ORDERING INFORMATION

Order the FLS-230A in the following manner: FLS-230A-connector type<sup>4</sup>.

Connector type can be:

\*XX\*: Fixed connectors (permanently installed):

12: Biconic	14: NEC-D4	16: SMA-906
22: NTT-FC	24: Radiall VFO	26: Stratos (430, 830)
28: Diamond (DIN)	32: AT&T type ST	34: AT&T type BNC
40: Diamond (HMS)	42: Radiall PFO	44: Radiall MFO
50: NTT-FC/PC	52: Biconic Bayonet	54: NTT-SC

or

\*UIA-XX\*: Universal Interface Adapters (UIA), for use with optional Universal Interface (UI) system, accepting any of the following interchangeable connector adapters:

UIA-12: Biconic	UIA-14: NEC-D4	UIA-16: SMA-906
UIA-22: NTT-FC	UIA-28: Diamond DIN	UIA-32: AT&T-ST
UIA-40: Diamond HMS	UIA-54: NTT-SC	

Bare Fiber Adapters (BFA-XX), Spare Battery Charger (GP-30X), Universal Interface (UI) for use with any of the UIA interchangeable optical connector adapters.

## ALSO AVAILABLE FROM EXFO

### LAN / ISDN / FDDI / SHORT HAUL / CATV PRODUCTS

FOT-10	Low cost dBm optical power meter
FOT-20	Low cost power meter (dBm, dB, W)
FOT-30	Low cost attenuation meter (dBm, dB, W)
FOT-50	Performant power/attenuation meter
FOS-120	Low cost LED light source
FLS-130	Low cost Laser source

### TELECOM / SONET / CATV PRODUCTS

FOT-70	Dual-channel optical power meter
FOT-90	Dual-wavelength attenuation meter
FOT-90A	Performant optical power meter
FOT-900	Automated attenuation/ORL test set
FOT-140	4-channel PC-based power meter
FLS-210A	LED/Laser dual-wavelength source
VCS-20A	Single-fiber multi-party talk set
FVA-60A	Hand-held variable field attenuator
BRT-320	Hand-held back-reflection test set

### OPTICAL TIME DOMAIN REFLECTOMETERS

FCS-100B	Singlemode OTDR (1310, 1550 or 1310/1550 nm)
FCS-100D	Multimode OTDR (850, 1300 or 850/1300 nm)
COM-1010	Fiber Launch Box™ (3 cards)
COM-1020	Mini Fiber Launch Box™ (1 card)
COM-1022	Mini Fiber Launch Box™ and power meter

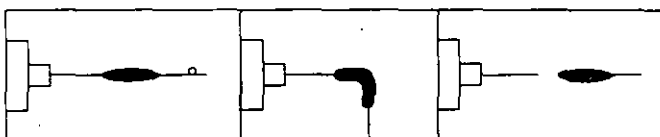
### TEST KITS AND ACCESSORIES

TK-XXX	Several application-specific test kits (FDDI, LAN, etc.)
TJ-XXX-XX	Full range of test jumpers
FOA-XX	Full range of connector adapters for power meters
UIA-XX	Complete selection of interchangeable adapters (for Universal Interface system only)

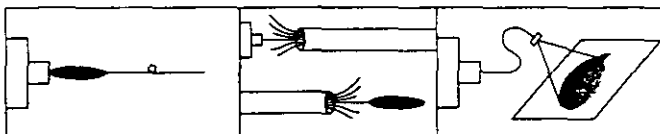
Please contact the factory for prices and availability or to inquire about EXFO's worldwide network of representatives.

### NOTES

- 1 At room temperature, unless otherwise specified.
- 2 Measured at output of instrument using N.I.S.T. calibrated meters.
- 3 Modulation mode: 1Hz at 50% duty cycle.
- 4 Some specific output connectors may be supplied at extra cost. Call factory to inquire about availability of other connectors.



Detects breaks without using an OTDR      Highlights sharp bends where losses occur      Mechanical / fusion splice optimization



Detects defective connectors      End-to-end fiber identification in multi-fiber cables      Detection of major scratches on connector surface

Specifications subject to change without prior notice.

SPFLS230A.1 AN 93-03

We put  
**FIBER OPTICS**  
to the TEST  
... WORLDWIDE

**EXFO**

Electro-Optical Engineering

USA Tel.: 1-800-663-3936  
1-800-663-EXFO  
Fax: 418-683-2170  
Europe Tel.: +33-1-3953-9830  
Fax: +33-1-3953-9840

465 Godin Avenue,  
Que., Canada, G1M 3G7

Canada & Tel.: 418-683-0211  
International Fax: 418-683-2170



**FLS-230A**

We put  
**FIBER OPTICS**  
to the **TEST**  
...**WORLDWIDE**

## FIBEROPTIC VISUAL FAULT LOCATOR

### Rugged Design

The rugged design makes this instrument ideal for even the most severe field conditions. The FLS-230A is housed in a tough polycarbonate case incorporating a weather-proof keypad. A soft PVC covering allows the instrument to be supported upright, hung on a belt or carried using the supplied shoulder strap.

### Enhanced Visibility

The FLS-230A's 650 nm semi-conductor laser launches light 3 times more visible than conventional 670 nm fault finders. Moreover, the 1Hz modulation mode helps locate breaks or macrobends in high ambient light.

### One Unit For All Fibers

Maximum power is launched from a built-in singlemode pigtail producing maximum visibility in both singlemode or multimode fibers without exceeding CDRH output power regulations.

### 650 nm Output for Enhanced Visibility

### Rugged and Practical

### Visible Through Fiber Jacket

### CDRH Class II Laser for Safe Use

### 0.95 mW in SM and MM Fibers

### 3-Way Powering™ with Auto-Off

### Range < 5 km (End-to-End Identification)

### 3-Way Powering™

The 3-Way Powering™ will never let you down. Built-in electronics automatically select uninterrupted powering from:

1. 12 VDC from AC charger
2. Built-in NiCd batteries
3. One 9 VDC alkalines

### Applications

Locates breaks / bends even through jacketed fibers.

Troubleshoots faults within OTDR dead zone.

Mechanical / fusion splice optimization.

End-to-end fiber identification.

Finds bad connectors / splices.

Connector end-face polish inspection.

Loss measurements at 650 nm.

LANs, COs, splice trays, patch panels.

## SINGLE WAVELENGTH SOURCE SPECIFICATIONS<sup>1</sup>

Option	-01G	-02G	-02B	-03B	01CL	-02BL	-03BL	-02BLC <sup>5</sup>	-03BLC <sup>5</sup>
Wavelength (nm)	850±30	1300±30	1310±30	1550±30	850±15	1310±15	1550±15	1310±15	1550±15
Spectral Width (FWHM)(nm)	50	80	80	80	<5	5	5	5	5
Emitter type	LED	LED	LED	LED	LASER	LASER	LASER	LASER	LASER
Power Output (9/125)(dBm typ.)	N/A	-35	-22	-27	N/A	-2	-2	-2	-2
(50/125)(dBm typ.)	-16	-18	-22	-27	-5	-2	-2	-2	-2
Stability (1 hr <sup>2</sup> /8 hr <sup>3</sup> )(dB)	±0.02/±0.05	±0.04/±0.1	±0.08/±0.15	±0.08/±0.15	±0.05/0.10	±0.05/±0.12	±0.05/±0.15	±0.01/±0.03	±0.01/±0.03
Temperature Stability <sup>4</sup> (dB)	±0.35	±0.35	±0.30	±0.30	±0.15	±0.30	±0.30	±0.20	±0.20

## DUAL WAVELENGTH SOURCE SPECIFICATIONS<sup>1</sup>

Option	-12C	-23B	-23BL	-23BLC <sup>5</sup>
Wavelength (nm)	850±30	1300±30	1310±30	1550±30
Spectral Width (FWHM)(nm)	50	80	80	80
Emitter type	LED	LED	LED	LASER
Power Output (9/125)(dBm typ.)	N/A	-33	-26	-31
(50/125)(dBm typ.)	-22	-18	-26	-31
Stability (1 hr <sup>2</sup> /8 hr <sup>3</sup> )(dB)	±0.04/±0.1	±0.04/±0.1	±0.05/±0.15	±0.05/±0.15
Temperature Stability <sup>4</sup> (dB)	±0.30	±0.30	±0.30	±0.30

## GENERAL SPECIFICATIONS

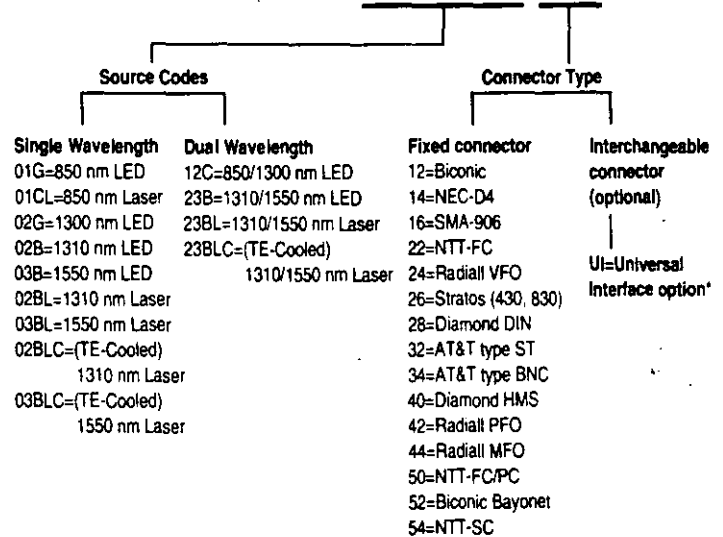
Size	8 3/4 X 4 1/2 X 2 in.	22 x 11 x 5 cm
Unit Weight	1.5 lbs.	0.750 kg
Shipping Weight	5 lbs.	2.5 kg
Power	NiCd batteries (10 hrs-Laser, 8 hrs-LED) Alkaline 9V batteries AC adapter	
Environment	Operation: +15 to +105 °F -10 to +40 °C	Storage: -20 to +140 °F -30 to +60 °C

## STANDARD ACCESSORIES

Field carrying case, AC adapter, built-in NiCd batteries, 9-V alkaline battery, protective PVC covering, shoulder strap, operation manual, calibration certificate.

## ORDERING INFORMATION

# FLS-210A-XXXXX-XX



\* The required Universal Interface Adaptors (UIA) must be specified with the Universal Interface (UI) option: UIA-12=Biconic, UIA-14=NEC-D4, UIA-16=SMA-906, UIA-22=NTT-FC, UIA-28=Diamond DIN, UIA-32=AT&T type ST, UIA-40=Diamond HMS, UIA-50=NTT-FC/PC, UIA-54=NTT-SC.

For example, FLS-210A-23BL-50 is an FLS-210A with a 23BL dual laser source (1310/1550 nm), and an NTT FC/PC connector 50. Another example would be FLS-210A-01C-UI, with a UIA-12 and a UIA-16. This is an FLS-210A with a 01C source (850 nm LED), and a Universal Interface receptacle. Two Universal Interface Adaptors (UIA) are also included: UIA-12 is a BICONIC connector and a UIA-16 is an SMA-906 connector.

### Notes:

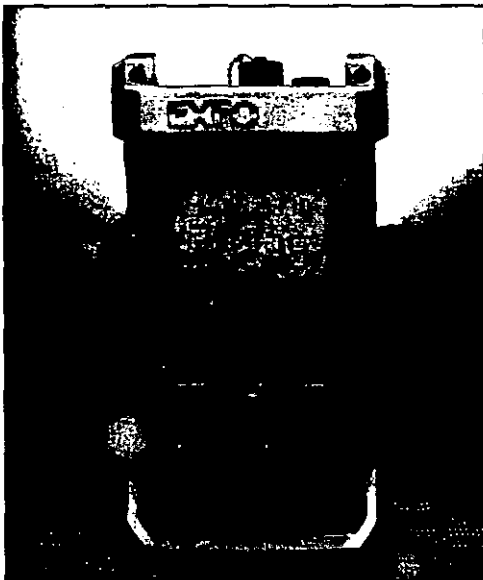
<sup>1</sup> All tests performed at 23 °C ±2 °C/73 °F ±4 °F after a 5 minute warm-up period unless otherwise specified

<sup>2</sup> At 23 °C ±2 °C/73 °F ±4 °F after a 10 minute warm-up period

<sup>3</sup> At 23 °C ±2 °C/73 °F ±4 °F after a 20 minute warm-up period

<sup>4</sup> For a temperature variation from -10 to +40 °C/+15 to +105 °F

<sup>5</sup> These optional lasers are TE-cooled for higher



The FOT-90A series is *FIBERTEST*™ compatible with the FLS-210A, making these 2 instruments the optimal pair for long haul testing.

We put  
**FIBER OPTICS**  
to the TEST  
...WORLDWIDE

**USA & Canada** Tel.: 1-800-663-EXFO

Tel.: 1-800-663-3936

Fax: 418-683-2170

**Europe** Tel.: +33-139-53-9830

Fax: +33-139-53-9840

# EXFO

Electro-Optical Engineering

465 Godin Ave.  
Vanier, Que., Canada, G1M 3G7

**International** Tel.: 418-683-0211

Fax: 418-683-2170

**FLS-210A**

We put  
**FIBER OPTICS**  
to the **TEST**  
... **WORLDWIDE**

## VARIABLE OPTICAL LIGHT SOURCE

EXFO's FLS-210A is a high performance, optical light source, with a variable output power range of 10 dB (laser version). This light source, together with a fiber optic power meter, tests power and loss in singlemode and multimode fibers. The FLS-210A is unique in its class as it can perform both manual (non-automated) and automatic tests when combined with a compatible power meter using EXFO's *Fastest*<sup>™</sup> system.

### *Fastest*<sup>™</sup>

*Fastest*<sup>™</sup> is an automated loss measurement system that performs single- or dual- wavelength loss testing at the touch of one key. The FLS-210A light source and either the FOT-90A or FOT-900 series power meters combine to complete the *Fastest*<sup>™</sup> team. To perform attenuation measurements, reference the meter and source, then simply press *Fastest*<sup>™</sup> on the FLS-210A. The compatible power meter at the other end will automatically acquire and store the readings, reducing the probability of error and increasing user efficiency.

**Single or Dual  
Wavelength**

**Variable Output**

**LED or LASER  
Configuration**

**0.04 dB Stability<sup>1</sup> (Laser)**

**2 kHz Modulation**

**Low Battery Indicator  
and Auto-Off**

**3-Way Powering<sup>™</sup>**

### **Dual Wavelength Selection**

The FLS-210A contains either LED or laser sources in single (850 nm, 1300 nm, 1550 nm) or dual wavelength (850/1300 nm or 1310/1550 nm) configurations. The dual-wavelength versions toggle between sources and use the same output connector for maximum efficiency and precision. A TE-cooled laser option is also available for high source stability requirements.

### **Variable Output Power**

Laser versions offer a variable 10 dB range while the LED versions have three separate power levels (low, med, high). The output of the laser is either -2 dBm or -3 dBm, depending on the source option. The LED versions have a maximum output power of -16 dBm (at 850 nm).

### **Outstanding Features**

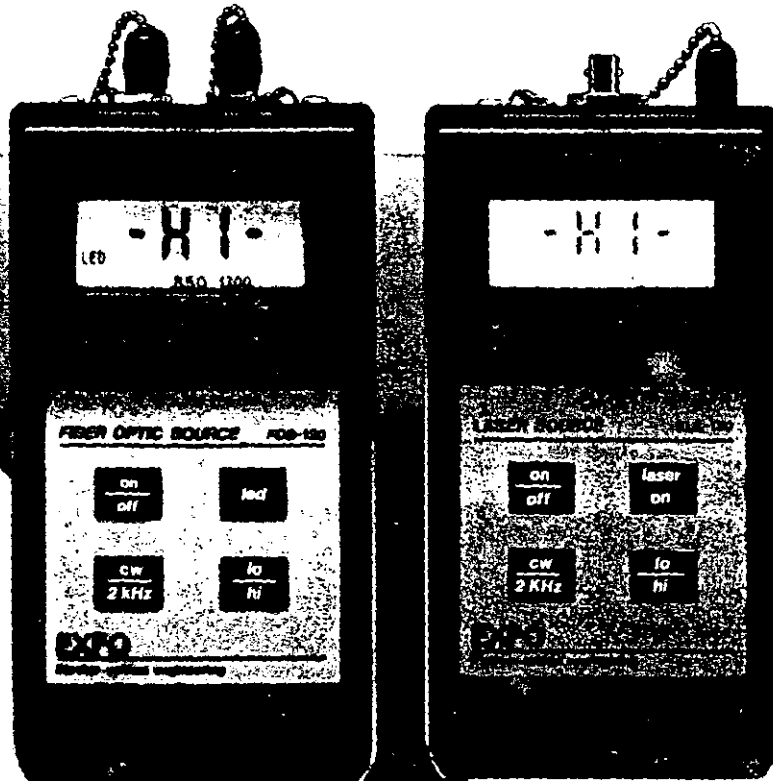
The FLS-210A features 2 kHz tone modulation; large, backlit LCD; 3-Way Powering<sup>™</sup> (AC, NiCd, 9V); low battery indicator and auto-off function; and a durable, protective holster. The unit is housed in a polycarbonate case to withstand the toughest field conditions. The FLS-210A offers laboratory performance in a portable, field-ready unit.

We put *Fiber Optics*  
to the test... *Worldwide*

**EXFO**  
Electro-Optical Engineering

850, 1300, 1550  
850/1300 nm  
LED sources:

FOS-120 series



1300, 1550 nm  
LASER sources:

FLS-130 series

The FOS-120 LED Source is the perfect tool for quick and accurate testing of multimode fibers in applications such as cable acceptance, restoration, LAN, FDDI and ISDN. A wide range of output connectors is available for this inexpensive, temperature-compensated light source. No matter what brand of power meter you have, the FOS-120 series, available in 4 versions, will complement it perfectly.

FOS-121:	850 nm
FOS-122:	1300 nm
FOS-123:	1550 nm
FOS-124:	850/1300 nm

**Test Kits**

The FOS-120 and FLS-130 instruments are also available as part of application-specific fiberoptic test kits. Please contact your local EXFO agent for more details about these kits.

**BOTH SERIES OFFER:**

**AC adapter and 9-Volt battery**

**LO/HI output power levels**

**High stability, ease to use**

**Continuous and 2 kHz modulation**



**LCD displays power and wavelength**



**Compact, light and rugged**



The FLS-130 LASER Source offers excellent characteristics and functions at a very competitive price. It has been designed for fiber-in-the-loop (FITL), fiber-to-the-curb (FTTC), restoration, cable acceptance, etc. Available in 1300 nm (FLS-132) and 1550 nm versions (FLS-133) with a large selection of output connectors, this laser source will perform at its best in singlemode applications.

**Delivery from Stock**

EXFO maintains a large selection of instruments in stock for urgent requests. We accept FAX orders, and Visa cards are honored. If you need an instrument right away, call us now.

\* available Feb. 1992

- 1: Bellcore product code: LGTQAA61AA
- 2: Bellcore product code: LGTQAA71AA
- 3: Bellcore product code: LGTQAA81AA

**FCD-10  
ONE-HAND  
OPERATION**



We put  
**FIBER OPTICS**  
to the **TEST**  
... **WORLDWIDE**

**FIBEROPTIC CLIP-ON DEVICE**

The FCD-10 is the perfect accessory to the VCS-20A Fiberoptic Talk Set; it allows you to establish full-duplex voice communication anywhere on your network. Simply clip onto the 250  $\mu$ m cladding of single mode fiber for instant communication, without accessing the fiber end!

**OPTICAL SPECIFICATIONS**

Wavelength Range:	1300 and 1550 nm
Coupling Efficiency: *	-14 to -22 dB
Insertion Loss: *	< 7 dB (1300 and 1550 nm)
Back Reflection:	< -60 dB on tapped fiber

\* Coupling efficiency and insertion loss specifications with Corning SMF-28, clear coated 250  $\mu$ m fiber.

**PHYSICAL SPECIFICATIONS**

Size:	7" x 1" x 1"	18 x 2.5 x 2.5 cm
Weight:	7 oz.	200 g
Environment:	Operation +59 °F to +104 °F	+15 °C to +40 °C
	Storage -22 °F to +140 °F	-30 °C to +60 °C

**FIBER TYPE**

Singlemode:	250 $\mu$ m coated fibers.
Coating type:	Acrylate, high refractive index
Coating diameter:	250 $\mu$ m
Coating color:	Clear coated fibers provide best performance. Performance is color dependant; all colors do not attenuate infrared signals equally.

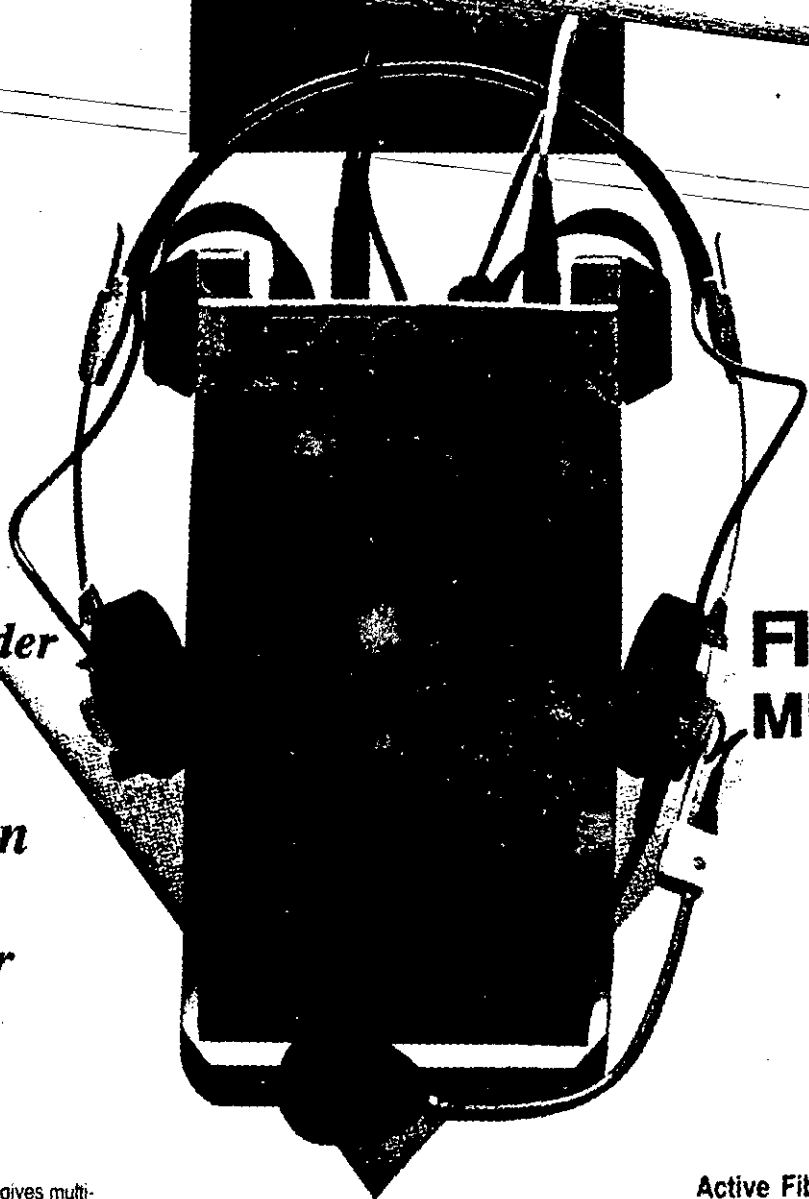
**HEAD OFFICE:**  
465 Godin Avenue  
Vanier (Que.), Canada  
G1M 3G7

**EXFO AMERICA INC.**  
903 North Bowser, Suite 360  
Richardson, TX 75081  
USA

**USA & Canada** Tel.: 1-800-663-EXFO  
1-800-663-3936  
418-683-0211  
Fax: 418-683-2170

**Europe** Tel.: +33-1-3953-9830  
Fax: +33-1-3953-9840

*A World Leader  
in  
Quality,  
Innovation  
and  
Customer  
Support*



## **FIBEROPTIC MULTI-PARTY TALK SET**

**VCS-20A**

**Full-duplex talk set** gives multi-party operators the freedom to talk and listen at the same time - no Push-to-Talk or Voice-Activated switching. Advanced TDM circuitry auto-locks on an incoming signal and warns operator when calls are received. Digital communication assures perfect voice quality regardless of distance.

**Stable Light Source** transmits a CW light signal for attenuation testing when used with a power meter calibrated to the wavelength of the talk set. This minimizes the number of test instruments to buy and carry in the field.

**2KHz Tone Generator** transmits a 2KHz modulated light signal (tone) to be picked up by an Active Fiber Detector. It is compatible with most active fiber detectors on the market.

### **4 functions in one unit**

Full-duplex talk set over one fiber  
Stable light source for Attenuation testing  
2KHz Active Fiber detector  
2KHz optical tone generator



### **Multi-party voice communicator**



### **Range of up to 120 Km at 1550nm**



### **Rugged design with PVC covering**



### **3-Way Powering™ with Auto-off**



### **Full digital voice communication**

**Active Fiber Detection** alerts operator of incoming 2KHz optical tone via a buzzer and visual indicator. Compatible with most 2KHz tone generators.

**Smart Signal™ Detection** automatically identifies an incoming signal by emitting a unique audible tone for:

- 1) incoming call
- 2) CW light signal
- 3) 2 KHz tone

**Rugged Design** comes in a tough polycarbonate unit case with a practical PVC covering to support the unit upright, to hang it on a belt, or to carry it using the supplied shoulder strap. The VCS-20A will withstand your most demanding field applications.

**3-Way Powering™** will never let you down. Built-in microprocessor automatically selects uninterrupted powering from:

- 1) 12VDC from AC charger
- 2) Built-in NiCad batteries or
- 3) Two supplied 9VDC alkalines



## OPTICAL SPECIFICATIONS <sup>1</sup>

MODEL:	VCS-20A-02C	VCS-20A-02B	VCS-20A-02BL	VCS-20A-03BL
Wavelength (nm):	1300 ±30	1310 ±30	1310 ±15	1550 ±15
Spectral width (nm):	80	80	5	5
Emitter type:	LED	LED	LASER	LASER
Optimum fiber type (μm)	50/125	9/125	9/125	9/125
Distance range (approx.)	20 km	55 km	80 km	128 km
Dynamic range (dB typical):				
(9/125 μm)	13	28	40	40
(50/125 μm)	28	13	25	25
(62/125 μm)	26	11	23	23
Power output (dBm typical):				
(9/125 μm)	-32	-17	-5	-5
(50/125 μm)	-17	-17	-5	-5
(62/125 μm)	-17	-17	-5	-5
Stability (dB typical):				
(1 hour) <sup>2</sup>	±0.10	±0.10	±0.05	±0.05
(8 hours) <sup>3</sup>	±0.25	±0.25	±0.20	±0.20

## GENERAL SPECIFICATIONS <sup>1</sup>

Size unit (without PVC):	20 x 10 x 4 cm	8 x 4 x 1 3/4 in.
overall:	22 x 11 x 5 cm	8 3/4 x 4 1/2 x 2 in.
Weight unit:	0.8 kg	1 3/4 lbs.
shipping:	2.5 kg	5 lbs.
Three-way powering:		
Built-in NiCds	10 hours <sup>2</sup> (typ.) from full charge. Recharges in 14 hours	
9 VDC alkalines	8 hours <sup>3</sup> of operation. Automatic transfer to alkalines when NiCds are running low.	
9 VDC charger:	Continuous operation from battery charger.	
Standard accessories:	Field carrying case, head set with boom microphone, battery charger, operation manual, PVC covering, shoulder strap, 2 x 9 VDC alkaline batteries and certifiacal of calibration.	
Temperature operation:	-10 °C to +40 °C	-14 °F to +104 °F
storage:	-30 °C to +60 °C	-22 °F to +140 °F
Humidity:	0-95% non-condensing	

## ORDERING INFORMATION

### VCS-20A-XXXX-XX

Source Code	Connector Code
02C 1300 nm LED (MM)	12= Biconic
02B 1310 LED (SM)	14= D4
02BL 1310 nm LASER (SM)	16= SMA-906 (MM only)
03BL 1550 nm LASER (SM)	22= FC
	24= Radial VFO (SM only)
	28= Diamond DIN 2.5
	32= ST
	40= Diamond DIN 3.5
	42= Radial PFO (MM only)
	44= Radial MFO (MM only)
	50= FC/PC
	54= SC/PC
	58= FC/APC (SM only)
	60= VFO/DF (SM only)
	62= D4/PC
	70= FC/SPC (SM only)
	74= ST/PC
	76= HMS-10/A (SM only)
	82= ST/SPC (SM only)
	84= HMS-10/HP
	86= DIN APC
	* UI= Universal Interface

**NOTES:** \* The required Universal Interface Adaptors (UIA-XX) must be specified with the Universal Interface (UI) option.  
<sup>\*\*</sup> EXFO recommends the purchase of connectors 50, 62, 74 instead of 22, 14, 32 respectively. This is because the PC connectors offer a better price/performance ratio than flat polish connectors.  
**EXAMPLE:** VCS-20A-02BL-50 contains a singlemode laser at 1310 nm (02BL) and an FC/PC connector.

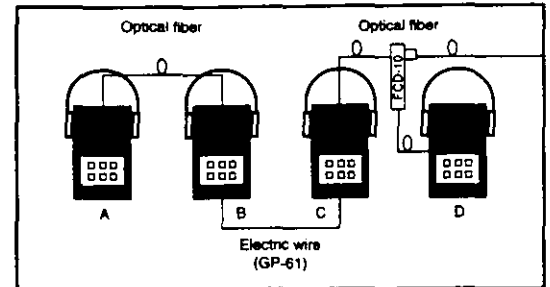
Specifications subject to change without prior notice.

## OPTIONAL ACCESSORIES

Bare Fiber Adapters (BFA-XX), Test-jumpers (TJ-XXX-XX), video cassette training (VC-VCS-20A), interface cable for multi-party communications (GP-61), spare battery charger (GP-30X), extra carrying case (GP-10-00F), Universal Interface system with interchangeable optical connector adapter: FCD-10 Fiber Clip-on device, GP-92 Speakerphone, GP-90 Headset, GP-62 10' extension cord for head set.

## NOTES

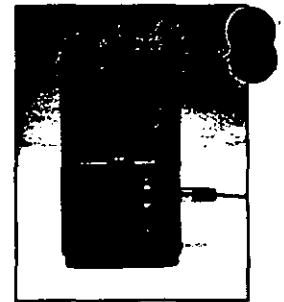
- Measurements made at 23 °C unless otherwise specified.
- At 23 °C ± 2 after a 10-minute warm-up period.
- At 23 °C ± 5 after a 20-minute warm-up period.
- Some specific output connectors may be supplied at extra cost. Call factory to inquire about availability of other connectors.
- In communication mode.



Multi-party communication is made possible by hooking up two units together. Signal is then repeated and reamplified, avoiding losses of 6-7 dB in a passive external component and also providing for enough dynamic range to allow the FCD-10-XX Clip-on device to be used.



FCD-10 Clip-On Device



GP-92 Speakerphone

### Class 1 Laser Product

This product complies with 21 CFR 1040.11 and 1040.11

We put  
**FIBER OPTICS**  
 to the TEST  
 ... WORLDWIDE

**EXFO**  
 Electro-Optical Engineering

International Tel.: 418-683-0211  
 Fax: 418-683-2170

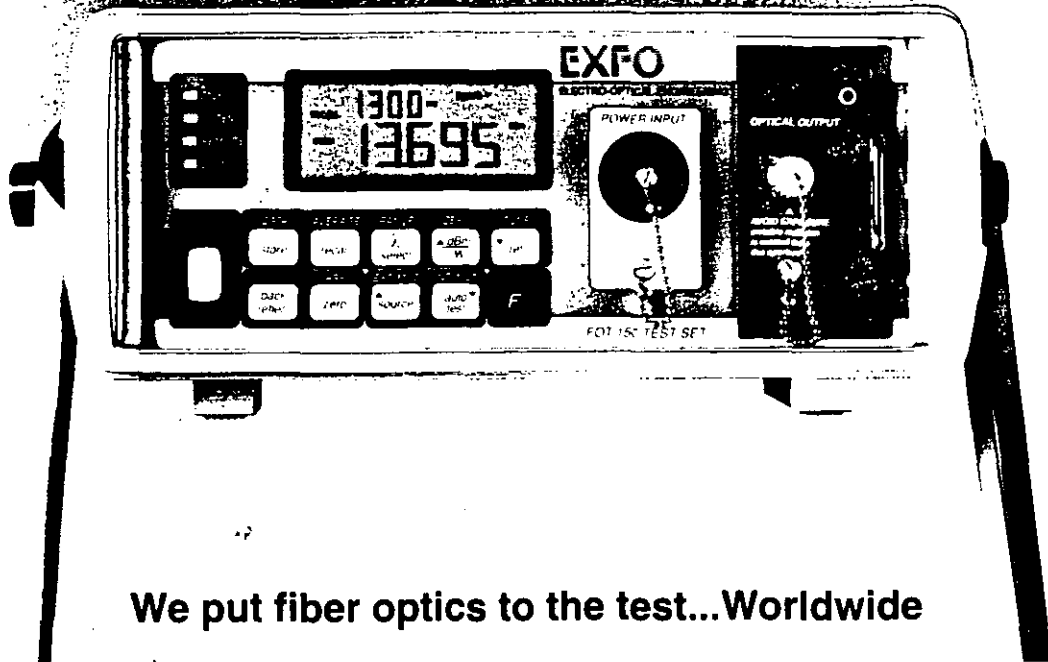
HEAD OFFICE:  
 465 Godin Avenue  
 Vanier, Que., Canada, G1M 3G7

USA & Canada Tel.: 1-800-663-EXFO  
 Tel.: 1-800-663-3936  
 Fax: 418-683-2170

EXFO AMERICA inc.  
 903 North Bowser, Suite 360  
 Richardson, TX 75081  
 USA

Europe Tel.: +33-1-3953-8830  
 Fax: +33-1-3953-9640

## Power / attenuation / return loss test set



We put fiber optics to the test...Worldwide

### SEVERAL CONFIGURATIONS AND NUMEROUS APPLICATIONS.

#### Power meter

The FOT-150 is characterized by a wide dynamic range (up to 95 dB), 0.001 dB resolution, an outstanding linearity ( $\pm 0.002$  dB), and an excellent temperature stability. Its full selection of detectors optimize the performance by adapting to your specific measurements: Si, InGaAs, Ge and high power Ge for CATV (up to +18 dBm).

#### Light source

Modular or built-in, single or dual wavelength, LED or Laser source options may be installed on the FOT-150. The high stability ( $\pm 0.003$  dB over 15 minutes with TE cooled lasers), high launched power, variable output power and convenient Universal Interface Adapter system put this versatile instrument in a class of its own. These features and benefits are essential for the demanding user who requires impeccable accuracy and performance.

#### Power / Attenuation Meter

- wide dynamic range (up to 95 dB)
- $\pm 0.001$  dB resolution
- $\pm 0.002$  dB linearity
- high performance
- remarkable flexibility

#### Light Source Option

- LED or Laser
- single or dual wavelength
- $\pm 0.003$  dB<sup>4</sup> laser stability
- fast stabilization

#### Return Loss Option

- 70 dB sensitivity
- $\pm 0.01$  dB resolution
- user friendly
- highly accurate

#### Return loss test set

For ultimate fiber optic testing, the FOT-150 also provides an option for back-reflection measurement. The unit is then able to measure return loss from -10 to -70 dB with 0.01 dB resolution in full accordance with the ANSI-FOTP-107 standard practice.

#### Flexibility and ease of use

The FOT-150 adapts to the task and facilitates the interpretation of your test results regardless of your choice of configuration. The automatic data acquisition (300 readings), manual data storage (500 readings), IEEE-488/RS-232 interface options, calibration to 10 nm intervals, will significantly enhance your range of applications.

#### Numerous applications

The FOT-150 is designed for automated testing (ATE), manufacturing environments, laboratory, and more. It also comes with a rechargeable battery and a handle for easy on-site operation. Rack mounting brackets (19 inches) are offered as an option. Other options include: optical calibrator specifications, multiple output ports and dual channel power meter.

## OPTICAL SPECIFICATIONS<sup>1</sup>

MODEL	FOT-151	FOT-152	FOT-152X	FOT-153	FOT-154
Sensor Type:	Silicon	Germanium	High Power Ge	InGaAs	InGaAs
Measuring Range <sup>2</sup> (dBm):	+10 to -85	+10 to -80	+18 to -85	+3 to -80	+3 to -85
Accuracy (dB):	± 0.15	± 0.20	± 0.20	± 0.20	± 0.20
Resolution <sup>2</sup> (dB):	± 0.001	± 0.001	± 0.001	± 0.001	± 0.001
Linearity <sup>2</sup> (dB):	± 0.002	± 0.002	± 0.002	± 0.002	± 0.002
Spectral Range (nm):	400 to 1100	780 to 1800	780 to 1800	800 to 1800	800 to 1800

## SINGLE WAVELENGTH SOURCE SPECIFICATIONS<sup>1</sup>

OPTION	-01G	-01CL	-02G	-02C	-02B	-02BLC	-03B	-03BLC
Wavelength (nm):	850	850	1300	1300	1300	1300	1550	1550
Wavelength accuracy (nm):	± 30	± 15	± 30	± 30	± 30	± 15	± 30	± 15
Spectral width (FWHM, nm):	< 40	< 5	< 80	< 80	< 80	< 5	< 80	< 5
Emitter Type:	LED	LASER	LED	LED	LED	LASER	LED	LASER
Power Output (in 9/125 μm):	N/A	N/A	-36.5	-32.5	-22	-2	-27	-2
(dBm typ. in 50/125 μm):	-16	-2	-18	-14	-22	-2	-27	-2
Stability (15 min <sup>4</sup> , dBm):	± 0.01	± 0.01	± 0.03	± 0.02	± 0.02	± 0.003	± 0.02	± 0.003
(1 hour <sup>4</sup> , dBm):	± 0.02	± 0.02	± 0.05	± 0.04	± 0.04	± 0.01	± 0.04	± 0.01
Temperature Stability <sup>4</sup> (dB):	± 0.10	± 0.10	± 0.20	± 0.20	± 0.20	± 0.02	± 0.20	± 0.02

## DUAL WAVELENGTH SOURCE SPECIFICATIONS<sup>1</sup>

OPTION	-12C	-23B	-23BLC
Wavelength (nm):	850 1300	1300 1550	1300 1550
Wavelength accuracy (nm):	± 30 ± 30	± 30 ± 30	± 15 ± 15
Spectral width (FWHM, nm):	< 40 < 80	< 80 < 80	< 5 < 5
Emitter Type:	LED LED	LED LED	LASER LASER
Power output (in 9/125 μm):	N/A -36.5	-26 -31	-7 -7
(dBm typ. in 50/125 μm):	-20 -18	-26 -31	-7 -7
Stability (15 min <sup>4</sup> , dBm):	± 0.01 ± 0.02	± 0.02 ± 0.02	± 0.005 ± 0.005
(1 hour <sup>4</sup> , dBm):	± 0.02 ± 0.05	± 0.04 ± 0.04	± 0.02 ± 0.02
Temperature Stability <sup>4</sup> (dB):	± 0.10 ± 0.20	± 0.08 ± 0.08	± 0.04 ± 0.04

## GENERAL SPECIFICATIONS<sup>1</sup>

**Size:** 26 x 22 x 9 cm. 10 1/4 X 8 7/8 X 3 1/2 in.  
**Weight:** unit: 3 kg 6.5 lbs  
 shipping: 7 kg 15 lbs  
**Power:** Built-in battery: 50 hours of operation (typ.) for power meter, 10 hours (typ.) for light source.  
 Line voltage (85-264 VAC, 47-63 Hz).  
 DC Supply (12 ± 3 VDC, 1.5 A).  
**Environment:** Operation: -10 to +40 °C -15 to +105 °F  
 Storage: -30 to +60 °C -20 to +140 °F  
**Standard accessories:** AC cord, carrying handle, one connector adapter, built-in rechargeable battery, operation manual.

## OPTICAL RETURN LOSS SPECIFICATIONS<sup>1</sup>

OPTION	BR02BLC-XX	BR03BLC-XX	BR23BLC-XX
Measurement wavelength (nm):	1300 ± 15	1550 ± 15	1300/1550 ± 15
Optical Linewidth (FWHM, nm):	< 5	< 5	< 5
Optical Stability (15 min <sup>4</sup> , dB):	< 0.003	< 0.003	< 0.005
(1 hour <sup>4</sup> , dB):	< 0.01	< 0.01	< 0.02
Dynamic Range (dB):	-5 to -70	-5 to -70	-5 to -68
Resolution (dB):	0.01	0.01	0.01
Linearity <sup>2</sup> (dB):	± 0.1	± 0.1	± 0.1
Accuracy <sup>4</sup> (dB):	± 0.5	± 0.5	± 0.5
Type of Fiber:	Singlemode	Singlemode	Singlemode



**DANGER**  
LASER RADIATION - AVOID DIRECT EXPOSURE TO BEAM

MAX. output : 2 mW  
Wavelength : 850, 1300 or 1550 nm  
Pulse Duration: CW and 100 ns  
CLASS III LASER PRODUCT

**AVOID EXPOSURE**  
Laser Radiation is emitted from this aperture

This product complies with 21 CFR 1040.10 and 1040.11

## ORDERING INFORMATION

To specify the options you request, use the following codes: FOT-a-b-c-d-e where:

a Type of detector may be: 151 (Si: 5 mm); 152 (Ge: 2 mm); 152X (Ge: 2 mm high power); 153 (InGaAs: 2 mm) or 154 (InGaAs). Ex: FOT-153-

b Source modularity may be:

- A: Non-modular instrument if optical return loss option is required, source must be non-modular. Ex: FOT-153A  
 B: Modular instrument: add -SM- as prefix to source option(s) to specify Source Module(s). Ex: FOT-153B with SM-

c Source option OR optical return loss option, MM = Multimode, SM = Singlemode may be:

Sources: -01G: 850 nm LED, MM      -01CL: 850 nm LASER, MM      -02G: 1300 nm LED, MM      -02C: 1300 nm LED, MM      -02B: 1300 nm LED, SM  
 -02BLC: 1300 nm LASER, SM      -03B: 1550 nm LED, SM      -03BLC: 1550 nm LASER, SM      -12C: 850/1300 nm LED, MM      -23B: 1300/1550 nm LED, SM  
 -23BLC: 1300/1550 nm LASERs, SM Ex: FOT-153B with SM-03SLC

Optical Return Loss:

BR02BLC (1300 nm LASER, SM)    BR03BLC (1550 nm LASER, SM)    BR23BLC (1300/1550 nm LASER, SM)    Ex: FOT-153A-BR23BLC

d Source output connector<sup>6</sup>, if any may be:

Fixed (permanently installed):

12: Biconic	14: NEC-D4	16: SMA-906	22: NTT-FC	24: Radial VFO	26: Stratos (430, 830)
28: Diamond (DIN)	32: AT&T type ST	34: AT&T type BNC	40: Diamond (HMS)	42: Radial PFO	44: Radial MFO
50: NTT-FC/PC	52: Biconic Beyonet	54: NTT-SC	58: NTT-FC/APC	70: FC Super PC	Ex: FOT-153A-BR23BLC-54
72: ST/PC	78: Radial EC				

Interchangeable (the Universal Interface (UI) is offered as an option and required for the UIA-XX connectors):

UIA-12: Biconic    UIA-14: NEC-D4    UIA-16: SMA-906    UIA-22: NTT-FC    UIA-28: DIAMOND DIN    UIA-32: AT&T-ST  
 UIA-40: DIAMOND HMS    UIA-54: NTT-SC    Ex: FOT-153A-23BLC-UI-UIA-54

e Optional data interface may be:

- \* RS: RS-232 interface with application software and cable.
- \* IE: IEEE-488 interface. (Software provided, cable optional).
- \* RS-IE: Both interfaces in one unit.

Notes: 1 Measurements made at 23 °C unless otherwise specified.

2 Optical resolution is a function of optical power level.

3 Electronic linearity throughout the range.

4 Typical, at 23 °C ± 2 after a 10-minute warm-up period.

5 Typical, at 23 °C ± 5 after a 20-minute warm-up period.

6 Typical, for temperature varying from -10 to +40 °C.

7 For reflection measurements from -15 to -60 dB.

8 Output connector must cause less than -50 dB of reflection to maintain full measurement range and resolution. Select FC/APC(-58), bare fiber pigtail (-10) or radial VFO-DF(-60).

9 Some output connectors are supplied at an extra cost.

Contact manufacturer to inquire about the availability of over 25 connectors.

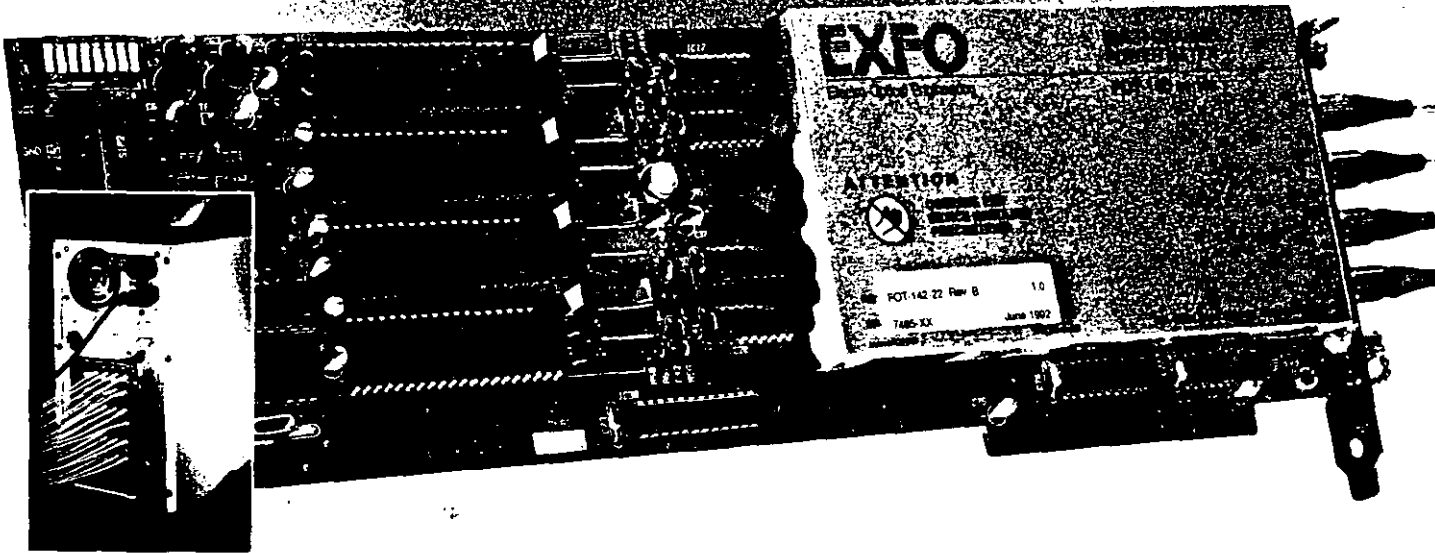
USA: 1-800-663-EXFO

EUROPE: Tel: 33-1-3953-9830  
 Fax: 33-1-3953-9840

MAIN OFFICE  
 465 Godin, Vanier, (Quebec), CANADA, G1M 3G7  
 Phone: (418) 683-0211 Fax: (418) 683-2170

**EXFO**  
 Electro-Optical Engineering

## Turn your PC into a fiberoptic test station



## We put Fiber Optics to the test... worldwide

### A UNIQUE CONCEPT

Without any doubt, EXFO is adding a new dimension to fiberoptic testing by presenting a unique computer-based 4-channel power meter. This expansion card can easily turn an IBM<sup>®</sup>-compatible computer into a powerful test & monitoring station. A clever design allows the stacking of up to 8 cards in one computer to permit uninterrupted measurements on up to 32 fibers simultaneously. Such impressive capabilities are ideal for:

- Manufacturing
- Monitoring
- ATE
- Surveillance

### OUTSTANDING PERFORMANCE

Each of the 4 channels offers lab performance at a fraction of the cost of a stand-alone unit: up to 90 dB of range, 0.001 dB resolution,  $\pm 0.002$  dB linearity, 3 readings per second, absolute accuracy of  $\pm 0.20$  dB. In order to meet the requirements dictated by each application, EXFO offers Silicon, Germanium and InGaAs detectors. Moreover, the FOT-140 can accurately measure at any wavelength (within its range), thanks to the compensation factors which optimize performance at 1 nm intervals.

### FEATURES:

- 4 independent channels
- 3 readings/sec. per channel
- Application software provided
- Up to 8 cards (32 channels) in one PC
- Up to 90 dB of dynamic range
- 0.001 dB resolution,  $\pm 0.002$  dB linearity
- One A/D converter per channel
- Compensated readings for any wavelength

### BENEFITS:

- Less expensive than stand-alone units
- Unlimited data storage (up to hard disk capacity)
- Ideal for implementation in customized test bench
- Adaptable to numerous applications
- Superior display capability
- Flexibility and performance

### SIMPLE & CONVENIENT

The installation of the FOT-140 requires no special tools and can be completed in a snap without the assistance of a computer expert. EXFO's software, provided with the card, uses a proprietary macro language which allows the user to control each channel simply and easily. The FOT-140 uses the screen of the host computer to display all the readings and operates with DOS 3.3<sup>™</sup> and up.

### DATA ACQUISITION

Data may be acquired for automated testing, manufacturing environments and the laboratory, through software provided or user programming. For example, trends, variations and effect of temperature on components can be monitored in this manner. The EXFO 4 channel power meter on card can also be configured as an automated surveillance system in telephone Central Offices.

### INDEPENDENT CHANNELS

Each channel has its own Analog/Digital converter: this guarantees worry free measurements on the 4 channels simultaneously. Several cards can be stacked in the same computer to monitor up to 32 channels without interruption.

<sup>\*</sup> PC is a trademark of International Business Machines  
<sup>™</sup> IBM is a trademark of International Business Machines  
<sup>™</sup> DOS is a trademark of Microsoft Corp.

## OPTICAL SPECIFICATIONS<sup>1</sup>

MODEL	FOT-141	FOT-142	FOT-143
Sensor Type	Silicon	Germanium	InGaAs
Measuring Range (dBm)	+10 to -80	+10 to -77	+3 to -85
Accuracy <sup>2</sup> (dB)	±0.20	±0.20	±0.20
Resolution <sup>3</sup> (dB)	±0.001	±0.001	±0.001
Linearity <sup>4</sup> (dB)	±0.002	±0.002	±0.002
Spectral Range (nm)	400 to 1050	750 to 1620	850 to 1650

## GENERAL SPECIFICATIONS<sup>1</sup>

Size:	33.5 X 10 X 1.8 cm	13 1/8 X 4 X 3/4 in.
Weight	card: .5 kg shipping: 4 kg	1.25 lbs 9.0 lbs
Environment:	Operation: -10 to +40 °C; -15 to +105 °F Storage: -30 to +60 °C; -20 to +140 °F	
Power requirements:	+5 VDC: 1 mA -12 VDC: 35 mA +12 VDC: 40 mA This product is FCC approved for EMI.	

## ORDERING INFORMATION

### FOT-14 A - B

**A**  
Specify Detector Type

- 1: Silicon, 1mm
- 2: Germanium, 1mm
- 3: InGaAs, 1mm

Example: FOT-142-22

**B**  
Specify Connector Type:

- 14: NEC-D4
- 16: SMA-906
- 22: NTT-FC
- 28: Diamond DIN (2.5mm)
- 32: AT&T-ST

### Notes:

1. Measured at 23 °C unless otherwise specified.
2. Accuracy is wavelength dependent.
3. Optical resolution is a function of optical power level.
4. Electronic linearity throughout the range.

Specifications subject to change without notice.

## Applications

- Manufacturing process control
- Fiberoptic monitoring systems
- Remote fiberoptic testing
- ATE testing/Surveillance
- Laboratory/Research

## Application software

This innovative card level product is provided with a MS-DOS software (FOT-140 1/2) allowing for easy, quick and simple operation. This software uses pull-down menus and a mouse providing you with the simplest method to obtain:

- Real time graphics of power vs time
- Power vs time graphics of stored data
- Up to 32 channels display in table format
- Unlimited number of reading stored
- Clamp in ASC II file to convert data to other softwares
- Averages, 3σ, minimum, maximum calculations
- Ratio calculation of any 2 channels which is of great importance in process control and drawing couplers

## ALSO AVAILABLE FROM EXFO

### TELECOM/SONET/CATV PRODUCTS

FOT-900	Power/attenuation/return loss test set with FasTest™
FOT-900PC	Power/attenuation/return loss test set with FasTes on card for PC
FOT-90(E)	Power meter/attenuation meter and dual source
FLS-210A	LED/Laser dual-wavelength source (FasTest™-compatible)
VCS-20A	Single-fiber multi-party talk set
FVA-60A	Hand-held variable attenuator
BRT-320	Hand-held back-reflection test set

### LABORATORY AND HIGH END PRODUCTS

FOT-150	Attenuation/return loss test set
FLS-220	High performance variable LED/Laser source
FVA-80	High performance variable attenuator
BRT-300	Optical back-reflection test set
VBR-310	Variable optical back-reflector

### SURVEILLANCE/MANUFACTURING

FOT-140	4 Channel power meter on card for PC
FOT-70	Dual-channel power meter with alarm

### OPTICAL TIME DOMAIN REFLECTOMETERS

FCS-101C/D	850nm MM OTDR on a PC card
FCS-102C/D	1310nm MM OTDR on a PC card
FCS-112C/D	850/1310nm MM OTDR on a PC card
FCS-102B	1310nm SM OTDR on a PC card
FCS-103B	1550nm SM OTDR on a PC card
FCS-123B	1310/1550nm SM OTDR on a PC card

COM-1010	FIBER LAUNCH BOX containing up to 3 card level products
COM-1020	MINI LAUNCH BOX 1 card level product

Please contact the main office for prices and availability or to inquire about EXFO's worldwide network of representatives.



EXFO offers other PC-based fiberoptic test instruments. Shown above: the FCS-100 (Optical Time Domain Reflectometer). Also available: FOT-900PC (power, attenuation and return loss test set). All these can be combined in the same computer to fulfil the most demanding test requirements.

# EXFO

Electro-Optical Engineering

MAIN OFFICE  
465 Godin, Vanier, Que., CANADA, G1M 3G7  
Tel: (418) 683-0211 Fax: (418) 683-2170

USA: 1-800-663-EXFO  
Europe: Tel: 33-1-3953-9830 Fax: 33-1-3953-9840



FOT-900

# FULLY AUTOMATED FIBEROPTIC TEST SYSTEMS FOR ATTENUATION AND RETURN LOSS



## A Powerful Pair

Both series can perform **FULLY AUTOMATED** fiberoptic attenuation measurements at the push of a single key\*. Using these instruments, operators can test fibers for attenuation and return loss faster and more accurately, without extensive training. Productivity is enhanced significantly therefore greatly reducing testing costs.

## *FasTest*™ : The Revolutionary Test System

By developing the intelligent *FasTest*™ system for the FOT-900 and the FOT-900PC, EXFO has gone beyond the current limitations of fiberoptic testing. Not only does *FasTest*™ permit the automation of attenuation measurement at two wavelengths and in two directions, it also provides the automatic storage of readings and parameters, transfer of data to an IBM\*\*\* compatible computer and optional on-site printing.

## FOT-900: Unbeatable In The Field

Very rugged and highly portable, the «900» is designed to operate in the most hostile environment. Protective holster, shoulder strap, oversize alphanumeric **back-lit display**, three sources of power and long autonomy all combine to make the

\* Two instruments are necessary for automated testing, optional light source or ORL option required  
\*\* Optical Return Loss.  
\*\*\* A trademark of International Business Machines

## Features:

**Built-in LED or LASER source at 1 or 2 wavelengths (in option)**

**Automated loss and ORL measurements\***

**Access to complete test results from both fiber ends**

**Storage and printout of readings:**  
• 1024 readings with FOT-900  
• up to disk capacity with FOT-900PC

**3-Way Powering™ (AC, NiCd, 9V)**

**Transmits and detects 2 kHz for fiber identification**

**Bi-directional RS-232 interface**

## Benefits:

**Saves on testing / training costs**

**No need for referencing of test sets at common site**

**Simplifies collection/archiving of measurements**

**Greatly reduces the possibility of errors**

**Full documentation capability**

FOT-900 a first choice for uncompromising performance in tough conditions.

## FOT-900PC: Maximizing The Power

Retaining the vital components of the FOT-900 and the unique *FasTest*™ system, the FOT-900PC is built on a 2/3-size card for IBM PCs\*\*\* and compatible computers. It features a versatile application software which allows the user to take full advantage of the extra power and flexibility offered by a computer. The FOT-900PC: a truly amazing piece of engineering know-how.

Just like the FOT-900, the «900PC» performs attenuation & ORL\*\* testing efficiently and stores all the readings at both fiber ends. Moreover, the PC version presents all the results on one screen as the test progresses. It can help document a job, identify cable problems and save, print or transmit results via modem. Text messages can even be exchanged by operators using their computer as means of communication!

Combine OTDR, attenuation, and return loss measurements in one box by putting the FOT-900PC and EXFO's card level OTDR in the convenient COM-1010 Fiber Launch Box™. Moreover, the built-in notebook computer allows you to store all readings, document fiber testings, print test reports, transmit test results over modem, send text messages over fiber between 2 operators as they are testing, as well as various other unique possibilities.

# FOT-900 & FOT-900PC

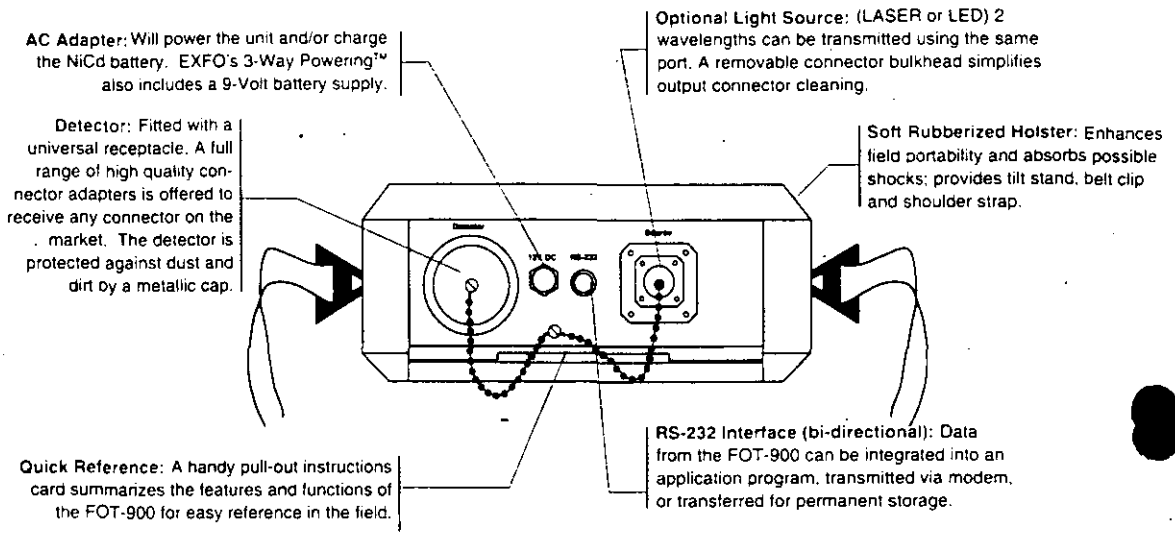
## THE SIMPLEST WAY TO TEST A FIBER IS THE *FASTEST*™ WAY!

With the *FASTEST*™ system, available exclusively from EXFO, two test sets can communicate (via the fiber under test) as if they were linked by an optical modem (patent pending). When *FASTEST*™ is activated on the transmitting unit, the instrument at the other end of the fiber adjusts itself to the signal's **wavelength** and **output power level**. Both devices can then display the true

attenuation at both wavelengths and store readings (1L readings on the «900», up to disk capacity on the «900PC»). This remarkably simple procedure eliminates the cumbersome task of putting the meters and sources side by side to set reference levels and almost abolishes the need for communication between operators.

**Set-Up Menu:** Adapts the test procedure to the needs of the user by controlling: auto storage, test sequence (1 or 2 directions, single or dual wavelength testing, beeper on/off, stability threshold, total loss budget monitoring, backlight operation time, etc.

**2 kHz Modulation:** A 2 kHz signal can be transmitted and detected for easy live fiber identification. (Source or BR option required for 2 kHz transmission)



### Fully Equipped

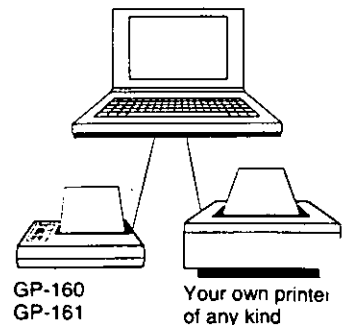
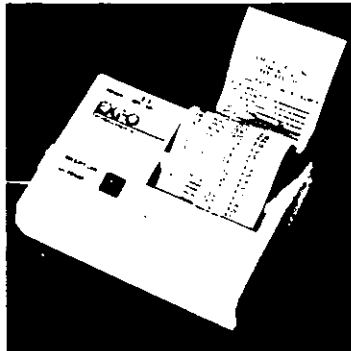
The FOT-900 comes fully equipped: rugged field carrying case, 1 connector adapter, AC adapter, RS-232 interface cable, 5 1/4" and 3 1/2" software diskettes, NiCd & 9V batteries, alcohol cleaning pads and manual.

The FOT-900PC comes with alcohol cleaning pads, manual and software.

### On-Site Printout Capability

The FOT-900 can produce a detailed measurement report in the field using the convenient, 27 character-wide, portable thermal printer. The printer comes with a cable which connects directly into the FOT-900. Thermal Printer: P/N: GP-160. Pack of 12 rolls of paper: P/N: GP-161.

As for the FOT-900PC, hard copy is obtained using EXFO's GP-160 (27 characters) or GP-162 (80 characters) portable printers, or any other compatible printer. Cable documentation has never been so simple. The 900-PC's printout utility generates a complete report detailing: attenuation, test site, date of test, operator's name, cable number, etc.



## Comprehensive Description On One Screen

The FOT-900/PC compiles a comprehensive report in a table format for measurements of attenuation (A to B, B to A, average) and Optical Return Loss (ORL). It calculates the average attenuation and ORL for each fiber and highlights the fibers which exceed the maximum attenuation permitted. Here is a sample screen:

FOT-900PC Fiberoptic Test Record (Version 1.0) 06-16-1992									
Cable # OGP234456		Site(A) CO 34457		Site(B) CEV 4567					
Cable MFG Spec#		Operator(A) B Palmer		Operator(B) F Morrison					
Date of test: may 29, 1992		(A) 902PC-23BLC-50		(B) 902PC-23BLC-22					
Km 22.5 Type: SM		S/N#(A) 7892-G2		S/N#(B) 7893-G2					
λ (1): 1310nm Max(1): 12.00		Ref(A1) -07.42dBm		Ref(B1) -07.23dBm					
λ (2): 1550nm Max(2): 10.00		Ref(A2) -06.76dBm		Ref(B2) -07.06dBm					
Fiber	Loss (dB) A→B	Loss (dB) B→A	Average Loss (dB)	Loss (dB) A→B	Loss (dB) B→A	Average Loss (dB)			
1	11.07	11.85	11.46	9.41	9.91	9.66			
2	11.23	11.42	11.32	9.50	9.66	9.58			
3	10.95	10.99	10.92	9.17	9.19	9.18			
4	11.02	11.22	11.12	9.05	9.11	9.08			
5	11.18	11.02	11.10	8.89	9.01	8.95			
6	11.23	11.17	11.20	8.91	9.03	8.97			
7	13.05	13.01	13.03	12.17	12.21	12.19			
8	11.29	11.17	11.23	9.02	9.05	9.03			
Average	11.48	11.58	11.53	9.52	9.65	9.58			
PgUp	PgDn	F1	F2	F3	F5	F6	D	P	Esc

## Source Stability

EXFO has developed many light sources with outstanding stability. Stabilization time is typically less than 5 seconds for fast and accurate testing.

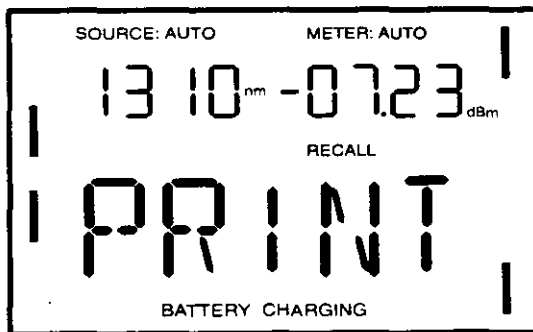
## Simple *Fastest*™ Procedure

Naturally, the FOT-900 can be used in the conventional manual mode. However, automated testing is faster, simpler and adapted to your own needs (through the user set-up program).

The source operator simply pushes *Fastest*™ to start the process. The receiving unit will then switch to the proper wavelength, set its reference level to match the power launched from the other end, and display/store the true attenuation. The attenuation measurement is then sent back to the source unit, which may now measure ORL, request a test in the reverse direction or indicate that it is time to proceed to the next fiber.

## Large Back-lit Display

An operator can use the FOT-900 in any light condition, thanks to a large back-lit alphanumeric LCD display. Easy to read, the display shows the status of instrument and indicates which one of the 3 supplies of power is in use.



## Integrated Fiber Testing

Your FOT-900PC can be mounted in EXFO's convenient Fiber Launch Box™ (COM-1010). This rugged, self-contained, battery powered, carrying case is designed to stand up to your most demanding field applications. The COM-1010 is a fully integrated and portable test station that uses an IBM\*\*\* or IBM\*\*\* compatible notebook computer to control up to 3 cards. A large selection of PC-based test equipment can be used in any of the following configurations:

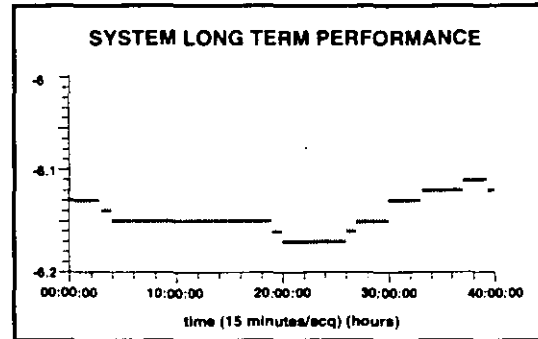
- Singlemode OTDR card (1310, 1550, 1310/1550 nm)
- Multimode OTDR card (850, 1310, 850/1310 nm)
- FOT-900PC series
- VCS-20PC series

**Note:** EXFO card level instruments do not interfere with the operation of expansion cards from other manufacturers.

\*\*\* A Trademark of International Business Machines

## Data Acquisition

The FOT-900 also features an automatic data acquisition routine. This routine stores up to 512 measurement at a programmable time interval (1 sec. to 1 hr). The software package included provides a plotting utility to trace curves.



## Unit Compatibility

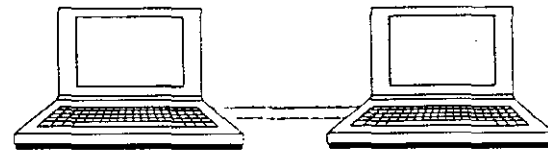
All the instruments equipped with *Fastest*™ share the same transmission protocol. Between the «900» and the «900PC», three combinations are possible:



- a Two FOT-900s can be used together to test a cable in both directions if each one has a source option. Both units may store up to 1024 readings each. The user may decide whether readings will be stored by both units or not.



- b One FOT-900 and one FOT-900PC: The FOT-900PC can store readings (up to hard disk capacity) and the FOT-900 can download the full content of its memories to a PC.



- c Two FOT-900PCs: Both instruments may be controlled remotely via modem. EXFO's FCS-100 OTDR card can be coupled with the FOT-900PC into a computer which then becomes a portable fiberoptic test station.

THE SIMPLEST WAY TO TEST A FIBER IS THE *Fastest*™ WAY!



## Power Meter Specifications<sup>1</sup>

	FOT-901	FOT-902	FOT-902X	FOT-903
Model:	FOT-901PC	FOT-902PC		FOT-903PC
Sensor type:	Silicon	Germanium	Germanium	InGaAs
Measuring range <sup>2,3</sup> (dBm):	+3 to -73	+10 to -70	+18 to -60	+3 to -73
Accuracy (dBm) <sup>4</sup> :	±0.2 (5%)	±0.2 (5%)	±0.2 (5%)	±0.2 (5%)
Resolution <sup>2</sup> /Linearity <sup>3</sup> (dB):	0.01/±0.02	0.01/±0.02	-0.01/±0.02	0.01/±0.02
Spectral Range (nm):	400 to 1100	800 to 1800	800 to 1800	850 to 1800

## Source Specifications<sup>1</sup> (option)

### Single Wavelength

Option:	-01G	-02G	-02B	-03B	-02BL	-03BL	-02BLC <sup>9</sup>	-03BLC <sup>9</sup>
Wavelength (nm):	850 ± 30	1300 ± 30	1310 ± 30	1550 ± 30	1310 ± 15	1550 ± 15	1310 ± 15	1550 ± 15
Spectral Width (FWHM)(nm):	50	80	80	100	5	5	5	5
Emitter type:	LED	LED	LED	LED	LASER	LASER	LASER	LASER
Power Output (9/125μm):	N/A	-35	-22	-27	-2	-2	-2	-2
(dBm)(typical)(50/125μm):	-16	-18	-22	-27	-2	-2	-2	-2
Stability: (1 hr <sup>9</sup> /8 hr <sup>7</sup> ) (dB):	±0.02/±0.05	±0.04/±0.10	±0.08/±0.15	±0.08/±0.15	±0.05/±0.12	±0.05/±0.15	±0.01/±0.03	±0.01/±0.03
Temperature Stability <sup>8</sup> (dB):	±0.30	±0.30	±0.30	±0.30	±0.30	±0.30	±0.05	±0.05

### Dual Wavelength

Option:	-12C	-23B	-23BL	-23BLC <sup>9</sup>
Wavelength (nm):	850 ± 30	1300 ± 30	1310 ± 30	1550 ± 30
Spectral width (FWHM) (nm):	50	80	80	100
Emitter type:	LED	LED	LED	LASER
Power Output (9/125μm):	N/A	-33	-26	-31
(dBm typ.)(50/125μm):	-22	-18	-26	-31
Stability (1 hr <sup>9</sup> /8hr <sup>7</sup> ) (dB):	±0.04/±0.1	±0.04/±0.1	±0.05/±0.15	±0.05/±0.15
Temperature Stability <sup>8</sup> (dB):	±0.10	±0.20	±0.25	±0.25

### Connector types available with single or dual wavelength sources:

#### a Fixed connectors (permanently installed)

12: Biconic	14: NEC-D4	16: SMA-906	22: NTT-FC	24: Radial VFO
26: Stratos (430, 830)	28: Diamond (DIN)	32: AT&T type ST	34: AT&T type BNC	40: Diamond (HMS)
42: Radial (PFO)	44: Radial (MFO)	50: NTT-FC/PC	52: Biconic Bayonet	54: NTT-SC

#### b Interchangeable connectors (requiring an optional Universal Interface Receptacle):

UIA-12: Biconic	UIA-14: NEC-D4	UIA-16: SMA-906	UIA-22: NTT-FC
UIA-28: Diamond (DIN)	UIA-32: AT&T type ST	UIA-40: Diamond (HMS)	UIA-54: NTT-SC

CONTACT MAIN OFFICE FOR MORE DETAILS ON OPTICAL CONNECTORS.

## Back-Reflection Measurement Specifications<sup>1</sup> (option)

Option:	BR02BLC <sup>9</sup>	BR03BLC <sup>9</sup>	BR23BLC <sup>9</sup>	Connector Types available with Back-Reflection option:
Source:	LASER, cooled	LASER, cooled	LASER, cooled	
Wavelength (nm):	1310 ± 15	1550 ± 15	1310 ± 15 & 1550 ± 15	
Spectral Width (nm):	5	5	5	
Range(dB):	-6 to -65	-6 to -65	-6 to -65	Any low reflectance connector
Resolution / Linearity <sup>5</sup> (dB):	±0.05/±0.02	±0.05/±0.02	±0.05/±0.02	-10: Bare fiber pigtail
Power Output (dBm) typical:	-5	-5	-6	-58: Seiko Geiken NTT FC/APC
Source Stability <sup>6</sup> (dB):	±0.01	±0.01	±0.04	-60: Radial VFO-DF
Temperature Stability <sup>8</sup> (dB):	±0.05	±0.05	±0.10	-70: NTT Super PC

<sup>9</sup>This option also serves as light source; no other light source option can be installed with the BR option.

## General Specifications

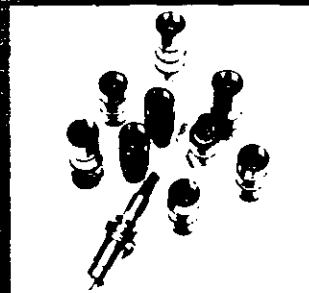
Size:	• FOT-900 22 x 11 x 5 cm, 8 3/4 x 4 1/2 x 2 in.
	• FOT-900PC 21.6 X 12.6 X 1.7 cm, 8 1/2 X 5 X 5/8 in.
Weight: (unit/shipping)	
	• FOT-900 0.700/2.5 kg, 1.5 /5 lbs.
	• FOT-900PC 0.700/2.5 kg, 1.5 /5 lbs.
Power:	• FOT-900 Built-in NiCd batteries. Operation: 16 hours (typ.) for power meter <sup>3</sup> , 8 hours (typ.) for power meter and light source <sup>10</sup> , and power meter, 9-Volt battery back-up supply.
	• FOT-900PC +12V: 100mA, -12V:20mA, +5V:75mA
Environment:	Operation: -10 to +40 °C Storage: -30 to +60 °C

### Standard accessories:

- FOT-900: rugged field carrying case, 1 connector adapter, FOA-01 2 kHz detector adapter, AC adapter, RS-232 interface cable, 5 1/4" and 3 1/2" software diskettes, NiCd & 9V batteries, alcohol cleaning pads, live fiber detection device and manual.
- FOT-900PC: alcohol cleaning pads, manual and software.

### Universal Interface System (UIA) As an optional connector for the single or dual wavelength sources.

Universal Interface System (UIA)



# EXFO

Electro-Optical Engineering

## FOT-910



We put  
**FIBER OPTICS**  
to the **TEST**  
...**WORLDWIDE**

## AUTOMATIC ATTENUATION/ORL TEST SET!

### INNOVATION

EXFO's new FOT-910 automatic attenuation/ORL test set is an advanced technology testing device designed to save you time and money by increasing the efficiency of your fiber testing crews. *Fastest™*, back-reflection, and data acquisition are the three standard operating modes. The FOT-910 measures not only relative loss (dB) and absolute power (dBm) but also back-reflection (dB) and transmission equipment stability.

### *Fastest™*

*Fastest™* makes the FOT-910 the *fastest* attenuation meter in the industry; it can test loss on one fiber in two directions<sup>1</sup> and at two wavelengths in just 33 seconds! Single wavelength (850 nm, 1300 nm, 1310 nm, 1550 nm) or dual wavelength (850/1300 nm or 1310/1550 nm), bi-directional loss tests over a single fiber can be performed at the touch of one key. Units no longer need to be "zeroed-out" at a common site. Test results can be automatically stored in the unit's non-volatile memory (680 registers), and can be sent to a printer, eliminating the task of handwriting results. High fiber count cable testing has never been easier or faster.

<sup>1</sup> Bi-directional testing requires two FOT-910s

### FEATURES

- Dual Wavelength, Bi-directional Testing Over a Single Fiber
- On-site Reference Capability
  - Built-in LED or LASER Sources at 1 or 2 Wavelengths
  - Measurement Storage and Printout
  - Built-in Back-Reflection Option
  - 3-Way Powering™
- Transmits and Detects 2 kHz for Fiber Identification
  - RS-232 Interface

### BENEFITS

- Saves on Testing and Training Costs
- No Need for Referencing of Test Sets at a Common Site
- Full Documentation Capability

### BACK-REFLECTION

Today's stringent transmission requirements for high bandwidth applications are demanding that network, component, and connector back-reflection be measured and documented. The FOT-910 with back reflection option responds to this need. Back-reflection from 0 to -55 dB can be measured and easily stored in non-volatile memory for fast reference.

### DATA ACQUISITION

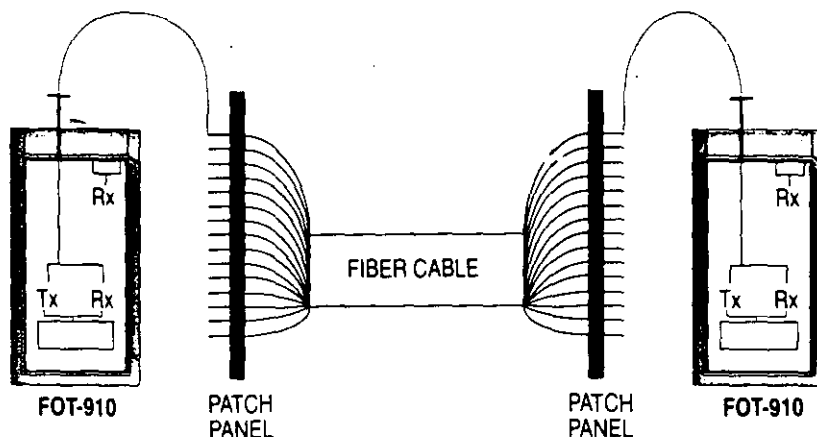
In fiber optic testing, it is important to verify transmission equipment stability. The FOT-910's data acquisition mode features an automatic data acquisition routine used to verify source stability. This routine stores up to 512 measurements at a programmable time interval (1 sec. to 1 hour). Full documentation of source stability over time is achieved through the complimentary FOT-910 software; the data can be downloaded to a personal computer and visualized graphically.

### APPLICATIONS

The FOT-910 is ideal for high fiber count conditions common to BOCs, Telcos, CATV, Long Haul Carriers, Railways, and Hydro Companies.

# FOT-910, THE *Fastest*<sup>TM</sup> POW

## THE *Fastest*<sup>TM</sup> SYSTEM



### The *Fastest*<sup>TM</sup> SYSTEM

The FOT-910's exclusive *Fastest*<sup>TM</sup> system tests loss of a single fiber at up to two wavelengths and two directions. On-site reference capability eliminates side-by-side source and meter referencing. The fiber under test is connected only once for bi-directional tests! When an FOT-910 is placed at each fiber end (see photo above) and *Fastest*<sup>TM</sup> is activated, the 2 units communicate with each other via a built-in optical modem, transmitting all necessary measurement information (reference value, wavelength, readings, etc). The source and the internal detector are coupled together so that the FOT-910 can send and receive information from the same port. Readings can be stored in the 680 memory register for easy recall or printing.

The main advantage of the FOT-910 single fiber test set is its capability to perform bi-directional, dual wavelength testing at the touch of one button, without reconnecting the fiber under test. This greatly reduces error potential, training time and the need for operator communication.

### BACK-REFLECTION OPTION

The FOT-910 power meter becomes a complete automated attenuation/ORL test set when the back-reflection option is added. Network, component, and connector back-reflection are easily measured at 1310 nm and 1550 nm, then stored in the unit's non-volatile, 680 register memory. The built-in, TE-cooled laser launches a highly stable light signal into the fiber and measures the reflected power through its internal 1 mm InGaAs photodetector. The readings can be printed out or downloaded to a PC for complete fiber documentation.

### DATA ACQUISITION MODE

The FOT-910 contains a data logging function designed to test source stability over time. Readings are taken at pre-programmed time intervals and data is stored in a non-volatile 512 memory register. A complementary RS-232 interface provides download capability, and application software produces a loss display table and graph.

FOT-910PC <i>Fastest</i> Loss Test Record Version (x.x)						
File Name: FOT-910.TST						
Cable #: 23YNW.DAT	Site(A): CO 34457	Site(B): CEV 4567				
Cable MFG: Sisco	Operator(A): B Palmer	Operator(B): F. Morrison				
Date of test: 10/15/93	(A): 912-BR23BLC-70	(B): 912-BR23BLC-70				
Run 22.5 Type: SKL	S/N(A): 12971-G3	S/N(B): 12970-G3				
(1) 1310 Budget(1): -12.00	Ref(A1): -07.42	Ref(B1): -07.23				
(2) 1550 Budget(2): -10.00	Ref(A2): -06.76	Ref(B2): -07.06				
Fiber	Loss (dB) @ 1310nm			Loss (dB) @ 1550nm		
	A→B	B→A	Average	A→B	B→A	Average
Loss (dB)	Loss (dB)	Loss (dB)	Loss (dB)	Loss (dB)	Loss (dB)	Loss (dB)
1	-11.07	-11.85	-11.46	-9.41	-9.91	-9.66
2	-11.23	-11.42	-11.32	-9.50	-9.66	-9.58
3	-10.96	-10.89	-10.92	-9.17	-9.19	-9.18
4	-11.02	-11.22	-11.12	-9.05	-9.11	-9.08
5	-11.18	-11.02	-11.10	-8.89	-9.01	-8.95
6	-11.23	-11.17	-11.20	-8.91	-9.03	-8.97
7	-11.23	-11.17	-11.20	-8.91	-9.03	-8.97
8	-11.29	-11.17	-11.23	-9.02	-9.05	-9.03
Average	-11.48	-11.58	-11.53	-9.52	-9.65	-9.58



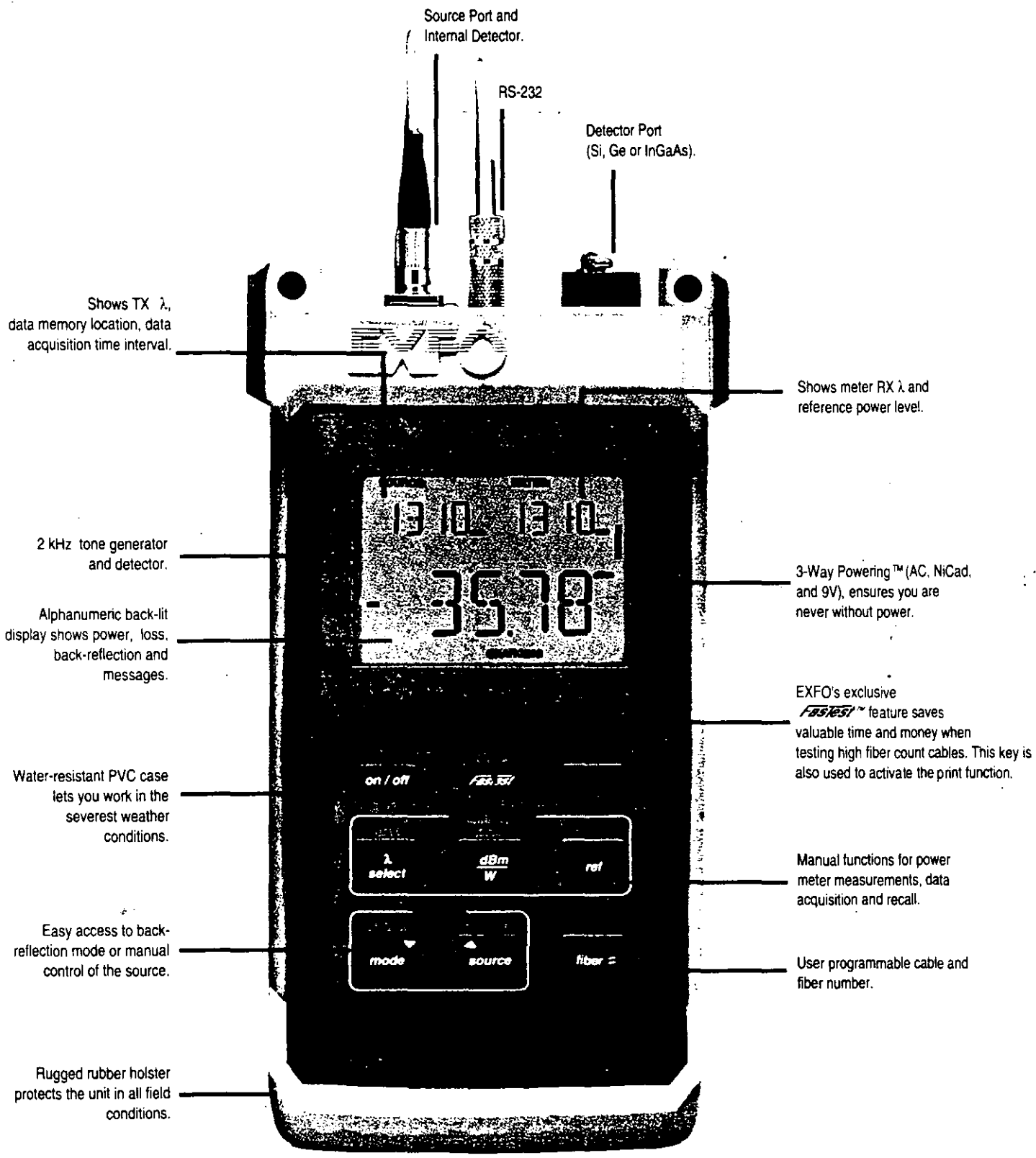
### Comprehensive Download Software

Readings download easily to a PC via the RS-232 interface port, using a complementary software package. A data management report in table format is compiled that includes attenuation measurements (A to B, B to A, average), reference values, and cable identification parameters.

### On-Site Printout Capability

Using a portable, 27 column thermal printer, the FOT-910 produces a detailed measurement report in the field. The printer comes with a cable that connects directly into the FOT-910. Thermal printer P/N: GP-160. Pack of 12 rolls of paper, P/N: GP-161.

# ER METER IN THE INDUSTRY!



## POWER METER SPECIFICATIONS <sup>1</sup>

Model	FOT-911	FOT-912	FOT-912X	FOT-913
Sensor Type	Si (5 mm)	Ge (2 mm)	Ge (2 mm)	InGaAs (2 mm)
Measuring Range (dBm)	+6 to -73 <sup>2</sup>	+10 to -68 <sup>2</sup>	+18 to -60 <sup>2</sup>	+7 to -73 <sup>2</sup>
Accuracy (dB) <sup>3</sup>	±0.2	±0.2	±0.2	±0.2
Cal Spectral Range (nm)	450 to 1050	780 to 1600	780 to 1600	850 to 1650
Resolution (dB) <sup>3</sup>	0.01	0.01	0.01	0.01

## SOURCE SPECIFICATIONS

Single Wavelength								
Option	01C/D	02C/D	02B	03B	02BL	03BL	BR02BLC <sup>7</sup>	BR03BLC <sup>7</sup>
Wavelength (nm)	850±30	1300±30	1310±30	1550±30	1310±15	1550±15	1310±15	1550±15
Spectral Width (nm)	50	80	80	80	5	5	5	5
Emitter Type	LED	LED	LED	LED	LASER	LASER	COOLED LASER	COOLED LASER
Power Output (dBm)	-22/-17	-18	-24	-29	-6	-6	-6	-6
Stability (8 hrs)(dB)	±0.10 <sup>4</sup>	±0.10 <sup>4</sup>	±0.15 <sup>4</sup>	±0.15 <sup>4</sup>	±0.10 <sup>4</sup>	±0.10 <sup>4</sup>	±0.05 <sup>4</sup>	±0.05 <sup>4</sup>

Dual Wavelength					
Option	12C	12D	23B	23BL	BR23BLC <sup>7</sup>
Wavelength (nm)	850±30/1300±30	850±30/1300±30	1310±30/1550±30	1310±15/1550±15	1310±15/1550±15
Spectral Width (nm)	50/80	50/80	80	5	5
Emitter Type	LED	LED	LED	LASER	COOLED LASER
Power Output (dBm)	-27/-23	-22/-23	-24.5/-29.5	-6.5	-6.5
Stability (8 hrs)(dB)	±0.10 <sup>4</sup>	±0.10 <sup>4</sup>	±0.15 <sup>4</sup>	±0.10 <sup>4</sup>	±0.05 <sup>4</sup>

## BACK REFLECTION SPECIFICATIONS <sup>1</sup>

Sensor Type	InGaAs (1 mm pigtailed)
Measuring Range (dB)	0 to -55
Accuracy (dB)	±0.5
Resolution (dB) <sup>5</sup>	±0.05

## GENERAL SPECIFICATIONS

Size	8 3/4" x 4 1/2" x 2"	22 x 11 x 5 cm
Unit Weight	1.65 lbs	0.750 kg
Shipping Weight	12 lbs	5.5 kg
Power	NiCad batteries (14 hrs power meter, 6 hrs power meter and source) 9V alkaline battery backup 12 VAC adapter	
Environment	Operation	14 °F to 104 °F      -10 °C to +40 °C
	Storage	-22 °F to 140 °F      -30 °C to +60 °C

## STANDARD ACCESSORIES

- Rugged Field Carrying Case
- FOA-22 (FC connector adaptor)
- FOA-01 2 kHz Detector
- FOA-XX (connector adaptor of customer's choice)
- FC/PC to FC/PC Calibration Test Jumper
- FC Super PC Hybrid Test Jumper for singlemode applications OR FC/PC Hybrid Test Jumper for multimode applications
- RS-232 Interface Cable
- Software Diskette
- AC Adapter
- 9V Battery
- Alcohol Cleaning Pads
- Manual
- Calibration Certificate

## NOTES

- <sup>1</sup> At a constant temperature from 14 °F to 104 °F / -10 °C to +40 °C.
- <sup>2</sup> At 1300 nm.
- <sup>3</sup> At 850 nm.
- <sup>4</sup> At 73.4 °F / 23 °C.
- <sup>5</sup> Resolution is a function of dynamic range.
- <sup>6</sup> Calibrated to NIST standards.
- <sup>7</sup> These optional lasers are TE-cooled for higher stability.

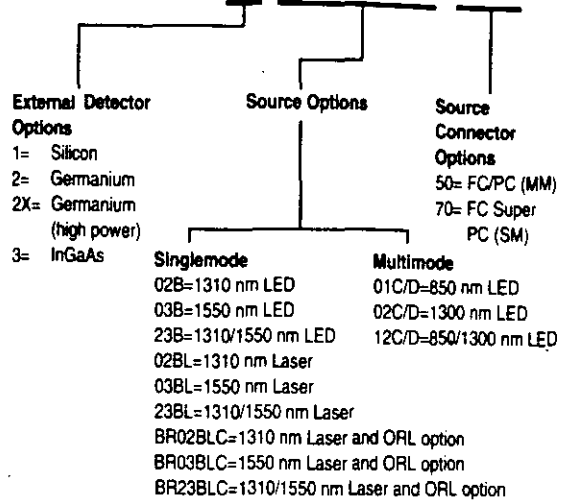
Specifications subject to change without notice

SPFOT910.1AN 93/10

## ORDERING INFORMATION

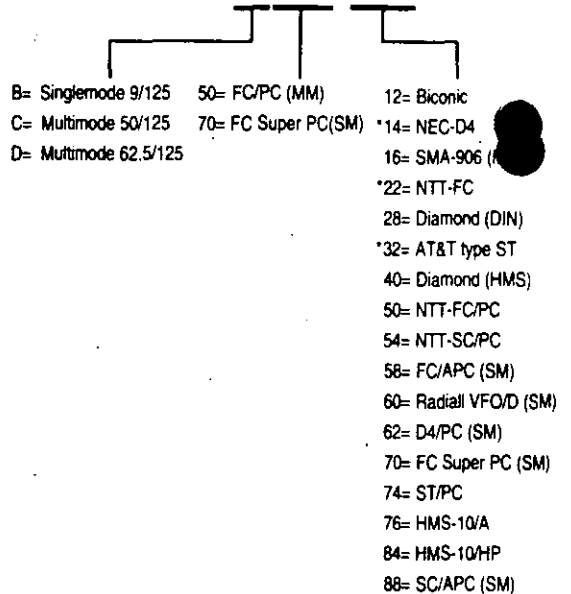
The FOT-910 has two standard connectors: the FC Super PC (70) connector for singlemode applications and the FC/PC(50) for multimode applications. These connectors have been selected to optimize performance. A hybrid test jumper is provided to accommodate the connector selection.

## FOT-91X-XXXXX-XX



Please specify the complementary hybrid test jumper required:

## TJ-XXX-XX



\* EXFO recommends the purchase of connectors 50, 62, 74 instead of 14, 22, 32 respectively. This is because the PC connectors offer a better price/performance ratio than the flat polish connectors.

## Class 1 Laser Product

This product complies with 21 CFR 1040.10 and 1040.11.

We put  
**FIBER OPTICS**  
to the TEST  
... WORLDWIDE

**EXFO**  
Electro-Optical Engineering

**USA & Canada** Tel.: 1-800-663-EXFO  
Tel.: 1-800-663-3936  
Fax: 418-683-2170

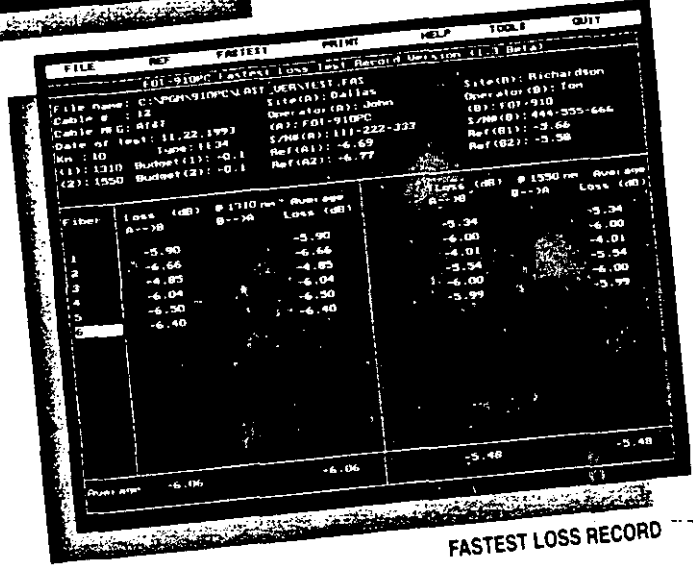
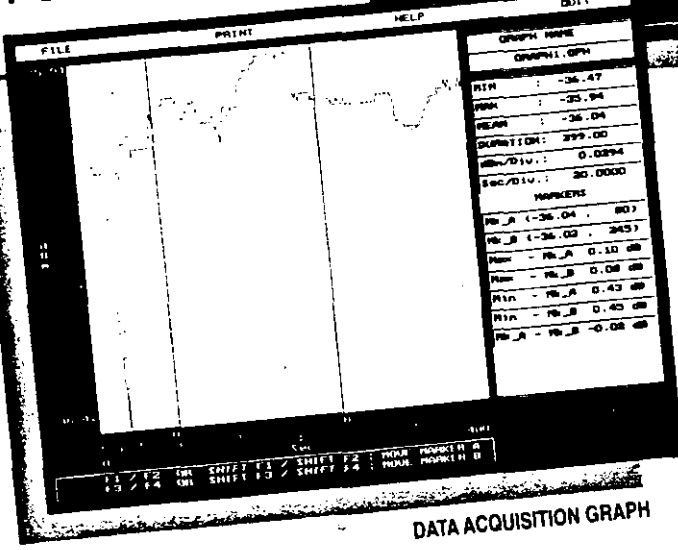
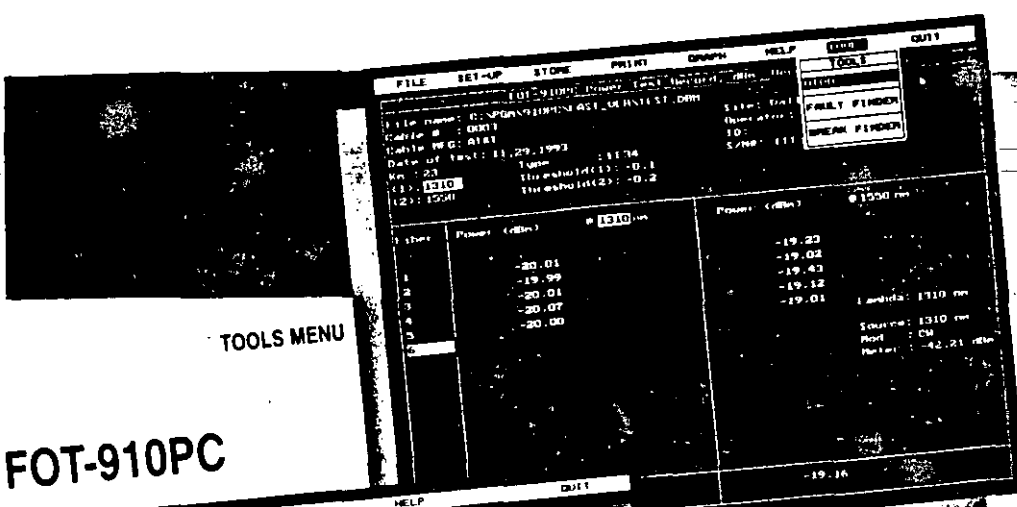
**Europe** Tel.: +33-139-53-9830  
Fax: +33-139-53-9840

465 Godin Ave.  
Vanier, Que., Canada, G1M

**International** Tel.: 418-683-0211  
Fax: 418-683-2170

We put  
**FIBER OPTICS**  
to the **TEST**  
... **WORLDWIDE**

## FOT-910PC



## PC-BASED AUTOMATIC ATTENUATION/ORL TEST SET!

### FOT-910PC



EXFO, the leader in fiber optic test and measurement technology, continues its promise of innovation with the new FOT-910PC. This versatile, PC based optical power meter has all the features of the FOT-910 hand held unit: manual or FASTEST operation, data acquisition mode, and back-reflection option. Our user-friendly, proprietary software controls all the operating modes and provides full test documentation. The FOT-910PC fits into a full-size XT 8-bit expansion slot. It can also be combined with our OTDR card to create an integrated, portable fiber test platform.

### FEATURES

The FOT-910PC can test loss or power manually and automatically, acquire data, and measure back-reflection. The automated loss test mode features our FASTEST system. FASTEST automatically tests a fiber bi-directionally<sup>1</sup> at one (850 nm, 1300 nm, 1550 nm) or two wavelengths (850 nm/1300 nm, 1310 nm, 1550 nm). Data storage is limited only by the computer's memory. The FOT-910PC's back-reflection option measures system optical return loss and component reflectance at both 1310 nm and 1550 nm. The back-reflection option complies with Bellcore Optical Continuous Wave Reflectometer (OCWR) requirements.

<sup>1</sup> Bi-directional testing requires two FOT-910s

### FEATURES

- User-Friendly Software
- Dual Wavelength, Bi-Directional Testing Over a Single Fiber
- Built-in LED or LASER Sources at 1 or 2 Wavelengths
- ORL Reference Capability
- Measurement Storage and Printout
- Built-in Back-Reflection Option
- Transmits and Detects 2 kHz for Fiber Identification

### BENEFITS

- Saves on Testing and Training Costs
- Automatic Attenuation Testing
- Full Documentation Capability

The FOT-910PC also has a standard data acquisition feature that verifies source stability; data can be acquired at programmable time intervals, stored for later analysis, and plotted on a graph.

### USER-FRIENDLY SOFTWARE

EXFO's proprietary software has been designed with the user in mind. It organizes and simplifies your work; user-friendly, pull-down menus intuitively guide the user through testing operations. Fiber system documentation for all the operating modes is complete and dependable. All data is compiled in a comprehensive table format that lets the user quickly and easily analyze test results. Four test reports can be generated: FASTEST Loss Report, Power Test Report, Loss Test Report, Reflectance Test Report. Attenuation reports contain readings from A to B and B to A; an average attenuation for the fiber is automatically calculated. Fibers that exceed pre-programmed fiber budget thresholds are highlighted on the test report. A graph of acquisition data can be easily produced for fast interpretation of results. All report and graphs can be printed to a wide variety of printers.

### COMPLETE SOLUTION

The FOT-910PC is ideal for both the field and the lab. It can be installed in a computer (full size XT 8-bit expansion slot) and in a COM-1010. When the FOT-910PC is installed with an OTDR in EXFO's COM-1010 Launch Box complete system testing (attenuation, power, back-reflection) and trouble-shooting (OTDR, fault finding, break finding) can be done with one unit! The FOT-910PC can be used independently or integrated into a complete fiber test solution.

## POWER METER SPECIFICATIONS<sup>1</sup>

Model	FOT-911PC	FOT-912PC	FOT-912XPC	FOT-913PC
Sensor Type	Si (5 mm)	Ge (2 mm)	Ge (2 mm)	InGaAs (2 mm)
Measuring Range (dBm)	+6 to -70 <sup>3</sup>	+10 to -65 <sup>2</sup>	+18 to -57 <sup>2</sup>	+7 to -70 <sup>2</sup>
Accuracy (dB) <sup>5</sup>	±0.2 (5%)	±0.2 (5%)	±0.2 (5%)	±0.2 (5%)
Cal Spectral Range (nm)	450 to 1050	780 to 1600	780 to 1600	850 to 1650
Resolution (dB) <sup>2</sup>	0.01	0.01	0.01	0.01

## SOURCE SPECIFICATIONS

### Single Wavelength

Option	01C/D	02C/D	02B	03B	02BL	03BL	BR02BLC <sup>7</sup>	BR03BLC <sup>7</sup>
Wavelength (nm)	850 ±30	1300 ±30	1310 ±30	1550 ±30	1310 ±15	1550 ±15	1310 ±15	1550 ±15
Spectral Width (nm)	50	80	80	80	5	5	5	5
Emitter Type	LED	LED	LED	LED	LASER	LASER	COOLED LASER	COOLED LASER
Power Output (dBm)	-22	-18	-24	-29	-6	-6	-6	-6
Stability (8 hrs)(dB)	±0.10 <sup>1</sup>	±0.10 <sup>1</sup>	±0.05 <sup>1</sup>	±0.05 <sup>1</sup>	±0.07 <sup>1</sup>	±0.07 <sup>1</sup>	±0.05 <sup>1</sup>	±0.05 <sup>1</sup>

### Dual Wavelength

Option	12C	12D	23B	23BL	BR23BLC <sup>7</sup>
Wavelength (nm)	850±30/1300±30	850±30/1300±30	1310±30/1550±30	1310±15/1550±15	1310±15/1550±15
Spectral Width (nm)	50/80	50/80	80	5	5
Emitter Type	LED	LED	LED	LASER	COOLED LASER
Power Output (dBm)	-27/-23	-27/-23	-24/-29	-6.5	-6.5
Stability (8 hrs)(dB)	±0.10 <sup>1</sup>	±0.10 <sup>1</sup>	±0.05 <sup>1</sup>	±0.07 <sup>1</sup>	±0.05 <sup>1</sup>

## BACK REFLECTION SPECIFICATIONS<sup>1,4</sup>

Sensor Type	InGaAs (1 mm pigtailed)
Measuring Range (dB)	0 to -55
Accuracy (dB)	±0.5
Resolution (dB) <sup>2</sup>	±0.05

## GENERAL SPECIFICATIONS

Size	13 1/4" x 4 1/2" x 2 3/32"	33.7 x 11.5 x 1.8 cm
Unit Weight	1.4 lbs	0.637 kg
Shipping Weight	9 lbs	4 kg
Power	+5V: 200 mA +12: 40 mA -12: 20 mA	
Environment	Operation: 14 °F to 104 °F Storage: -22 °F to 140 °F	-10 °C to +40 °C -30 °C to +60 °C

## STANDARD ACCESSORIES

- FOA-22 (FC connector adaptor)
- FOA-01 2 kHz Detector
- FOA-XX (connector adaptor of customer's choice)
- FC/PC to FC/PC Calibration Test Jumper
- FC Super PC Hybrid Test Jumper for singlemode applications OR FC/PC Hybrid Test Jumper for multimode applications
- Software Diskette
- Alcohol Cleaning Pads
- Manual
- Calibration Certificate
- Mandrel (with BR option only)

### NOTES

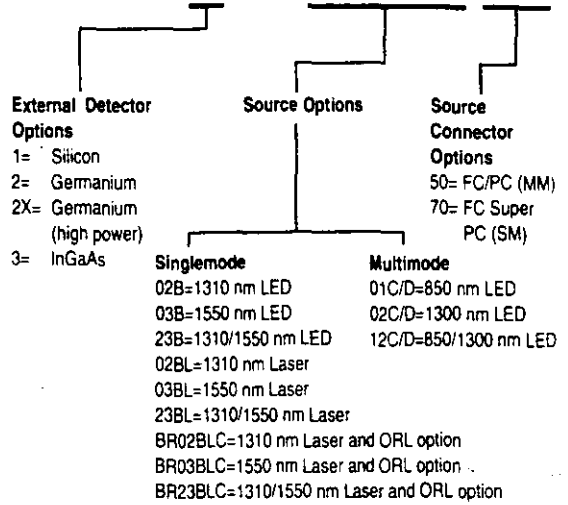
- <sup>1</sup> At a constant temperature from 14 °F to 104 °F / -10 °C to +40 °C
- <sup>2</sup> At 1300 nm.
- <sup>3</sup> At 850 nm.
- <sup>4</sup> This option is only available with 02 BLC, 03 BLC and 23 BLC source options.
- <sup>5</sup> Resolution is a function of dynamic range.
- <sup>6</sup> Calibrated to NIST standards.
- <sup>7</sup> These optional lasers are TE-cooled for higher stability.

Specifications subject to change without notice  
SPFOT910PC.1AN 93/12

## ORDERING INFORMATION

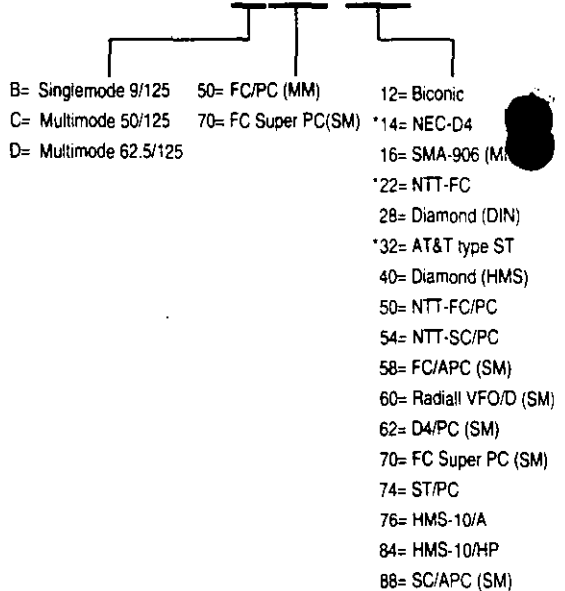
The FOT-910PC has two standard connectors: the FC Super PC (70) connector for singlemode applications and the FC/PC(50) for multimode applications. These connectors have been selected to optimize performance. A hybrid jumper is provided to accommodate the connector selection.

# FOT-91XPC-XXXXX-XX



Please specify the complementary hybrid test jumper required:

# TJ-XXX-XX



\* EXFO recommends the purchase of connectors 50, 62, 74 instead of 22, 14, 32 respectively. This is because the PC connectors offer a better price/performance ratio than the flat polish connectors.

### Class 1 Laser Product

This product complies with 21 CFR 1040.10 and 1040.11.

We put  
**FIBER OPTICS**  
to the TEST  
...WORLDWIDE

**EXFO**  
Electro-Optical Engineering

**USA & Canada** Tel.: 1-800-663-EXFO  
Tel.: 1-800-663-3936  
Fax: 418-683-2170

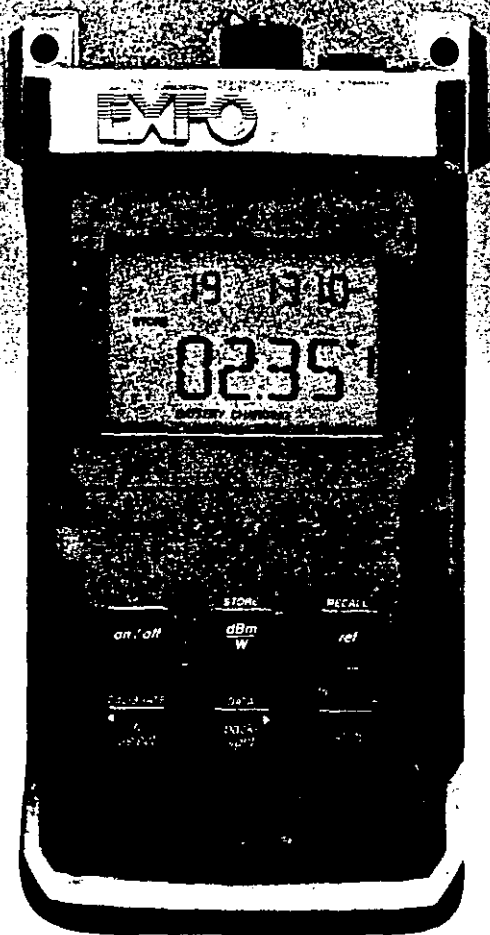
**Europe** Tel.: +33-139-53-9830  
Fax: +33-139-53-9840

**International** Tel.: 418-683-0211  
Fax: 418-683-2170

465 Godin Ave.  
Varner, Que., Canada, G1M 3C7

EXFO AMERICA INC.  
903 North Bowser, Suite 360  
Richardson, TX 75081  
USA

We put  
**FIBER OPTICS**  
to the **TEST**  
... **WORLDWIDE**



**THE FASTEST™  
FIBEROPTIC  
POWER METER**

**FOT-90A Series**

**WORLD'S MOST ADVANCED**

EXFO's FOT-90A represents a major step forward in fiberoptic testing, its full performances and features make any other power meters almost useless. It has been designed to stand up to very stringent conditions and yet still be accurate.

**AUTOMATIC CALIBRATION  
WAVELENGTH SELECTION**

Using the wrong calibration wavelength is the most common cause of erroneous readings and therefore of additional costs for retesting. The FOT-90A has a unique automatic selection of calibration wavelengths (when used with compatible EXFO sources) which can save you time in testing and training as well as money.

**2kHz Tone Detector**

The FOT-90A power meter is offered with a «live fiber detection» adapter, allowing for the detection of 2kHz tone, even through the 3mm fiber jacket! Fiber identification, commissioning, re-routing, etc have never been so easy!

**3-Way Powering™**

Only EXFO's products will never let you down! The built-in electronics automatically select the source of supply for uninterrupted

**Automatic Selection  
of Wavelength**

**2 kHz Tone Detector like  
Life Fiber Detector**

**3-Way Powering™  
(AC, NiCd, 9 Volts)**

**Large Back-Lit Display**

service from (according to priority):

- 1 AC adapter, when present,
- 2 NiCd, until they are dried out,
- 3 9VDC alkaline battery, which is easily interchangeable.

**STORE/RECALL FEATURE**

The FOT-90A power meter series can store 20 readings in its permanent memories which can further be recalled and displayed.

**DATA ACQUISITION MODE**

Obtaining readings over 1 hour has never been so simple. The FOT-90A «Data» function allows storage of 60 readings, at 1 minute intervals, and to further display them.

**RUGGED CONSTRUCTION**

The highest grade of polycarbonate is used for injection molding of the unit case to allow very broad temperature ranges and outstanding robustness and perfect protection of all optical connectors, displays, etc. By design, the FOT-90A is splashproof and fits into a soft holster for additional protection, and to be carried thanks to the shoulder strap or the belt clip provided. The stand can be used to support the unit in an upright position.



## OPTICAL SPECIFICATIONS

Model:	FOT-91A	FOT-92A	FOT-92XA	FOT-93A
Sensor type:	Silicon	Germanium	Germanium	InGaAs
Measuring range <sup>1,2</sup> (dBm):	+3 to -73	+10 to -70	+18 to -60	+3 to -73
Accuracy (dBm) <sup>3</sup> :	±0.2 (5%)	±0.2 (5%)	±0.2 (5%)	±0.2 (5%)
Resolution <sup>1</sup> /Linearity <sup>4</sup> (dB):	±0.01/±0.02	±0.01/±0.02	±0.01/±0.02	±0.01/±0.02
Spectral range (nm):	400 to 1000	800 to 1800	800 to 1800	820 to 1800

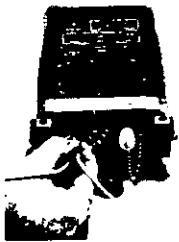
- Resolution is a function of dynamic range when readings are very low level.
- In «FasTest» automated mode, signal capturing is 12 dB less than maximum sensitivity.
- Calibrated to NIST standards.
- Electrical linearity throughout the range.
- With backlight off.
- Tested at 1300 nm for FOT-92A, FOT-92XA and FOT-93A. Tested at 850 nm for FOT-91A.

## GENERAL SPECIFICATIONS

Size:	22 x 11 x 5 cm, 8 3/4 x 4 1/2 x 2 in.
Weight: (unit)	0.700 kg/1.5 lbs.
(shipping)	2.5 kg/5 lbs.
Power <sup>5</sup> :	Built-in NiCd batteries. Operation: 16 hours (typ.) for power meter. 9-Volt battery back-up supply.
Environment:(storage)	-30 to +60 °C
(operation)	-10 to +40 °C
Standard accessories:	Rugged field carrying case, 1 connector adapter, AC adapter, NiCd & 9-Volt batteries, alcohol cleaning pads, live fiber detection device and manual.

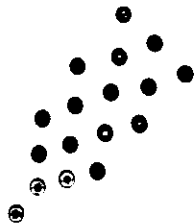
## ORDERING INFORMATION

Specify type of detector:	FOT-91A	Silicon	FOT-92XA	Ge High power
	FOT-92A	Germanium	FOT-93A	InGaAs
Specify free connector adapter:				
FOA-12 Biconic	FOA-40 Diamond HMS	FOA-66 MOTOROLA FLCS		
FOA-14 NEC-D4	FOA-42 Radial PFO	FOA-68 AT&T rotary splice		
FOA-16 SMA-906/905	FOA-44 Radial MFO	FOA-72 Adapter for ribbon		
FOA-18 Deutsch 1000	FOA-46 Sauriau 8016	FOA-76 Diamond HMS-10A		
FOA-24 Radial VFO	FOA-48 HP HFBR-5401/450	FOA-78 Radial EC		
FOA-26 Stratos	FOA-52 Biconic bayonet	FOA-80 ESCON (IBM)		
FOA-28 Diamond DIN	FOA-54 NTT type SC			
FOA-32 AT&T type ST	FOA-56 FDDI			
FOA-34 AT&T-BNC	FOA-64 HP HFBR-4506			



**FOA-01**  
2kHz tone detection adapter.

Simply screw on this adapter, have the fiber lying in the V-grooves and gently push with your fingertip to detect a 2 kHz tone even through jacketed fibers. A «2kHz» message will appear on the screen and an audible tone will be heard.



**FOA-XX**  
A complete range of adapters is available for all common fiberoptic connectors in the industry (see listing under the ordering information). They are precision machined and black anodized for accuracy and durability. Moreover, a protective cap is permanently attached to the unit, thereby allowing it to completely blank the detector.

## ALSO AVAILABLE FROM EXFO

### LAN / ISDN / FDDI / SHORT HAUL / CATV PRODUCTS

FOT-10	Low cost dBm optical power meter
FOT-20	Low cost power meter (dBm, dB, W)
FOT-30	Low cost attenuation meter (dBm, dB, W)
FOT-50	Power/attenuation meter with optional source
FOS-120	Low cost LED source
FLS-130	Low cost Laser source
FLS-230A	Visual fault locator at 650 nm
VCS-15	Dual-fiber long range talk set

### TELECOM / SONET / CATV PRODUCTS

FOT-900	Power/attenuation/return loss test set with FasTest™
FOT-900PC	Power/attenuation/return loss test set with FasTest™ on card for PC
FOT-90(E)	Power meter/attenuation meter and dual source
FLS-210A	LED/Laser dual-wavelength source (FasTest™-compatible)
VCS-20A	Single-fiber multi-party talk set
BRT-320	Hand-held back reflection test set

### LABORATORY AND HIGH END PRODUCTS

FOT-150	Attenuation/return loss test set
FLS-220	High performance variable LED/Laser source
BRT-300	Optical back reflection test set
VBR-310	Variable optical back reflector
FOT-140	4 Channel power meter on card for PC

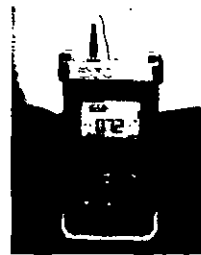
### OPTICAL TIME DOMAIN REFLECTOMETERS

FCS-102B	Singlemode OTDR at 1310nm on a PC-card
FCS-103B	Singlemode OTDR at 1550nm on a PC-card
FCS-123B	Singlemode OTDR 1310/1550nm on a PC-card
FCS-102C/D	Multimode 1310nm OTDR on a PC-card
FCS-101C/D	Multimode 850nm OTDR on a PC-card

### TEST KITS AND ACCESSORIES

TK-XXX	Several application-specific test kits (FDDI, LAN, etc.)
TJ-XXX-XX	Full range of test jumpers
FOA-XX	Full range of connector adapters for power meters
UIA-XX	Complete selection of interchangeable adapters (for Universal Interface only)

Contact EXFO for prices & availability or to obtain the phone number of your local EXFO agent.



The FASTEST™ capability of the FOT-90A is compatible with the FLS-210A light source series from EXFO, which allows for 2 kHz/CW mode single/dual wavelengths, LED and Laser versions, 3-way powering™ and many other outstanding features.

We put  
**FIBER OPTICS**  
to the TEST  
...WORLDWIDE

**EXFO**  
Electro-Optical Engineering

USA Tel.: 1-800-663-EXFO  
Fax: 1-418-683-2170  
Europe Tel.: 33-1-3953-9830  
Fax: 33-1-3953-9840

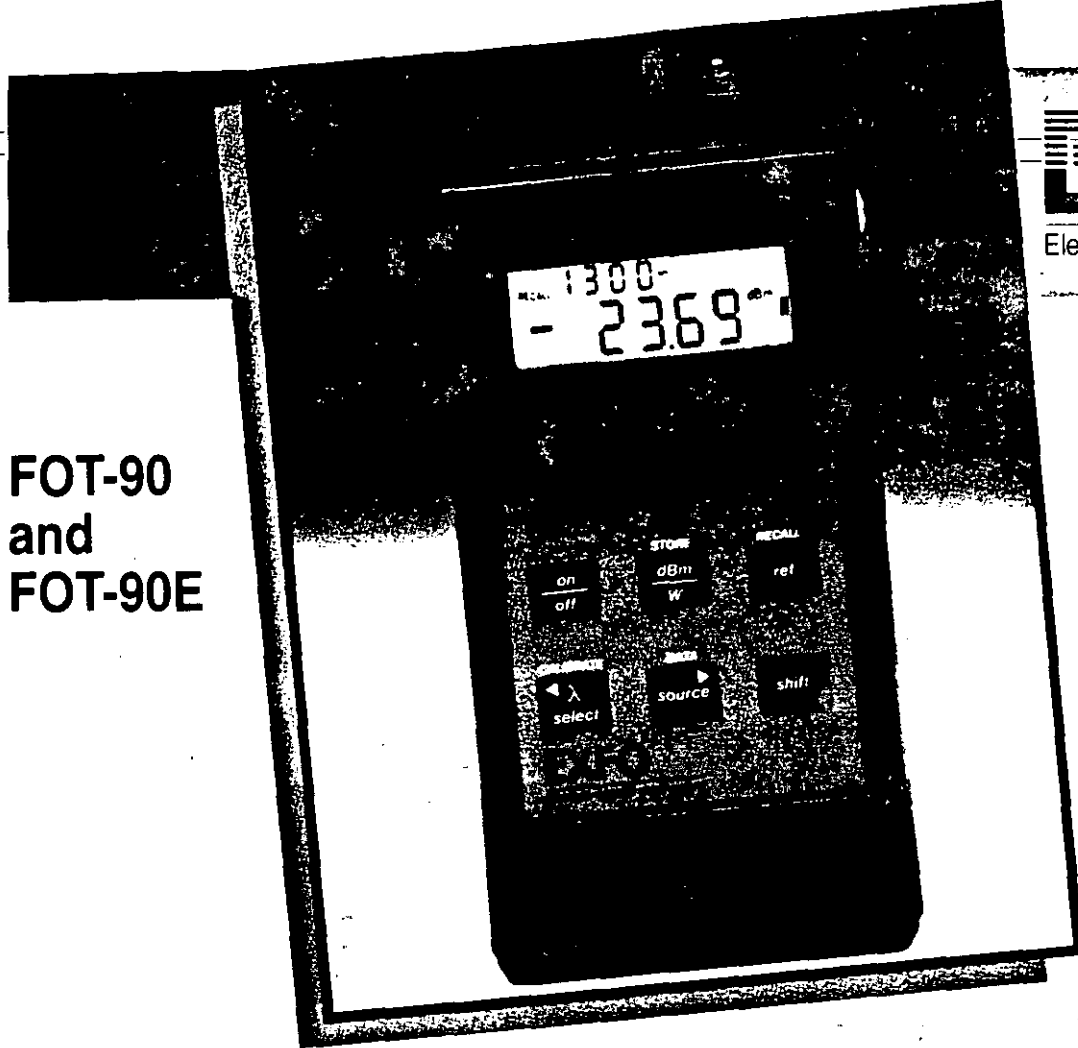
465 Godn. Vanier, Que., CANADA, G1M 3G7

Canada & International Tel.: 1-418-683-0211  
Fax: 1-418-683-2170

# EXFO

Electro-Optical Engineering

## FOT-90 and FOT-90E



We put  
**FIBER OPTICS**  
to the **TEST**  
...**WORLDWIDE**

## FIBEROPTIC DUAL WAVELENGTH ATTENUATION TEST SET

### Performance Power Meter

Performance power meter features include: 0.01 dB resolution; 0.02 dB linearity; dBm, dB (ref), Watt measurements; temperature and humidity compensation; last operating wavelength and reference value storage.

### RS-232 Interface Option

RS-232 Interface option will remotely control or download all readings to a PC\* even through a modem. EXFO supplies the application program and interface cable making it ideal to test cables containing hundreds of fibers efficiently and accurately. Our software also allows you to document the installation of your system, verify and plot transmitter output vs time, or create your own program to suit a particular job.

### Built-in Source Option

Built-in option minimizes the number of units carried in the field. LEDs at 850, 1300 and 1550 nm or LASERS at 1300 and 1550 nm are available in single and dual wavelength configurations (850/1300 nm or 1300/1550 nm).

### FULL FEATURED POWER METER

#### RS-232 interface option

#### Programmable "λ select" key .02 dB linearity, .01 dB resolution

#### Temperature compensated

### PERFORMANCE LIGHT SOURCE

#### LED or LASER

#### Single & dual wavelengths

#### Full range of output connectors

#### Outstanding stability

#### Fast stabilization

### Programmable "λ Select" Key

The FOT-90(E) series contains 20 wavelengths calibrated to strict N.I.S.T. standards. From these wavelengths, only those needed for the job at hand are simply programmed for direct access by an operator.

### Data Logger

The FOT-90E series allows the operator to store up to 500 readings in the DATA LOGGING mode. For monitoring applications, the DATA ACQUISITION MODE is used to automatically store up to 300 readings in time intervals ranging from 1 sec to 1 hr. All readings are permanently stored (even after the instrument is turned off) and can be further downloaded to a PC\*.

### Dual-Wavelength Testing

Dual-wavelength testing gives you the powerful option of bi-directional testing, saving you time and money by keeping crews in one place while transmitting and receiving at two wavelengths. Switch-selectable sources launch two wavelengths from just one output port.

\* A Trademark of International Business Machines

## OPTICAL SPECIFICATIONS<sup>1</sup>

MODEL:	FOT-91(E)	FOT-92(E)	FOT-92X(E)	FOT-93(E)
Sensor type:	Silicon	Germanium	Germanium	InGaAs
Measuring range <sup>2</sup> (dBm):	+3 to -80	+3 to -73	+16 to -60	+3 to 76
Accuracy (dB):	0.2 (5%)	0.2 (5%)	0.2 (5%)	0.2 (5%)
Resolution/Linearity <sup>3</sup> (dB):	±0.1/±0.2	±0.1/±0.2	±0.1/±0.2	±0.1/±0.2
Spectral range (nm):	400 to 1100	800 to 1800	800 to 1800	820 to 1800

## SINGLE WAVELENGTH SOURCE SPECIFICATIONS<sup>1</sup>

OPTION:	-01G	-02G	-02S	-02SL	-03S	-03SL
Wavelength (nm):	850 ±30	1300 ±30	1300 ±30	1300 ±15	1550 ±30	1550 ±15
Spectral width (FWHM)(nm):	50	80	80	5	80	5
Emitter type:	LED	LED	LED	LASER	LED	LASER
Power output: (9/125 μm)	N/A	-37	-22	-7	-27	-2
(dBm typ.)(50/125 μm)	-16	-18.5	-22	-7	-27	-2
Stability: (1hr./8hrs <sup>4</sup> )(dBm)	±0.3/±10	±0.4/±12	±0.6/±15	±0.6/±15	±0.6/±15	±0.6/±15
Temperature stability <sup>5</sup> :	±30	±30	±30	±30	±30	±30

## DUAL WAVELENGTH SOURCE SPECIFICATIONS<sup>1</sup>

OPTION:	-12M	-23S	-23SL
Wavelength (nm):	850 ±30	1300 ±30	1300 ±15
Spectral width (FWHM)(nm):	50	80	5
Emitter type:	LED	LED	LASER
Power output: (9/125 μm)	N/A	-37	-32
(dBm typ.)(50/125 μm)	-20	-18.5	-12
Stability: (1hr./8hrs <sup>4</sup> )(dBm)	±0.3/±10	±0.4/±12	±0.6/±15
Temperature stability <sup>5</sup> :	±30	±30	±30

## GENERAL SPECIFICATIONS<sup>1</sup>

Size:	18 x 10 x 4 cm	7 x 4 x 1 3/4 in.
Weight	unit: 0.7 kg	1.5 lbs.
	shipping: 2.5 kg	5 lbs.
Power:	Built-in NiCd batteries. Operation: 10 hours (typ.) for power meter; 6 hours (typ.) for light source.	
Environment:	Operation: -10 to +40 °C +15 to +105 °F	Storage: -30 to +60 °C -20 to +140 °F
Standard accessories:	Field carrying case, one connector adapter, AC charger, Operation Manual and Certificate of Calibration. Also with FOT-90E: RS-232 cable and application software.	

## ORDERING INFORMATION

FOT-9XE-YYY-ZZ	Use "E" to specify FOT-90E series if desired		
X: Detector type:	1: Silicon;	2: Germanium;	3: InGaAs
YYY: Source Option. Select one of the following (if any):			
01G: 850 nm LED; general	03SL: 1550 nm LASER; 9/125 μm		
02G: 1300 nm LED; general	12M: 850/1300 LEDs; 50/125 μm		
02S: 1300 nm LED; 9/125 μm	23S: 1300/1550 nm LEDs; 9/125 μm		
02SL: 1300 nm LASER; 9/125 μm	23SL: 1300/1550 nm LASERS; 9/125 μm		
03S: 1550 nm LED; 9/125 μm			
Source output connector <sup>6</sup> (if any) to be specified as follows:			
-ZZ - Fixed connectors (permanently installed):			
12: Biconic	14: NEC-D4	16: SMA-906	
22: NTT-FC	24: Radial VFO	26: Stratos (430, 830)	
28: Diamond (DIN)	32: AT&T type ST	34: AT&T type BNC	
40: Diamond (HMS)	42: Radial PFO	44: Radial MFO	
50: NTT-FC/PC	52: Biconic Bayonet	54: NTT-SC	
or -UIA-ZZ-Universal Interface Adapters (UIA), for use with optional Universal Interface (UI) system, accepting any of the following interchangeable connector adapters:			
UIA-12: Biconic	UIA-14: NEC-D4	UIA-16: SMA-906	
UIA-22: NTT-FC	UIA-28: Diamond DIN	UIA-32: AT&T-ST	
UIA-40: Diamond HMS	UIA-54: NTT-SC		

Call factory or your local agent for availability of other output connectors. \*RS signifies RS-232 computer interface option and includes application software and GP-60 interface cable.

Specifications subject to change without prior notice.

SPFOT90E SAN 93/03

## ALSO AVAILABLE FROM EXFO

### LAN/ISDN/FDDI/SHORT HAUL/CATV PRODUCTS

FOT-10	Low cost dBm optical power meter
FOT-20	Low cost power meter (dBm, dB, W)
FOT-30	Low cost attenuation meter (dBm, dB, W)
FOT-50	Performance power/attenuation meter
FOS-120	Low cost LED light source
FLS-130	Low cost Laser source
FLS-230A	Visual fault locator at 650 nm
LFD-10	Clip-on-device

### TELECOM/SONET/CATV/PRODUCTS

FOT-900	Power/attenuation/return loss test set with FasTest™
FOT-900PC	Power/attenuation/return loss test set with FasTest™ on card for PC
FOT-90(E)	Power meter/attenuation meter and dual source
FLS-210A	LED/Laser dual-wavelength source (FasTest™ compatible)
VCS-20A	Single-fiber multi-party talk set
BRT-320	Hand-held back-reflection test set

### LABORATORY AND HIGH END PRODUCTS

FOT-150	Attenuation/return loss test set
FLS-220	High performance variable LED/Laser source
BRT-300	Optical back-reflection test set
VBR-310	Variable optical back-reflector
FOT-140	4 Channel power meter on card for PC

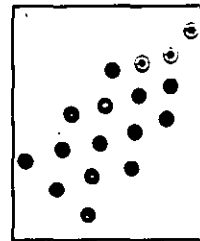
### OPTICAL TIME DOMAIN REFLECTOMETERS

FCS-102B	Singlemode OTDR at 1310 nm on a PC-card
FCS-103B	Singlemode OTDR at 1550 nm on a PC-card
FCS-123B	Singlemode 1310/1550 nm OTDR on a PC-card
FCS-102C/D	Multimode 1310 nm OTDR on a PC-card
FCS-101C/D	Multimode 850 nm OTDR on a PC-card
FCS-112C/D	Multimode 850/1310 nm OTDR on a PC-card

### TEST KITS AND ACCESSORIES

TK-XXX	Several application-specific test kits (FDDI, LAN)
TJ-XXX-XX	Full range of test jumpers
FOA-XX	Full range of connector adapters for power meters
UIA-XX	Complete selection of interchangeable adapters (for Universal Interface system only)

Please contact factory for prices and availability or to inquire about EXFO's worldwide network of representatives.



Power meter adapters FOA-XX



Optional source adapters UIA-XX

- NOTES
1. Measurements made at 23 °C unless otherwise specified
  2. FOT-92(E) and FOT-93(E) have a measuring range of -65 dBm for wavelengths less than 1000 nm
  3. At 23 °C ±2 after a 10-minute warm-up period.
  4. At 23 °C ±5 after a 20-minute warm-up period.
  5. For temperature variation from -10 to +40 °C
  6. Some output connectors are supplied at extra cost. Contact factory to inquire about over 25 connectors available.
  7. Electrical linearity throughout the range.

Canada & USA Tel.: 1-800-663-EXFO  
Tel.: 1-800-663-3936  
Fax: 418-683-2170  
Europe Tel.: +33-139-53-9830  
Fax: +33-139-53-9840

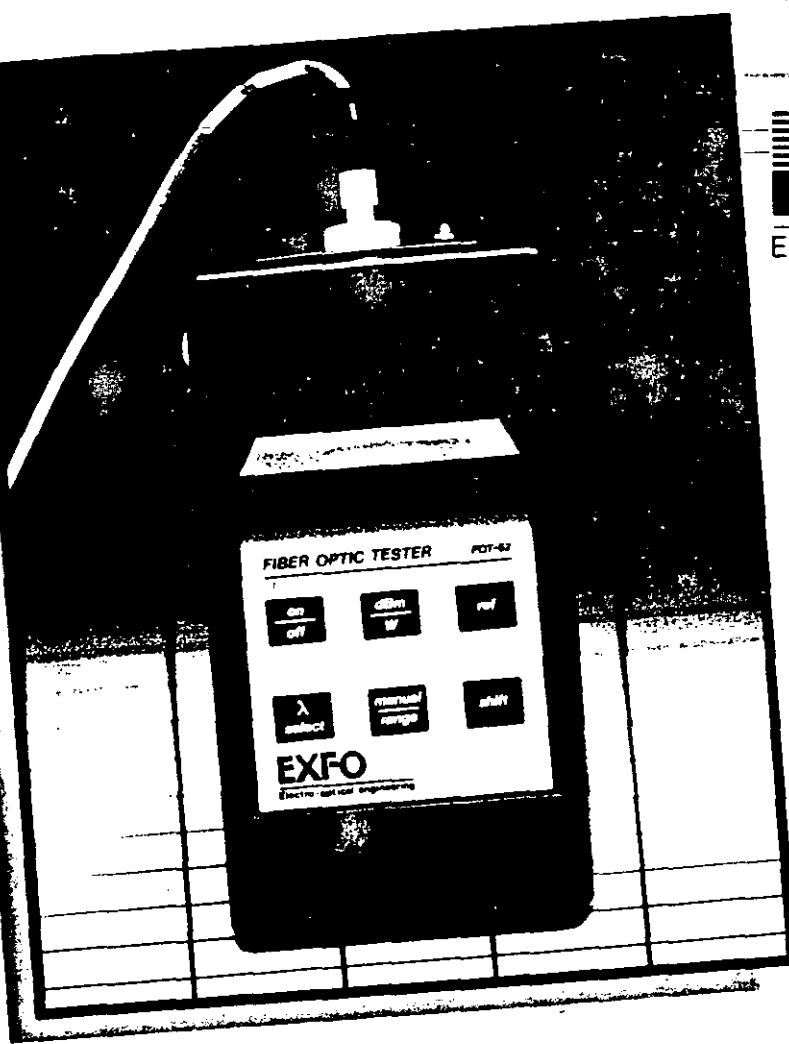
465 Godin Ave.  
Vanier, Que., Canada, G1M 1

International Tel.: 418-683-0211  
Fax: 418-683-2170

# EXFO

Electro-Optical Engineering

## FOT-50



We put  
**FIBER OPTICS**  
to the TEST  
...**WORLDWIDE**

## FIBEROPTIC POWER METER WITH LED SOURCE OPTION

### LED Source Option

LED Source Option at 850, 1300 or 1550 nm can be built into the power meter to give you bi-directional test capability. One instrument does the work of two - saving time and money in the field.

### RS-232 Interface Option

RS-232 Interface Option remotely controls all the instrument's functions from a computer. Ideal for ATE, lab and manufacturing environments. Comes with application software and interface cable.

### Calibrated Wavelengths

20 Calibrated user programmed wavelengths increase testing efficiency by displaying only the wavelengths needed for a particular job. All measuring wavelengths are calibrated to strict N.I.S.T. standards. The last operating wavelength and reference value are automatically stored in the instrument's non-volatile memory.

### Proven Reliability and Simplicity

### +3 to -70 dBm Measuring Range

### 850, 1300 or 1550 nm LED Option

### Singlemode and Multimode Fibers

### Stores Reference and Wavelength

### Universal Adapter System

### Early Low Battery Warning

### Analog Out, Audio Transducer

### Rechargeable Batteries

Rechargeable batteries typically operate the power meter for 10 hours, and the LED source option for 3 hours. Each with its own independent battery circuit.

### Rugged Design

Rugged design makes the instrument ideal for even the most severe field conditions. The FOT-50 is housed in a tough polycarbonate case incorporating weather-proof key pad and connector ports. It is a complete test system that includes field carrying case, AC charger and connector adapter.

### Universal Adapter System

Universal adapter system gives you the power to connect over 25 industry standard connectors (even FDDI) to EXFO's power meters and to link up with single and multimode fibers (up to 200/230  $\mu$ m). Unlike plastic adapters, EXFO's CNC machined metallic adapters are anodized for strength and accuracy, with typical repeatability of  $\pm 0.02$  dB.

## POWER METER SPECIFICATIONS <sup>1</sup>

MODEL:	FOT-51	FOT-52	FOT-52X	FOT-53
Sensor type:	Si (5 mm)	Ge (2 mm)	Ge (2 mm)	InGaAs (2 mm)
Measuring range <sup>3</sup> (dBm):	+3 to -80	+3 to -70	+16 to -60	+3 to -75
	2 mW to 10 pW	2 mW to 100 pW	40 mW to 1 nW	2 mW to 30 pW
Spectral range (µm):	400 to 1100	800 to 1800	800 to 1800	820 to 1800
Accuracy (dB):	±0.2 (5%)	±0.2 (5%)	±0.2 (5%)	±0.2 (5%)
Resolution (dB):	±0.01	±0.01	±0.01	±0.01
Linearity <sup>9</sup> (dB) (Full-range):	±0.02	±0.02	±0.05	±0.02

## LED SOURCE OPTION SPECIFICATIONS <sup>1</sup>

OPTION MODEL:	-01G	-02G	-02S	-03S
Wavelength (nm):	850 ± 30	1300 ± 30	1300 ± 30	1550 ± 30
Spectral bandwidth (nm):	50	80	80	80
Output power (50/125) <sup>4</sup> :	-16	-18.5	-22	-27
(9/125) <sup>4</sup> :	N/A	-37	-22	-27
Power stabi. (1hour) <sup>5</sup> (dB):	±0.03	±0.04	±0.06	±0.06
(8 hours) <sup>6</sup> (dB):	±0.10	±0.12	±0.15	±0.15
Temp. stability <sup>7</sup> (dB):	±0.30	±0.30	±0.30	±0.30

## GENERAL SPECIFICATIONS <sup>1</sup>

Size:	18 x 10 x 4 cm	7 x 4 x 1 3/4 in.
Weight unit:	0.7 kg	1.5 lbs.
shipping:	2.5 kg	5.5 lbs.
Power:	10 hours (typ.) - power meter 3 hours (typ.) - LED source. Powered from separate battery circuit. 14 hours (typ.) - charging	
Standard accessories:	Field carrying case, one connector adapter, AC charger. Operation Manual and Certificate of Calibration.	
Environment:	Operation: -10 to +40 °C +15 to +105 °F	Storage: -30 to +60 °C -20 to +140 °F

## ORDERING INFORMATION

FOT-50 series are specified in the following manner:

FOT - model - optional source code - connector type - optional RS-232C interface

Model: select among 51, 52, 52X or 53 (refer to descriptions above).

Optional source code: see LED SOURCE OPTION SPECIFICATIONS and select among:  
01G, 02G, 02S or 03S.

Connector type: specifies BOTH input and output connector type:

• one free input connector adapter is enclosed with every power meter

• output connector <sup>8</sup> for light source can be:

- "XX" fixed connectors (permanently installed):

12: Biconic	14: NEC-D4	16: SMA-906
22: NTT-FC	24: Radial VFO	26: Stratos (430, 830)
28: Diamond (DIN)	32: AT&T type ST	34: AT&T type BNC
40: Diamond (HMS)	42: Radial PFO	44: Radial MFO
50: NTT-FC/PC	52: Biconic Bayonet	54: NTT-SC

or -UIA-XX-Universal Interface Adapters for use with optional Universal Interface system, accepting any of the following interchangeable connector adapters:

UIA-12: Biconic	UIA-14: NEC-D4	UIA-16: SMA-906
UIA-22: NTT-FC	UIA-28: Diamond DIN	UIA-32: AT&T-ST
UIA-40: Diamond HMS	UIA-54: NTT-SC	

- RS-232 interface: Comes with interface cable and application software.

## NOTES

1. Measurements made at 23 °C unless otherwise specified.
2. Accepts fibers from singlemode to 200/230 µm
3. For Ge and InGaAs detectors, below 1000 nm, sensitivity is limited to -65 dBm or 300 pW
4. Typical output power. May vary with connector.
5. At 23 ±2 °C after a 10-minute warm-up period.
6. At 23 ±5 °C after a 20-minute warm-up period.
7. For a temperature variation from -10 to +40 °C.
8. Some LED source output connectors are offered at extra cost. Contact local agent or factory for complete list of connectors and pricing.
9. Electrical linearity throughout the range.

Specifications subject to change without prior notice.

SPFOT50 SAN 93/03

## ALSO AVAILABLE FROM EXFO

### LAN / ISDN / FDDI / SHORT HAUL / CATV PRODUCTS

FOT-10	Low cost dBm optical power meter
FOT-20	Low cost power meter (dBm, dB, W)
FOT-30	Low cost attenuation meter (dBm, dB, W)
FOT-50	Performance power/attenuation meter
FOS-120	Low cost LED light source
FLS-130	Low cost Laser source
FLS-230A	Visual fault locator at 650 nm
LFD-10	Clip-on-device

### TELECOM / SONET / CATV / PRODUCTS

FOT-900	Power/attenuation/return loss test set with FasTest™
FOT-900PC	Power/attenuation/return loss test set with FasTest™ on card for PC
FOT-90(E)	Power meter/attenuation meter and dual source
FLS-210A	LED/Laser dual-wavelength source (FasTest™ compatible)
VCS-20A	Single-fiber multi-party talk set
BRT-320	Hand-held back-reflection test set

### LABORATORY AND HIGH END PRODUCTS

FOT-150	Attenuation/return loss test set
FLS-220	High performance variable LED/Laser source
BRT-300	Optical back-reflection test set
VBR-310	Variable optical back-reflector
FOT-140	4 Channel power meter on card for PC

### OPTICAL TIME DOMAIN REFLECTOMETERS

FCS-102B	Singlemode OTDR at 1310 nm on a PC-card
FCS-103B	Singlemode OTDR at 1550 nm on a PC-card
FCS-123B	Singlemode 1310/1550 nm OTDR on a PC-card
FCS-102C/D	Multimode 1310 nm OTDR on a PC-card
FCS-101C/D	Multimode 850 nm OTDR on a PC-card
FCS-112C/D	Multimode 850/1310 nm OTDR on a PC-card

### TEST KITS AND ACCESSORIES

TK-XXX	Several application-specific test kits (FDDI, LAN, etc)
TJ-XXX-XX	Full range of test jumpers
FOA-XX	Full range of connector adapters for power meters
UIA-XX	Complete selection of interchangeable adapters (for Universal Interface system only)

Please contact factory for prices and availability or to inquire about EXFO's worldwide network of representatives.



## CATV

The FOT-52X version is specifically designed for CATV applications. It can measure extremely high power levels (up to 40 mW). The FOT-50 series also offers an RS-232 interface option that allows all modes to be externally controlled via a PC. Built-in source option is also available (top left port).

We put  
FIBER OPTICS  
to the TEST  
...WORLDWIDE

# EXFO

Electro-Optical Engineering

Canada Tel.: 1-800-663-EXFO  
& USA Tel.: 1-800-663-3936  
Fax: 418-683-2170

Europe Tel.: +33-139-53-9830.  
Fax: +33-139-53-9840

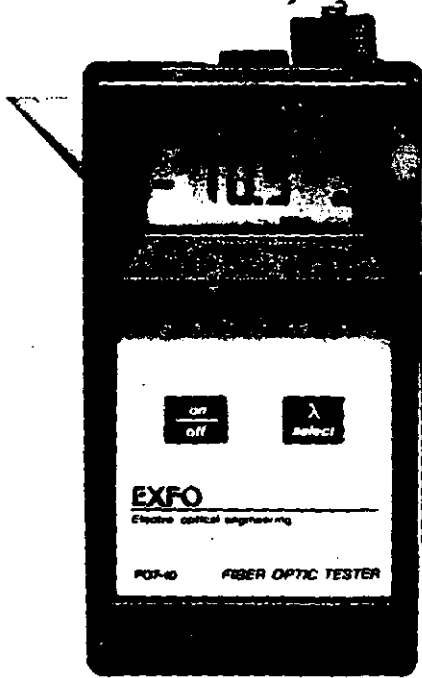
465 Godin Ave.  
Vanier, Que., Canada, G1M 3G7

International Tel.: 418-683-0211  
Fax: 418-683-2170

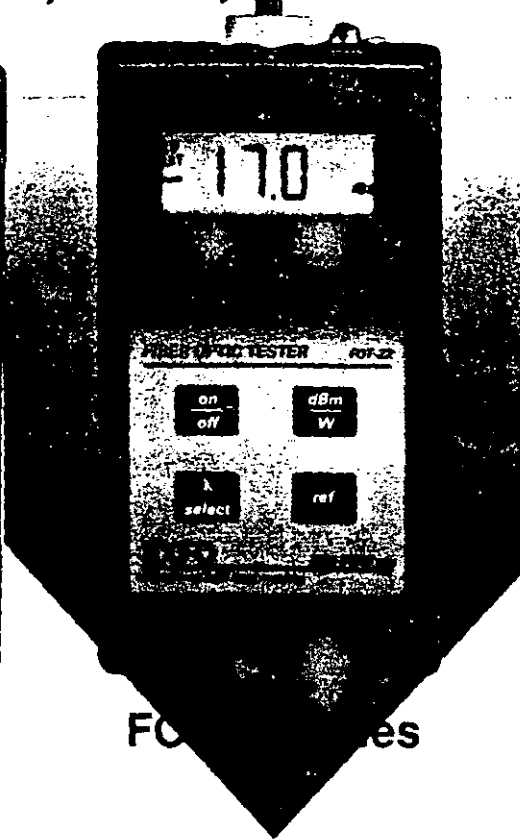
*We put Fiber Optics  
to the test... Worldwide*

**EXFO**  
Electro-Optical Engineering

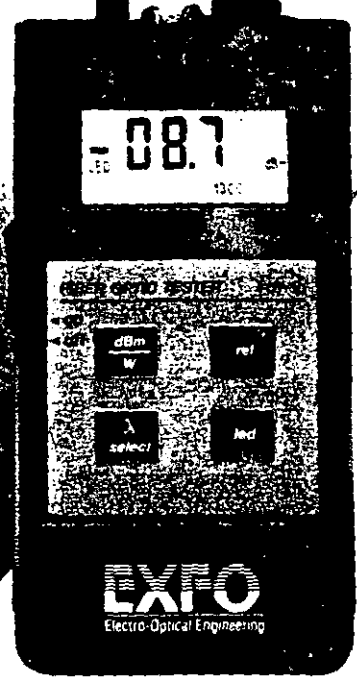
**LAN, ISDN, FDDI, CATV Power Meters**



**FOT-10 series**



**FOT-20 series**



**FOT-30 series**

**FOT-10 Series**

User-friendly and very competitively priced, this power meter provides many features: auto-off function, direct dBm readings, excellent linearity and temperature stability. It has been designed to withstand the most severe field abuse. Perfect for FDDI testing, it is the unit of choice for computer manufacturers.

**FOT-20 Series**

The FOT-20 series reads attenuation (in dB) as well as power (in dBm and Watt). Ideal for wide deployment Fiber-in-the-Loop (FITL) or for LAN installation, it remains very price competitive. Installers in ISDN and WAN environments have made it their preferred choice. It is also widely approved by Bell operating companies.

Bellcore code LQTEPA03AA.

**Our state-of-the-art  
"Linear Technology" guarantees:**  
**outstanding linearity**  
**best temperature stability**  
**largest dynamic range**  
**long lasting calibration**

▲  
**AC adapter<sup>1</sup> and 9-Volt battery**

▲  
**Small size, very rugged**

▲  
**Full digital technology**

▲  
**Widely standardized**  
 ▲

**FOT-30 Series**

With all the features and performance of the FOT-20, the FOT-30 also incorporates a built-in LED source for simple yet accurate attenuation testing, either bidirectionally or using the loop-back method. The source of the FOT-30 offers high stability and launches a high power level signal into multimode and singlemode fibers. The FOT-30: a versatile source/meter combination in a single hand-held instrument.

- FOT-31-01G: Si detector, 850 nm source
- FOT-32-01G: Ge detector, 850 nm source
- FOT-32-02G: Ge detector, 1300 nm source
- FOT-32-03G: Ge detector, 1550 nm source

<sup>1</sup>: not available on FOT-30 series

## POWER METER SPECIFICATIONS <sup>1</sup>

Models:	FOT-11 FOT-21	FOT-12 FOT-22	FOT-12X FOT-22X	FOT-31-XX	FOT-32-XX
Application:	LAN, FDDI, etc	LAN, FDDI, etc	CATV	LAN, FDDI, etc	LAN, FDDI, etc
Detector type <sup>2</sup> :	Si, 5 mm	Ge, 2 mm	Ge, 2 mm	Si, 5 mm	Ge, 2 mm
Calibrated Wavelengths: (nm)	630, 820, 850	850, 1300, 1550	850, 1300, 1550	630, 820, 850	850, 1300, 1550
Dynamic Range: (dBm)	+6 to -60	+6 to -60	+16 to -50	+3 to -60	+3 to -55
Resolution: (dB)	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Absolute Accuracy: (dB)	±0.20	±0.25	±0.25	±0.20	±0.25
Relative Accuracy: (dB)	±0.05	±0.05	±0.05	±0.05	±0.05

### NOTES

- At 23 °C ±2 unless otherwise specified.
- Allows all fiber types up to 200/240 µm in s
- After a 10 minute warm-up, measured with a 62.5/125 µm fiber.
- After a 15 minute warm-up, measured with a 62.5/125 µm fiber.
- Typical value. Measurements are made with 62.5/125 µm fiber only.
- AC adapter not available with FOT-30 series.

## SOURCE SPECIFICATIONS <sup>1</sup> (FOT-30 SERIES)

Models:	FOT-(31 or 32)- 01G-XX	02G-XX	03G-XX	Units
Transmission Wavelength:	850 ± 30	1300 ± 20	1550 ± 30	nm
Spectral Width (FWHM):	40	80	120	nm
Power Stability: (10 min <sup>2</sup> ):	±0.03	±0.04	±0.08 <sup>4</sup>	dB
(1 hour <sup>3</sup> ):	±0.05	±0.06	±0.10	dB
Power launched in				
9/125 µm <sup>5</sup> :	N/A	-37	-39	dBm
50/125 µm <sup>5</sup> :	-19.5	-18.5	-20.5	dBm
62.5/125 µm:	-17	-16	-18	dBm
Output Connectors:				
Specify output connector (-XX)	-16: SMA-906	-22: NTT-FC	-32: AT&T-ST	
Contact manufacturer or local agent to inquire about other connectors.				

## GENERAL SPECIFICATIONS <sup>2</sup>

Size:	14.5 X 8 X 3.5 cm	5 3/4 X 3 1/8 X 1 3/8 in
weight:	unit: 350 g	12 oz
	shipping: 1200 g	2 3/4 lbs
Power:	AC adapter for continuous operation <sup>6</sup> Standard 9-Volt alkaline battery. Battery life: 40 hours. (10 hours with FOT-30 when source is on.)	
Environment:	Operating: -10 to +50 °C	+15 to +122 °F
	Storage: -30 to +60 °C	-22 to +140 °F
Optional Accessories Kit:	Field carrying case, AC adapter, one connector adapter, user's manual, certificate of calibration.	

### EXFO, the clear choice for dependable fiberoptic test instruments.

EXFO has gained a solid reputation in the testing industry; it is one of the preferred suppliers of fiberoptic test equipment for the long haul, laboratory and short haul markets for numerous reasons.

**Technology:** EXFO short haul power meters are the only low cost power meters to incorporate our advanced, fully digital linear amplification technology which is normally found with laboratory grade units. When you invest in an EXFO meter, you obtain unmatched linearity, accuracy, temperature stability and the assurance of a long lasting optical calibration.

**Fiber Types:** EXFO power meters incorporate large area detectors; the mounting of the detector is optimized to allow measurements on a board variety of fibers: 9/125, 50/125, 62.5/125, 100/140 and even 200/240 µm.

**Industry Standard:** EXFO power meters have become an industry standard over the last 6 years. Computer manufacturers, installers, telephone companies, cable operators, laboratories, have adopted EXFO products as their standard fiberoptic instruments. You can depend on them.

**Stock:** A very broad selection of EXFO products is guaranteed to be in stock for those urgent testing contracts. Count on EXFO to be part of your solution... not part of your problem.

**Accessories:** A full range of accessories can also be provided by EXFO: bare fiber adapters, standard and hybrid test jumpers, etc. Ask for our documentation on Accessories and Test Kits.

**Engineering Support:** Our sales support engineers can provide you with technical assistance over the phone or by fax. We have also prepared several technical notes describing specific testing procedures and the basics of optical fiber testing.

Specifications subject to change without prior notice.  
SPFOT102030.2AN 9305

**Quality:** EXFO's Engineering and production services are controlled by a Total Quality system based on the ISO 9002 (87) international Quality System Standard.

**Connector adapters:** All EXFO adapters are precision machined and finished in low gloss black for unmatched repeatability (<0.03 dB) and durability. They are available for all connector types:

FOA-12: Biconic	FOA-14: NEC-D4
FOA-16: SMA-906/905	FOA-18: Deutsch 1000
FOA-22: NTT-FC/NEC-D3	FOA-24: Radial VFO
FOA-26: Stratos	FOA-28: Diamond DIN
FOA-32: AT&T-ST	FOA-34: AT&T-BNC
FOA-40: Diamond HMS	FOA-42: Radial PFO
FOA-44: Radial MFO	FOA-46: Sauriau 8016
FOA-48: Hewlett-Packard HFBR 4501	FOA-52: Biconic Bayonet
FOA-54: NTT-type SC	FOA-56: FDDI
FOA-58: NTT-FC/APC	FOA-64: H-P (HFBR-4506)
FOA-66: Motorola FLCS	FOA-68: AT&T Rotary Splice
FOA-70: Super PC	

## OTHER PRODUCTS AVAILABLE

### Short Haul (ISDN, LAN, FDDI, WAN)

- FOS-120 LED Source
- FLS-130 LASER Source
- FLS-230 Visual Fault Locator
- FOT-50 High Performance Attenuation Meter

### Long Haul (Telco, CATV, SONET)

- Power Meters
- Attenuation Test Systems
- Return Loss Test Sets
- LED/Laser Sources
- Variable Attenuators
- Talk Sets
- Live Fiber Detectors

### Laboratory

- Power Meters
- LED/Laser Sources
- Variable Attenuators
- Return Loss Test Sets
- Variable Optical Reflectors

### Accessories

- Test Jumpers
- Bare Fiber Adapters

We put  
**FIBER OPTICS**  
to the TEST  
... WORLDWIDE

**EXFO**

Electro-Optical Engineering

Canada Tel.: 1-800-663-EXFO  
 & USA Tel.: 1-800-663-3936  
 Fax: 418-683-2170  
 Europe Tel.: 33-139-53-9830  
 Fax: 33-139-53-9840

465 Godin Ave.  
 Vanier, Que., Canada, G1M 3C6

International Tel.: 418-683-0211  
 Fax: 418-683-2170



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**  
**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**  
**CURSOS ABIERTOS**  
**III CURSO INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES**  
**MODULO III REDES DIGITALES: ACTUALIDAD Y PERSPECTIVA**

**INTERFASE U DE RDSI**

**M. en C. CARLOS E. HIRSCH GANIEVICH**

**1994**



# La interfaz de usuario

Carlos E. Hirsch Ganievich  
Sección de Comunicaciones  
CINVESTAV

## 7.- CONFIGURACION DE REFERENCIA DE LA INTERFAZ USUARIO-RED.

Una configuración de referencia es una herramienta conceptual, que se utiliza para definir diversas posibilidades de conexión en una red, se basan en puntos de referencia y grupos funcionales, como se muestra en la figura 7.

Los grupos funcionales corresponden a un conjunto de funciones, normalmente alojadas en un mismo equipo, de acuerdo con:

- TL = Terminador de Línea. Físicamente ubicado en la central, realiza funciones de nivel 1, transmisión, alimentación, mantenimiento, desactivación, activación, supervisión.
- TR1 = Terminador de Red 1. Físicamente ubicado en el domicilio del abonado, agrupa funciones de nivel 1, terminación de línea, extracción de la temporización, monitoreo de la transmisión, alimentación y funciones de mantenimiento.
- TR2 = Terminador de Red 2. Agrupa funciones de nivel 2 y 3, conmutación, concentración, multiplexaje, y puede actuar como PBX, red de área local, etc. Este equipo puede no existir, en la configuración más sencilla, en cuyo caso los puntos S y T se juntan en uno solo.
- ET1 = Equipo Terminal compatible con las recomendaciones de RDSI especialmente en lo que se refiere al bus S/T. Comprende funciones en todos los niveles del modelo de capas.
- ET2 = Equipo Terminal no RDSI, que requiere un adaptador de terminal (AT) para funcionar (por ejemplo, un teléfono analógico, o una terminal con interfaz RS232).

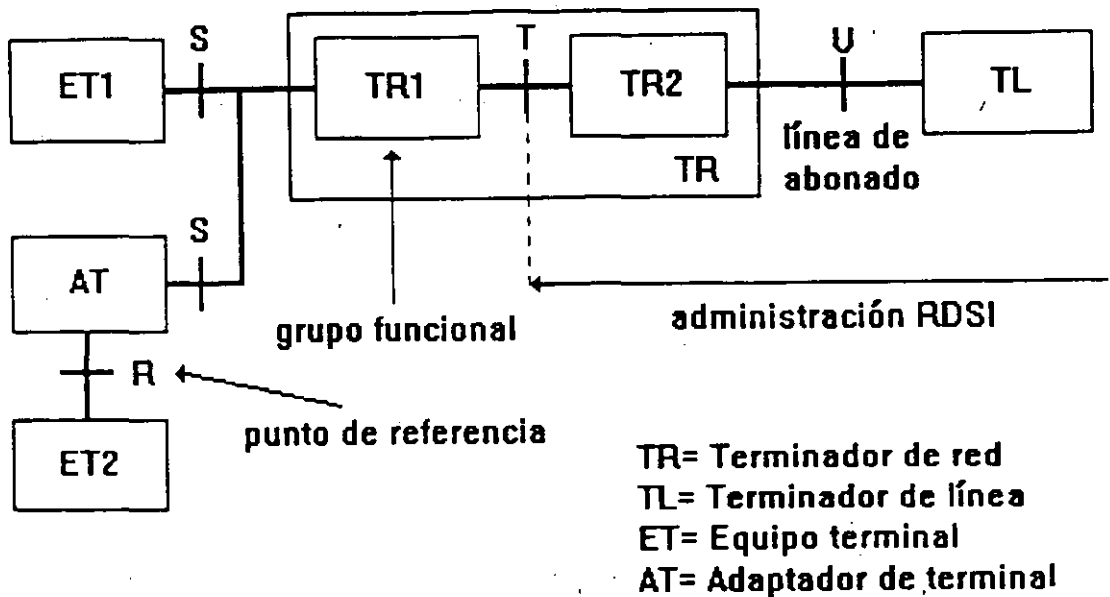


Figura 7. Grupos funcionales y puntos de referencia en la interfaz usuario-red.

Los puntos de referencia, son puntos teóricos que separan grupos funcionales. Pueden corresponder o no, a interfaces físicamente existentes.

La denominación de Terminador de Red, se escogió debido a que en las proposiciones iniciales se ideó el punto de referencia T, como límite de la propiedad y responsabilidad de la administración que presta el servicio y por lo tanto el equipo TR1 pertenece a la administración y la interfaz U (la línea de abonado) es interna de la red y no se piensa recomendar.

Es importante destacar que, desde el punto de vista del usuario, la RDSI queda totalmente definida por los atributos que definen las características físicas y funcionales del interfaz de usuario (interfaz S). Conceptualmente, una terminal RDSI debe utilizar el mismo interfaz S tanto para conectarse directamente a la red pública, como para conectarse a un conmutador privado. Una misma terminal de abonado puede utilizarse en cualquier sistema RDSI.

En 1987 la FCC (Federal Communication Commission) organismo regulador de las comunicaciones en EE.UU., reglamentó que el equipo TR1, podía ser provisto por el usuario y por lo tanto, el punto de referencia U, pasó a ser el acceso de usuario y comenzó el proceso de normalización para EE.UU. Las posibles consecuencias de esta decisión se analizan con más detalle en el punto 10.

## 8.- CANALES Y ESTRUCTURA DE LAS INTERFACES.

Se denomina canal, a una parte específica de la capacidad de transmisión de un intrefaz. Los siguientes canales han sido definidos para RDSI, de acuerdo a la recomendación I.412.

B = 64 kb/s acompañado de temporización, para transporte de información.

D = 16 kb/s (acceso básico) o 64 kb/s (acceso primario) para señalización y datos en modo de paquetes.

H0 = 384 kb/s (6 canales B) para sonido de alta calidad y otros usos.

H11= 1536 kb/s (24 B) para video y otros usos

H12= 1920 kb/s (30 B) para video y otros usos

destacándose que los canales H no son conmutados y deben acompañarse de temporización. La definición de canales de mayor velocidad se encuentra en estudio.

Con objeto de limitar el número de interfaces de usuario se ha escogido un conjunto de combinaciones de canales recomendadas, denominadas estructuras de interfaz.

Interfaz de acceso básico: Con estructura 2B + D y una capacidad de transmisión de información de 144 kb/s. El canal D tiene una velocidad de 16 kb/s. La RED puede no soportar toda la capacidad dependiendo de la administración, pero siempre conserva una velocidad de transmisión de 192 kb/s en la interfaz S/T.

Interfaz de acceso primario: Que corresponde al primer nivel de la jerarquía digital y presenta 2 opciones (1544 y 2048 kb/s) de acuerdo a los equipos utilizados en los diversos países. Esta interfaz sólo se utiliza en configuración punto a punto y no maneja ningún mecanismo de activación. El canal D es de 64 kb/s.

La estructura de las interfaces de acceso primario se recomienda con los siguientes formatos:

sistemas de 1.544 Mb/s

23 B + D  
24 B  
4 H0  
3 H0 + D  
H11

sistemas de 2.048 Mb/s

30 B + D  
31 B  
5 H0 + D  
H12 + D

Todas las interfaces definidas son multipropósito, en el sentido de que soportan todos los servicios ofrecidos por la red, con la única limitante de su capacidad de transporte.

Todos estos canales e interfaces soportan aplicaciones de banda angosta, se encuentran en estudio recomendaciones para interfaces de banda ancha a más de 100 Mb/s (para aplicaciones de televisión digital, por ejemplo). También se encuentran en estudio canales conmutados a velocidades menores a 64 kb/s (32, 16 y 8 kb/s). Dados los métodos de compresión de voz disponibles y la utilidad de contar con canales de datos a bajas velocidades, se evalúa la posibilidad de utilizar técnicas de conmutación de paquetes cortos, multiplexaje por división en tiempo asíncrono y otras, para resolver el problema de conmutación a velocidades menores a 64 kb/s.

Debe distinguirse entre capacidad de transporte de información (caudal) y velocidad de transmisión de la línea, para cada uno de los tipos de acceso en la interfaz S/T.

		Capacidad de transporte de información		velocidad de transmisión	
acceso	básico	144	kb/s	192	kb/s
acceso	primario	1536	kb/s	1544	kb/s
		1920	kb/s	2048	kb/s

## 9.- INTERFACES DE USUARIO.

### 9.1.- Interfaz de acceso básico. Nivel físico. (recomendación I.430).

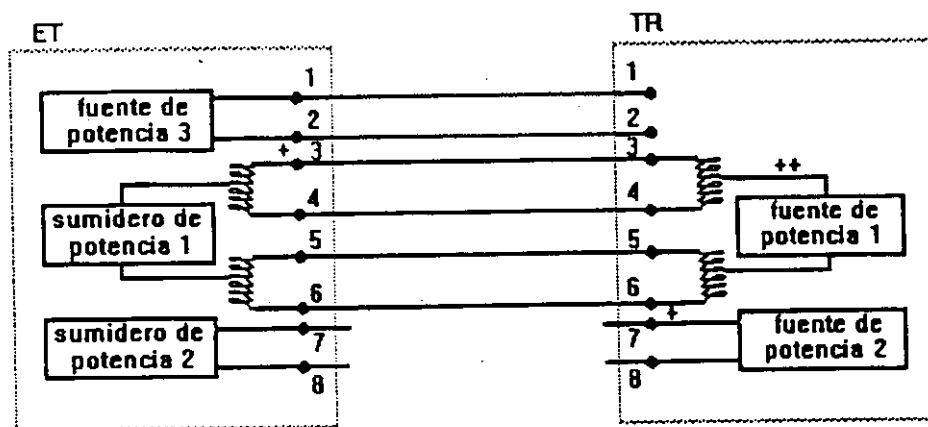
Esta interfaz utiliza un par metálico simétrico para cada dirección de transmisión y dos pares opcionales para alimentación. El conector recomendado (2), corresponde a la norma IS8877 de la ISO y puede verse en la figura 8. Utiliza obligatoriamente los cuatro terminales centrales para transmitir y recibir la señal en forma balanceada con alimentación en circuito fantasma, esto permite alimentación remota (desde la red) en caso de emergencia.

Los 4 terminales externos, son opcionales y se utilizan para alimentación normal en varias configuraciones. La utilización del mismo conector para acceso primario, se encuentra en estudio.

El ET se basa preferentemente en la detección de las fuentes 1 y 2, para determinar su estado de conexión y envía la correspondiente información de su estado a la entidad de gestión.

Los pares 3-4 y 5-6 están destinados a la transmisión bidireccional de la señal digital y pueden proporcionar alimentación en circuito fantasma de TR a ET (fuente 1).

Los pares 1-2 pueden proporcionar energía de TR a ET (fuente 2) o de ET a TR (fuente 3).



+ se refiere a la polaridad de los pulsos  
 ++ se refiere a la polaridad de la alimentación

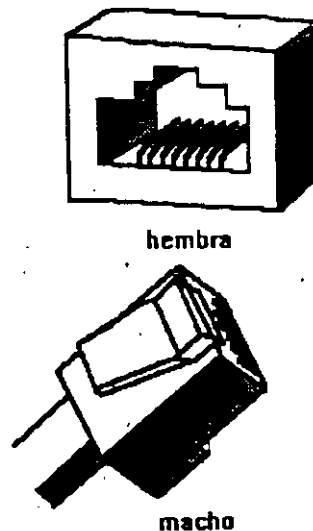


Figura 8. Conector RDSI.

En cuanto a los tipos de conexión recomendados para acceso básico existen: punto a punto, bus pasivo corto y bus pasivo extendido (ver figura 9).

En la conexión punto a punto, limitada a 6 dB de atenuación, la terminal puede estar colocada hasta a 1000 m del terminador de red y puede conectarse sin tomar en cuenta la polaridad. En el bus pasivo la ubicación de los terminales (hasta un máximo de 8) está restringido por la dispersión de los pulsos transmitidos simultáneamente en el mismo par y la longitud se limita a 100 - 200 m, según la impedancia del cable y con una colocación arbitraria de las terminales.

En la opción de bus extendido, las terminales se encuentran agrupadas a no más de 50 m entre ellas, con cables de conexión menor a 10 m y pueden ubicarse hasta a 500 m del TR.

La impedancia resistiva que debe terminar el bus es de 100 ohms en cada extremo.

Para la interfaz de acceso primario sólo se ha recomendado la configuración punto a punto y el nivel físico se encuentra detallado en la recomendación I.431.

Para todos los accesos, el TR deriva su temporización de la red y el ET obtiene su temporización de la señal recibida del Terminador de Red.

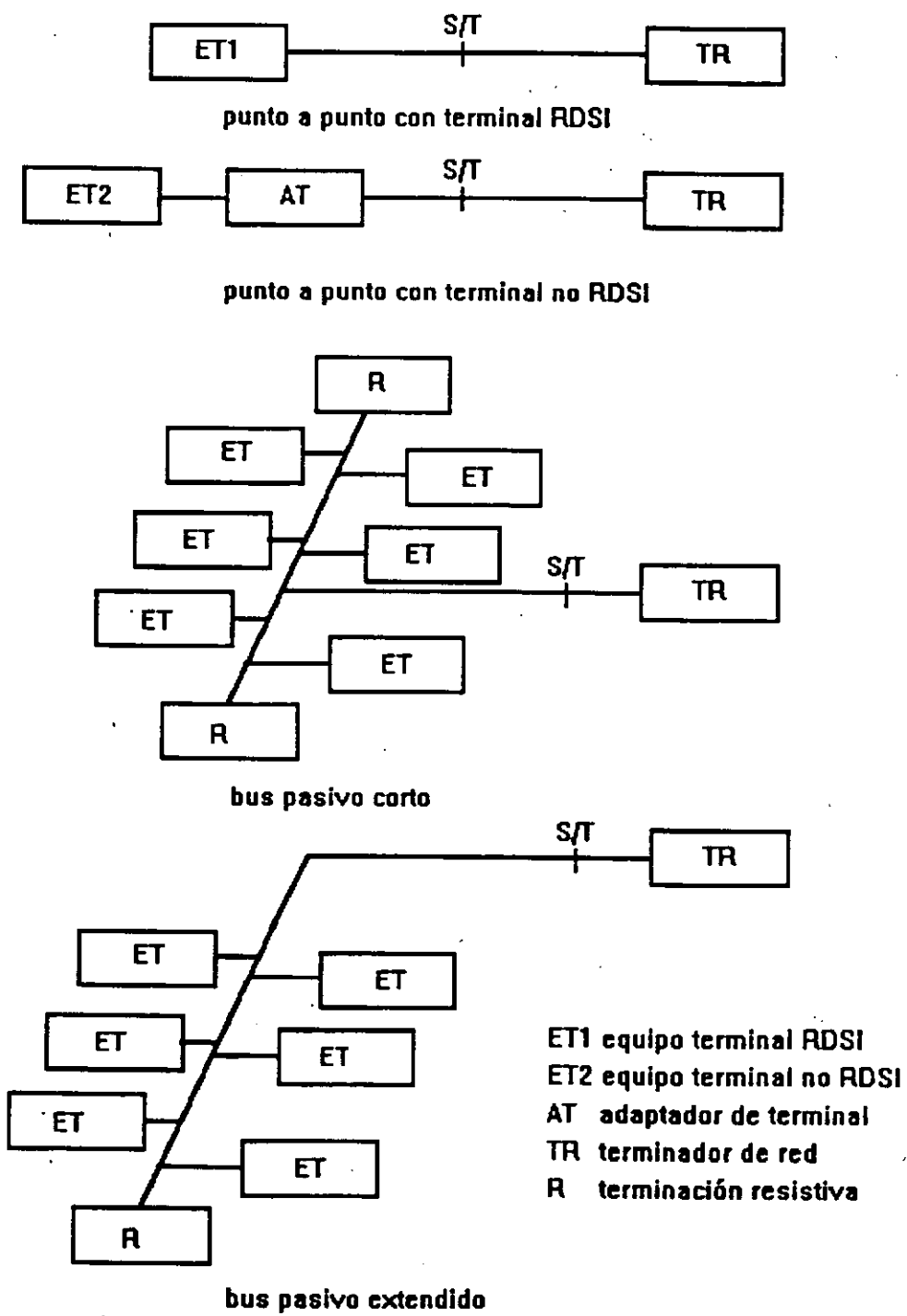


Figura 9. Tipos de conexión en la interfaz S/T.

La capa 1 proporciona los siguientes servicios:

- \* Capacidad de transmisión.—Dos canales B y un D, con su correspondiente temporización y sincronización.
- \* Activación y desactivación. Señalización y procedimientos para que los TR y ET puedan ponerse en modo de bajo consumo cuando no haya llamadas en curso.
- \* Acceso ordenado al canal D. Se basa en un canal de eco y mecanismos de prioridad.
- \* Funciones de mantenimiento.
- \* Indicación de estado. Cuenta con mecanismos de detección de la condición conectado/desconectado, a partir de la alimentación.
- \* Alimentación de energía.

Dado que varias terminales pueden transmitir simultáneamente en el mismo bus (el mismo par) se escogió una técnica de multiplexaje por división de tiempo, cuya estructura de trama contiene 48 bits, su velocidad binaria es de 192 kb/s y se muestra en la figura 10.

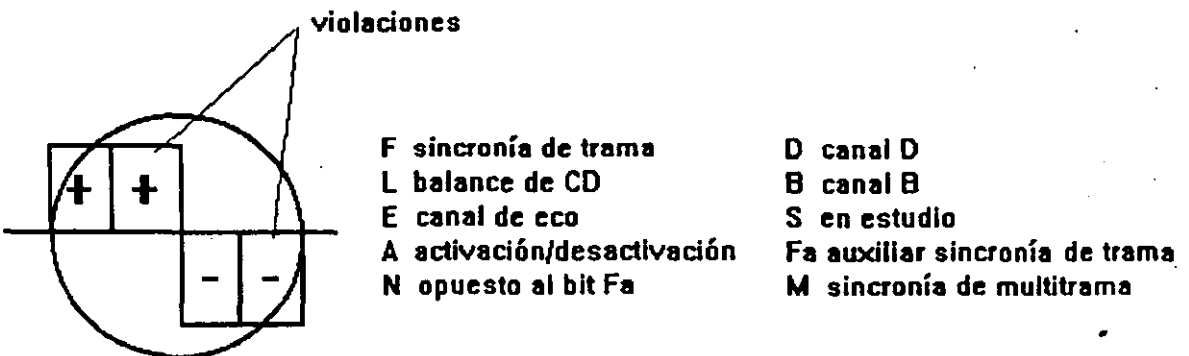
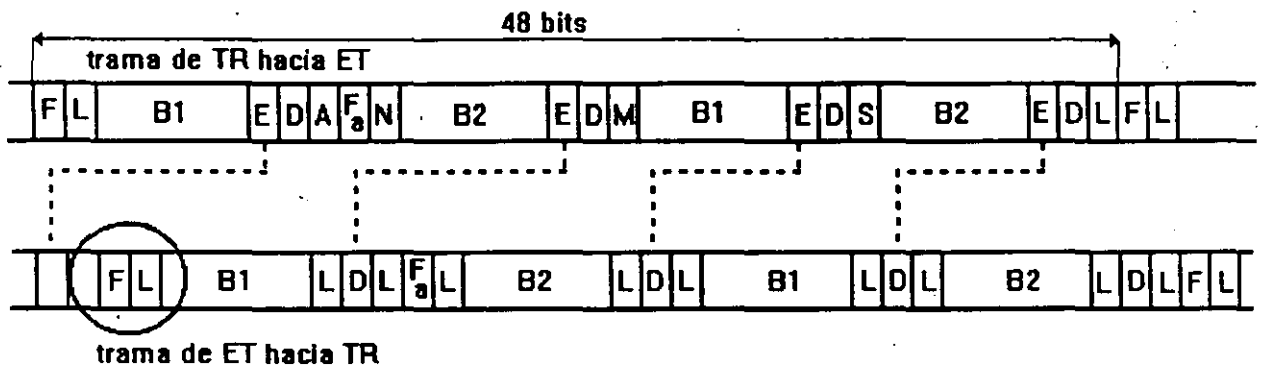


Figura 10. La trama en la interfaz S/T.

El bit F, es un cero binario y siempre se codifica como una violación al código de línea.

El bit L, mantiene el balance de C.D. para un cierto conjunto de bits precedentes. Su valor lógico será un "uno" si los bits que se tratan de equilibrar contienen un número par de "ceros" (paridad par).

Los bits B1, B2 y D, transportan la información de sus respectivos canales.

El bit E, es el eco de lo que TR ha recibido en el último bit D.

El bit A, provee un mecanismo de activación y desactivación por señalización dentro de trama.

El bit Fa, es un auxiliar para alineación de trama. En el sentido TR a ET, Fa o N aseguran que existirá una violación al código antes del bit 15, ya que uno de los dos siempre será un cero lógico. En el sentido ET a TR, Fa es normalmente un cero lógico y asegura una violación, excepto cuando se utiliza como bit Q (se explica posteriormente). Fa y L siempre tienen el mismo valor lógico.

El bit N, es siempre el complemento lógico de Fa.

El bit M, se utiliza para alineación de multitrama y se explica posteriormente.

El bit S, se encuentra en estudio y provisionalmente se pone a cero.

Se utiliza también una estructura de multitrama, con el objeto de proporcionar una canal extra de 800 b/s para señalización de nivel 1, en la dirección ET a TR, utilizando el bit Fa. Cuando se utiliza este canal, el bit se denomina Q. La utilización del bit Q y el bit M son opcionales.

Se denomina bit Q, al quinto Fa de cinco tramas consecutivas y se identifican en el ET, cuando TR invierte el valor de Fa. Una estructura adicional, que agrupa 4 bits Q, se logra cuando TR transmite el bit M con valor uno lógico cada 20 tramas. Esta estructura de multitrama se muestra en la tabla siguiente:



trama número	ET bit Fa	TR bit Fa	TR bit M
1	Q1	1	1
2	0	0	0
3	0	0	0
4	0	0	0
5	0	0	0
6	Q2	1	0
7	0	0	0
8	0	0	0
9	0	0	0
10	0	0	0
11	Q3	1	0
12	0	0	0
13	0	0	0
14	0	0	0
15	0	0	0
16	Q4	1	0
17	0	0	0
18	0	0	0
19	0	0	0
20	0	0	0
1	Q1	1	1
2	0	0	0

Sólo una terminal, por vez, puede transmitir, en un canal B, y en general, el lado RED es el encargado de autorizar el acceso al canal. Cuando un canal B no está en uso, el ET debe transmitir unos binarios.

La solicitud de acceso, (descrito en las recomendaciones I.450 e I.451), se realiza a través del canal D.

Todas las terminales deben estar sincronizadas, en modo esclavo, al terminador de red, de modo que no se interfieran mutuamente.

Cualquier terminal puede transmitir en el canal D, y debe utilizarse algún mecanismo de contención, para resolver los casos de conflicto, este mecanismo asegura que aun en caso de colisión un equipo logrará transmitir exitosamente.

El mecanismo utilizado para el acceso al canal D se apoya en la utilización de un bit de eco (E), en el que TR repite lo que recibe en su canal D, de modo que antes de transmitir el siguiente bit D, todas las terminales deben haber recibido el eco del bit anterior.

Para comenzar a transmitir una terminal debe verificar que el canal D se encuentra libre, o sea esperar la aparición de una "cantidad determinada" de unos. El nivel 2 del protocolo del canal D, asegura que nunca aparezca esa cantidad de unos, durante una transmisión.

Una vez que se detecta el canal libre, la terminal puede comenzar a transmitir, pero escuchando su propio eco.

Si existiera alguna discrepancia entre el bit transmitido y el recibido en el canal de eco, se detiene inmediatamente la transmisión (pues es evidencia de que simultáneamente más de una terminal comenzó a transmitir) y se espera nuevamente por el indicador de canal libre.

Las características eléctricas de bus, hacen que un "cero" binario prevalezca sobre un "uno" binario transmitido. De modo que, no ocurra nunca una interferencia destructiva y el protocolo de nivel 2, asegura que como máximo al tercer octeto transmitido sólo una terminal estará usando el canal D y podrá terminar su transmisión exitosamente.

Por medio de una asignación de prioridades (la cantidad de unos para decidir canal libre) se asegura el uso equitativo del canal D, para todas las terminales. Una vez que un equipo ha terminado una transmisión exitosa, debe esperar un bit más para transmitir nuevamente, y del mismo modo se asegura que la señalización tenga mayor prioridad sobre otro tipo de información.

---

Prioridad	Contenido	Cuenta Normal	Cuenta Larga
1	señalización	8	9
2	no señalización	10	11

---

Una vez que se detecta la ocurrencia de la cuenta larga, o sea que todos los ET han tenido oportunidad de transmitir en el canal D, las terminales regresan su prioridad a la cuenta normal y pueden volver a transmitir.

Las características de la interfaz de acceso básico pueden resumirse en:

- \* Transmisión en 4 hilos, acoplamiento con transformador.
- \* Velocidad nominal de transmisión 192 kb/s.
- \* Longitud de trama 48 bits (ver figura 10).
- \* Código de línea Inversión Alternada de Espacios (ASI) con 100% de ciclo útil.

binario	codificado ASI
0	+0.75 V o -0.75 V
1	0 V

- \* Sincronía de trama por violaciones al código de línea (dos ceros binarios con la misma polaridad) al inicio de cada trama.
- \* Nivel de los pulsos 750 mV pico, los ceros binarios prevalecen sobre los unos binarios.
- \* Alimentación en varias configuraciones (-40V).
- \* Consumo (alimentados de la fuente 1 en estado limitado)
  - máximo activo: 380 mW.
  - máximo inactivo: 25 mW.alimentados de la fuente 1 en estado normal
  - máximo activo: 1 W
  - máximo inactivo: 100 mW
- \* Activación y desactivación por señalización dentro de la trama (bit A).
- \* Configuraciones: punto a punto, bus pasivo corto y bus pasivo extendido.

Como puede observarse la estructura de la trama no es simétrica, en una dirección TR transmite un bit de paridad al final de cada trama, mientras que en la dirección opuesta, cada ET es responsable de transmitir un bit de paridad en cada campo de la trama que esté utilizando.

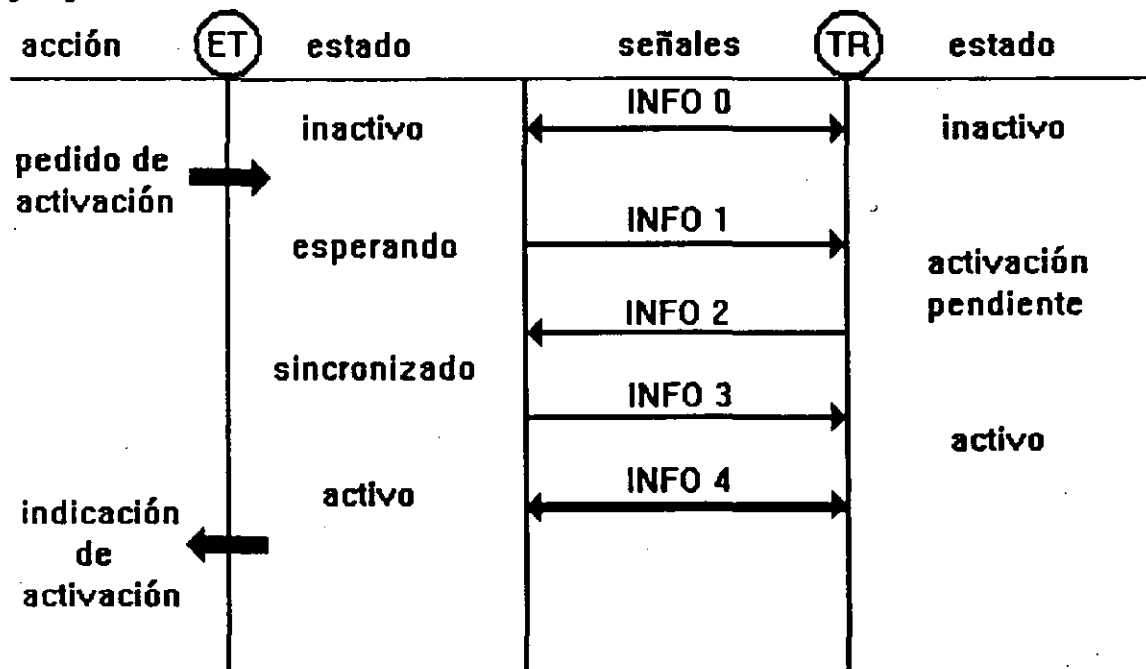
#### 9.1.a.- Procedimiento de activación y desactivación (recomendación I.430)

Este procedimiento de activación supone que el ET o el TR se encuentran inactivos. Se realiza un intercambio de señales que está descrito por medio de una matriz de estados finitos en la que a partir de un estado y una señal (INFO) recibida se ejecutan algunas acciones y se pasa a otro estado.

Las señales definidas son:

señal	descripción	origen	función
INFO 0	ausencia de señal	-	bus inactivo
INFO 1	secuencia continua 00111111	ET	inicia activación el ET
INFO 2	trama normal con todos los canales en ceros	TR	
INFO 3	trama normal	ET	ET sincronizado
INFO 4	trama normal	TR	TR enlace establecido

Ejemplo: activación iniciada en ET.



9.1.b- Bucles de prueba  
(recomendación I.430)

Existen tres tipos de bucles de prueba:

- \* Bucle completo. Los bits recibidos se devolverán al emisor, actuando a nivel de la capa 1.
- \* Bucle parcial. Algunos canales del tren recibido, se devolverán al emisor, actuando a nivel de capa 1.
- \* Bucle lógico. Actúa solamente sobre cierta información contenida en el tren recibido.

Cada uno de estos tres bucles puede ser:

- \* Transparente. La señal recibida, continúa su trayecto hacia adelante, además de ser devuelta al emisor.
- \* No transparente. La señal transmitida hacia adelante del punto de bucle, es diferente a la señal recibida.

Los bucles recomendados y opcionales, se muestran en la siguiente figura:

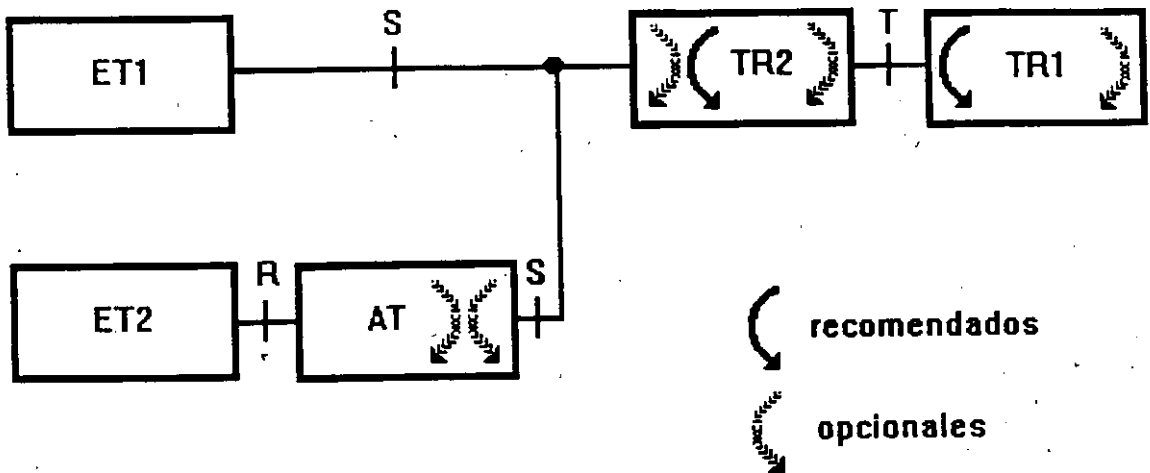


Figura 11. Bucles recomendados y opcionales.

### 9.2.- Interfaz de acceso primario. Nivel físico (recomendación I.431)

Las velocidades de transmisión de estos interfaces serán 1.544 Mb/s y 2.048 Mb/s. La única configuración que soporta este interfaz es punto a punto.

Proporciona capacidad de transmitir canales B, H0, H1 y un canal D a 64 kb/s. Adicionalmente cuenta con temporización de bit, de octeto y alineación de trama. La interfaz se encuentra activa permanentemente y no cuenta con procedimientos de activación.

Las características eléctricas se encuentran en la recomendación G.703 y son compatibles con los sistemas PCM en el primer nivel de la jerarquía digital. La frecuencia de repetición de trama es de 8,000 tramas/s en ambos casos.

El código de línea para el sistema de 1.544 Mb/s es B8ZS (es un código AMI modificado en el cual se remplazan secuencias de ocho ceros consecutivos por "000VB0VB", donde V significa violación y B significa un "uno" de polaridad correcta). La trama se compone de 193 bits. El primer bit F, es para alineación de

trama y los restantes 192 corresponden a 24 ranuras de 8 bits cada uno. El bit F, se multiplexa a su vez, para un canal de mantenimiento y un código de verificación de redundancia cíclica (VRC) para control de errores. El canal D, cuando está presente, se asigna a la ranura de tiempo 24.

El código de línea que utiliza el interfaz a 2.048 Mb/s es HDB3 (AMI modificado que reemplaza las secuencias de cuatro ceros por "B00V"). La trama se compone de 256 bits, ordenados en 32 ranuras de tiempo numeradas del 0 al 31. La ranura 0, se utiliza para alineación de trama, con facilidades de VRC y mantenimiento. La ranura 16, se asigna al canal D cuando está presente.

Ofrece a la capa 2 servicios de indicación de estado. Estos estados en el lado usuario son:

- \* pérdida de energía en el lado usuario
- \* condición de avería 1  
indicación de alarma distante (IAD)
- \* condición de avería 2  
pérdida de señal entrante
- \* condición de avería 3  
señal de indicación de alarma (SIA)
- \* condición de avería 4  
recibe información de error continuo en VRC
- \* estado de energía aplicada

#### 10.- EL PROTOCOLO DE ACCESO AL CANAL D (LAPD) (recomendación I.440 e I.441)

El LAPD es un caso particular de los protocolos de control de enlace de datos (HDLC) definidos por ISO en los setentas. Otro miembro destacado de esta familia es X.25. Es independiente de la velocidad de transmisión y utiliza el canal D.

Realiza las siguientes funciones:

- \* Proveer una o varias conexiones en el canal D, identificadas mediante un Identificador de Conexión de Enlace de Datos (ICED).
- \* Difusión de mensajes a todos los equipos.
- \* Delimitación, alineación y transparencia de las tramas de información.
- \* Control de secuencia de información y de flujo.
- \* Detección de errores y notificación a la entidad de gestión en los casos que no puedan corregirse.
- \* Recuperación de la condición de error.

Existen dos modalidades de funcionamiento:

- \* Sin acuse de recibo. Utilizando tramas no numeradas.
- \* Con acuse de recibo. Para transferencia de información punto a punto, utilizando tramas numeradas. Provee procedimientos de retransmisión de tramas y recuperación de errores.

Se han definido tres tipos de información que pueden transmitirse en el canal D:

S señalización  
P datos en modo paquetes  
T telemetría

Aunque los protocolos para transmisión de la información de telemetría todavía no se encuentran terminados.

Todos los protocolos HDLC, emplean transmisión en tramas. Cada trama contiene una dirección de origen o destino de la transmisión. La capacidad de mantener simultáneamente varios flujos de información provenientes de diversas terminales, distingue a LAPD de los otros protocolos balanceados (LAPB), existiendo además otras diferencias menores (2,8,9). Para lograr ésto, LAPD utiliza dos octetos en su campo de dirección: uno identifica el extremo terminal (IET) y el otro el punto de acceso a servicios (IPAS).

De este modo:

ICED = IPAS + IET

ICED = identificador de conexión de enlace de datos  
IPAS = identificación de punto de acceso al servicio  
IET = identificación de extremo terminal

Cada equipo terminal, conectado a una interfaz tiene un IET asignado. La asignación puede realizarse automáticamente, cuando el equipo se conecta a la interfaz, manualmente por el usuario o estar definida por el fabricante. El procedimiento de asignación automática lo realiza la RED y puede utilizar dos métodos alternativos:

- \* mantener una base de datos con todos los IET en uso.
- \* ante una solicitud de IET por parte de una terminal, enviar a todos los equipos un mensaje para verificar si algún otro equipo tiene asignado el mismo identificador.

Normalmente un equipo utiliza un sólo IET, al cual pueden corresponderle varios IPAS. Cuando TR transmite, envía el ICED de destino, mientras que cuando transmite un equipo terminal envía el ICED de origen. Existe también un IET definido para difusión y todos los equipos conectados a la interfaz lo reconocen.

En la figura 12 se muestra una conexión de enlace de datos, su relación con la capa física y la capa de enlace.

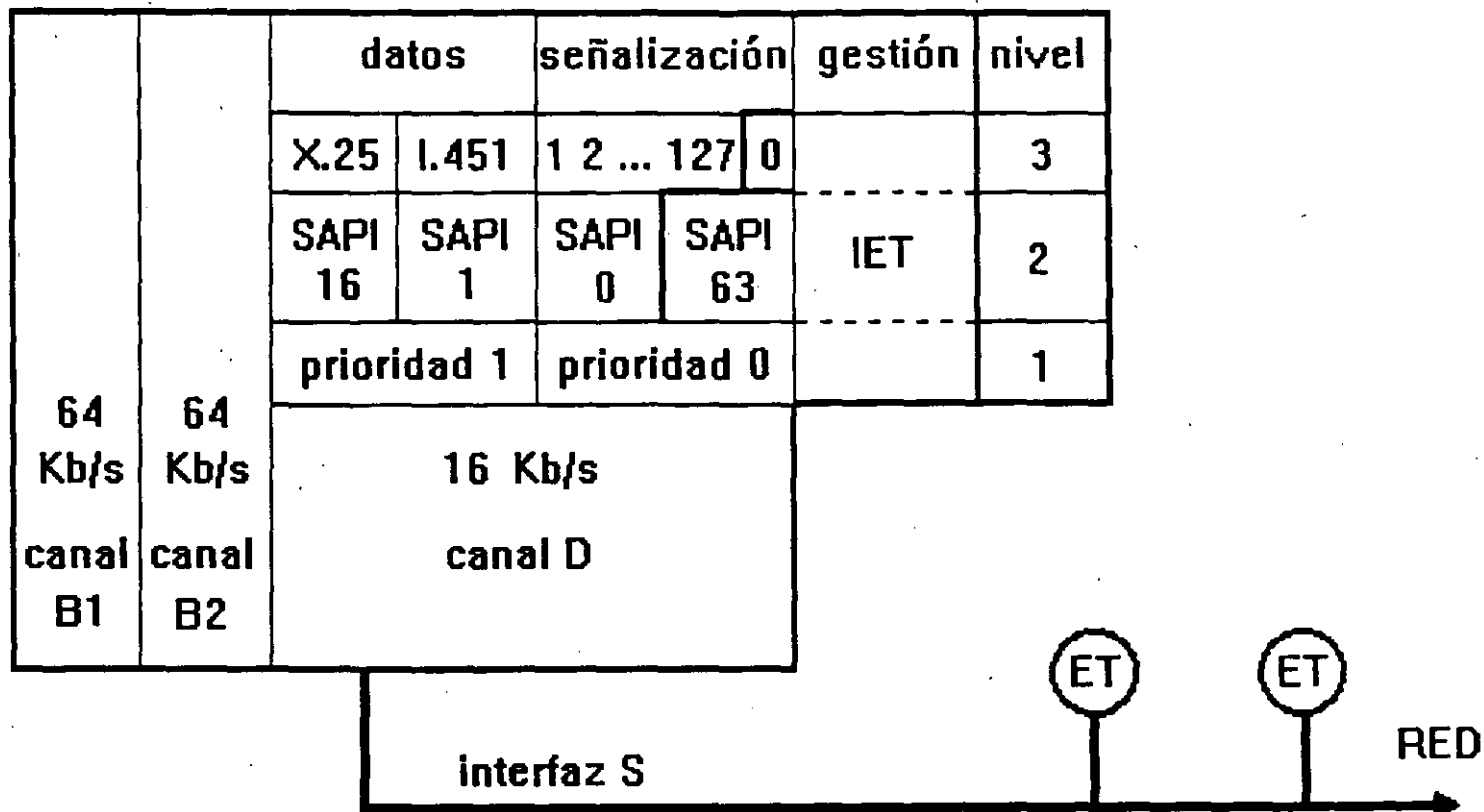


Figura 12. Relación entre IET, IPAS , prioridades de capa 1 y servicios de capa 3 en un equipo terminal.

#### 10.1.- Transparencia

Para asegurar transparencia en el nivel 2 de la transmisión (evitar la simulación de banderas o secuencias de aborto de trama), se analizará el contenido de la trama, entre las banderas, y se insertará un cero después de cinco unos consecutivos. El receptor deberá eliminar cualquier cero que siga a cinco unos consecutivos.



## 10.2.- Estructura de la trama

La estructura de las tramas, se muestra en la figura 13. Todas las tramas comienzan y terminan con la bandera (01111110). En algunas aplicaciones, la bandera de cierre puede también utilizarse como bandera de apertura de la siguiente trama.

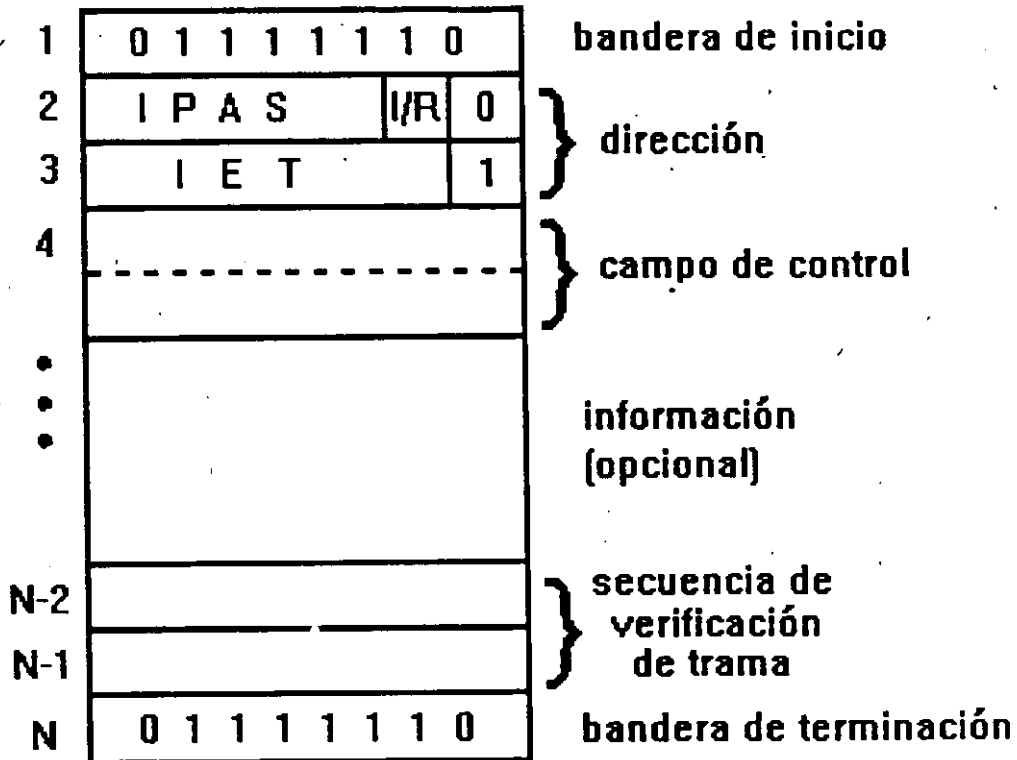


Figura 13. Estructura de las tramas del LAPD

El campo de dirección consiste de dos octetos. Identifica al destino de una instrucción y al origen de una respuesta. La dirección se compone del IPAS y el IET.

El bit I/R indica si se trata de una trama de instrucción o respuesta, de acuerdo a la siguiente convención:

<u>tipo de trama</u>	<u>origen</u>	<u>I/R</u>
instrucción	TR	1
	ET	0
respuesta	TR	0
	ET	1

El identificador del punto de acceso a servicio (IPAS), puede identificar 64 puntos de acceso de los que solamente se han normalizado:

0	procedimientos de control de llamada
1	comunicaciones en modo paquetes utilizando I.451
16	comunicaciones en modo paquetes utilizando X.25
63	procedimientos de gestión de capa 2

El identificador de punto extremo terminal (IET), está asociado con un equipo terminal (ET). Se han definido las siguientes asignaciones:

0-63	equipos con asignación de IET no automática
64-126	equipos con asignación de IET automática
127	difusión (reconocida por todos los equipos)

El campo de control, comprende uno o dos octetos según el tipo de trama. Las tramas pueden ser (10):

- I Información numerada. Formato multitrama módulo 128 (\*).
- U Información no numerada. Sin acuse de recibo.
- S Supervisión.

Las tramas I y S contienen dos octetos de control, mientras que las tramas U contienen sólo uno.

Algunos mensajes recomendados son:

Control de flujo:	RR	receptor preparado
	RNR	receptor no preparado (condición de ocupado)
	REJ	rechazo (solicitud de retransmisión)
Control de enlace :	SABME	inicio de modo numerado
	DM	modo desconectado (no acepta modo numerado)
	UI	información no numerada, difusión
	DISC	desconexión (termina modo numerado)
	UA	acuse de recibo no numerado
	FRMR	trama rechazada (con causa del rechazo)
	XID	identificación

(\*) En 1984, se habían sugerido tramas numeradas módulo 2, módulo 8 y módulo 128, pero para obtener economías de escala se recomienda en 1986 únicamente el módulo 128. Esto permite observar la tendencia de RDSI de proveer pocas alternativas, especialmente donde no ofrecen ventajas económicas grandes.

En la figura 14 se muestran las instrucciones y respuestas utilizadas en modo multitrama módulo 128.

aplicación	instrucción	respuesta	codificación								
información numerada	I		N(S)								0
			N(R)								P
supervisión	RR	RR	0 0 0 0 0 0 0 1								1
			N(R)								PF
	RNR	RNR	0 0 0 0 0 1 0 1								1
			N(R)								PF
	REJ	REJ	0 0 0 0 1 0 0 1								1
			N(R)								PF
establecimiento	SABME		0	1	1	P	1	1	1	1	
modo desconectado		DM	0	0	0	F	1	1	1	1	
desconexión	DISC		0	1	0	P	0	0	1	1	
acuse de recibo		UA	0	1	1	F	0	0	1	1	
rechazo de trama		FRMR	1	0	0	F	0	1	1	1	
identificación	XID	XID	1	0	1	PF	1	1	1	1	
info. no numerada	UI		0	0	0	P	0	0	1	1	

N(S) número secuencial de la siguiente trama a transmitirse.

N(R) número secuencial de la siguiente trama que se espera recibir.

Figura 14. Instrucciones y respuestas en modo multitrama, módulo 128 (11).

El campo de información, es opcional. Comprende un número entero de octetos que no debe exceder de 260 octetos.

#### Secuencia de verificación de trama.

Se utiliza el polinomio generador:  $x^{16}+x^{12}+x^5+1$

El resto de la división (módulo 2) por el polinomio generador, se transmite en complemento a unos. Se incluye en la división todo el contenido de la trama desde la bandera de inicio hasta la secuencia de verificación, excluyendo los bits de relleno. En el receptor, luego de la división se obtendrá el resto 0001110100001111 en ausencia de errores.

Se consideran tramas no válidas a aquellas que:

- \* no están delimitadas por banderas.
- \* contienen menos de 6 octetos en tramas numeradas.
- \* contienen menos de 5 octetos en tramas no numeradas.
- \* no contienen un número entero de octetos.
- \* contienen error en la secuencia de verificación de trama.
- \* contienen un campo de dirección de un solo octeto.

Además, la recepción de siete o más bits consecutivos en uno, se interpretará como aborto de trama.

#### 10.3.- Estructura interna de la capa de enlace de datos.

La capa de enlace de datos, se modela con una estructura que maneja las siguientes entidades:

- \* entidad de enlace de datos punto a punto
- \* entidad de enlace de datos en difusión
- \* entidad de gestión de capa
- \* entidad de gestión de conexión
- \* entidad de procedimiento múltiplex  
(transmisión y recepción)

La entidad de enlace de datos punto a punto, se describe como un autómata que puede tomar ocho estados:

- Estado 1: IET no asignado
- Estado 2: IET en espera de asignación
- Estado 3: IET en espera de establecimiento
- Estado 4: IET asignado
- Estado 5: Espera de establecimiento
- Estado 6: Espera de liberación
- Estado 7: Multitrama establecida
- Estado 8: Recuperación por temporizador

Los estados 1, 4 y 7 son estables y los demás son transitorios.

Al conectarse un equipo a la red, se encuentra en estado IET no asignado (estado 1) y debe iniciar un procedimiento para asignación de IET. Una vez que recibe el IET, se encuentra en estado IET asignado (estado 4) y sólo puede transmitir información sin acuse de recibo (tipo U). Cuando desea transmitir información numerada debe establecer el modo multitrama en módulo 128 (SABME).

En la figura 15, es muestra en forma simplificada el diagrama de transición de estados para procedimientos punto a punto:

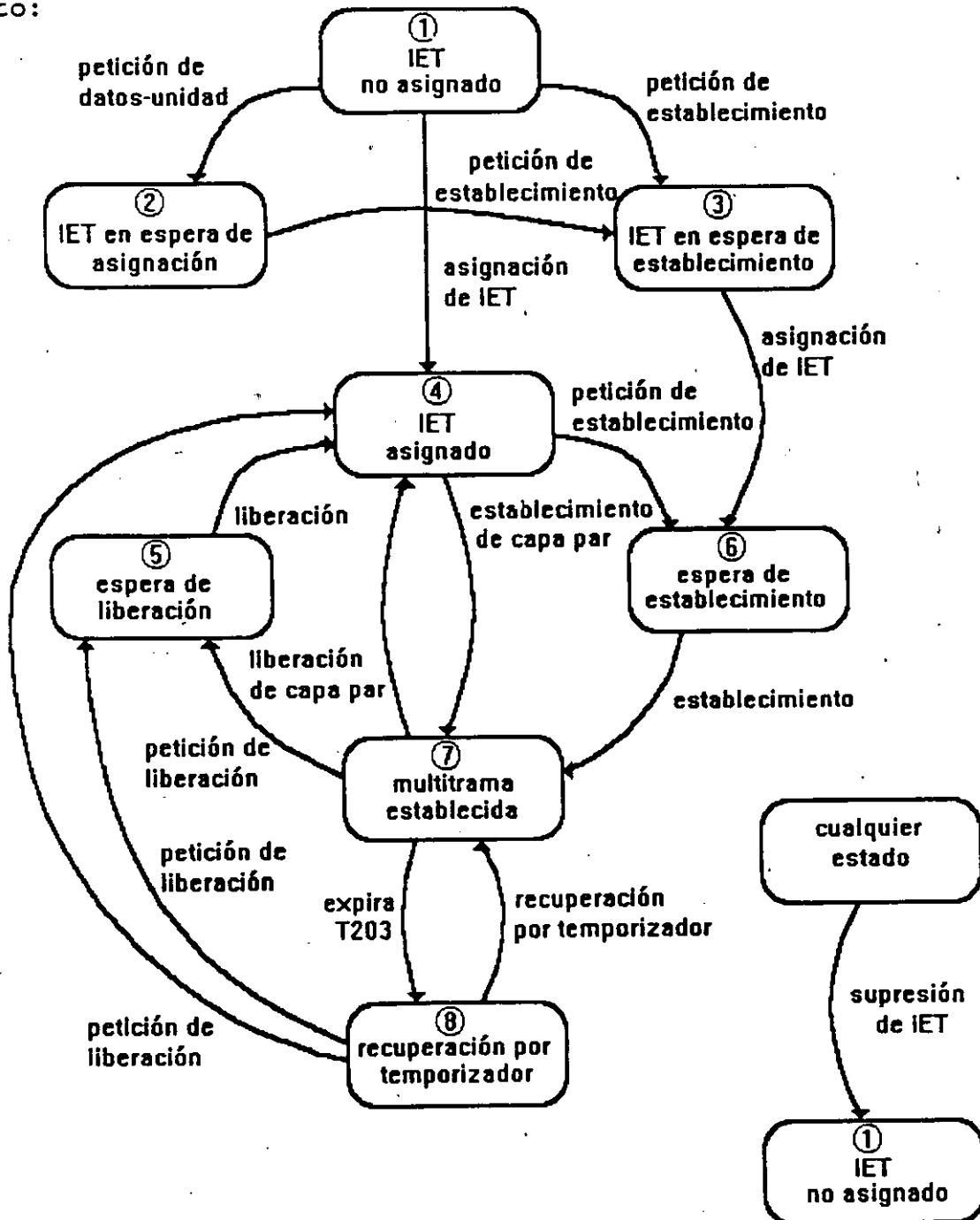


Figura 15. Diagrama de transición de estados para la entidad de enlace de datos punto a punto.

La entidad de gestión de capa, se encarga de todas las funciones de administración de IET, para ello intercambia mensajes con la entidad de gestión del otro extremo utilizando mensajes no numerados (UI), con IET = 127 y IPAS = 63.

La estructura de los mensajes de gestión se muestra en la figura 16 y su codificación en la figura 17.

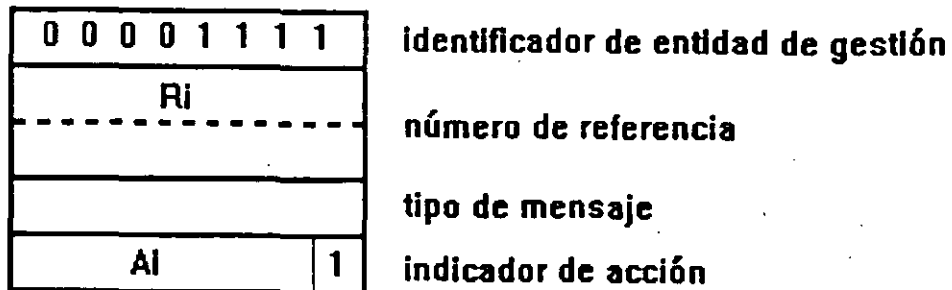


Figura 16. Estructura de los mensajes de gestión de capa 2.

nombre del mensaje	dirección	número de referencia	tipo de mensaje	indicador Ai
petición de identidad	usuario a red	0-65535	00000001	127
identidad asignada	red a usuario	0-65535	00000010	64 a 127
identidad rechazada	red a usuario	0-65535	00000011	64 a 127
petición de prueba de identidad	red a usuario	0 no utilizado	00000100	0 a 127
respuesta de prueba de identidad	usuario a red	0-65535	00000101	0 a 126
supresión de identidad	red a usuario	0 no utilizado	00000110	0 a 127
verificación de identidad	usuario a red	0 no utilizado	00000111	0 a 126

Figura 17. Codificación de los mensajes de gestión.



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**  
**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**  
CURSOS ABIERTOS  
III CURSO INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES  
MODULO III REDES DIGITALES: ACTUALIDAD Y PERSPECTIVA

RED INTELIGENTE

M. en C. MARTIN LARA BARRON

1994



- En la red digital TELMEX, los relojes se clasifican de acuerdo a sus características, como se muestra en la siguiente tabla.

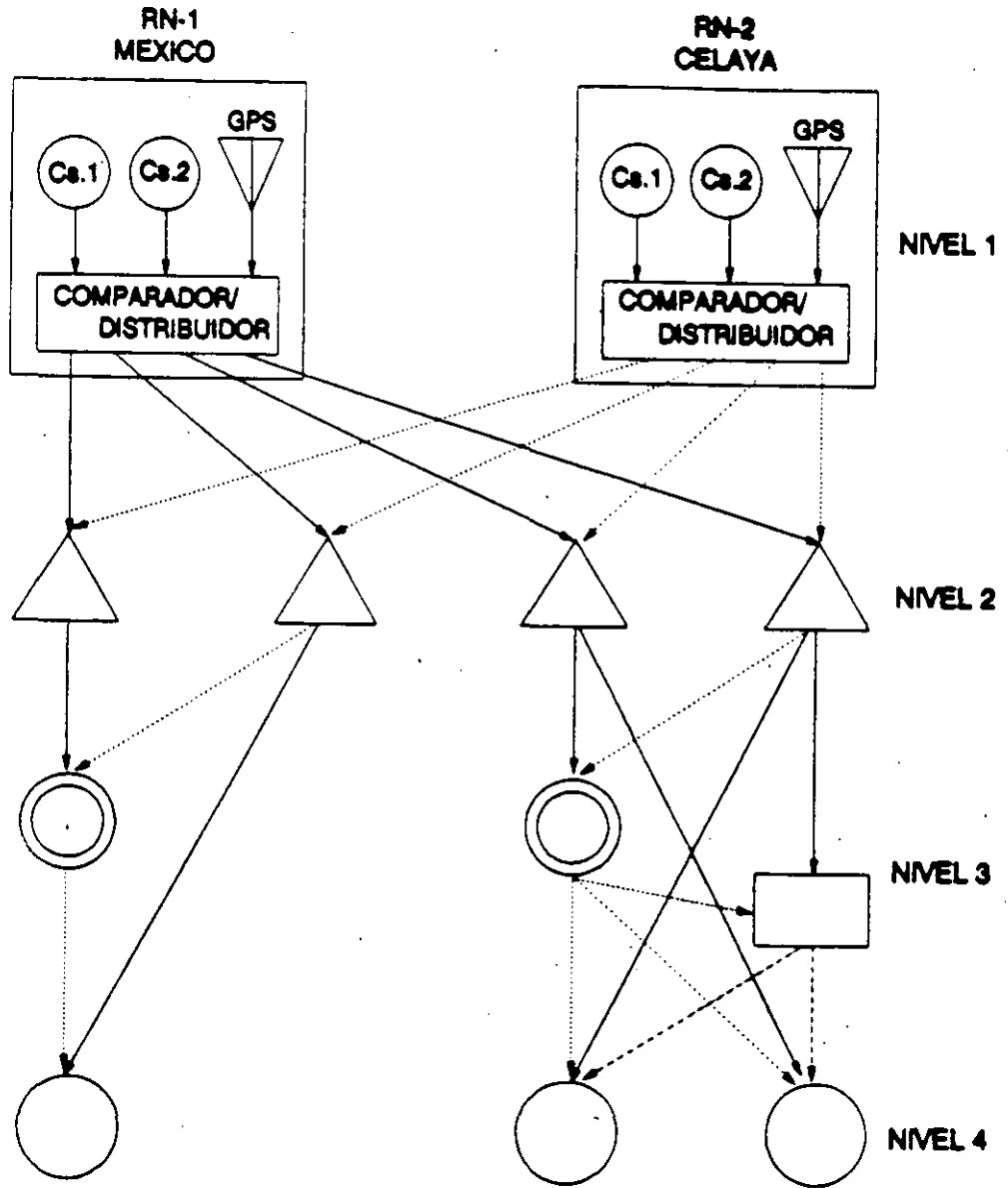
TIPO DE RELOJ	EXACTITUD	ESTABILIDAD (1/día)
I	$1 \times 10^{-11}$	$1 \times 10^{-12}$
II	$1 \times 10^{-10}$	$1 \times 10^{-10}$
III	$1 \times 10^{-9}$	$1 \times 10^{-9}$

- Para la RDI-TELMEX, se consideran cuatro niveles jerárquicos para los relojes, la siguiente tabla muestra esta jerarquía y la correspondencia con la jerarquía de conmutación.

REFERENCIA NACIONAL	RED INTERNACIONAL	RED INTERURBANA	RED URBANA	JERARQUIA DE SINCRONIZACION	TIPO DE RELOJ
⊕				PRIMARIO	I
	⊕ CI	△ CS		MAESTRO	II
		⊕ CP	□ CT	SUBMAESTRO	II
			⊕ CL	ESCLAVO	III

- En el P.F.S. de la RDSI se considera el CT con un reloj tipo III, no obstante para la actual RDI de TELMEX éste deberá ser de tipo I..





**SIMBOLOGIA:**

- > REFERENCIA PRINCIPAL
- .....> REFERENCIA SECUNDARIA
- > REFERENCIA TERCIARIA

**ESTRUCTURA GENERAL DE SINCRONIZACION**

FECHA:

REVISION:

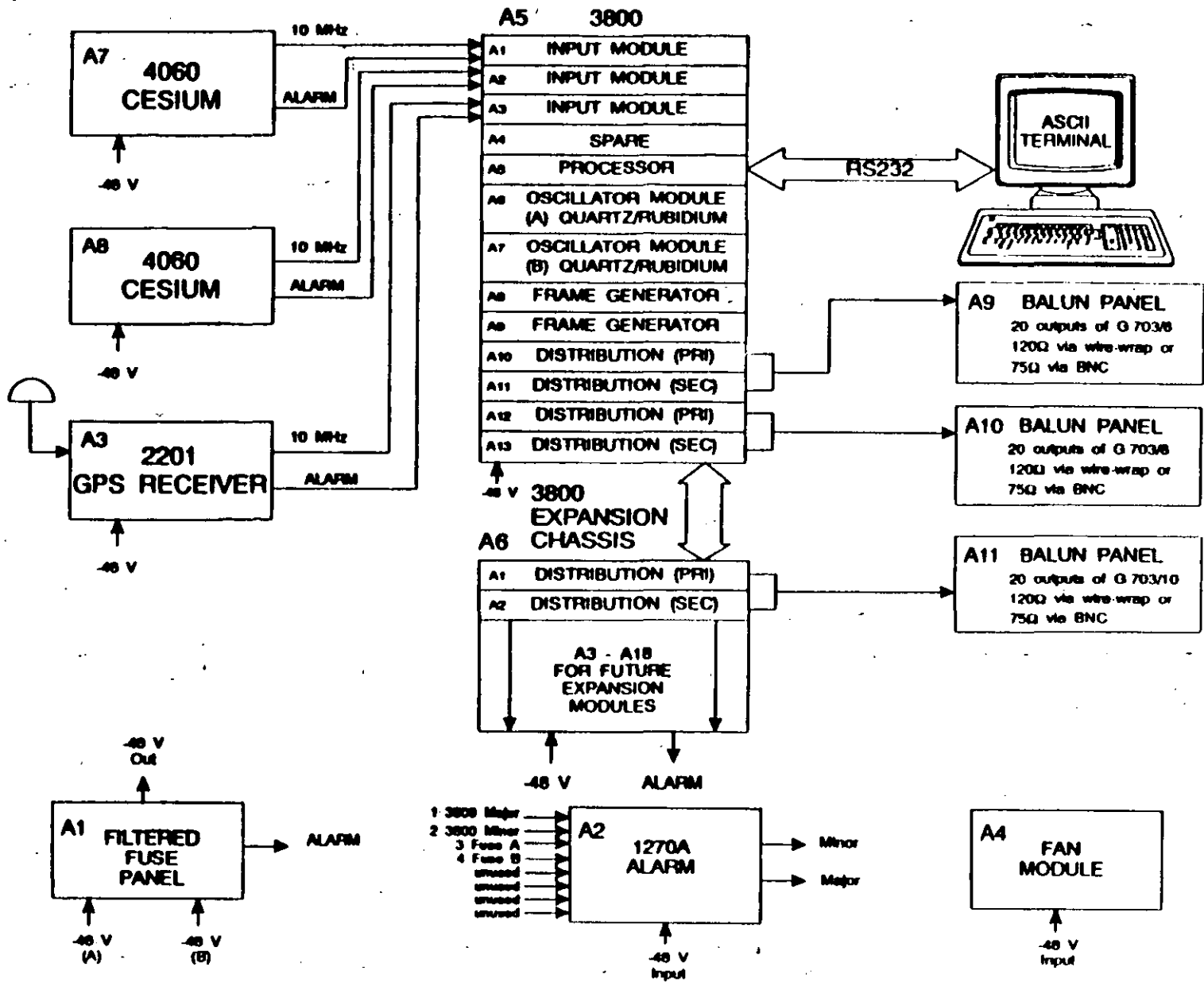
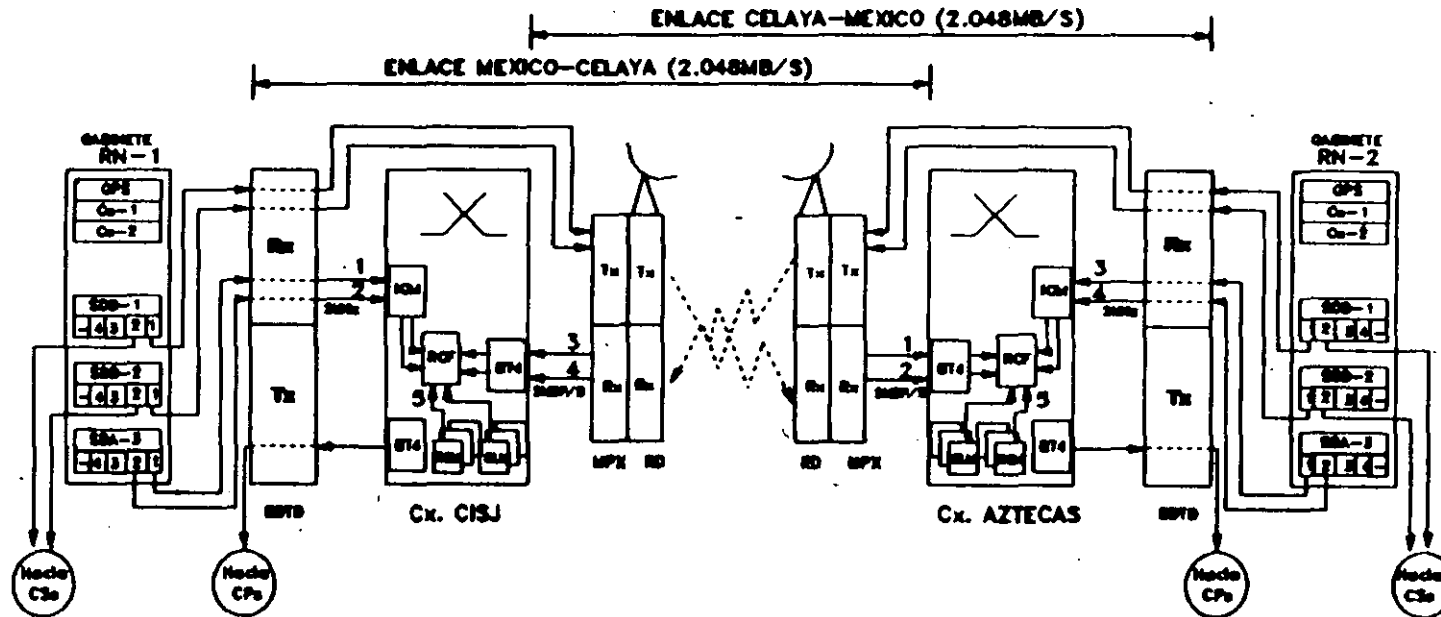


FIGURE 1 - BLOCK DIAGRAM MODEL 3150-9104



NOTAS:  
 GPS: GLOBAL POSITIONING SYSTEM  
 SDD: SALIDA DISTRIBUIDOR DIGITAL  
 SDA: SALIDA DISTRIBUIDOR ANALOGICO

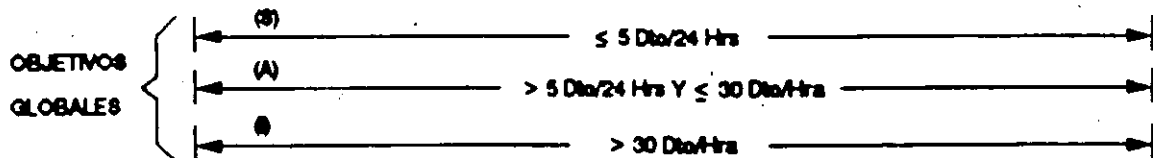
DIAGRAMA DE CONEXION DE LAS DOS REFERENCIAS NACIONALES



INTRUCTIVO DE MEDICION DE LOS PARAMETROS DE SINCRONIZACION.

DISTRIBUCION POR SECCIONES

CATEGORIA DE CALIDAD	SECCION LOCAL	SECCION NACIONAL	SECCION INTERNACIONAL	SECCION NACIONAL	SECCION LOCAL
	40 % Dto/Hrs	6 % Dto/Hrs	8 % Dto/Hrs	6 % Dto/Hrs	40 % Dto/Hrs
SATISFACTORIO (B)	1/12 (0.0833)	1/80 (0.0125)	1/80 (0.0125)	1/80	1/12
ACEPTABLE (A)	$> 1/12 \leq 12$	$> 1/80 \leq 1.8$	$> 1/80 \leq 2.4$	$> 1/80 \leq 1.8$	$> 1/12 \leq 12$
INACEPTABLE (C)	$> 12$	$> 1.8$	$> 2.4$	$> 1.8$	$> 12$



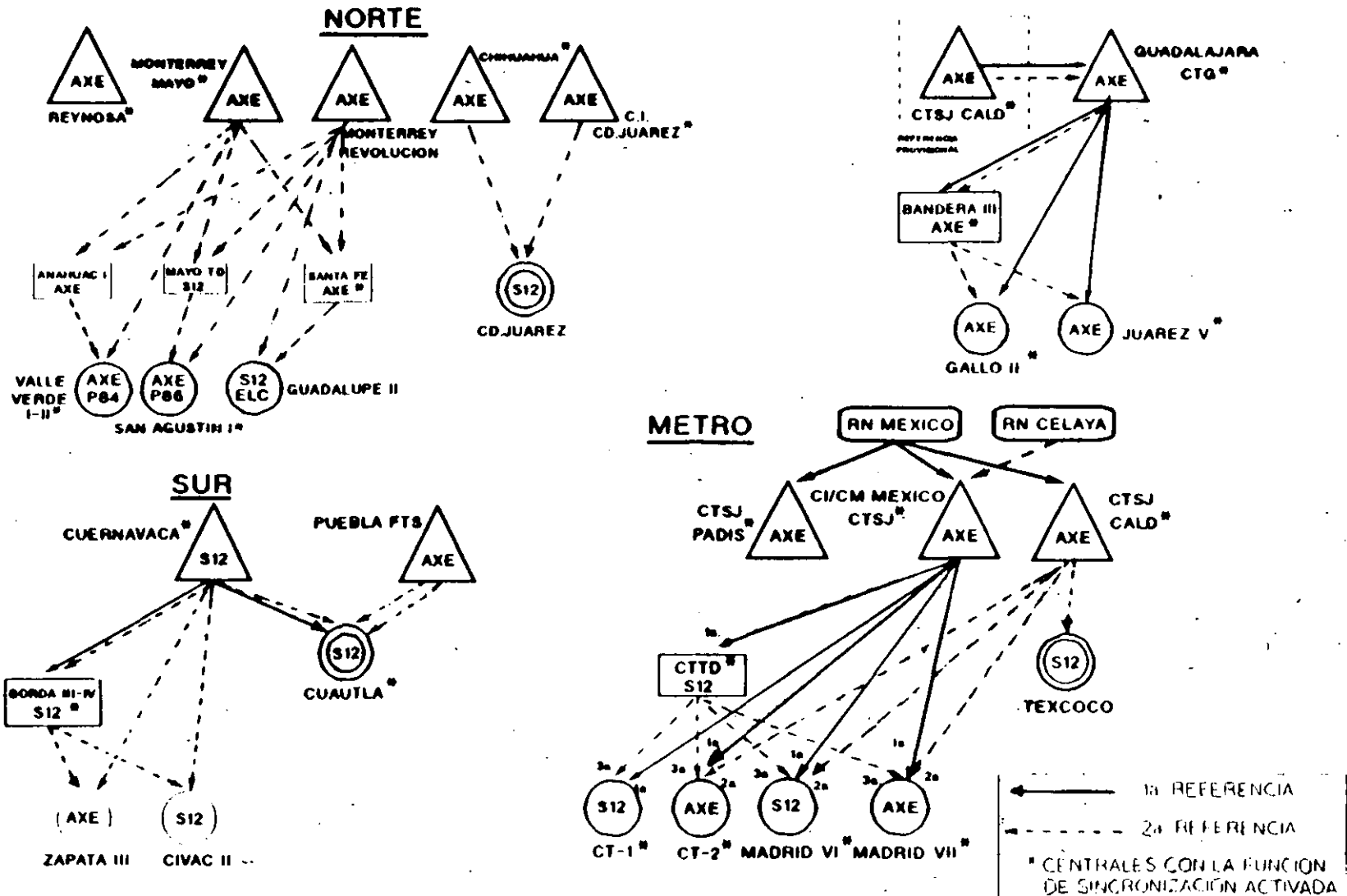
DISTRIBUCION ENTRE CENTRALES

CATEGORIA DE CALIDAD	SECCION LOCAL	SECCION NACIONAL	SECCION INTERNACIONAL	SECCION NACIONAL	SECCION LOCAL
	1 CENTRAL Dto/Hrs	3 CENTRALES Dto/Hrs	5 CENTRALES Dto/Hrs	3 CENTRALES Dto/Hrs	1 CENTRAL Dto/Hrs
SATISFACTORIO (B)	1/12	0.0041 1 Dto/ 10 Dias	0.0033 1 Dto/12.5 Dias	0.0041	1/12
ACEPTABLE (A)	$> 1/12 \leq 12$	$> 0.0041 \leq 0.6$	$> 0.0033 \leq 0.48$	$> 0.0041 \leq 0.6$	$> 1/12 \leq 12$
INACEPTABLE (C)	$> 12$	$> 0.6$	$> 0.48$	$> 0.6$	$> 12$

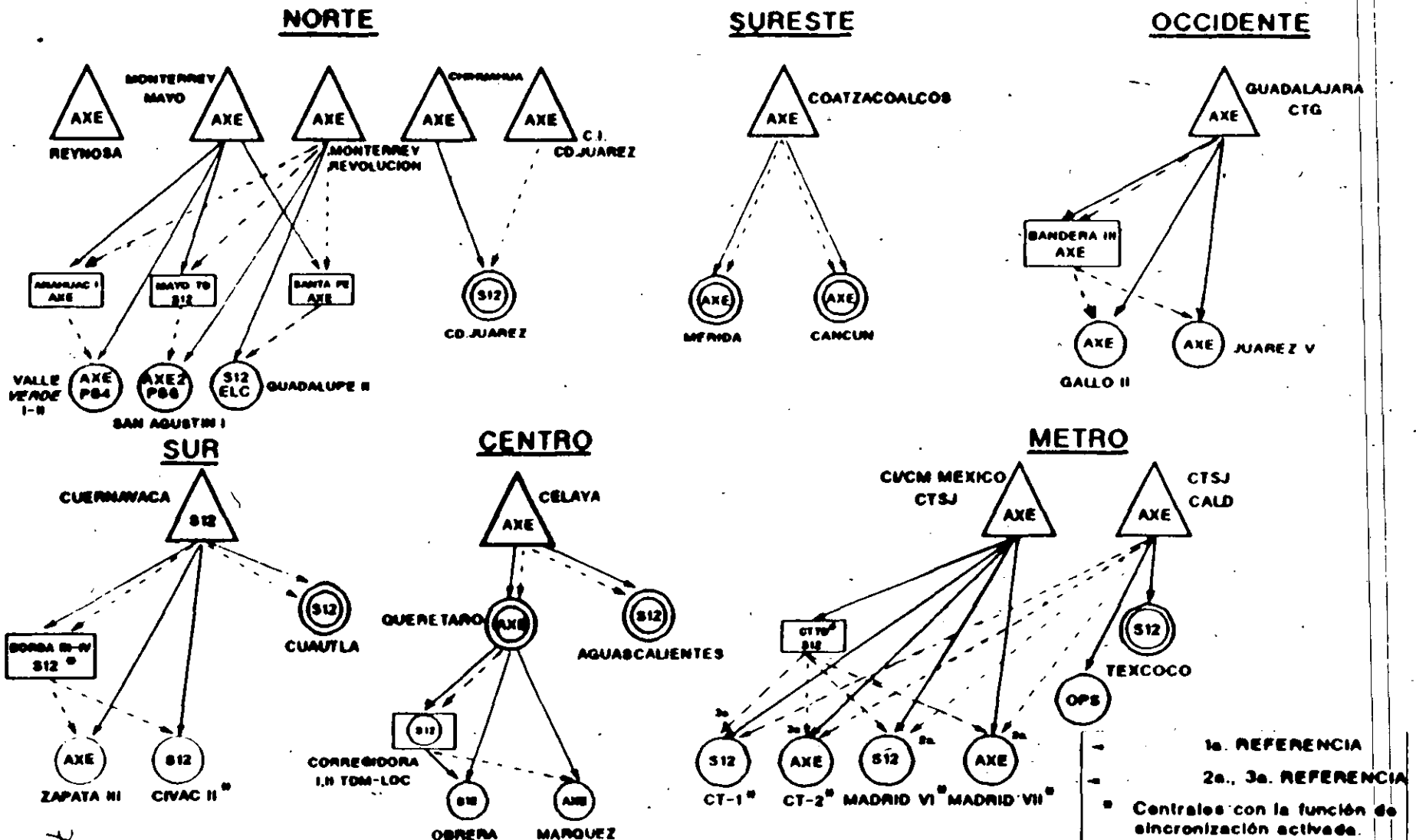
TABLA  
DISTRIBUCION DE LOS PORCENTAJES DE LA TASA DE DESLIZAMIENTOS  
PARA SECCIONES DIGITALES Y ENTRE CENTRALES DIGITALES.



# PRIMERA ETAPA DE INTRODUCCION DE LA SINCRONIA - ESTADO ACTUAL -



# PRIMERA ETAPA DE INTRODUCCION DE LA SINCRONIA EN LA RED DIGITAL DE TELMEX



# **SISTEMA DE SEÑALIZACION POR CANAL COMUN No. 7**

**M.C. MARTIN LARA BARRON**

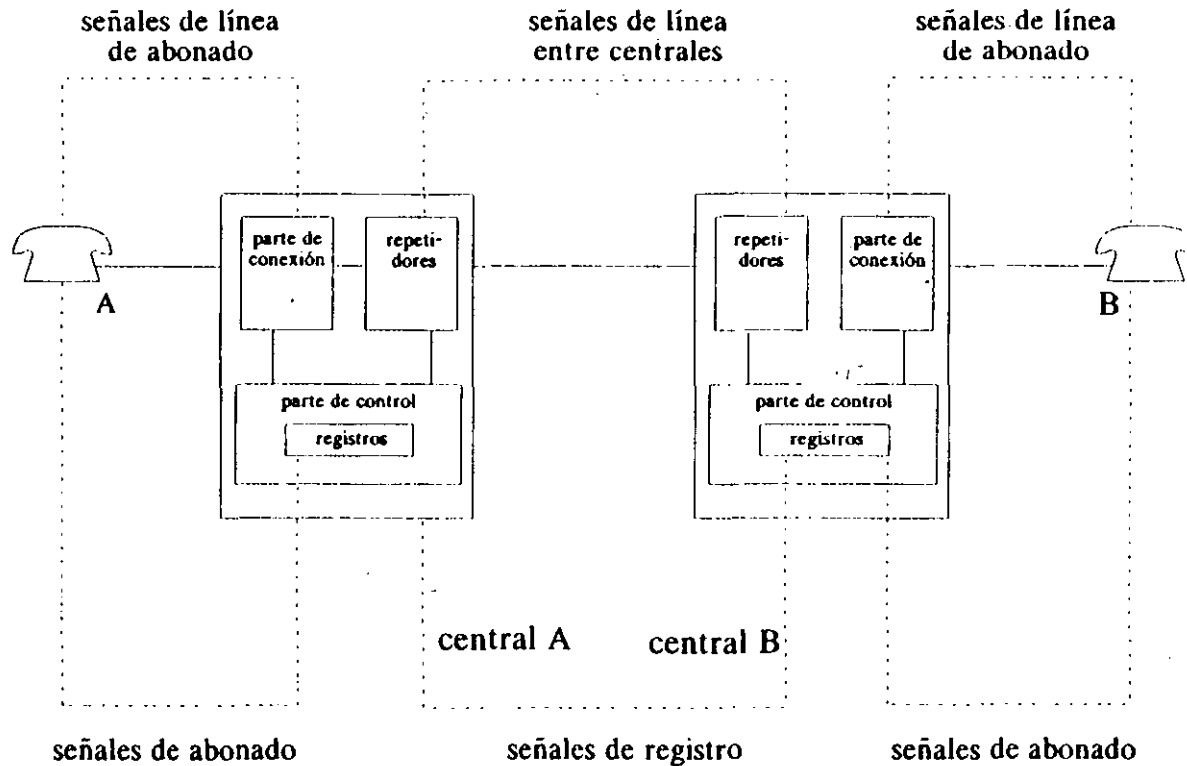
**Señalización.-** Es el intercambio de información entre equipos que forman la planta telefónica, a través de señales que permiten establecer y controlar las comunicaciones telefónicas.

**Funciones Básicas:**

- \* Supervisión
- \* Selección
- \* Operación



# Señalización Actual en la Red Nacional



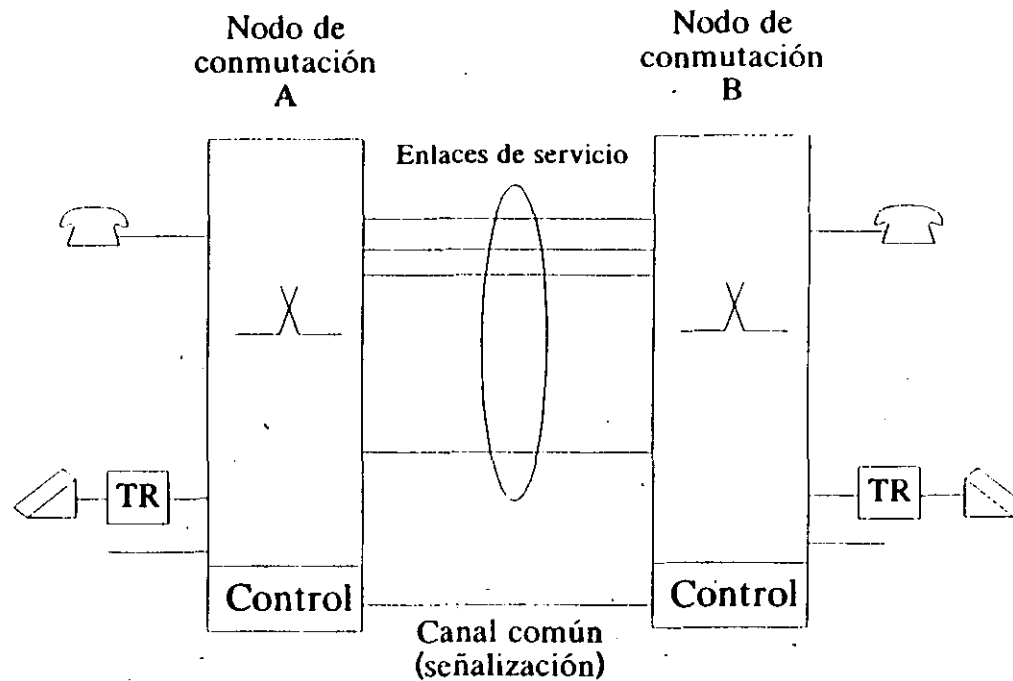
señales de línea → sistema No. 3  
señales de registro → sistema R2

## Características:

- utiliza la red de voz para señalizar el enlace en cuestión
- numero limitado de señales
- aplicación únicamente para telefonía
- tiempo de transferencia de señalización del orden de segundos
- no puede emplearse en circuitos vía satélite
- manejo de señales de línea y de registro

# Señalización por Canal Común

Un sólo canal, común para un número de enlaces de voz, transfiere la información de señalización en paquetes que se identifican mediante etiquetas.



Con la evolución de la tecnología electrónica y la introducción de centrales de control por programa almacenado digitales, se presenta la necesidad de optimizar la función de señalización en la red telefónica digital.

Es por esto que se ha desarrollado el sistema de señalización por canal común CCITT No. 7

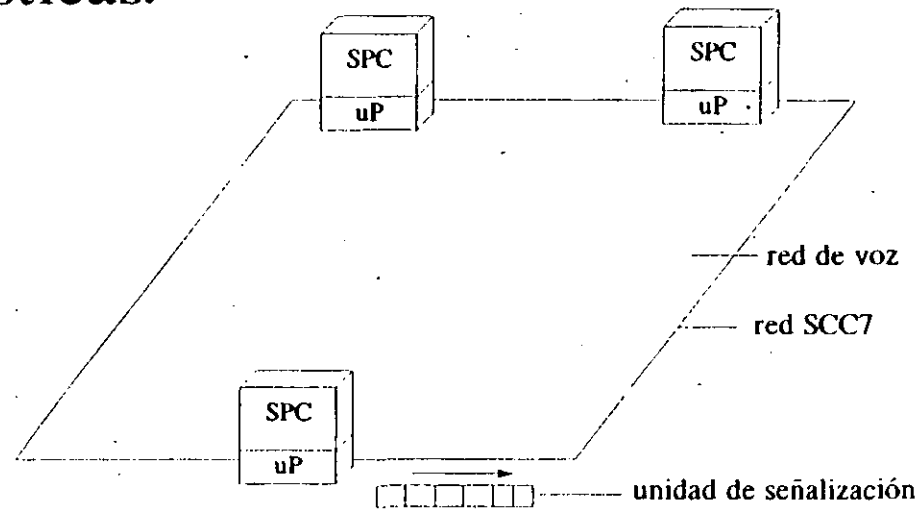
## Sistemas de Señalización Internacionales Normalizados por el CCITT

<b>sistema</b>	<b>año normalizado</b>	<b>aplicación</b>	<b>tipo de señalización</b>
1	1934	manual internacional	trayectoria de voz
2	1938	automático dos hilos	trayectoria de voz
3	1954	automático y semiautomático intracontinental	trayectoria de voz
4	1954	automático y semiautomático intracontinental	trayectoria de voz
5	1964	automático y semiautomático intercontinental	trayectoria de voz
6	1968	automático y semiautomático intercontinental	canal común
6'	1976	automático intercontinental	canal común
7	1980	automático internacional	canal común
R1	1968	automático y semiautomático regional	trayectoria de voz
R2	1968	automático y semiautomático regional	trayectoria de voz

## **Señalización por Canal Común CCITT No. 7**

- **Desarrollado para operar en un sistema totalmente digital de 64 Kbps.**
- **Aplicación general normalizada internacionalmente tanto para redes nacionales como internacionales**
- **Adecuado para uso en enlaces punto a punto tanto terrestres como vía satélite**
- **Operación bajo el principio de conmutación de paquetes.**

## Características:



- Utiliza una red separada
- Capacidad ilimitada en el servicio de señales
- Puede manejar cualquier servicio de telecomunicaciones
- Tiempo de transferencia de señalización del orden de milisegundos
- Transparente al medio de transmisión
- Manejo de un solo tipo de señales

# SCC7

- Su estructura funcional permite una gran flexibilidad y modularidad para diversas aplicaciones dentro de un concepto de sistema.
  - \* parte de transferencia de mensajes
  - \* parte de usuario
  - \* parte de control de la conexión de señalización
  - \* parte de aplicación de las capacidades de transacción
  
- Desarrollado en base a una arquitectura de niveles
  - \* Nivel 1: Funciones del enlace de datos de señalización
  - \* Nivel 2: Funciones de enlace de señalización
  - \* Nivel 3: Funciones de la red de señalización
  - \* Nivel 4:
    - Parte de usuario
    - Parte de control de la conexión de señalización
    - Parte de aplicación de las capacidades de transacción

Nivel 1. Funciones del enlace de datos de señalización: define las características físicas, eléctricas y funcionales del enlace de señalización y los medios para acceder al mismo.

Nivel 2. Funciones del enlace de señalización: define las funciones y procedimientos para la transferencia de los mensajes de señalización generados por los niveles jerárquicos superiores, a través de un determinado enlace de señalización.

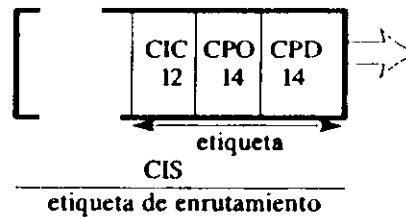
- + control de errores
- + supervisión del enlace
- + generación de tres tipos de mensajes de señalización



## Nivel 3

Funciones de la red de señalización:  
define las funciones y procedimientos  
para la transferencia de los mensajes de  
señalización entre puntos de señalización  
y los aspectos relativos a tal transferencia.

- \* tratamiento de los mensajes de señalización
  - + discriminación
  - + distribución
  - + enrutamiento



- \* gestión de la red de señalización
  - + gestión del tráfico
  - + gestión de la ruta
  - + gestión del enlace

**Nivel 4. Parte de usuario: define las funciones y procedimientos que son particulares a un determinado tipo de usuario.**

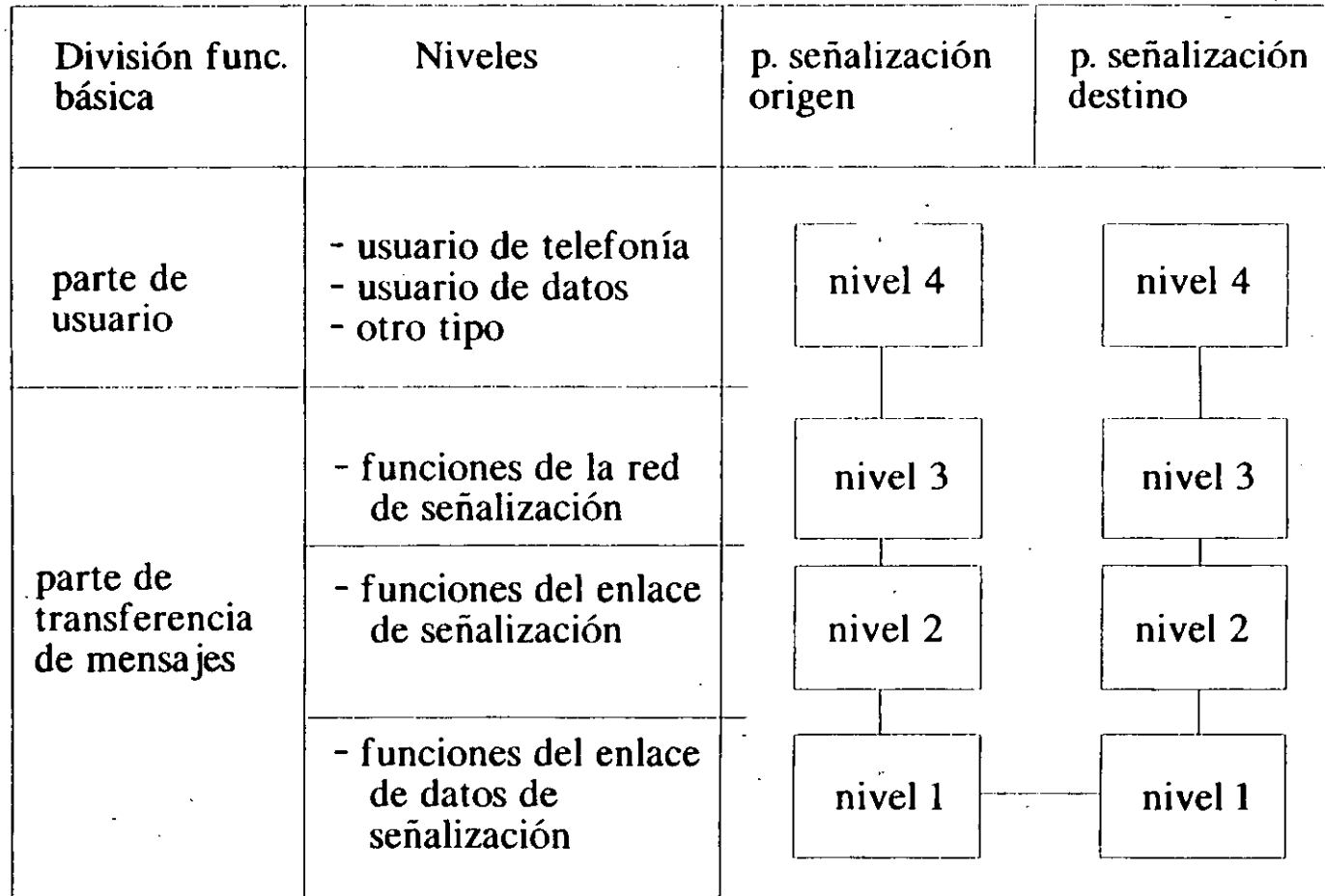
**\* usuarios con funciones de control de comunicaciones telefónicas y datos**

- + PUT      telefonía
- + PUD      datos
- + PUSI     RDSI

**\* usuarios con funciones de transferencia de información para fines de gestión y mantenimiento**

- + POM      operación y mantenimiento
- + PUCR     control remoto
- + PUFC     facturación

# Estructura Funcional del SCC7



— enlace físico

— enlace virtual

### USM

BANDERA	BITS DE CONTROL DE ERRORES BCE	CAMPO DE INFORMACION DE SEÑALIZACION CIS	OCTETO DE INFORMACION DE SERVICIO OIS	INDICADOR DE LONGITUD IL	BID	NUMERO SECUENCIAL DIRECTO NSD	BII	NUMERO SECUENCIAL INVERSO NSI	BANDERA	
01111110									01111110	
8	16	n X 8	8	2	6	1	7	1	7	8

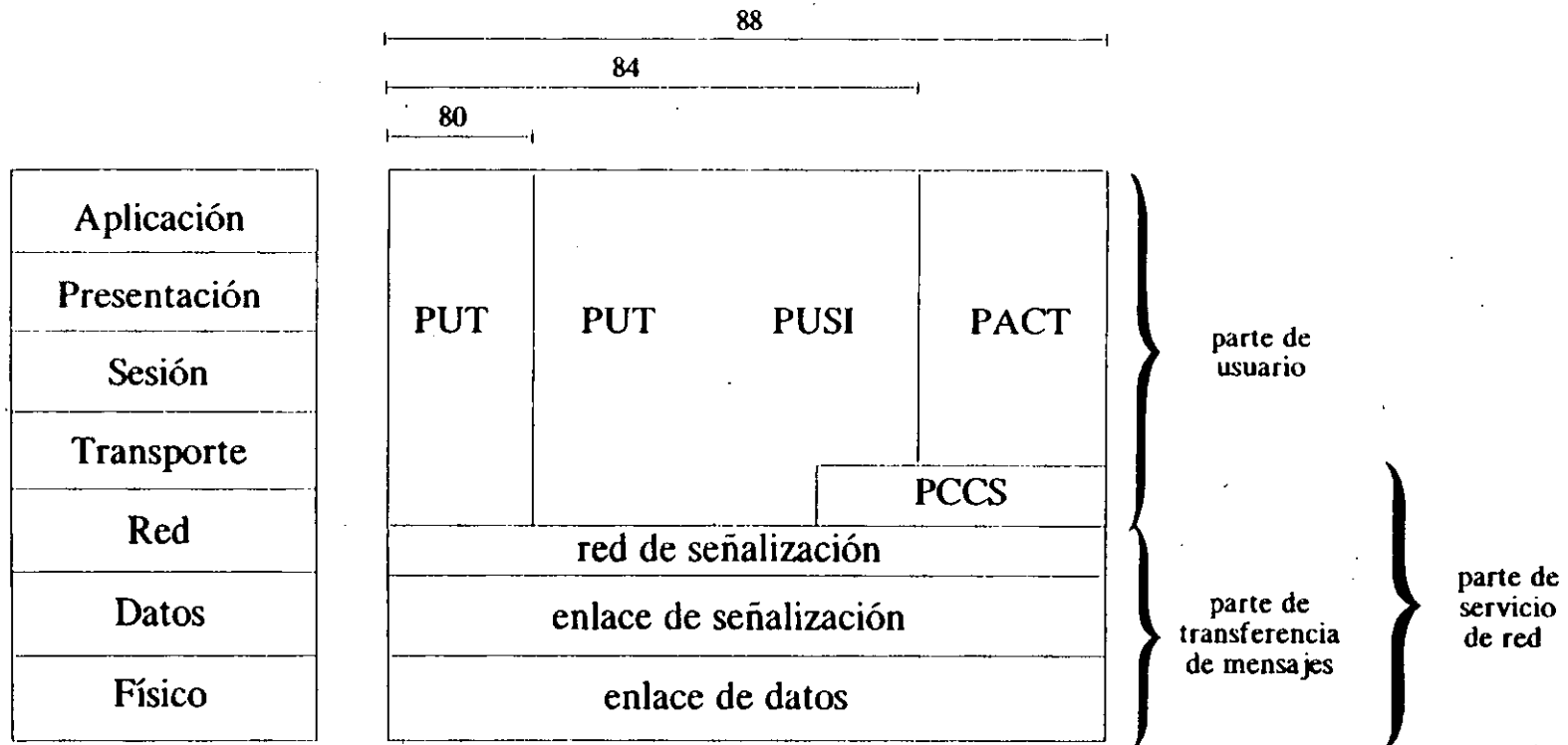
### USE

BANDERA	BITS DE CONTROL DE ERRORES BCE	CAMPO DE ESTADO CE	INDICADOR DE LONGITUD IL	BID	NUMERO SECUENCIAL DIRECTO NSD	BII	NUMERO SECUENCIAL INVERSO NSI	BANDERA	
01111110								01111110	
8	16	n X 8	2	6	1	7	1	7	8

### USR

BANDERA	BITS DE CONTROL DE ERRORES BCE	INDICADOR DE LONGITUD IL	BID	NUMERO SECUENCIAL DIRECTO NSD	BII	NUMERO SECUENCIAL INVERSO NSI	BANDERA	
01111110							01111110	
8	16	2	6	1	7	1	7	8

# Evolución CCITT No. 7



## Recomendaciones Q.7XX, Libro Azul

- \* Q.701 - Q.704, Q.706 - Q.707      parte de transferencia de mensajes
- \* Q.721 - Q.725      parte de usuario de telefonía
- \* Q.730      servicios suplementarios
- \* Q.741      parte de usuario de datos (≈X.61)
- \* Q.761 - Q.764, Q.766      parte de usuario de RDSI
- \* Q.711 - Q.714, Q.716      parte de control de la conexión de señalización
- \* Q.771 - Q.775      parte de aplicación de las capacidades de transacción

Existen otras diez recomendaciones que describen aspectos tales como estructura de red, numeración y pruebas, pero que no forman parte de las interfaces de señalización.

El uso de SCC7 traerá consigo:

- \* Aumento de la eficiencia de la red telefónica, ya que esta no se emplea para el establecimiento de las llamadas.
- \* Reducción potencial en la inversión de equipo al desarrollar una red más sencilla.
- \* Disminución de gastos para la gestión de la red.
- \* Creación de la infraestructura necesaria para evolucionar hacia una red digital de servicios integrados [RDSI].

**RED SCC7** - Es necesario establecer la arquitectura de la red para especificar las funciones a desempeñar por esta y sus componentes

- Confiabilidad
- Accesibilidad
- Niveles jerárquicos
- Posibilidades de reconfiguración
- Tiempos de transferencia

La planeación de la red de señalización debe considerar la arquitectura de la red y las características funcionales de los equipos terminales, como un solo sistema, ya que están directamente relacionados.



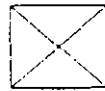
Nomenclatura	Símbolo
--------------	---------

PSX  
 PSO • PSX de origen  
 PSD • PSX de destino



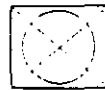
Nomenclatura	Símbolo
--------------	---------

PST

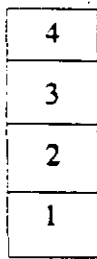


Nomenclatura	Símbolo
--------------	---------

PSC

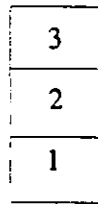


PSO



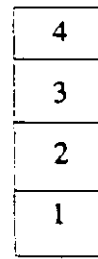
A

PST



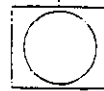
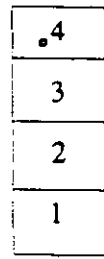
B

PSC





C

PSD



D

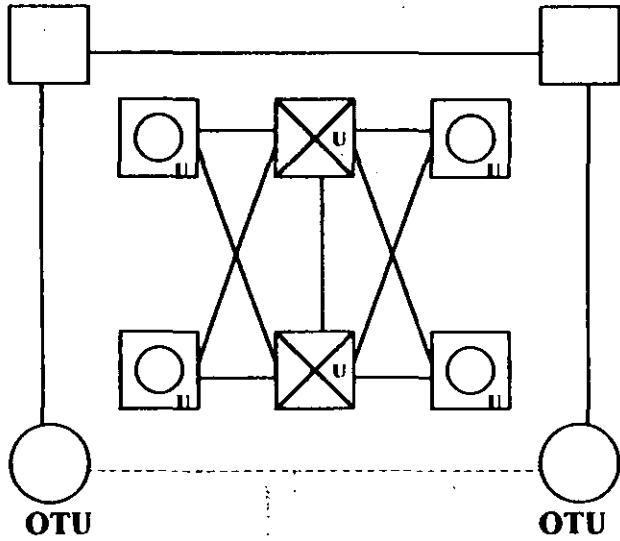
Puntos de señalización

Símbolo	Nomenclatura	Descripción
	PST	punto de señalización de transferencia
	VS	via de señalización
	PSX	punto de señalización terminal

Tipo de Error	Tasa de Error Máxima	Comentarios
Pérdida de mensajes	$10^7$	Como consecuencia de una falla en la PTM, no se deberá perder más de un mensaje de cada $10^7$ mensajes.
Secuencia incorrecta de mensajes	$10^6$	Para el modo cuasi-asociado y como consecuencia de una falla en la PTM no se deberá entregar más de un mensaje fuera de secuencia de cada $10^6$ mensajes. Se considera también la duplicación de mensajes.
Errores no detectados	$10^6$	Como consecuencia de una falla en la PTM, no se deberá entregar más de un mensaje con información errónea de cada $10^6$ mensajes.
Indisponibilidad de un conjunto de rutas de señalización.	10 min/año	Como consecuencia de una falla en los PS's y/o VS's que constituyen el conjunto de rutas de señalización.

**TANDEM**

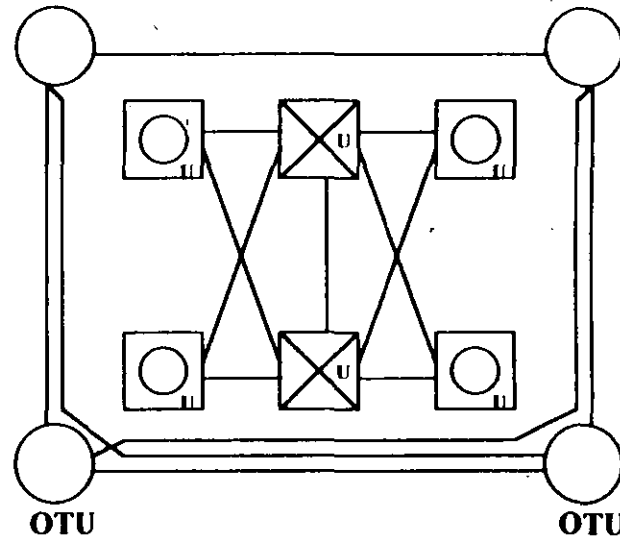
**TANDEM**



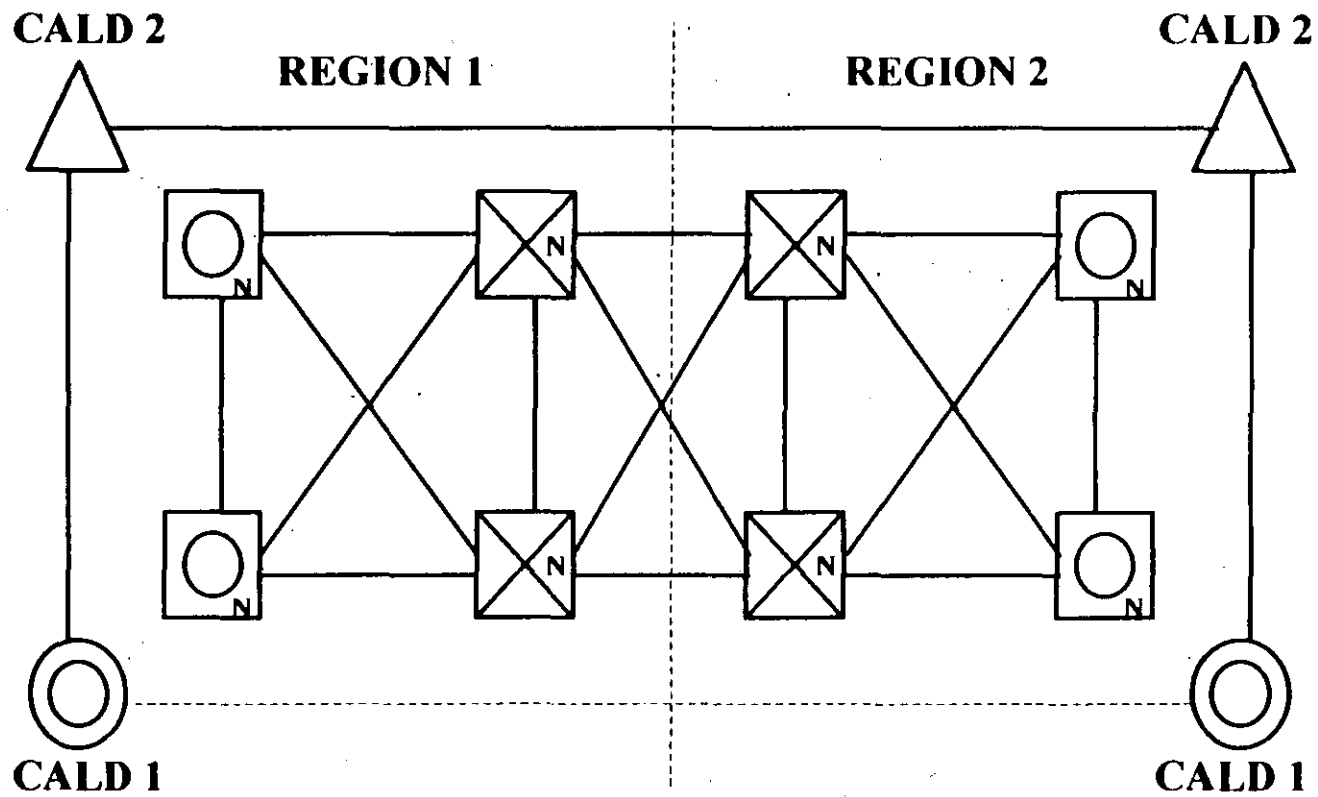
**RED JERARQUICA**

**OTU**

**OTU**

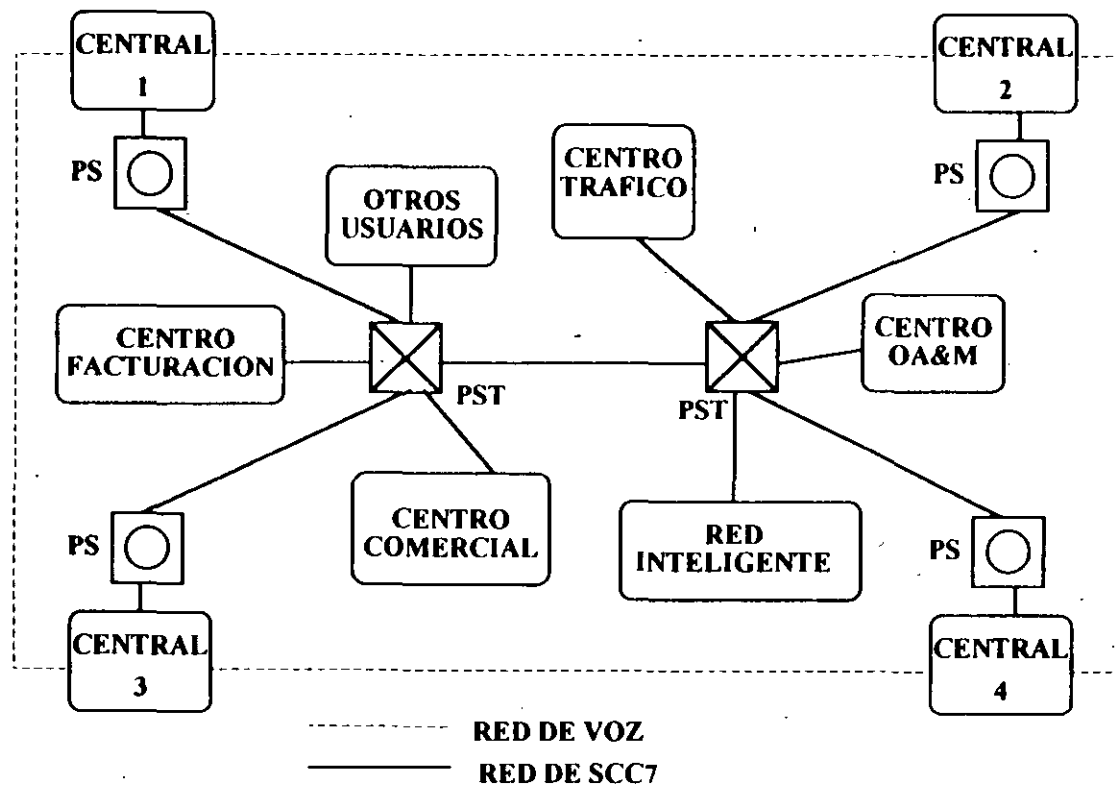


**RED MALLA**



**RED DE LARGA DISTANCIA NACIONAL**

## FACILIDADES DE LA RED SCC7



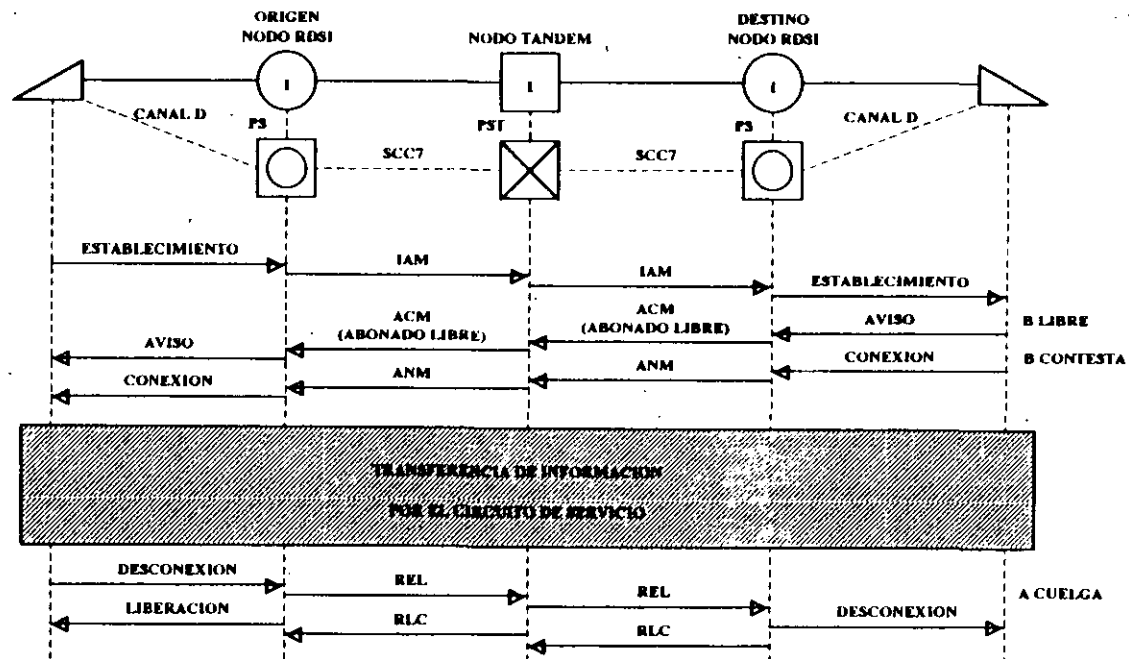
## PUT - Mensajes

		E1	0000	0001	0010	0011	0100	0101	0110	0111	1000	1001	1010	1011	1100	1101	1110	1111	
		EO	reserva para uso nacional																
		0000	reserva para uso nacional																
MDA	→	0001		MID	MIA	MSD	SDU												
MEL	⇐	0010		MIE		COM	FCO												
MPE	⇐	0011		MPG															
MEC	⇐	0100		MDC															
MEI	←	0101		CEC	CGC	CRN	SDI	SLI	ABO	NNA	LFS	TIE	SAP	TDN	PRM				
MSL	↔	0110	SRS	RCT	RST	COL	FIN	RRE	INT	SLA									
MSC	↔	0111		LGU	BLO	ARB	DBL	ARD	PPC	RCI									
MSG	↔	1000		BGM	ABM	DGM	ADM	BGE	ABE	DGE	ADE	MRG	ARG	BGL	ABL	DGL	ADL		
		1001																	
GRC	⇐	1010		CCA															
		1011																	
MND	→	1100					OFR	CAN	REL										
MNA	⇐	1101					FAN												
MNP	⇐	1110					TEB												
		1111	reserva para uso nacional																

	MENSAJE	CODIGO
IAM	Mensaje Inicial de Dirección	00000001
SAM	Dirección (o número) subsiguiente	00000010
INR	Petición de información	00000011
INF	Información	00000100
COT	Continuidad	00000101
SGM	Segmentación	00111000
UPA	Parte de usuario disponible	00110101
UPT	Prueba de parte de usuario	00110100
CRG	Información de tasación	00110001
ACM	Dirección completa	00000110
CON	Conexión	00000111
CPG	Progresión de la llamada	00101100
ANM	Respuesta	00001001
FOT	Transferencia hacia adelante (Intervención)	00001000
REL	Liberación	00001100
IDR	Petición de identificación	00110110
IRS	Respuesta de identificación	00110111
DRS	Liberación diferida	00100111
RLC	Liberación completada	00010000
CCR	Petición de prueba de continuidad	00010001
RSC	Reinicialización de circuito	00010010
LPA	Acuse de establecimiento de bucle	00101000
BLO	Bloqueo	00010011
UBL	Desbloqueo	00010100
UCIC	Código de identificación de circuito no equipado	00101110
BLA	Acuse de bloqueo	00010101
UBA	Acuse de desbloqueo	00010110
OLM	Sobrecarga	00110000
SUS	Suspensión	00001101
RES	Reanudación	00001110
CFN	Confusión	00101111
CGB	Bloqueo de grupo de circuitos	00011000
CGU	Desbloqueo de grupo de circuitos	00011001
CGBA	Acuse de bloqueo de grupo de circuitos	00011010
CGUA	Acuse de desbloqueo de grupo de circuitos	00011011
GRS	Reinicialización de grupo de circuitos	00010111
GRA	Acuse de reinicialización de grupo de circuitos	00101001
QOM	Indagación sobre grupo de circuitos	00101010
QOR	Respuesta a indagación sobre grupo de circuitos	00101011
CMR	Petición de modificación de llamada	00011100
CMC	Modificación de llamada completada	00011101
CMRJ	Rechazo de modificación de llamada	00011110
FAA	Facilidad aceptada	00100000
FAR	Petición de facilidad	00011111
FAC	Facilidad	00110011
FRJ	Rechazo de facilidad	00100001
NRM	Gestión de recurso de red	00110010
PAM	Paso de largo	00101000
USR	Información de usuario a usuario	00101101
OFR	Oferta	11111100
RLL	Rellamada	11111110
CAN	Cancelación de oferta	11111101
FAN	Falsa contestación	11111111

**CODIFICACION DE MENSAJES DE LA PUSI**

## LLAMADA ORDINARIA CON SEÑALIZACION DE PUSI PARA LA RDSI





# **RED INTELIGENTE**

**M.C. MARTIN LARA BARRON**

El término **Red Inteligente (RI)** se utiliza para describir un concepto arquitectural destinado a ser aplicable a todas las redes de telecomunicaciones. La finalidad de la **RI** es facilitar la introducción de nuevos servicios basados en una mayor flexibilidad y nuevas capacidades.

La **RI** aplica a una gran variedad de redes, tales como: redes telefónicas públicas conmutadas (**RTPC**), redes móviles, redes públicas de datos con conmutación de paquetes y redes digitales de servicios integrados (**RDSI**).

La **RI** sustenta también una gran variedad de servicios, incluidos los servicios suplementarios, y utiliza los servicios portadores existentes.

**RI** es un concepto arquitectural para el funcionamiento y prestación de nuevos servicios que se caracteriza por:

- el uso extensivo de técnicas de procesamiento de la información;
- la utilización eficaz de los recursos de la red;
- la modularización y la reutilización de las funciones de la red;
- la creación y prestación de servicios integrados por medio de funciones de red reutilizables modularizadas;
- la asignación flexible de funciones de red a nodos (entidades físicas) de la **RI**;
- la portabilidad de funciones de red entre nodos de la **RI**;
- la comunicación normalizada entre funciones de red por medio de interfaces independientes del servicio;
- el control por el abonado al servicio (cliente) de algunos atributos de servicio específicos del abonado;
- el control por el usuario del servicio de algunos atributos de servicio específicos del usuario;
- la gestión normalizada de la lógica del servicio.

Los requisitos funcionales de la **RI** son:

- requisitos de servicio (necesidades de servicio);
- requisitos de red (necesidades de la entidad que explota la red).

La **RI** puede apoyar los servicios suplementarios de los siguientes servicios básicos:

Servicios portadores:

- sin restricciones en modo circuito (distintas velocidades binarias);
- telefonía en modo circuito;
- audio en modo circuito;
- servicio de datos con conmutación de paquetes;
- servicio de datos con conmutación de circuitos; etc.

Teleservicios:

- telefonía;
- telefax;
- videotex.

### Servicios interactivos de banda ancha:

- servicios de conversación;
- servicios de mensajería;
- servicios de consulta.

### Servicios de distribución de banda ancha:

- Servicios de distribución sin control de presentación individual por el usuario;
- Servicios de distribución con control de presentación individual por el usuario;
- otros.

Los elementos de la arquitectura física de la **RI** son nodos e interfaces. Los interfaces deben tener la misma arquitectura de protocolo basado en el modelo OSI (Open system interconnection) de siete capas que faciliten la comunicación entre entidades.

Los nodos (**Entidades Físicas**) para la realización de la **RI** considerando una arquitectura básica, son:

a) **Punto de conmutación de servicio (SSP).**

Además de proporcionar a los usuarios el acceso a la red (si el **SSP** es una central local) y de llevar a cabo cualquier funcionalidad de conmutación necesaria, el **SSP** ofrece pleno acceso al conjunto de capacidades de la **RI**.

b) **Punto de control de servicio (SCP).**

Contiene los programas de lógica de servicio que se utilizan para proporcionar los servicios de **RI** y puede contener, opcionalmente, datos de cliente.

El **SCP** puede acceder a los datos de un punto de datos de servicio (**SDP**), ya sea directamente o a través de una red de señalización, y puede conectarse a los **SSP's** y/o **IP's** por la red de señalización.

c) **Punto de datos de servicio (SDP).**

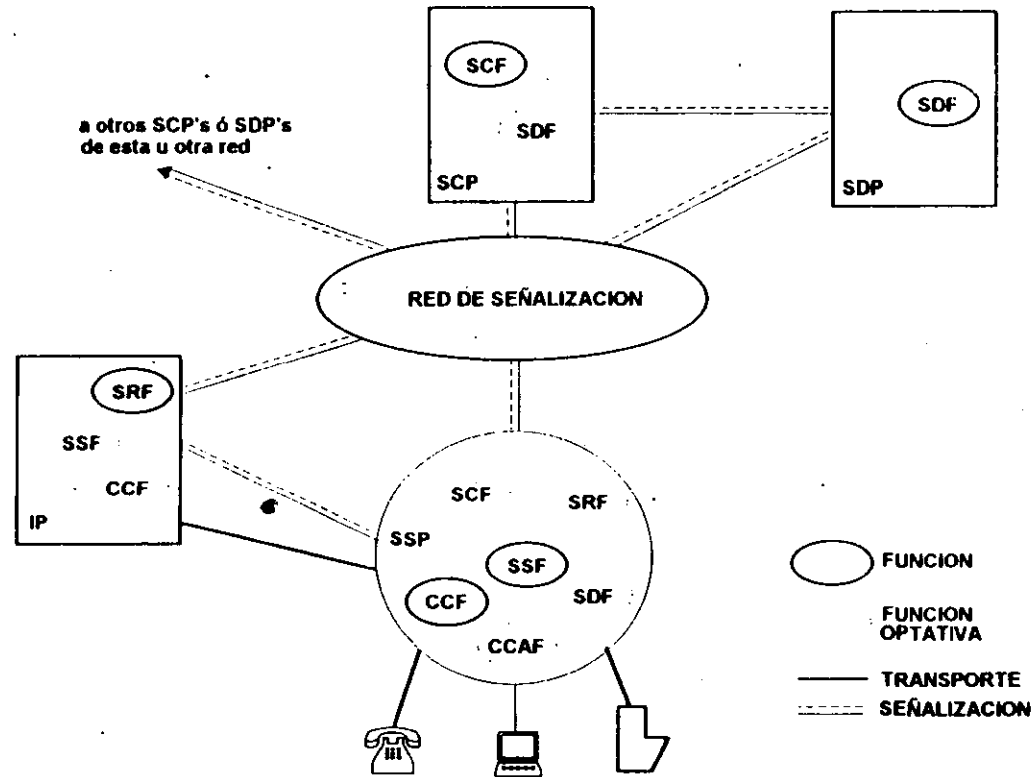
Contiene los datos utilizados por los programas de lógica de servicio para proporcionar servicios individualizados.

Un SSP o un punto de gestión de servicio pueden acceder al SDP directamente o a través de la red de señalización. Un SDP puede también acceder a otros SDP's de su propia red o de otras redes.

d) **Periférico inteligente (PI).**

Proporciona recursos especiales para la adaptación de los servicios a las necesidades del cliente y permite la realización de interacciones de información flexibles entre el usuario y la red. Algunos ejemplos de recursos especiales pueden ser:

- anuncios vocales especiales;
- dispositivos de reconocimiento de voz;
- almacenamiento de cifras DTMF;
- puente de distribución de información;
- generador de tonos;
- síntesis de texto de palabra; etc.



CCF Función de control de llamada  
 CCAF Función de agente de control de llamada  
 SCF Función de control de servicio  
 SDF Función de datos de servicio  
 SRF Función de recurso especial  
 SSF Función de conmutación de servicio

SSP Punto de conmutación de servicio  
 SCP Punto de control de servicio  
 SDP Punto de datos de servicio  
 IP Periférico inteligente

41



Aún y cuando la evolución de la tecnología puede dar lugar a otras plataformas de protocolos , las interfaces entre las entidades físicas se ajustarán a la siguiente tabla:

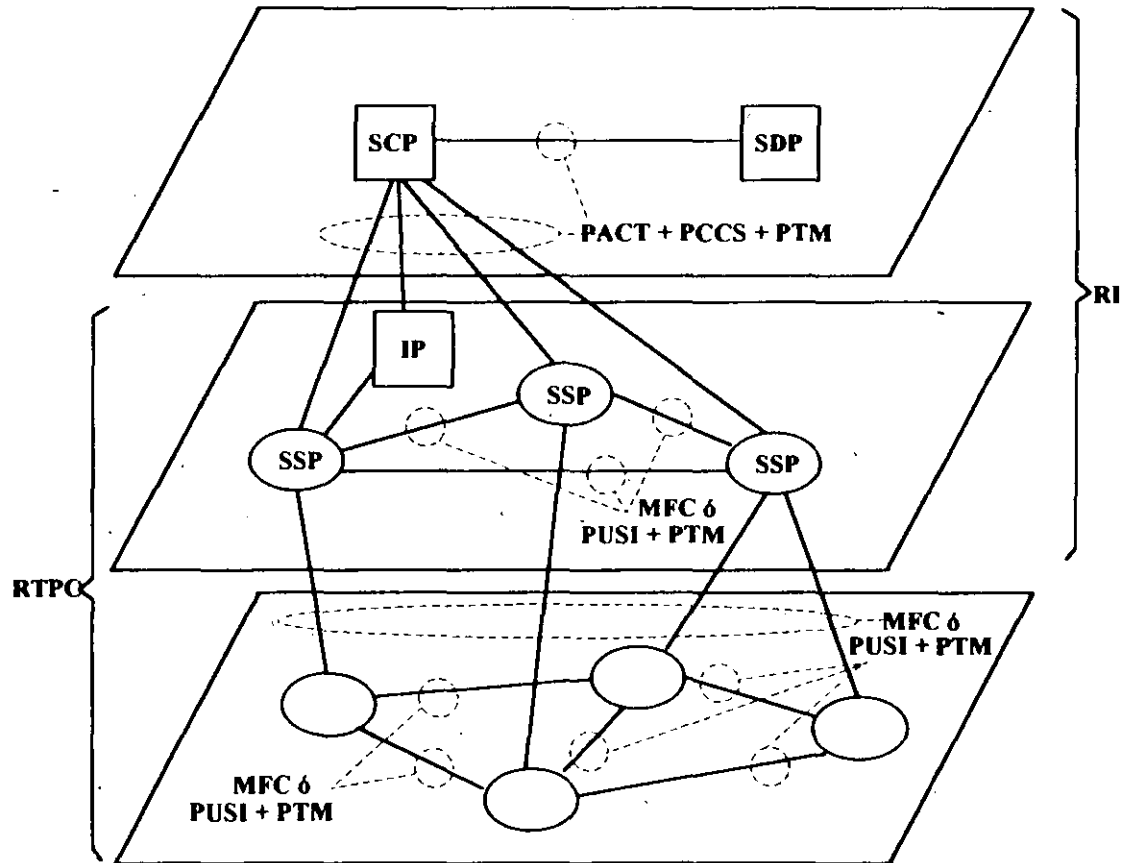
<b>INTERFAZ</b>	<b>SEÑALIZACION</b>
<b>SSP - SCP</b>	<b>Parte de aplicación de capacidades de transacción (PACT)</b> <b>Parte de control de la conexión de señalización (PCCS)</b> <b>Parte de transferencia de mensajes (PTM)</b>
<b>SCP - SDP</b>	<b>Parte de aplicación de capacidades de transacción (PACT)</b> <b>Parte de control de la conexión de señalización (PCCS)</b> <b>Parte de transferencia de mensajes (PTM)</b> <b>(con un SDP situado fuera de la red, se puede utilizar una unidad de interfuncionamiento situada dentro de la red que efectúe la traducción entre la PACT y un protocolo de transferencia de datos público o privado, como X.25)</b>

INTERFAZ	SEÑALIZACION
IP - SSP	<b>Canal D</b> - velocidad de acceso básico, - velocidad de acceso primario. <b>Señalización por canal común No. 7 (SCC7)</b>
IP - SCP	<b>Parte de aplicación de capacidades de transacción (PACT)</b> <b>Parte de control de la conexión de señalización (PCCS)</b> <b>Parte de transferencia de mensajes (PTM)</b>

Dado que los nodos **SSP** conforman la interfaz entre la **RI** y la **RTPC**, la señalización entre los **SSP's** y la **RTPC** se podrá llevar a cabo por medio de la señalización tradicional en base a **MFC**, o bien, con señalización por canal común si está disponible.

Es de esperarse que en el futuro todos los nodos de conmutación de la **RTPC** tengan las funciones de **SSP**, de manera que cualquier usuario de la red de telecomunicaciones tenga acceso a las facilidades de la **RI**.

La siguiente figura incluye los diferentes tipos de señalización que pueden existir en la interrelación entre la **RI** y la **RTPC**.



## **SERVICIOS DE RED INTELIGENTE:**

### **- Servicios básicos**

- Cobro revertido automático
- Pago compartido
- Tarificación adicional
- Llamadas masivas
- Número universal

### **- Servicios avanzados**

- Cobro revertido automático
- Pago compartido
- Tarificación adicional
- Televoto
- Llamadas masivas
- Numero universal

• Llamadas a crédito

• Telefonía personal

• Red privada virtual

## **SERVICIOS BASICOS DE TARIFICACION ESPECIAL**

- Son servicios que se prestan desde el **SSP** sin la intervención de ningún otro elemento de la **RI**.
- Se ofrece un subconjunto de los servicios avanzados
- Los abonados a estos servicios disponen de dos tipos de números:
  - a) Número de directorio
  - b) Numero de la **RI** (plan privado de numeración)
- El primer **SSP** que recibe la llamada hace la traducción de número de **RI** a número de directorio
- La tarificación de estas llamadas se realiza en forma detallada en el **SSP**

## **SERVICIOS AVANZADOS DE TARIFICACION ESPECIAL**

- Estos servicios hacen uso de la base de datos y el control del **SCP** para determinar el tipo de tratamiento de llamada y el número de directorio
- El tratamiento de la llamada se realiza en función de varias condiciones, tales como:
  - Situación geográfica del llamante
  - Hora y día de la llamada
  - Información en forma de voz o DTMF suministrada por el abonado llamante
  - Estado del abonado llamado (rutas alternativas, respuestas de cortesía, puesta en cola de espera, etc.)
- Estos servicios pueden ser programados por los clientes suscritos a ellos
- La tarificación de estas llamadas se realiza en forma detallada en el **SSP**

## **SERVICIOS DE TARIFICACION ESPECIAL**

### **COBRO REVERTIDO AUTOMATICO (800 AVANZADO)**

Las llamadas a los abonados al servicio son cargadas a éstos, sin costo para los llamantes

### **PAGO COMPARTIDO**

El costo de la llamada se reparte entre los abonados llamado y llamante. La parte llamante es determinada por la RTPC.

### **TARIFICACIÓN ADICIONAL (SOLICITUD DE INFORMACION DIVERSA)**

El abonado llamante paga la llamada por la RTPC, más una cantidad extra por el valor del servicio prestado (esta cantidad le es reembolsada al abonado llamado)

## **TELEVOTO**

- Este servicio permite hacer sondeos de opinión usando la red telefónica
- La forma de tarificación puede ser acordada entre la administración telefónica y el abonado al servicio
- El servicio se establece en función de una consulta de televoto, en la que se define el período y los posibles números a marcar por los llamantes como respuesta a la consulta, tipo de mensajes a mandar, etc.
- La **RI** totaliza los resultados de la consulta.
- El abonado tiene acceso a los resultados en cualquier momento, mediante un código de identificación.



## **LLAMADAS MASIVAS**

- Permite realizar eventos que provocan picos de tráfico (por ejemplo, concursos en radio o T.V.) disminuyendo las posibilidades de degradación del servicio telefónico
  - Desvío de llamadas en caso de ocupado
  - Respuestas de cortesía con mensajes personalizados o comunes para llamadas desviadas
- Disminución de carga en origen:
  - Recepción rápida de respuestas de cortesía que reducen los tiempos de ocupación por llamada y el número de reintentos
- Aumento de los ingresos:
  - Muchas llamadas reciben respuestas

## **NUMERO UNIVERSAL**

- Orientado a abonados con varias instalaciones en diferentes sitios del país.
- Al abonado a este servicio se le asigna un único número universal
- Los usuarios se comunican a las instalaciones del abonado desde cualquier parte de la red telefónica, marcando el número universal.
- Las llamadas de los usuarios se enrutan a instalaciones preestablecidas para un área específica de acuerdo a los requerimientos del abonado
- La traducción del número universal a número de directorio se realiza en el SCP.
- Pueden utilizarse las siguientes modalidades
  - Enrutamiento en base al área geográfica.
  - Enrutamiento en base a la fecha y hora.
  - Cobertura local o nacional en combinación con el Servicio 800.

## **SERVICIO DE LLAMADAS A CREDITO**

- Permite realizar llamadas a una cuenta de crédito establecida por la compañía telefónica, desde cualquier teléfono de la **RTPC**
- Tipos de llamada de crédito:
  - Llamada básica: Permite realizar llamadas hacia cualquier número de destino especificado durante la llamada
  - Llamada con destino restringido: Permite realizar llamadas hacia un único y predeterminado destino
- El control de estas llamadas se realiza en el **SCP**
- Estas llamadas se pueden hacer directamente desde un teléfono con teclado DTMF o mediante un generador DTMF desde un teléfono de impulsos
- Requiere un procedimiento de detección de fraude de llamadas

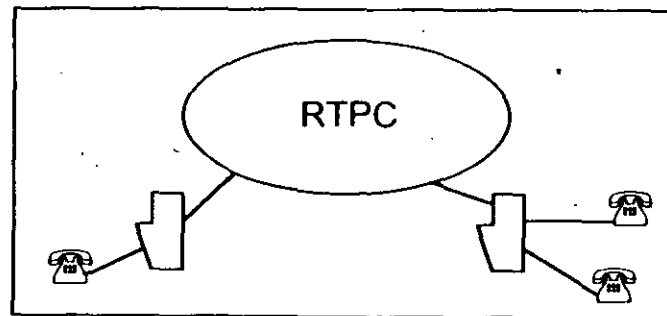
## **TELEFONIA PERSONAL**

- Da un servicio de seguimiento de llamadas a un abonado que cambia frecuentemente de ubicación y necesita recibir llamadas.
- A cada abonado a este servicio se le asigna un único número personal, haciendo uso del servicio con alguna de las siguientes tipos de llamada:
  - Llamada de afiliación, por la que el abonado hace saber a la **RI** el número de la **RTPC** al cual conmutarle sus llamadas, mediante un código personal de acceso.
  - Llamada al número personal, que es traducido por la **RI** al número de la **RTPC** actual.
- La traducción del número se realiza en el SCP.

# RED PRIVADA VIRTUAL

## FACILIDADES:

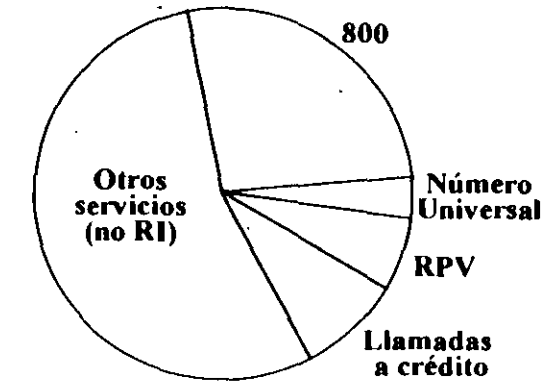
- Llamadas internas
- Llamadas externas
- Plan de numeración privado
- Acceso remoto
- Encaminamiento variable
- Restricción selectiva de llamadas
- Grupo cerrado de usuarios
- Actualización de la transferencia de llamada
- Operadora
- Códigos de autorización
- Marcación abreviada
- Llamadas internacionales



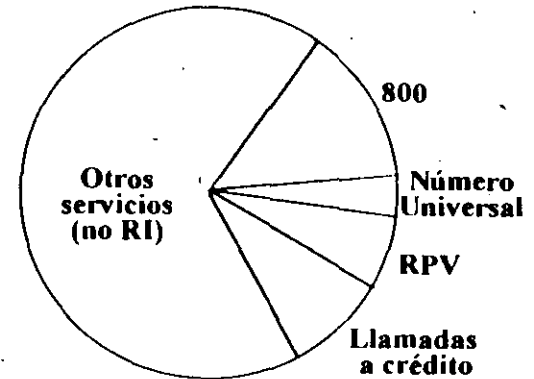
## **SERVICIOS DE RI EN LOS ESTADOS UNIDOS**

- Introducido por AT&T en 1967
- Volumen de llamadas en el primer año: 7 millones
- Actualmente hay más de 1.3 millones de líneas instaladas
- El servicio 800 nacional cursa por sí solo más de 50 millones de llamadas diarias
- Los números 800 son usados por más de 500,000 empresas americanas
- Se espera que el mercado del servicio 800 en Estados Unidos supere los 8,000 millones de US\$ en 1993

# TRAFICO DE RI DE AT&T EN 1990



**Mensajes**  
45 % de los mensajes en la red de AT&T son de servicios de RI



**Minutos**  
30 % de los minutos en la red de AT&T son de servicios de RI

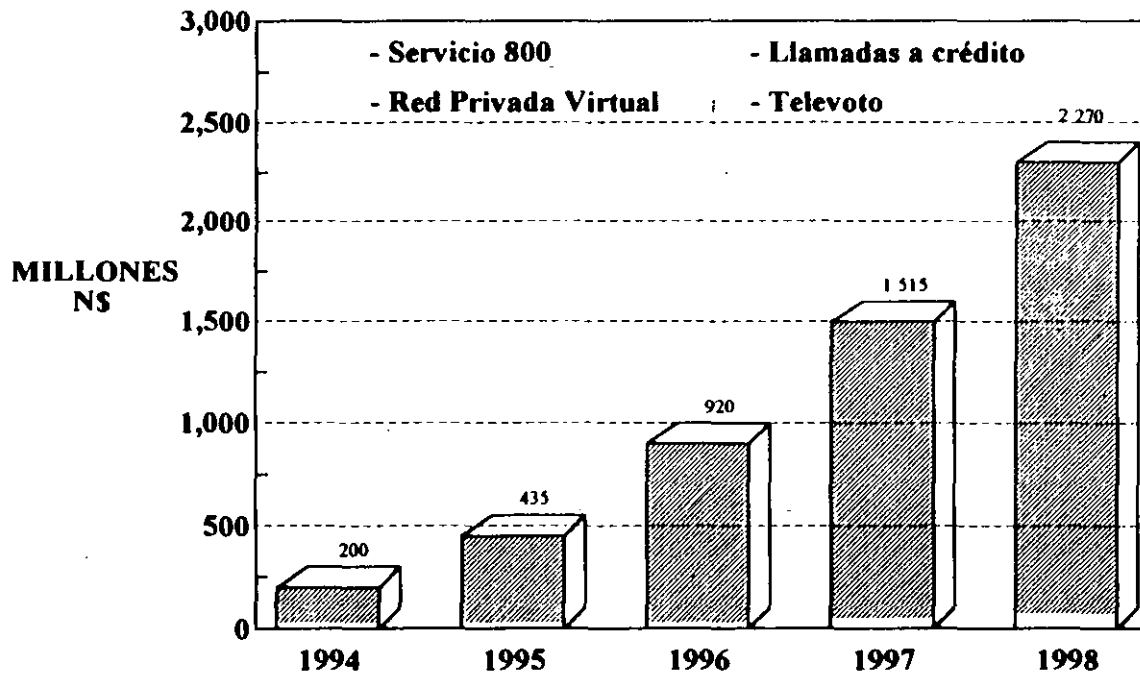
## SERVICIOS DE RI EN OTROS PAISES

<b>Servicios</b>	<b>INGLATERRA</b>	<b>ESPAÑA</b>	<b>ITALIA</b>	<b>KOREA</b>
<b>Servicio 800</b>	✓	✓	✓	✓
<b>Red Privada Virtual</b>	✓		✓	✓
<b>Llamadas masivas</b>	✓	✓	✓	
<b>Número universal</b>	✓	✓	✓	✓
<b>Pago compartido</b>	✓	✓	✓	✓
<b>Número personal</b>	✓	✓	✓	
<b>Televoto</b>	✓	✓	✓	
<b>Llamadas a crédito</b>		✓		✓



# TELMEX - INGRESOS PROYECTADOS POR SERVICIOS DE RED INTELIGENTE

## TOTAL DE INGRESOS



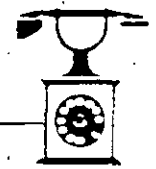
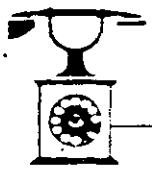


**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA  
CURSOS ABIERTOS  
III CURSO INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES  
MODULO III REDES DIGITALES: ACTUALIDAD Y PERSPECTIVA**

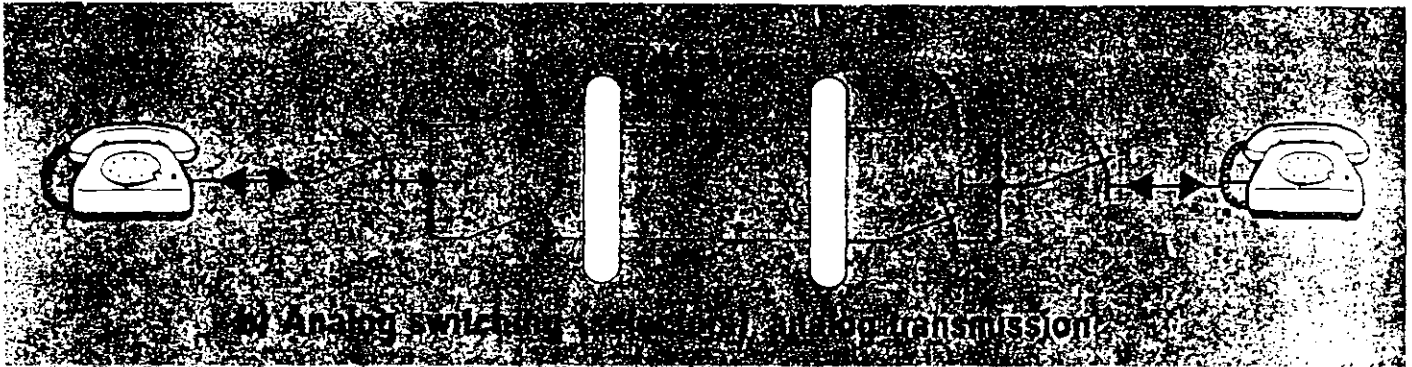
**COMPLEMENTO**

**ING. MA. DEL CARMEN MORENO ARGUELLO**

**1994**



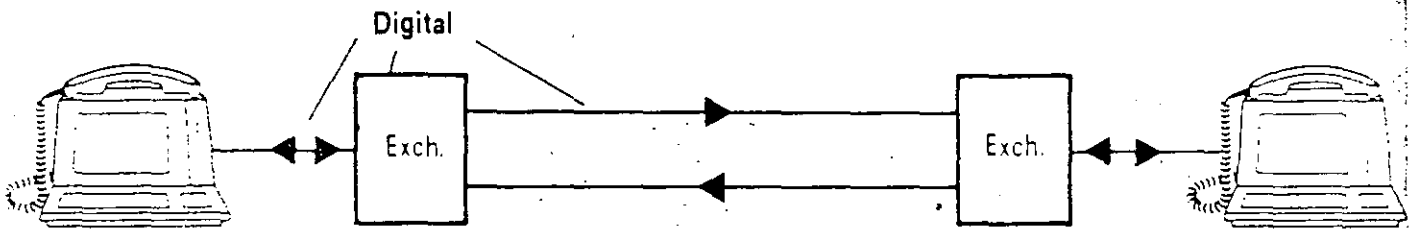
a) Direct line between subscribers



b) Analog switching (switchboard) and analog transmission



c) Integrated digital telephone network: exchanges (Exch) and transmission digital, subscriber lines (Subscr. line) still analog



d) ISDN: digital through to subscriber; all modern forms of communication possible up to  $2 \times 64$  kbit/s

# Stages in the development of telephone engineering up to ISDN

CANTIDADES DE TERMINALES (MUNDO)

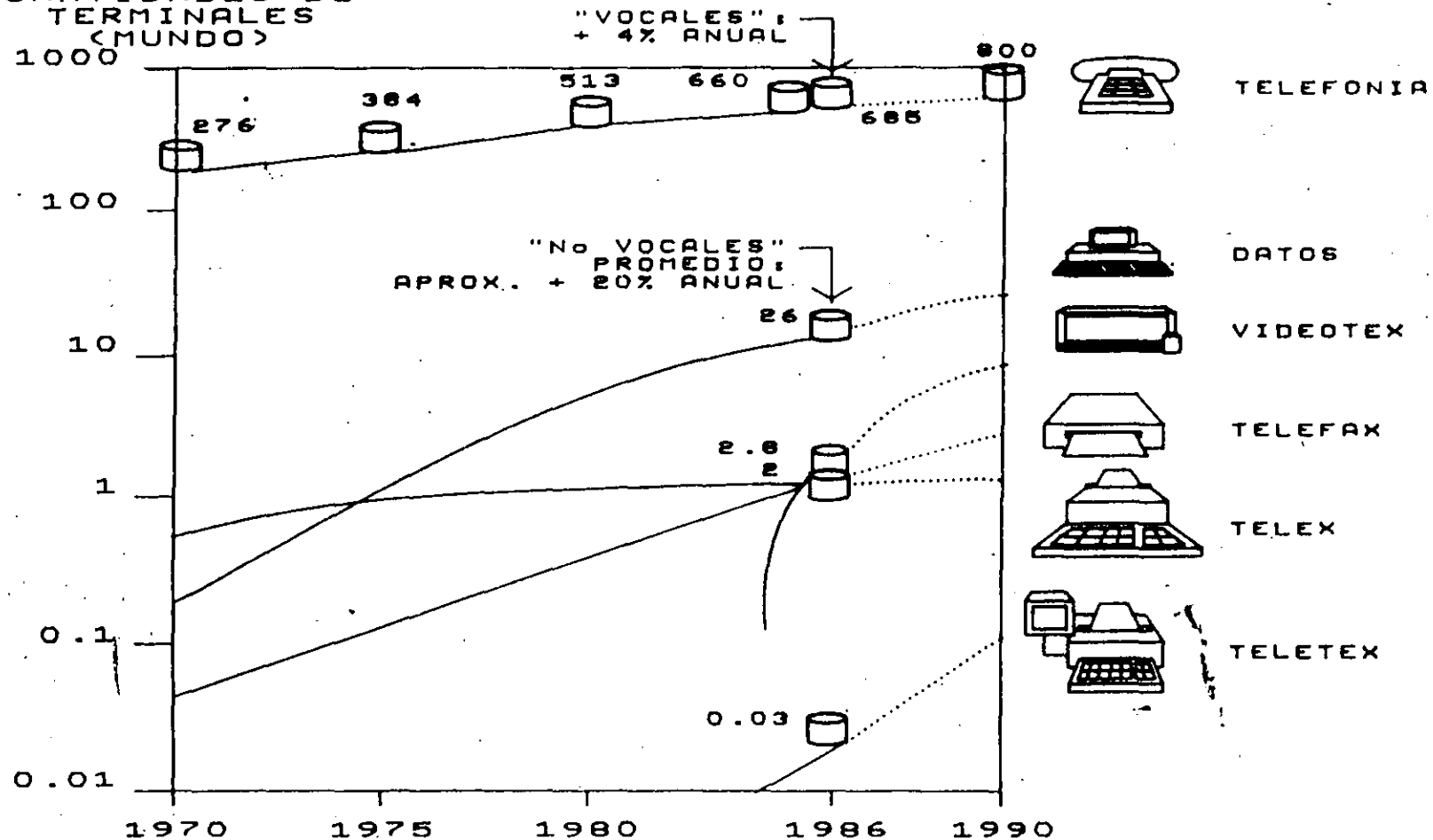
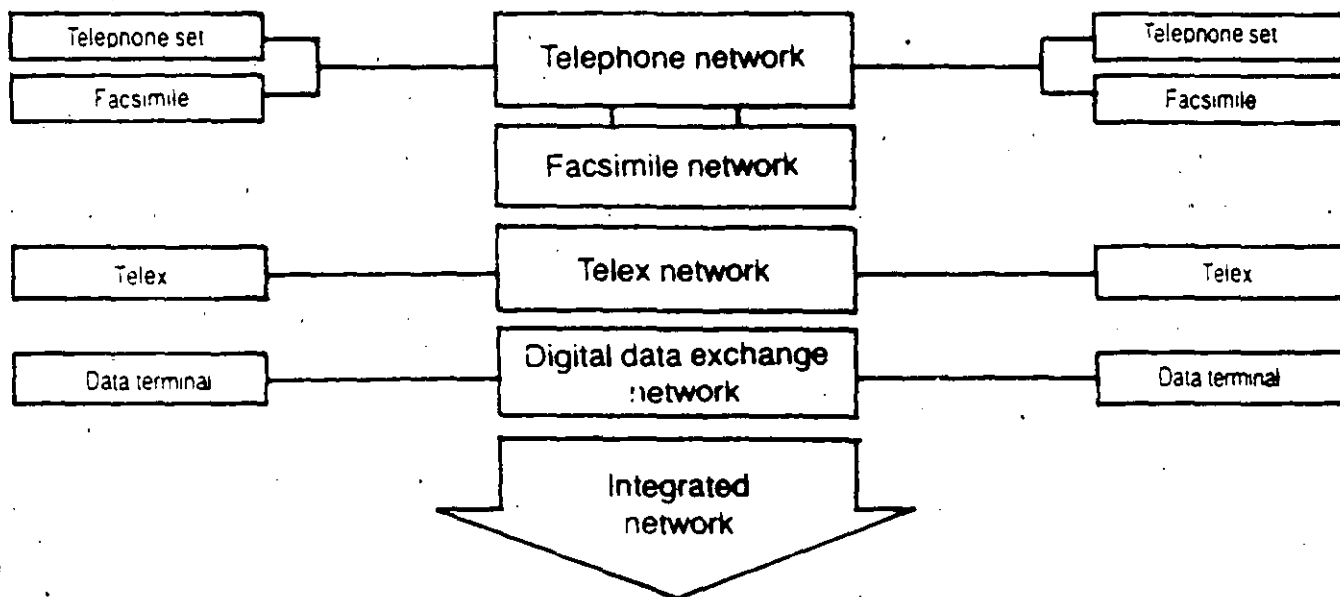
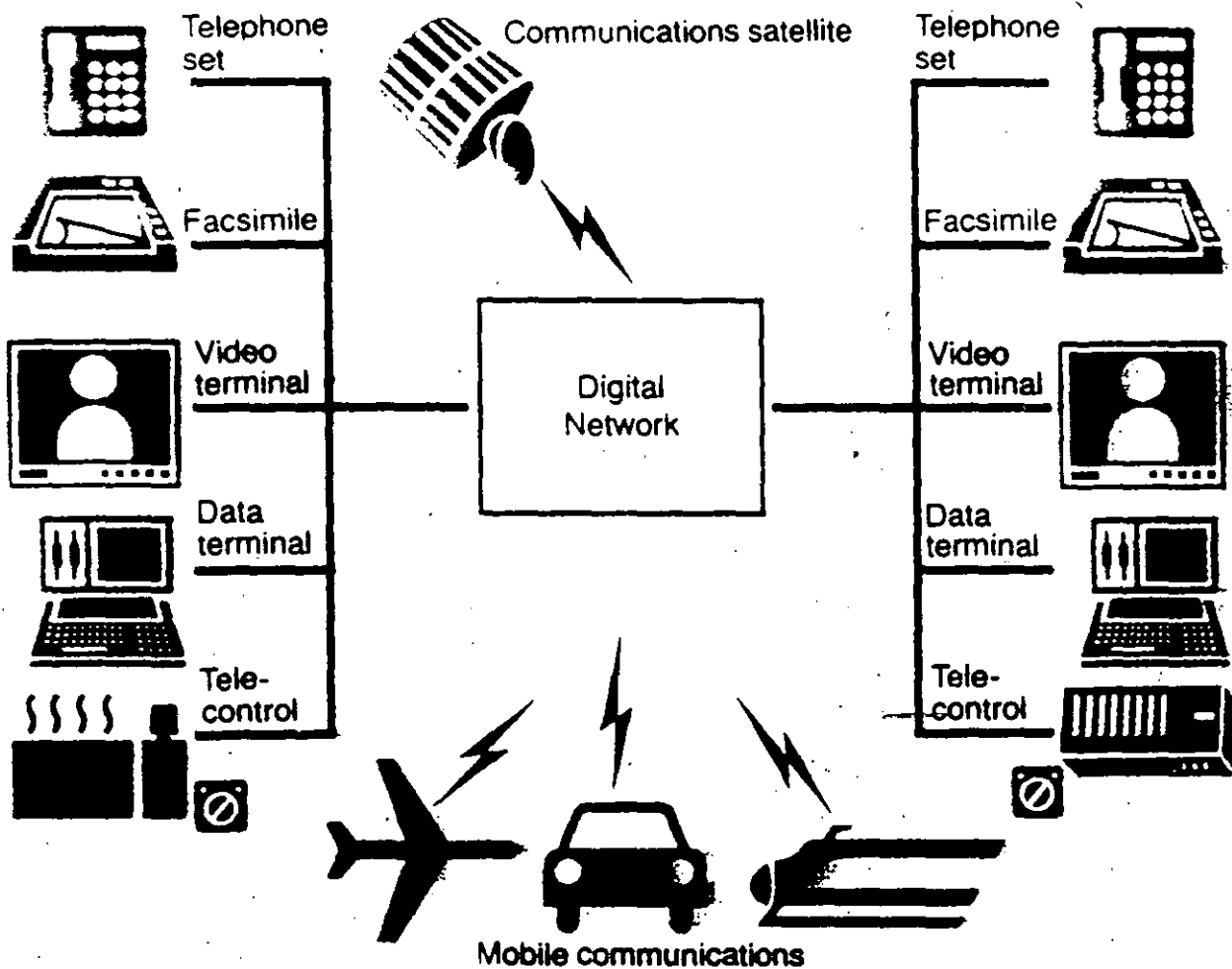


FIG 1.- LOS SERVICIOS NO VOCALES MUESTRAN UNA TAZA DE CRECIMIENTO MUCHO MAYOR QUE EL TELEFONO.

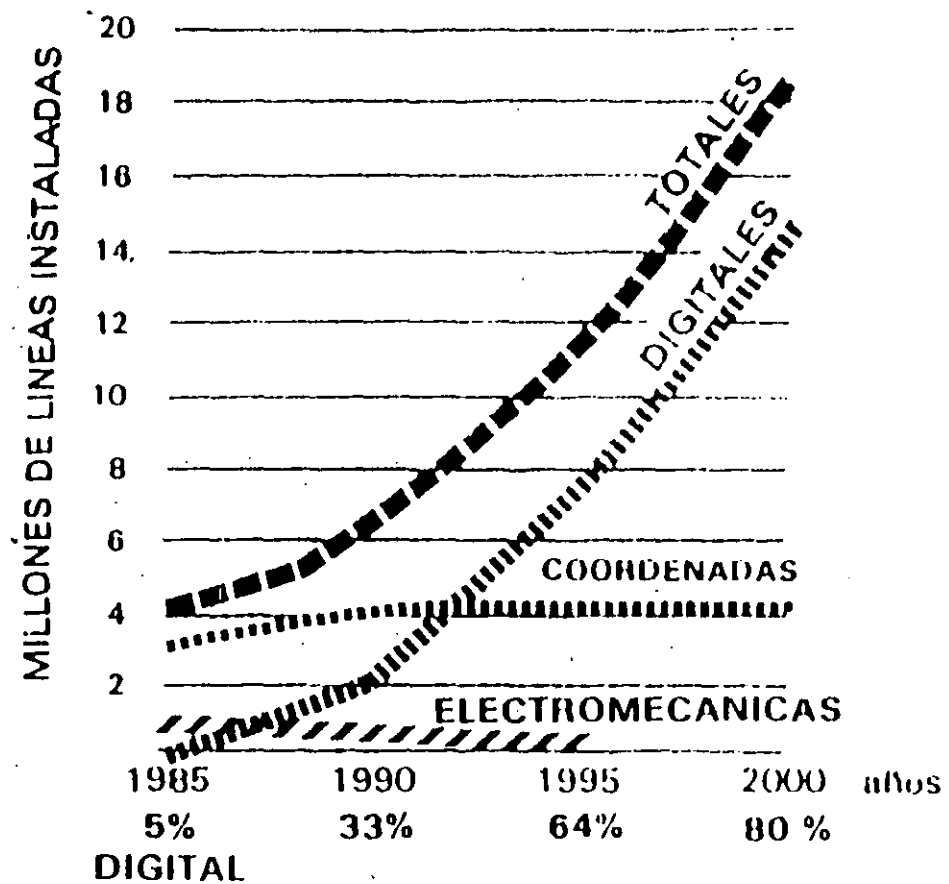
# Existing network



# INS



# DISTRIBUCION DE LINEAS POR TIPO DE TECNOLOGIA





R D S I

## RED DIGITAL DE SERVICIOS INTEGRADOS

ESENCIALMENTE SE CARACTERIZA POR OFRECER CONEXION DIGITAL EXTREMO A EXTREMO, PARA UNA AMPLIA GAMA DE SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES "CON VOZ" Y "SIN VOZ" EN LA MISMA RED.

LA PRESTACION DE ESOS SERVICIOS DEBERA HACERSE MEDIANTE, EL USO DE UN CONJUNTO LIMITADO DE TIPOS DE CONEXION Y CONFIGURACIONES DE INTERFASES USUARIO-RED.



# **VENTAJAS DE RDSI SOBRE EL DISEÑO TRADICIONAL DE REDES**

- **Mejor funcionamiento y costo efectivo menor que cualquier red especial actual**
- **Comunicación mas eficiente y amplia, esto se refiere a la posibilidad de emplear terminales multifuncionales y todos los servicios en un enchufe común, una sola linea y un solo número para llamada.**
- **Altas velocidades de transmisión ( 64 Kbps ) para la mayoría de los servicios de "no voz" comparados con las de los sistemas comunmente disponibles.**
- **Una base ideal para el desarrollo de nuevos servicios de comunicación compatibles internacionalmente.**

**Este último aspecto es probablemente el más importante en término de las telecomunicaciones futuras.**

# USO DE LOS MEDIOS DE TRANSMISION

NIVEL JERARQUICO

1

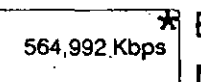
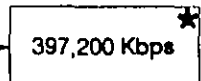
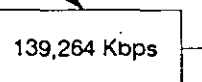
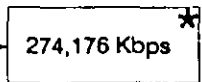
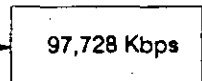
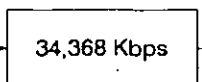
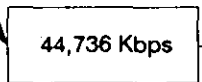
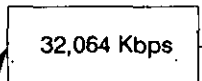
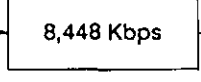
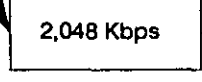
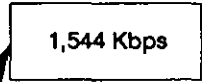
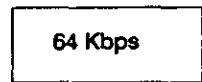
2

3

4

\*

CANAL INDIVIDUAL



JAPON

EEUU

EUROPA y MEXICO

CABLES BALANCEADOS

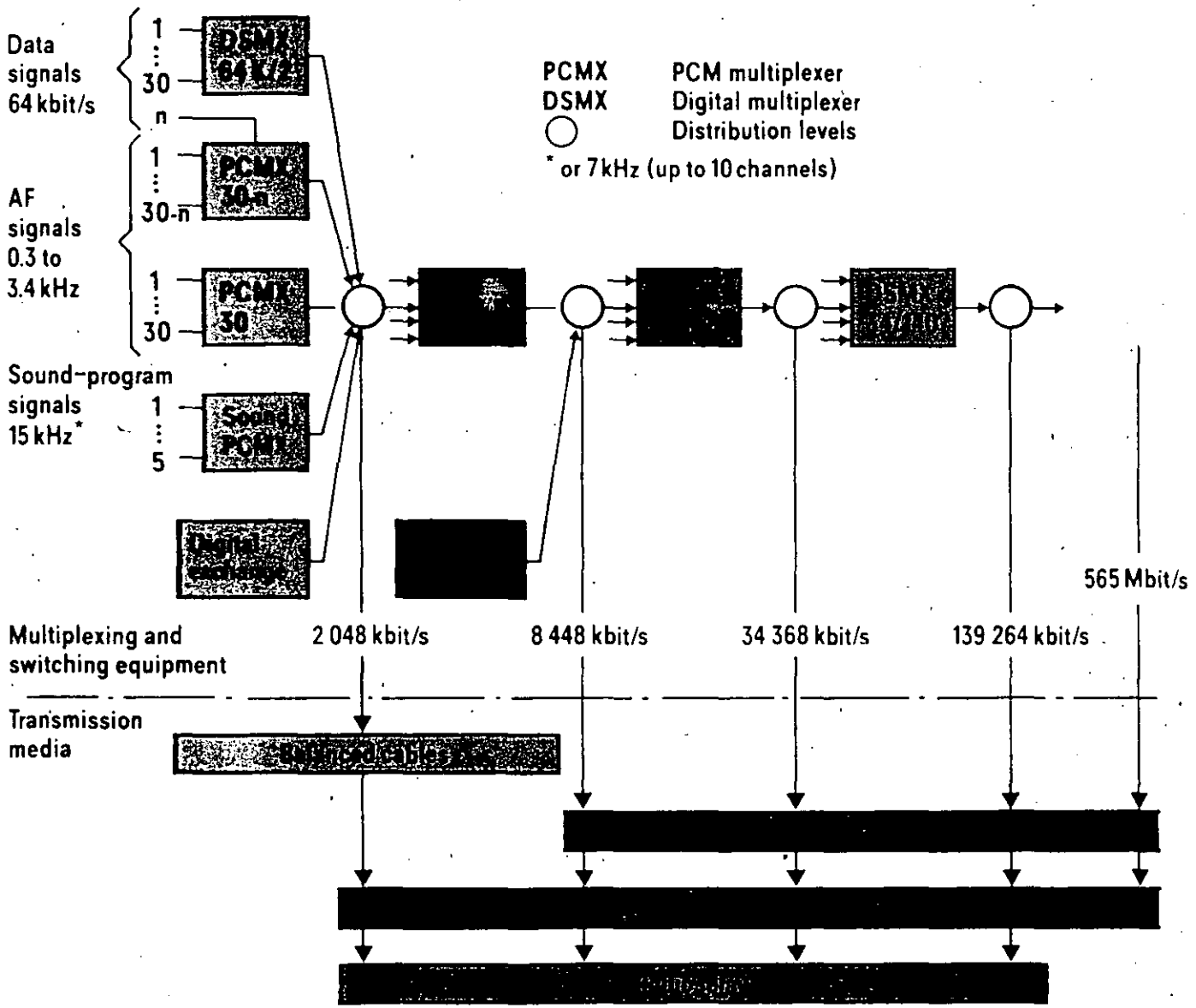
CABLE COAXIAL

FIBRA OPTICA

MICROONDAS

\* Nivel jerarquico no definido por ITT.

**Hierarchical level**      1      2      3



**Hierarchical structure and transmission media of digital transmission systems 2 to 565 Mbit/s**



bt035/13

INNOVATIONS SUBSCRIBERS DON'T NEED

I S D N

R D S I

RED DE SERVICIOS INNECESARIOS

BANDA ANGOSTA  
(NARROWBAND)

R D S I  
(ISDN)

SERVICIOS CON 64 Kbps, QUE  
INCLUYAN TELEFONIA, DATOS,  
TELETEXTO, VIDEOTEXTO  
FACSIMIL Y TELEMETRIA.

BANDA ANCHA  
(BROADBAND)

RDSI-BANCH:  
(WISDN)

SERVICIOS QUE MANEJAN  
2 Mbps, INCLUYEN VIDEO COM-  
PRIMIDO, TELEFONIA Y FACSIMIL  
RAPIDO.

RDSI-BANCH:  
(BISDN)

SERVICIOS QUE REQUIEREN MAS  
DE 2 Mbps Y HASTA 150 Mbps  
INCLUYEN VIDEO DE GRAN CALIDAD  
Y CON MOVIMIENTO TOTAL, VIDEO  
INTERACTIVO.

CUADRO 1

SE9847

CANAL	VELOCIDAD DE TRANSMISION [ BIT RATE ]	ASOCIADO A:
B	64 Kbps	RDSI
D	16 Kbps y 64 Kbps	RDSI-
E	64 Kbps	RDSI-
H0	384 Kbps $\approx$ 6 B	RDSI-BANG:
H11	1536 Kbps $\approx$ 24 B	RDSI-BANG:
H12	1920 Kbps $\approx$ 30 B	RDSI-BANG:
*H2	30 a 45 Mbps	RDSI-BANCH
H21	30, 720 Kbps	RDSI-BANCH
H22	33, 792 Kbps	RDSI-BANCH
H23	44, 160 Kbps	RDSI-BANCH
*H3	60 a 70 Mbps	RDSI-BANCH
*H4	120 a 140 Mbps	RDSI-BANCH

\*NOTA: LA DEFINICION DEL CANAL H UNICO PARA RDSI-BANCH ES MUY DIFICIL Y LOS ESTUDIOS FUTUROS DEBEN CONCENTRARSE EN LA FAMILIA DE CANALES H; ES POSIBLE QUE LA VELOCIDAD DEL CANAL H4 SE AMPLIE A 150 Mbps. TODOS ESTOS ASPECTOS REQUIEREN MAYOR ESTUDIO.

NY9A83

TABLA 4 - CANALES Y VELOCIDADES DE TRANSMISION ASOCIADOS A RDSI Y RDSI-BANCH.

## TIPOS DE ACCESOS A LA RDSI

1) Interfase de velocidad básica BRI (Basic Rate Interface)

$$2B + D$$

$$B = 64 \text{ Kbps}$$

$$D = 16 \text{ Kbps}$$

2) Interfase de velocidad primaria PRI (Primary Rate Interface)

$$30 B + D \text{ ó } 23 B + D$$

$$B = 64 \text{ Kbps}$$

$$D = 64 \text{ Kbps}$$

# **A 64 kbit/s channel is very rich in information**

- 64 kbit/s = 8 kbytes/s = 8000 character/s**
- One full VDU display (24 lines of 80 characters each) may be filled in 0.25 seconds**
- The contents of a book of 200 pages may be transferred in one minute**



# TABLE -1 NETWORK LOAD COMPONENT COMPARISON

<i>Traffic Type</i>	<i>Size in Bits</i>
Compressed Page Image (400 × 400)	600,000
Compressed Page Image (200 × 200)	250,000
Word-processing page	20,000
Typical memo	3,500
Data Processing Transaction	500

Source: [BEVA86]

## Use of the D-channel

D-channel = 16 kbit/s, used for:

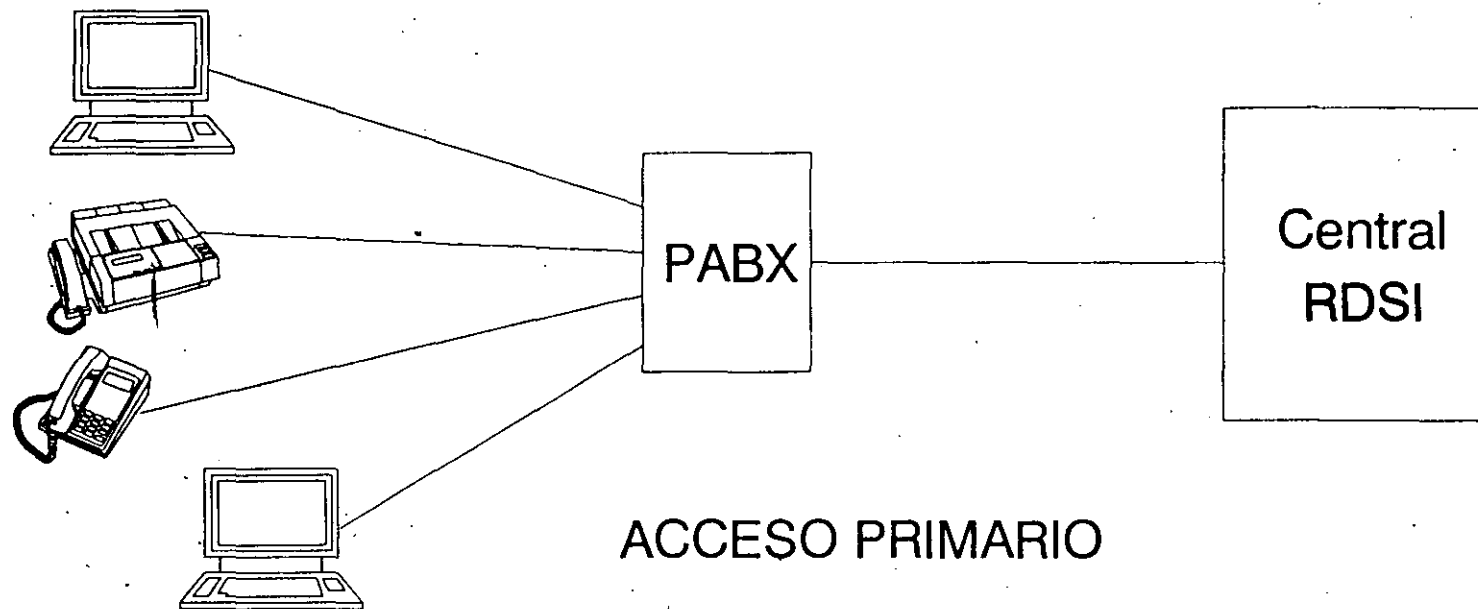
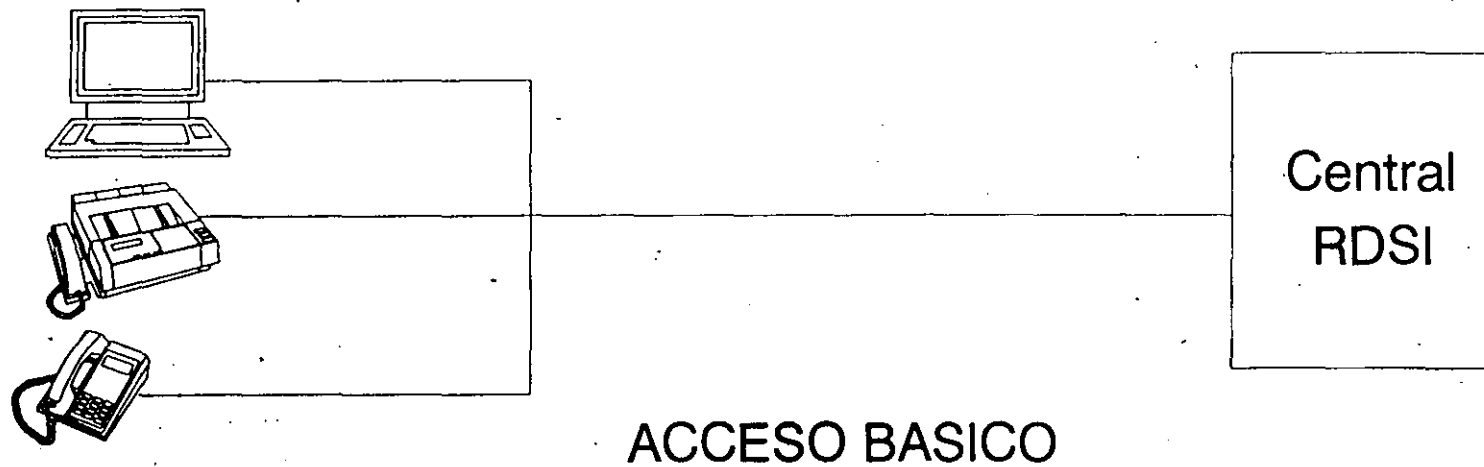
- signalling information for the B-channel
- alarm and telemetry information
- packet switched data

## Use of the B-channel

B-channel = 64 kbit/s, used for:

- PCM-coded digital voice
- circuit or packet switched data
- digital voice (less than 64 kbit/s) + circuit or packet sw. data
- digital facsimile
- wideband digital voice encoded at 64 kbit/s

# TIPOS DE ACCESO A LA RDSI



## TIPOS DE ACCESOS A LA RDSI

### 1) Interfase de velocidad básica BRI (Basic Rate Interface)

$$2B + D$$

$$B = 64 \text{ Kbps}$$

$$D = 16 \text{ Kbps}$$

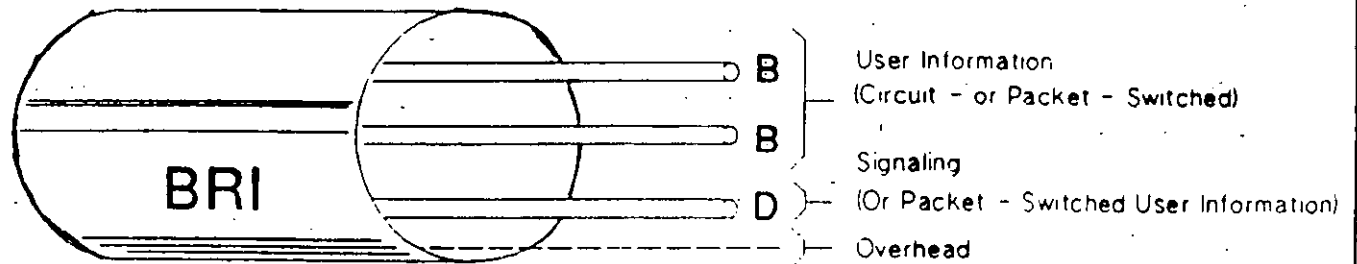
### 2) Interfase de velocidad primaria PRI (Primary Rate Interface)

$$30 B + D \quad \text{ó} \quad 23 B + D$$

$$B = 64 \text{ Kbps}$$

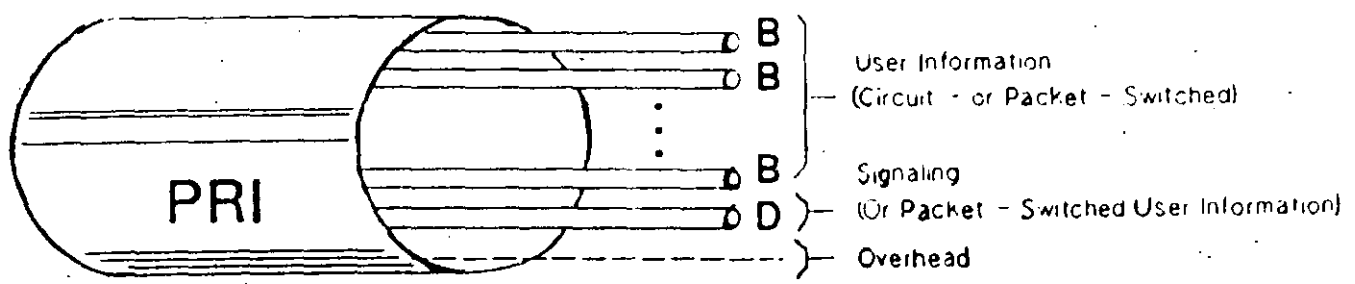
$$D = 64 \text{ Kbps}$$

# 2B+D



$$2B (128K) + D (16K) + \text{Overhead} (48K) = 192 \text{ Kbps}$$

# 23B+D or 30B+D



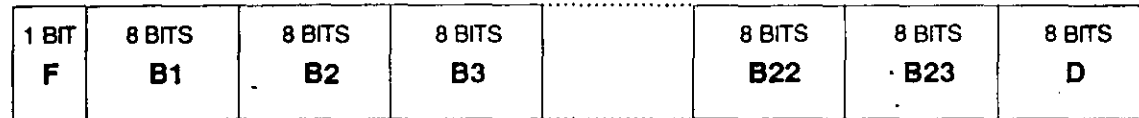
$$23 \text{ B (1472K) + D (64K) + Overhead (8K) = 1.544 \text{ Mbps}$$

or

$$30 \text{ B (1920K) + D (64K) + Overhead (64K) = 2.048 \text{ Mbps}$$

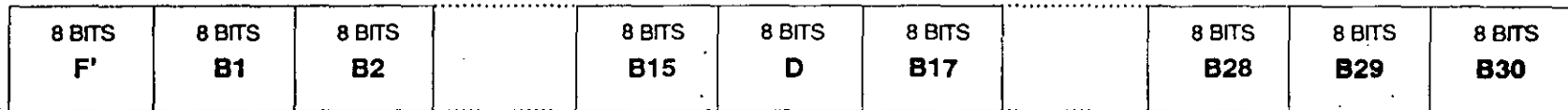
# ESTRUCTURA DE LAS TRAMAS DE NIVEL 1 DE LA INTERFASE S/T (PRA)

## ACCESO PRIMARIO 23B + D



1 TRAMA = 193 BITS CADA 125 mSeg  
 $1/125 \text{ mSeg} \times 193 = 1.544 \text{ MBps}$

## ACCESO PRIMARIO 30B + D



1 TRAMA = 256 BITS CADA 125 mSeg  
 $1/125 \text{ mSeg} \times 256 = 2.048 \text{ MBps}$

B = CANAL B

D = CANAL D

F = BIT PARA ALINEACION DE TRAMA (SINCRONIA)

F' = CANAL DE SINCRONIA Y CRC-4

# **ORGANIZACIONES INVOLUCRADAS EN LA ESTANDARIZACIÓN DE RDSI**

## **A NIVEL MUNDIAL**

**CCITT**                      Comité Consultivo Internacional de Telegrafía y Telefonía  
**ISO**                              International Standards Organization

## **EN EUROPA**

**CEPT**                      European Conference of Posts and Telecommunications  
   Administrations

**ETSI**                              European Telecommunications Standards Institute

## **EN ESTADOS UNIDOS**

**ANSI**                              American National Standards Institute

**EIA**                                Electronic Industries Association

**BELLCORE**                      Bell Communications Research



*I S O*

INTERNATIONAL STANDARDS ORGANIZATION  
(ORGANIZACION INTERNACIONAL DE ESTANDARIZACION)

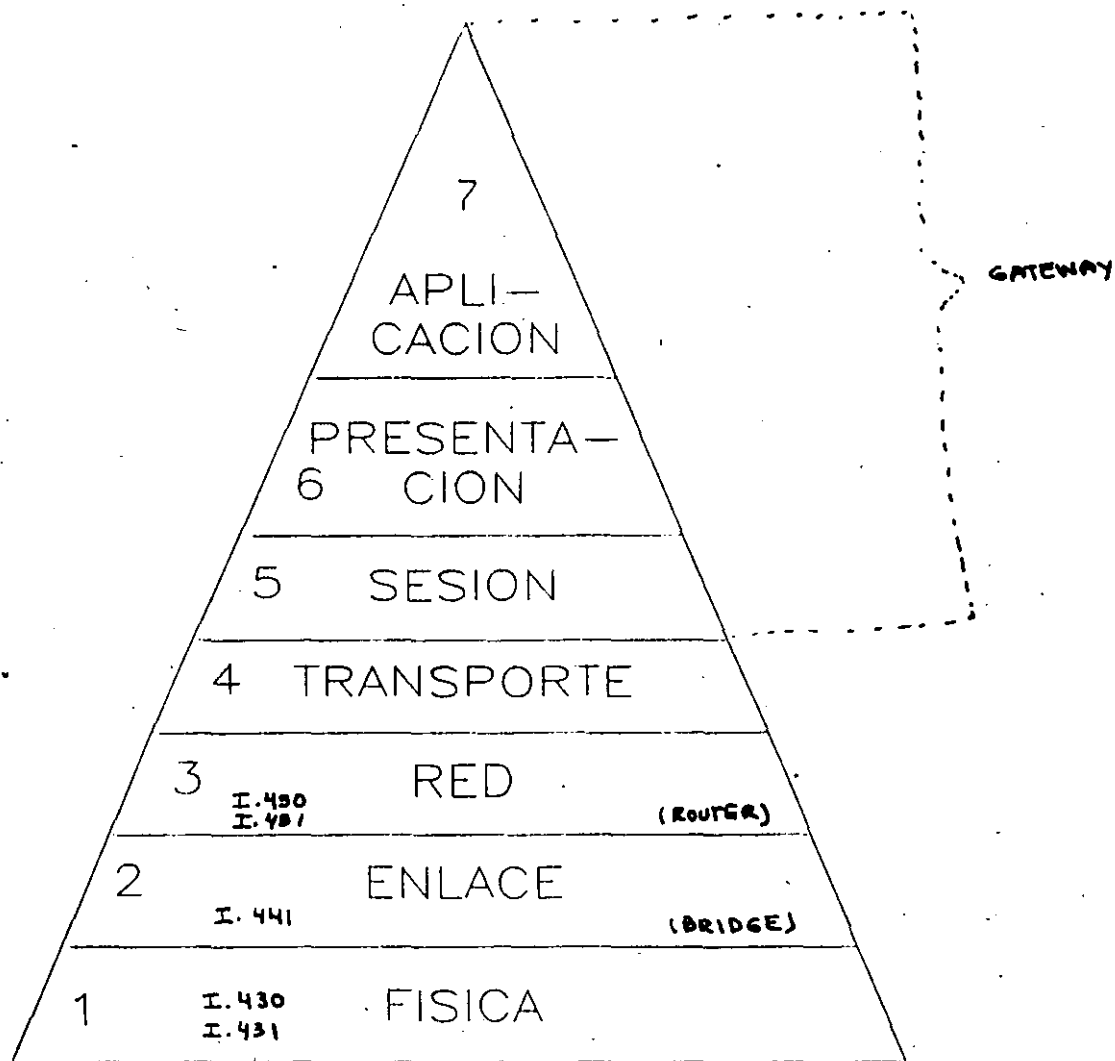
INTERCONEXION DE SISTEMAS ABIERTOS

*I S A*

(OPEN SYSTEMS INTERCONNECTION)

(O S I)

# MODELO ISA (OSI)



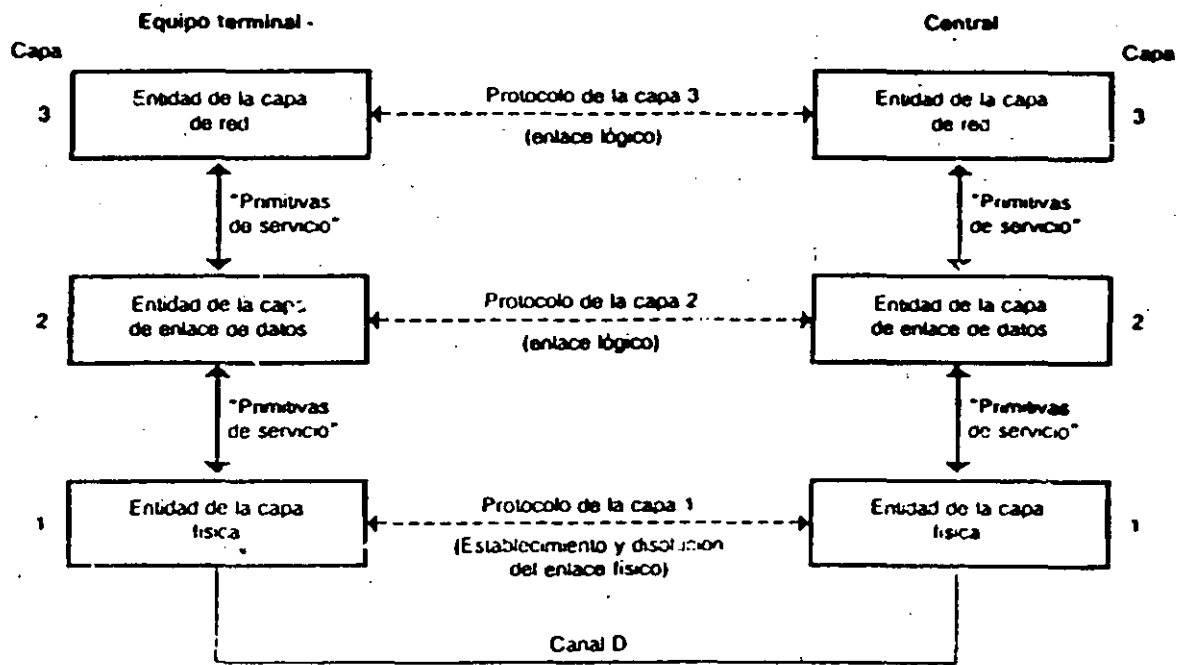
**FUNCIONES DE CAPA SUPERIOR**

**FUNCIONES DE CAPA INFERIOR**

7	FUNCIONES RELACIONADAS CON LA APLICACION							
6	ENCRIPCION/DESCRIPCION		COMPRESION/EXPANSION		etc			
5	ESTABLECIMIENTO DE LA CONEXION DE SESION	LIBERACION DE LA CONEXION DE SESION	SINCRONIZACION DE LA CONEXION DE SESION	MAPEADO DE CONEXION DE SESION O CONEXION DE TRANSPORTE	GESTION DE SESION	etc		
4	MULTIPLEXACION DE LA CONEXION DE LA CAPA 4		ESTABLECIMIENTO DE LA CONEXION DE LA CAPA 4	LIBERACION DE LA CONEXION DE LA CAPA 4	DETECCION DE ERRORES/ RECUPERACION	CONTROL DE FLUJO	SEGMENTACION/ BLOQUEADO	etc
3	ENCAMINAMIENTO/ RETRANSMISION	ESTABLECIMIENTO DE LA CONEXION DE LA RED	LIBERACION DE LA CONEXION DE LA RED	MULTIPLEXACION DE LA CONEXION DE LA RED	CONTROL DE CONGESTION	DIRECCIONAMIENTO	etc	
2	ESTABLECIMIENTO DE LA CONEXION DE ENLACE DE DATOS	LIBERACION DE LA CONEXION DE ENLACE DE DATOS	CONTROL DE FLUJO	CONTROL DE ERRORES	CONTROL DE LA SECUENCIA	ALINEACION DE TRAMA/SINCRONIZACION	etc	
1	ACTIVACION DE LA CONEXION DE CAPA FISICA	DESACTIVACION DE LA CONEXION DE CAPA FISICA	TRANSMISION BINARIA		MULTIPLEX DE ESTRUCTURA DE CANAL	etc		

NOTA. - LA ASIGNACION DEL PROCEDIMIENTO DE LA SEÑAL (POR EJEMPLO, PROCESAMIENTO DE CONVERSACION) EN EL MODELO DE REFERENCIA ESTRATIFICADO REQUIERE ESTUDIO POSTERIOR

**FUNCIONES DE LA RDSI ASIGNADAS EN FUNCION DE LOS PRINCIPIOS DE ESTRATIFICACION DE LA RECOMENDACION X.200**



Comunicación entre las capas

## M O D E L O      O S I

La ISO (International Standard Organization) formuló en 1977 el Modelo OSI (Open Systems Interconnection) con el propósito de interconectar sistemas "abiertos" es decir provenientes de diversos fabricantes.

El Modelo OSI se basa en una arquitectura estratificada que define diversas tareas. Las capas o estratos que lo forman son: física, enlace, red, transporte, sesión, presentación y aplicación.

### DESCRIPCION DE LAS CAPAS DEL MODELO OSI.

Capa FISICA: Toma a su cargo la transmisión de series de Bits sobre el medio físico de interconexión. Suministra las funciones de comando de los circuitos de datos en términos de características eléctricas, mecánicas, funcionales y de procesamiento para activas las conexiones físicas.

Capa de ENLACE (de conexión): Su papel es transmitir sus datos sin errores, duplicación o pérdida entre sistemas adyacentes. Oculta a las instrucciones superiores, las imperfecciones de los medios de transmisión utilizados. A esta capa corresponde intercambiar tramas de los protocolos SDLC y HDLC.

Capa de RED: Esta capa suministra los medios de comunicación de bloques de datos de un extremo a otro de un sistema. Las redes de comunicación por paquetes X.25 ofrecen un servicio de red muy importante.

Capa de TRANSPORTE: Efectúa la función de las capas orientadas a transmisión (1, 2, 3) y de las orientadas a tratamiento (5, 6, 7). Su finalidad es ofrecer un servicio constante a las capas de sesión cualquiera que sea la calidad del servicio de red. También efectúa el multiplexaje de muchas conexiones de transporte, sobre la misma conexión de red (circuito virtual). Sus otras funciones incluyen el control de flujo, la detección de errores y los parcheos (arreglos).

**Capa SESION:** Establece una relación o conexión entre dos aplicaciones que deseen cooperar. Además organiza el diálogo y lo sincroniza, permite un cambio doble, semi-doble o simple de la información.

**Capa PRESENTACION:** Los servicios de esta capa incluyen las conversiones del código o del formato de los datos y la selección de la sintaxis a utilizar.

**Capa APLICACION:** Suministra los servicios de comunicación a los usuarios.

**TABLE CCITT STUDY GROUPS**

Group	1989-1992
I	Services
II	Network Operation
III	Tariff and Accounting Principles
IV	Maintenance
V	Protection against Electromagnetic Effects
VI	Outside Plant
VII	Data Communication Networks
VIII	Terminals for Telematic Services
IX	Telegraph Networks and Telegraph Terminal Equipment
X	Languages for Telecommunication Applications
XI	Switching and Signaling
XII	Transmission Performance of Telephone Networks and Terminals
XV	Transmission Systems and Equipment
XVII	Data Transmission over the Telephone Network
XVIII	ISDN



**TABLE**      **OUTLINE OF CCITT RECOMMENDATIONS**

Series	Title
A	Organization of the work of the CCITT
B	Means of expression (definitions, symbols, classification)
C	General telecommunications statistics
D	General tariff principles
E	International telephone operation, network management, and traffic engineering
F	Telegraph, telematic, message handling, and directory services: operations, quality of service, and definition of service
G	Transmission systems and media, digital systems and networks
H	Line transmission of nontelephone signals
I	Integrated Services Digital Networks (ISDN)
J	Transmission of sound programs and television signals
K	Protection against interference
L	Construction, installation, and protection of cable and other elements of outside plant
M	Maintenance: international transmission systems, telephone circuits, telegraphy, facsimile, and leased circuits
N	Maintenance: international sound programs and television transmission circuits
O	Specifications of measuring equipment
P	Telephone transmission quality, telephone installations, and local line networks
Q	Telephone switching and signalling
R	Telegraph transmission
S	Telegraph services terminal equipment
T	Terminal equipment and protocols for telematic services
U	Telegraph switching
V	Data communication over the telephone network
X	Data communication networks
Z	Programming languages

# ACTIVIDAD DEL CCITT EN ISDN \*

## RED DIGITAL DE SERVICIOS INTEGRADOS

### R D S I

COMISION DE ESTUDIO  
VII  
REDES DE DATOS

COMISION DE ESTUDIO  
XVIII  
REDES DIGITALES

COMISION DE ESTUDIOS  
XI  
CONMUTACION Y  
SEÑALIZACION

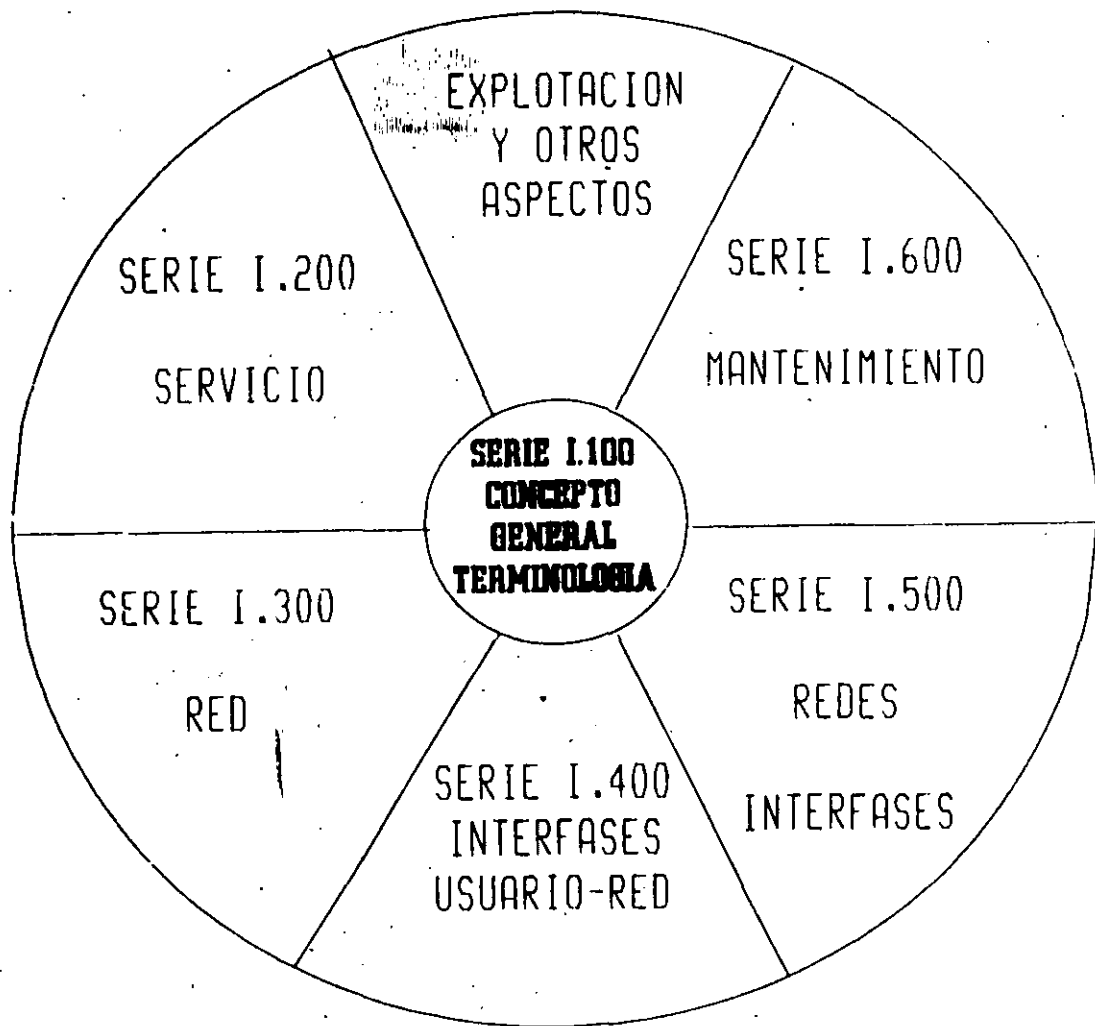
COMISION DE ESTUDIO  
II  
SERVICIO TELEFONICO  
OPERACION Y CALIDAD  
FACTORES HUMANOS,  
PLAN DE NUMERACION

COMISION DE ESTUDIOS  
VIII  
EQUIPO TERMINAL PARA  
SERVICIOS TELEMATICOS  
FACSIMIL, VIDEOTEX,  
TELEX

COMISION DE ESTUDIO  
XVII  
COMUNICACION DE DATOS  
POR LA RED TELEFONICA  
INTERFASES

# ESTRUCTURA DE LAS RECOMENDACIONES VERTIDAS EN LA SERIE I

LIBRO ROJO TOMO III - FASCICULO III 5



RECOMENDACIONES DE LAS SERIES E, F, G, M, Q, S, V, X, ETC. RELATIVAS A CARACTERISTICAS DE REDES Y ELEMENTOS PARTICULARES EXISTENTES Y FUTUROS

006004.DAT

RECOMENDACIONES DE LA SERIE I Y SU RELACION CON OTRAS.

Part 1—General

Section 1: Frame of I-Series Recommendations—Terminology

- 1.110 General structure of the I-series recommendations
- 1.111 Relationship with other recommendations relevant to ISDNs
- 1.112 Vocabulary of terms for ISDNs

Section 2: Description of ISDNs

- 1.120 Integrated services digital networks (ISDNs)
- 1.121 Broadband aspects of ISDN

Section 3: General Modeling Methods

- 1.130 Method for characterization of telecommunication services supported by an ISDN and network capabilities of an ISDN

Part 2—Service Capabilities

Section 1: Service aspects of ISDN'S

- 1.210 Principles of telecommunication services supported by an ISDN

Section 2: Common Aspects of Services in an ISDN

- 1.220 Common dynamic description of basic telecommunication services
- 1.221 Common specific characteristics of services
- 1.222 Framework for providing additional packet-mode bearer services

Section 3: Bearer Services Supported by an ISDN

- 1.230 Definition of bearer services
- 1.231 Circuit-mode bearer services categories
- 1.232 Packet-mode bearer services

Section 4: Teleservices supported by an ISDN

- 1.240 Definition of teleservices
- 1.241 Teleservices supported by an ISDN

Section 5: Supplementary Services in an ISDN

- 1.250 Definition of supplementary services
- 1.251 Number identification supplementary services
- 1.252 Call offering supplementary services
- 1.253 Call completion supplementary services
- 1.254 Multiparty supplementary services
- 1.255 "Community of interest" supplementary services
- 1.256 Charging supplementary services
- 1.257 Additional information transfer supplementary services

Part 3—Overall Network Aspects and Functions

Section 1: Network Functional Principles

- 1.310 ISDN Network functional principles

Section 2: Reference Models

- 1.320 ISDN protocol reference model
- 1.324 ISDN network architecture
- 1.325 Reference configurations for ISDN connection types

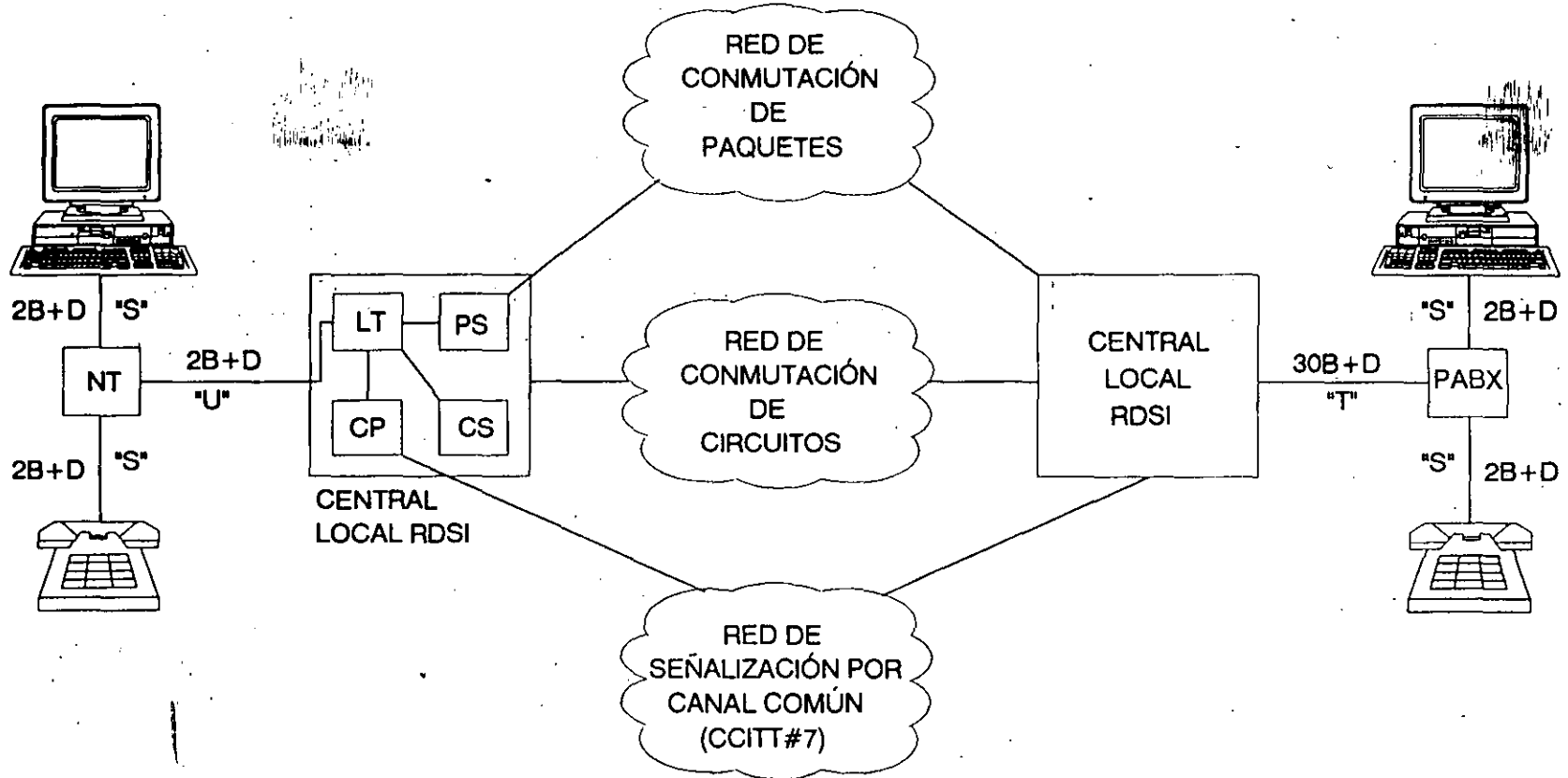
Section 3: Numbering, Addressing, and Routing

- 1.330 ISDN numbering and addressing principles
- 1.331 Numbering plan for the ISDN era
- 1.332 Numbering principles for interworking between ISDNs and dedicated networks with different numbering plans
- 1.333 Terminal selection in ISDN

TABLE 8.1 (Continued)

1.334	Principles relating ISDN numbers/subaddresses to OSI reference model network layer addresses
1.335	ISDN routing principles
Section 4: Connection Types	
1.340	ISDN connection types
Part 4— ISDN User—Network Interfaces	
Section 1: ISDN User—Network Interfaces	
1.410	General aspects and principles relating to recommendations on ISDN user network interfaces
1.411	ISDN user-network interfaces—reference configurations
1.412	ISDN user-network interfaces—interface structures and access capabilities
Section 2: Application of I-Series Recommendations to ISDN User—Network Interfaces	
1.420	Basic user-network interface
1.421	Primary rate user-network interface
Section 3: ISDN User—Network Interfaces: Layer 1 Recommendation	
1.430	Basic user-network interface—layer 1 specification
1.431	Primary rate user-network interface—layer 1 specification
Section 4: ISDN User—Network Interfaces: Layer 2 Recommendations	
1.440 (Q.920)	ISDN user-network interface data link layer—general aspects
1.441 (Q.921)	ISDN user-network interface data link layer specification
Section 5: ISDN User—Network Interfaces: Layer 3 Recommendations	
1.450 (Q.930)	ISDN user-network interface layer 3—general aspects
1.451 (Q.931)	ISDN user-network interface layer 3 specification
Section 6: Multiplexing, Rate Adaptation, and Support of Existing Interfaces	
1.460	Multiplexing, rate adaptation, and support of existing interfaces
1.461 (X.30)	Support of X.21, X.21 bis, and X.20 bis based data terminal equipments by an ISDN
1.462 (X.31)	Support of packet mode terminal equipment by an ISDN
1.463	Support of data terminal equipments with V-series-type interfaces by an ISDN
1.464	Multiplexing, rate adaptation, and support of existing interfaces for restricted 64 kbs transfer capability
Part 5—Interworking between Various Networks	
1.500	ISDN interworking recommendations
1.510	Definitions and general principles for ISDN interworking
1.511	ISDN to ISDN layer 1
1.515	Parameter exchange for ISDN interworking
1.520	General arrangements for network interworking between ISDNs
1.530	ISDN—PSTN interworking

# MODELO RDSI



CS = CONMUTACIÓN DE CIRCUITOS  
CP = PROCESADOR DE LLAMADAS  
LT = TERMINACIÓN DE LINEA  
NT TERMINACIÓN DE RED  
PS = CONMUTADOR DE PAQUETES

EL AMBIENTE RDSI (ISDN) INCLUYE:

1. COMUTACION DE CIRCUITOS
2. CONMUTACION DE PAQUETES
3. SEÑALIZACION POR CANAL COMUN
4. OPERACION Y MANTENIMIENTO (BASES DE DATOS)

1. LA CONMUTACION DE CIRCUITOS ES EFECTIVA EN SERVICIOS COMO LAS COMUNICACIONES EN TIEMPO REAL Y PARA VOLUMENES CONSIDERABLES DE TRANSFERENCIA DE INFORMACION. LAS CONEXIONES DE CONMUTACION DE CIRCUITOS SE CONTROLAN POR MEDIO DEL CANAL COMUN.
2. LA CONMUTACION DE PAQUETES ES EFECTIVA EN SERVICIOS DE EXPLOTACION DE TRAFICO CON CARACTERISTICAS INTERACTIVAS COMO EN MANEJO DE DATOS. PROPORCIONA UN SERVICIO COMPLEMENTARIO AL DE LA CONMUTACION DE CIRCUITOS.
3. SCC SE EMPLEARA PARA ESTABLECER, LIBERAR Y SUPERVISAR LAS CONEXIONES DE CONMUTACION DE CIRCUITOS QUE TRANSPORTEN TRAFICO "CON VOZ" O "SIN VOZ".

## CONMUTACION DE CIRCUITOS:

ESTABLECE UNA TRAYECTORIA O CIRCUITO PARA USO EXCLUSIVO ENTRE DOS ABONADOS, POR EL TIEMPO QUE DURE LA COMUNICACION ENTRE ELLOS. ESTE CIRCUITO SE ESTABLECE A SOLICITUD DE UNO DE LOS ABONADOS, MEDIANTE LA SEÑALIZACION ADECUADA ENTRE SU TERMINAL Y LA CENTRAL O CENTRALES (NODO DE CONMUTACION) INVOLUCRADAS ENTRE LOS ABONADOS EN CUESTION. ADEMAS ES IMPORTANTE CONOCER QUE:

- LAS CENTRALES SON TRANSPARENTES AL CONTENIDO DE LOS CANALES UNA VEZ ESTABLECIDA LA TRAYECTORIA O CIRCUITO.
- LA TRAYECTORIA NO PODRA ESTABLECERSE SI SE ENCUENTRA CONGESTION EN ALGUNO DE LOS NODOS O CENTRALES.
- LAS CENTRALES REALIZAN ENRUTAMIENTOS ALTERNATIVOS CON EL FIN DE DISMINUIR LA PROBABILIDAD DE CONGESTION.
- EN TEORIA DE TRAFICO SE CONSIDERA COMO UN SISTEMA DE PERDIDA (YA QUE AL NO EXISTIR TRAYECTORIA, LA INFORMACION NO SE PUEDE TRANSMITIR).

## CONMUTACION DE PAQUETES:

NO TIENE ETAPA DE ESTABLECIMIENTO, A DIFERENCIA DE LA CONMUTACION DE CIRCUITOS; EL PRINCIPIO BASICO DE ESTA TECNICA ES EL ALMACENAMIENTO Y ENVIO DE INFORMACION, QUE ES AGRUPADA EN PAQUETES, PERMITIENDO TENER UN CONTROL DE ERRORES PARA TRANSMISION Y RETARDOS. CADA PAQUETE LLEVA INFORMACION DE DESTINO QUE PUEDE SER DE DOS TIPOS:

1. DIRECCION DEL ABONADO DE DESTINO (DATAGRAMA).
2. NUMERO DEL CIRCUITO LOGICO ASIGNADO (CIRCUITO VIRTUAL).

1. DATAGRAMA: LA INFORMACION DE DESTINO ES LA "DIRECCION DEL ABONADO" POR ESTA RAZON, CADA PAQUETE PUEDE LLEGAR A SU DESTINO POR DIFERENTES TRAYECTORIAS Y EN ORDEN DIFERENTE AL QUE FUERON ENVIADOS.

2. CIRCUITO VIRTUAL: LA INFORMACION DE DESTINO ES EL "NUMERO DEL CIRCUITO LOGICO ASIGNADO EN LA RED", ESTO ASEGURA QUE LA INFORMACION LLEGUE A SU DESTINO EN EL MISMO ORDEN EN QUE SE TRANSMITIO.

A) CIRCUITO VIRTUAL PERMANENTE: ENTRE DOS TERMINALES EXISTE UN CIRCUITO VIRTUAL PERMANENTE CONECTADO.



B) LLAMADA VIRTUAL: EN ESTE CASO SE REQUIERE DE UN TIEMPO DE ESTABLECIMIENTO PARA CADA COMUNICACION, FIJANDOSE ASI UN CIRCUITO VIRTUAL ENTRE LAS DOS TERMINALES Y QUE EN CADA LLAMADA PUEDE SER DIFERENTE.

LAS FUNCIONES BASICAS QUE REALIZA UNA RED DE CONMUTACION DE PAQUETES SON:

- ALMACENAMIENTO Y RETRANSMISION. PERMITE QUE LAS TERMINALES PUEDAN TRANSMITIR EN EL MOMENTO QUE LO DESEEN, YA QUE LA CENTRAL CUENTA CON CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO (BUFFERS) TEMPORAL, EN CASO DE QUE NO EXISTA TRAYECTORIA LIBRE Y LA RETRANSMITIRA EN CUANTO HAYA CAMINO LIBRE. ESTE TIPO DE CONMUTACION SE DENOMINA EN TERMINOS DE TRAFICO, COMO SISTEMA DE ESPERA, EN EL EXISTEN RETARDOS EN LA TRANSMISION QUE AUMENTAN CUANDO EL TRAFICO ES ALTO.
- CONTROL DE RUTA. DETERMINA EL CAMINO LOGICO QUE DEBE SEGUIR LA INFORMACION EN BASE AL DESTINO DEL PAQUETE.

EN CONMUTACION DE PAQUETES ES IMPORTANTE HACER NOTAR QUE EL "CIRCUITO FISICO" QUE ENLAZA A UN PAR DE NODOS ES COMPARTIDO POR VARIOS "CIRCUITOS VIRTUALES" CORRESPONDIENTES A OTRAS COMUNICACIONES, A DIFERENCIA DE LA CONMUTACION DE CIRCUITOS, EN DONDE SON DE USO EXCLUSIVO.

## SEÑALIZACION POR CANAL COMUN:

EL CANAL COMUN DE SEÑALIZACION SE EMPLEA PARA ESTABLECER, SUPERVISAR Y LIBERAR CONEXIONES DE CONMUTACION DE CIRCUITOS QUE TRANSPORTEN SEÑALES "CON VOZ" O "SIN VOZ". EL CANAL COMUN No. 7 DEL CCITT FUE FORMULADO POR DICHO ORGANISMO EN BASE AL MODELO OSI (ISA) Y SU FINALIDAD ES LA DE OPTIMIZAR LA FUNCION DE SEÑALIZACION EN LA RED DIGITAL EMPLEANDO UN CANAL EXCLUSIVO PARA ELLO. INICIALMENTE FUE DISEÑADO PARA APLICACIONES DE TELEFONIA, PERO SE ESTA MEJORANDO PARA EMPLEARSE EN AL AMBITO ISDN.

## SUS CAMPOS DE APLICACION SON:

- REDES DE TELEFONIA Y DE TRANSMISION DE DATOS CON CONMUTACION DE CIRCUITOS.
- REDES LOCALES Y DE L.D. NACIONAL E INTERNACIONAL PARA SERVICIOS MULTIPLES O ESPECIFICOS
- TRANSFERENCIA DE OTROS TIPOS DE INFORMACION\* ENTRE CENTRALES Y CENTROS ESPECIALIZADOS EN REDES DE TELECOMUNICACIONES
- \* MANTENIMIENTO, ADMINISTRACION Y CONTROL DE OPERACIONES DE LA RED.

EL SISTEMA DE SEÑALIZACION ACTUAL ESTA BASADO EN: SISTEMA R2 PARA SEÑALES DE REGISTRO Y SISTEMA No. 3 PARA SEÑALES DE LINEA

EN EL CUADRO SIGUIENTE SE MUESTRAN LAS CARACTERISTICAS DE LOS DOS SISTEMAS..

S I S T E M A     A C T U A L

- UTILIZA LA RED DE VOZ PARA SEÑALIZAR EL ENLACE EN CUESTION.
- MANEJO DE UN NUMERO LIMITADO DE SEÑALES
- APLICACION UNICAMENTE PARA TELEFONIA
- TIEMPO DE SEÑALIZACION DEL ORDEN DE SEGUNDOS
- NO PUEDE EMPLEARSE EN CIRCUITOS VIA SATELITE
- MANEJO DE DOS TIPOS DE SEÑALES, LAS DE LINEA Y LAS DE REGISTRO.

EL USO DEL SCC 7 IMPLICA:

AUMENTO DE EFICIENCIA EN LA RED TELEFONICA DEBIDO A LA UTILIZACION DE OTRO CANAL EXCLUSIVO PARA SEÑALIZACION.

REDUCCION POTENCIAL EN LA INVERSION DE EQUIPO, AL DESARROLLAR UNA RED MAS SENCILLA.

CONTAR CON LA INFRAESTRUCTURA NECESARIA PARA EVOLUCIONAR HACIA UNA RDSI.

S I S T E M A     S C C   7     ( C C S   N o . 7 )

- UTILIZA UNA RED SEPARADA PARA LA SEÑALIZACION.
- CAPACIDAD ILIMITADA EN EL ENVIO DE SEÑALES
- MANEJA CUALQUIER SERVICIO DE TELECOMUNICACIONES
- TIEMPO DE SEÑALIZACION DEL ORDEN DE MILISEGUNDOS
- ES TRANSPARENTE AL MEDIO DE TRANSMISION
- MANEJA UN SOLO TIPO DE SEÑALES

## **La Normalización de la RDSI por el CCITT gira en Torno a Tres Aspectos :**

- A) "LA NORMALIZACIÓN DE LOS SERVICIOS OFRECIDOS A LOS USUARIOS" CON EL FIN DE QUE ESTOS SERVICIOS SEAN COMPATIBLES EN EL PLANO INTERNACIONAL.
- B) "LA NORMALIZACIÓN DE LAS INTERFASES USUARIO-RED", CON EL FIN DE QUE EL EQUIPO TERMINAL SEA TRANSPORTABLE, ADEMÁS DE FACILITAR EL ASPECTO DEL INCISO A.
- C) "LA NORMALIZACIÓN DE LAS CAPACIDADES DE RED" EN LA MEDIDA NECESARIA PARA HACER POSIBLE EL INTERFUNCIONAMIENTO USUARIO-RED Y RED-RED PARA CONSEGUIR LAS NORMALIZACIONES DE LOS INCISOS A Y B

**ET** EQUIPO TERMINAL(TE) : INCLUYE FUNCIONES QUE PERTENECEN EN SU MAYORIA A LA CAPA 1 Y ALGUNAS QUE PERTENECEN A LAS CAPAS SUPERIORES (**REC.X.200**). LAS FUNCIONES DEL **ET** SON :

- TRATAMIENTO DE PROTOCOLO
- FUNCIONES DE MANTENIMIENTO
- FUNCIONES DE INTERFASE
- FUNCIONES DE CONEXION CON OTROS EQUIPOS

**ET1** EQUIPO TERMINAL TIPO 1 "RDSI" : EQUIPO CON INTERFASE RDSI QUE PUEDE CONECTARSE EN LOS PUNTOS DE REFERENCIA **S** O **T** (EN CASO DE QUE EXISTA).

**ET2** EQUIPO TERMINAL TIPO2 "NO-RDSI" : EQUIPO CON INTERFASES COMO LA **V.24** (RS-232-C) O **X.21** Y QUE NECESITAN DE UN ADAPTADOR PARA CONECTARSE A LA RDSI EN EL PUNTO DE REFERENCIA **R**.

**AT.** ADAPTADOR DE TERMINAL(TA) :ADAPTADOR DE INTERFASE QUE PERMITE A UN **ET2**

**TR1** TERMINADOR DE RED 1: CONTIENE FUNCIONES QUE PERTENECEN A LA CAPA 1

- ACTIVACION Y DESACTIVACION DE LINEA
- FUNCIONES DE MANTENIMIENTO DE LINEA
- TERMINACION DE TRANSMISION DE LINEA

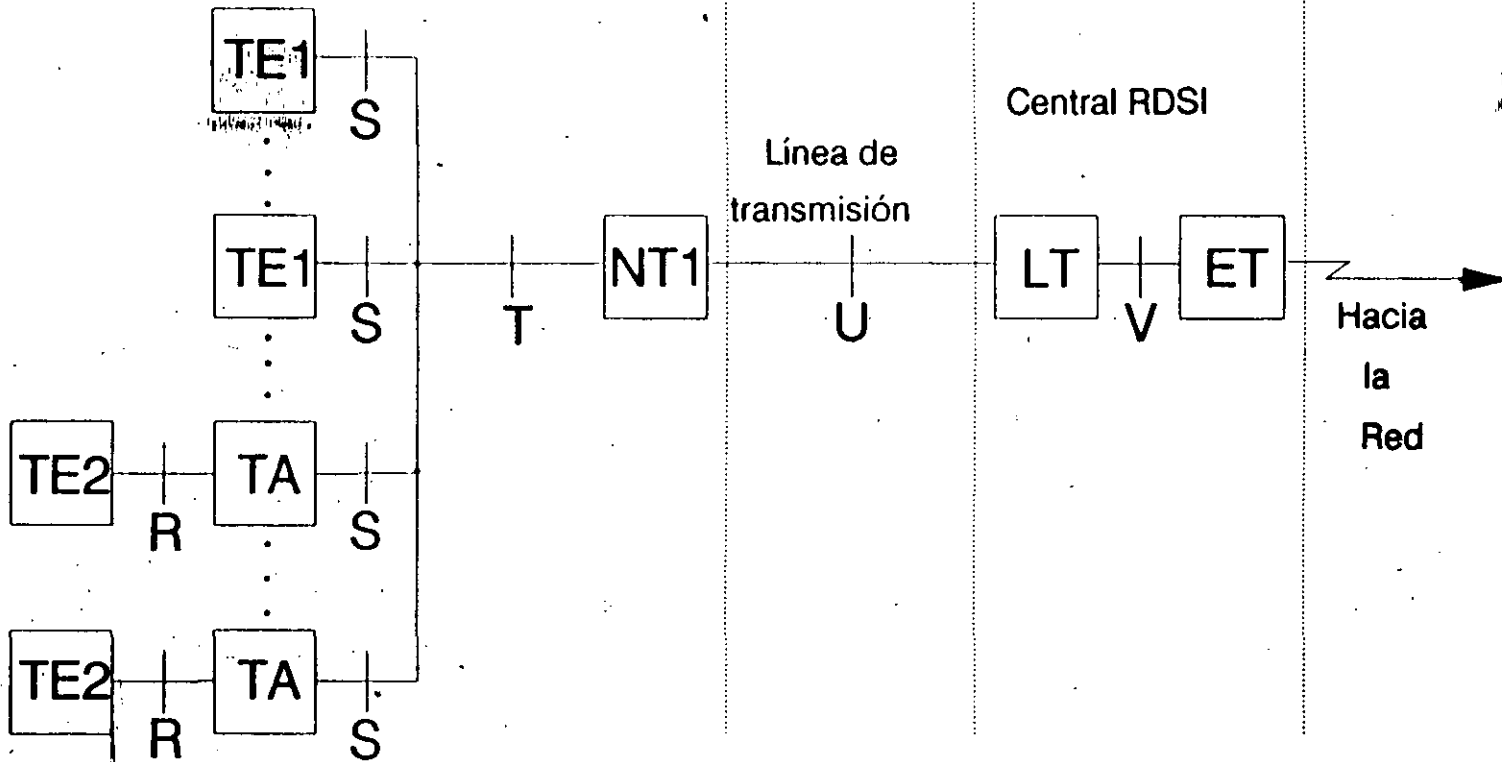
**TR2** TERMINADOR DE RED 2: CONTIENE FUNCIONES QUE PERTENECEN A LAS CAPAS 1, 2 Y 3 EJEMPLOS DE ESTOS EQUIPOS O COMBINACIONES QUE MANEJAN ESTAS FUNCIONES SON LAS REDES DE AREA LOCAL Y LOS PABXs. LAS FUNCIONES SON

- CONMUTACION
- CONCENTRACION
- FUNCIONES DE MANTENIMIENTO
- TRATAMIENTO DE PROTOCOLO DE LAS CAPAS 2 Y 3
- TERMINACION DE INTERFASE

**TR12** (SE LEE "UNO, DOS" NO "DOCE") UN SOLO DISPOSITIVO QUE COMBINA LAS FUNCIONES DEL **TR1** Y **TR2**.

**TL** TERMINACION DE LINEA (LT): ES EL EQUIVALENTE DEL **TR1** EN LA CENTRAL; **TR1** Y **TL** CONCLUYEN EL ENLACE LOCAL EN SUS RESPECTIVOS LADOS.

**TC** TERMINACION DE CENTRAL (ET) : CENTRAL LOCAL DE CONMUTACION DE LAS PORTADORAS.

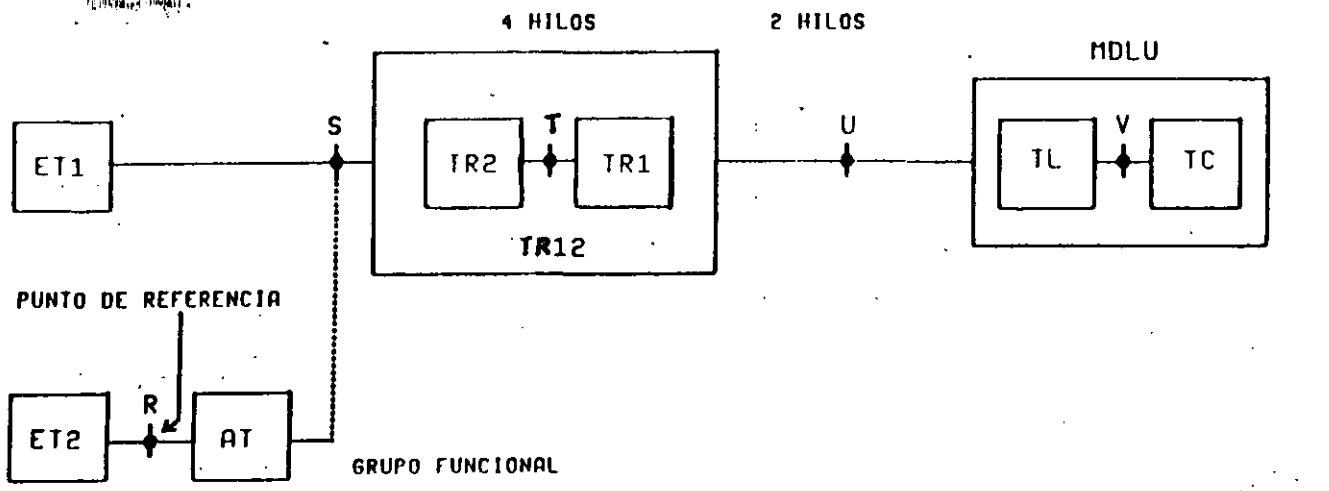


+ / Punto de Referencia

□ Bloque funcional

- ET Terminador de Central
- LT Terminador de línea
- NT1 Terminador de Red 1
- TE1 Equipo terminal compatible con RDSI
- TE2 Equipo terminal no compatible con RDSI
- TA Adaptador de terminal

57



- ET1: EQUIPO TERMINAL TIPO 1
- ET2: EQUIPO TERMINAL TIPO 2
- AT : ADAPTADOR DE TERMINAL
- TR1: TERMINADOR DE RED 1
- TR2: TERMINADOR DE RED 2
- TR12: TERMINADOR DE RED 1,2
- TL : TERMINACION DE LINEA
- TC : TERMINACION DE LA CENTRAL
- MDLU: MODULO DIGITAL DE LINEA DE USUARIO

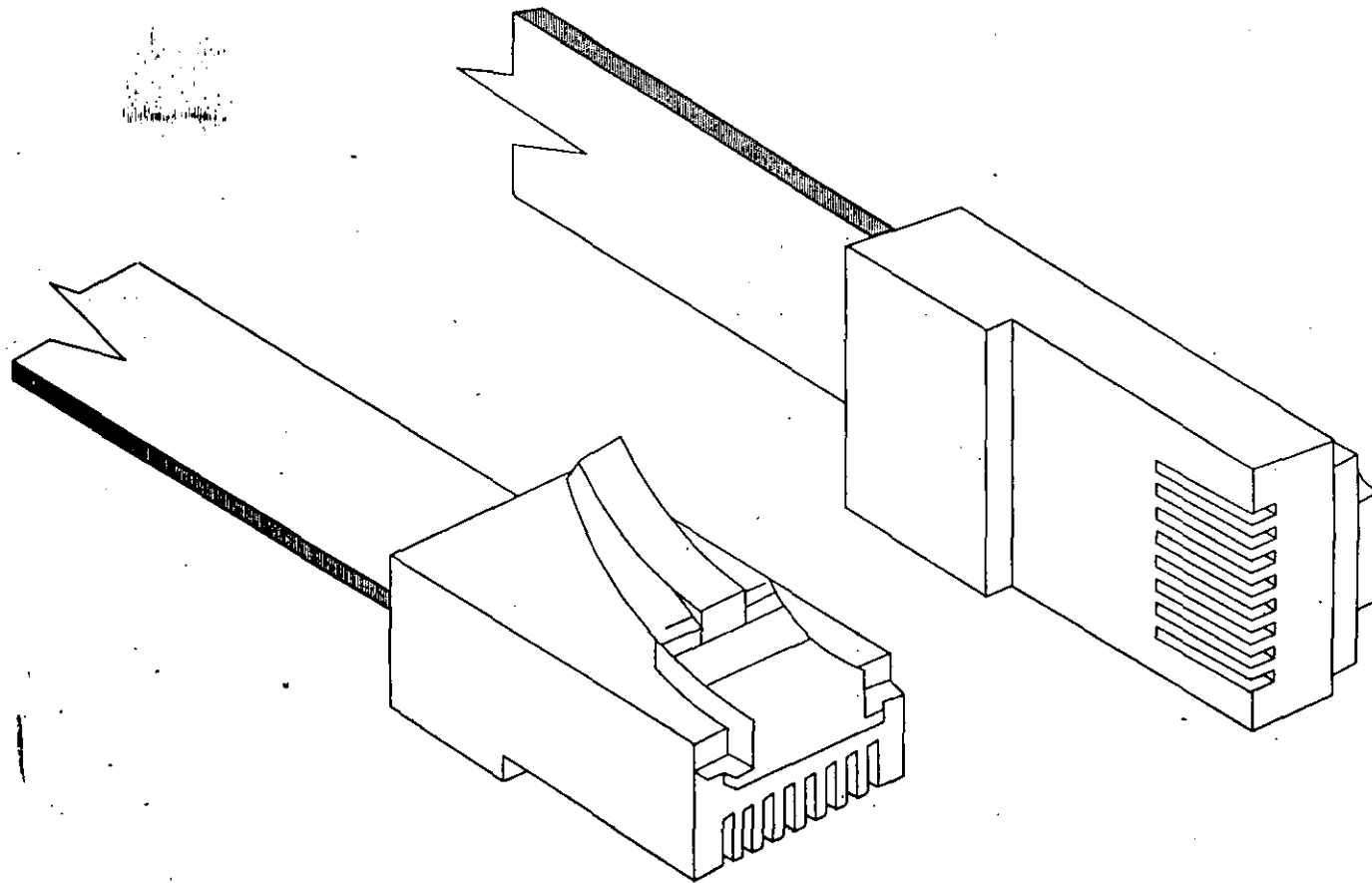
HYDRO

GRUPOS FUNCIONALES Y PUNTOS DE REFERENCIA.

9/2

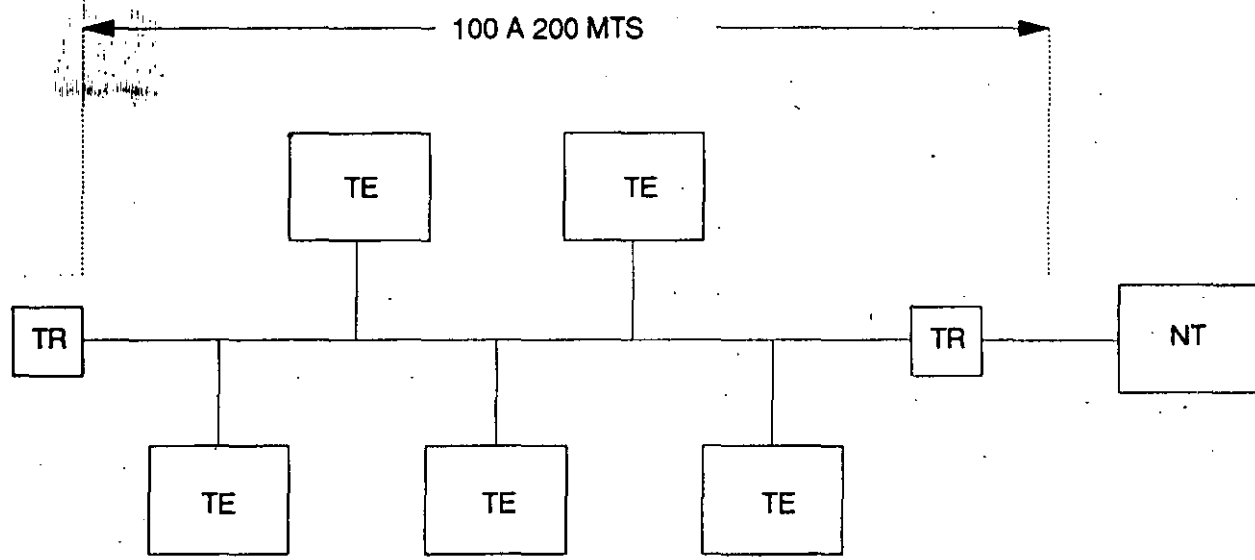


# CONECTOR ISO-8877 (RJ45) PARA LA INTERFASE S



2/1

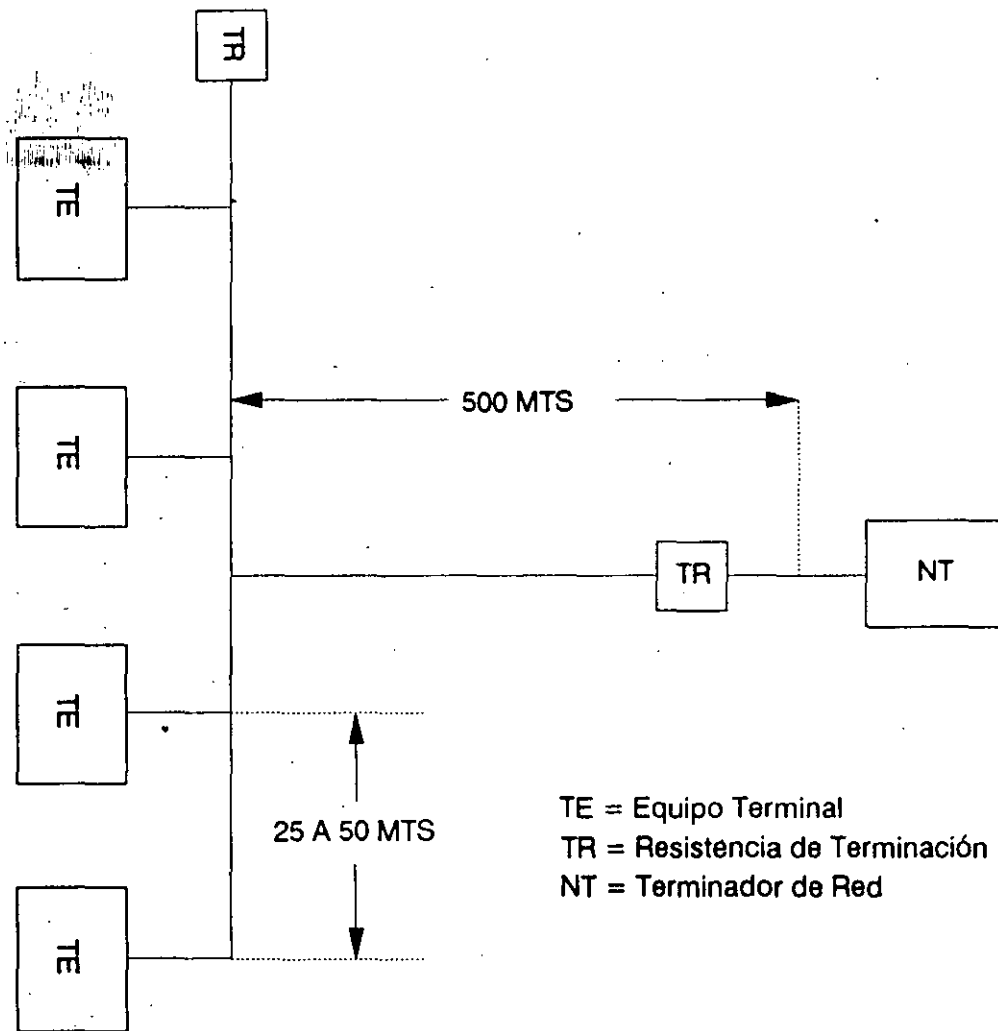
# CONFIGURACIÓN BUS PASIVO CORTO



TE = Equipo Terminal  
TR = Resistencia de Terminación (100 Ohms + 5%)  
NT = Terminador de Red

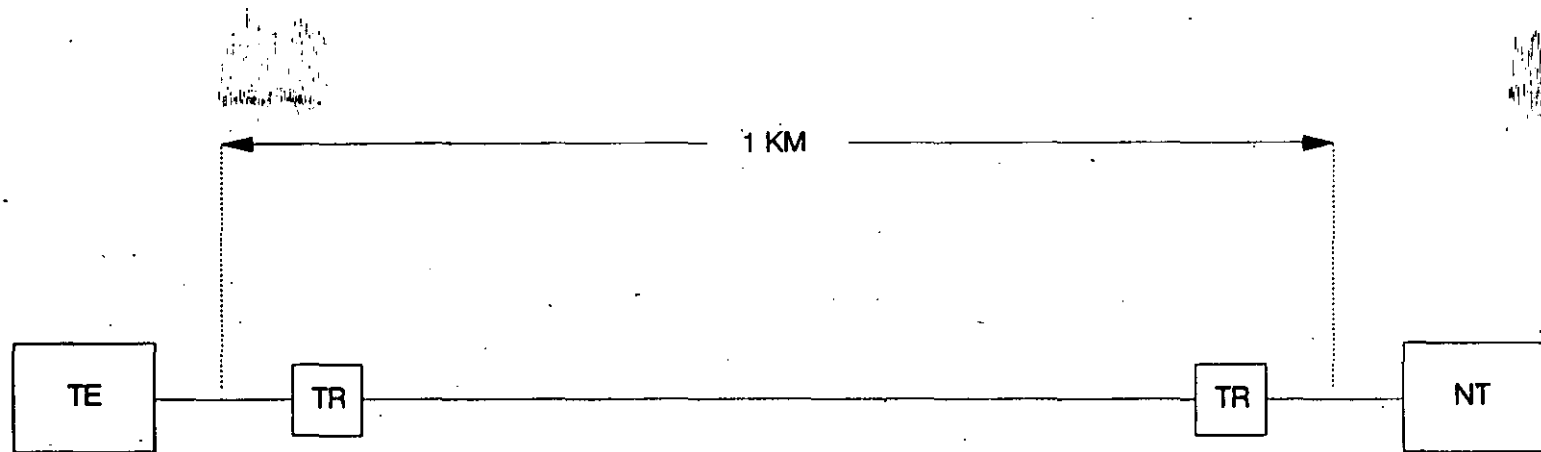
2/1

# CONFIGURACIÓN BUS PASIVO EXTENDIDO



TE = Equipo Terminal  
TR = Resistencia de Terminación (100 Ohms + 5%)  
NT = Terminador de Red

# CONFIGURACIÓN PUNTO A PUNTO

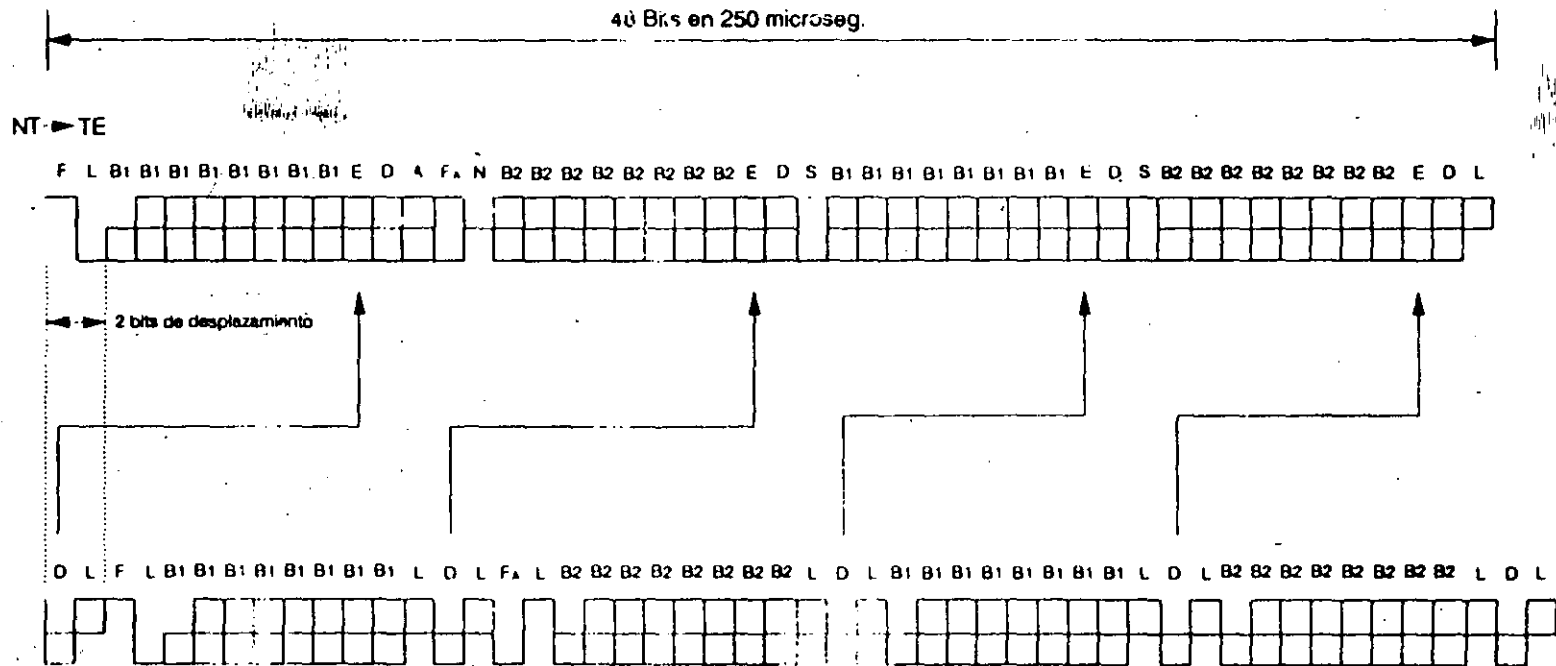


TE = Equipo Terminal

TR = Resistencia de Terminación (100 Ohms + 5%)

NT = Terminador de Red

# TRAMA DEL NIVEL 1 DE LA INTERFASE S

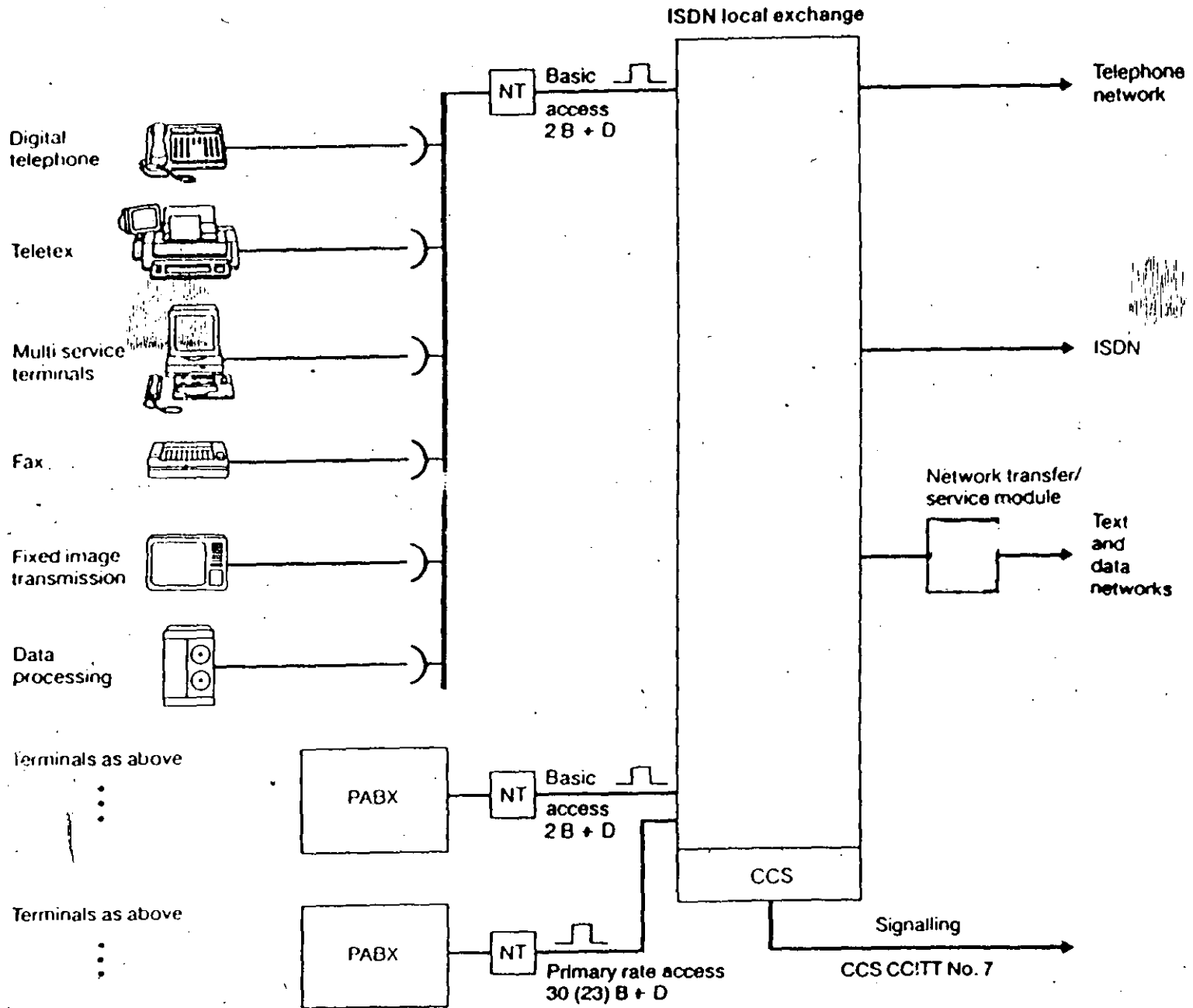


TE → NT

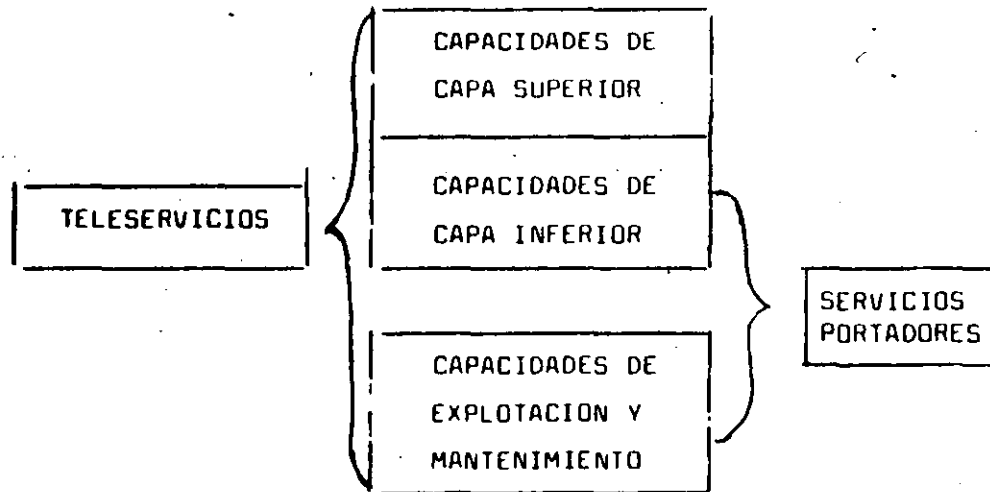
F = Bit de alineación de trama  
 L = Bit de balance de CD  
 D = Bit de canal L  
 E = Bit eco del canal D

Fa = Bit auxiliar (=0)  
 N = Bit puesto al valor binario de Fa  
 B1 = Bits del canal B1

B2 = Bits del canal B2  
 A = Bit usado para activación  
 S = Reservado para futura estandarización



LAS CAPACIDADES DE EXPLOTACION Y GESTION DE RED, COMPRENDEN FUNCIONES QUE NO SE EFECTUAN POR FUERZA EN EL CURSO DE UNA CONEXION, COMO PRUEBA DEL ENLACE. ( EN ESTUDIO).



RELACION ENTRE LOS SERVICIOS Y LAS CAPACIDADES FUNCIONALES DE COMUNICACION Y SEÑALIZACION DE UNA RDSI.

# EJEMPLOS DE SERVICIOS SUPLEMENTARIOS

(SG--XVIII)

- \* TRANSFERENCIA DEL NUMERO A HACIA EL ABONADO B.
- \* SERVICIO DE ABONADO AUSENTE.
- \* SERVICIO DE INTERCEPCION.
- \* TRANSFERENCIA DE LLAMADA.
- \* CONFERENCIA ( 3 - PARTES )
- \* LLAMADA EN ESPERA.



## SERVICIOS PORTADORES

### 1) MODO CIRCUITO

- 64 kbps no restringido
- 64 kbps para transmisión de voz
- 64 kbps para audio a 3.1 KHz
- Uso alternado para voz / 64 kbps no restringido
- 384 kbps no restringido
- 1536 kbps no restringido
- 1920 kbps no restringido

### 2) MODO PAQUETE

- Llamada virtual y Circuito virtual permanente
- Sin conexión
- Señalización de usuario

## TELESERVICIOS

- Telefonía
- Teletex
- Facsimil grupo 4
- Modo mixto
- Videotex
- Telex

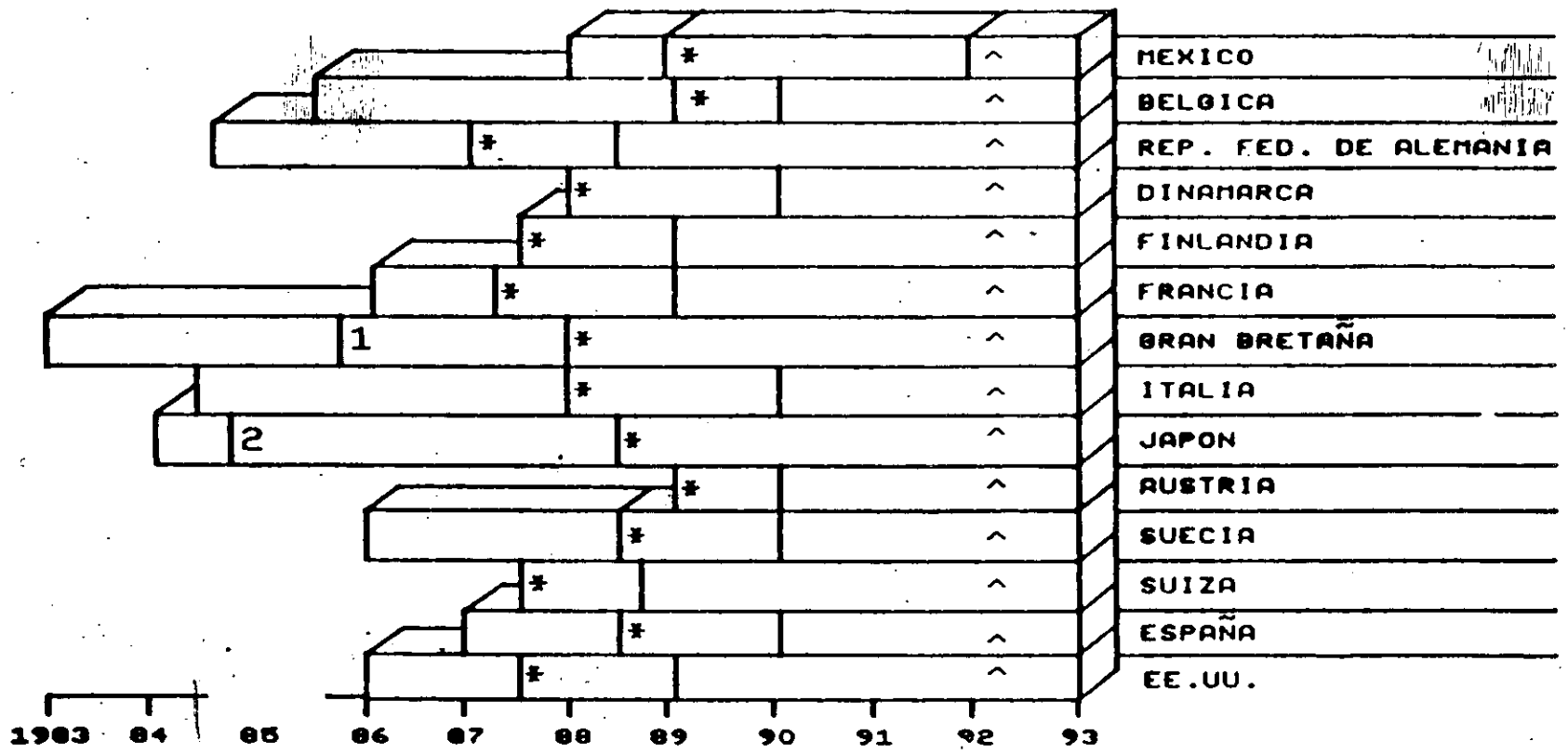
## SERVICIOS SUPLEMENTARIOS

- Marcación Directa Entrante (DDI)
- Presentación del número del usuario que llama (CLIP)
- No presentación del número del usuario que llama (CLIR)
- Presentación del número del usuario llamado (COLP)
- No presentación del número del usuario llamado (COLR)
- Identificación de llamadas maliciosas (MSI)
- Subdireccionamiento (SUB)
- Transferencia de llamadas (CT)
- Desvío de llamada en caso de número ocupado (CFB)
- Desvío de llamada en caso de no contesta (CFNR)
- Desvío incondicional de llamadas (CFU)
- Desvío de llamadas (CD)
- Búsqueda de línea (LH)
- Llamada en espera (CW)
- Retención de llamada (HOLD)
- Terminación de llamadas a números ocupados (CCBS)




## SERVICIOS SUPLEMENTARIOS (CONT)

- Conferencia (CONF)
- Conferencia tripartita (3PTY)
- Grupo Cerrado de Usuarios (CUG)
- Plan de numeración privado (PNP)
- Llamada con tarjeta de crédito (cred)
- Envío de información de tarificación (AOC)
- Llamadas por cobrar (REV)
- Señalización Usuario a Usuario (UUS)

59

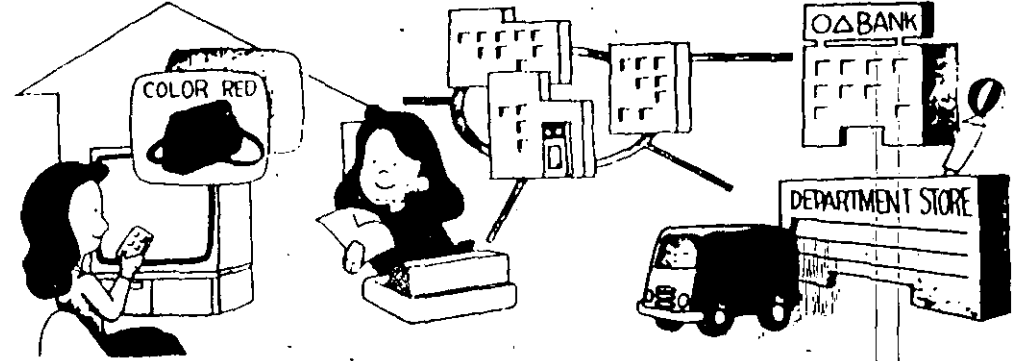
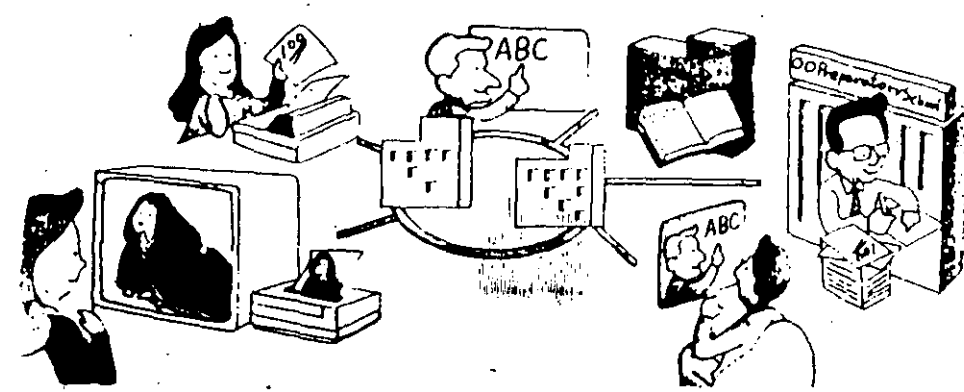


\* CON ACCESO D SICO (B64+B64+D16) Y ACCESO A VELOCIDAD PRIMARIA (30xB64+D64) O (23xB64+D64) SEGUN EL CCITT.  
 1 ACCESO DIGITAL INTEGRADO (IDA) CON B64+D8+D8.  
 2 RED, SISTEMA DE INFORMACION (INS) CON B64+D16+D6.

 SOLUCION PRECURSORA  
 SERVICIO PILOTO  
 SERVICIO COMERCIAL

INTRODUCCION DE LA RDSI EN DISTINTOS PAISES.

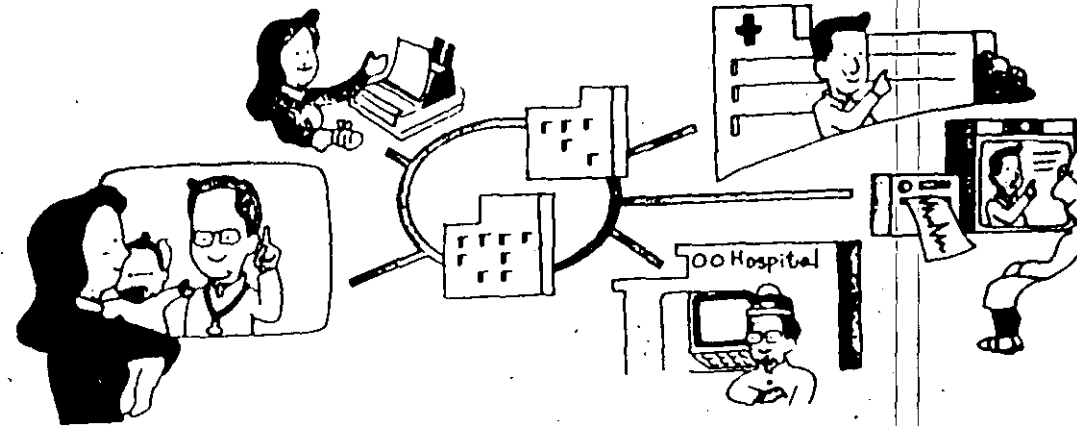
# EDUCACION



## COMPRAS Y TRANSACCIONES BANCARIAS

## AUDIO Y CONSULTA DE BANCOS DE INFORMACIÓN EN CASA

## SERVICIOS MEDICOS



<b>ATRIBUTOS RELACIONADOS AL SERVICIO DE:</b>	<b>SERVICIOS OFRECIDOS EN:</b>		
	<b>PRUEBA PILOTO RDSI</b>	<b>RDSI IMPLANTADA</b>	<b>RDSI IMPLANTADA MEJORADA</b>
<b>ACCESO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- CONEXIONES CONMUTADAS</li> <li>- CONMUTACION DE CIRCUITOS</li> <li>- CONEXIONES FLMS (LINEAS PRIVADAS)</li> <li>- SELECCION DE TERMINAL EL EL BUS</li> <li>- GRUPO CERRADO DE USUARIOS</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- CONMUTACION DE PAQUETES</li> </ul>
<b>CONEXION</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- LLAMADA EN ESPERA CON EL NUMERO MOSTRADO EN LA PANTALLA</li> <li>- MARCACION DIRECTA A PABX</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- CARGO REVERTIDO</li> <li>- CONFERENCIA MULTIPLE</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- RECORDATORIO DE LLAMADA ENTRANTE</li> <li>- SUSPENSIÓN DE LLAMADAS "NO MOLESTAR"</li> <li>- CONTESTACION DE LLAMADAS PARA ALMACENAR MENSAJES DE VOZ</li> </ul>
<b>INFORMACION</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- INFORMACION SOBRE CARGOS AVISO DEL CARGO POR LLAMADA</li> <li>- RECORDATORIO DE INFORMACION</li> <li>- NUMERO DEL USUARIO QUE DESPLIEGADO EN PANTALLA DEL USUARIO LLAMADO</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- ANUNCIO DE INDICACION DE CAMBIO DE NUMERO MARCADO</li> </ul>

RDSI EN EUROPA: ACTUALIZACION

PAIS	PRUEBAS	COMERCIALIZACION	CENTRAL
AUSTRIA	OPERACION PILOTO DE ACCESO BASICO Y PRIMARIO PARA ESTE AÑO	A PRINCIPIOS DE 1990	EWSD; DMS MODIFICADO
BELGICA	LAS PRUEBAS SE INICIARON EN 1985-88, PRUEBA PILOTO DE ACCESO BASICO Y Y PRIMARIO PARA ESTE AÑO	1991 - 1992	S-12; EWSD
DINAMARCA	LA PRUEBA PILOTO SE INICIO EN 1987-88	A PRINCIPIO DE 1990; LAS TARIFAS YA HAN SIDO ANUNCIADAS	S-12; AXE
FINLANDIA	LAS PRUEBAS DE HELSINKI TELEPHONO CO. SE INICIARON EN 1988 ACCESO BASICO EN 87	COBERTURA DEL AREA METROPOLITANA PARA HELSINKI PARA MEDIADOS DE 1990 EL SERVICIO PILOTO PTT SE ESTA IMPLEMENTADO DE 1988-89 PARA SEGUIR CON SERVICIO COMERCIAL	DX-200; S-12; EWSD
HOLANDA	PRUEBA PILOTO DE ACCESO BASICO	LAS TARIFAS NO SE HAN DADO, PERO SE ESPERA QUE SEAN SIMILARES A LAS DE ALEMANIA	AXE; 5ESS/PRXD
NORUEGA	LA PRUEBA DE LA RED INTEGRADA EMPEZO EN 1984; ACCESO PRIMARIO RDSI PUESTO A A PRUEBA A FINALES DE 1988	A FINALES DE 1989	S-12; AXE
ESPAÑA	PRUEBA PRE-RDSI EMPEZO EN 1980 Y SE OFRESIERON SERVICIOS CASI RDSI A USUARIOS COMERCIALES CON-IBERCOM; PRUEBA DE ACCESO BASICO Y PRIMARIO	DESPUES DE 1989	AXE; 5EBB; S-12
SUECIA	LAS PRUEBAS DE CAMPO EMPEZARON EN 1986-1987; ACCESO BASICO Y PRIMARIO PILOTO EN 1988-89	1990	AXE
SUIZA	PRUEBA PILOTO DE ACCESO BASICO 1988-89	1991	EWSD; AXE
REINO UNIDO	PRUEBA PILOTO DE ACCESO DIGITAL INTEGRADO EN 1985; MULTILINEA 104 EN BLOQUES DE 30 X 64 KBPS DE 30x64 Kbps A FINALES DE OTOÑO; MERCURY LANZO EL SERVICIO DASS-2 DASADO EN CASI-RDSI A FINALES DEL AÑO PASADO	ACCESO BASICO EN 1989	SISTEMA X
FRANCIA	PRUEBA RENAN A MEDIADOS DE 1989	EL PRIMER SERVICIO COMERCIAL RDSI DE ACCESO BASICO A NIVEL MUNDIAL EMPEZO EN BRITANIA A FINALES DE 1987; EL SERVICIO FUE AMPLIADO AL AÑO SIGUIENTE; ACCESO ENTRE RDSI Y LA RED DE PAQUETES EN OPERACION TRANSPAC ACCESO PRIMARIO PLANEADO EN OTOÑO; DISPONIBILIDAD NACIONAL PROGRAMADA PARA FINALES DE 1990. LAS TARIFAS YA SE DIERON A CONOCER	E-10B; E-10MT; AXE ESTARIA EN UN FUTURO
ALEMANIA	PRUEBA DE ACCESO BASICO DURANTA 1984-85; SERVICIO PILOTO EN 1987	SE PROGRAMARON 100 CENTRALES PARA MEJORAR UN SERVICIO EN RDSI EN 1989; COBERTURA NACIONAL PARA 1993; EL OBJETIVO A LARGO PLAZO ES INTRODUCIR CONMUTACION POR PAQUETES EN LA RDSI; LAS TARIFAS YA SE PAQUETES EN LA RDSI; LAS TARIFAS YA DIERON A CONOCER	EWSD; S-12
ITALIA	EMPEZANDO LOS SERVICIOS DE ACCESO BASICO	1990-91; LAS TARIFAS YA SE DIERON A CONOCER	PROTEO/GTD-5;





**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

**CURSOS ABIERTOS**

**III CURSO INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES  
MOD. III. REDES DIGITALES: ACTUALIDAD Y PERSPECTIVA.**

**SERVICIOS DE RDSI - BANDA ANCHA.**

**ING. A. MORENO ARGÜELLO.**

## CLASIFICACION DE LOS SERVICIOS RDSI - BANCH (BISON).

RDSI - BANCH.- LA CLASIFICACION QUE SE DARA DE LOS SERVICIOS RDSI-BANCH NO TOMA EN CUENTA LA LOCALIZACION DE LA IMPLEMENTACION DE LAS FUNCIONES, ES DECIR, SI ESTAN EN LA RED O EN LOS EQUIPOS TERMINALES. ESTA CLASE DE SERVICIOS SERA ESTANDARIZADO Y OFRECIDO POR LA ADMINISTRACION COMO TELESERVICIO O EN ALGUN CASO COMO SERVICIO PORTADOR, DEPENDIENDO DE SUS FUNCIONES DE COMUNICACION Y APLICACIONES.

LAS CLASES DE SERVICIO (Fig. 2), DEPENDIENDO DE LAS DIFERENTES FORMAS DE COMUNICACION Y SUS APLICACIONES, SE HAN IDENTIFICADO EN DOS CATEGORIAS PRINCIPALES:

SERVICIOS INTERACTIVOS. QUE PUEDEN SER SUBDIVIDIDOS EN TRES CLASES DE SERVICIOS: SERVICIOS CONVERSACIONALES, SERVICIOS DE MENSAJERIA, SERVICIOS DE CONSULTA (RECUPERACION).

SERVICIOS DE DISTRIBUCION. QUE SE SUBDIVIDEN EN: SERVICIOS DE DISTRIBUCION, SIN CONTROL INDIVIDUAL POR PARTE DEL USUARIO Y SERVICIOS DE DISTRIBUCION, CON CONTROL INDIVIDUAL POR PARTE DEL USUARIO.

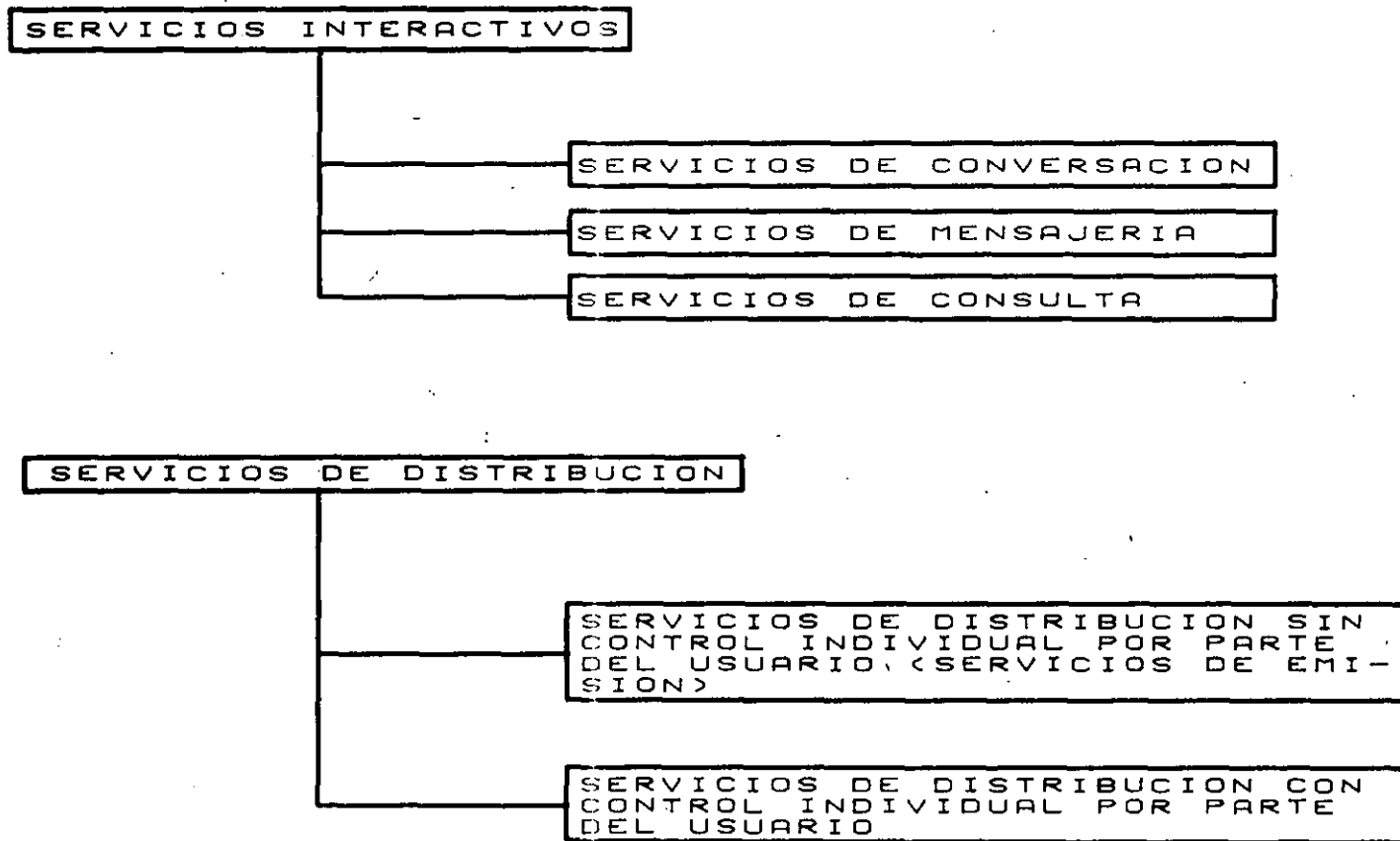


FIG. 2 CLASES DE SERVICIOS RDSI-BANCH [BISDN].

AB9A34

CLASES DE SERVICIOS	TIPO DE INFORMACION	EJEMPLOS DE SERVICIOS DE RDSI.	APLICACIONES	ALGUNOS ATRIBUTOS POSIBLES	CATEGORIA	PROPUESTA
					TELESERVICIOS	SERVICIOS PORTADORES
CONVER-SACION	IMAGENES EN MOVIMIENTO (VIDEO) Y SONIDO	VIDEOTELEFONIA, VIDEOCONFERENCIA DE PUNTO A PUNTO.	COMUNICACION PARA LA TRANSFERENCIA DE VOZ (SONIDO), IMAGENES EN MOVIMIENTO, EXPLORACION DE IMAGENES FIJAS Y DE DOCUMENTOS ENTRE 2 LOCALIDADES (PERSONA A PERSONA, PERSONA A GRUPO, GRUPO A GRUPO)	- DEMANDA/RESERVA/PERMANENTE. - PUNTO A PUNTO. - BIDIRECCIONAL SIMETRICO/BIDIRECCIONAL ASIMETRICO. - (LA TRANSFERENCIA DE INFORMACION ESTA EN ESTUDIO).	X	
		VIDEOCONFERENCIA-MULTIPUNTO.	COMUNICACION MULTIPUNTO PARA LA TRANSFERENCIA DE VOZ (SONIDO), IMAGENES EN MOVIMIENTO Y EXPLORACION EN VIDEO DE IMAGENES FIJAS Y DOCUMENTOS ENTRE MAS DE 2 LOCALIDADES (PERSONA A PERSONA, PERSONA A GRUPO, GRUPO A GRUPO)	- DEMANDA/RESERVA/PERMANENTE. - MULTIPUNTO. - BIDIRECCIONAL SIMETRICO/BIDIRECCIONAL ASIMETRICO.	X	
		VIDEOVIGILANCIA	- VIGILANCIA EN EDIFICIOS. - MONITOREO DE TRANSITO.	- DEMANDA/RESERVA/PERMANENTE. - PUNTO A PUNTO/MULTIPUNTO. - BIDIRECCIONAL ASIMETRICO/UNIDIRECCIONAL.	X	
		INFORMACION DE VIDEO/AUDIO, SERVICIO DE TRANSMISION.	- TRANSFERENCIA DE SEÑAL DE T.V. - DIALOGO VIDEO/AUDIO.	- DEMANDA/RESERVA/PERMANENTE. - PUNTO A PUNTO/MULTIPUNTO. - BIDIRECCIONAL SIMETRICO/BIDIRECCIONAL ASIMETRICO.		X
	DATOS	SERVICIO DE TRANSMISION DE INFORMACION DIGITAL A ALTA VELOCIDAD SIN RESTRICCIONES.	- TRANSFERENCIA DE DATOS A ALTA VELOCIDAD +INTERCONEXION DE LAN'S +INTERCONEXION DE COMPUTADORA A COMPUTADORA - TRANSFERENCIA DE VIDEO Y OTROS TIPOS DE INFORMACION. - TRANSFERENCIA DE IMAGEN FIJA.	- DEMANDA/RESERVA/PERMANENTE - PUNTO A PUNTO/MULTIPUNTO - BIDIRECCIONAL SIMETRICA/BIDIRECCIONAL ASIMETRICA.		X
	SERVICIO DE TRANSFERENCIA DE ARCHIVOS DE ALTO VOLUMEN.	- TRANSFERENCIA DE ARCHIVOS DE DATOS	- DEMANDA - PUNTO A PUNTO/MULTIPUNTO - BIDIRECCIONAL SIMETRICA/BIDIRECCIONAL ASIMETRICA.	X		

TABLA 4B.1: POSIBLES SERVICIOS EN LA RDSI DE BANDA ANCHA (BISDN).

CLASES DE SERVICIOS	TIPO DE INFORMACION	EJEMPLOS DE SERVICIOS DE RDSI.	APLICACIONES	ALGUNOS ATRIBUTOS POSIBLES	CATEGORIA	PROPUESTA
					TELESERVICIOS	SERVICIOS PORTADORES
CONVERSACION	DATOS	TELEACCION A ALTA VELOCIDAD.	- CONTROL DE TIEMPO REAL - TELEMETRIA - ALARMAS	-----	X	X
	DOCUMENTOS	TELEFAX A ALTA VELOCIDAD.	TRANSFERENCIA DE TEXTOS, IMAGENES, DIBUJOS, ETC. DE USUARIO A USUARIO	- DEMANDA - PUNTO A PUNTO/MULTIPUNTO - BIDIR. SIMET./BIDIR. ASIMET.	X	
		SERVICIO DE COMUNICACION DE DOCUMENTOS	TRANSFERENCIA DE DOCUMENTOS VARIADOS DE USUARIO A USUARIO	- DEMANDA - PUNTO A PUNTO/MULTIPUNTO - BIDIR. SIMET./BIDIR. ASIMET.	X	
MENSAJERIA	IMAGENES EN MOVIMIENTO (VIDEO) Y SONIDO.	SERVICIO DE CORREO DE VIDEO.	SERVICIO DE BUZON ELECTRONICO PARA LA TRANSFERENCIA DE IMAGENES EN MOVIMIENTO ACOMPAÑADAS DE SONIDO.	- DEMANDA - PUNTO A PUNTO/MULTIPUNTO - BIDIR. ASIM./UNID.(EN ESTUDIO)	X	
	DOCUMENTOS	SERVICIOS DE CORREO DE DOCUMENTOS	SERVICIO DE BUZON ELECTRONICO PARA DOCUMENTOS VARIADOS.	- DEMANDA - PUNTO A PUNTO/MULTIPUNTO - BIDIR. ASIM./UNID.(EN ESTUDIO)	X	
CONSULTA	TEXTOS, GRAFICAS, DATOS, SONIDO, IMAGENES FIJAS, IMAGENES EN MOVIMIENTO.	VIDEOTEX DE BANDA ANCHA.	- VIDEOTEX INCLUYENDO IMAGENES EN MOVIMIENTO - EDUCACION Y CAPACITACION A DISTANCIA - TELESOFTWARE - PUBLICIDAD - TELEVENTAS - CONSULTAS DE NOTICIAS	- DEMANDA - PUNTO A PUNTO - BIDIRECCIONAL ASIMETRICA	X	
		SERVICIO DE CONSULTA EN VIDEO	- PROPOSITO DE ENTRETENIMIENTO - EDUCACION Y CAPACITACION A DISTANCIA	- DEMANDA / RESERVADA - PUNTO A PUNTO / MULTIPUNTO - BIDIRECCIONAL ASIMETRICA	X	
		SERVICIO DE CONSULTA DE IMAGEN DE ALTA RESOLUCION	- PROPOSITO DE ENTRETENIMIENTO - EDUCACION Y CAPACITACION A DISTANCIA	- DEMANDA / RESERVADA - PUNTO A PUNTO - BIDIRECCIONAL ASIMETRICA	X	
		SERVICIO DE CONSULTA DE DOCUMENTOS	CONSULTA DE "DOCUMENTOS VARIADOS" DE CENTROS DE INFORMACION, ARCHIVOS, ETC.	- DEMANDA - PUNTO A PUNTO - BIDIRECCIONAL ASIMETRICA	X	

TABLA 4B.2: POSIBLES SERVICIOS EN LA RDSI DE BANDA ANCHA (CONTINUACION)

CLASES DE SERVICIOS	TIPO DE INFORMACION	EJEMPLOS DE SERVICIOS DE RDSI.	APLICACIONES	ALGUNOS ATRIBUTOS POSIBLES	CATEGORIA	PROPUESTA
					TELESERVICIOS	SERVICIOS PORTADORES
SERVICIOS DE DISTRIBUCION SIN CONTROL INDIVIDUAL POR PARTE DEL USUARIO.	VIDEO	SERV. DE DISTRIB. DE TV DE CALIDAD (PAL, NTSC, SECAM)	DISTRIBUCION DE PROGRAMAS DE TV	- DEMANDA (SELECCION)/ PERMANEN. - DIFUSION - BIDIREC. ASIMET./UNIDIRECCIONAL	X	
		SERV. DE DISTRIB. DE TV DE CALIDAD MEJORADA. -DISTRIB. DE TV DE ALTA DEFINICION HDTV -TV DE ALTA CALIDAD HDTV	DISTRIBUCION DE PROGRAMAS DE TV	- DEMANDA (SELECCION)/ PERMANEN. - DIFUSION - BIDIREC. ASIMET./UNIDIRECCIONAL	X	
		TV DE PAGA (PAGO POR VER, PAGO POR CANAL)	DISTRIBUCION DE PROGRAMAS DE TV	- DEMANDA (SELECCION)/ PERMANEN. - DIFUSION - BIDIREC. ASIMET./UNIDIRECCIONAL	X	
	TEXTOS, GRAFICAS, IMAGENES FIJAS	SERVICIO DE DISTRIBUCION DE DOCUMENTOS.	PERIODICO ELECTRONICO, EDICION ELECTRONICA.	- DEMANDA (SELECCION)/PERMANENTE - DIFUSION/MULTIPUNTO - BIDIR. ASIM./UNIDIRECCIONAL	X	
	DATOS	SERV. DE DIST. DE INF. DIGITAL A ALTA VELOC. SIN RESTRICCIONES.	DISTRIBUCION DE DATOS SIN RESTRICCIONES	- PERMANENTE - DIFUSION - UNIDIRECCIONAL		X
	PELICULAS	SERV. DE DISTRIB. DE INF. DE VIDEO.	DISTRIBUCION DE SEÑALES DE VIDEO/AUDIO	- PERMANENTE - DIFUSION - UNIDIRECCIONAL		X
SERVICIOS DE DISTRIBUCION CON CONTROL INDIVIDUAL POR PARTE DEL USUARIO.	TEXTOS, GRAFICAS, SONIDO, IMAGENES FIJAS	DIFUSION DE VIDEO-TEX DE CANAL COMPLETO.	- CAPACITACION Y EDUCACION A DISTANCIA - PUBLICIDAD - CONSULTA DE NOTICIAS - TELESOFTWARE	- PERMANENTE - DIFUSION - UNIDIRECCIONAL	X	

AD9A41

TABLA 4B.3: POSIBLES SERVICIOS EN LA RDSI DE BANDA ANCHA (CONTINUACION)

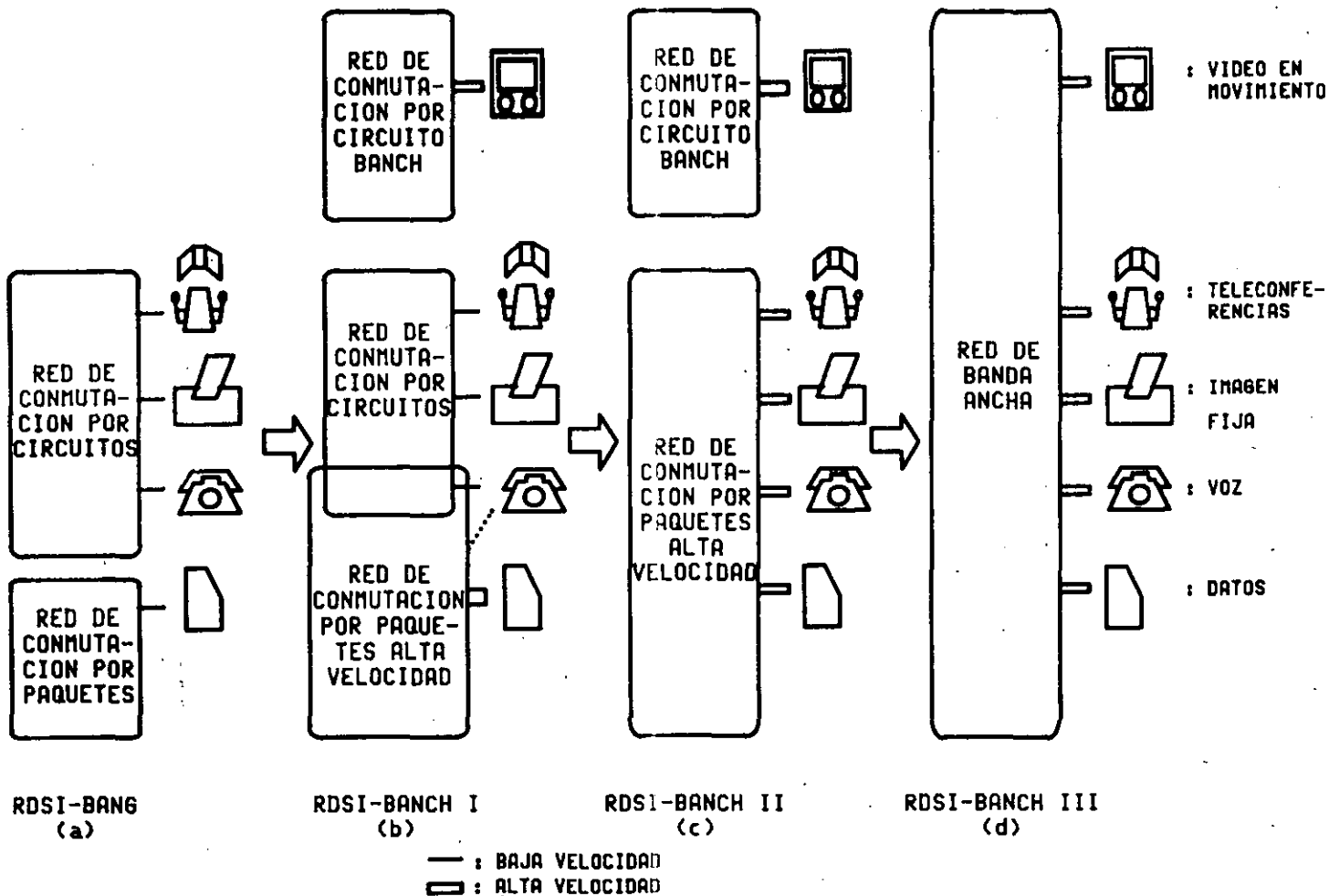


FIG. 1 PROCESO DE EVOLUCION HACIA UNA RDSI-BANCH.

AB9A33

# REGLAMENTO DE TELECOMUNICACIONES

---



SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES



**C**ARLOS SALINAS DE GORTARI, *Presidente Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos, en ejercicio de la facultad que me confiere la fracción I del Artículo 89 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos; y con fundamento en los Artículos 1, fracciones IX y X; 2, 3, 4, 5, 8, 12, 14, 15, 17, 20, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 37, 38, 374 al 419 y demás relativos de la Ley de Vías Generales de Comunicación; y en relación a lo dispuesto en el Convenio Internacional de Telecomunicaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones y sus Reglamentos, he tenido a bien dictar el siguiente*

# REGLAMENTO DE TELECOMUNICACIONES

SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

# CAPITULO 1

## Objeto y Definiciones

**ARTICULO 1.** El presente ordenamiento tiene por objeto regular la instalación, establecimiento, mantenimiento, operación y explotación de redes de telecomunicación que constituyan vías generales de comunicación y los servicios que en ellas se prestan, así como sus servicios auxiliares y conexos.

**ARTICULO 2.** Para los efectos de este Reglamento, se entenderá por:

### I. Términos Generales

*Ley:* Ley de Vías Generales de Comunicación.

*Secretaría:* La Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

*Reglamento:* Reglamento de Telecomunicaciones.

*Telecomm:* Telecomunicaciones de México, Organismo Descentralizado de la Administración Pública Federal.

*Telecomunicaciones:* Toda transmisión, emisión o recepción de signos, señales, escritos, imágenes, voz, sonidos o informaciones de cualquier naturaleza por línea física conductora eléctrica, radioelectricidad, medios ópticos y otros sistemas electromagnéticos.

*Radiocomunicación:* Toda telecomunicación transmitida por medio de ondas radioeléctricas.

*Comunicación por Satélite o Radiocomunicación Satelital:* Es la radiocomunicación que se establece para conducir, distribuir o difundir señales de sonidos, voz, datos, textos o imágenes mediante el uso de algún sistema de satélites.

*Ondas Radioeléctricas:* Son ondas electromagnéticas, cuyas frecuencias se fijan convencionalmente por debajo de 3 000 GHz, que se propagan por el espacio sin guía artificial.

*Canal:* Es un medio de transmisión unidireccional de señales entre dos puntos, por línea física, radioelectricidad, medios ópticos u otros sistemas electromagnéticos.

*Circuito:* Combinación de dos canales que permite la transmisión bidireccional de señales entre dos puntos. En una Red de Telecomunicaciones el término "Circuito" está limitado generalmente a un circuito de telecomunicaciones que conecta directamente dos equipos o centrales de conmutación, junto con los equipos terminales asociados.

*Enlace:* Medio de transmisión con características específicas, entre dos puntos, esto puede ser mediante canal o circuito. Conjunto de instalaciones terminales y red de interconexión que funciona en un modo particular a fin de permitir el intercambio de información entre equipos terminales.

*Conmutación:* Proceso consistente en la interconexión de unidades funcionales, canales de transmisión o circuitos de telecomunicación por el tiempo necesario para conducir señales.

## II. En Materia de Términos sobre Redes de Telecomunicaciones

**Red de Telecomunicaciones:** La infraestructura o instalación que establece una red de canales o circuitos para conducir señales de voz, sonidos, datos, textos, imágenes u otras señales de cualquier naturaleza, entre dos o más puntos definidos por medio de un conjunto de líneas físicas, enlaces radioeléctricos, ópticos o de cualquier otro tipo, así como por los dispositivos o equipos de conmutación asociados para tal efecto.

**Red Privada de Telecomunicaciones:** Es una red de telecomunicaciones que establece una persona física o moral con su propia infraestructura o mediante el arrendamiento de canales o circuitos de redes públicas de telecomunicaciones para uso de sus comunicaciones internas o privadas, que en su caso le pueden permitir comunicaciones no permanentes con sus clientes o proveedores y constituyen auxiliares a una vía general de comunicación o de explotaciones industriales, agrícolas, mineras, comerciales o similares.

**Red Pública de Telecomunicaciones:** Red de telecomunicaciones que se explota para prestar servicios de telecomunicaciones al público, la cual se limita a aquella por la que se pueden conducir señales:

- a) Entre puntos de conexión terminal de la red.
- b) Entre puntos de conexión terminal de la red y puntos internos de servicios de la red.
- c) Entre puntos internos de servicio de la red, sin prestar servicios a terceros.
- d) Entre un equipo terminal de telecomunicaciones disponible para el público y cualquier punto de la red.

Una red pública de telecomunicaciones no comprende los equipos terminales de telecomunicaciones de los usuarios ni las redes de telecomunicaciones que se encuentren más allá del punto de conexión terminal.

**Red Local Complementaria de Telecomunicaciones:** Red destinada a satisfacer necesidades de conducción de señales para grupos restringidos de usuarios, con o sin interconexión, a una red pública de telecomunicaciones. Estas redes pueden incluir, redes complementarias para fraccionamientos residenciales, parques industriales, zonas hoteleras y centros comerciales.

**Punto de Conexión Terminal:** Punto físico o virtual donde se conectan a una red pública de telecomunicaciones las instalaciones y equipos de los usuarios finales o, en su caso, el punto donde se conectan a éstas otras redes de telecomunicaciones.

**Punto Interno de Servicio:** Punto dentro de una red pública de telecomunicaciones en el cual las señales son dirigidas o recibidas por el propio operador de la red pública.

**Equipo Terminal de Telecomunicaciones:** Comprende todo el equipo de telecomunicaciones de los usuarios que se conecte más allá del punto de conexión terminal de una red pública con el propósito de tener acceso a uno o más servicios de telecomunicaciones.

**Línea Telefónica:** Enlace con capacidad básica para transmitir principalmente señales de voz, entre un centro de conmutación público y un punto de conexión terminal, una caseta pública telefónica, una instalación telefónica privada o cualquier otro equipo terminal que utilice señales compatibles con la red pública telefónica.

**Red Pública Telefónica:** Red Pública de Telecomunicaciones cuyos concesionarios deben prestar el servicio público de telefonía básica.

**Red Pública Telegráfica:** Red Pública de Telecomunicaciones por medio de la cual se presta el servicio público de telégrafos y giros telegráficos y radiotelegrafía dentro del territorio nacional, con interconexión a otras redes del extranjero.

**Red Local:** Red de telecomunicaciones que permite la comunicación dentro del área de servicio local autorizada y en su caso la interconexión de acceso a redes para servicios de larga distancia.

*Red de Larga Distancia:* Red de telecomunicación que permite la comunicación de larga distancia nacional e internacional entre usuarios localizados en distintas áreas de servicio local, utilizando en su caso la interconexión con las diferentes redes locales.

### **III. En Materia de Redes y Estaciones de Radiocomunicación**

*Red de Radiocomunicación:* Red de telecomunicaciones integrada por una o varias estaciones radioeléctricas, incluyendo en su caso, los equipos de conmutación y enlaces radioeléctricos asociados, así como la asignación de frecuencias necesarias para establecer los servicios de radiocomunicación.

*Sistema o Red Celular de Radiocomunicación:* Sistema o red de radiocomunicación para servicio móvil en tierra de alta capacidad en el cual el espectro de frecuencia asignado se divide en canales discretos, los cuales a su vez, son asignados en grupos de células geográficas para cubrir un área geográfica de servicio celular. Los canales discretos son susceptibles de ser reutilizados en diferentes células dentro del área de servicio.

*Estación o Estación Radioeléctrica:* Consiste en uno o más equipos transmisores o receptores, o una combinación de éstos, incluyendo las instalaciones accesorias necesarias para asegurar un servicio de radiocomunicación, o de radioastronomía en un lugar determinado.

Las estaciones se clasificarán según el servicio en el que participen de una manera permanente o temporal.

*Estación Terrenal:* Estación situada en la superficie de la tierra para efectuar radiocomunicaciones terrenales. Toda estación que se mencione en el presente Reglamento, salvo indicación expresa "corresponderá a una estación terrenal".

*Estación Fija:* Estación de servicio fijo.

*Estación Móvil:* Estación de servicio móvil destinada a ser utilizada en movimiento o mientras esté detenida en puntos no determinados.

*Estación Terrestre:* Estación de servicio móvil no destinada a ser utilizada en movimiento.

*Estación Base:* Estación terrestre para proporcionar el servicio móvil terrestre.

*Estación Terminal de Radiocomunicación:* Uno o más transmisores o receptores o combinación de ambos incluyendo las instalaciones accesorias mediante el cual un usuario o suscriptor establece el enlace radioeléctrico en el punto de conexión terminal virtual, con el propósito de tener acceso a uno o más servicios de radiocomunicación.

*Estación Experimental:* Estación que utiliza las ondas radioeléctricas para efectuar experimentos que pueden contribuir al progreso de la ciencia o de la técnica.

### **IV. En Materia de Redes, Sistemas y Estaciones de Comunicación por Satélite**

*Red de Comunicación por Satélite:* Es la que se integra por un sistema de satélites o parte del sistema, y las estaciones terrenas asociadas, con la asignación de frecuencias necesarias para establecer los servicios de comunicación por satélite.

*Sistema de Satélites de Comunicación:* Sistema de satélites artificiales de la tierra colocados en órbita en el espacio con el propósito de establecer radiocomunicación entre estaciones terrenas. El sistema comprende a su vez las estaciones terrenas con los equipos e instalaciones necesarios para el monitoreo y control de los satélites.

*Sistema de Satélites Nacionales:* Sistema de satélites establecido para satisfacer necesidades nacionales de radiocomunicación por satélite.

*Estación Espacial:* Estación de radiocomunicación situada en un satélite u otro objeto colocado en el espacio, destinada a recibir, transmitir o retransmitir señales de radiocomunicación.

*Estación Terrena:* Estación situada en la superficie de la tierra, o en la parte principal de la atmósfera terrestre destinada a establecer comunicación: con una o varias estaciones espaciales; o con una o varias estaciones terrenas, mediante el empleo de uno o varios satélites reflectores u otros objetos situados en el espacio.

La estación terrena a su vez tiene la capacidad para conectarse con alguna red terrestre de telecomunicaciones privada o pública.

## **V. En Materia de Servicios de Telecomunicaciones**

*Servicios de Telecomunicaciones:* Son aquellos que se ofrecen a terceros o al público en general, para que por medio de un circuito o una red de telecomunicaciones un usuario pueda establecer comunicación desde un punto de la red a cualquier otro punto de la misma o a otras redes de telecomunicaciones.

*Prestadores de Servicios de Telecomunicaciones:* Personas físicas o morales que prestan servicios de telecomunicaciones y cuentan para ello con una concesión para instalar, operar y explotar una red de telecomunicaciones o cuentan con un permiso para prestar servicios de telecomunicaciones utilizando las redes concesionadas a otros.

*Operador de Red Pública de Telecomunicaciones:* Persona física o moral que cuenta con una concesión para prestar servicios públicos de telecomunicaciones mediante la instalación, operación y explotación de una red pública de telecomunicaciones, incluyendo los organismos descentralizados del Gobierno Federal que operan redes públicas de telecomunicaciones.

*Servicio Privado de Telecomunicaciones:* Es el que se establece para satisfacer necesidades de comunicaciones internas o privadas de una persona física o moral a través de una red privada de telecomunicaciones.

*Servicios Básicos de Telecomunicaciones:* Son servicios de carácter estratégico para el desarrollo nacional, que comprenden además de los servicios públicos de telefonía básica, telégrafos y comunicación nacional por satélite, la instalación, establecimiento, operación y explotación de redes públicas de telecomunicaciones en el territorio nacional.

*Servicios de Telecomunicaciones de Valor Agregado:* Son los servicios que se prestan a terceros, utilizando como soporte para la conducción de señales una red pública de telecomunicaciones o privadas o complementarias locales.

*Servicio de Conducción de Señales:* Es un servicio básico de Telecomunicaciones, que se proporciona al suscriptor por medio de una red pública de telecomunicaciones integrada por líneas o circuitos con la capacidad necesaria para transmitir, conmutar en dado caso y recibir señales entre puntos de conexión terminal de una red de telecomunicaciones.

*Servicio de Distribución de Señales:* Es el servicio de conducción de señales en un sentido, simultáneamente a varios puntos de recepción determinados.

*Servicio Público de Telefonía Básica:* Servicio final de telecomunicaciones por medio del cual se proporciona la capacidad completa para la comunicación de voz entre usuarios, incluida la conducción de señales entre puntos terminales de conexión, así como el cableado y el primer aparato telefónico terminal, a solicitud del suscriptor. Dicha conducción de señales constituye la que se proporciona al público en general, mediante la contratación de líneas de acceso a la red pública telefónica, que utilizan las centrales públicas de conmutación telefónica, de tal manera que el suscriptor disponga de la capacidad para conducir señales de voz de su punto de conexión terminal a cualquier otro punto de la red pública telefónica, de acuerdo a una renta y tarifa que varía en función del tráfico que se curse.

*Servicio de Arrendamiento de Líneas o Circuitos Dedicados:* Consiste en el servicio de conducción de señales que se proporciona a ciertos suscriptores mediante el arrendamiento de líneas o circuitos de transmisión dedicados, entre puntos de conexión terminal identificados de la Red Pública, para el uso exclusivo o la disponibilidad exclusiva de un cliente especial y usuarios autorizados durante periodos plenamente establecidos de tiempo, de acuerdo a una renta por capacidad de transmisión, independiente de la cantidad de tráfico que se curse.

*Servicio de Interconexión a Redes Públicas:* Es el servicio de conducción de señales que presta un concesionario, por medio de su red pública de telecomunicaciones, a otras empresas de telecomunicación, para combinar o complementar sus propias instalaciones con el objeto de proporcionar un servicio final.

*Reventa de Capacidad de Circuitos:* Es el servicio que se proporciona a terceros mediante la reventa de capacidad de infraestructura de circuitos contratados de un concesionario de una red pública de telecomunicaciones.

*Servicio Público de Telégrafos:* Es un servicio cuya prestación está reservada al Estado en forma exclusiva y consiste en el envío de un escrito, a ser transmitido en telegrafía o radiotelegrafía, para su entrega al destinatario y que puede consistir en un mensaje o bien en una remisión de dinero.

*Servicio de Comunicación de Datos:* Consiste en la transferencia de información entre unidades funcionales mediante transmisión de datos conforme a un protocolo.

*Servicio de Televisión por Cable:* Es el que se proporciona por suscripción mediante sistemas de distribución de señales de imagen y sonido a través de líneas físicas, con sus correspondientes equipos amplificadores, procesadores, derivadores y accesorios.

*Servicio Local:* Es el que se proporciona al usuario para establecer comunicación entre su punto de conexión terminal y cualquier otro punto de la red local, dentro de la extensión de una misma zona de servicio local o suburbana autorizada por la Secretaría.

*Servicio de Larga Distancia Nacional:* Es el que se proporciona al usuario para establecer comunicación entre su punto de conexión terminal, y cualquier otro punto localizado en otra zona de servicio local del territorio nacional, mediante el uso de una red de larga distancia y las redes locales respectivas.

*Servicio de Larga Distancia Internacional:* Es el que se proporciona al usuario para establecer comunicación entre su punto de conexión terminal, y cualquier punto de una red extranjera, mediante el uso de una red de larga distancia y la red local respectiva.

*Usuario:* Persona física o moral, que en forma eventual o permanente tiene acceso a algún servicio público o privado de telecomunicaciones.

*Suscriptor:* Es cualquier usuario que ha celebrado un contrato con un prestador de servicio de telecomunicaciones.

*Empresa Filial o Subsidiaria:* Es cualquier organización o entidad que es controlada por otra empresa que tiene, directa o indirectamente, una participación accionaria.

## **VI. En Materia de Servicios de Radiocomunicación**

*Servicio de Radiocomunicación:* Es la transmisión, la emisión o recepción de ondas radioeléctricas para fines específicos de telecomunicación.

*Servicio de Radiocomunicación Autorizado:* Servicio concesionado o permissionado de radiocomunicaciones autorizado por la Secretaría especificándole una o más frecuencias asignadas con su respectiva potencia autorizada, en su caso el distintivo de llamada asignado, en un área geográfica de servicio, con un horario de operación y demás disposiciones y parámetros específicos a la clase y tipo de servicio de que se trate.

*Servicio Fijo de Radiocomunicación:* Es un servicio entre puntos fijos determinados, mediante monocanales, multicanales, multiacceso o multidistribución de señales.

*Servicio Móvil de Radiocomunicación:* Es un servicio entre estaciones móviles y estaciones terrestres o entre estaciones móviles. Las estaciones móviles podrán ser temporalmente fijas en puntos no determinados. Puede ser terrestre, marítimo o aeronáutico.

*Servicio de Radiodifusión o Difusión de Señales:* Servicio de radiocomunicación cuyas emisiones se destinan a ser recibidas directamente por el público en general.

*Servicio de Radiodistribución de Señales:* Consiste en el servicio que se proporciona por suscripción, mediante estaciones cuyas emisiones se distribuyen para ser recibidas por usuarios determinados.

*Servicio de Radiotelefonía Móvil:* Es un servicio de radiocomunicación entre estaciones fijas y móviles o entre móviles, por medio del cual se proporciona la capacidad completa para la comunicación de voz entre suscriptores, así como su interconexión con los usuarios de la red pública de telefonía básica y otras redes públicas de telecomunicaciones autorizadas.

*Servicio de Radiolocalización Móvil de Personas:* Consiste en el servicio móvil de radiocomunicación de mensajes cortos que se envían en un solo sentido, anteriormente denominado sistema de localización de personas.

*Servicio Móvil de Radiocomunicación Especializada de Flotillas:* Consiste en el servicio de radiocomunicación de voz y datos a grupos de usuarios determinados, utilizando la tecnología de frecuencias de portadoras compartidas.

*Servicio de Radiodeterminación:* Servicio de radiocomunicación para determinar la posición, velocidad u otras características de un objeto, u obtención de información relativa a estos parámetros, mediante las propiedades de propagación de ondas radioeléctricas.

*Servicio de Radionavegación:* Servicio de radiodeterminación utilizado para fines de navegación, inclusive para señalar la presencia de obstáculos.

*Servicio de Radiolocalización:* Servicio de radiodeterminación utilizado para fines distintos de los de radionavegación, para radiolocalizar personas, vehículos u otros objetos.

*Servicio de Aficionados o Radioaficionados:* Servicio de radiocomunicación que tiene por objeto la instrucción individual, la intercomunicación y los estudios técnicos, efectuado por aficionados, esto es, por personas debidamente autorizadas que se interesan en la radiotecnica con carácter exclusivamente personal y sin fines de lucro.

*Servicio de Radiogonometría:* Servicio de radiodeterminación que utiliza la recepción de ondas radioeléctricas para determinar la dirección de una estación o de un objeto.

*Servicios de Seguridad:* Todo servicio radioeléctrico que se explote de manera permanente o temporal para garantizar la seguridad de la vida humana y la salvaguarda de los bienes.

*Servicio de Ayuda a la Meteorología:* Servicio de radiocomunicación destinado a las observaciones y sondeos utilizados en meteorología, con inclusión de la hidrología.

*Servicio Especial de Radiocomunicación:* Servicio de radiocomunicación no definido en otro lugar del presente Reglamento, destinado exclusivamente a satisfacer necesidades determinadas de interés general y no abierto a la correspondencia pública, tales como ayudas meteorológicas, frecuencias patrón y señales horarias, aficionados, radioastronomía, seguridad y radioexperimentación.

## **VII.- En Materia de Servicios de Comunicación por Satélite**

*Servicio Fijo de Comunicación por Satélite:* Servicio de radiocomunicación entre estaciones terrenas situadas en emplazamientos dados cuando se utilizan uno o más satélites; el emplazamiento dado puede ser un punto fijo determinado o cualquier punto fijo situado en una zona determinada; en algunos casos, ese servicio incluye enlaces entre satélites que pueden realizarse también dentro del servicio entre satélites; el servicio fijo por satélite puede también incluir enlaces de conexión para otros servicios de radiocomunicación espacial.

*Servicio Móvil de Comunicación por Satélite:* Servicio de radiocomunicación por satélite entre estaciones móviles y estaciones terrenas o entre estaciones móviles.

*Servicio de Conducción de Señales por Satélite:* Servicios de radiocomunicación por satélite que permite la conducción de señales entre puntos determinados, mediante el empleo de uno o varios sistemas de satélites.

*Servicio de Distribución de Señales por Satélite:* Servicio de radiocomunicación por satélite que consiste en la conducción simultánea en un sentido de una señal desde un punto determinado hacia un conjunto de puntos de recepción determinados.

*Servicio de Radiodifusión por Satélite:* Servicio de radiocomunicación por satélite en el cual las señales, emitidas o retransmitidas por estaciones espaciales, están destinadas a la recepción directa por el público en general, que abarca la recepción individual y comunal.

*Enlaces por Satélite:* Enlace radioeléctrico que se establece mediante el uso de un satélite, para establecer telecomunicaciones entre estaciones terrenas. El enlace está constituido por un enlace ascendente, que es la transmisión de la estación terrena transmisora hacia el satélite, y un enlace descendente que es la transmisión del satélite hacia la estación terrena receptora.

*Enlace Nacional por Satélite:* Enlace que se establece mediante el uso de un satélite nacional, o entre estaciones terrenas ubicadas en el territorio nacional, mediante el uso de satélites nacionales, internacionales o extranjeros.

*Enlace Internacional por Satélite:* Enlace que se establece entre una estación terrena ubicada en México y una estación terrena ubicada en otro país, mediante el uso de un satélite extranjero.

*Enlace de Conexión:* Enlace radioeléctrico establecido desde una estación terrena situada en un emplazamiento dado hacia una estación espacial, o viceversa, por el que se transmite información para una radiocomunicación espacial de un servicio distinto del servicio fijo por satélite. El emplazamiento dado puede hallarse en un punto fijo especificado o en cualquier punto fijo dentro de zonas especificadas.

*Recepción Incidental:* Recepción que se da en una estación terrena de una señal proveniente de un satélite, cuando ésta no le ha sido dirigida expresamente.

*Segmento Espacial:* Bandas o frecuencias de recepción y/o transmisión en un satélite de comunicaciones para establecer enlaces por satélite.

*Segmento Terrestre:* Infraestructura y servicios requeridos en tierra para establecer un enlace satelital, que comprende la estación o estaciones terrenas; así como las instalaciones necesarias para conectarse con alguna red terrestre de telecomunicaciones privada o pública.

*Recepción Individual en el Servicio de Radiodifusión por Satélite:* Recepción de las emisiones de una estación espacial del servicio de radiodifusión por satélite con instalaciones domésticas sencillas y, en particular, aquellas que disponen de antenas de pequeñas dimensiones.



*Recepción Comunal en el Servicio de Radiodifusión por Satélite:* Recepción de las emisiones de una estación espacial del servicio de radiodifusión por satélite con instalaciones receptoras que en ciertos casos pueden ser complejas y comprender antenas de mayores dimensiones que las utilizadas para la recepción individual y destinadas a ser utilizadas, por un grupo del público en general, en un mismo lugar, o mediante un sistema de distribución que dé servicio a una zona limitada.

### **VIII. En Materia de Gestión de Frecuencias**

*Espectro Radioeléctrico:* Medio o espacio por donde se propagan las ondas radioeléctricas.

*Cuadro de Atribución de Frecuencias:* Cuadro donde se inscriben las bandas de frecuencias atribuidas a diferentes servicios de radiocomunicación terrenal o por satélite o para servicios de radioastronomía, señalando la categoría atribuida a los diferentes servicios así como las condiciones específicas y restricciones en el uso de algunas frecuencias por determinados servicios de radiocomunicación.

*Atribución de una Banda de Frecuencias:* Inscripción en el Cuadro de Atribución de Frecuencias, de una banda de frecuencias determinada, para que sea utilizada por uno o varios servicios de radiocomunicación terrenal o por satélite o por el servicio de radioastronomía en condiciones especificadas.

*Asignación de una Frecuencia o de un Canal Radioeléctrico:* Autorización que otorga la Secretaría para que una estación radioeléctrica utilice una frecuencia o un canal radioeléctrico determinado en condiciones especificadas.

*Potencia Autorizada:* Potencia máxima permitida para que opere una estación radioeléctrica, la cual se especifica por la Secretaría en la autorización de la estación.

*Ancho de Banda Autorizado:* El máximo ancho de banda de frecuencias permitido por la Secretaría para ser usado por una estación. Este debe ser el ancho de banda necesario u ocupado, el que resulte mayor.

*Ancho de Banda Ocupado por una Emisión:* Ancho de la banda de frecuencias, tal que, por debajo de su frecuencia límite inferior y por encima de su frecuencia límite superior, se emitan potencias medias iguales cada una a un porcentaje especificado B/2 de la potencia media total de una emisión dada.

En ausencia de especificaciones para la clase de emisión considerada se tomará un valor B/2 igual a 0.5 por ciento.

*Ancho de Banda Necesario para una Emisión:* Para una cierta clase de emisión, el ancho de la banda de frecuencia que es apenas suficiente para garantizar la transmisión de información a la velocidad y con la calidad requeridas bajo condiciones específicas.

*Interferencia:* Efecto de una energía no deseada debida a una o varias emisiones, radiaciones, inducciones o sus combinaciones sobre la recepción de un sistema de radiocomunicación, que se manifiesta como degradación de la calidad, falseamiento o pérdida de la información que se podría obtener en ausencia de esta energía no deseada.

*Interferencia Admisible:* Interferencia observada o prevista que satisface los criterios cuantitativos de interferencia y de compartición que figuran en las normas técnicas establecidas por la Secretaría, o en el Reglamento de Radiocomunicaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones, o en recomendaciones del Comité Consultivo Internacional de Radiocomunicaciones o en acuerdos y convenios internacionales firmados por México.

*Interferencia Perjudicial:* Interferencia que compromete el funcionamiento de un servicio de radionavegación o de otros servicios de seguridad o que degrada gravemente, interrumpe repetidamente o impide el funcionamiento de un servicio de radiocomunicación explotado de acuerdo con el presente Reglamento.

*Zona de Coordinación:* Zona asociada a una estación terrena fuera de la cual una estación terrenal, que comparte la misma banda de frecuencias, no puede producir ni sufrir ninguna interferencia superior a la interferencia admisible.

## **IX. Otros Términos y Definiciones**

Los términos y definiciones que no estén contenidos en el presente artículo y que la Secretaría aplique deberán entenderse conforme estén definidos en el Convenio Internacional de Telecomunicaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), por sus reglamentos vigentes y por las definiciones que en su caso emitan los Comités Consultivos Internacionales Telefónico y Telegráfico y de Radiocomunicaciones (CCITT y CCIR).

# CAPITULO 2

## Disposiciones Generales

**ARTICULO 3.** Las redes de telecomunicaciones que constituyan vías generales de comunicación, así como los servicios que en ellas se prestan y sus servicios conexos y auxiliares, quedan sujetos a los Poderes Federales, cuyas facultades las ejerce el Ejecutivo Federal por conducto de la Secretaría.

**ARTICULO 4.** De conformidad con las disposiciones legales, la Secretaría tendrá las siguientes facultades.

- I. Formular y conducir las políticas y programas para promover el desarrollo moderno y eficiente de las telecomunicaciones con el objeto de que su cobertura, calidad y tarifas respondan a las necesidades del país.
- II. Otorgar concesiones y permisos para instalar, establecer, operar y explotar redes, estaciones y servicios de telecomunicaciones y, en su caso, modificar, declarar la caducidad o revocación de dichas concesiones y permisos.
- III. Planear, administrar y controlar la utilización del espectro radioeléctrico y del medio en que se propagan las ondas electromagnéticas, con equipos, estaciones, redes, sistemas y servicios de radiocomunicaciones terrestres y por satélite.
- IV. Obtener las posiciones orbitales para satélites mexicanos y coordinar su operación con satélites extranjeros, organismos o empresas internacionales.
- V. Emitir las normas técnicas para la instalación, establecimiento, operación y explotación de las redes de telecomunicaciones, estaciones radioeléctricas y de los equipos de telecomunicaciones que se interconecten a las redes públicas, así como otorgar los certificados de homologación correspondientes.
- VI. Fijar las bases para la interconexión de redes, oyendo previamente a las partes interesadas.
- VII. Aprobar, revisar o modificar las tarifas y sus reglas de aplicación para los servicios de telecomunicaciones.
- VIII. Promover en particular la atención a las necesidades de telecomunicaciones para servicios de emergencia y seguridad, casetas públicas y servicios a las áreas rurales y colonias populares.
- IX. Promover, en beneficio de los usuarios, una competencia efectiva y equitativa entre los diferentes prestadores de servicios de telecomunicaciones.
- X. Fomentar la investigación y el desarrollo tecnológico en telecomunicaciones, así como promover la introducción de nuevas técnicas por parte de los prestadores de servicios.
- XI. Inspeccionar y vigilar el cumplimiento de las concesiones y permisos de redes y servicios de telecomunicaciones.

**ARTICULO 5.** Están reservados al Gobierno Federal o a los organismos descentralizados que establezca para tal fin:

- I. La prestación del servicio público de telégrafos.

II. El establecimiento de los sistemas de satélites, su operación y control y la prestación del servicio público de conducción de señales por satélite, así como las estaciones terrenas con enlaces internacionales para comunicación por satélite.

La Red Nacional está integrada por el sistema de satélites y el conjunto de estaciones terrenas e instalaciones pertenecientes a la Federación, destinadas a la prestación del servicio público de telégrafos y de conducción de señales por satélite. Las estaciones terrenas propiedad de particulares, no forman parte de la Red Nacional.

**ARTICULO 6.** Para instalar, establecer, operar y explotar redes y servicios de telecomunicaciones, será necesario obtener concesión o permiso del Ejecutivo Federal, por conducto de la Secretaría y con sujeción a los preceptos de la Ley y de este Reglamento.

**ARTICULO 7.** Las personas físicas o morales, requerirán concesión otorgada por la Secretaría para instalar, establecer, operar y explotar una red pública de telecomunicaciones, ya sea de línea física o radiocomunicación, por medio de la cual se presten servicios de conducción de señales al público.

De acuerdo a las características de la red pública de telecomunicaciones concesionada, sus titulares se clasifican en:

- I. Concesionarios de redes públicas telefónicas.
- II. Concesionarios de redes y servicios públicos de radiocomunicación.
- III. Concesionarios de otras redes públicas de telecomunicaciones.

La instalación de redes de telecomunicaciones terrestres de larga distancia que presten servicios al público o entre terceros, requieren de concesión.

**ARTICULO 8.** Las personas físicas o morales requerirán permiso de la Secretaría para la instalación, establecimiento, operación y explotación de servicios especiales de telecomunicaciones, que sean auxiliares de vías generales de comunicación o de explotaciones industriales, agrícolas, mineras, comerciales o de otra índole, los que comprenden:

- I. La prestación de servicios de telecomunicación de valor agregado que utilicen como soporte infraestructura de conducción de señales contratada de una red pública de telecomunicaciones y en su caso, instalen una red privada complementaria.
- II. Redes locales complementarias que se instalen con infraestructura propia para la prestación de servicios de conducción de señales para grupos restringidos de usuarios.
- III. Estaciones radioeléctricas que se instalen para la prestación de servicios especiales de radiocomunicación.
- IV. Redes privadas de telecomunicación que se instalen con infraestructura propia para satisfacer necesidades de comunicación interna o privada, salvo en los casos previstos en el Reglamento.

**ARTICULO 9.** Las personas físicas o morales necesitarán permiso de la Secretaría para instalar, establecer, operar, controlar y explotar estaciones terrenas para el aprovechamiento de señales por satélite, salvo los casos previstos en este Reglamento.

**ARTICULO 10.** Para evitar la violación de la confidencialidad de la información que se transmita por las redes y servicios de telecomunicaciones, los concesionarios y permisionarios están obligados, en la medida de sus posibilidades, a adoptar medidas para impedir:

- I. La interceptación de información transmitida no destinada al uso público general.

II. La divulgación del contenido o simplemente de la existencia, la publicación o cualquier otro uso de toda clase de información obtenida mediante la interceptación de señales de telecomunicaciones.

**ARTICULO 11.** Los concesionarios y permisionarios de redes y servicios de telecomunicaciones deberán dar curso preferente a los mensajes o avisos que soliciten auxilio, debiendo comunicar éstos a la brevedad posible a las autoridades competentes del lugar o región de que se trate, y de ser el caso, dar las facilidades y participar en la prestación de la ayuda.

**ARTICULO 12.** Los concesionarios y permisionarios en ningún caso podrán aplicar prácticas monopólicas que impidan una competencia sobre bases equitativas con otras empresas en las actividades que desarrollen directa o indirectamente, de conformidad con las disposiciones legales aplicables.

# CAPITULO 3

## Concesiones

**ARTICULO 13.** Las concesiones para instalar, establecer, operar y explotar una red pública de telecomunicaciones, sólo podrán ser otorgadas a ciudadanos mexicanos o a sociedades mexicanas.

Las empresas paraestatales extranjeras con personalidad jurídica y patrimonio propio podrán participar como accionistas minoritarios de sociedades concesionarias de redes de telecomunicaciones, o a través de acciones de voto limitado, siempre y cuando se comprometan a considerarse como mexicanos, respecto a los títulos de acciones que adquieran, a no pedir o aceptar la intervención diplomática de los países de origen o de países extranjeros, ni la de ningún organismo público o privado de carácter internacional, bajo la pena de perder en beneficio de la Nación Mexicana, todos los bienes y derechos que hubieren adquirido.

**ARTICULO 14.** La Secretaría de conformidad con el plan general de trabajo a que se refiere el Artículo 8o. de la Ley, y de acuerdo a los estudios económicos que realice, publicará en el Diario Oficial de la Federación las bases para otorgar las concesiones a que se refiere el presente ordenamiento, las cuales señalarán las condiciones para la prestación de los servicios, sujetándose el procedimiento a lo dispuesto en el Artículo 15 de la Ley.

**ARTICULO 15.** Para obtener una concesión es necesario presentar una solicitud ante la Secretaría, en la cual se describan al menos los siguientes aspectos, así como los que señalen los instructivos que emitirá la propia Secretaría:

- I. Nombre y dirección del solicitante, y en su caso, de su representante legal; así como los documentos sobre su capacidad jurídica, empresarial, técnica y financiera.
- II. Los servicios que se pretenden ofrecer, el proyecto técnico y cronograma de instalación e inversión, identificando el área de cobertura.
- III. Estudios de mercado y financieros para establecer, operar y explotar la red propuesta.

Las solicitudes no crearán derechos de prelación o preferencia en favor del solicitante.

**ARTICULO 16.** Recibida una solicitud de concesión la Secretaría señalará al solicitante el monto del depósito o de la fianza que deberá constituir para garantizar que se continuarán los trámites hasta que la concesión se otorgue o se niegue, y el plazo para su exhibición, así como el monto de los derechos que corresponden para realizar el estudio de la solicitud.

La garantía a que se refiere el párrafo que antecede será calculada en vista del monto de la inversión propuesta, la red o servicio de que se trate y se devolverá tan pronto se niegue la concesión o se constituya la garantía de cumplimiento de las obligaciones que señale en su oportunidad la Secretaría en el título de la concesión. Si el interesado abandona el trámite de la solicitud, la garantía se aplicará a favor del Erario Federal.

**ARTICULO 17.** Satisfechos los requisitos y si el resultado de los estudios técnicos que realice la Secretaría fuere favorable al solicitante, se ordenarán las publicaciones de la solicitud de concesión en los términos y condiciones que señala el Artículo 15 de la Ley. En caso de presentarse observaciones, se dará vista a la Comisión Técnica Consultiva de Vías Generales de Comunicación para que emita su opinión.

Cuando se presenten observaciones en contra del otorgamiento de alguna concesión en los términos del Artículo 15 de la Ley, se deberán acompañar los documentos en que se acrediten los hechos materia de las mismas.

**ARTICULO 18.** Los concesionarios, para garantizar el cumplimiento de sus obligaciones, constituirán el depósito o fianza u otorgarán la garantía por el monto que fije la Secretaría.

**ARTICULO 19.** En el título de concesión, se definirán las condiciones y compromisos que deban cumplir los concesionarios para instalar, operar y explotar redes públicas de telecomunicaciones o servicios de radiocomunicaciones. Cualquier modificación a las condiciones del mismo, se llevará a cabo siguiendo el procedimiento que el mismo título de concesión establezca para tal fin.

**ARTICULO 20.** Los concesionarios de redes públicas de telecomunicación podrán prestar servicios de conducción de señales, de sonido, voz, datos, textos o imagen, así como de servicios de valor agregado, de acuerdo con el alcance definido en su título de concesión, donde a su vez se especificarán las modalidades y el área de servicio autorizada.

**ARTICULO 21.** Los concesionarios de redes o estaciones para servicios públicos de radiocomunicación requerirán adicionalmente para su establecimiento, solicitar ante la Secretaría la asignación de frecuencia o banda de frecuencia específica, conforme al alcance definido en su título de concesión, donde a su vez se especificarán las condiciones de instalación y operación.

**ARTICULO 22.** Las concesiones no crean derechos reales ni a favor de sus titulares ni a favor de terceros, sobre los bienes de dominio público de la nación, afectos a los servicios concesionados.

**ARTICULO 23.** La Secretaría podrá otorgar otra u otras concesiones a favor de terceras personas para que exploten en igualdad de circunstancias, dentro de la misma área geográfica o en otra diferente, servicios idénticos o similares a los que sean materia de concesiones previamente otorgadas, tomando en cuenta el cumplimiento de las condiciones de expansión y calidad de servicios de los concesionarios existentes y las condiciones de competencia equitativa para explotar los servicios.

**ARTICULO 24.** Los concesionarios o permisionarios de estaciones de radiodifusión, podrán prestar servicios de conducción o distribución de señales de voz y datos, así como bidireccionales de radio o televisión según sea el caso, mediante el aprovechamiento de subportadoras y espacios radioeléctricos disponibles dentro del ancho de banda autorizado conforme a las normas técnicas en las concesiones y permisos específicos de radio y televisión, siempre y cuando obtengan permiso previo y expreso de la Secretaría como prestador de servicios de telecomunicaciones, en los términos de este Reglamento, salvo que el servicio que pretendan sea materia de concesión, en cuyo caso se ajustarán al procedimiento que señalan la Ley y este Reglamento.

**ARTICULO 25.** Los concesionarios de redes públicas de telecomunicaciones no deberán otorgar subsidios en forma cruzada de los servicios objeto de concesión hacia los servicios que proporcionen en competencia, a través de sus empresas subsidiarias o filiales.

Los concesionarios tampoco deberán subsidiar en forma cruzada, servicios concesionados que presten directamente en competencia, excepto en los casos expresamente dispuestos en su título de concesión o que autorice la Secretaría.

Hay subsidio cruzado cuando una empresa preste un servicio con una tarifa insuficiente para cubrir los costos incrementales de largo plazo, definidos en el capítulo IX, y simultáneamente preste otro servicio con una tarifa superior a sus costos incrementales de largo plazo.

**ARTICULO 26.** La Secretaría podrá autorizar la cesión de derechos y obligaciones estipulados en la concesión, siempre que hubiere estado vigente por un término no menor a cinco años y que el beneficiario haya cumplido con todas sus obligaciones.

**ARTICULO 27.** Las concesiones se podrán otorgar por un periodo máximo de 50 años, prorrogables en caso de que el concesionario haya cumplido con las condiciones de su título de concesión y acepte las nuevas condiciones que establezca el Gobierno Federal.

**ARTICULO 28.** Las concesiones caducarán por cualesquiera de las causas previstas en la Ley o las que se establezcan en el título de concesión correspondiente.

**ARTICULO 29.** Para los efectos del artículo 89 de la Ley, al término de la concesión revertirán a la Nación las frecuencias asignadas. El Gobierno Federal tendrá derecho preferente para adquirir las instalaciones y equipos, que se determinen en el título, destinados a la prestación del servicio concesionado.



# CAPITULO 4

## Permisos

### Sección I Disposiciones Generales

**ARTICULO 30.** Los permisos para establecer, instalar, operar y explotar servicios especiales de telecomunicaciones, sólo podrán ser otorgados a ciudadanos mexicanos o a sociedades mexicanas.

**ARTICULO 31.** Los permisos para instalar y operar una red privada de telecomunicaciones podrán ser otorgados a cualquier persona física o moral.

**ARTICULO 32.** Para obtener un permiso para instalar, operar y explotar servicios especiales de telecomunicaciones o redes privadas descritos en el artículo 8o. del Reglamento, se deberá presentar ante la Secretaría una solicitud con:

I. Nombre y dirección del solicitante y en su caso de su representante legal.

II. Tipo de servicios que se desea prestar y una descripción de ellos.

III. Características de las instalaciones de telecomunicación que requieran para prestar los servicios, mediante arrendamiento de circuitos de redes concesionadas y en su caso de la red propia complementaria, indicando el área de cobertura.

De ser el caso, la información se presentará de acuerdo a las especificaciones del instructivo correspondiente.

**ARTICULO 33.** La Secretaría resolverá sobre el otorgamiento de los permisos en un plazo que no deberá exceder de noventa días naturales, salvo en los casos en que por la complejidad de la resolución sea necesario un plazo mayor que no podrá exceder de 180 días naturales.

**ARTICULO 34.** Los permisos serán por tiempo indefinido salvo que en el propio permiso se establezca otro plazo y podrán ser materia de cesión, previa autorización de la Secretaría.

**ARTICULO 35.** En el permiso para prestar servicios de telecomunicaciones de valor agregado y para redes y servicios de telecomunicaciones especiales, se establecerán las condiciones a que se compromete el permisionario.

**ARTICULO 36.** Los permisionarios podrán prestar servicios no previstos en su permiso siempre y cuando cumplan con los siguientes requisitos:

I. Que el nuevo servicio que se pretenda prestar no sea materia de concesión.

II. Que los intereses de sus usuarios no sean amenazados por una interrupción del servicio, en los términos del estudio presentado al solicitar el permiso que ampara su operación.

III. En el caso de requerir el uso de bandas de frecuencia radioeléctrica, deberá contar con las autorizaciones necesarias y asegurarse de no rebasar las condiciones técnicas impuestas en esas autorizaciones.

IV. El nuevo servicio no deberá consistir en una venta de circuitos de capacidad excedente.

V. Notificar a la Secretaría con 30 días de anticipación al inicio de la prestación del nuevo servicio.

**ARTICULO 37.** Los permisos, serán revocables por incumplimiento de las disposiciones contenidas en el presente Reglamento o por las causas que en los propios permisos se indiquen.

Para los efectos de la revocación de permisos, se estará al procedimiento que señala el artículo 34 de la Ley.

**ARTICULO 38.** Las instalaciones y sistemas principales para prestar servicios especiales de telecomunicaciones deberán estar ubicados en territorio nacional, salvo casos especiales que autorice la Secretaría.

## Sección II

### Permisos para Servicios de Telecomunicación de Valor Agregado

**ARTICULO 39.** En las solicitudes de permisos para prestar servicios de telecomunicaciones de valor agregado que requieran la instalación de red propia complementaria de telecomunicaciones, con o sin interconexión a las redes públicas de telecomunicaciones, la Secretaría analizará los proyectos técnicos y condiciones de explotación de las instalaciones y decidirá en un plazo máximo de 90 días naturales.

Los permisionarios de servicios de telecomunicaciones de valor agregado, con infraestructura propia, no podrán prestar por medio de esta red, servicios de conducción de señales de larga distancia entre terceros.

En las solicitudes de permisos para prestar servicios de telecomunicaciones de valor agregado que requieran arrendamiento de líneas o circuitos dedicados de redes públicas de telecomunicaciones concesionadas, la Secretaría evaluará la solicitud y resolverá en un plazo máximo de 90 días naturales.

Si se solicita permiso para prestar servicios de telecomunicaciones de valor agregado que solamente utilicen la red pública telefónica conmutada, sin necesidad de infraestructura propia de transmisión adicional, la Secretaría otorgará el permiso para fines de registro, en un plazo máximo de 60 días naturales, salvo para los casos de servicios auxiliares de vías generales de comunicación y para cuestiones de seguridad pública y emergencias, que se resolverán en 90 días naturales.

En el caso de que no se haya dictado resolución dentro de los plazos fijados, respecto a las solicitudes presentadas, el Subsecretario o Director General competente, otorgará el permiso dentro de los cinco días hábiles siguientes a la petición del solicitante.

**ARTICULO 40.** Los concesionarios de redes públicas podrán obtener permisos para prestar servicios de telecomunicaciones de valor agregado directamente, mediante una contabilidad separada, o a través de empresas filiales o subsidiarias, cuando así lo indique la Secretaría, con el objeto de establecer la transparencia necesaria para permitir una competencia equitativa con otras personas físicas o morales que presten esos servicios, o que lo soliciten.

**ARTICULO 41.** Se requerirá de permiso específico de la Secretaría para prestar servicios de telecomunicaciones de valor agregado mediante el uso de las subportadoras o canales radioeléctricos disponibles subordinados al canal principal de las estaciones de radiodifusión autorizadas, conforme a las normas técnicas y administrativas que fije la Secretaría, con la salvedad a que se refiere el artículo 24 de este Reglamento.

## Sección III

### De los Permisos para Redes Locales Complementarias y Estaciones para Servicios Especiales de Radiocomunicación

**ARTICULO 42.** En permisos para instalar, operar y explotar redes locales complementarias para grupos restringidos de usuarios, la Secretaría resolverá en función del análisis de los proyectos técnicos y las condiciones de explotación así como de interconexión a las redes públicas de telecomunicaciones. Estas redes locales complementarias comprenden las destinadas a fraccionamientos residenciales, parques industriales, zonas hoteleras y centros comerciales.

Para prestar servicios de larga distancia los permisionarios de estas redes invariablemente deberán interconectarse con una red pública de larga distancia.

**ARTICULO 43.** La Secretaría podrá otorgar permisos para el establecimiento y explotación de redes de servicios especiales de radiocomunicación de interés público y, en su caso, de alcance restringido en su cobertura y público usuario, para fines de la seguridad de la vida humana, científicos, académicos, de investigación o tecnológicos.

## Sección IV

### De los Permisos para Redes Privadas de Telecomunicaciones

**ARTICULO 44.** Las personas físicas o morales, requerirán permiso otorgado por la Secretaría, para establecer, instalar y operar redes privadas de telecomunicación con infraestructura propia cuando los puntos de ésta rebasen los límites del inmueble del usuario, empresa u organización y requieran utilizar el espectro radioeléctrico o cualquier otro bien de dominio público de la Federación.

Los permisos para el establecimiento y operación de redes privadas de telecomunicaciones con infraestructura propia los otorgará la Secretaría con o sin acceso a las redes públicas de telecomunicación, según sea el caso, conforme a los plazos definidos en el artículo 33 del Reglamento.

En el caso de que no se haya dado la resolución dentro de los plazos fijados, respecto a las solicitudes presentadas, el Subsecretario o Director General competente, otorgará el permiso dentro de los cinco días hábiles siguientes a petición del solicitante.

**ARTICULO 45.** Los permisos de redes privadas de radiocomunicación requerirán para su establecimiento, de la autorización de frecuencia o banda de frecuencia específicas, así como de las condiciones de instalación, operación y determinación del área de servicio que les asigne la Secretaría, las cuales se otorgarán en forma simultánea.

**ARTICULO 46.** La Secretaría determinará mediante disposiciones de carácter general, los equipos de radiocomunicación o inalámbricos que no requieran permiso y que se utilicen para comunicación interna, estableciendo los límites de potencias máximas de emisión y la banda de frecuencias asignadas para su utilización.

El uso de estos equipos se condicionará a que no causen interferencia perjudicial más allá del área del inmueble del usuario y a otros equipos y sistemas de radiocomunicación que operen en otras bandas de frecuencia.

**ARTICULO 47.** Las redes privadas que se establezcan con capacidad arrendada de redes públicas de telecomunicaciones, para enlazar distintos inmuebles de un usuario, empresa u organización, sólo requerirán dar aviso a la Secretaría para efectos de registro, cuando rebasen una capacidad mayor a 50 circuitos telefónicos equivalentes.

Los concesionarios y permisionarios que presten servicios de circuitos arrendados tendrán la obligación de llevar un registro de sus usuarios de redes privadas, que estará a disposición de la Secretaría para su consulta, cuando lo requiera.

**ARTICULO 48.** Las redes privadas que se establezcan con infraestructura propia que no rebasen los límites del inmueble del usuario, empresa u organización, ni utilicen el espectro radioeléctrico o algún bien del dominio público de la Federación, se denominarán redes privadas internas y sólo requerirán cumplir con las normas para su interconexión con las redes públicas, con excepción de aquellas que proporcionen servicios a terceros, las cuales requerirán permiso de la Secretaría.

**ARTICULO 49.** La Secretaría podrá autorizar el arrendamiento o subarrendamiento de excedentes de capacidad de infraestructura propia o arrendada hasta un 30 por ciento de la capacidad instalada por cada enlace de la red privada.

## Sección V

### De los Equipos Terminales de Telecomunicación

**ARTICULO 50.** Los siguientes equipos terminales de telecomunicaciones no requerirán permiso para conectarse a redes autorizadas:

I. Los equipos facsímil y de telefotografía, terminales télex y teleimpresoras, modems, terminales y equipo de cómputo.

II. Los equipos telefónicos multilíneas y conmutadores.

III. Los equipos terminales de usuarios como teléfonos unilíneas, contestadores telefónicos automáticos, discriminadores y controladores de larga distancia, multiplexores y demás accesorios instalados en los inmuebles de los usuarios que para su operación requieran conectarse a una vía general de comunicación.

IV. Los equipos terminales de los servicios de radiocomunicación autorizados, como radiotelefonos celulares, radiolocalizadores de personas y radiotelefonos con tecnología de frecuencias compartidas.

V. Los equipos terminales de radiocomunicación que operen en las frecuencias radioeléctricas asignadas por la Secretaría para el servicio en la banda civil.

VI. Las estaciones terrenas destinadas a la recepción por satélite de señales de televisión, así como las estaciones terrenas de muy pequeña apertura que los usuarios utilicen en forma compartida con el apoyo de estaciones base o telepuerto autorizadas para conducir señales.

VII. Cualquier otro equipo que la Secretaría determine o cumpla con las normas para ser conectado a las redes públicas autorizadas.

Tampoco requerirá permiso el servicio que se preste a terceros, a través de la red pública de telecomunicaciones, mediante el arrendamiento de los equipos terminales comprendidos en las fracciones I y IV de este artículo, las casetas públicas telefónicas ni otros que la Secretaría determine.

**ARTICULO 51.** Los servicios de instalación y mantenimiento de equipo terminal y redes privadas, pueden ser proporcionados tanto por prestadores de servicios de telecomunicaciones, como por otras empresas independientes, a solicitud de los usuarios.

# CAPITULO 5

## Permisos para la Instalación y Operación de Estaciones Terrenas de Comunicación por Satélite

### Sección I Disposiciones Generales

**ARTICULO 52.** Los permisos para instalar, establecer, operar y explotar estaciones terrenas, sólo podrán ser otorgados a ciudadanos mexicanos o a sociedades mexicanas.

**ARTICULO 53.** Las personas físicas o morales que deseen instalar, operar y explotar estaciones terrenas para aprovechar la comunicación por satélite, deberán presentar ante la Secretaría una solicitud de acuerdo con el formato o instructivo que proporcionará la propia Secretaría.

La solicitud contendrá los siguientes requisitos:

I. Nombre y dirección del solicitante, y en su caso de su representante legal.

II. Proyecto técnico y cronograma de instalación e inversión de la estación terrena o red de estaciones terrenas, indicando el satélite, la capacidad del segmento espacial y el tipo de señal que pretenda utilizar, así como el área de cobertura y el tipo de servicios que se pretendan ofrecer.

III. Estudios de mercado y financiero en el caso de servicio a terceros.

Para que una petición de otorgamiento de permiso proceda, deberá satisfacer toda la información y los requisitos fijados, en caso contrario, se devolverá al peticionario con las observaciones pertinentes, quien la podrá presentar nuevamente una vez satisfechos los requisitos faltantes.

**ARTICULO 54.** La Secretaría procederá a efectuar los estudios técnicos y legales que correspondan de las solicitudes presentadas y resolverá en un plazo máximo de 90 días naturales.

**ARTICULO 55.** En los permisos se establecerán las condiciones de instalación, operación y explotación de las estaciones terrenas y la participación que corresponda al Gobierno Federal en los términos del Artículo 110 de la Ley. Los permisos tendrán la vigencia que en los mismos se consigne y se revocarán por incumplimiento reiterado de sus condiciones, siguiendo el procedimiento establecido en el artículo 34 de la Ley.

**ARTICULO 56.** El traspaso, aportación o cesión de los permisos de estación terrena requerirá de autorización previa de la Secretaría.

### Sección II Tipos de Permisos

**ARTICULO 57.** Cuando por las condiciones imperantes los servicios públicos de conducción de señales mediante enlaces internacionales no puedan ser proporcionados a través de las estaciones terrenas propiedad del

Gobierno Federal, la Secretaría podrá permitir el establecimiento de estaciones terrenas en los términos del Artículo 392 de la Ley, que deberán cumplir con la normas aprobadas por la Secretaría, sujetas a las siguientes bases:

I. Serán por cuenta del interesado todos los gastos inherentes a su instalación, mantenimiento y operación, incluyendo al personal necesario, así como el pago por servicios de conducción.

II. Desde el momento de su establecimiento las estaciones terrenas, para la operación del servicio, pasarán a ser propiedad de la Nación y quedarán incorporadas a la red nacional.

III. La Secretaría aprobará al personal responsable que se encargue de la operación de la estación.

**ARTICULO 58.** La Secretaría podrá otorgar permisos, para establecer, operar y explotar estaciones terrenas para enlaces nacionales por satélites, que comprenderán:

I. Estaciones terrenas que se instalen para establecer enlaces o redes privadas.

II. Estaciones terrenas base o telepuertos que se instalen para prestar servicios a grupos restringidos de usuarios, aprovechando la conducción de señales por satélite.

III. Estaciones terrenas para enlazar o interconectar redes públicas terrestres o para acceder redes públicas terrestres.

IV. Estaciones terrenas base y de control para servicios móviles de comunicación por satélite.

V. Estaciones terrenas transmisoras que se instalen para establecer enlaces ascendentes a satélites con objeto de conducir, distribuir o difundir señales de radio y televisión.

VI. Estaciones terrenas receptoras para aprovechar y explotar señales de radio y televisión por medio de enlaces descendentes de satélite.

VII. Otras estaciones terrenas para introducir nuevos servicios derivados de los avances tecnológicos.

**ARTICULO 59.** Las estaciones terrenas terminales propiedad de particulares o de uso en común, para la recepción de señales de radio y televisión por satélite de difusión directa, que se instalen y operen para entretenimiento sin fines de lucro, no requerirán autorización.

**ARTICULO 60.** Las personas físicas o morales que por motivos de carácter promocional, sin constituir un elemento directo de lucro y para cumplir con sus fines, requieran instalar las estaciones receptoras de señales de radio o televisión por satélite, deberán dar aviso a la Secretaría para fines de registro.

## Sección III Instalación y Operación

**ARTICULO 61.** La Secretaría otorgará el permiso si procede, para la instalación y operación correspondientes de la estación o red de estaciones terrenas, fijando al efecto el plazo o plazos que correspondan conforme a las prácticas y experiencias en la materia y cuando se hayan satisfecho las condiciones previstas en las normas técnicas.

**ARTICULO 62.** Los prestadores de servicios no podrán cambiar sin autorización de la Secretaría, la ubicación de la estación terrena o introducir modificación alguna que altere sustancialmente lo señalado en la documentación técnica aprobada, o que propicie que el funcionamiento de la estación terrena no se ajuste a las normas técnicas establecidas.

La modificación o cambio de ubicación de una estación terrena se autorizará sin perjuicio de que la Secretaría ordene un nuevo cambio o modificación, si se observa interferencia perjudicial a los servicios de telecomunica-

ciones establecidos con anterioridad o que con una atribución de categoría superior compartan la banda de frecuencias.

**ARTICULO 63.** Los permisionarios deberán asegurarse de que las estaciones terrenas a instalar, no causarán interferencias perjudiciales a servicios de telecomunicaciones autorizados con los que compartan la banda de frecuencias con la misma categoría, debiendo proteger en su caso, la operación de servicios de categoría superior en dichas bandas.

**ARTICULO 64.** En la contratación del segmento terrestre para enlaces nacionales, se permitirá que el usuario elija, entre las estaciones terrenas pertenecientes al Gobierno Federal, las de otra operadora autorizada o las propias, en el caso de una red privada, sujeto a la capacidad disponible de los satélites.

La explotación de estaciones terrenas con enlaces internacionales para comunicación por satélite estará a cargo de la Secretaría o del Organismo Descentralizado creado para tal fin.

**ARTICULO 65.** El servicio de conducción de señales mediante enlaces nacionales se realizará a través de la contratación del segmento espacial con la Secretaría o al Organismo Descentralizado creado para tal fin, quien lo proporcionará de acuerdo a la disponibilidad técnica de los satélites y las políticas de asignación aprobadas en función del interés público.

La Secretaría o el Organismo Descentralizado correspondiente, coordinará y conducirá las acciones necesarias para establecer los enlaces internacionales por satélites extranjeros.

**ARTICULO 66.** Los usuarios del servicio de enlaces por satélite serán responsables de todas las cuestiones relativas a los derechos de autor por el uso de señales cuando ésta no sea de su propiedad, relevando a la Secretaría o al Organismo operador del satélite de las responsabilidades que pudieran contraerse.

Los usuarios serán responsables de cumplir con las normas de contenido sobre señales de audio, vídeo y difusión de información que establezca la Ley Federal de Radio y Televisión.

# CAPITULO 6

## instalación, Operación y Explotación de Redes de Telecomunicaciones

### Sección I De la Instalación y Expansión

**ARTICULO 67.** La Secretaría autorizará la instalación y operación de redes y servicios de telecomunicaciones de acuerdo al proyecto técnico aprobado al solicitante, pudiendo verificar en cualquier tiempo que las instalaciones se ajusten a las normas técnicas autorizadas. Dicha autorización podrá ser otorgada mediante oficio, en el título de concesión o en el permiso.

La Secretaría fijará en las concesiones o permisos el periodo para instalación e inicio de operación de la red de telecomunicaciones y podrá autorizar a solicitud justificada del concesionario, alguna modificación para el total o una parte de la red.

**ARTICULO 68.** Los concesionarios están obligados a realizar sus programas de expansión y modernización de las redes públicas concesionadas, conforme a las metas y condiciones que se indiquen en el título de concesión correspondiente.

**ARTICULO 69.** Los concesionarios de redes públicas telefónicas están obligados en los términos de su concesión, a lograr que en el menor plazo posible, dentro del área concesionada, cualquier persona pueda tener acceso al servicio telefónico básico, en su modalidad de caseta telefónica pública o de servicio domiciliario.

Dicha obligación procederá de acuerdo a la capacidad financiera del concesionario, la demanda por servicios telefónicos, y conforme a los programas que el propio concesionario defina con la Secretaría.

Los concesionarios de redes públicas telefónicas están obligados a convenir con la Secretaría los programas de expansión de telefonía rural y casetas públicas en los plazos establecidos en los títulos de concesión.

**ARTICULO 70.** Los concesionarios de redes públicas telefónicas están obligados a publicar sus programas anuales de expansión con información a nivel estatal y principales ciudades, indicando el avance logrado en el año anterior, conforme a las metas convenidas con la Secretaría.

**ARTICULO 71.** Los concesionarios podrán construir e instalar en forma directa o contratar con empresas independientes, las obras e instalaciones relacionadas con las redes o sistemas necesarios para prestar el servicio de telecomunicaciones autorizado.

**ARTICULO 72.** Los concesionarios requerirán de la previa aprobación de la Secretaría para realizar modificaciones sustanciales a la red, cuando afecten el funcionamiento de los equipos de los usuarios o de las redes con las que esté interconectada.

**ARTICULO 73.** En la construcción y establecimiento de redes de telecomunicaciones los concesionarios o permisionarios podrán utilizar los derechos de vía y terrenos de propiedad federal así como las aguas de jurisdicción federal, conforme a lo establecido en la Ley y disposiciones aplicables.



La Secretaría asignará a los concesionarios las frecuencias que soliciten para instalar radioenlaces que requieran para desarrollar la red pública concesionada siempre y cuando éstas se encuentren en el Cuadro de Atribución Nacional de Frecuencias, y que exista disponibilidad en la banda solicitada, y que los equipos cumplan con las normas establecidas por la Secretaría. Cumplidos los requisitos, la Secretaría otorgará el permiso de uso de la frecuencia solicitada en un plazo que no excederá de 60 días naturales.

**ARTICULO 74.** Para instalar y mantener las redes locales urbanas, los concesionarios o permisionarios se comprometen a respetar los programas estatales y los planes de desarrollo urbano. Asimismo, deberán considerar los servicios públicos municipales y modificar sus instalaciones cuando, de acuerdo al interés público, así lo requieran los gobiernos estatales y municipales. Los gastos anteriores ocasionados por la modificación correrán por cuenta de los interesados.

Los concesionarios y permisionarios deberán tomar en cuenta la seguridad y conveniencia del público, de sus bienes y de otros servicios públicos, a efecto de no interferir con su funcionamiento normal cuando construyan e instalen los equipos destinados a la red pública telefónica.

## Sección II De la Operación y Explotación

**ARTICULO 75.** La explotación de la red de telecomunicaciones concesionada deberá llevarse a cabo directamente por su titular, y su comercialización podrá hacerse mediante agentes comerciales de acuerdo a las disposiciones que apruebe la Secretaría.

**ARTICULO 76.** Para iniciar la explotación de redes y servicios públicos de telecomunicaciones, los concesionarios deberán obtener previamente de la Secretaría la aprobación provisional de las tarifas, o bases tarifarias, y sus reglas de aplicación correspondientes. Asimismo, esta disposición podrá ser aplicable a los permisionarios de servicios de telecomunicaciones al público, cuando la Secretaría así lo determine, dadas la naturaleza y la competencia restringida en la prestación del servicio de que se trate.

**ARTICULO 77.** Los concesionarios de los servicios públicos de telecomunicaciones están obligados a prestar los servicios en forma continua, uniforme, regular y eficiente, cumpliendo con las normas y metas de calidad que se establezcan en los títulos de concesión, así como con las disposiciones administrativas y normas técnicas que emita la Secretaría con relación a cada uno de los servicios en cuestión.

**ARTICULO 78.** Los servicios concesionados, deberán prestarse a todo aquel que lo solicite en condiciones equitativas, sin establecer privilegios o distinciones en forma discriminatoria.

**ARTICULO 79.** Los concesionarios deberán establecer un sistema eficiente de recepción de quejas y reparación de fallas en su red y en los servicios proporcionados, informando mensualmente a la Secretaría del volumen de quejas, el resultado de las reparaciones, y la aplicación de las bonificaciones derivadas de las interrupciones del servicio.

**ARTICULO 80.** Los concesionarios deberán tomar las medidas necesarias para asegurar la precisión y confiabilidad de los aparatos de medición usados en conexión con el sistema para efectos de supervisión, mantenimiento y facturación. Asimismo, deberán mantener los registros que la Secretaría determine en relación a cualquier aparato de medición que ésta sospeche sea una fuente de errores de medición.

Los concesionarios están obligados a permitir que la Secretaría revise e inspeccione la manera en que se utilizan y operen sus aparatos de medición, así como la realización de pruebas necesarias con el propósito de evaluar su precisión, confiabilidad y cumplimiento de normas.

**ARTICULO 81.** Cuando se interrumpa el servicio hacia la red de telecomunicaciones desde el punto de conexión terminal del usuario, por un tiempo mayor de 72 horas consecutivas después de haber sido reportado, los

concesionarios bonificarán a los usuarios la parte de la cuota correspondiente al tiempo que dure la interrupción aún cuando la suspensión se deba a caso fortuito o de fuerza mayor y sin perjuicio de la sanción administrativa a que hubiere lugar.

Cuando la interrupción del servicio afecte a más de un número de líneas o de usuarios estipulado en el título de concesión correspondiente, durante más de un mes, los concesionarios deberán presentar a la Secretaría un programa especial para su solución, quien podrá efectuar las modificaciones que juzgue pertinentes, incluyendo, en su caso, la intervención de inspectores para supervisar la ejecución del programa.

**ARTICULO 82.** Los concesionarios de redes están obligados a presentar un plan de acciones a seguir en caso de desastres que puedan afectar al servicio en forma generalizada, de acuerdo con lo que establezca el título de concesión.

La Secretaría podrá en cualquier momento solicitar modificaciones a este plan y vigilar su cumplimiento.

Los concesionarios están obligados a proporcionar gratuitamente los servicios de emergencia, seguridad y socorro dentro de su área de concesión, tomando en cuenta los acuerdos internacionales aplicables.

**ARTICULO 83.** Los concesionarios de redes públicas de telecomunicaciones en los casos que lo determine la Secretaría deberán someter a su aprobación un código de prácticas comerciales para sus relaciones con los usuarios, mismo que deberá estar a disposición del público y servir de guía a clientes y empleados de los concesionarios respecto de cualquier disputa o queja relacionada con la provisión de servicios. Este código se revisará cada tres años.

**ARTICULO 84.** Los concesionarios deberán celebrar un contrato de prestación de servicios con cada uno de los usuarios, en el que se establezcan las condiciones generales de prestación del servicio. Dicho contrato no podrá ser contrario a las condiciones de la concesión y será voluntario entre las partes.

Los concesionarios someterán a la previa aprobación de la Secretaría el contrato tipo para la prestación de los servicios de telecomunicaciones, así como sus modificaciones.

**ARTICULO 85.** Los concesionarios serán los únicos responsables frente a los usuarios por la prestación de los servicios, por lo que la Secretaría queda relevada de cualquier responsabilidad con dichos usuarios. En el caso de que no se presten los servicios en los términos y condiciones señalados en el título de concesión correspondiente, la Secretaría tomará las medidas procedentes.

**ARTICULO 86.** Los concesionarios no podrán obligar al usuario a adquirir otros bienes, servicios o valores, como condición para proporcionarle el servicio solicitado, a menos que existan condiciones técnicas ineludibles.

**ARTICULO 87.** Los concesionarios no podrán condicionar sus compras de materiales, equipo de telecomunicaciones o servicios en general, a que el proveedor le venda estos bienes o servicios exclusivamente al concesionario, salvo cuando el bien o servicio solicitado esté patentado por el concesionario o permisionario, y por ese motivo, la compra pueda ser en exclusiva.

## Sección III

### Disposiciones Especiales para Redes Telefónicas

**ARTICULO 88.** La operación de la Red Pública Telefónica deberá llevarse a cabo conforme a planes técnicos fundamentales de numeración, señalización, transmisión, conmutación, tarificación y sincronización.

Los concesionarios de redes públicas telefónicas están obligados a hacer públicos y disponibles sus planes técnicos fundamentales, así como los cambios que requieran hacer a los mismos.

En base al interés público y a solicitud específica de los concesionarios o permisionarios de otros servicios de telecomunicaciones que pudieran quedar afectados, la Secretaría podrá requerir la modificación de dichos planes, escuchando previamente a las partes involucradas.

Los concesionarios deberán cumplir estrictamente con los planes fundamentales y éstos estarán vigentes por períodos anuales. La Secretaría podrá verificar periódicamente su cumplimiento.

**ARTICULO 89.** Los concesionarios del servicio público de telefonía básica local con el objeto de proporcionar el servicio completo, están obligados a:

- I. Instalar, mantener y operar las redes hasta el punto terminal de conexión del suscriptor.
- II. Suministrar, a solicitud del suscriptor, y mediante un cargo específico, un primer aparato telefónico básico, así como su instalación, incluyendo el cableado necesario en el inmueble del suscriptor hasta el punto de conexión terminal de las redes.
- III. Mantener a solicitud del suscriptor y mediante un cargo específico el aparato telefónico básico y el cableado necesario dentro del inmueble del suscriptor.
- IV. Proporcionar el servicio de casetas públicas telefónicas, que constituyen equipos terminales de telefonía que forman parte de las redes y están disponibles al público en general.
- V. El suscriptor podrá contratar con otras empresas en competencia, la adquisición, instalación y mantenimiento del aparato telefónico terminal o el cableado necesario dentro de su inmueble. Para ello la concesionaria instalará un Dispositivo de Interconexión Terminal en el punto de conexión terminal que pacte con el usuario de conformidad con lo establecido en su título de concesión. La instalación y mantenimiento del aparato terminal, así como el cableado deberán cumplir con las normas especificadas por la Secretaría.
- VI. Los concesionarios podrán ser relevados de la obligación de proporcionar los servicios de mantenimiento de aparatos telefónicos básicos y cableado propiedad de los suscriptores, en cualquiera de los siguientes casos:
  - a) Cuando el concesionario hubiese notificado al suscriptor, que el aparato terminal y/o cableado no se puede reparar, o los componentes o herramientas para reparación ya no estén disponibles.
  - b) Cuando el aparato terminal y/o cableado no hubiese sido proporcionado por el concesionario o sus subsidiarias.
  - c) Cuando a solicitud del concesionario y, a juicio de la Secretaría, se determine que exista otra empresa que lo pueda sustituir satisfactoriamente. Para ello, el concesionario presentará periódicamente una lista de localidades en las que desee ser relevado de la obligación a que se refiere esta condición. La Secretaría verificará que se haya desarrollado la competencia en cada ciudad solicitada, en cuyo caso aprobará la solicitud del concesionario.

**ARTICULO 90.** Los usuarios podrán ceder sus líneas telefónicas a otro usuario localizado en el mismo distrito telefónico, debiendo la concesionaria telefónica reubicar dichas líneas al domicilio del cesionario en un plazo no mayor de tres meses de que sea notificada por la parte cedente. Asimismo deberá efectuar los cambios de titular en los contratos tipo a petición del usuario original sin costo, siempre y cuando no sea necesario cambiar el punto terminal. La concesionaria podrá cobrar gastos de instalación al nuevo titular, que en ningún caso podrán exceder a los de instalación de una línea nueva.

**ARTICULO 91.** Los puntos de conexión terminal de la red se ubicarán, por regla general, en el límite del domicilio del usuario, salvo que éste desee pactar con la concesionaria otra ubicación y pague los cargos correspondientes.

Para la conexión de una línea telefónica que proporcione servicio básico, la concesionaria no podrá hacer ningún cargo adicional a los autorizados, por llevar el punto terminal de la red hasta el domicilio del usuario, cuando éste se encuentre dentro de los radios y límites que se establezcan en el título de concesión.

El usuario podrá contratar la acometida de la red pública telefónica con terceras personas, siempre y cuando se cumpla con las normas especificadas por la Secretaría y que la acometida, hasta el punto de conexión terminal que la concesionaria y el usuario pacten, le sea cedida a la concesionaria gratuitamente.

**ARTICULO 92.** Con excepción de aquellos números que el usuario haya solicitado mantener privados, los concesionarios del servicio público telefónico están obligados a proporcionar un servicio de información de directorio por operadora.

Asimismo, los concesionarios de telefonía básica deberán publicar y distribuir anual y gratuitamente entre sus usuarios, un directorio telefónico que contenga el nombre, domicilio y código postal del suscriptor, y el número telefónico que éste tenga asignado.

Los concesionarios están obligados a incluir en el directorio los números de los suscriptores de otros operadores de redes públicas autorizadas por la Secretaría, siempre y cuando así se lo soliciten y le proporcionen la información respectiva, teniendo la facultad de negociar los términos y condiciones; si no llegaren a un acuerdo escuchando a los interesados, la Secretaría decidirá lo conducente.

Los concesionarios están obligados a atender las solicitudes de información de directorio provenientes de otros operadores de redes públicas interconectadas, nacionales o extranjeros, para fines de información de directorio a los usuarios de dichos operadores, así como las solicitudes de empresas de elaboración y publicación de directorios.

Esta información deberá proporcionarla en la forma y medio en que se le solicite, pudiendo cobrar un cargo por los gastos que representa dicha información en la forma solicitada.

# CAPITULO 7

## Interconexión de Redes de Telecomunicaciones

**ARTICULO 93.** Los concesionarios autorizados para operar y explotar redes públicas y para prestar servicios públicos de telecomunicaciones deberán permitir la conexión a sus redes, de los equipos terminales del usuario y de las redes privadas de telecomunicaciones que cumplan con las normas establecidas por la Secretaría, de acuerdo a los términos y tarifas del servicio básico de conducción de señales autorizado al concesionario de la red pública.

**ARTICULO 94.** Los concesionarios de redes públicas de telecomunicaciones deberán celebrar contratos de interconexión con otros concesionarios y permisionarios de cualquier otro tipo de redes de telecomunicaciones, que no puedan interconectarse en los términos del artículo precedente.

Las condiciones de dichos contratos se negociarán entre las partes interesadas. Dichos contratos deberán contemplar entre otros aspectos, los siguientes:

- I. El método que se adopte para establecer y mantener la conexión.
- II. Los puntos de conexión de las redes, incluyendo arreglos para determinar el punto en el cual las señales sean transferidas de una red de telecomunicaciones para conducir y canalizar señales en caso de emergencia.
- III. Las fechas o períodos en los cuales las partes se obliguen a permitir que se realicen los compromisos de interconexión.
- IV. La capacidad necesaria para permitir que el tráfico de señales entre las redes tenga calidad razonable.
- V. Las fechas o períodos que las partes fijen para revisar las condiciones del contrato.
- VI. La forma en la cual las señales deban ser transmitidas o recibidas en los puntos terminales de sus redes, incluyendo arreglos de numeración y métodos de señalización.
- VII. Los arreglos de cobranza entre las partes por señales conducidas a terceros en virtud de la interconexión, dentro o fuera del territorio nacional.
- VIII. Previsiones para obligaciones contingentes que cualquiera de las partes enfrenten en razón de la interconexión.
- IX. Los cargos y tarifas convenidos entre las partes.

**ARTICULO 95.** Si después de un período de 60 días, los concesionarios y en su caso permisionarios y concesionarios no hubieren llegado a un acuerdo de interconexión, a solicitud de cualquiera de las partes, la Secretaría determinará los términos de interconexión que no hubiesen podido ser convenidos, asegurándose del cumplimiento de los siguientes puntos:

- I. El pago de la parte a quien le corresponda del costo de todo aquello que sea necesario para establecer y mantener la conexión, con un arreglo que incluya una asignación completa de los costos atribuibles a los servicios que sean provistos, conforme se establezca en su título de concesión.

II. Que el concesionario correspondiente sea indemnizado adecuadamente contra obligaciones con terceros o daños a sus redes que resultaren de la interconexión.

III. Que se mantenga la calidad de todos los servicios de telecomunicaciones provistos mediante las redes.

IV. Que los requisitos de competencia equitativa se satisfagan.

V. Que se tome en cuenta cualquier otra cuestión que fundadamente se requiera para la protección de los intereses de las partes en forma equitativa, incluyendo la necesidad de asegurar:

- a) Que los arreglos de conexión sean acordes con principios y prácticas de ingeniería aceptables.
- b) Que una de las partes no sea obligada a depender indebidamente de los servicios que la otra parte provea.
- c) Que las obligaciones de una de las partes hacia la otra se determinen tomando en debida consideración las obligaciones de establecer puntos de conexión para otros
- d) Que los arreglos que se realicen según este artículo sean tan parecidos, como la práctica lo permita, para que todos los concesionarios y permisionarios con requerimientos semejantes de interconexión puedan contratar éstos en similares términos y condiciones.
- e) Que la información comercial y confidencial de las partes se proteja adecuadamente.
- f) Que la evolución técnica y arreglos de numeración de las redes no se limiten más que en la medida que sea fundado.

**ARTICULO 96.** Los concesionarios no estarán obligados a celebrar contratos de interconexión en cualquiera de los siguientes casos:

I. Cuando en opinión de los concesionarios pudiera ponerse en peligro la vida o seguridad de las personas, o se causaren daños a su propiedad, o a la calidad de cualquiera de los servicios de telecomunicaciones provistos a través de sus redes, siempre y cuando la Secretaría no hubiere expresado opinión en contrario.

II. Cuando en opinión de los concesionarios, no fuere fundado en la práctica pedirle la conexión, o permitir que fuere hecha en el tiempo y la manera requerida, tomando en cuenta el estado de desarrollo técnico de sus redes o cualquier otro aspecto que parezca relevante, y la Secretaría no hubiese expresado opinión en contrario.

**ARTICULO 97.** Los concesionarios están obligados a instalar las capacidades suficientes para satisfacer la demanda de interconexión, de conformidad a las normas técnicas, y de acuerdo a los términos y condiciones de los contratos que se convengan.

Los concesionarios están obligados a no afectar la calidad, ni a interferir en la prestación del servicio de usuarios interconectados a sus redes.

**ARTICULO 98.** Cuando fuere necesario celebrar contratos con algún gobierno extranjero para interconectar las redes concesionadas con redes extranjeras, los concesionarios realizarán ante el Gobierno Federal, por conducto de la Secretaría, los trámites necesarios para la celebración de los convenios respectivos.

Cuando se trate de la contratación con una empresa extranjera, los concesionarios o permisionarios notificarán a la Secretaría acerca de la posible realización del convenio de interconexión con la red extranjera y presentarán copias fehacientes de los convenios a celebrar. La Secretaría podrá exigir modificaciones a los convenios cuando se estime que perjudican los intereses de otros operadores de redes, de los usuarios de sus redes o del país en conjunto.

Los concesionarios o sus filiales, no podrán celebrar acuerdos con operadores de redes extranjeras de telecomunicaciones que permitan injustamente excluir o restringir la provisión de servicios internacionales de interconexión a algún otro concesionario o permisionario de telecomunicaciones.

Los concesionarios no impedirán a ningún otro operador autorizado de telecomunicaciones que conecte su red, a alguna red situada fuera del territorio nacional, o que participe en cualquier arreglo internacional.

**ARTICULO 99.** Los concesionarios para prestar servicios u operar redes públicas de telecomunicaciones, están obligados a aplicar los criterios de diseño de arquitectura de red abierta, para que se interconecten fácilmente otras redes, incluyendo criterios referentes a la oferta de facilidades y funcionalidades inherentes a la red.

# CAPITULO 8

## Radiocomunicaciones

### Sección I Gestión del Espectro Radioeléctrico

**ARTICULO 100.** Corresponde al Gobierno Federal por conducto de la Secretaría, las funciones de gestión y control del espectro de frecuencias radioeléctricas y en general del medio en que se propagan las ondas electromagnéticas, que es un recurso natural limitado que forma parte de los bienes de dominio directo de la Nación; tales funciones las ejercerá de conformidad con la Ley, este Reglamento y a lo establecido en los convenios y acuerdos internacionales que suscribe el Gobierno Federal.

**ARTICULO 101.** El espectro radioeléctrico se subdivide en nueve bandas de frecuencia, de acuerdo con el Reglamento de Radiocomunicaciones anexo al Convenio de la Unión Internacional de Telecomunicaciones:

<i>Banda núm.</i>	<i>Subdivisión de Frecuencias</i>	<i>Rango de Frecuencia</i>
4	VL (Frecuencia muy Baja)	3 a 30 kHz
5	L (Frecuencia Baja)	30 a 300 kHz
6	M (Frecuencia Media)	300 a 3 000 kHz
7	HF (Frecuencia Alta)	3 a 30 MHz
8	VHF (Frecuencia muy Alta)	30 a 300 MHz
9	UHF (Ultra Alta Frecuencia)	300 a 3 000 MHz
10	SHF (Super Alta Frecuencia)	3 a 30 GHz
11	EHF (Frecuencia Extremadamente Alta)	30 a 300 GHz
12		300 a 3 000 GHz

**ARTICULO 102.** La Secretaría establecerá y publicará, en el Diario Oficial de la Federación, el Cuadro de Atribución Nacional de Frecuencias, para la utilización del espectro radioeléctrico sobre la base de las prioridades nacionales, en donde se indicarán los tipos de servicios de telecomunicación que se puedan operar y su categoría en cada una de las bandas de frecuencia, indicando de ser el caso la categoría de los servicios de radiocomunicación en las que tales bandas quedarán compartidas, tomando en cuenta el Reglamento de Radiocomunicaciones anexo al Convenio de la Unión Internacional de Telecomunicaciones.

Las condiciones para compartir frecuencias entre los usuarios y servicios de radiodifusión y radiocomunicación serán fijadas por la Secretaría.

**ARTICULO 103.** La Secretaría fijará las disposiciones administrativas y las normas técnicas para la operación de los servicios de radiocomunicación.



**ARTICULO 104.** Para hacer uso del espectro radioeléctrico, se requerirá de la autorización expresa de la Secretaría, previo cumplimiento de los requisitos establecidos en el presente Reglamento relativos a concesiones y permisos.

**ARTICULO 105.** De acuerdo con el Cuadro de Atribución Nacional de Frecuencias y las disposiciones técnicas y administrativas que normarán su utilización, la Secretaría estudiará las solicitudes para establecer y operar redes, sistemas y servicios de radiocomunicación y, de ser el caso, procederá a la asignación de frecuencias.

Los permisionarios o concesionarios de sistemas o servicios de radiocomunicación deberán limitar sus requerimientos de frecuencias al mínimo indispensable que asegure el funcionamiento satisfactorio del servicio, debiendo aplicar en el corto plazo los adelantos técnicos en equipos, redes y sistemas de radiocomunicación.

**ARTICULO 106.** La Secretaría llevará un Registro Nacional de Frecuencias integrado por las asignaciones que efectúe y proporcionará un servicio de información de las que se encuentren disponibles, preservando las medidas necesarias para asegurar la confidencialidad de la información contenida en dicho registro.

**ARTICULO 107.** La Secretaría podrá cancelar o cuando sea factible cambiar una frecuencia autorizada, en los siguientes casos:

- I. Cuando lo exija el interés público para la prestación de servicios prioritarios o estratégicos.
- II. Para solucionar problemas de interferencia perjudicial.
- III. Para la aplicación de nuevas tecnologías.
- IV. En cumplimiento de acuerdos internacionales.

**ARTICULO 108.** El uso de ondas electromagnéticas de frecuencias superiores a las de los 3 000 GHz en redes, enlaces y sistemas de telecomunicaciones, requerirá de la autorización de la Secretaría, previo cumplimiento de los requisitos técnicos y administrativos establecidos en este Reglamento.

**ARTICULO 109.** Las estaciones y equipos que forman parte de redes públicas o privadas de Radiocomunicación de los servicios de aficionados, de radiodifusión, fijos en las bandas inferiores a 28 000 KHz, móvil y de frecuencias patrón y señales horarias, para su debida identificación de estación, deberán emitir o transmitir el indicativo de llamada, señal de identificación de estación, que la Secretaría le haya asignado para la operación de dichos equipos y estaciones, con el lapso de tiempo que al efecto le sea señalado en la concesión o permiso.

Siempre que sea posible y en los servicios adecuados las señales de identificación se transmitirán automáticamente.

Quedan prohibidas todas las transmisiones con señales de identificación falsas o que puedan inducir al engaño.

Las señales de identificación no se aplican a las estaciones de embarcaciones o dispositivos de salvamento cuando emitan automáticamente las señales de socorro, ni a las radiobalizas de localización de siniestros.

## Sección II

### De las Redes y Servicios Públicos de Radiocomunicación

**ARTICULO 110.** Las redes públicas de radiocomunicaciones, de acuerdo a su naturaleza, características técnicas, área de cobertura, y a la propagación y aprovechamiento de las frecuencias radioeléctricas se pueden clasificar en:

I. Redes públicas de radiocomunicación fija, para prestar servicios públicos de radiocomunicación punto a punto, multiacceso, distribución y multidistribución de señales. Estas redes se utilizan para: música continua, televisión restringida, telefonía rural, microondas, entre otras.

II. Redes públicas de radiocomunicación móvil, para prestar servicios públicos móvil terrestre, móvil marítimo, móvil aeronáutico, radiotelefonía móvil con tecnología celular, radiotelefonía móvil con tecnología convencional y radiolocalización de personas y radiocomunicación móvil especializada con tecnología de frecuencias portadoras compartidas, entre otras.

III. Redes públicas de radiodeterminación para prestar servicios públicos como radionavegación aeronáutica y marítima; y de radiolocalización de objetos y personas.

IV. Redes de radiocomunicación de aplicación especial, para prestar servicios de telecomunicación de aplicación especial como ayudas a la meteorología, de seguridad, telecomunicación de enlace y capacidad limitadas para satisfacer necesidades de terceros.

**ARTICULO 111.** Los servicios públicos de radiocomunicación se prestarán sobre bases que permitan la competencia equitativa a nivel local, regional o nacional según el título de concesión o permiso, y las concesionarias y permisionarias no podrán recibir subsidios de ninguna otra de las concesionarias de servicios de telecomunicaciones o trato preferencial, de acuerdo a lo señalado en el artículo 91 de la Ley y en este Reglamento.

**ARTICULO 112.** Todos los convenios celebrados entre concesionarios y permisionarios de servicios de radiocomunicación y otros concesionarios y permisionarios de telecomunicaciones, que involucren la transferencia de recursos humanos, financieros y materiales, activos o cualquier otra cosa de valor, deberán realizarse por escrito y enviarse en copia a la Secretaría.

**ARTICULO 113.** La información relativa a clientes y usuarios sólo podrá intercambiarse entre las concesionarias y permisionarias y con las de radiocomunicaciones, y entre estas últimas, si dicha información está disponible para consulta bajo los mismos términos y condiciones.

**ARTICULO 114.** Las concesionarias y permisionarias del servicio de radiocomunicación deberán mantener una organización totalmente independiente de cualquier otra organización, y deberán contar con personal propio para:

I. Mantener sistemas contables propios.

II. Proporcionar los servicios administrativos y comerciales.

III. Operar y mantener la red de Radiocomunicación de que se trate.

IV. Planear su desarrollo y adquisiciones correspondientes.

V. Efectuar directamente sus adquisiciones.

VI. Supervisar la instalación del sistema en todas sus partes.

**ARTICULO 115.** Las empresas concesionarias y permisionarias de servicios de radiocomunicaciones, no deberán utilizar instalaciones y equipos propiedad de las empresas concesionarias del servicio telefónico tales como: edificios (espacios, oficinas), torres, terrenos, líneas físicas, canales de microondas, fibras ópticas, equipo de conmutación, fuentes de energía u otros medios de transmisión, a menos que demuestren ante la Secretaría que se ha establecido un contrato para la prestación de estos servicios o de arrendamiento de esos medios bajo la base de precios de mercado, y que estos servicios se ofrecen a todas las concesionarias y permisionarias de los servicios de radiocomunicaciones en competencia a los mismos precios y bajo los mismos términos y condiciones.

**ARTICULO 116.** Los concesionarios y permisionarios de servicios públicos de radiocomunicaciones informarán semestralmente a la Secretaría, del grado de ocupación de sus instalaciones, soportadas con los estudios de tráfico correspondientes, que servirán de base, en su caso, para autorizar ampliaciones en el uso del espectro radioeléctrico.

**ARTICULO 117.** La operación de las redes de radiocomunicación para la prestación de servicios públicos de radiocomunicación, no deberán afectar la calidad ni interferir en forma alguna a otros servicios de radiocomunicación autorizados; en caso de interferencia perjudicial, el concesionario o permisionario deberá realizar las modificaciones necesarias a satisfacción de la Secretaría, para evitarlas o suprimirlas.

Los concesionarios o permisionarios de radiocomunicación serán responsables de la adecuada operación y mantenimiento de sus instalaciones y equipos, a fin de que los servicios se presten sin interferencia y con la calidad requerida.

Los concesionarios y permisionarios en su caso, supervisarán que los equipos terminales de sus suscriptores o usuarios no causen interferencias perjudiciales a otros servicios de radiocomunicación. En el caso de que un equipo terminal cause interferencia perjudicial, deberá suspender de inmediato su operación y el propietario del equipo terminal deberá reparar y corregir la causa de la interferencia para volver a operar.

No forman parte de las Redes Públicas de Radiocomunicación los equipos terminales de radiocomunicación fijo, móvil o portátiles del suscriptor.

**ARTICULO 118.** Sin perjuicio de las obligaciones contenidas en otros artículos del presente Reglamento, los concesionarios y permisionarios de redes y servicios de radiocomunicaciones deberán observar lo siguiente:

I. No deberán modificar las características de operación autorizadas para el uso o explotación de frecuencias, la potencia de transmisión y demás parámetros técnicos relativos a la explotación del espectro radioeléctrico, si antes no obtienen la autorización de la Secretaría.

II. No deberán usar o explotar frecuencias para fines distintos a los expresamente autorizados por la Secretaría, así como el dar curso a toda comunicación distinta a la autorizada por la Secretaría, con relación a la clase de estación, red o tipo de servicio de que se trate.

## Sección III

### Servicio Móvil de Radiocomunicación

**ARTICULO 119.** Los concesionarios de Redes Públicas de Radiocomunicación para prestar servicio público móvil, que estén en posibilidad de proporcionar el servicio final mediante cargos específicos, están obligados a:

I. Establecer, construir, y explotar la red para permitir la conducción de señales entre equipos terminales de radiocomunicación de los suscriptores, así como en su caso, su interconexión con las redes de telecomunicación que autorice la Secretaría.

II. Suministrar, conectar y mantener el equipo terminal de radiocomunicación a solicitud del suscriptor.

**ARTICULO 120.** La disponibilidad y contratación de capacidad de interconexión y conmutación de las empresas concesionarias del servicio público telefónico, deberá ofrecerse a las empresas concesionarias de radiotelefonía móvil, bajo las mismas condiciones de costo y tiempo, cantidad y tipo de troncales, bloques para numeración telefónica, enrutamientos, entre otros.