



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

A LOS ASISTENTES A LOS CURSOS

Las autoridades de la Facultad de Ingeniería, por conducto del jefe de la División de Educación Continua, otorgan una constancia de asistencia a quienes cumplan con los requisitos establecidos para cada curso.

El control de asistencia se llevará a cabo a través de la persona que le entregó las notas. Las inasistencias serán computadas por las autoridades de la División, con el fin de entregarle constancia solamente a los alumnos que tengan un mínimo de 80% de asistencias.

Pedimos a los asistentes recoger su constancia el día de la clausura. Estas se retendrán por el periodo de un año, pasado este tiempo la DECFI no se hará responsable de este documento.

Se recomienda a los asistentes participar activamente con sus ideas y experiencias, pues los cursos que ofrece la División están planeados para que los profesores expongan una tesis, pero sobre todo, para que coordinen las opiniones de todos los interesados, constituyendo verdaderos seminarios.

Es muy importante que todos los asistentes llenen y entreguen su hoja de inscripción al inicio del curso, información que servirá para integrar un directorio de asistentes, que se entregará oportunamente.

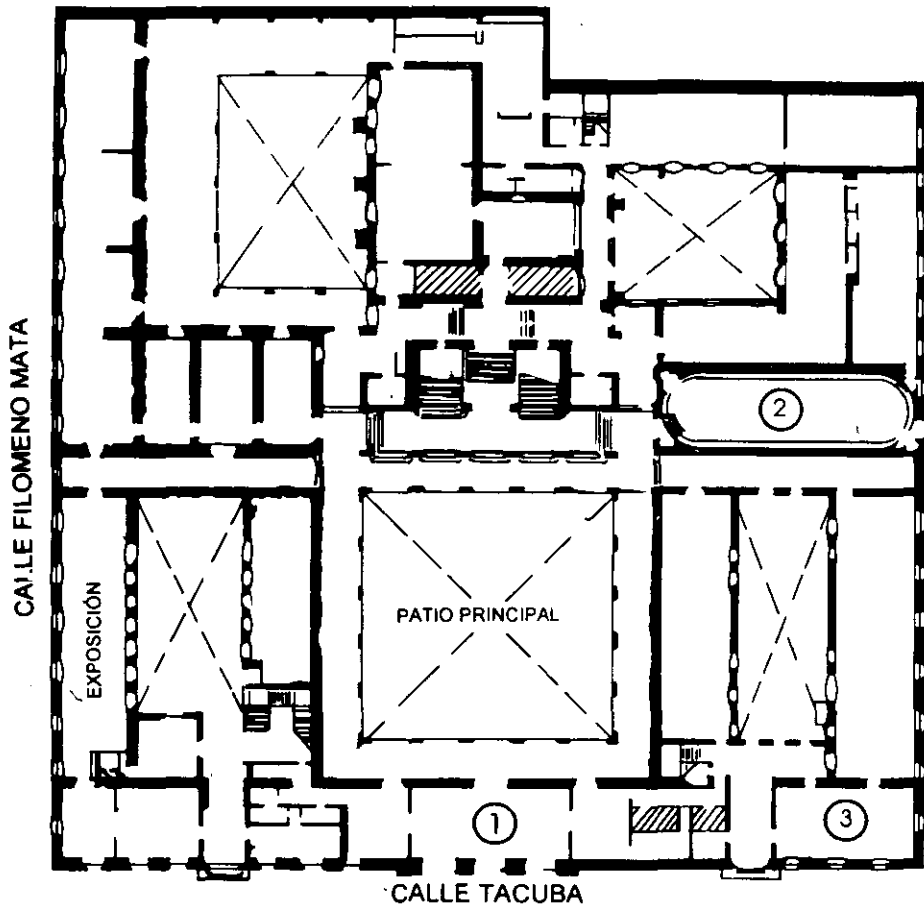
Con el objeto de mejorar los servicios que la División de Educación Continua ofrece, al final del curso deberán entregar la evaluación a través de un cuestionario diseñado para emitir juicios anónimos.

Se recomienda llenar dicha evaluación conforme los profesores impartan sus clases, a efecto de no llenar en la última sesión las evaluaciones y con esto sean más fehacientes sus apreciaciones.

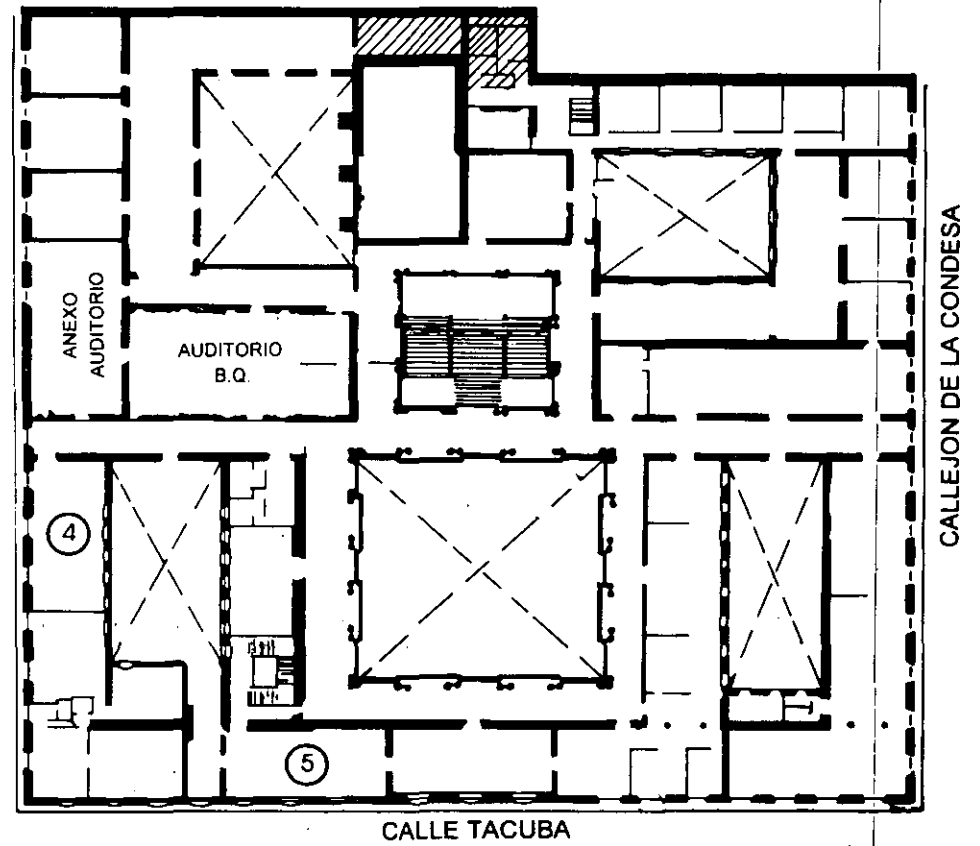
Atentamente

División de Educación Continua.

PALACIO DE MINERIA

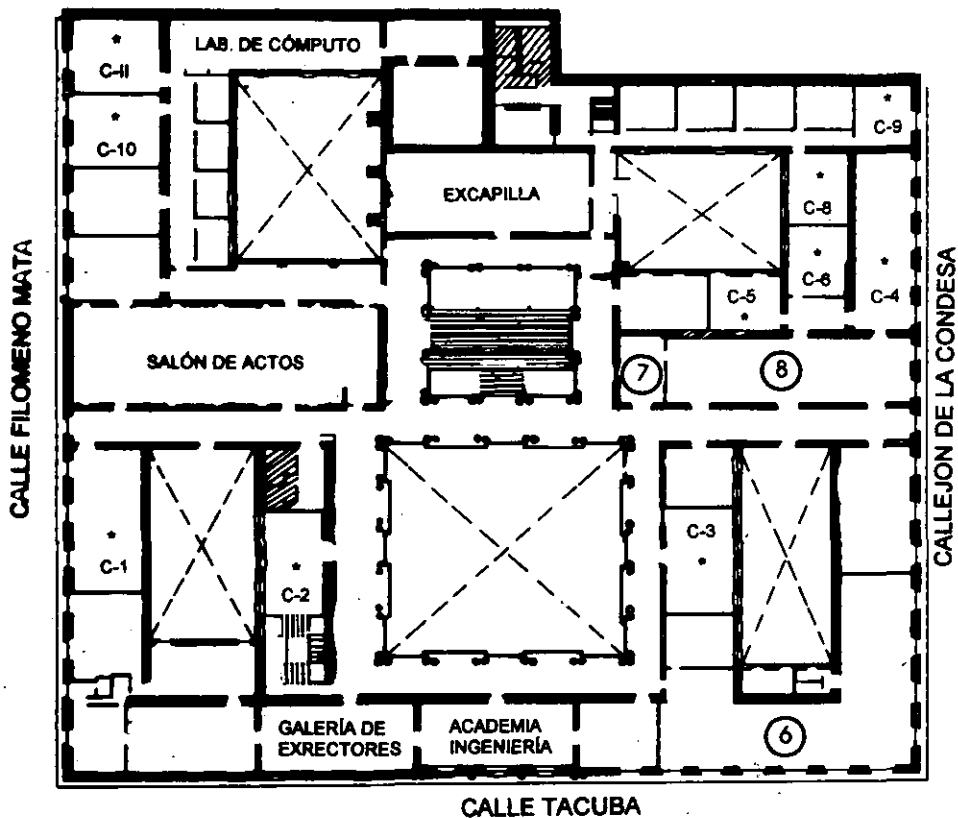


PLANTA BAJA



MEZZANINNE

PALACIO DE MINERÍA



GUÍA DE LOCALIZACIÓN

1. ACCESO
 2. BIBLIOTECA HISTÓRICA
 3. LIBRERÍA UNAM
 4. CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN "ING. BRUNO MASCANZONI"
 5. PROGRAMA DE APOYO A LA TITULACIÓN
 6. OFICINAS GENERALES
 7. ENTREGA DE MATERIAL Y CONTROL DE ASISTENCIA
 8. SALA DE DESCANSO
- SANITARIOS
- * AULAS

1er. PISO



**DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERÍA U.N.A.M.
CURSOS ABIERTOS**



DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
 CURSOS ABIERTOS
 IV CURSO INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES
 MODULO III: REDES DIGITALES: ACTUALIDAD Y PERSPECTIVAS
 del 15 al 23 de junio de 1995

F E C H A	H O R A R I O	T E M A	P R O F E S O R
Jueves 15	17;00 a 17;30 hrs. 18;00 a 20;00 hrs.	Introducción Visita al Centro Telefónico San Juan PCM Conmutación de Circuitos y Paquetes	Ing. Angélica Moreno Argüello Ing. Víctor Valencia, Lic. Parra
Viernes 16	17;00 a 18;30 hrs. 18;30 a 21;00 hrs.	RDI Conceptos y estado actual Transmisión celular de datos CDPD	Ing. Carlos Zaragoza Ing. Jorge González y González
Sábado 17	9;00 a 11;00 hrs. 11;30 a 14;00 hrs.	Sincronía RDSI, Conceptos	Ing. Gabriel Flores Ing. Angélica Moreno Argüello
Lunes 19	17;00 a 18;30 hrs. 18;45 a 20;00 hrs. 20;00 a 21;00 hrs.	Interfase U Interfase S Equipo de medición para RDSI	Ing. Daniel Reyes M.C. Carlos Hirsch Ing. Miguel Solís
Martes 20	17;00 a 19;00 hrs. 19;00 a 20;00 hrs. 20;00 a 21;00 hrs.	Señalización CCITT No. 7 Redes Inteligentes Servicios en la Red Inteligente	M.C. Martín Lara Barrón M.C. Martín Lara Barrón Ing. Daniel Reyes
Miércoles 21	17;00 a 19;00 hrs. 19;00 a 20;00 hrs. 20;00 a 21;00 hrs.	Frame Relay, Fast Packet Switching y ATM Video en Demanda FDDI	Ing. Jesús Dávila Ing. Ramón Ochoa Ing. Gerardo Chávez
Jueves 22	17;00 a 18;00 hrs. 18;00 a 19;00 hrs. 19;00 a 21;00 hrs.	SONET-SDH Equipo de medición SONET-SDH Red de F.O. en México (cable submarino)	Ing. Erik Huesca Ing. Carlos Michel Ing. Gabriel Flores
Viernes 23	17;00 a 18;30 hrs. 19;00 a 21;00 hrs.	Regulación de las telecomunicaciones Mesa Redonda: "Impacto de las comunicaciones en el desarrollo de México"	Ing. Carlos Girón Ing. Carlos Girón, Ing. Jorge González y González, Ing. Enrique Luengas Hubp e Ing. José Ramírez Vidal.

EVALUACION DEL PERSONAL DOCENTE

CURSO: MODULO III: REDES DIGITALES: ACTUALIDAD Y PERSPECTIVAS

FECHA: del 15 al 23 de junio de 1995.

CONFERENCISTA	DOMINIO DEL TEMA	USO DE AYUDAS AUDIOVISUALES	COMUNICACION CON EL ASISTENTE	PUNTUALIDAD
Ing. Angélica Moreno Argüello				
Ing. Víctor Valencia,				
Lic. Raúl Parra				
Ing. Carlos Zaragoza				
Ing. Jorge González y gonzález				
Ing. Gabriel Flores				
Ing. Daniel Reyes				
M.C. Carlos Hirsch				
Ing. Miguel Solís				
M.C. Martín Lara Barrón				
Ing. Jesús Dávila				
Ing. Ramón Ochoa				
Ing. Gerardo Chávez				
Ing. Erik Huesca				
Ing. Carlos Michel				

EVALUACION DE LA ENSEÑANZA

ORGANIZACION Y DESARROLLO DEL CURSO	
GRADO DE PROFUNDIDAD LOGRADO EN EL CURSO	
ACTUALIZACION DEL CURSO	
APLICACION PRACTICA DEL CURSO	

EVALUACION DEL CURSO

CONCEPTO	CALIF.
CUMPLIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DEL CURSO	
CONTINUIDAD EN LOS TEMAS	
CALIDAD DEL MATERIAL DIDACTICO UTILIZADO	

ESCALA DE EVALUACION: 1 A 10

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

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 μ sec – is sufficient.

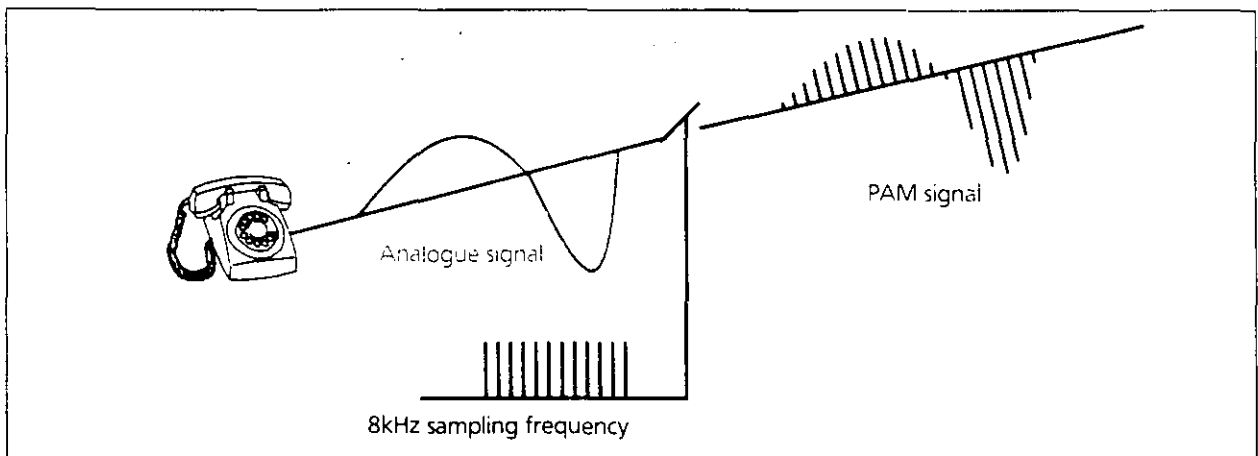


Fig. 1.1 Sampling. The sampled signal is called a PAM signal (Pulse Amplitude Modulated).

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.

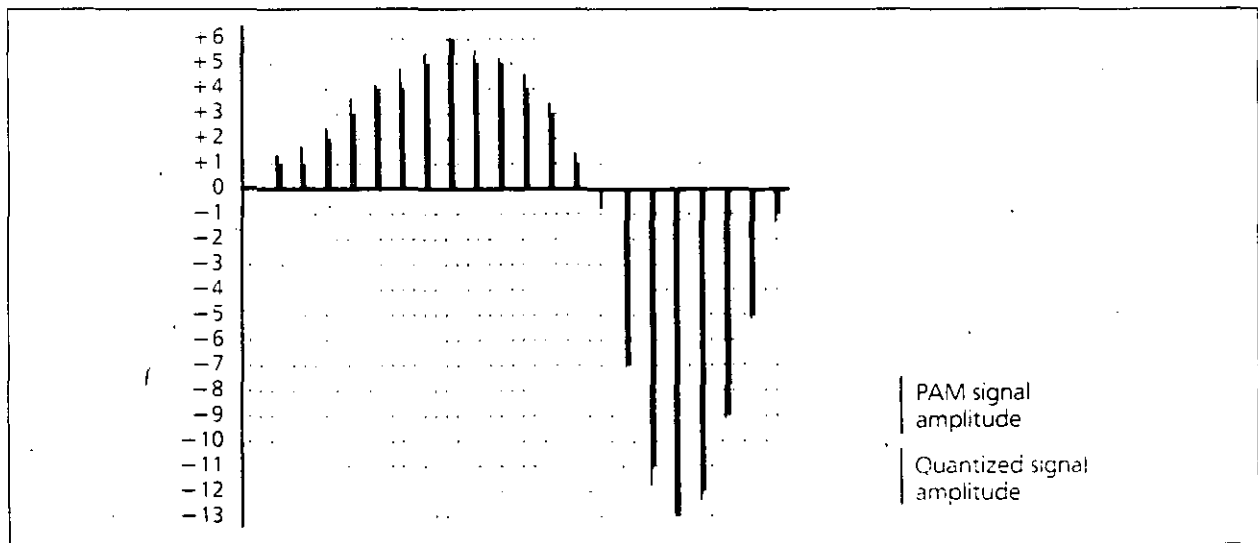


Fig. 1.2 Quantizing by truncating.

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).

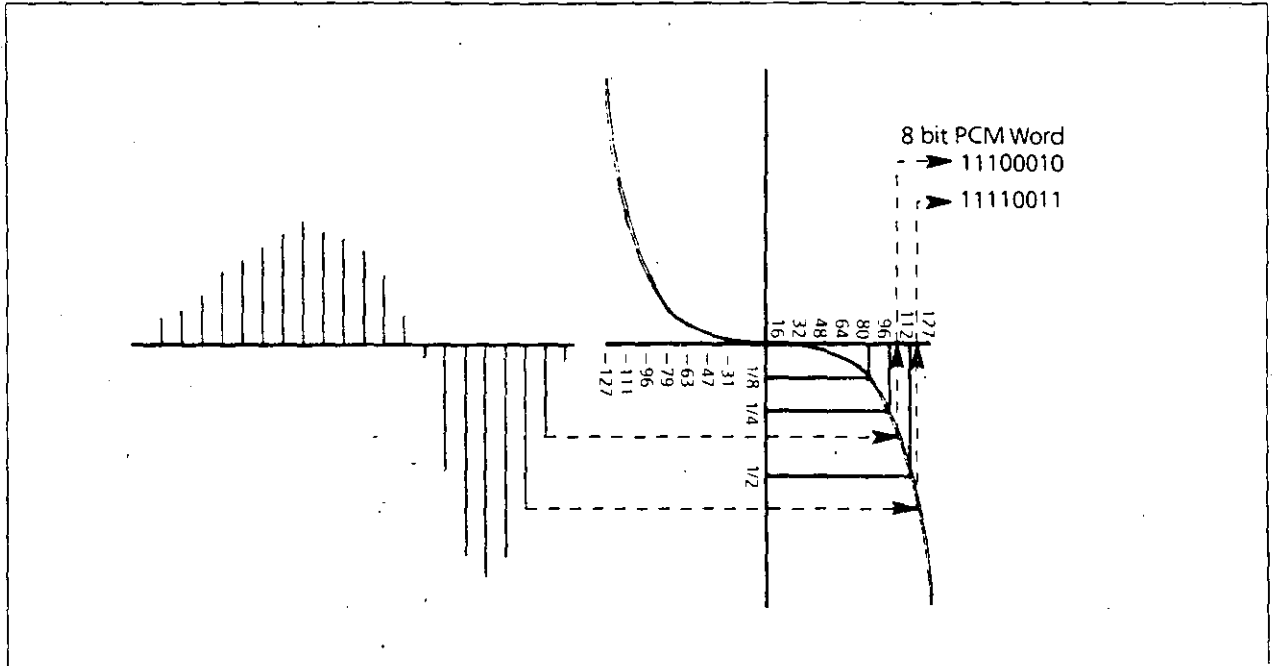


Fig. 1.3 Quantizing and encoding in accordance with CCITT's A-law (from recommendation G.711).

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 synchronization, 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.

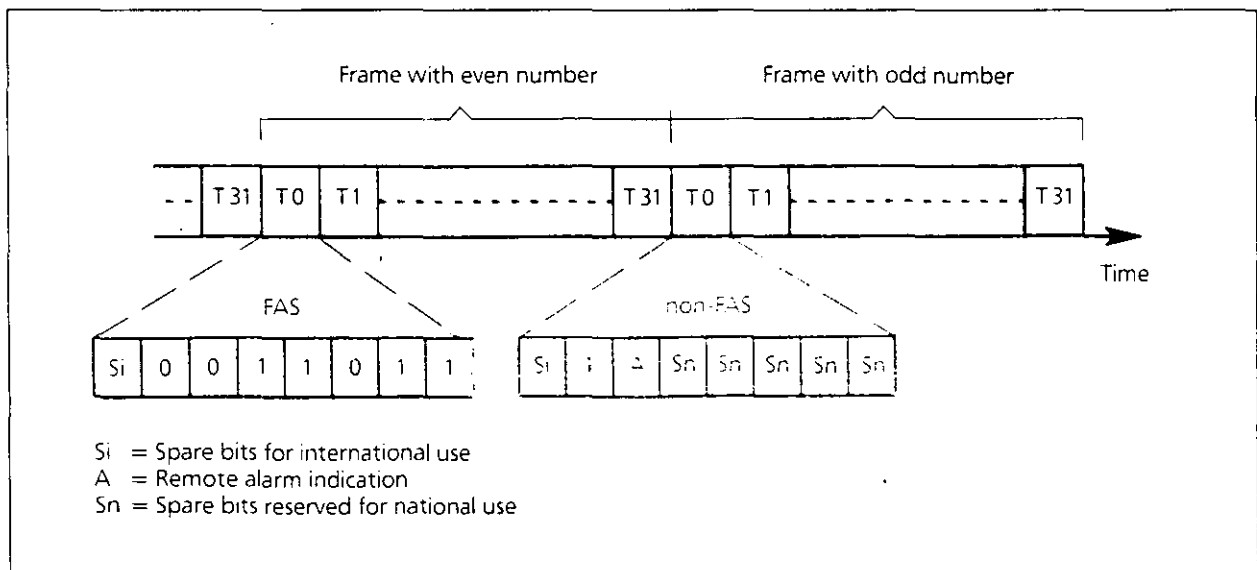


Fig. 2.1 FAS and non-FAS structure.

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).

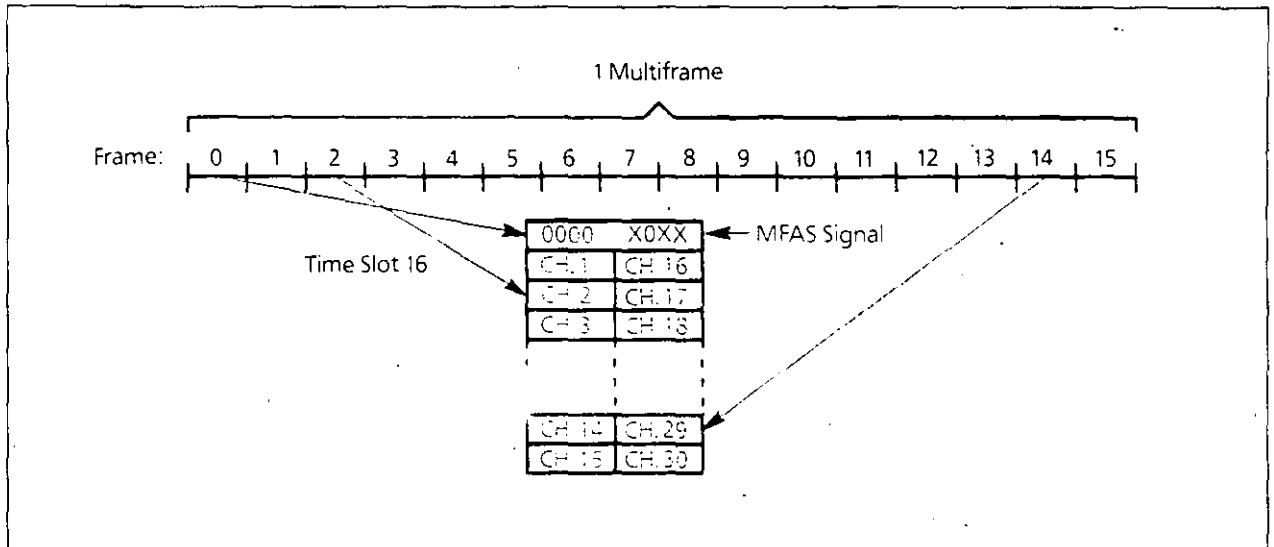


Fig. 2.2 Time slot 16 structure of a multiframe.

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.

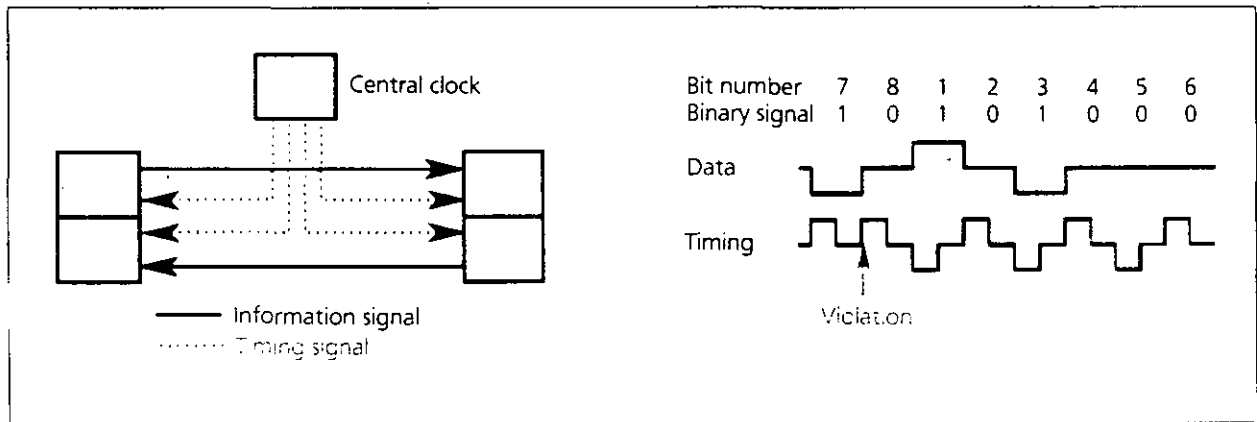


Fig. 3.1 Centralized clock interface.

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.

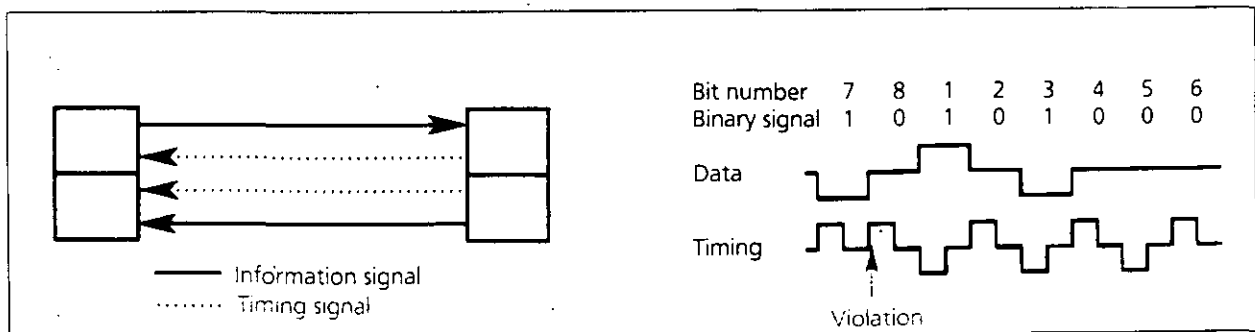


Fig. 3.2 Contradirectional interface.

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.

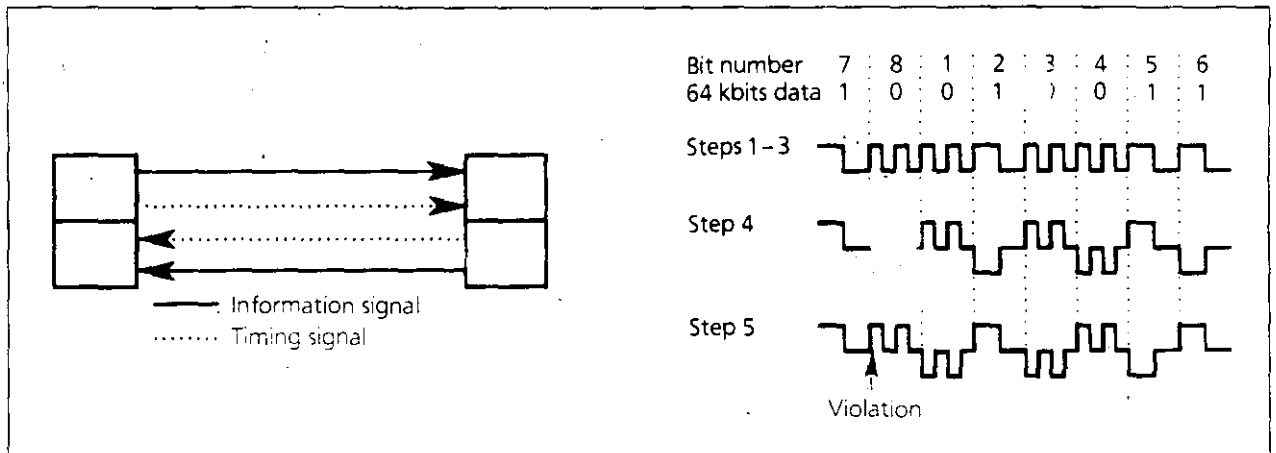


Fig. 3.3 Co-directional interface.

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.

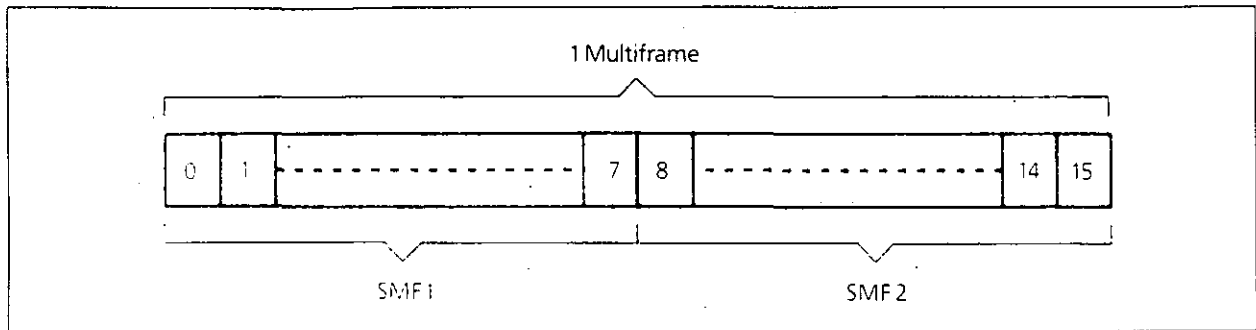


Fig. 4.1 CRC submultiframe structure.

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).

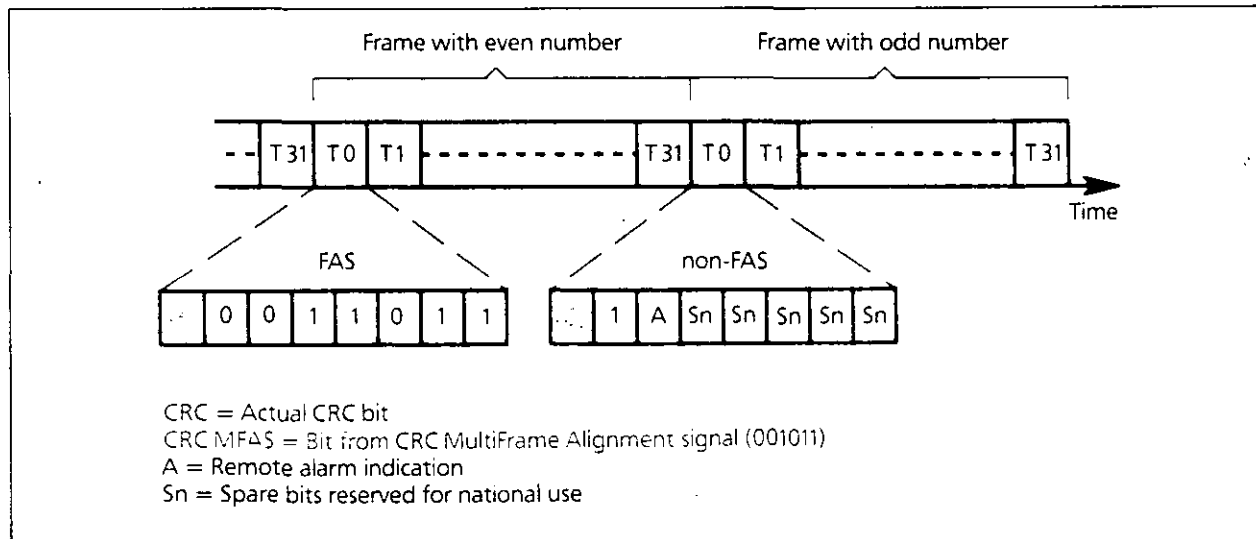


Fig. 4.2 CRC bits location.

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.

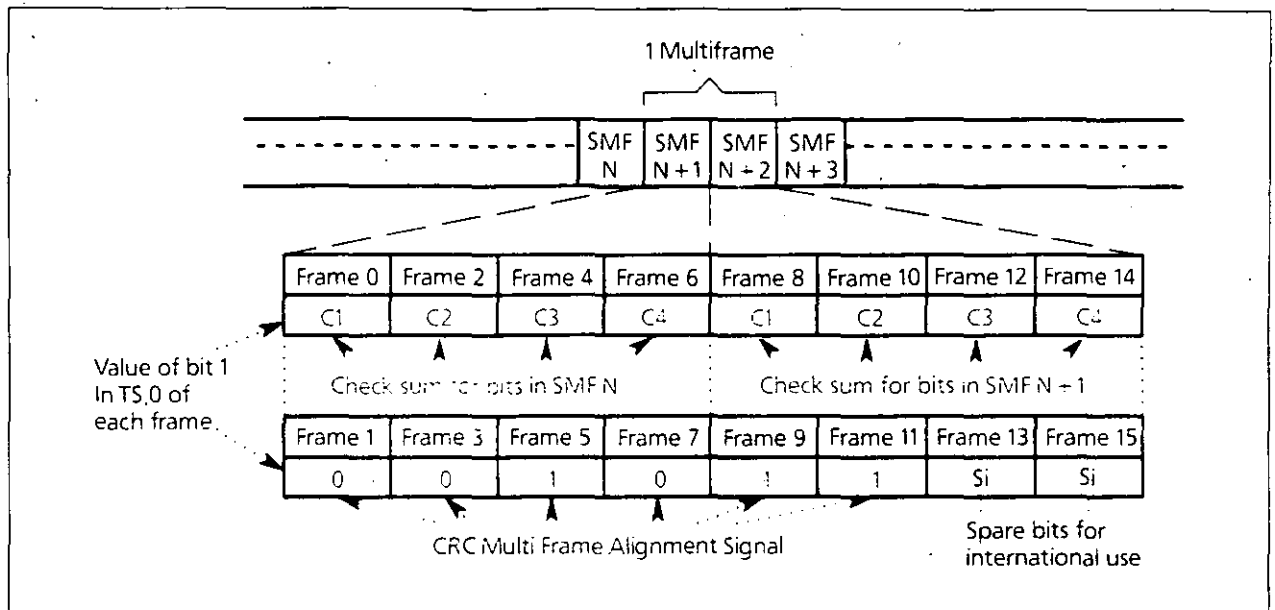


Fig. 4.3 Transmission of CRC check sum.

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.

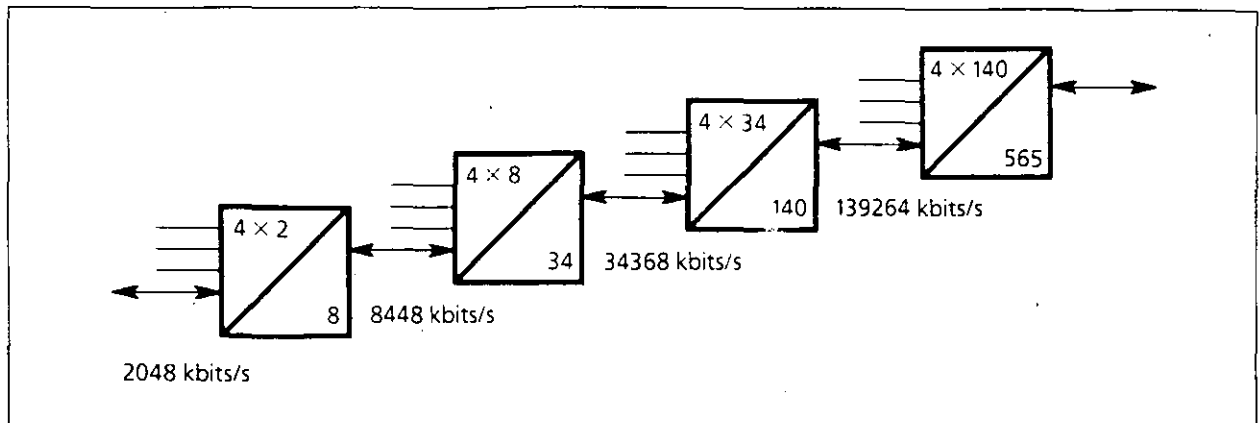


Fig. 5.1 The principle of higher order systems.

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.

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. 5.2 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.

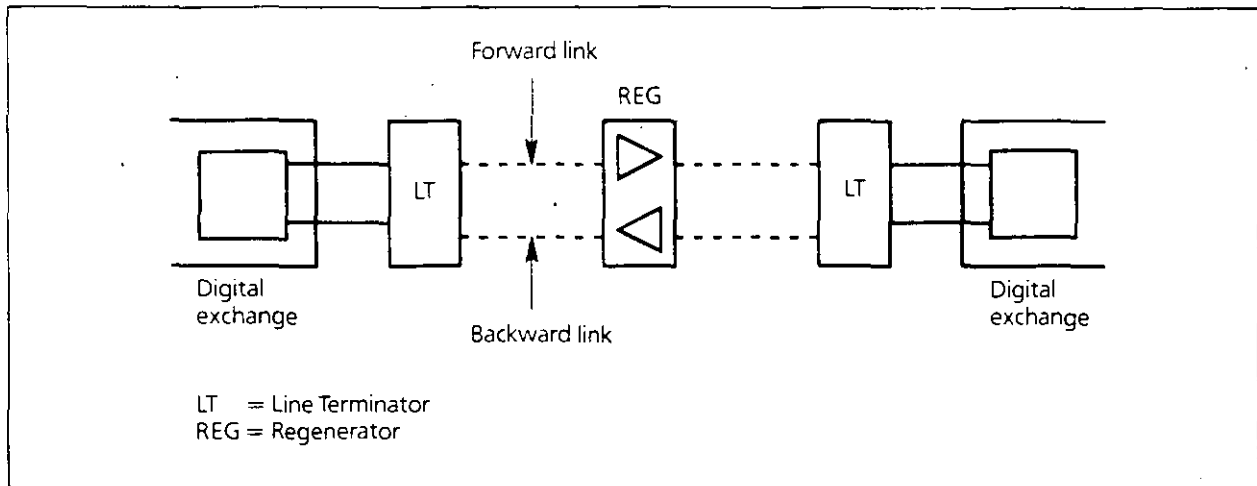


Fig. 6.1 The digital transmission system.

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.

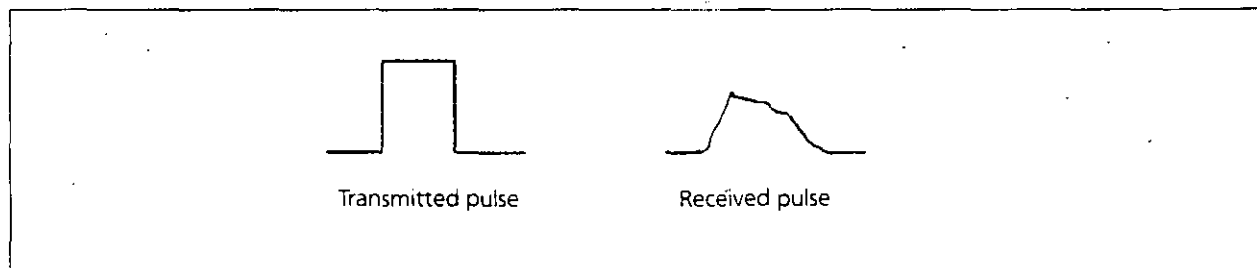


Fig. 6.2 Influence of cable.

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 zeros 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.

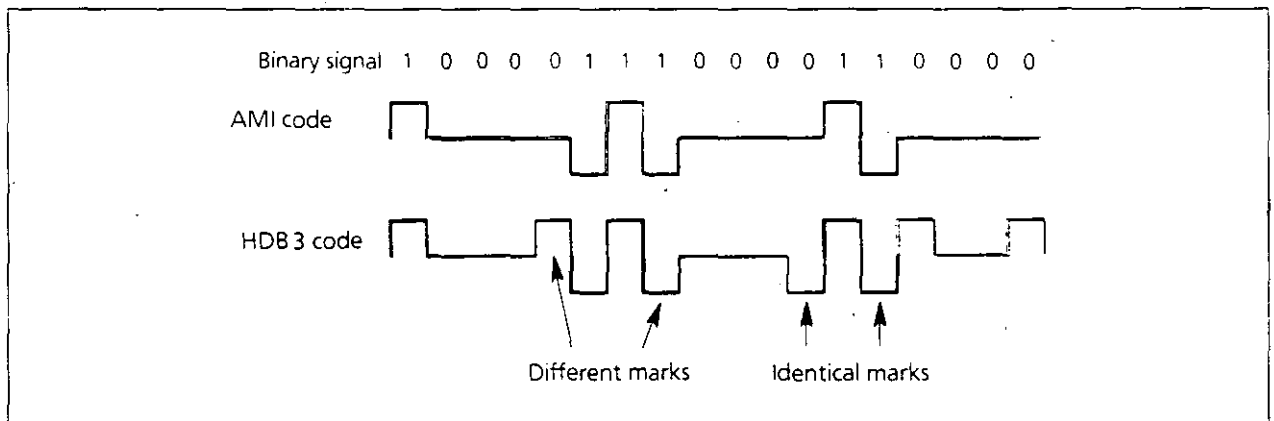


Fig. 6.3 Rules for inserting substitutions.

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.

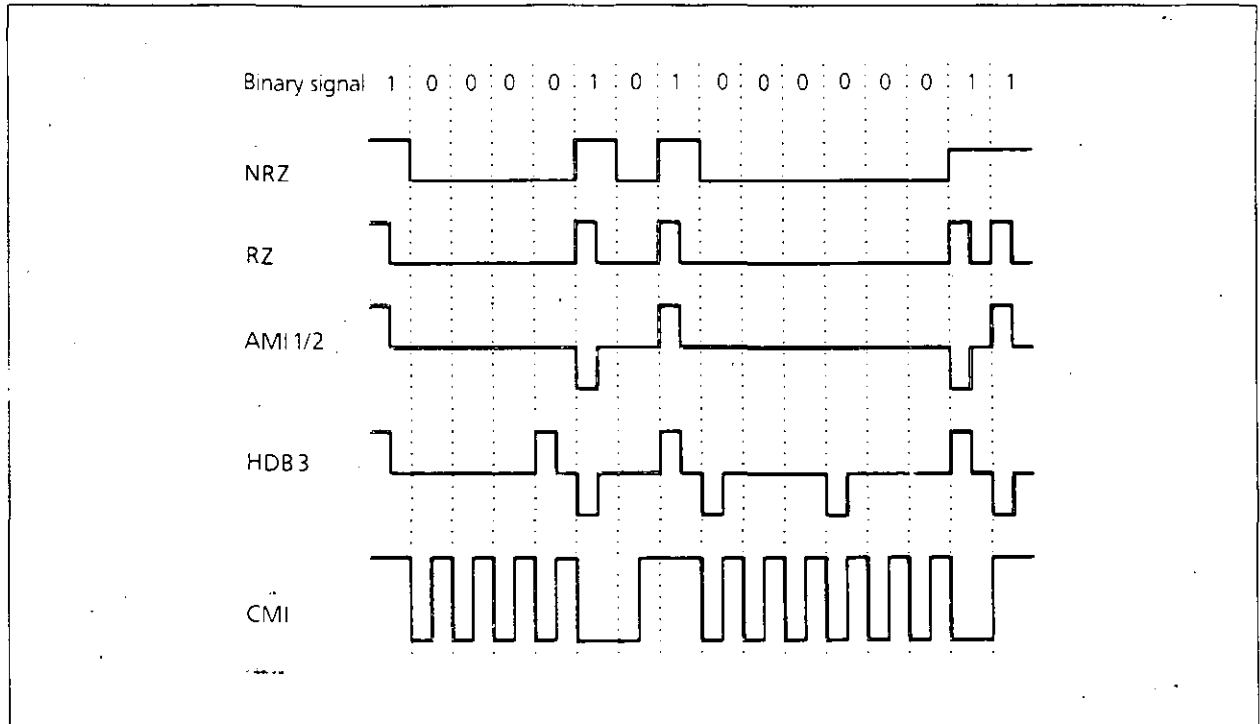


Fig. 6.4 Different line codes.

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.

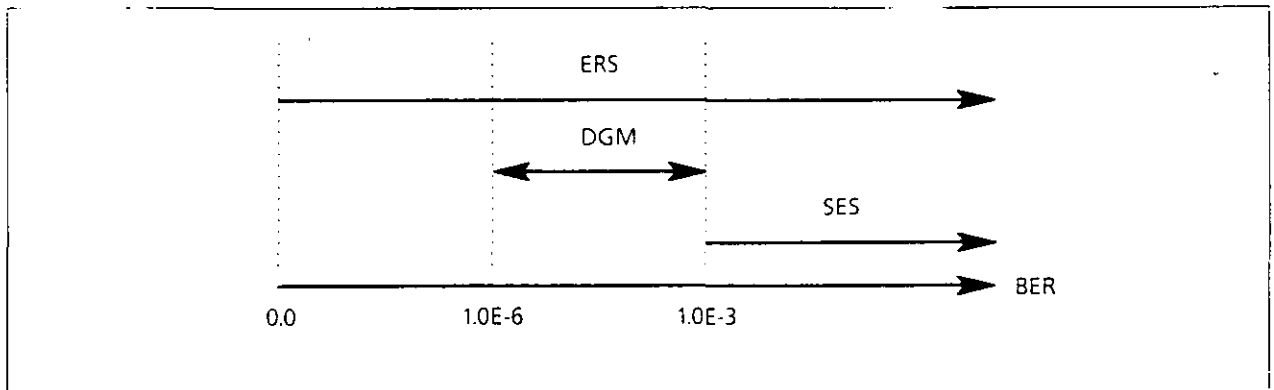


Fig. 7.1 Illustration of G.821 terms.

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/s²
 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

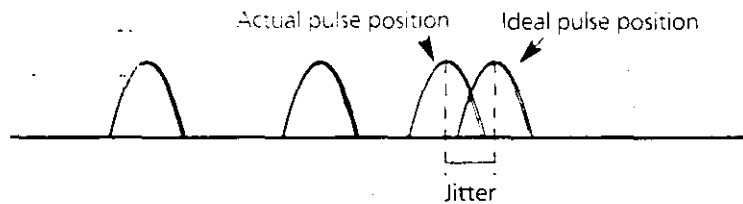
ERS = 4/32 = 0.125

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) ¹
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

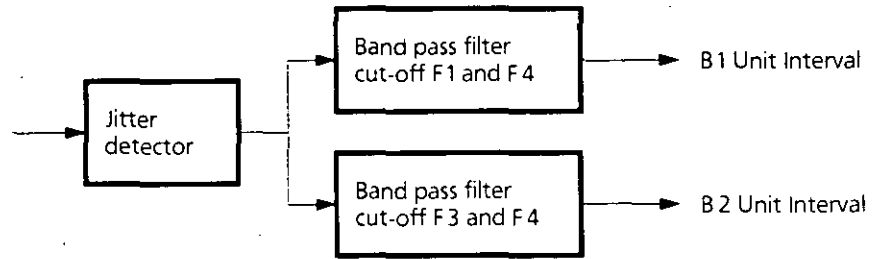


Fig. 7.3. Measuring unit intervals B1 and B2.

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.

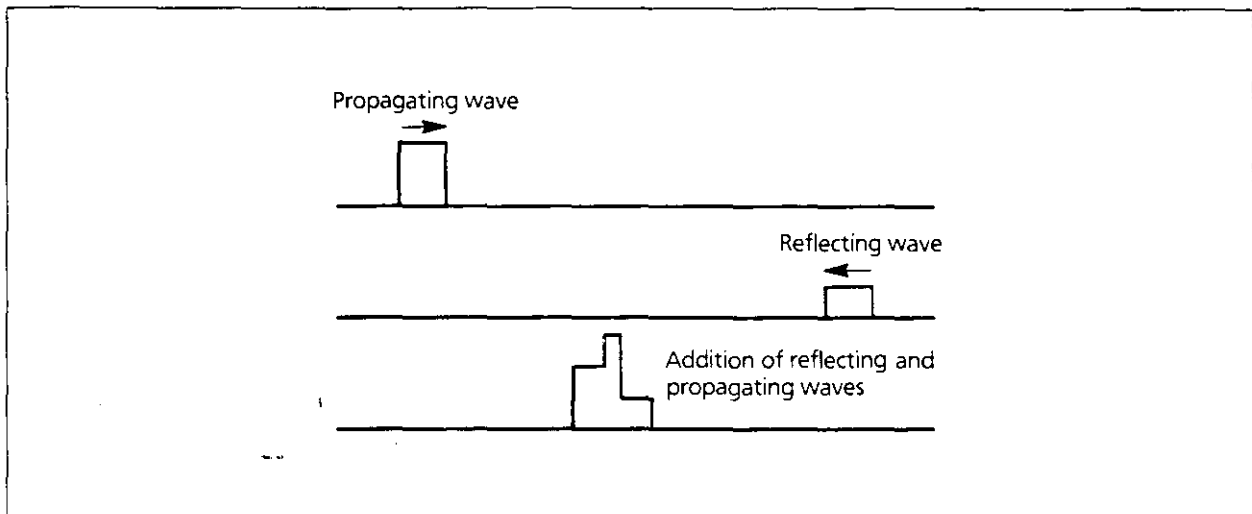


Fig. 8.1 Reflections on a transmission line.

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.

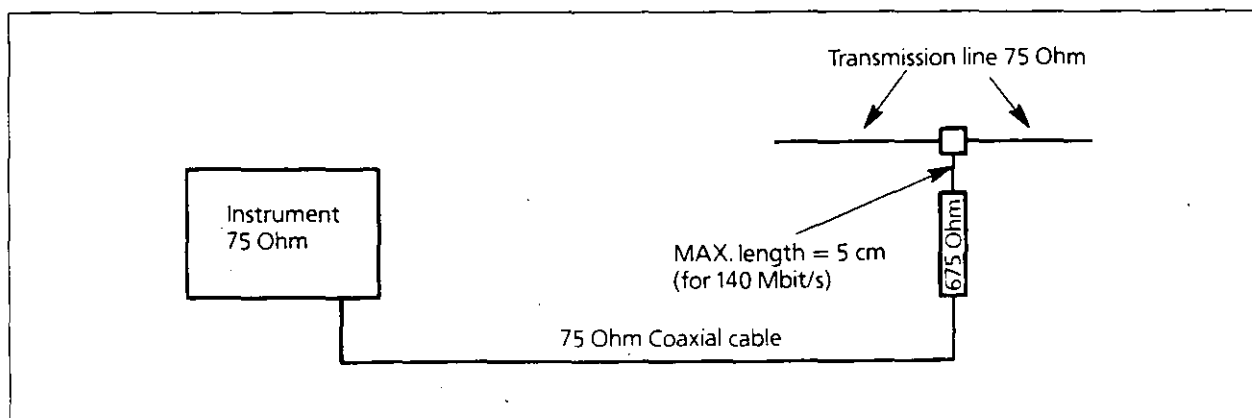


Fig. 8.2 Probed connection.

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.

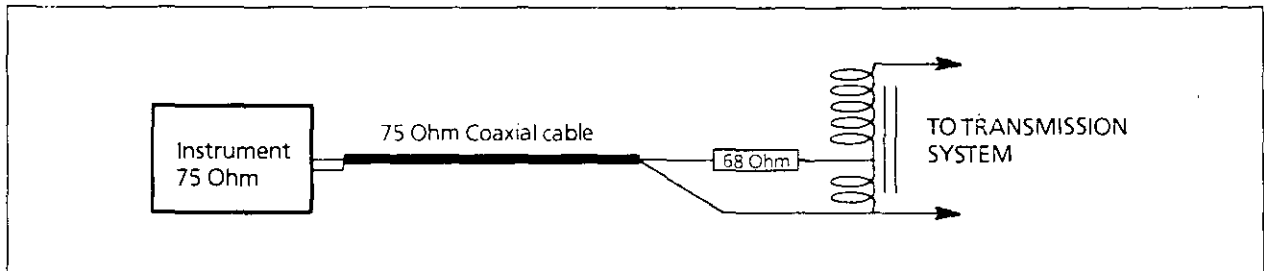


Fig. 8.3 Inductive probing network.

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.

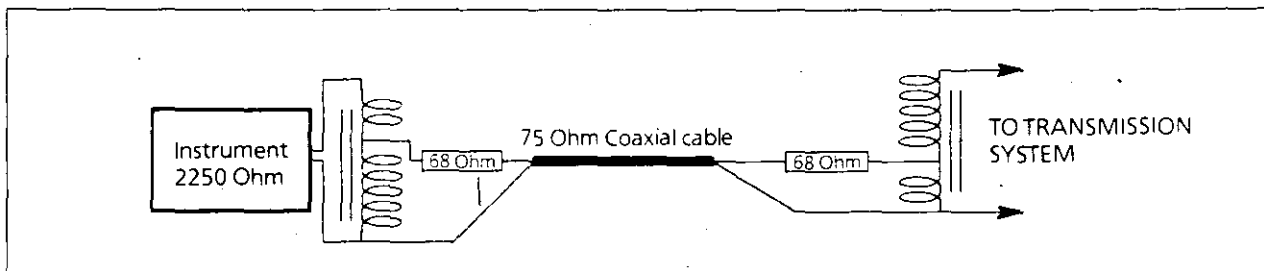


Fig. 8.4 Network with two impedance transformers.

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 $> 10^{-5}$

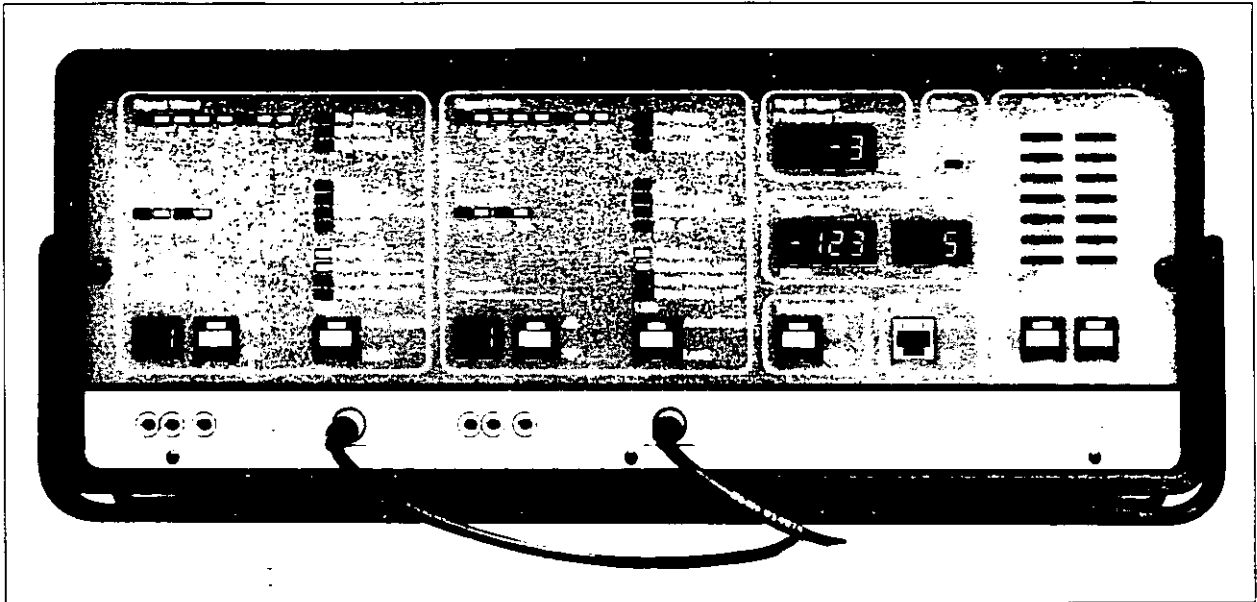


Fig. 8.5 GN Elmi EPM 11 monitor for 2 Mbit/s systems.

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.

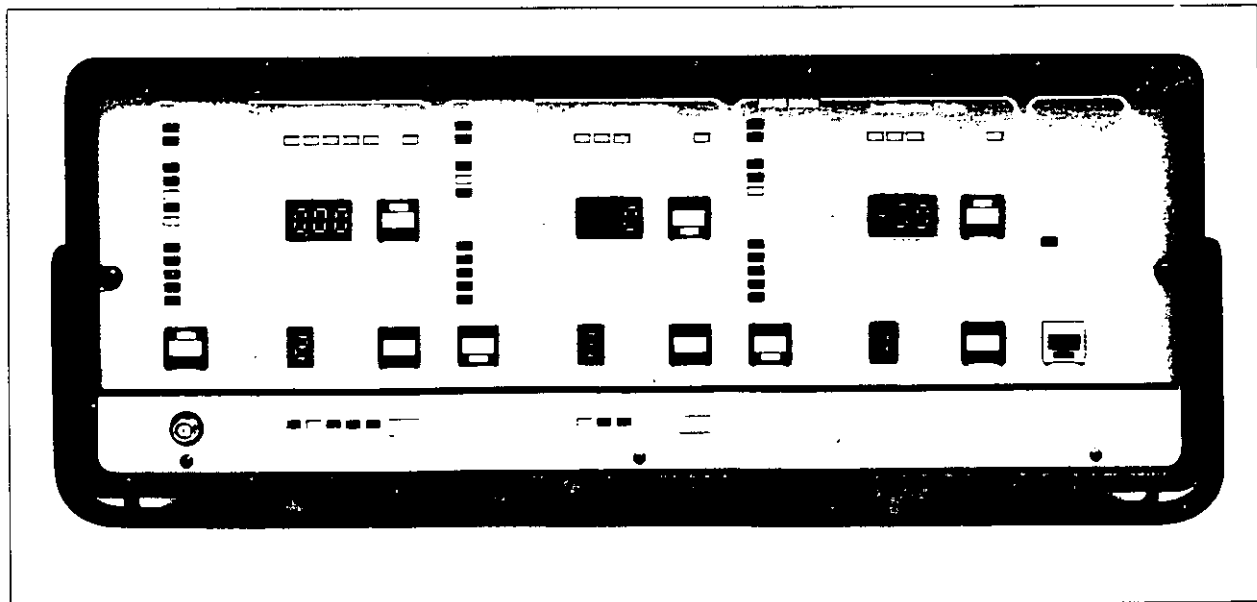


Fig. 8.6 GN Elmi EPM 41 monitor for higher order systems.

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).

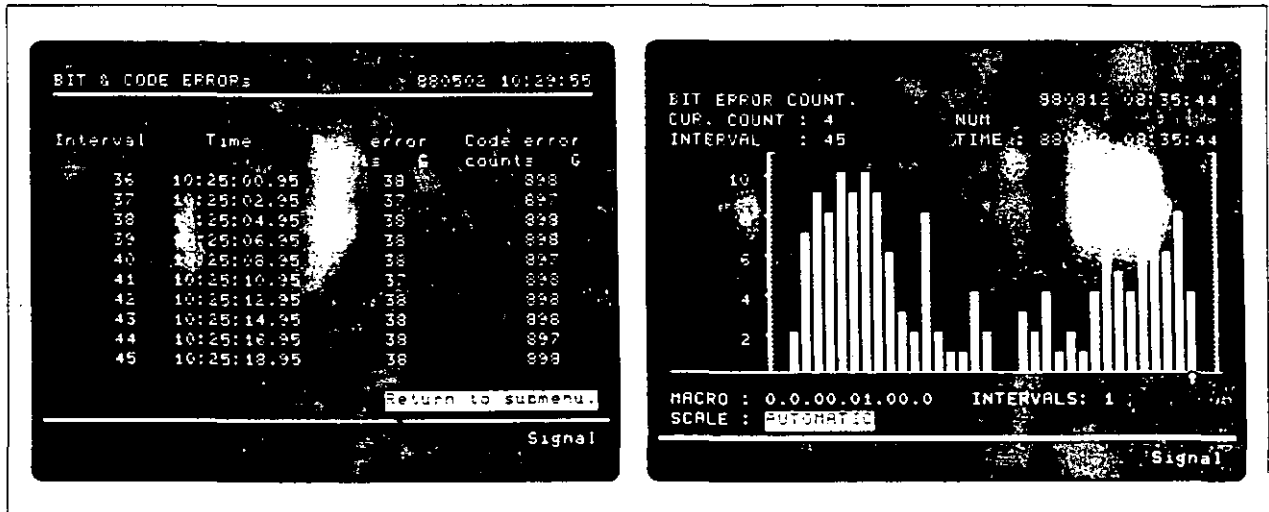


Fig. 8.7 BERT results on GN Elmi PCM Error Analyser EPE 51.

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.

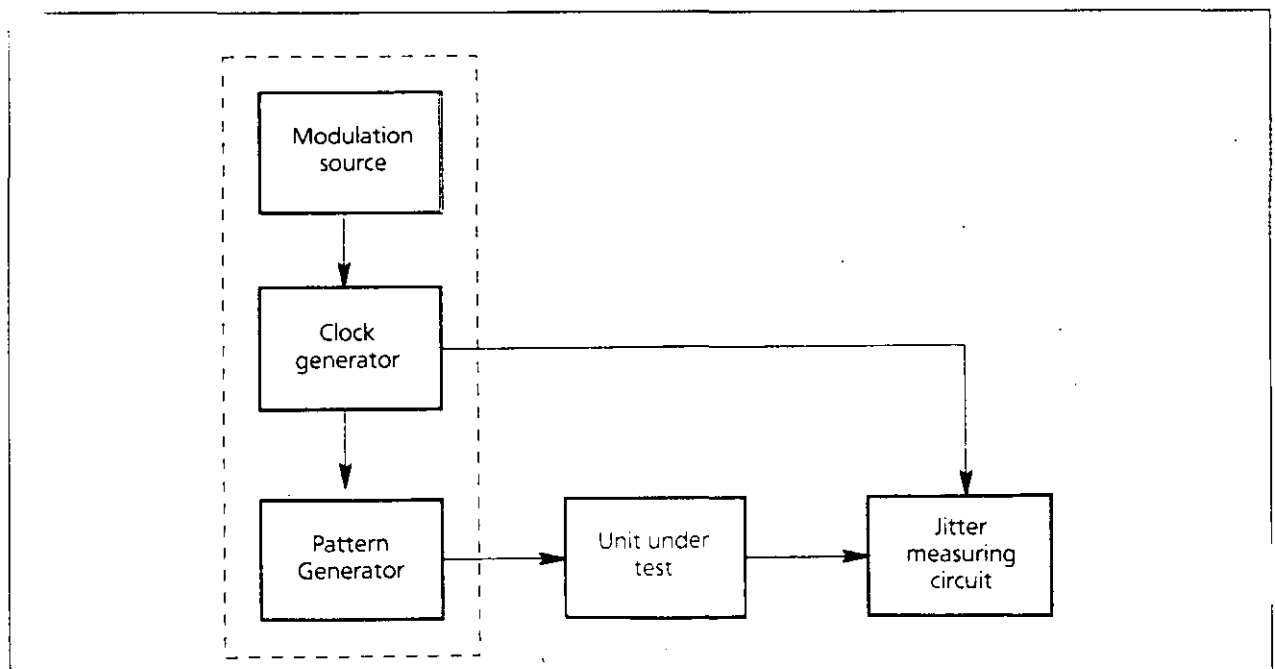


Fig. 8.8 Simplified block diagram for measuring jitter (from CCITT recommendation O.171).

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.

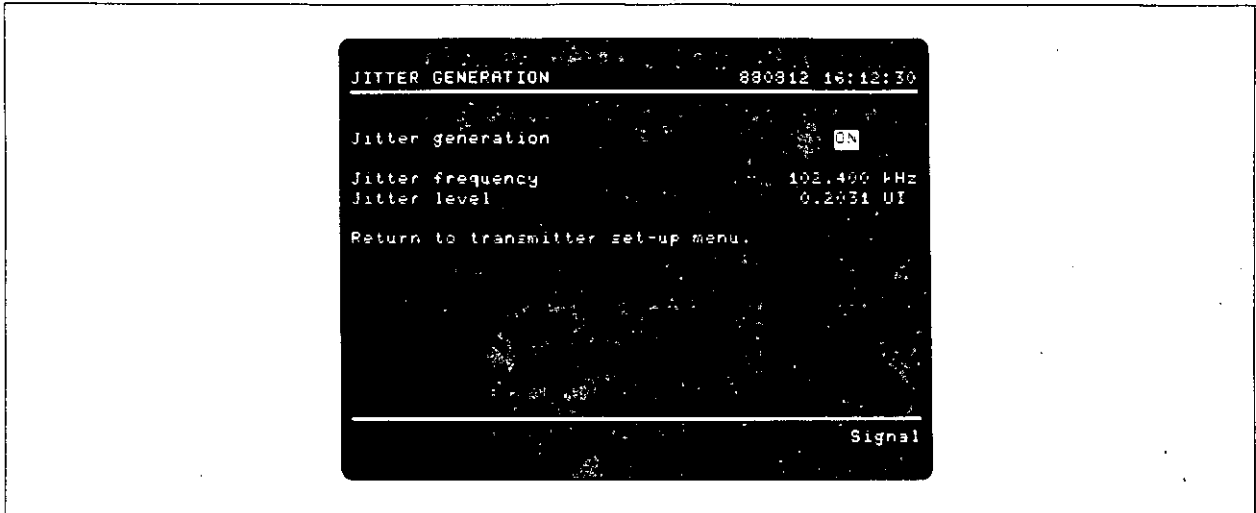


Fig. 8.9 Jitter generation with GN Elmi PCM Error Analyser EPE 51.

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.

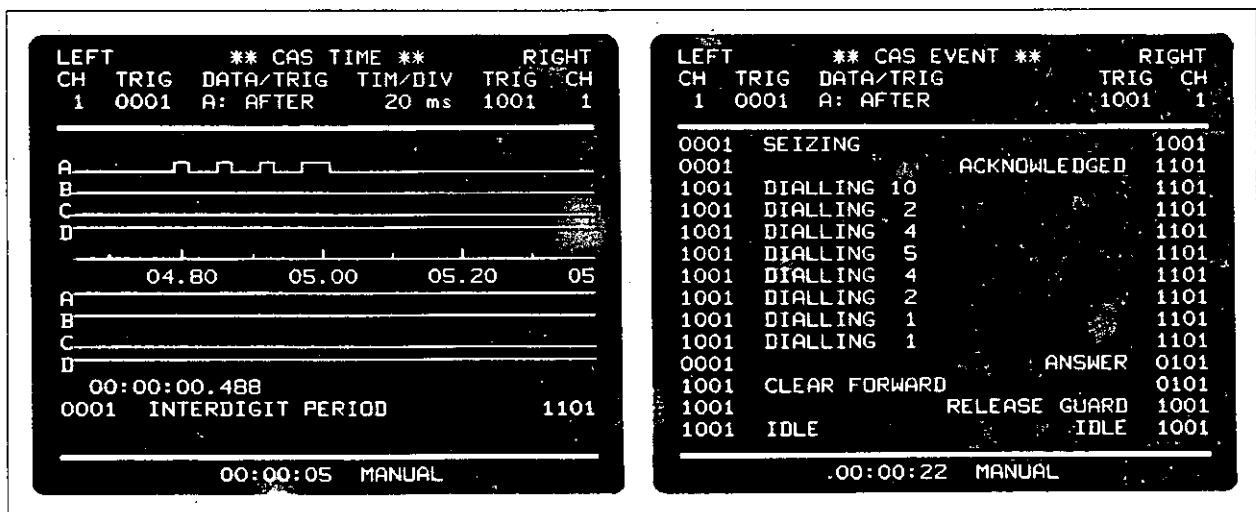


Fig. 8.10 Time and event recording on GN Elmi Signalling Recorder EPR 31.

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

IV CURSO INTERNACIONAL EN TELECOMUNICACIONES

III MODULO

REDES DIGITALES ACTUALIDAD Y PERSPECTIVA

R. D. I. CONCEPTO Y ESTADO ACTUAL

ING. CARLOS ZARAGOZA

~~LA RED DE TELECOMUNICACIONES DE TELMEX~~

El mercado de las telecomunicaciones demanda servicios cada vez mejores y más sofisticados además de respuestas tan específicas a sus demandas como lo son:

- Instalaciones oportunas
- Calidad y confiabilidad
- Atención personalizada
- Amplia Cobertura
- Buena relación costo-beneficio
- Nuevos servicios

La apertura de México a los mercados internacionales y la globalización de las economías a nivel mundial nos obligan a desarrollarnos dentro de un marco de estandarización y competitividad.

El continuo avance tecnológico en el campo de las comunicaciones, su fusión con la informática y la creciente importancia del manejo de la información en forma rápida y segura hacen necesaria una planeación y actualización de los servicios y elementos que componen las redes de telecomunicaciones.

Teléfonos de México consciente de esta situación, se ha modernizado cambiando sus centrales de conmutación de tecnología analógica a digital, utilizando los mas modernos sistemas de transmisión y adecuando su plataforma de servicios conforme a los requerimientos del mercado.

La red de telecomunicaciones de telmex en la actualidad contiene la mas avanzada tecnología digital en lo referente a sistemas de transmisión, conmutación e interconexión digital , lo que permite el ofrecimiento de prácticamente cualquier servicio de voz, datos o video.

La red de telecomunicaciones está compuesta a su vez por tres subredes:

- La red de acceso
- La red local
- La red de larga distancia

Estas contienen todos los elementos terminales ,medios de transmisión y sistemas que en conjunto permiten la interconexión integral de los servicios en el ámbito local, nacional e incluso internacional.

La red de acceso es la utilizada para la conexión entre los domicilios de los clientes y la red local,dependiendo del tipo de servicio, volumen y ubicación del cliente se pueden utilizar diferentes medios y sistemas de transmisión, tales como:

-Acceso por fibra óptica, para el caso de grandes volúmenes de servicios ó información, edificios corporativos,conjuntos comerciales y aeropuertos.

Se utilizan cables ópticos de 6 a 72 elementos con fibra unimodo en la ventana de 1300 nm en configuración de anillo preferentemente.Sistemas de transmisión ópticos desde 2 hasta 140 mbs PDH y próximamente 155 y 622 mbs en SDH.

-Acceso por pares metálicos, para el caso de servicios de telefonía pública y bajos volúmenes de servicios ó información, se utiliza la red de cables multipares calibres 04, 05 y 06 instalados a través de las canalizaciones y postes de la vía pública.

-Acceso por radio digital, cuando no se cuente con las facilidades para utilizar medios de transmisión terrestres (cables metálicos ó fibras) ó se requieran instalaciones temporales,contingentes y para protección.El tipo de radio mas comunmente utilizado es el minilink con platos de 60 cm , en las bandas de 15 y 18 gbs y con capacidades que llegan hasta 140 mbs.

-Acceso através de satélite, para los casos de localidades de clientes en zonas muy aisladas ó donde no se cuenta con la infraestructura necesaria para ofrecer el servicio requerido, también para eventos temporales y contingentes.Se utilizan antenas maestras en las principales ciudades y vsat`s en los domicilios de clientes , se transmite en banda ku a través del

—sistema de satélites solidaridad y se utilizan la técnicas TDM/TDMA y SCPC, para la transmisión de información.

La red local está formada por nodos enlazados generalmente en una configuración tipo malla, a través de elementos y medios de transmisión de alta capacidad, su principal función es la de transportar y direccionar todos los servicios dentro de una misma localidad o ciudad, sus principales componentes son:

-Equipos de conmutación o enrutamiento de voz y datos, mismos que están a cargo de direccionar los servicios a los destinos requeridos, tal es el caso de las centrales telefónicas digitales y analógicas, centrales de conmutación de datos x.25, frame relay y por último sistemas de interconexión digital.

-Equipos de transmisión, son los elementos de la red que permiten establecer comunicación entre dos puntos cualesquiera dentro de una misma ciudad, se manejan capacidades desde 8 Mbps hasta 565 Mbps (PDH) y desde 155 Mbps hasta 2.5 Gbps en (SDH). estos sistemas de transmisión generalmente se instalan en configuración (1+1) con la finalidad de proporcionar redundancia en caso de falla.

-Los medios de transmisión son los encargados de proporcionar el transporte de los servicios, actualmente en las ciudades de mayor importancia se utiliza fibra óptica en la red local, en las demás ciudades se utiliza cables metálicos y radioenlaces ya que el volumen de servicios no justifica el empleo de cables ópticos.

La red de larga distancia es la parte medular de la red de telecomunicaciones, su función principal es la de llevar a cabo el transporte y direccionamiento de los servicios entre las diferentes localidades del país e incluso hacia el exterior, el medio de transmisión más utilizado es la fibra óptica con índice de dispersión corrida, los equipos de transmisión son del tipo SDH de alta capacidad (2.5 Gbps), actualmente se cubren las 53 ciudades más importantes de México a través de 14,000 Km de fibra óptica, el resto se atiende con radioenlaces digitales y analógicos.

REDES FUNCIONALES

Con el objeto de catalogar las redes por el tipo y características de los servicios que ofrecen se tiene la siguiente clasificación:

- Red conmutada de voz
- Red de enlaces privados
- Red conmutada de datos

Red conmutada de voz.

Esta se encarga de ofrecer básicamente el servicio de comunicación vocal entre dos clientes de manera local, nacional e internacional, todo esto con el apoyo de las centrales telefónicas ubicadas en la red local y de larga distancia, que se encargan de direccionar la comunicación a los destinos requeridos. También es posible el manejo de datos de baja velocidad gracias al uso de equipos modems.

Red de enlaces privados.

Se encarga de ofrecer servicios de transporte a través de trayectorias permanentes entre dos diferentes puntos de manera local, nacional e internacional. Para esto se utilizan primordialmente los sistemas de interconexión digital, mismos que agrupan y direccionan los servicios hacia el destino final.

Red conmutada de datos.

Esta dedicada a ofrecer servicios de transmisión de datos de manera muy eficiente aprovechando las características de los equipos conmutadores de paquetes que se encargan de direccionar los servicios conformando trayectorias virtuales hacia el destino. Cabe mencionar que esta red comparte elementos de las dos anteriores especialmente en la parte del acceso.

SERVICIOS

A continuación describiré brevemente algunos de los servicios que conforman la cartera de Telmex:

-Servicios de Telefonía pública. Teléfonos de alcance que operan a través de monedas, tarjetas de débito con chip integrado.

-Telefonía básica. Proporcionar servicios telefónicos masivos e incluso con servicios complementarios como : llamada en espera, marcación por tonos, conferencia tripartita, despertador, transferencia de llamada.

-Troncales analógicas. Para la conexión de pabx analógicos con señalización DTMF ,con la posibilidad de manejo de números de grupo atendidos por oparadoras.

-Troncales digitales. Para la conexión de pabx digitales con interfas de troncal de 2 mbs y con señalización MFC-R2 , con la posibilidad de conformar números de grupo ó extensiones con marcación directa entrante (DID).

-El servicio de buzón de voz , es una aplicación que consiste en guardar en un dispositivo de almacenamiento mensajes que pueden ser escuchados posteriormente. El cliente contrata un buzón de voz y en el recibe mensajes y desde cualquier parte de la RTPC puede escucharlos , puede borrarlos, almacenarlos o transferirlos.

-El Buzón de fax. Es una aplicación que consiste en un dispositivo de almacenamiento accesado através de la red telefónica donde se pueden recibir y almacenar documentos, que posteriormente serán transmitidos a una máquina de fax y desde cualquier parte de la RTPC el cliente puede recuperar los documetos e incluso transferirlos.

-Enlaces privados analógicos, es un servicio de conexión permanente entre dos domicilios que pueden estar ubicados en la misma localidad o en diferente ciudad, utilizando básicamente la planta metálica, se puede

transportar voz , como es el caso de conexiones entre conmutadores, extensiones remotas, hot lines, etc. y se pueden transportar datos a través del uso de modems con velocidades que van desde 1200 bps hasta 19200 bps.

-Enlaces privados digitales, su función es el enlace de dos puntos de la misma localidad o en diferente ciudad , no se requiere modem ya que ofrecen la interfase de conexión digital de manera directa (V.24 o V.35) se ofrecen en velocidades que van desde 1200 bps hasta 64 kbs, también se cuenta con servicios de n x 64 kbs , 2 mbs o E1 e incluso mayores velocidades.

-El servicio de videoconferencia pública es un servicio de voz, datos e imagenes en vivo para comunicar interactivamente a 2 o más grupos de personas que se encuentran distantes entre sí. Esto se lleva a cabo en "salas públicas de Telmex" y para llevar a cabo dicha comunicación se utilizan equipos especiales de video que codifican y decodifican las imágenes. Esta videoconferencia puede tener un ancho de banda variable desde 64 Kbps hasta 2.048 Mbps, siendo una de las más utilizada la de 384 Kbps.

- Servicios de la red de paquetes, se ofrecen accesos a la red en las siguientes modalidades:

-Conexión tipo Frame Relay desde 64 kbs hasta 2 mbs directamente.

-Conexión A.25.

-Conexión X.25 asincrona.

-Conexión asincrona TCP/IP

-Conexión de enrutadores para conexión de LAN`s y WAN`s.

NUEVOS SERVICIOS DE RED INTELIGENTE

Esta es una nueva plataforma de operación, administración y desarrollo de nuevos servicios de telefonía, cuya flexibilidad facilita la creación e introducción de nuevos servicios, como por ejemplo:

- Número universal. Un suscriptor con varias instalaciones en diferentes sitios puede ser accesado desde cualquier parte del país mediante la marcación de un número único. La llamada es enrutada de acuerdo a los requerimientos del suscriptor.
- Red privada virtual. Servicio que ofrece al cliente la apariencia de una red privada, utilizando solo los recursos de la red telefónica pública.
- Servicio 800. A un cliente se le asigna un número especial para recibir llamadas de L.D y locales. Todas las llamadas a este número son pagadas por el, en lugar de los usuarios que las efectuaron.
- Servicio 900. Se le otorga al cliente un número especial que le permita llevar la contabilidad de llamadas recibidas y su duración.
- Televoto. Permite recopilar la opinión pública acerca de un evento por medio de la red telefónica.

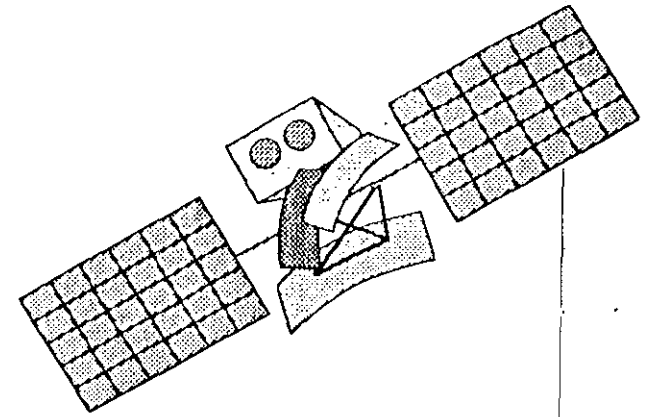
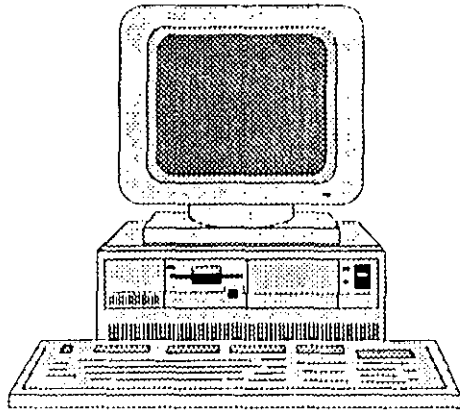
CENTROS DE ATENCION Y MONITOREO DE RED

Con el objeto de mejorar la atención a sus clientes y la calidad de sus servicios Telmex ha implementado dos centros especializados que atienden este tipo de actividades:

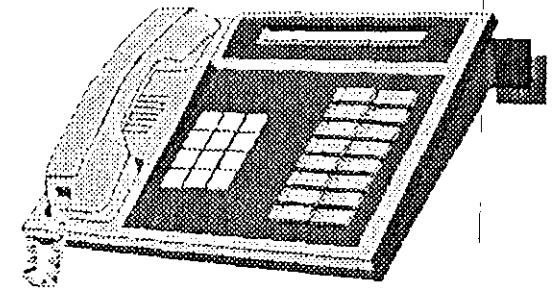
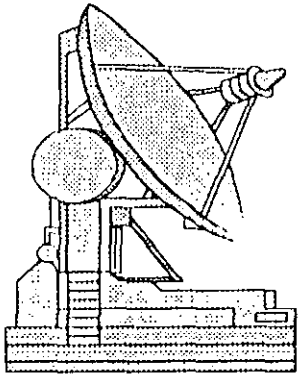
- El centro de atención de servicios, que proporciona a los clientes soporte y asesoría en caso de fallas o nuevos servicios, cuenta con los sistemas más avanzados de administración de tal forma que en el momento en que el cliente reporte una falla de su servicio el centro detecta y ubica en que parte de la red existe el desperfecto reportando a el área correspondiente para su corrección inmediata.
- El centro de supervisión y monitoreo de la red, es el encargado de la vigilancia de la red, a través de este centro se verifican y supervizan todos los elementos de la red para dirigir de manera ágil el mantenimiento preventivo y correctivo.

Con todo lo que aquí he presentado ustedes pueden tener una buena idea de los trabajos que Telmex está realizando para mejorar la calidad de sus servicios y mantener su cartera de clientes.

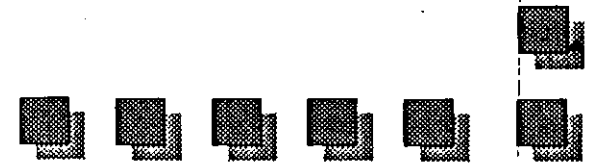
Después de todo no podemos concebir el desarrollo de nuestro país sin telecomunicaciones avanzadas y es por eso que Telmex, una empresa con personal Mexicano, cada día se esfuerza más por atender mejor a sus clientes, propiciando con esto el desarrollo armónico de nuestra economía y nuestra sociedad para beneficio de los Mexicanos de hoy y del mañana.



**RED DE TELECOMUNICACIONES
DE TELEFONOS DE MEXICO**



TELMEX



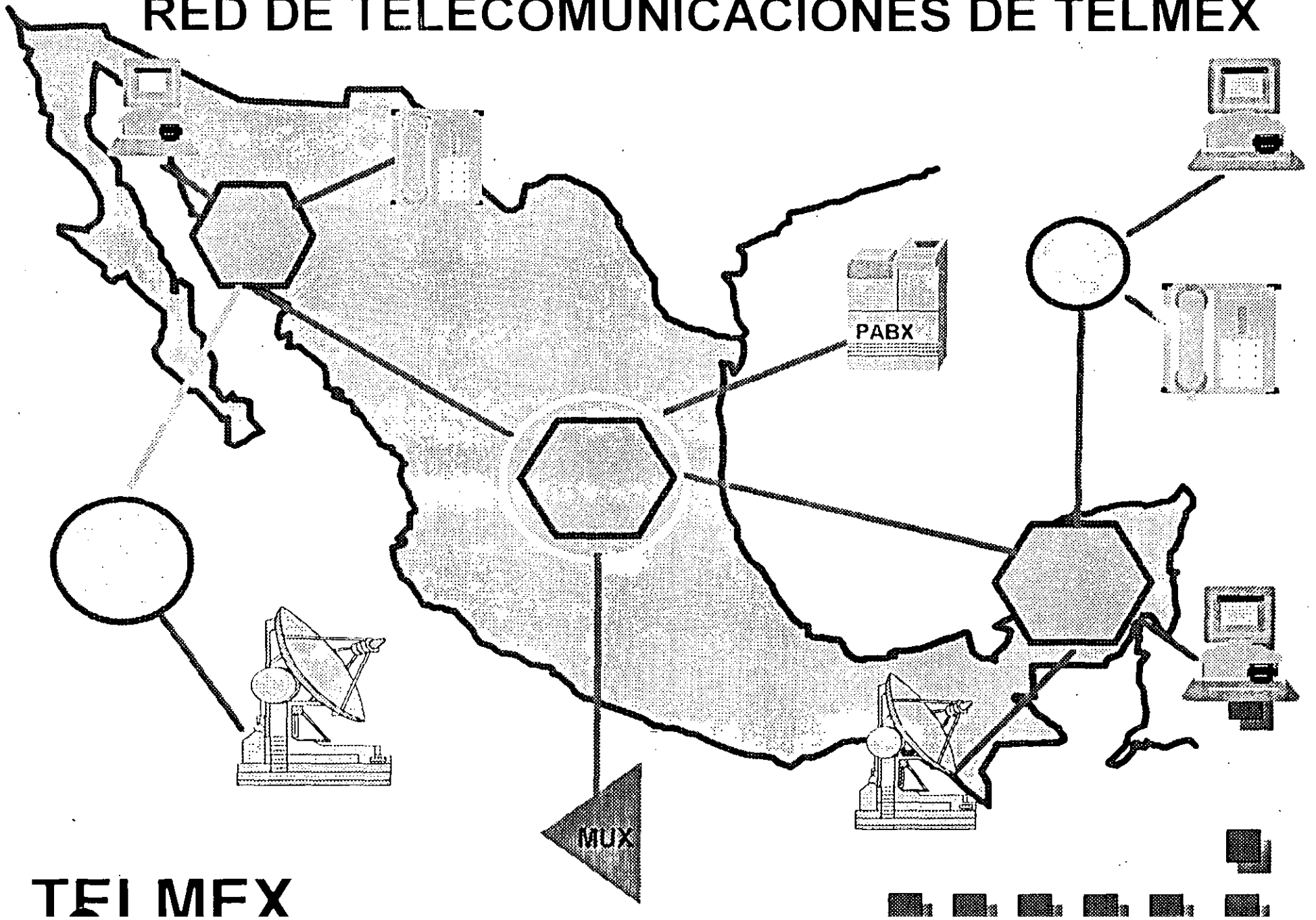
REQUERIMIENTOS DEL MERCADO

- ▶ **INSTALACION PRONTA (OPORTUNA)**
- ▶ **CALIDAD DE SERVICIO (WORLD CLASS SERVICE)**
- ▶ **NUEVOS SERVICIOS**
- ▶ **ATENCION**
- ▶ **ECONOMIA**
- ▶ **AMPLIA COBERTURA**
- ▶ **INTERCONECTIVIDAD DIGITAL**
- ▶ **POSIBILIDAD DE EVOLUCION**
- ▶ **ESTANDARES INTERNACIONALES**

TELMEX



RED DE TELECOMUNICACIONES DE TELMEX



12

TEI MFX

RED DIGITAL INTEGRADA

LA RDI ES UNA RED TOTALMENTE DIGITAL, 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 CALIDAD Y DISPONIBILIDAD.

ACTUALMENTE ESTA RED CONSTITUYE LA PRINCIPAL PLATAFORMA QUE PERMITE DESARROLLAR PRACTICAMENTE CUALQUIER APLICACION EN TELECOMUNICACIONES.

13

TELMEX



RED DIGITAL INTEGRADA

LA RED DIGITAL ESTA FORMADA POR DOS REDES
DE TELECOMUNICACIONES :

RED TERRESTRE

SERVICIOS CONMUTADOS DIGITALES

SERVICIOS DE CONDUCCION DE SEÑALES DIGITALES

RED SATELITAL

CONDUCCION DE SEÑALES CON CIRCUITOS DEDICADOS

CONDUCCION DE SEÑALES CON ACCESO POR DEMANDA



TECNOLOGIA RDI

CENTRALES DIGITALES (TELCOM)

MEDIOS DE TRANSMISION (TELMIC)

RADIOS DIGITALES

FIBRAS OPTICAS

RED DACS

RED SATELITAL

TELMEX



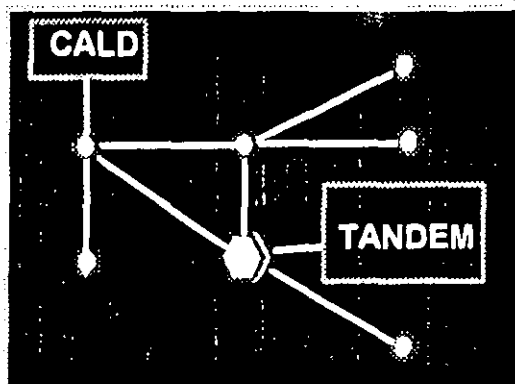
RED TERRESTRE SERVICIOS

- 1 TRONCALES DIGITALES DE 64 KBPS PARA CONMUTADOR CON CONEXION A 2 MBPS.
- 2 ENLACES PRIVADOS LOCALES PARA CONDUCCION DE SEÑALES PUNTO A PUNTO O MULTIPUNTO (N X 64 KBPS Y 2 MBPS).
- 3 ENLACES PRIVADOS PARA CONDUCCION DE SEÑALES NACIONALES E INTERNACIONALES (N X 64 KBPS Y 2 MBPS).

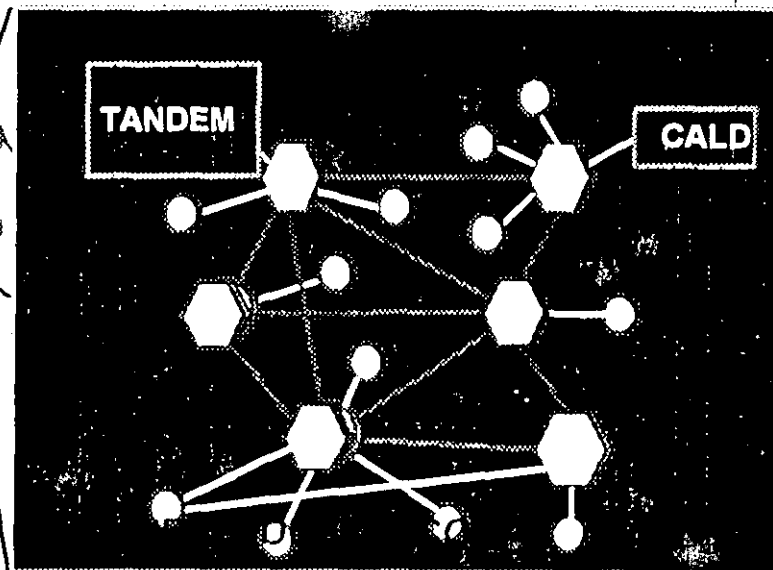
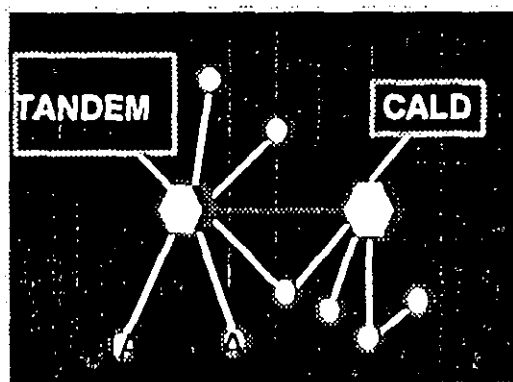
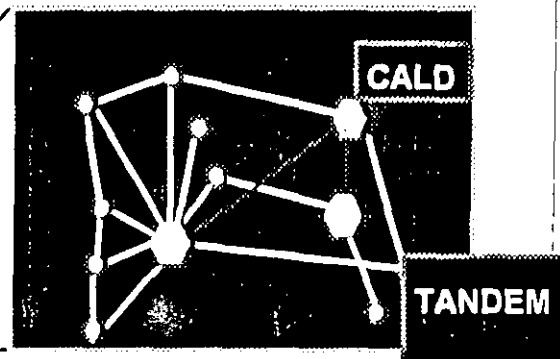


ARQUITECTURA DE LA RED

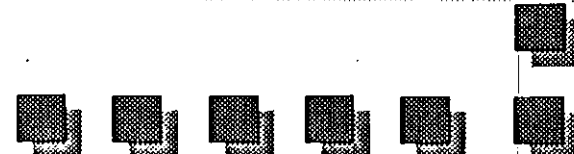
CD. JUAREZ



MONTERREY

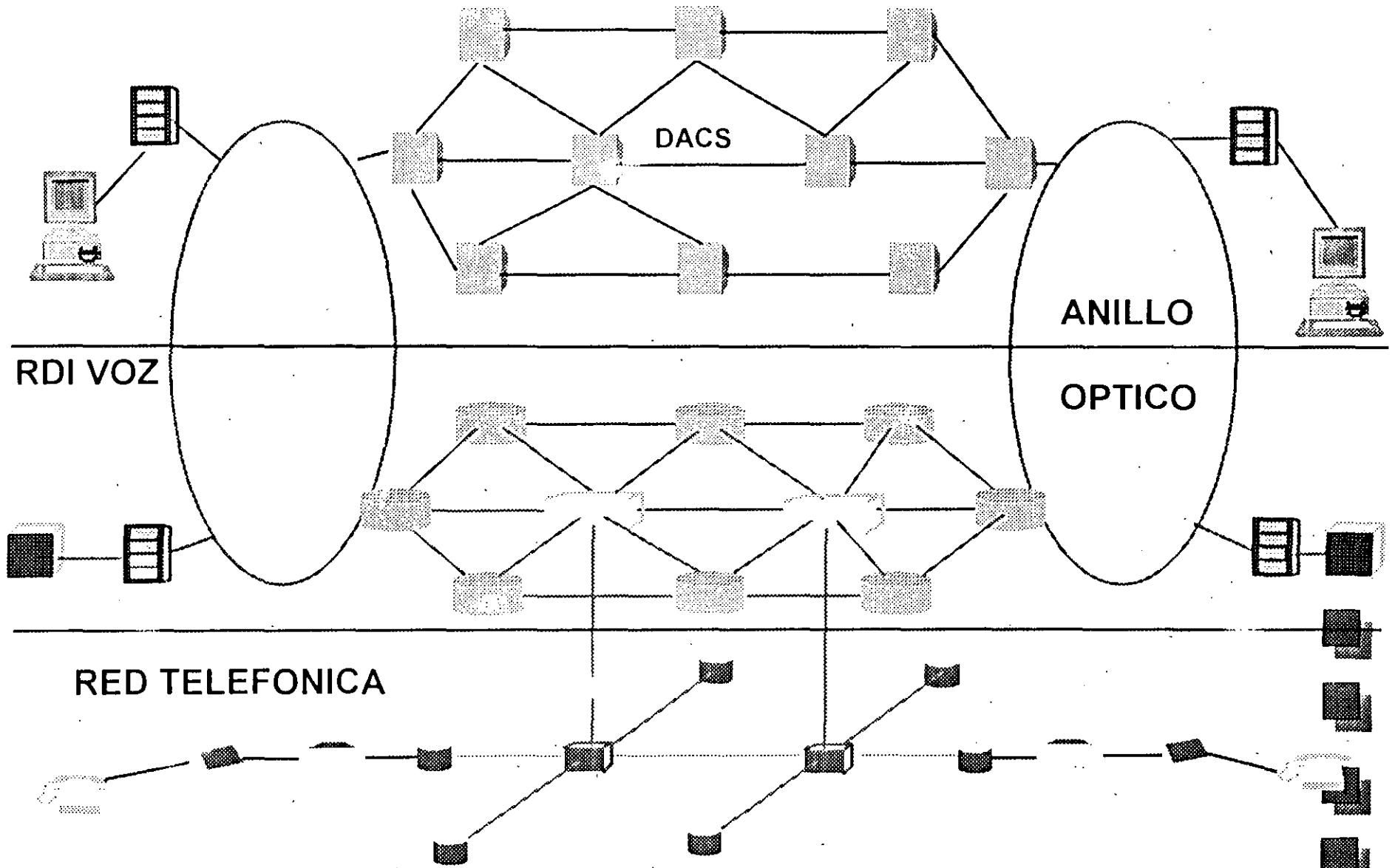


TELMEX



RDI DATOS

ESQUEMATICO DE LA RDI

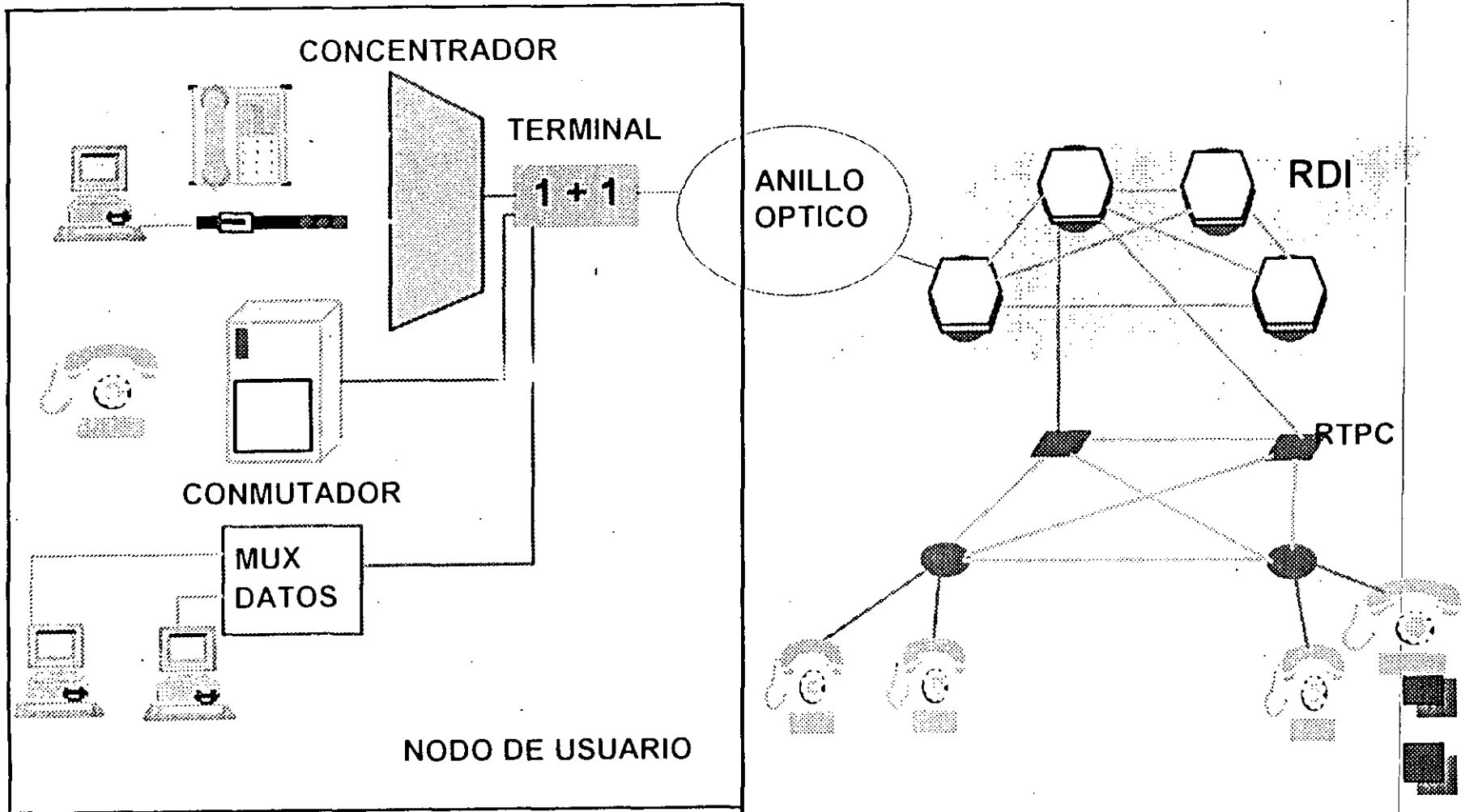


21

TELMEX



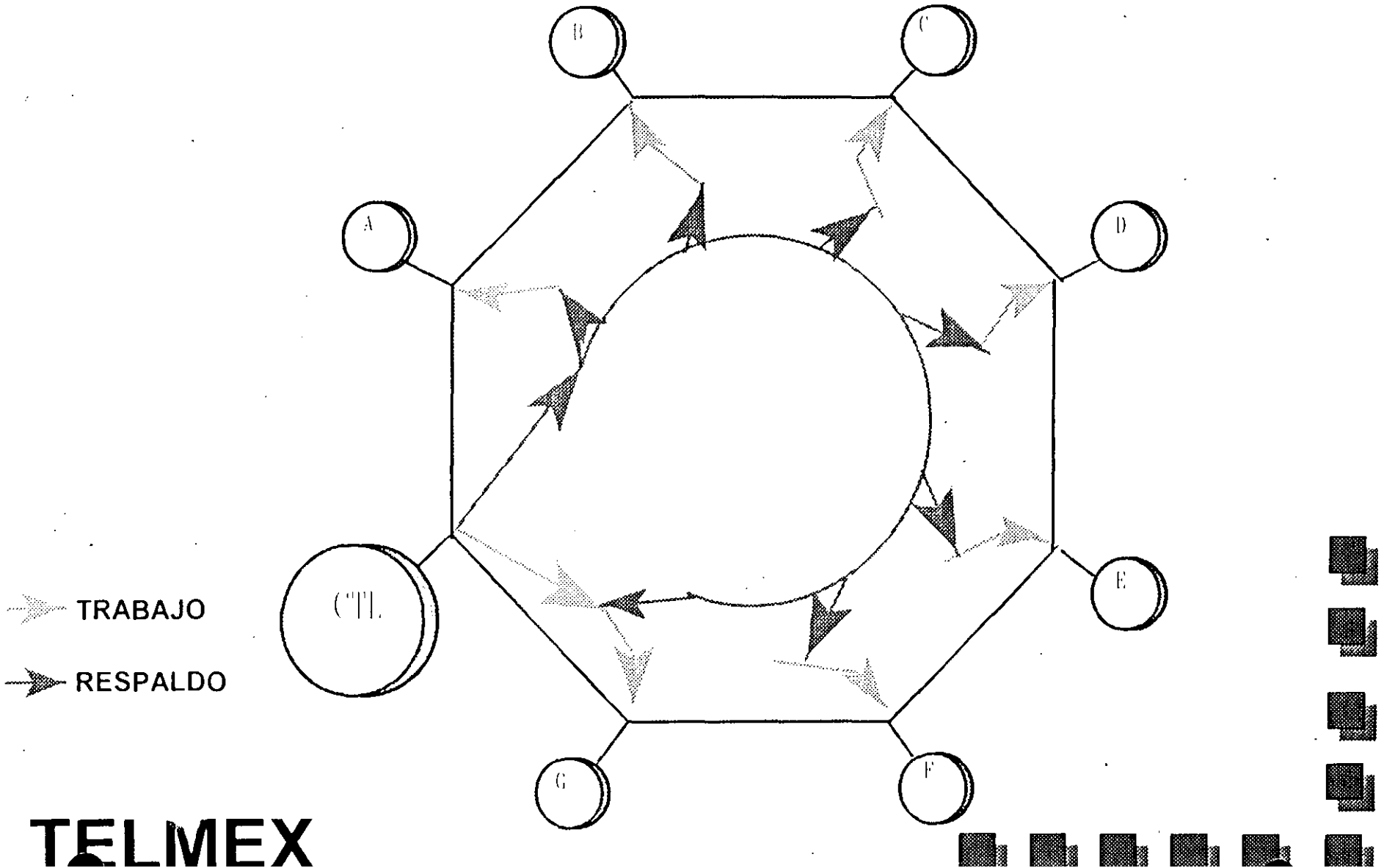
EQUIPAMIENTO EN NODOS DE USUARIO



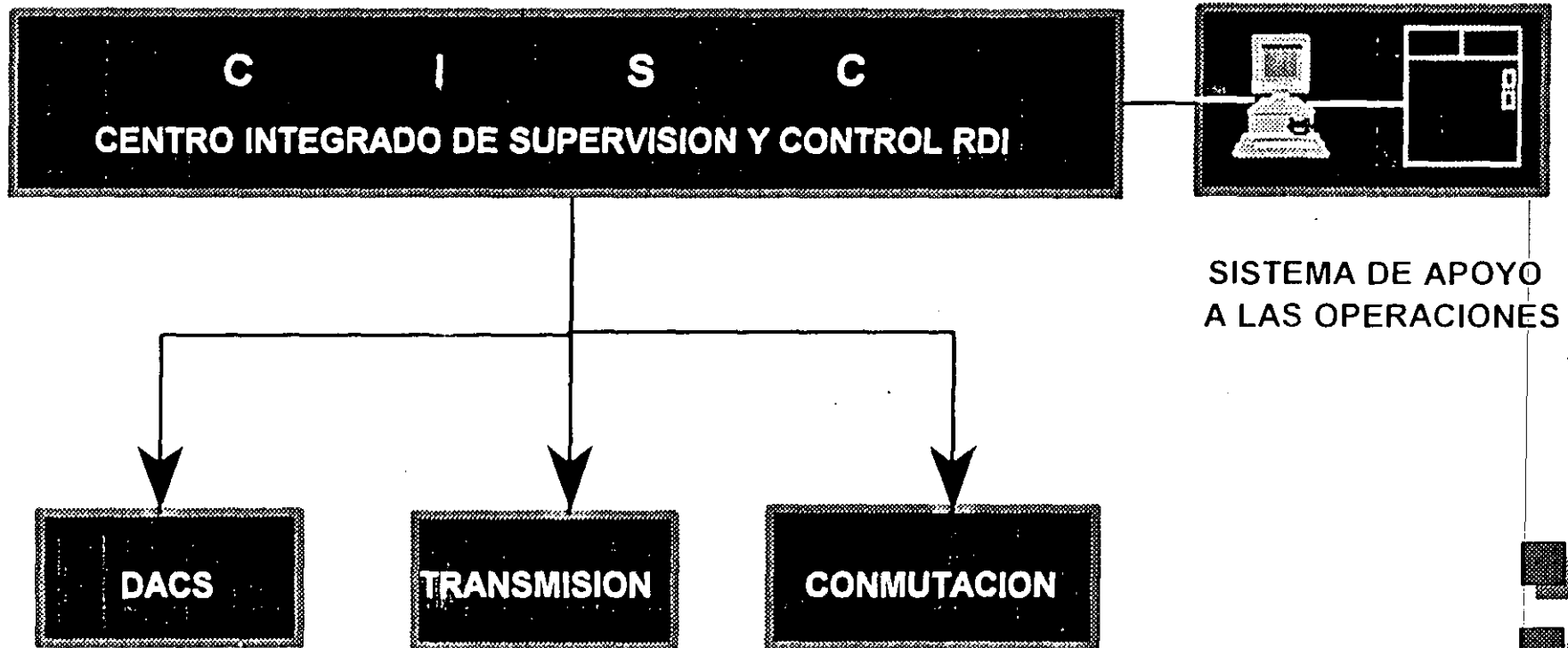
TELMEX



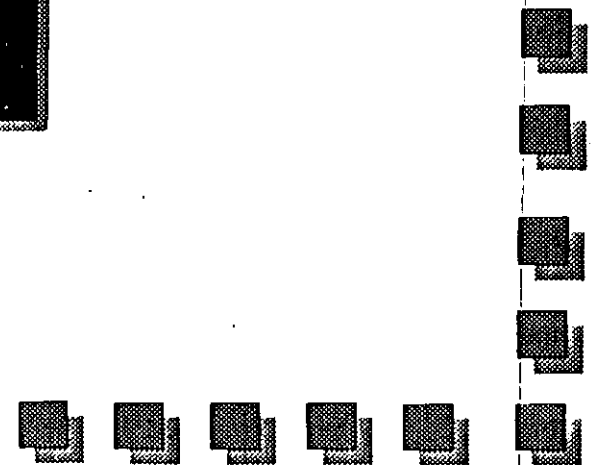
CONFIGURACION EN ANILLO (FALLA EQ. TERMINAL)



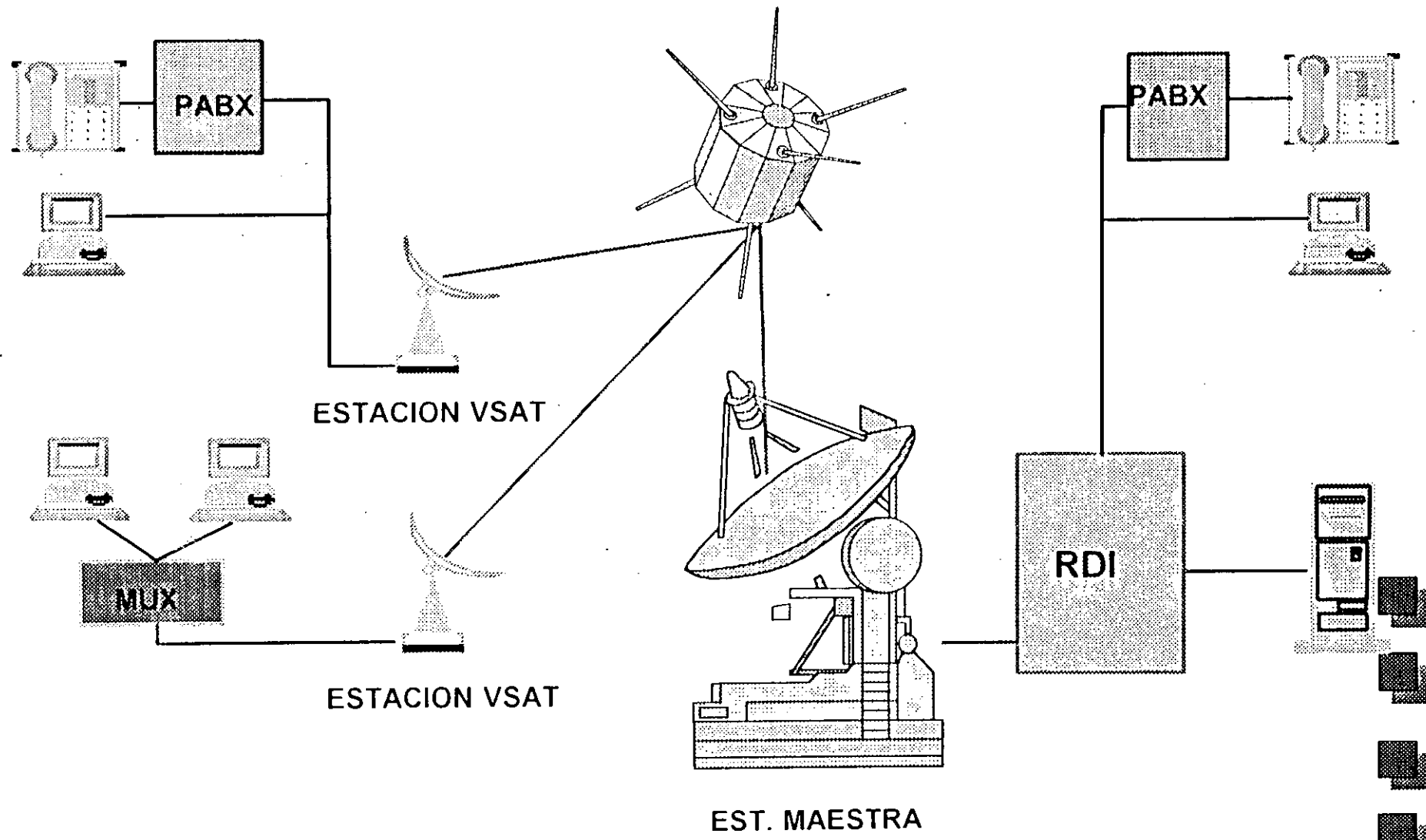
SUPERVISION DE LA RED



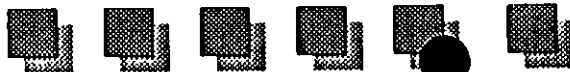
TELMEX



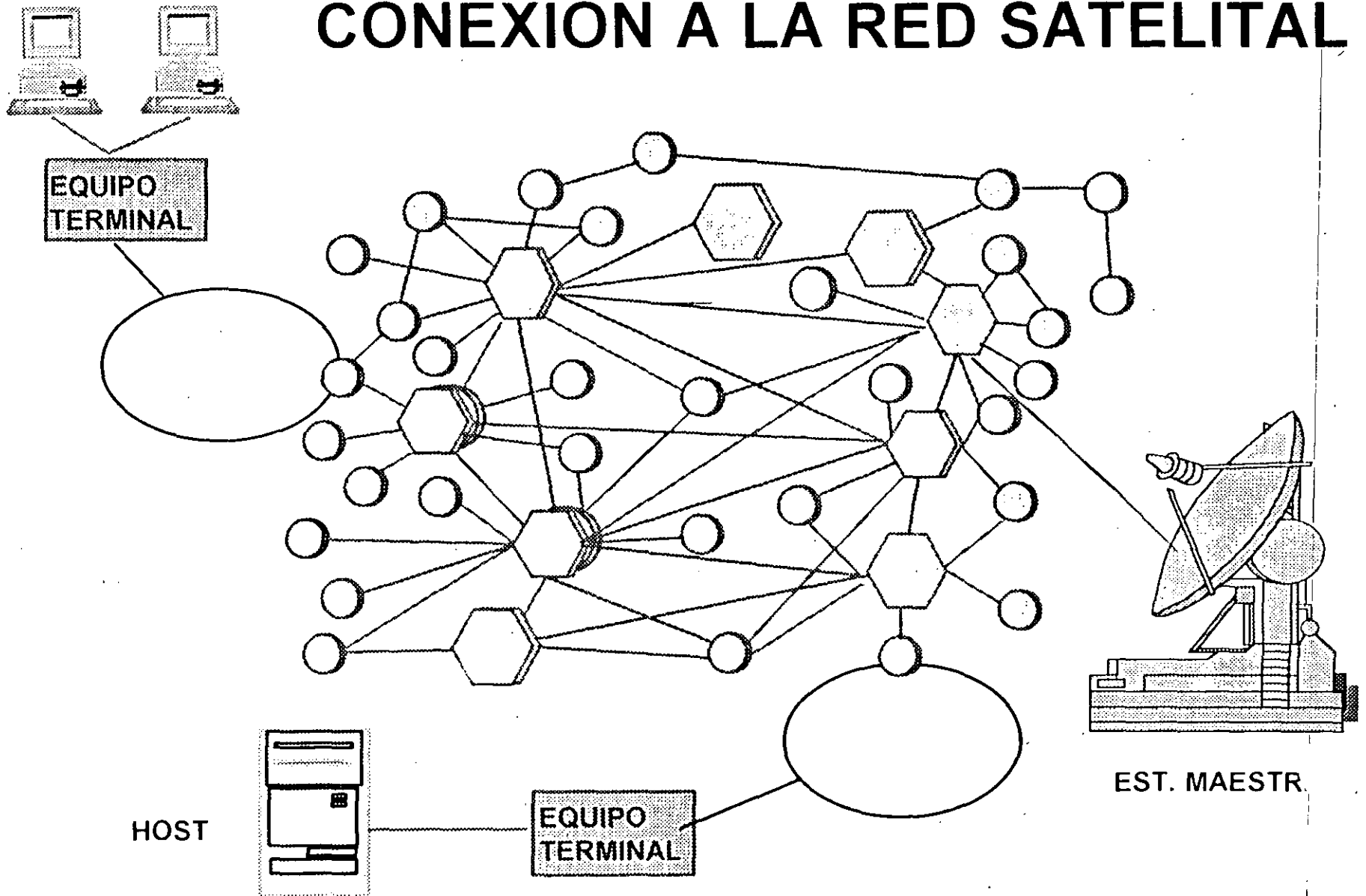
RED SATELITAL



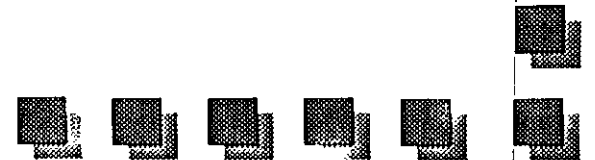
TELMEX



CONEXION A LA RED SATELITAL



TELMEX



RED SATELITAL SERVICIOS OFRECIDOS

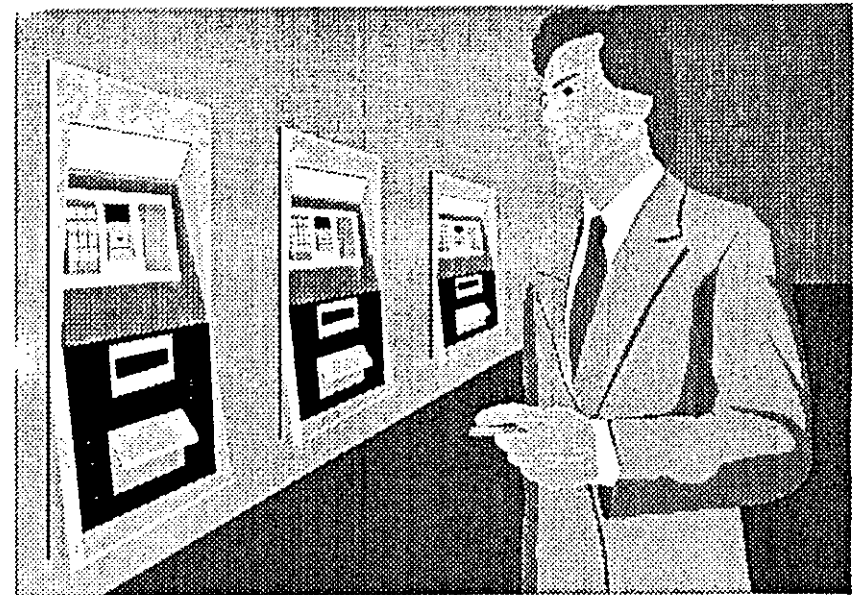
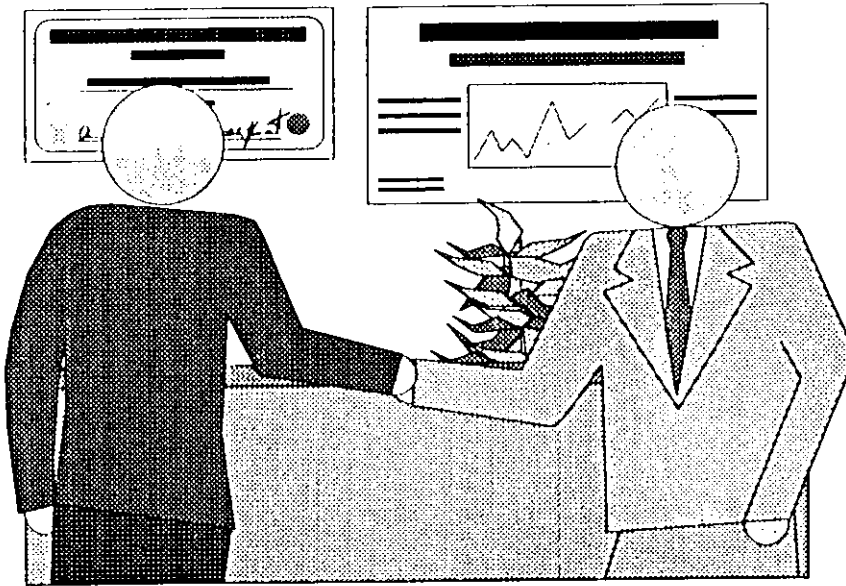
1 ENLACES EN RENTA PARA TRANSMISION DE VOZ
Y DATOS (9.6 A 19.2 KBPS), CON ASIGNACION POR
DEMANDA.

2 ENLACES EN RENTA PARA LA TRANSMISION Y
RECEPCION DE CIRCUITOS DE 64 KBPS.

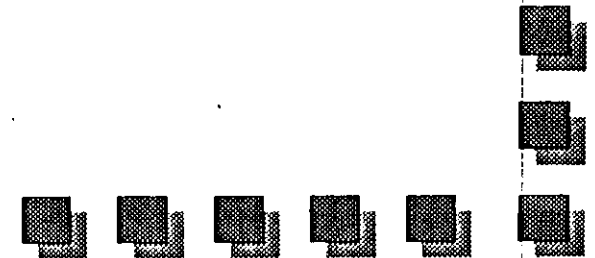


BANCA

- TRANSFERENCIA DE FONDOS
- CAJEROS AUTOMATICOS
- AUTORIZACIONES
- REMESAS

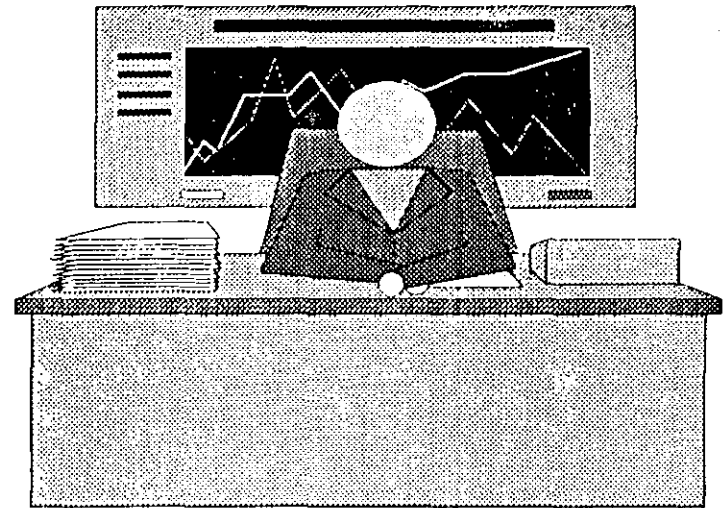
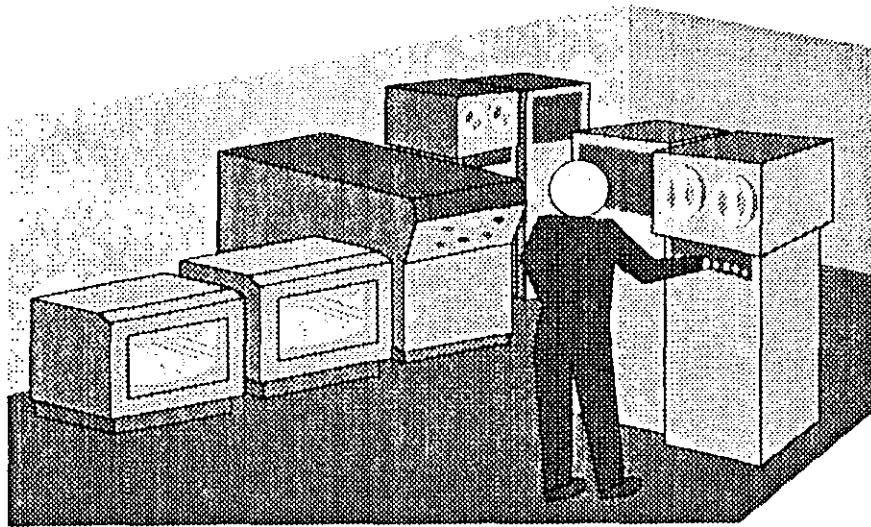


TELMEX



INDUSTRIA

- PROCESOS DE MANUFACTURA EN TIEMPO REAL
- CONTROL DE LAS OPERACIONES
- ADMINISTRACION DE RECURSOS

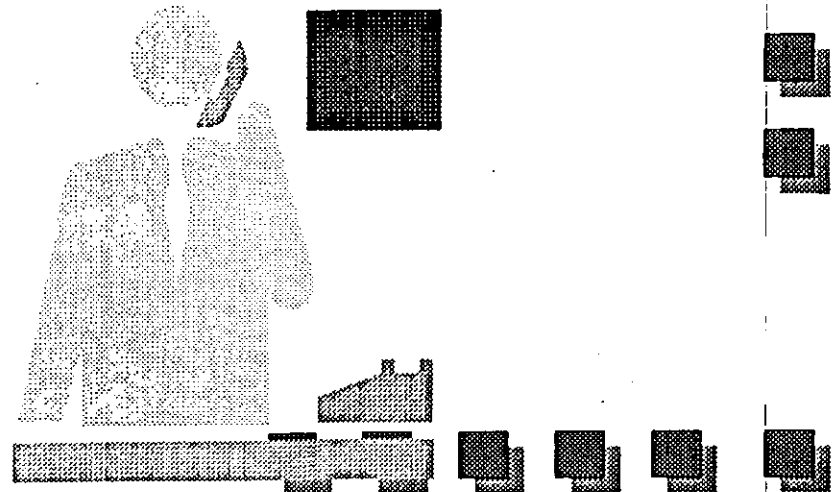
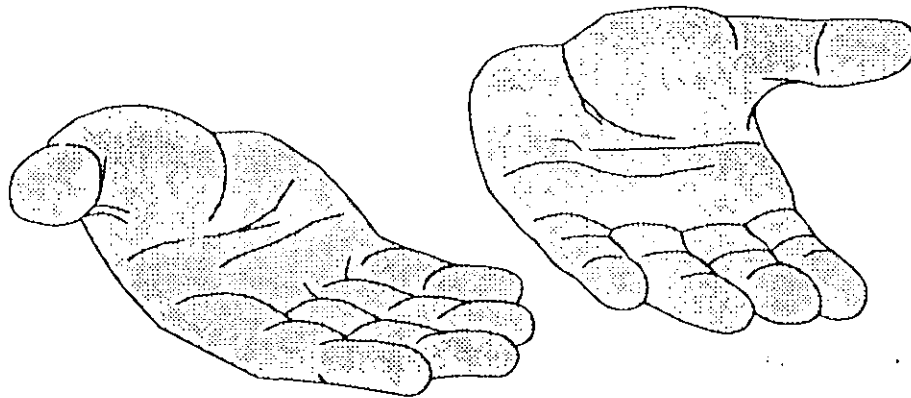
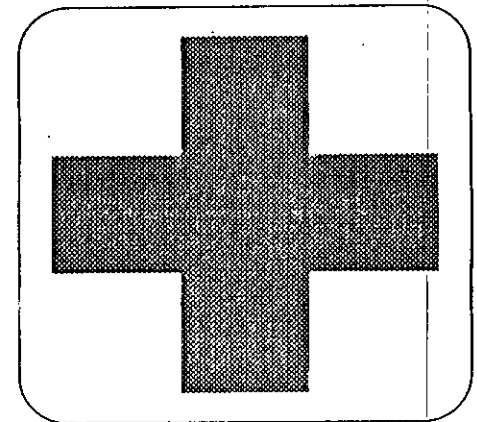


TELMEX



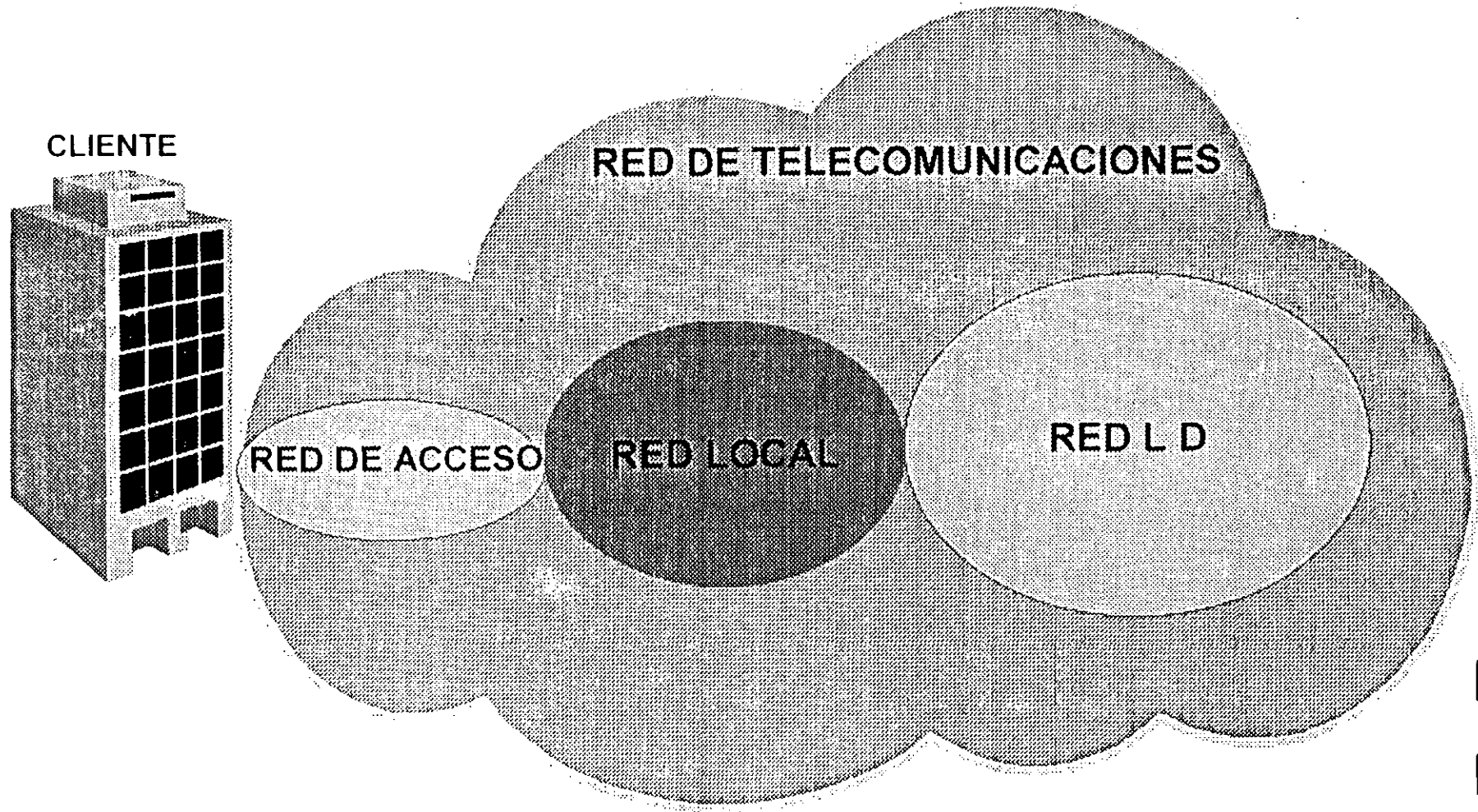
SERVICIOS

- LOCALIZACION DE PERSONAS
- COMUNICACION PERSONAL
- RESERVACIONES
- SERVICIOS DE EMERGENCIA
- SEGURIDAD



TELMEX

COMPOSICION DE LA RED

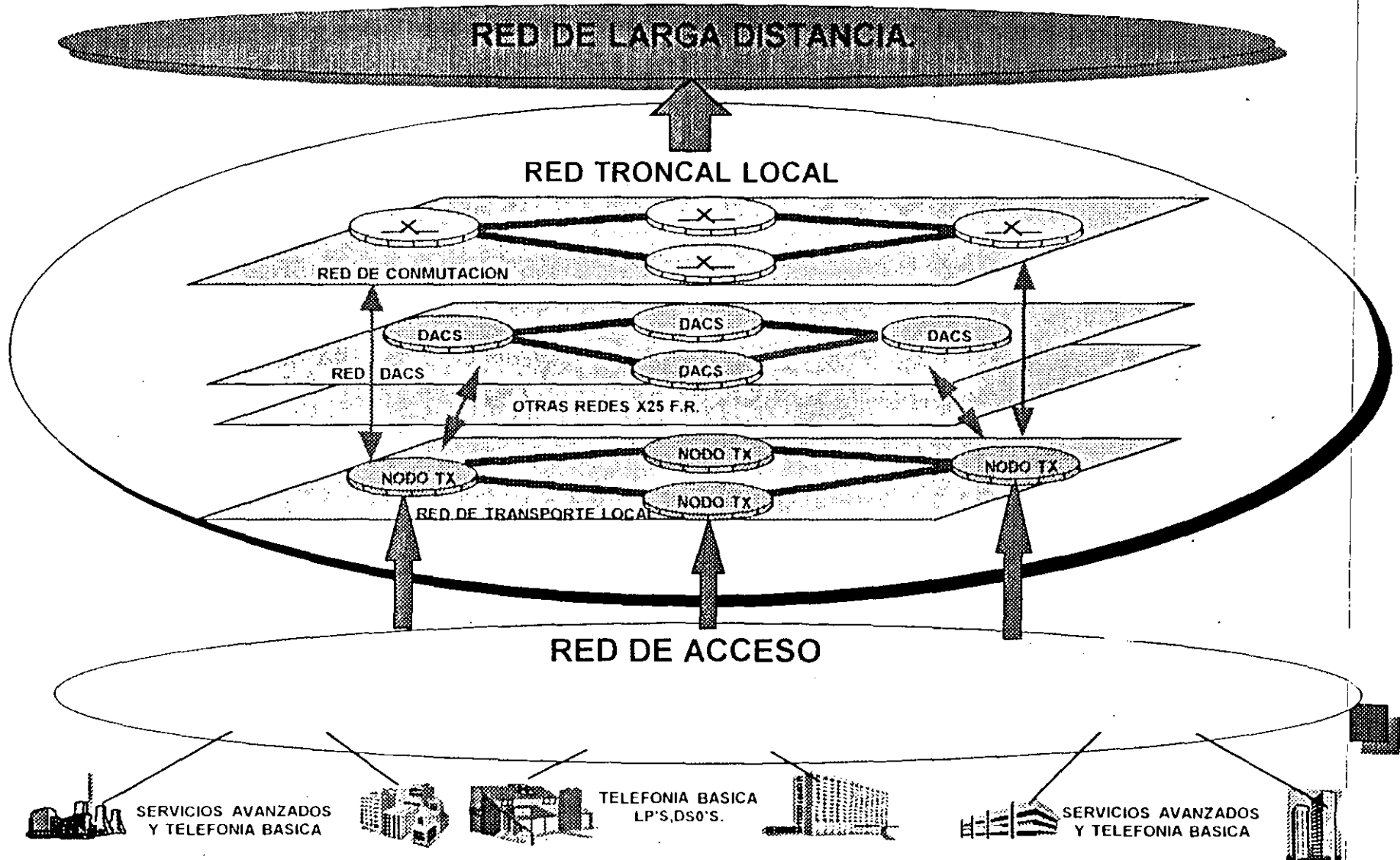


27

TELMEX



ESTRUCTURA DE LA RED DE TELMEX.

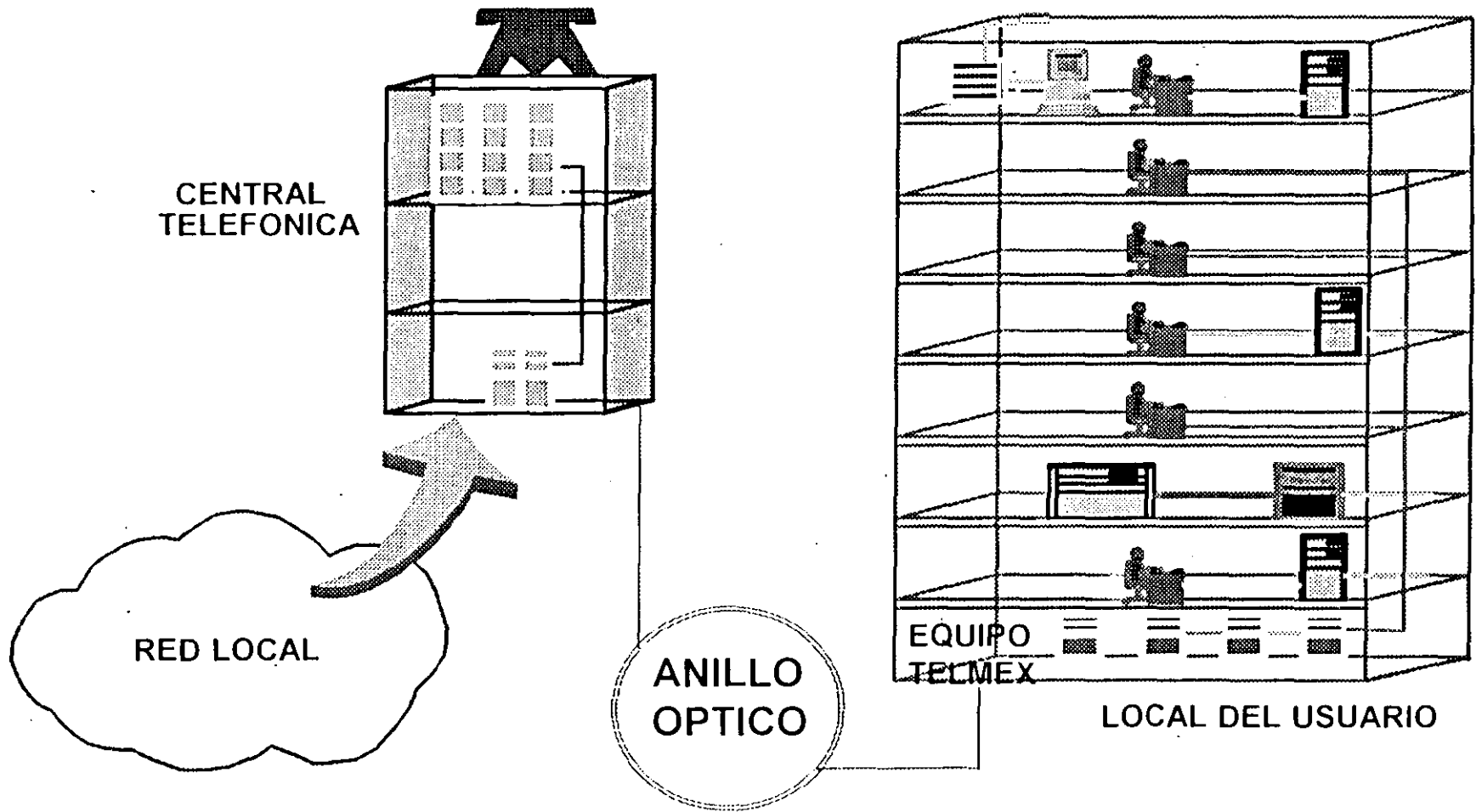


TELMEX

RED DE ACCESO

- Es la parte de la red de telecomunicaciones que se utiliza para la conexión entre los domicilios de los clientes y la red local, son varias formas por las que se puede otorgar el acceso a los clientes y depende del tipo y cantidad de los servicios, pueden ser:
 - ➔ Acceso a través de fibra óptica
 - ➔ Acceso a través de par de cobre.
 - ➔ Acceso a través de radio digital.
 - ➔ Acceso a través de satélite.

ACCESO A TRAVES DE FIBRA OPTICA

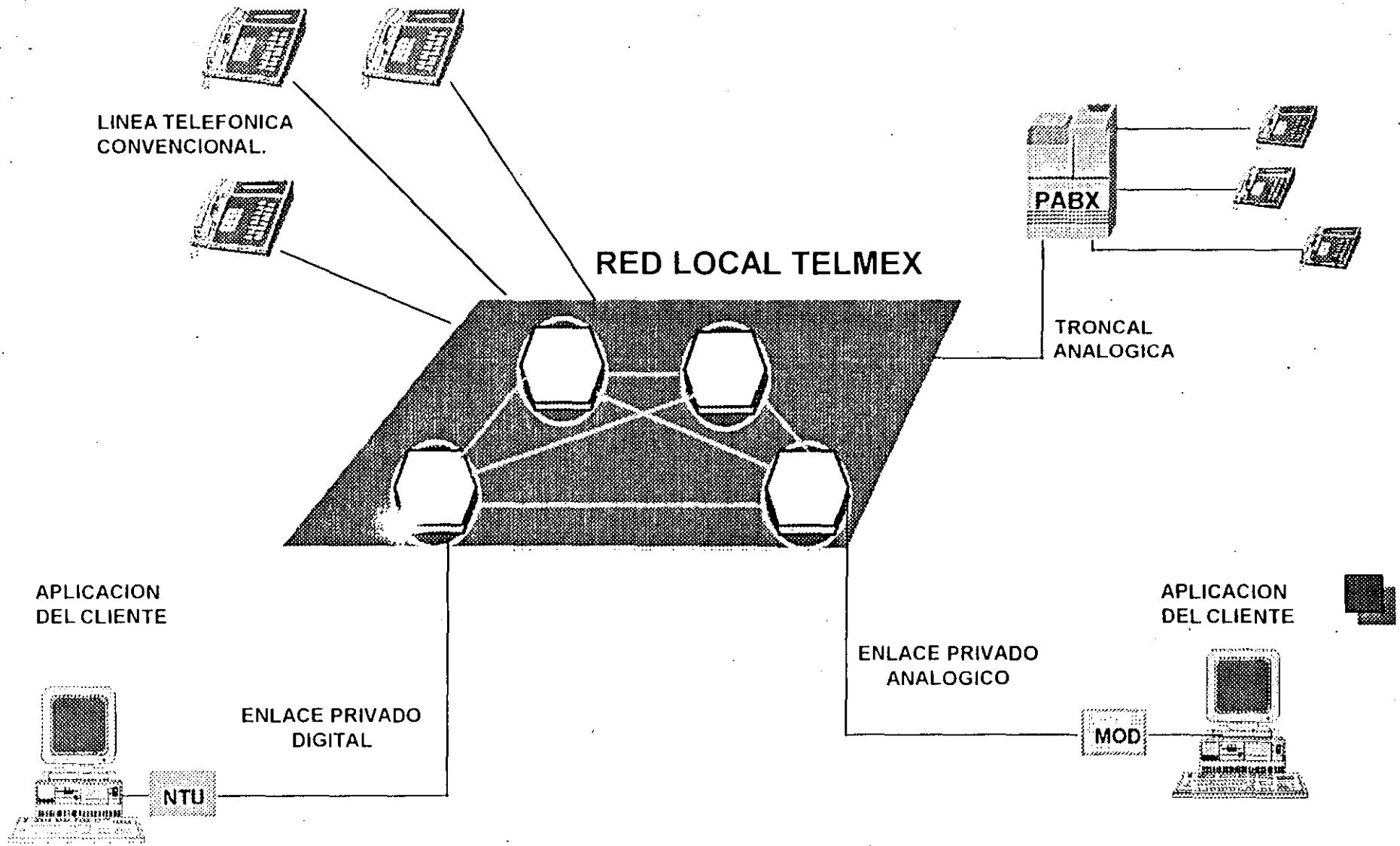


31

TELMEX



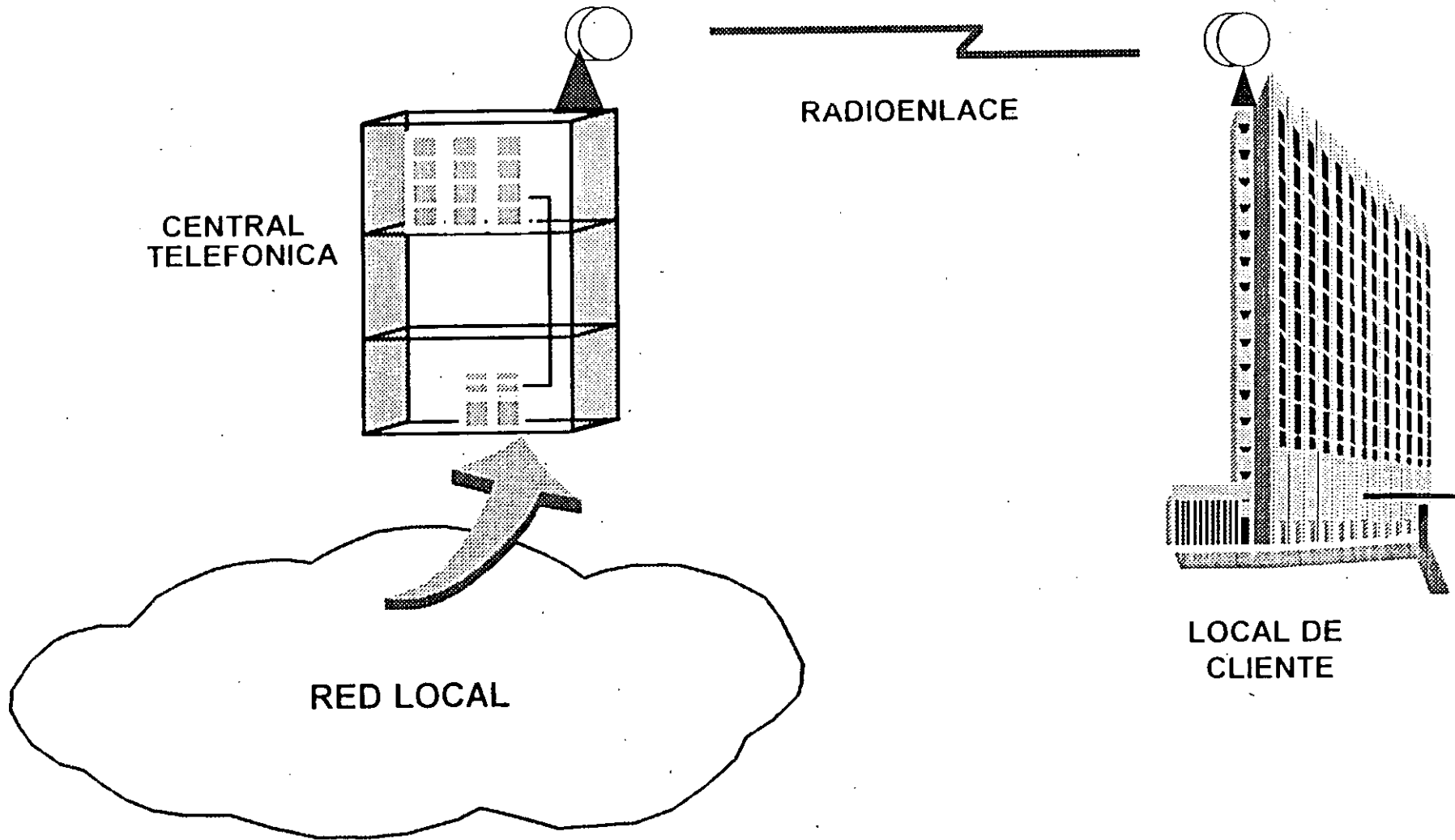
ACCESO A TRAVES DE LA PLANTA EXTERNA



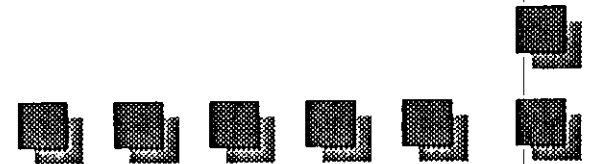
TELMEX



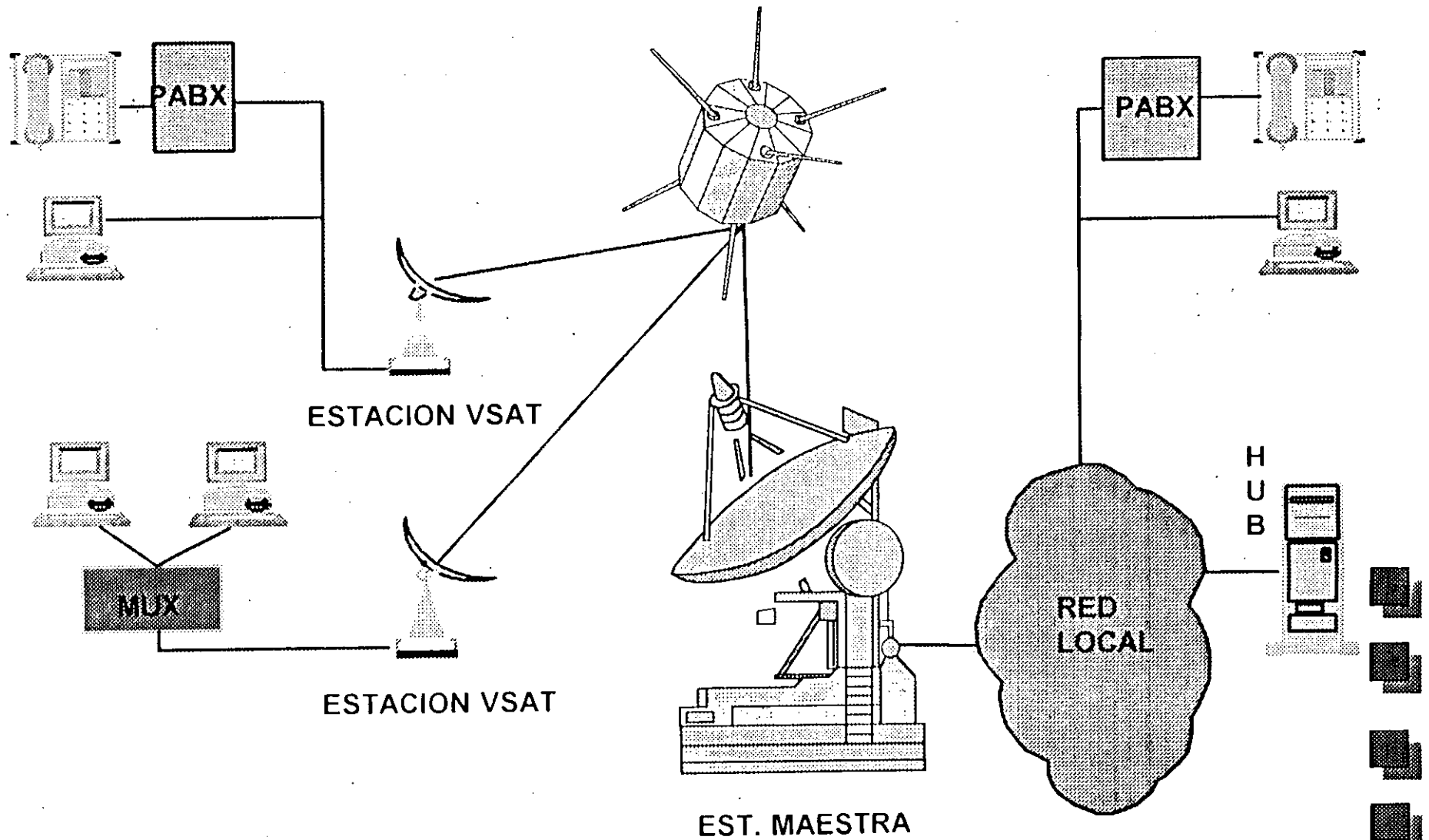
ACCESO A TRAVES DE RADIO DIGITAL



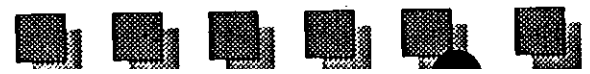
TELMEX



ACCESO A TRAVES DE SATELITE



TEI MFX



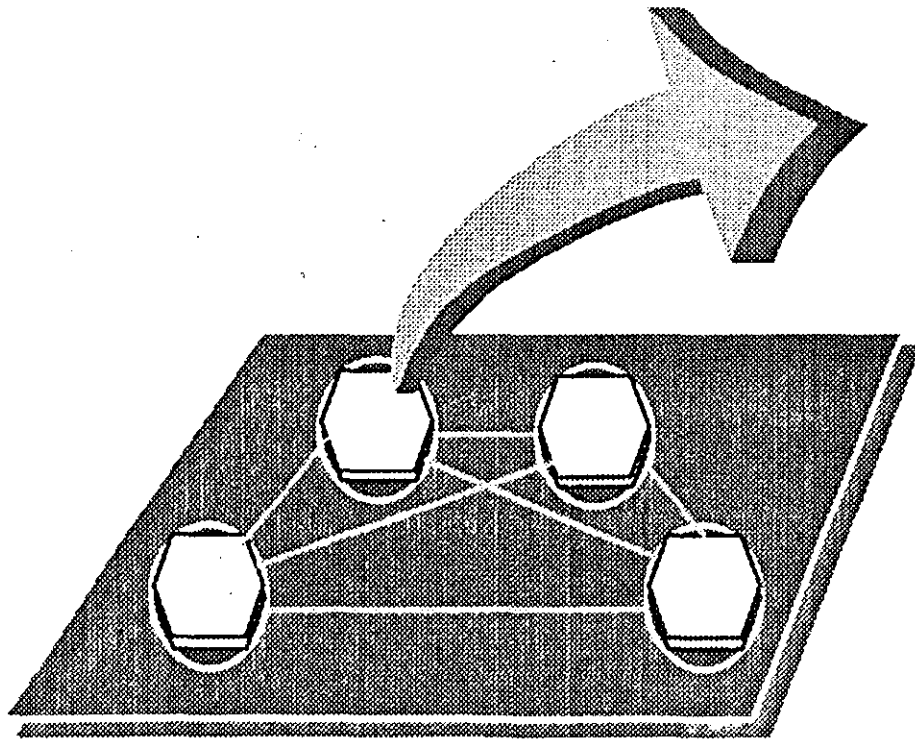
RED LOCAL

La red local, forma parte de la red de telecomunicaciones y esta formada por elementos y medios de transmisión de alta capacidad, su principal función es la de llevar a cabo el transporte y direccionamiento de los servicios de nuestros clientes, sus componentes principales son:

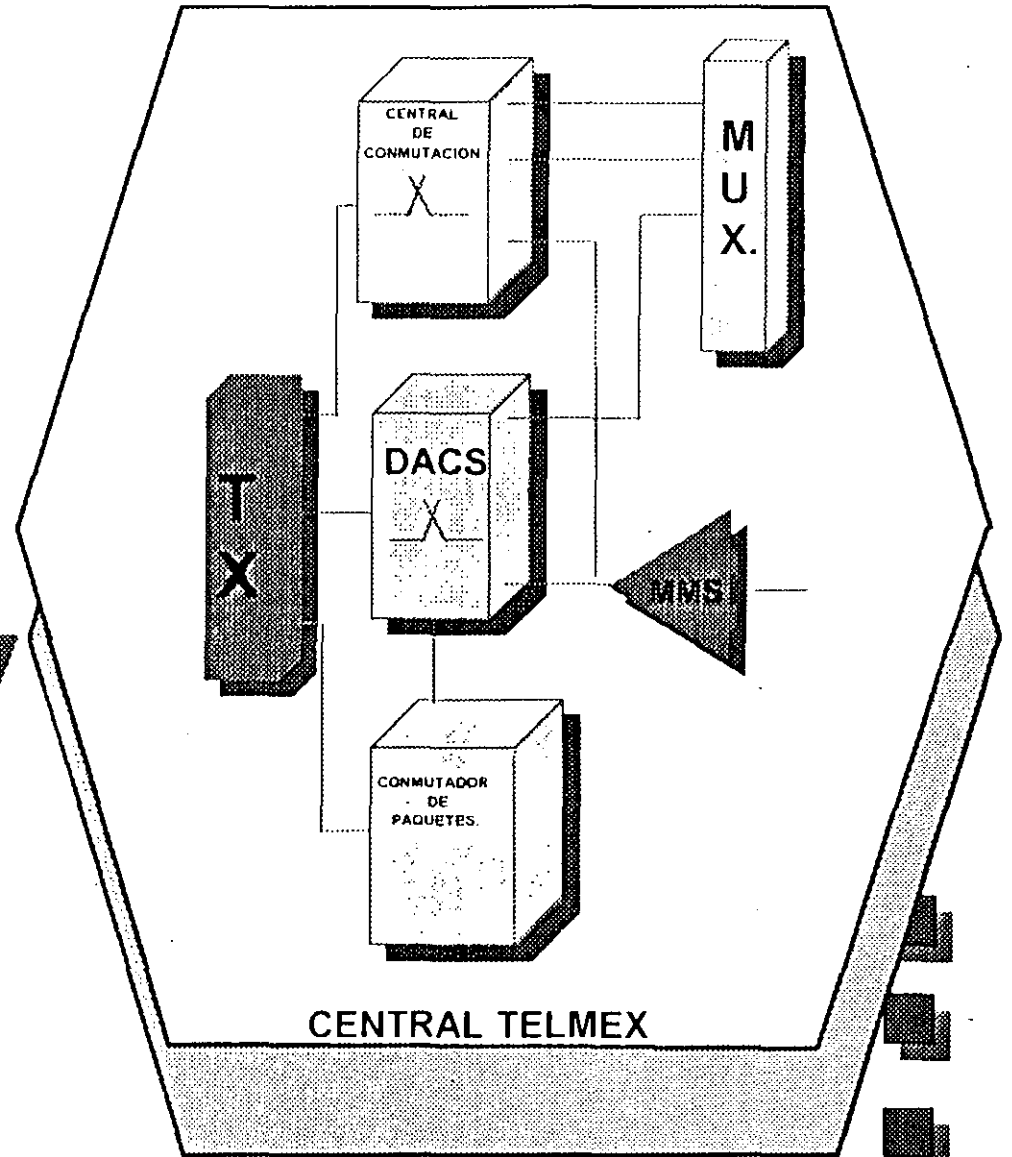
- ◆ Sistemas de conmutación y direccionamiento.
- ◆ Equipo de transmisión.
- ◆ El medio de transmisión.



RED LOCAL



RED LOCAL DE LA CIUDAD



CENTRAL TELMEX

TELMEX



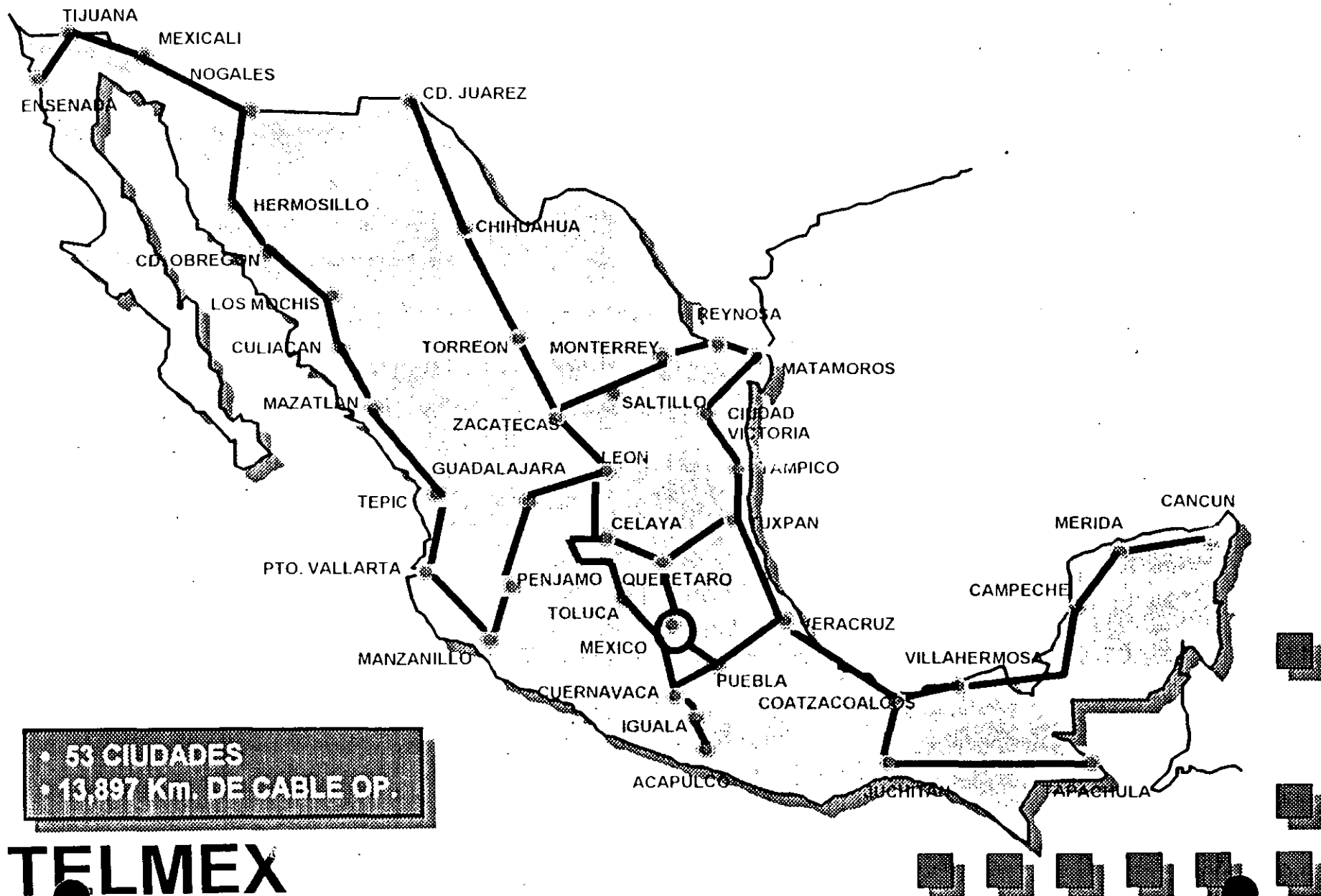
RED DE LARGA DISTANCIA

La red de Larga Distancia es la red principal y su función es la de realizar el transporte de señales a alta velocidad entre las distintas localidades. Se basa principalmente en el uso de fibra optica , equipo de transmisión de alta capacidad (SDH 2.5 GBPS) y equipo de interconexión digital para las velocidades de 140 MBPS.

TELMEX



RED DE FIBRA OPTICA DE LARGA DISTANCIA



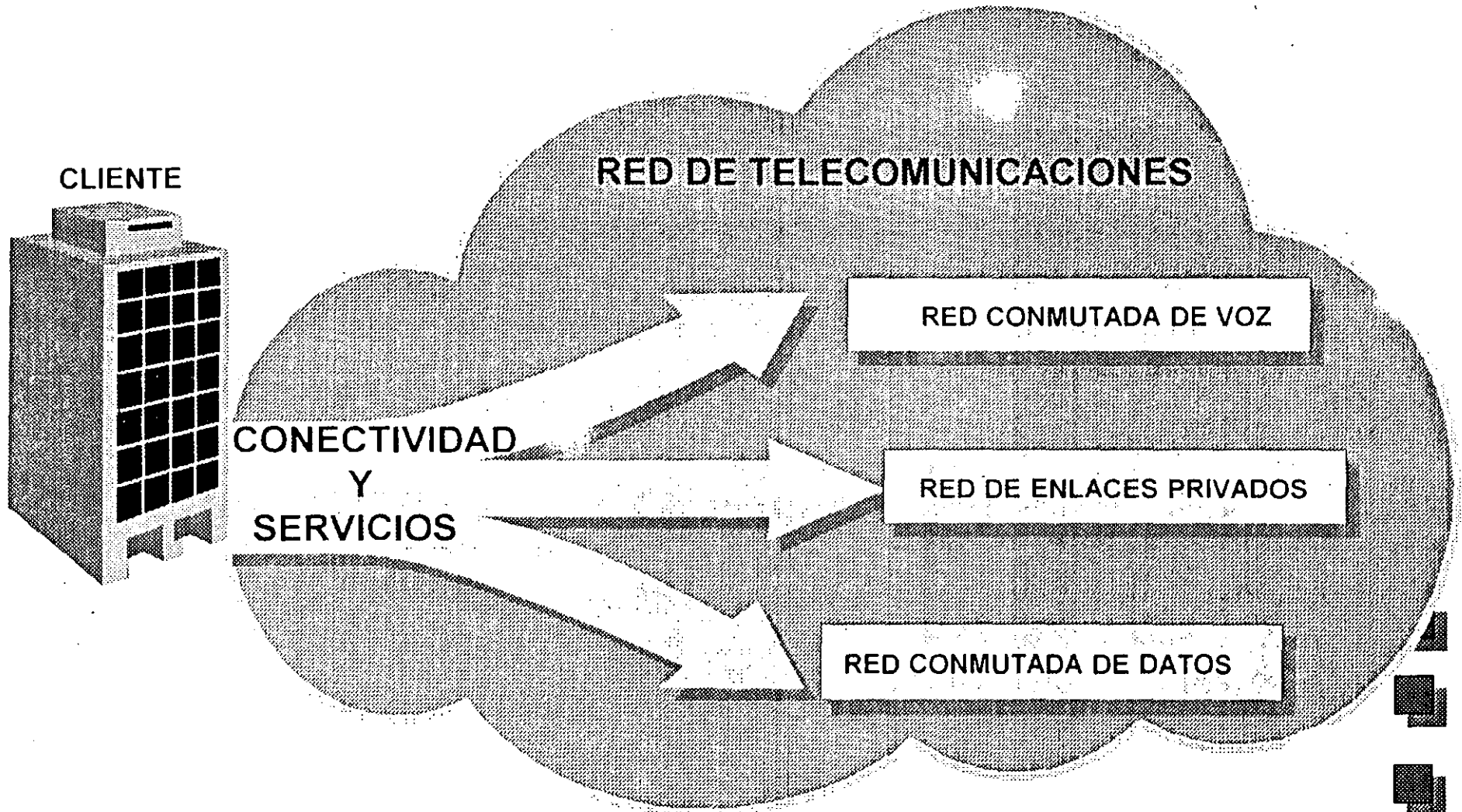
REDES FUNCIONALES

Las redes funcionales se caracterizan por el tipo de servicio que ofrecen y tienen como denominador común el uso compartido de las redes de acceso ,local y l.d.

TELMEX



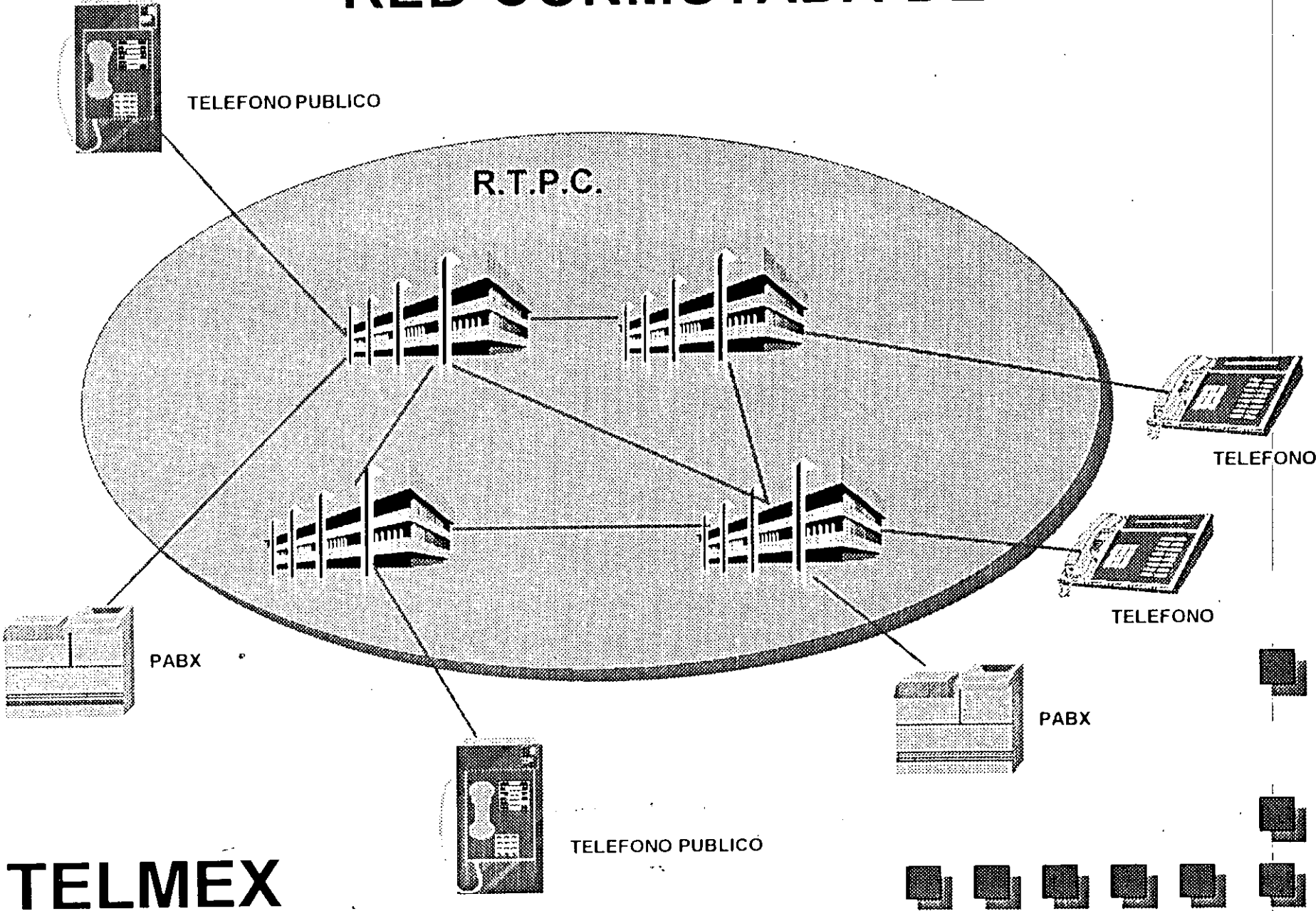
REDES FUNCIONALES



TELMEX

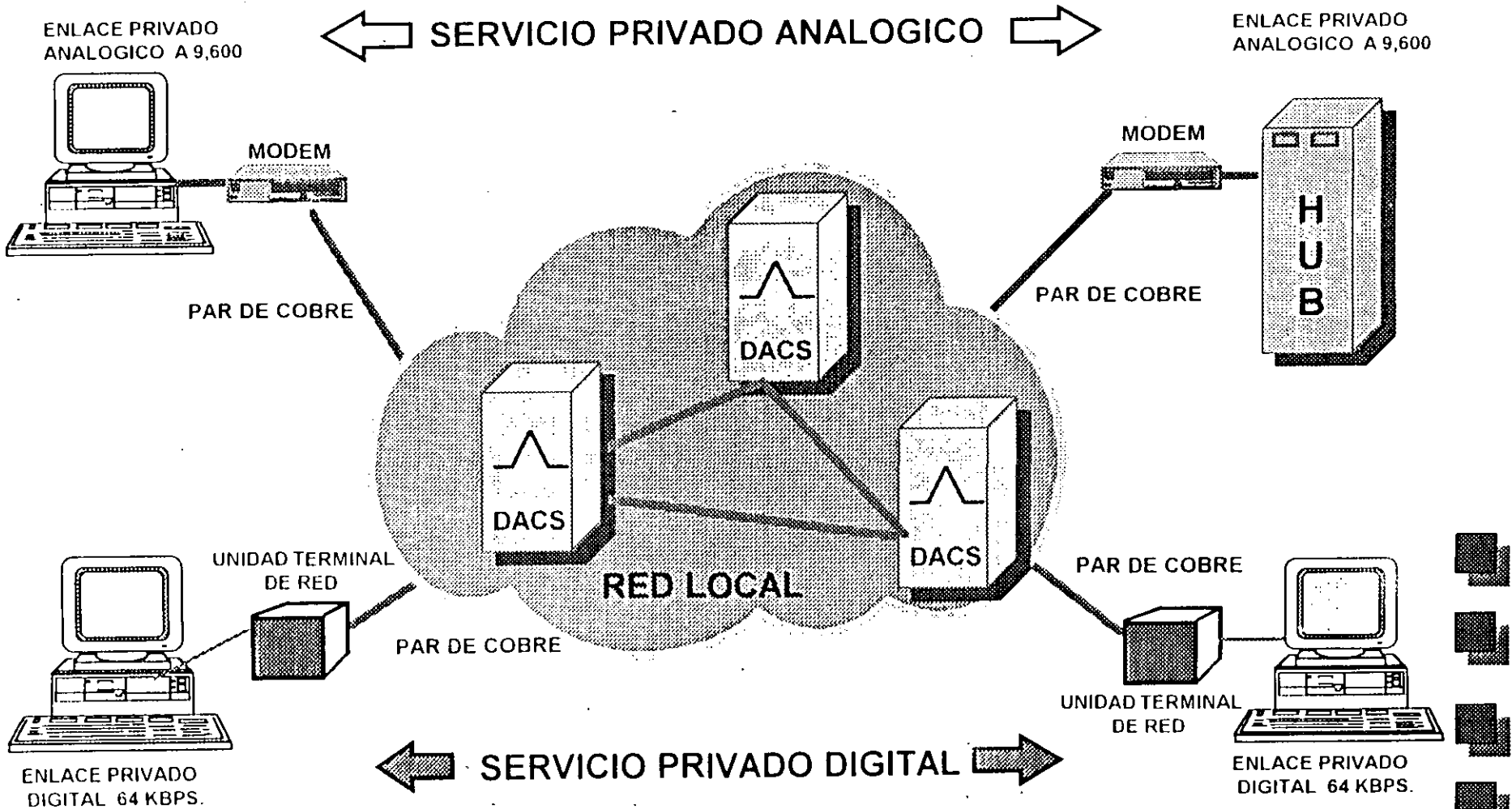


RED CONMUTADA DE VOZ



TELMEX

RED DE SERVICIOS PRIVADOS

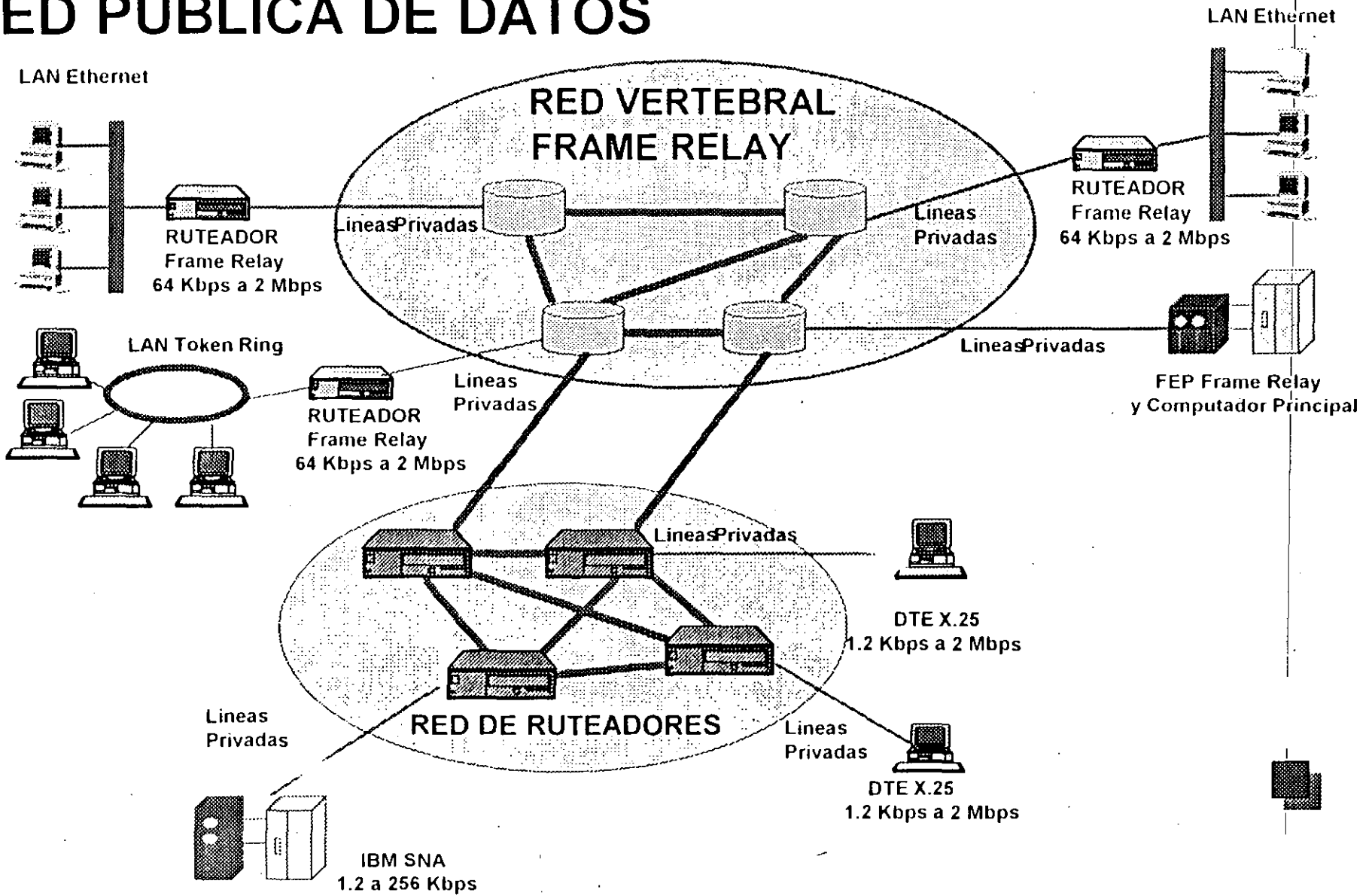


TELMEEX



17

RED PUBLICA DE DATOS

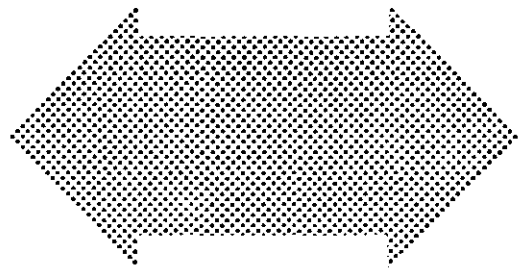
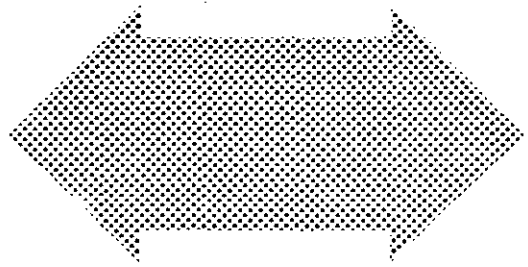
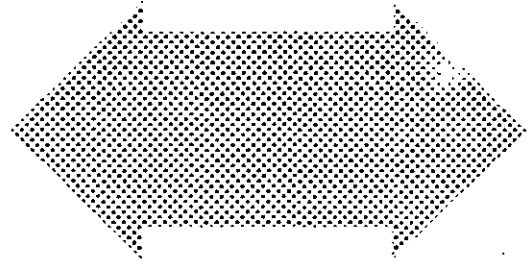
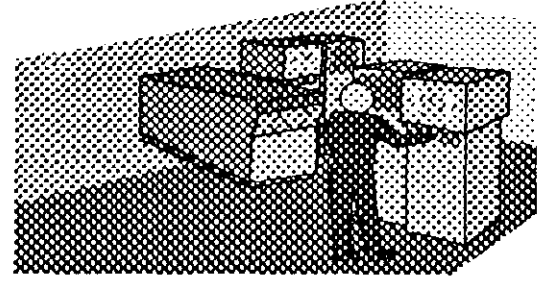


TELME



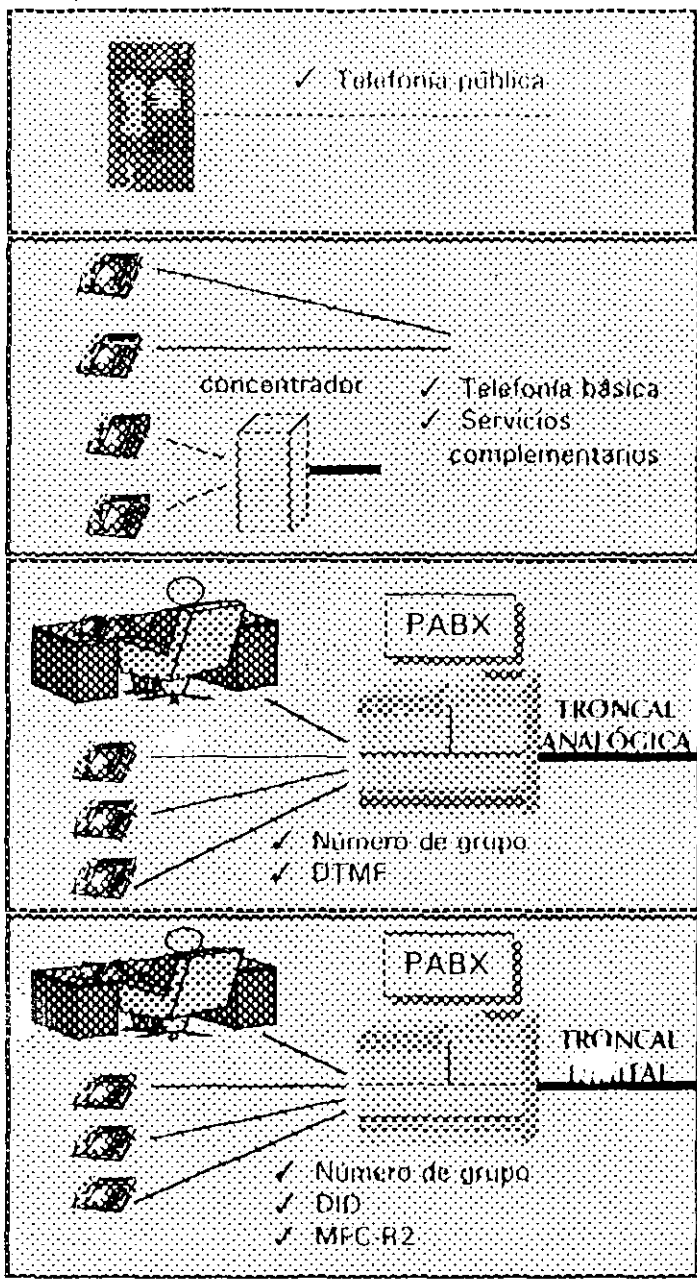
SERVICIOS CONMUTADOS DE VOZ

CENTRAL DE CONMUTACION

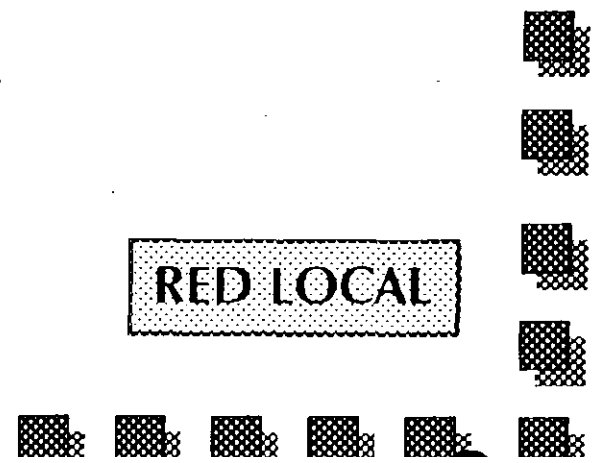


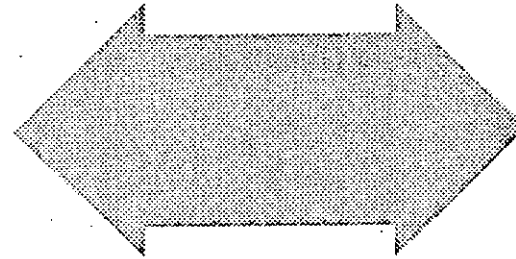
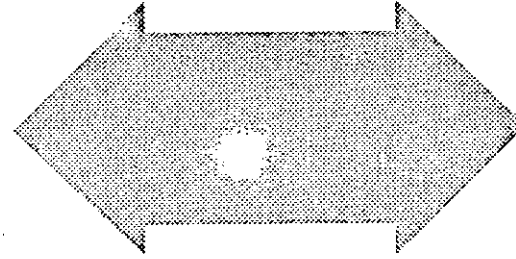
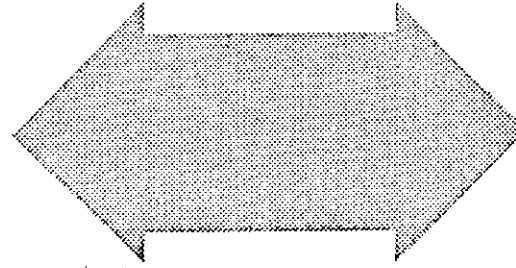
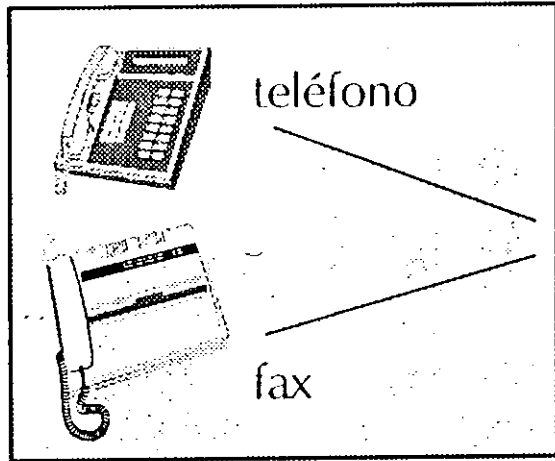
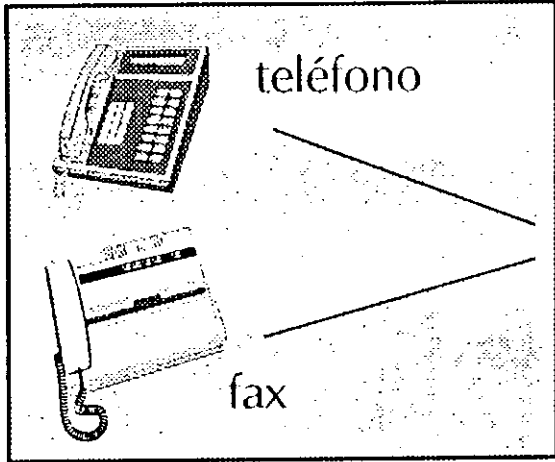
RED DE ACCESO

RED LOCAL



TELMEX

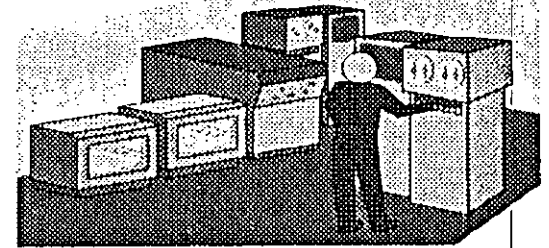




RED DE ACCESO

SERVICIO
BUZÓN DE VOZ
Y FAX

CENTRAL DE CONMUTACIÓN



Buzón de voz



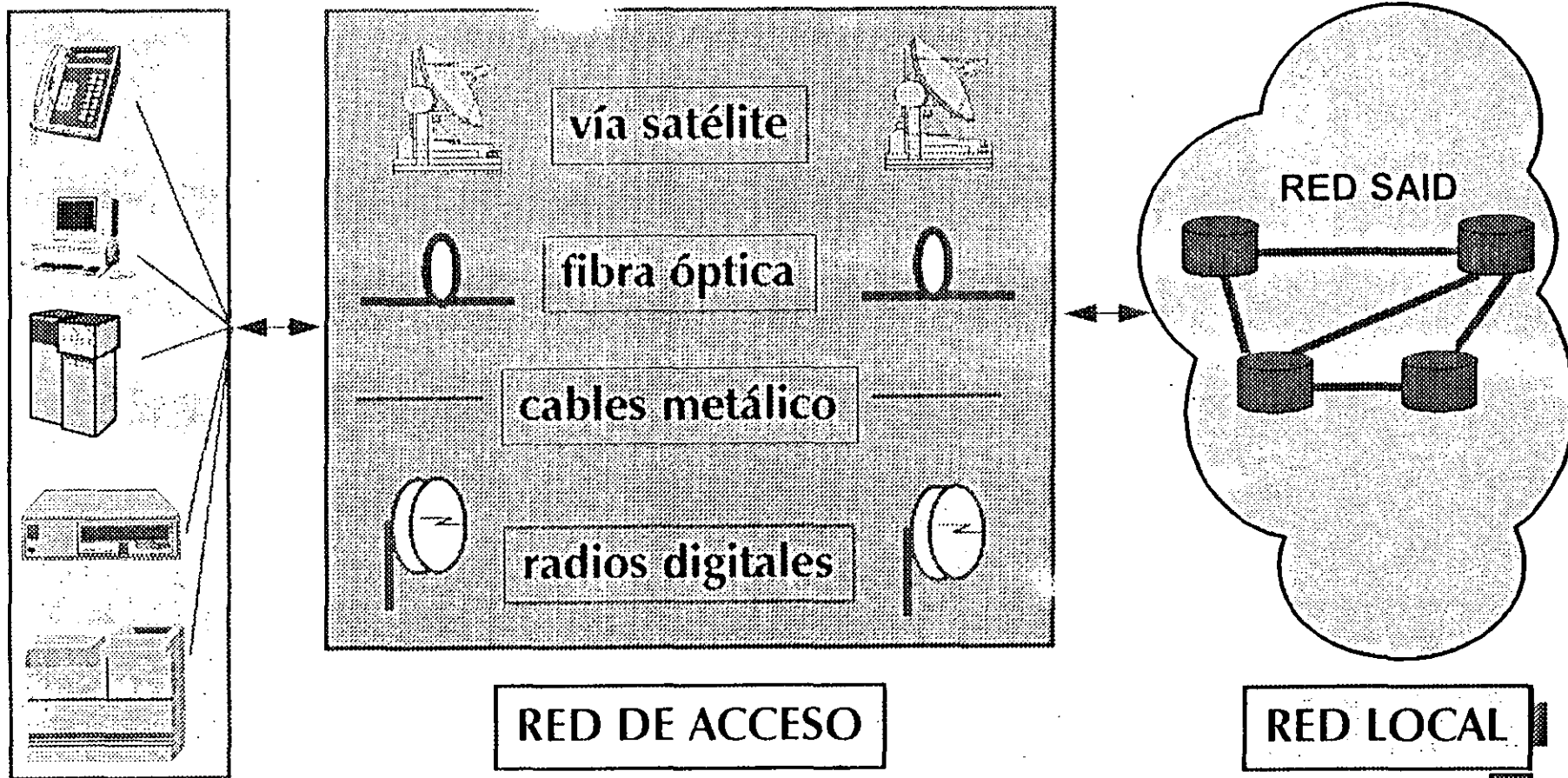
Buzón de fax

RED LOCAL

TELMEX

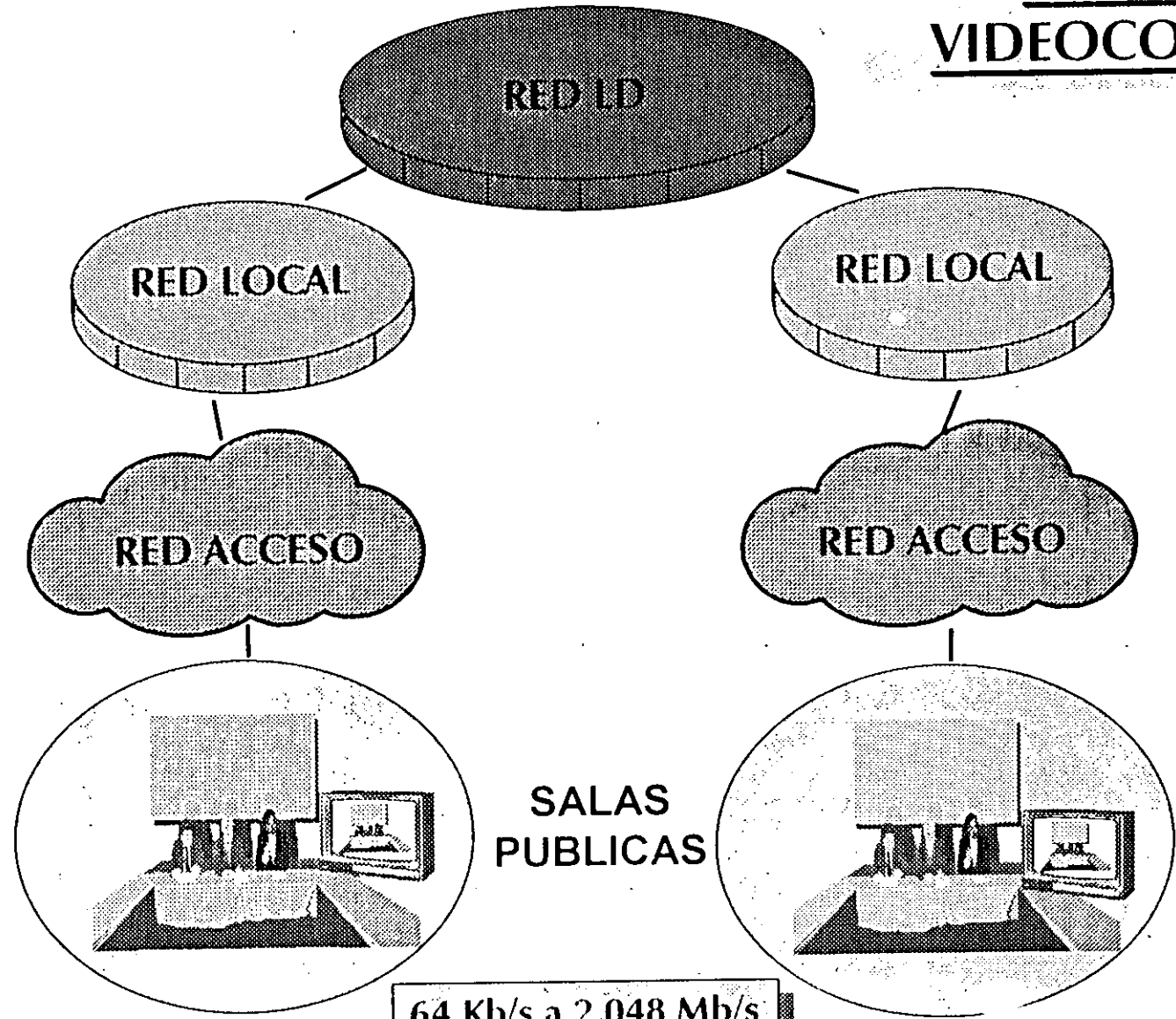


SERVICIOS PRIVADOS DIGITALES



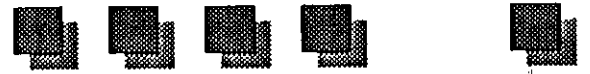
1200 bps-9600 bps
64 Kbps
N x 64 Kbps
2.048 Mbps

SERVICIOS DE VIDEOCONFERENCIA

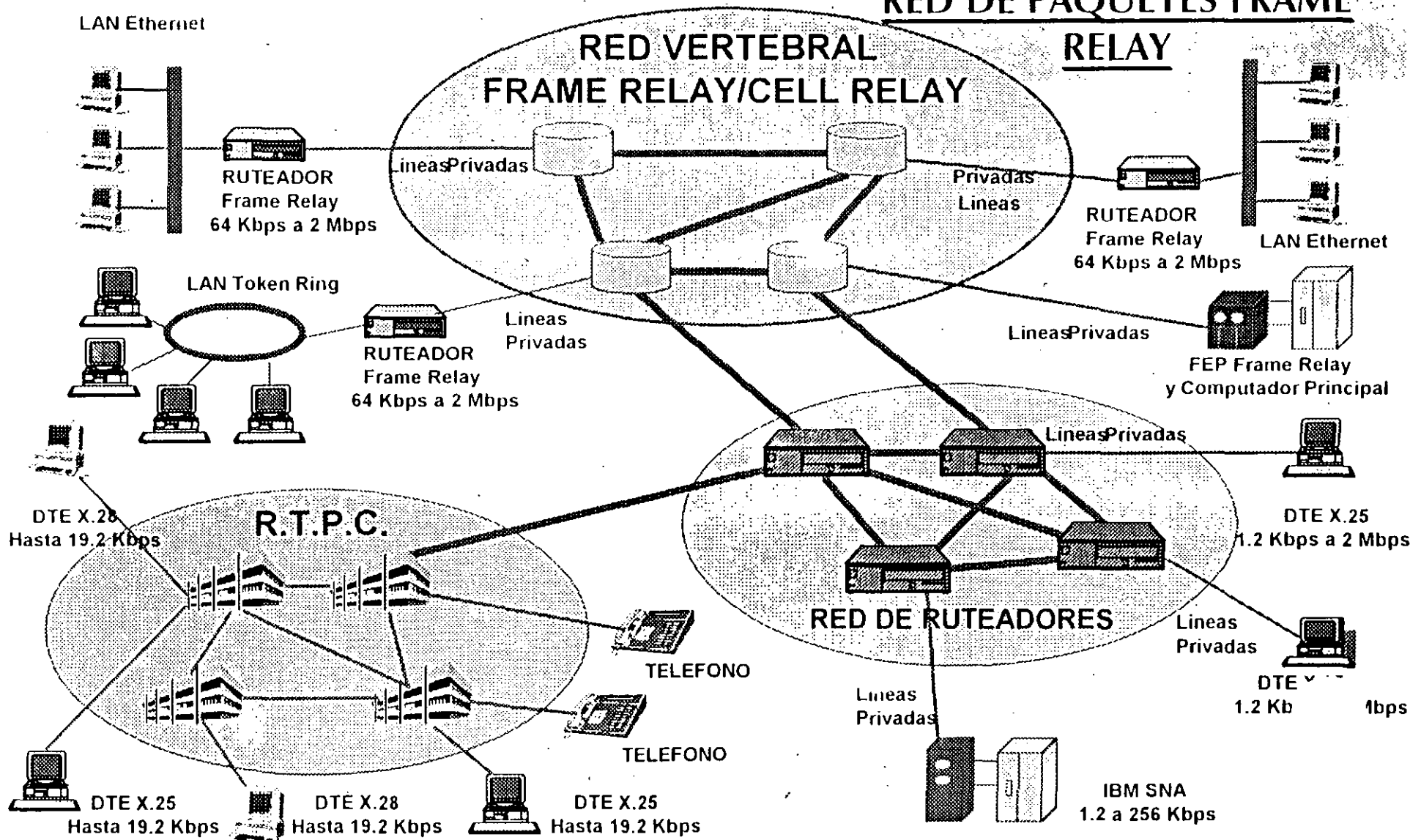


64 Kb/s a 2,048 Mb/s

TELMEX



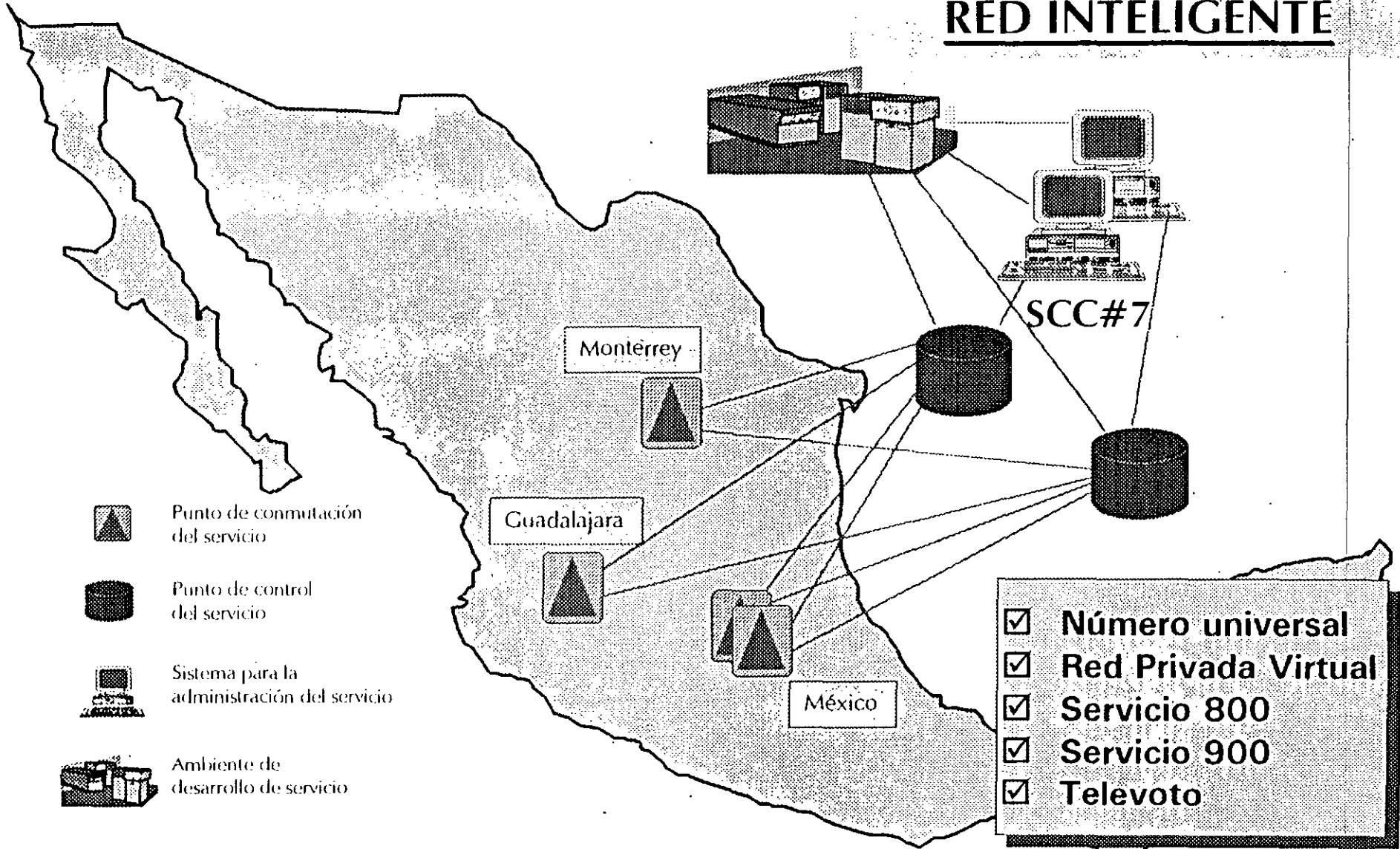
NUEVOS SERVICIOS RED DE PAQUETES FRAME RELAY



TELMEX



NUEVOS SERVICIOS RED INTELIGENTE



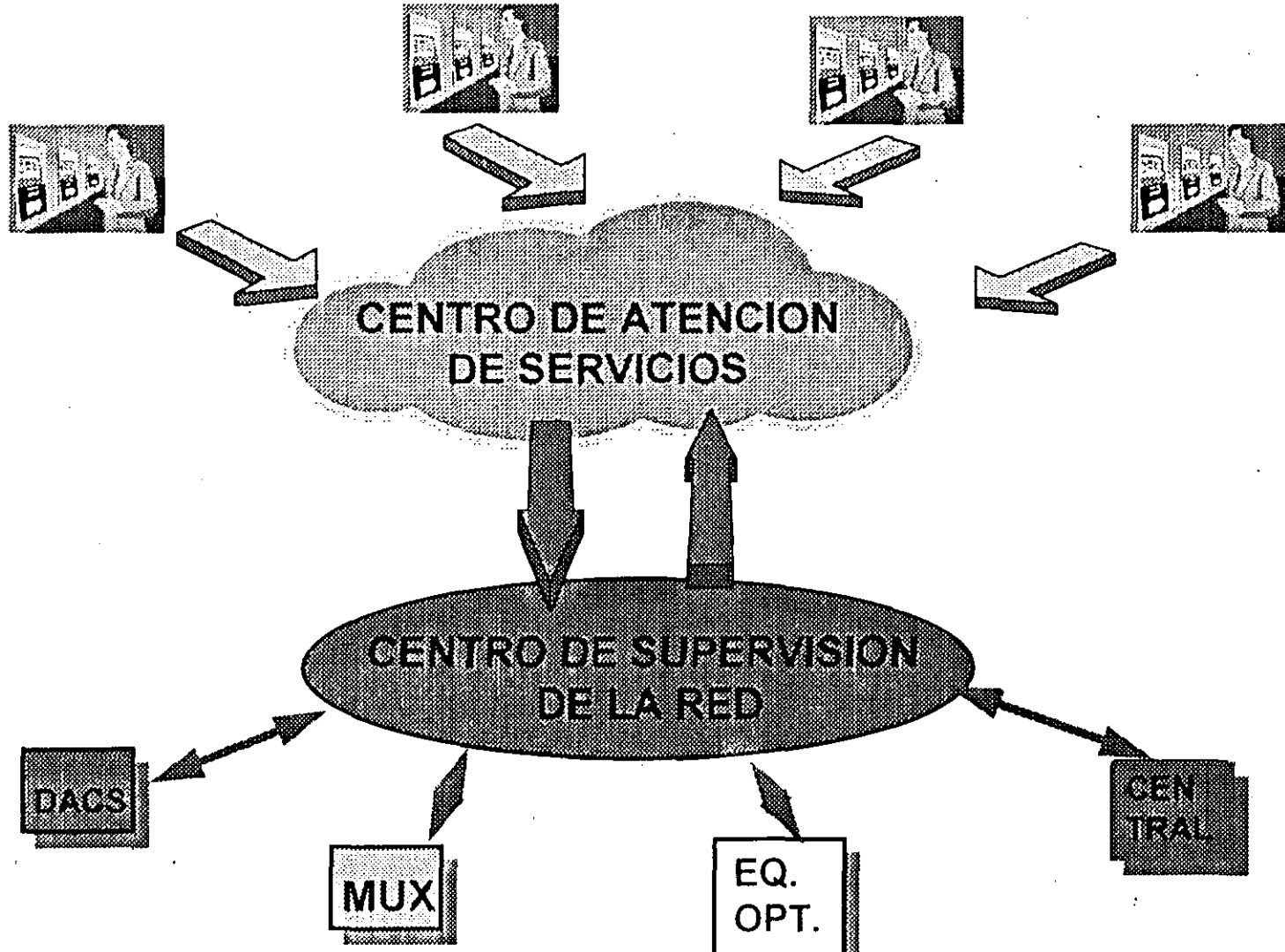
43

- Número universal
- Red Privada Virtual
- Servicio 800
- Servicio 900
- Televoto

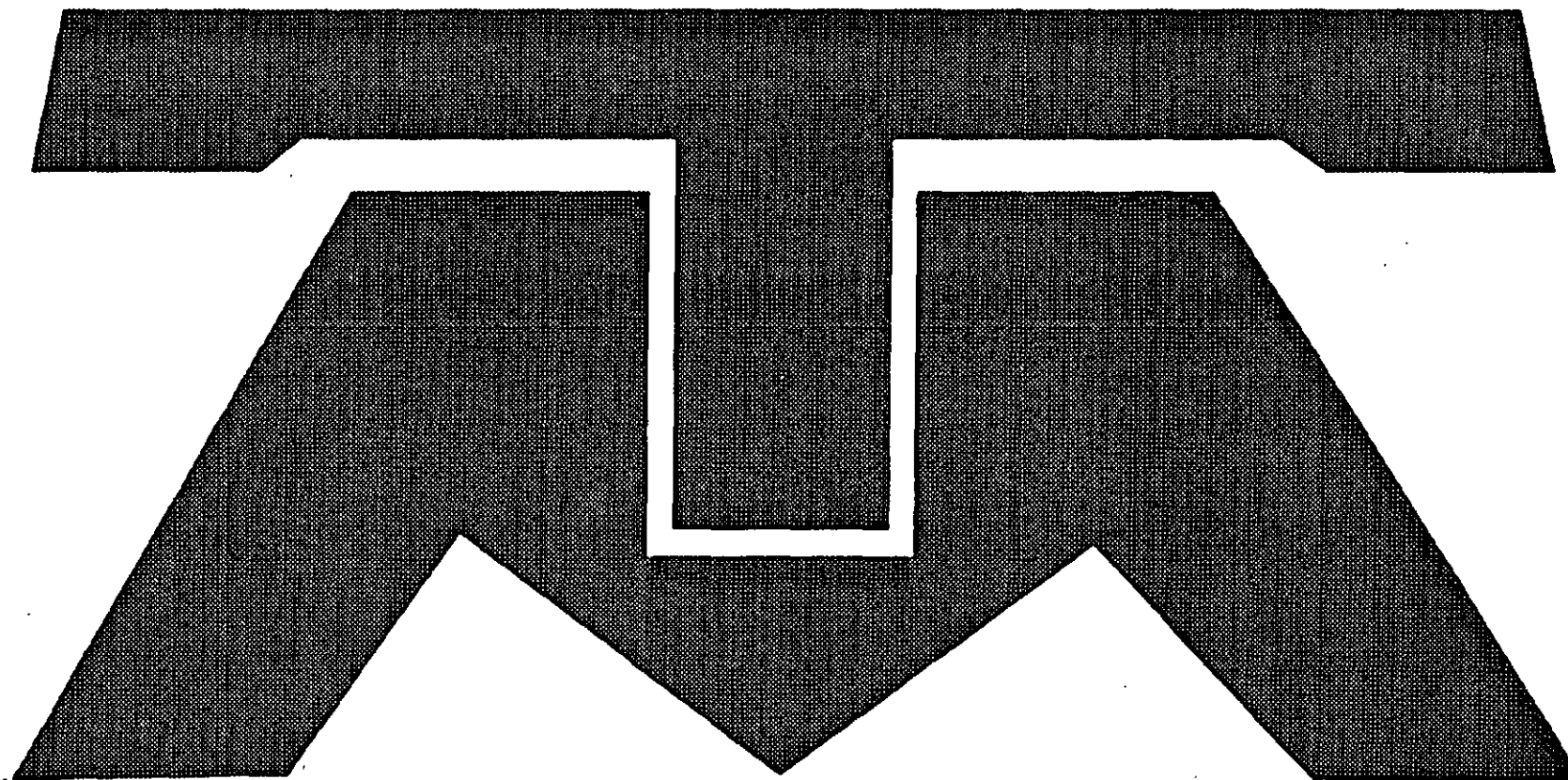
TELMEX



CENTROS DE ATENCION Y MONITOREO DE RED

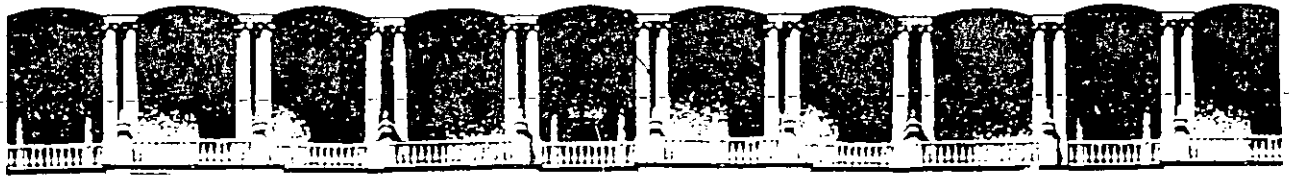


TELEFONOS DE MEXICO SA



TELMEX





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

IV CURSO INTERNACIONAL EN TELECOMUNICACIONES

III MODULO

REDES DIGITALES: ACTUALIDAD Y PERSPECTIVA

TRASMISION CELULAR DE DATOS C.D.P.D.

ING. JORGE GONZALEZ Y
GONZALEZ

CDPD

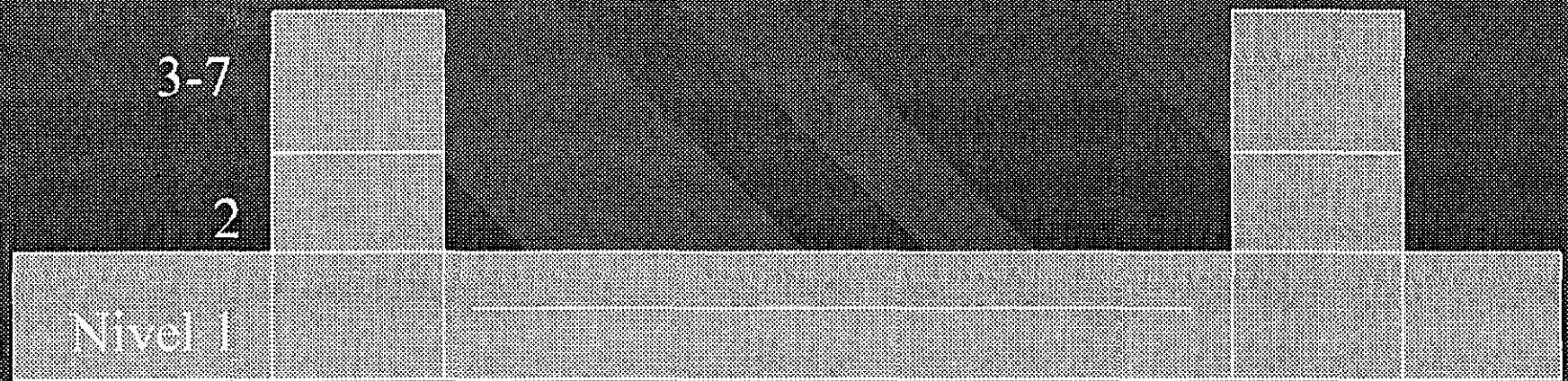
CELLULAR DIGITAL PACKET
DATA

- CONMUTACION DE CIRCUITOS

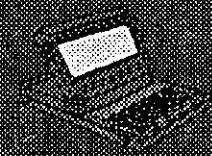
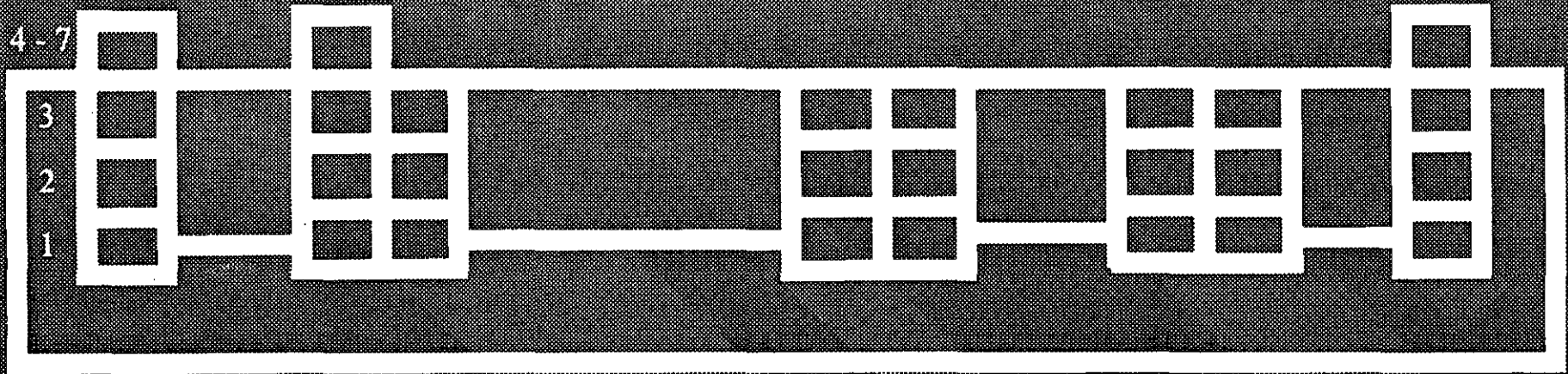
- CONMUTACION DE PAQUETES

CONMUTACION DE CIRCUITOS

Modelo OSI



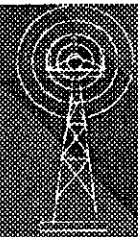
CONMUTACION DE PAQUETES.



TERMINAL



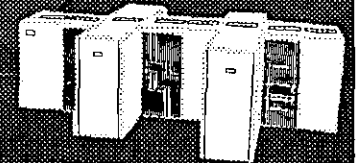
RADIO
MODEM



ESTACION
BASE



RED
BACKBONE



COMPUTADOR
ANFITRION
(HOST)

PRUEBAS:

- BELL ATLANTIC
- GTE
- M^C CAW

ARQUITECTURA :

- SOBREPUESTA A LA RED CELULAR.
- ENVIA DATOS EN PAQUETES DURANTE LOS TIEMPOS DE REPOSO SOBRE LOS CANALES DE VOZ.
- UTILIZA PROTOCOLOS Y SERVICIOS DEL NIVEL 3 Y SUPERIORES DEL MODELO OSI.
- COMBINA TECNICAS DE CORRECCION / DETECCION PARA LA RETRANSMISION DE PAQUETES.

COMO LO HACE ?

- “ SNIFFER “ : DISPOSITIVO QUE ENCUENTRA UN CANAL DE VOZ VACANTE, Y LO UTILIZA PARA CDPD.

APLICACIONES:

- CORREO ELECTRONICO
- VERIFICACION DE CREDITO
- CAPTURA DE FACTURACION
- LECTURA DE MEDIDORES
- DESPACHO / ENTREGA
- ADMON. DE FLOTILLAS
- FAX
- CONTROL DE INVENTARIOS
- ACCESO A BASES DE DATOS
- SERVICIOS DE CODIGO DE BARRAS
- TERMINALES PUNTO DE VENTA
- ENVIO DE ALARMAS

MERCADO POTENCIAL : ?



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

IV CURSO INTERNACIONAL EN TELECOMUNICACIONES

MODULO III

REDES DIGITALES : ACTUALIDAD Y PERSPECTIVA

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

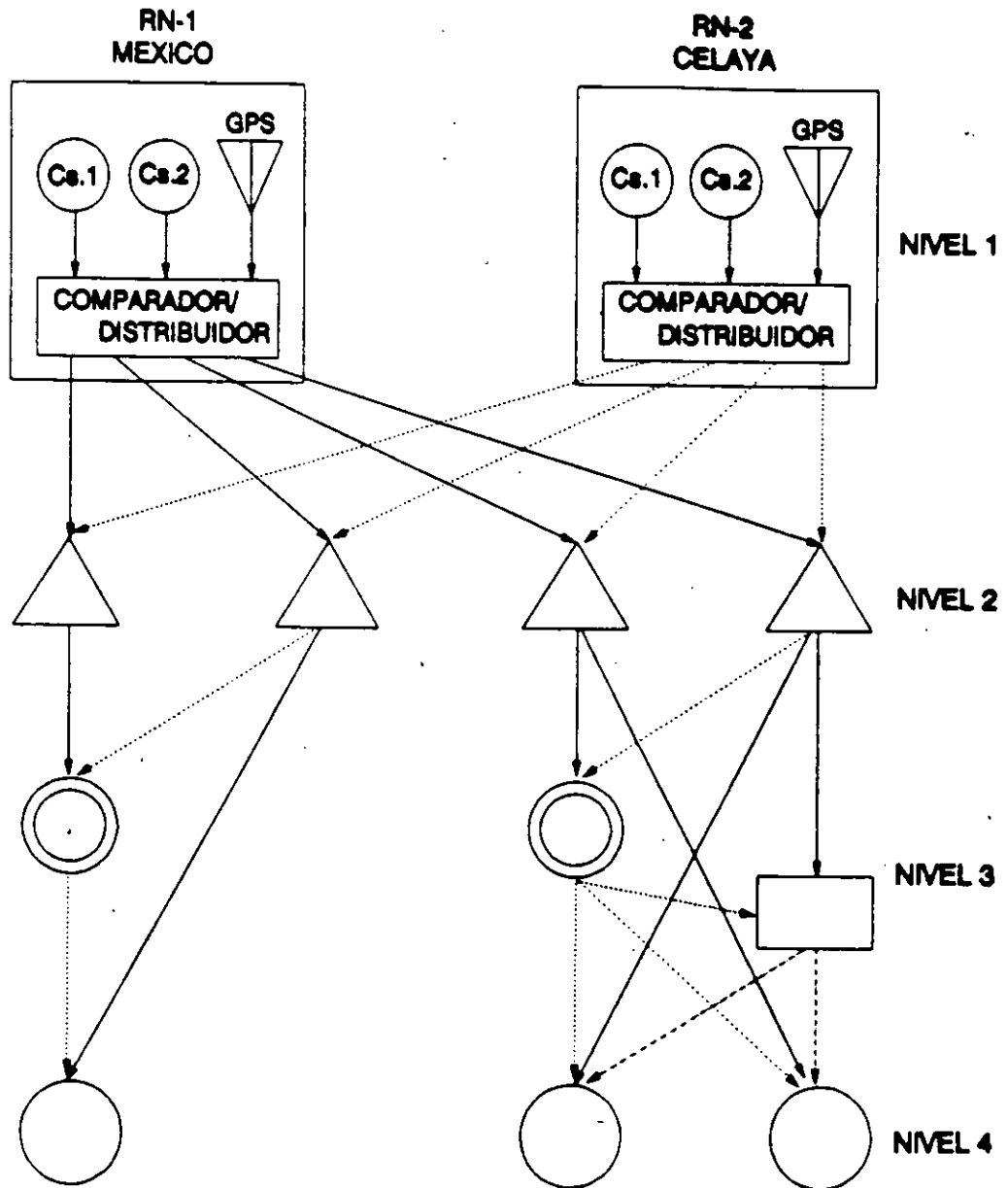
- En la red digital TELMEX, los relojes se clasifican de acuerdo a sus características, como se muestra en la siguiente tabla.

TIPO DE RELOJ	EXACTITUD	ESTABILIDAD (1/día)
I	1×10^{-11}	1×10^{-12}
II	1×10^{-10}	1×10^{-10}
III	1×10^{-9}	1×10^{-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
				PRINARIO	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 TERCARIA

ESTRUCTURA GENERAL DE SINCRONIZACION

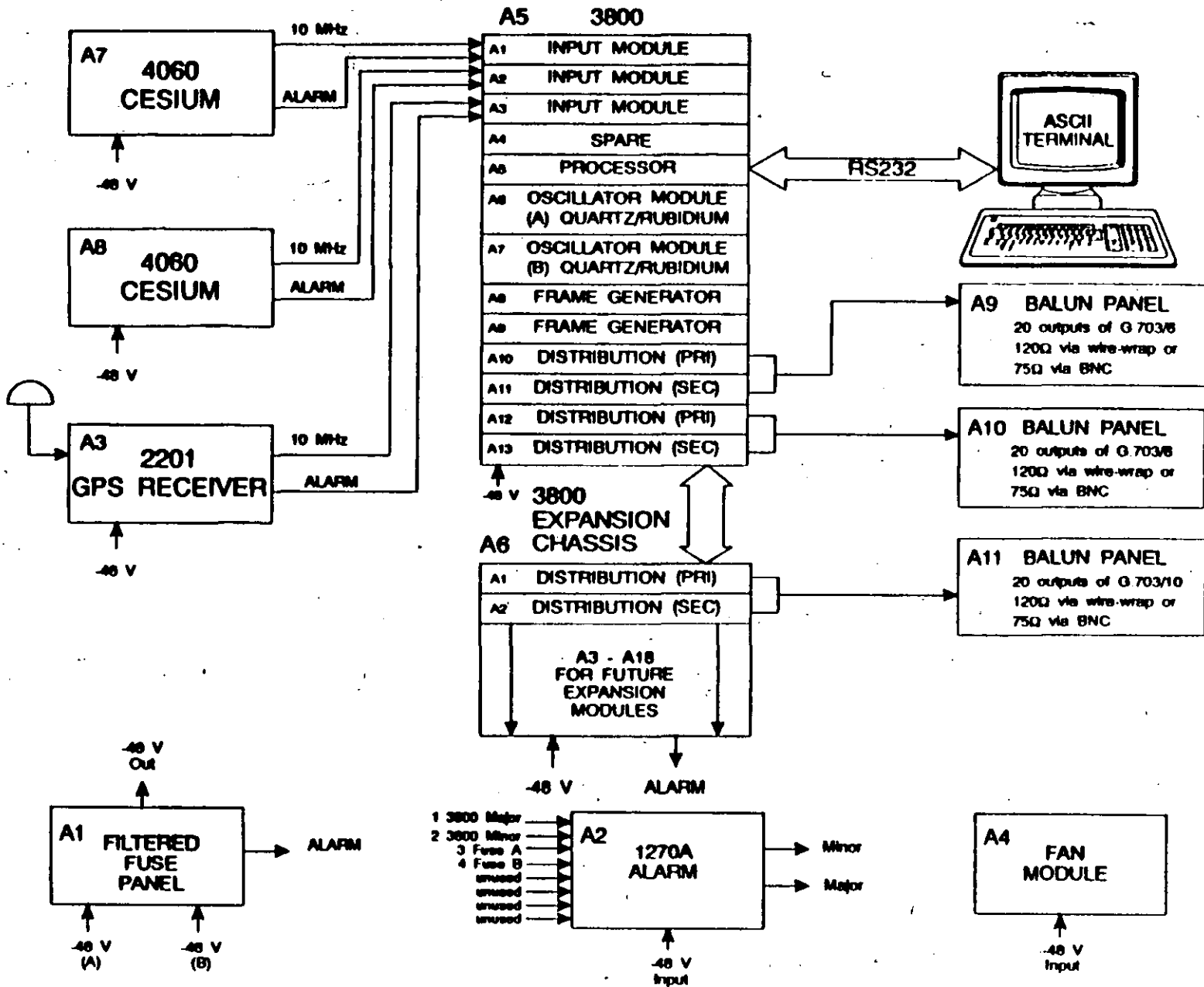
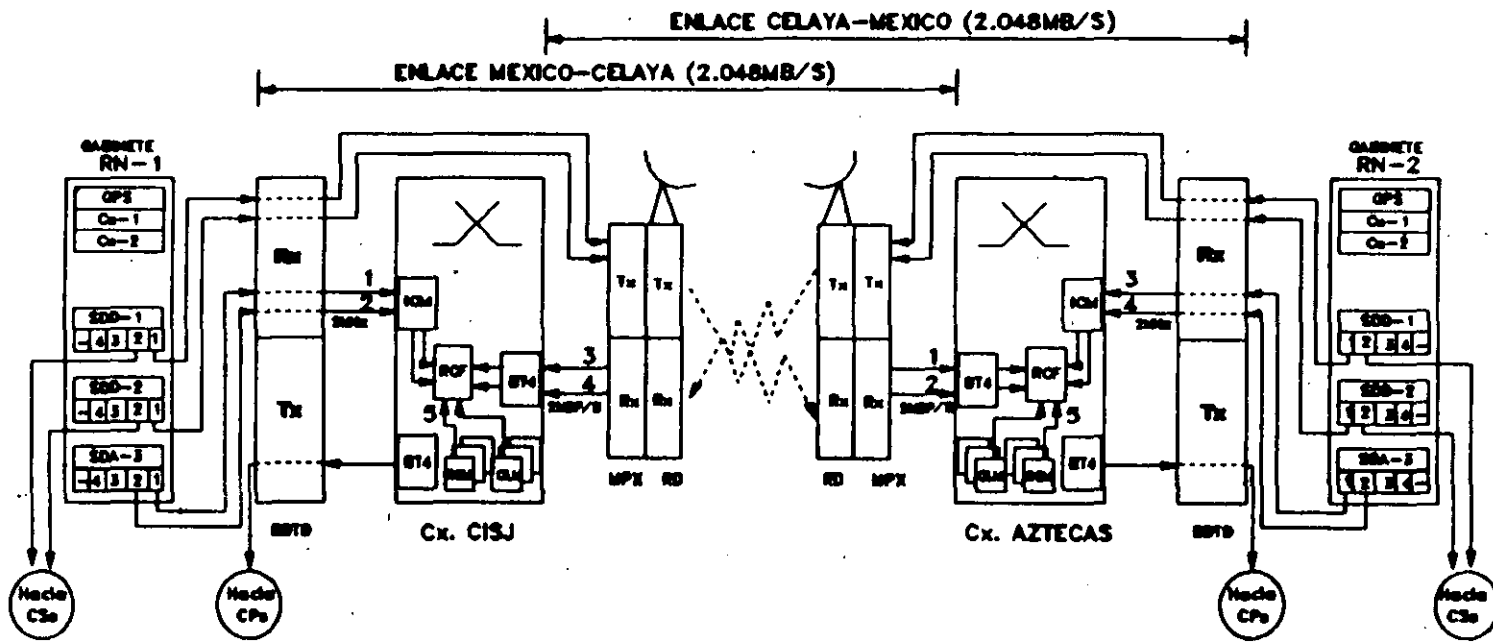


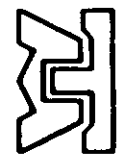
FIGURE 1 - BLOCK DIAGRAM MODEL 3150-9104



NOTAS:

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

DIAGRAMA DE CONEXION DE LAS DOS REFERENCIAS NACIONALES



TELÉFONOS DE MÉXICO, S. A. DE C. V.
 PLANEACION ESTRUCTURAL DE LA RED.
 SINCRONIZACION DE LAS CENTRALES DIGITALES DE TELMEX.

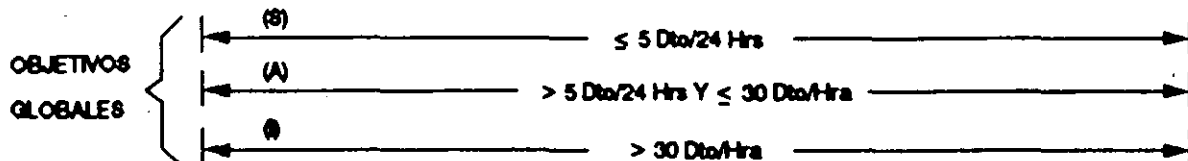
CID



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	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



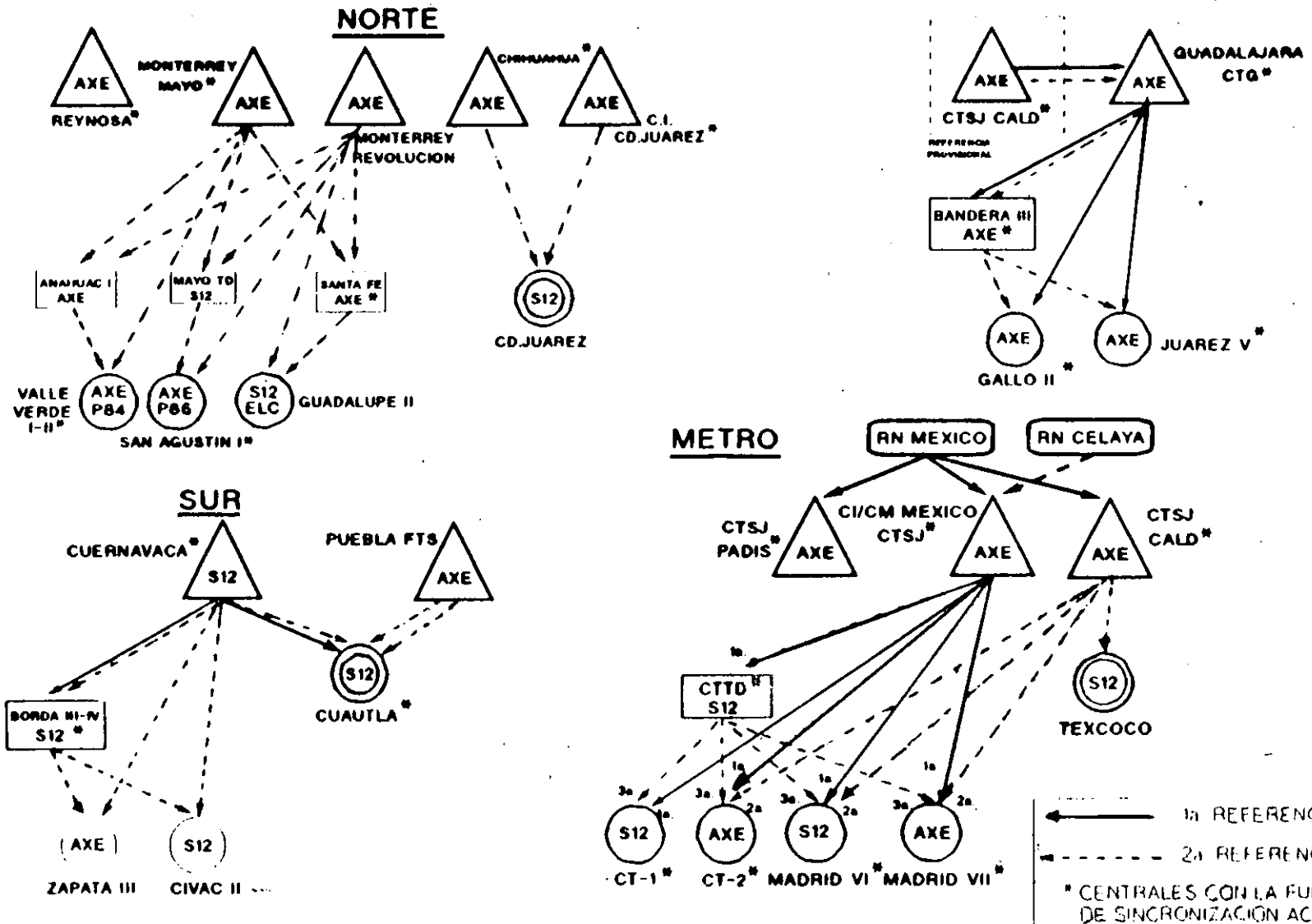
DISTRIBUCION ENTRE CENTRALES

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.



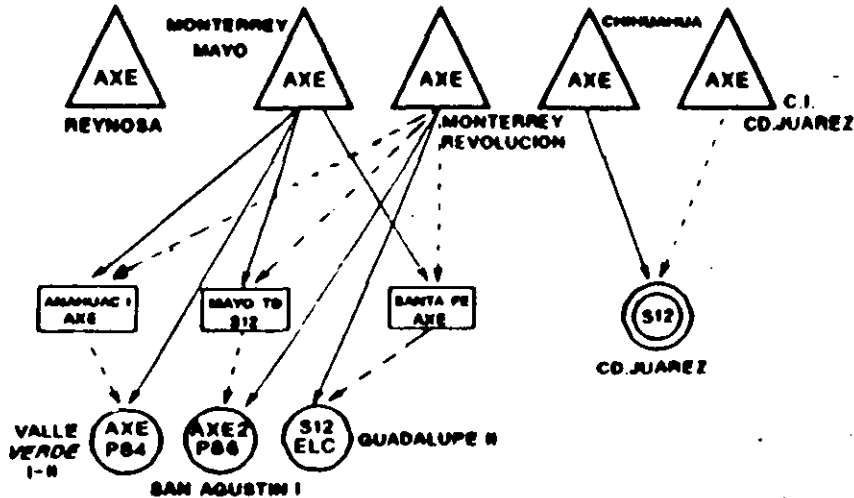
PRIMERA ETAPA DE INTRODUCCION DE LA SINCRONIA - ESTADO ACTUAL -



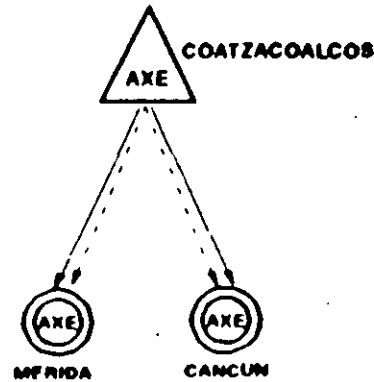


PRIMERA ETAPA DE INTRODUCCION DE LA SINCRONIA EN LA RED DIGITAL DE TELMEX

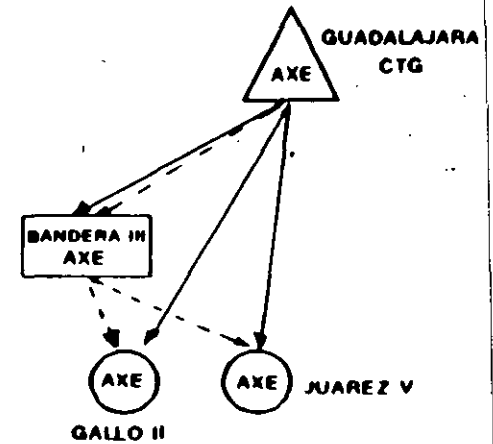
NORTE



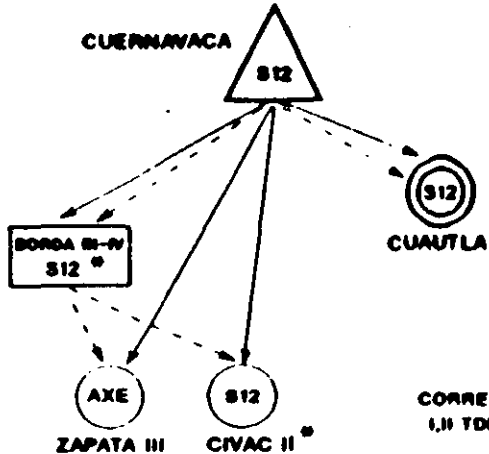
SURESTE



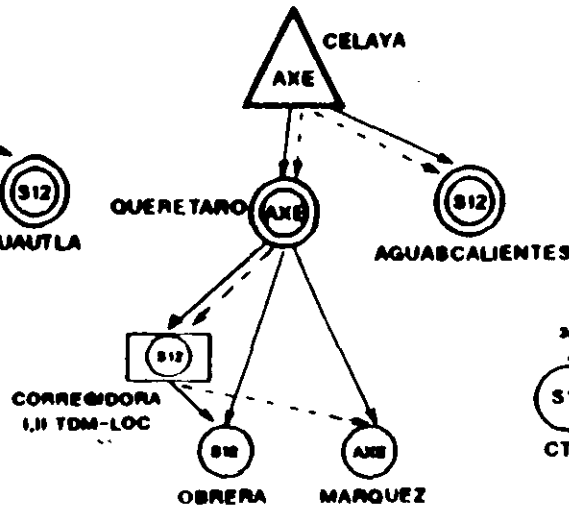
OCCIDENTE



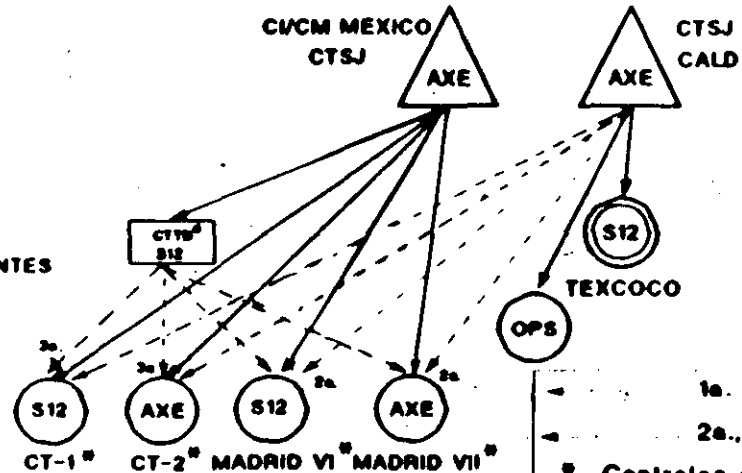
SUR



CENTRO



METRO



1a. REFERENCIA

2a., 3a. REFERENCIA

* Centrales con la función de sincronización activada.



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

IV CURSO INTERNACIONAL EN TELECOMUNICACIONES

MODULO III

REDES DIGITALES: ACTUALIDAD Y PERSPECTIVA

R. D. S. I. CONCEPTOS

ING. ANGELICA MORENO
ARGUELLO

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.

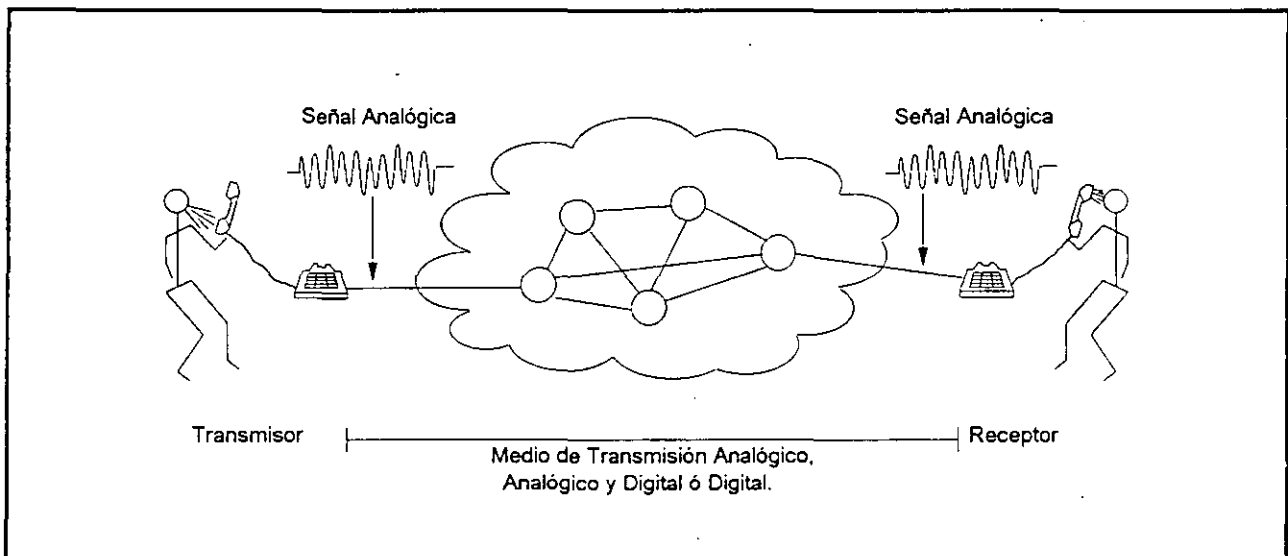


Fig. 1. Línea de usuario en la actual Red Telefónica.

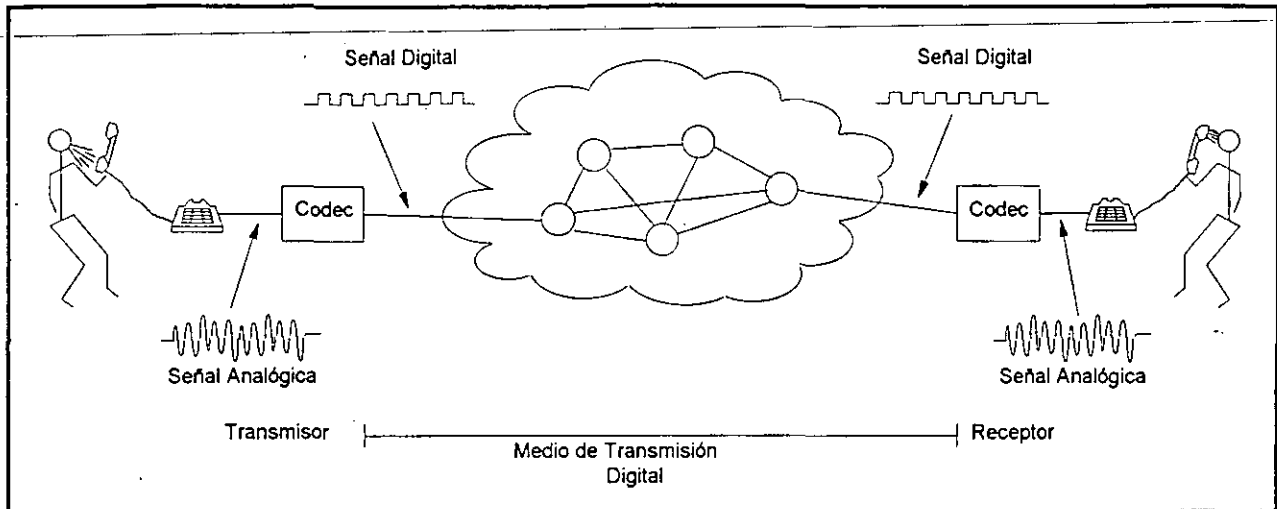


Fig. 2. Línea de usuario con la RDSI.

¿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.

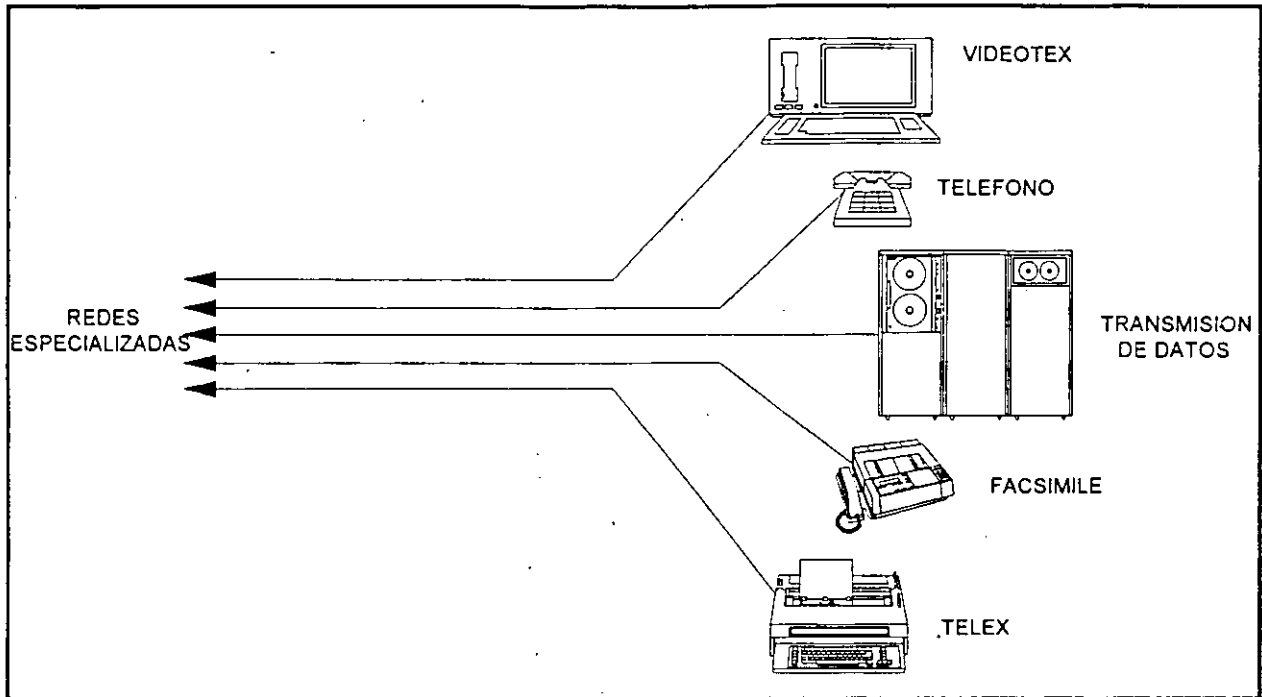


Fig. 3. Acceso a los servicios de telecomunicaciones en la actualidad (sin la RDSI).

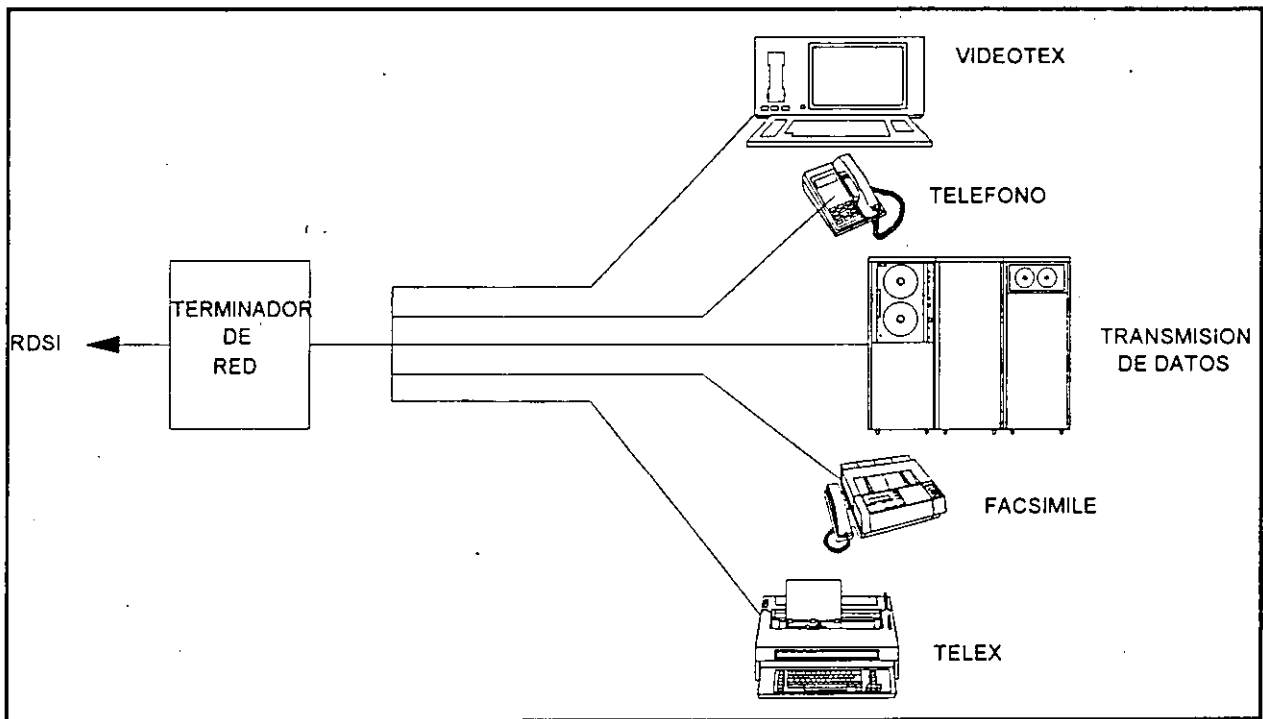


Fig. 4. Acceso a los servicios de telecomunicaciones con la RDSI.

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.

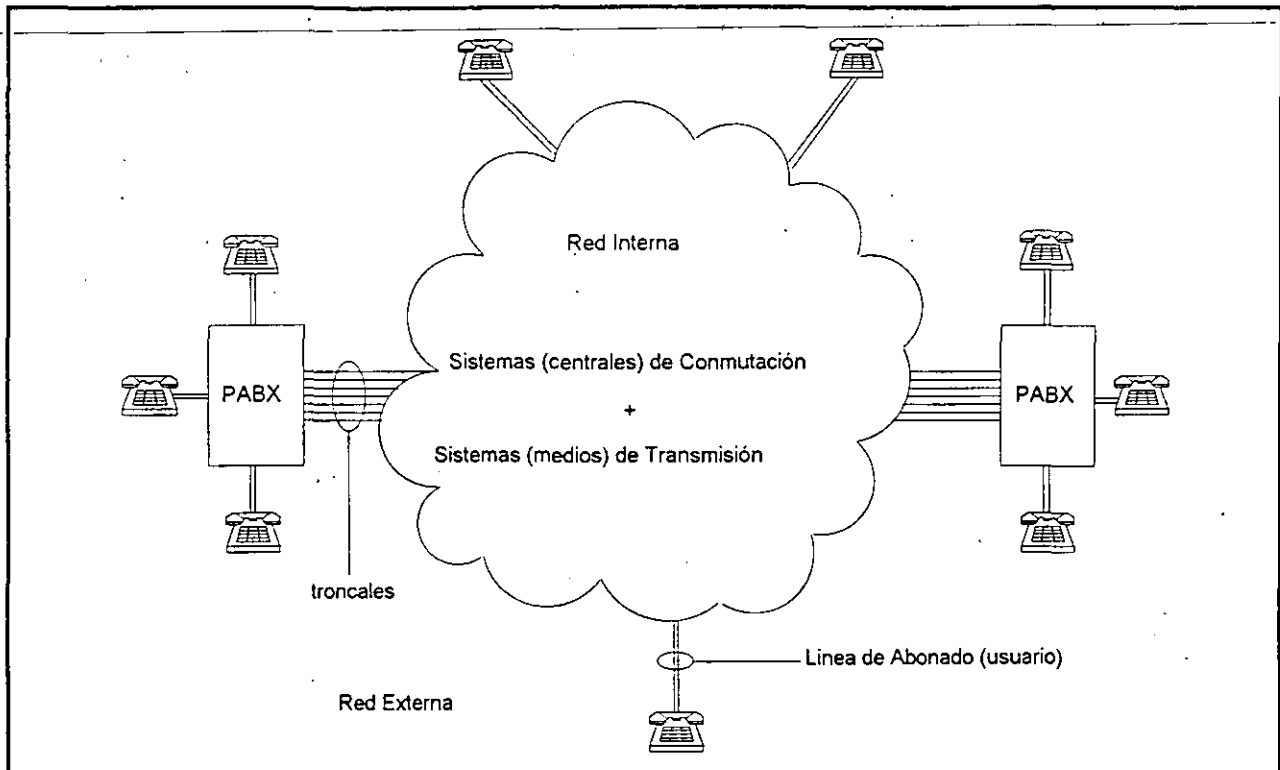


Fig. 5. Red Telefónica.

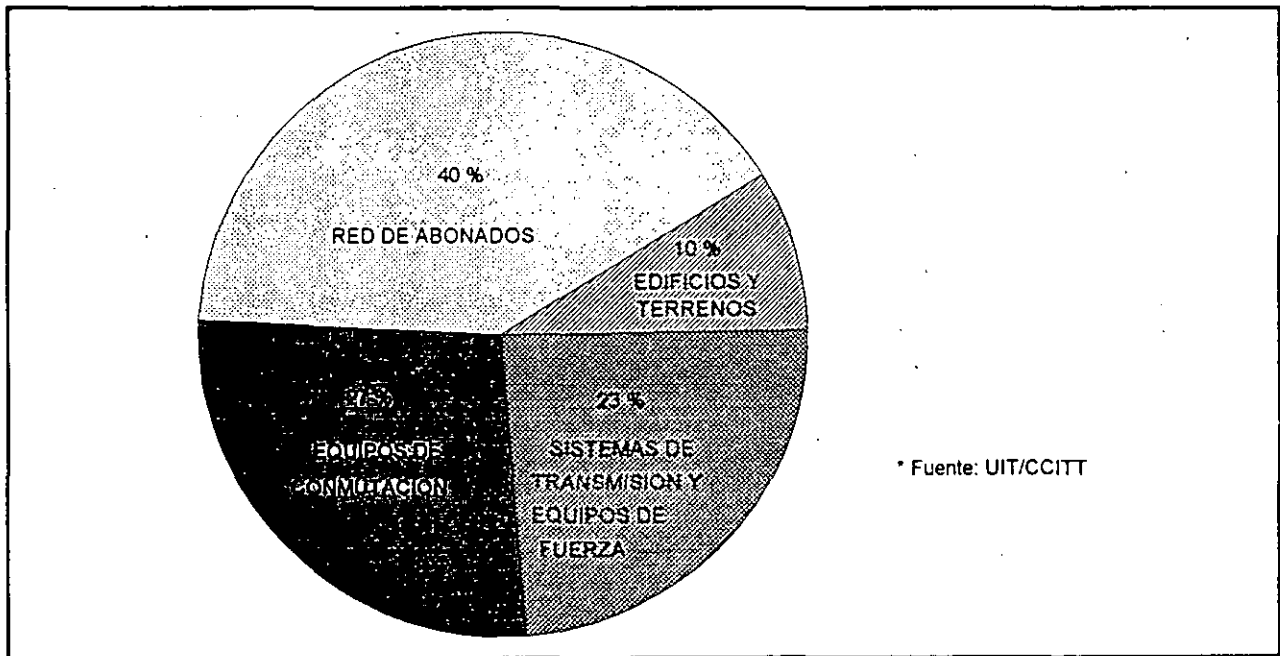


Fig. 6. Inversión en la red telefónica.

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 subscriptores 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

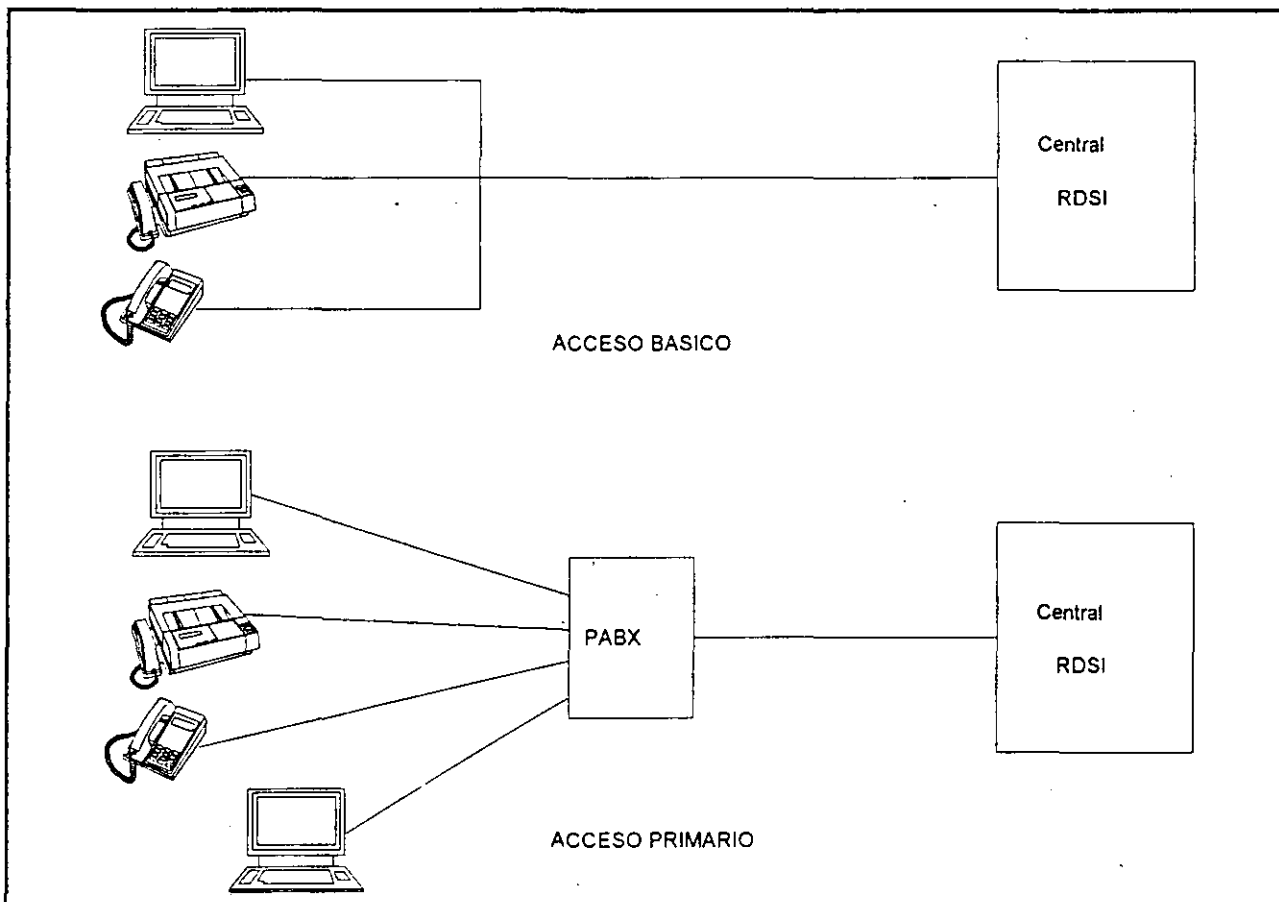


Fig. 7. Tipos de Acceso a la RDSI.

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 interfaces que existen en el lado del usuario para conectarse a la red pública RDSI, la cual se muestra en la fig. 8.

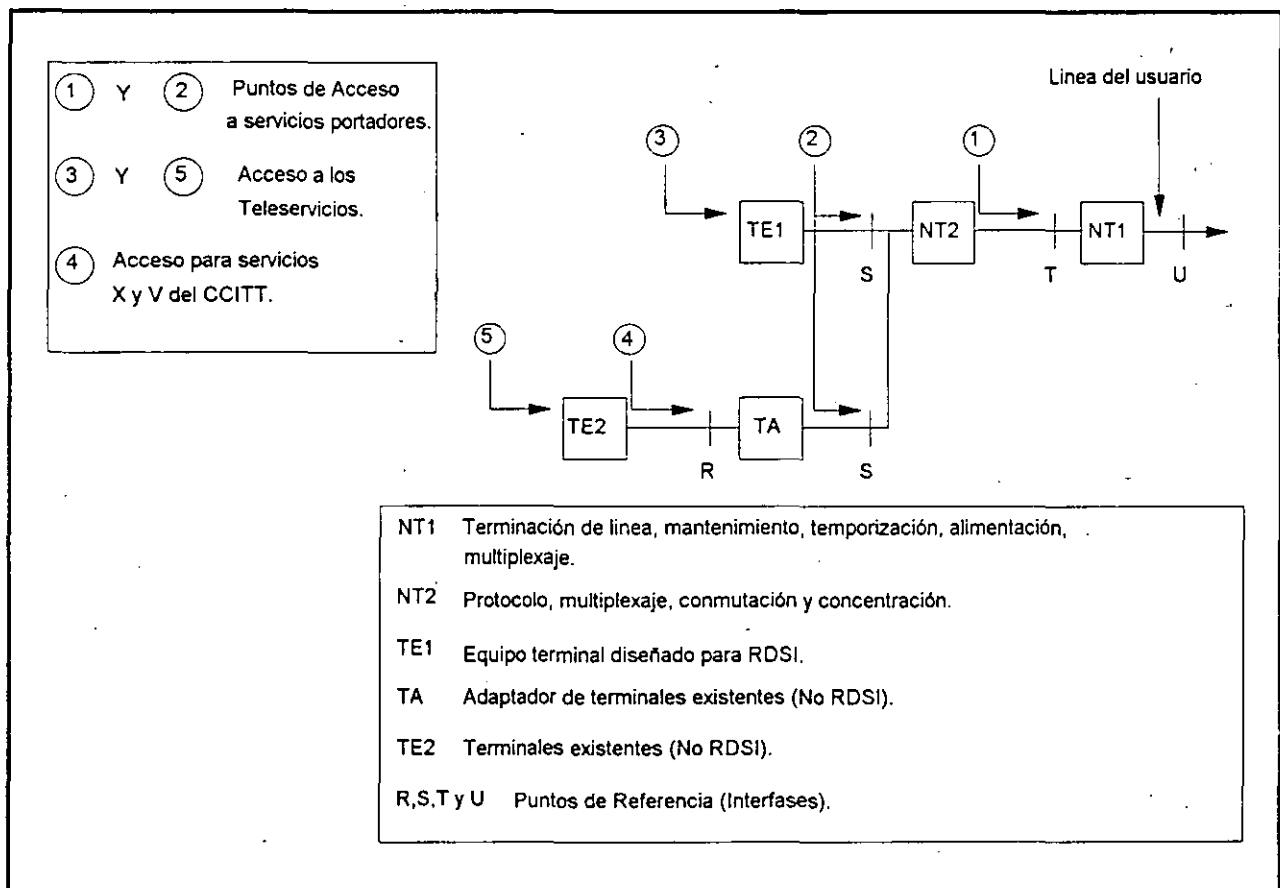


Fig. 8. Configuración de Referencia para las interfases usuario-red en la RDSI.

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.

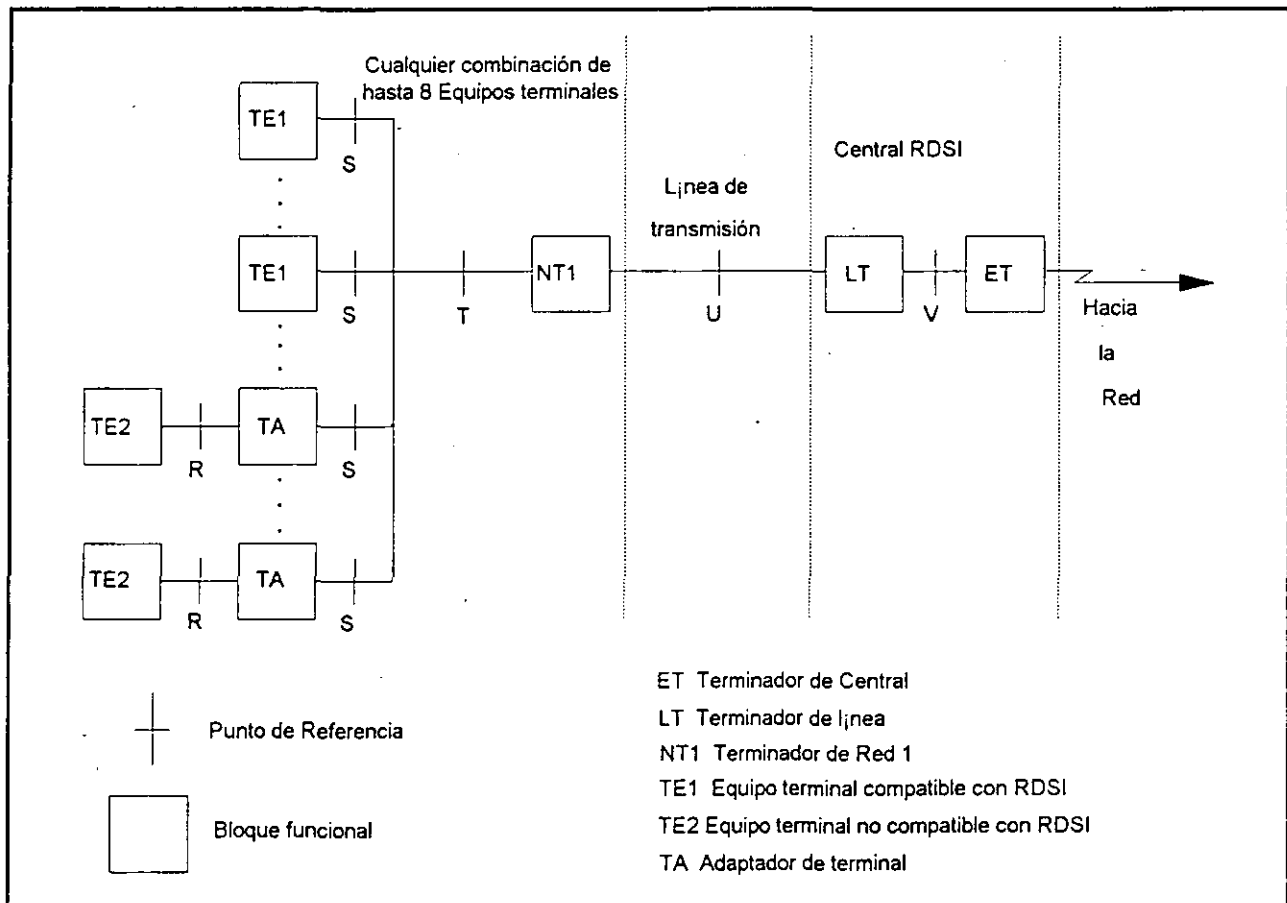


Fig. 9. Ejemplo de la conexión de un usuario a la RDSI.

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", lo 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 niveles 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 LÍNEA DE ABONADO (INTERFASE U)

TRANSMISIÓN A 4 HILOS

Por supuesto, esta técnica no tiene posibilidades en la práctica ya que todos los subscriptores 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 está 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 subscritor.

Una de las 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 subscriber debido a la asimetría en la transmisión; por lo que esta técnica ha sido abandonada. Véase fig. 10.

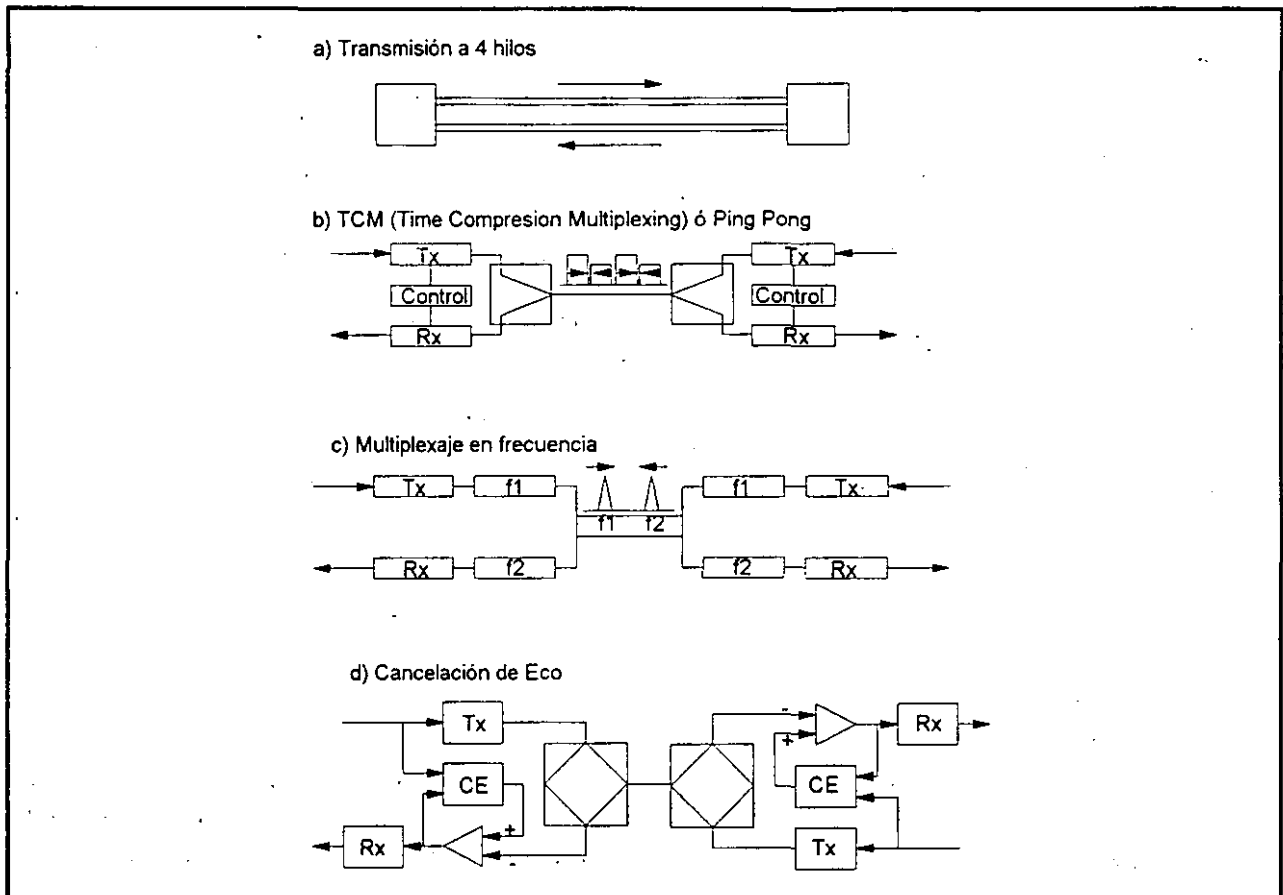


Fig. 10. Métodos de transmisión en la línea de abonado (Interfase U).

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 estas características son el bifase, bipolar, 4B3T y 2B1Q. El código determina la complejidad de su implementación en Circuitos Integrados, por ejemplo 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 línea, 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.

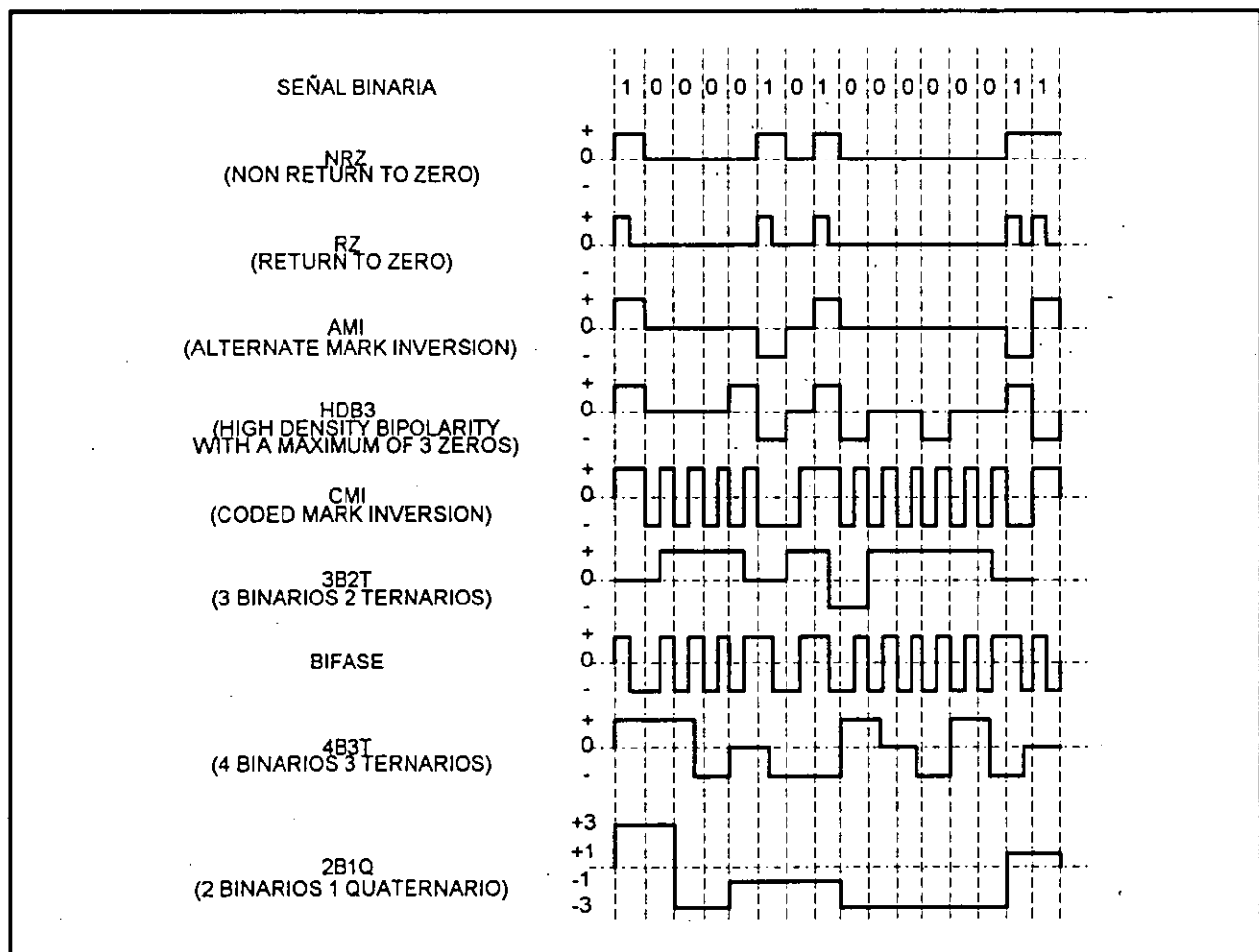


Fig. 11. Códigos de Línea.

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:

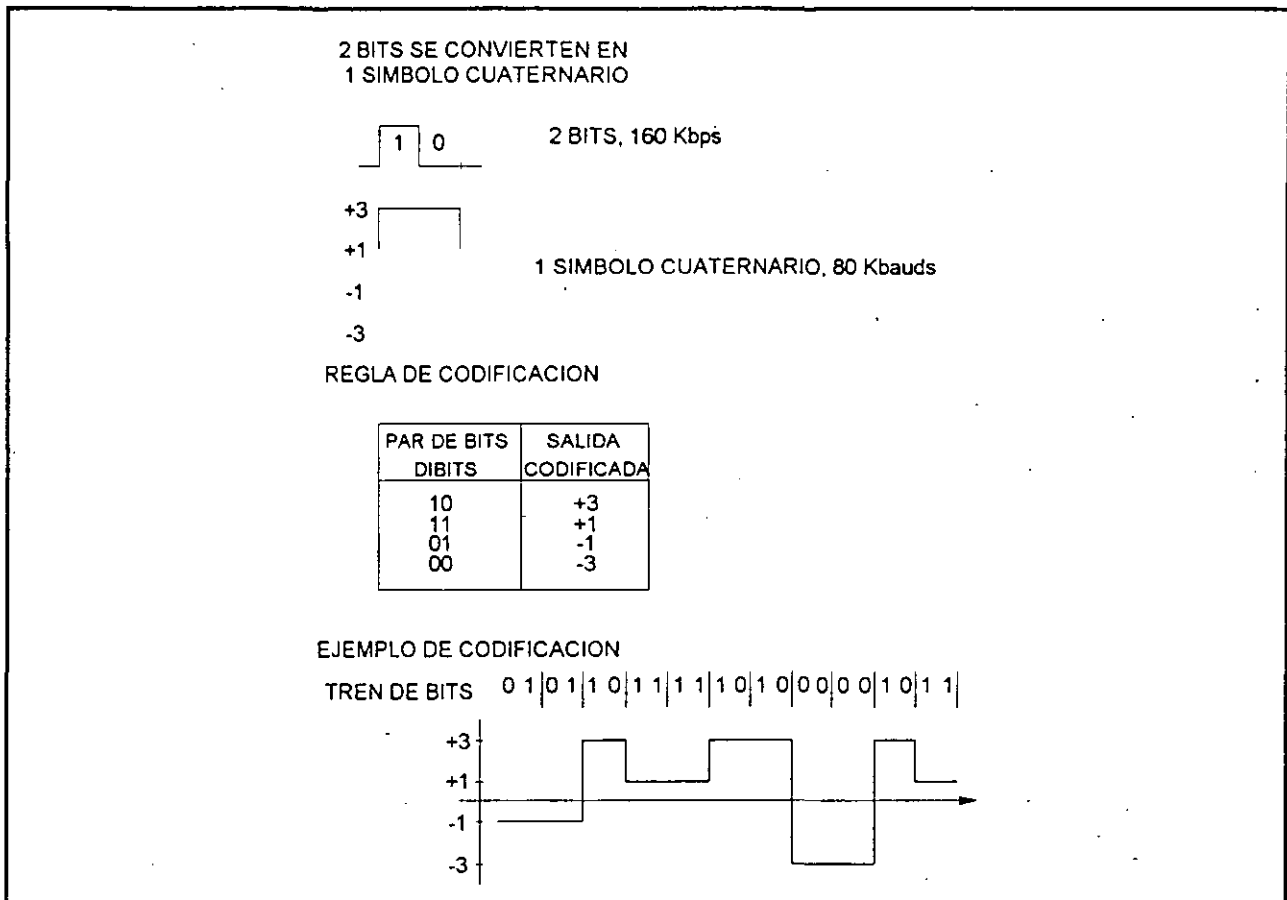


Fig. 12. Código de línea 2B1Q para la interfase U.

- 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)

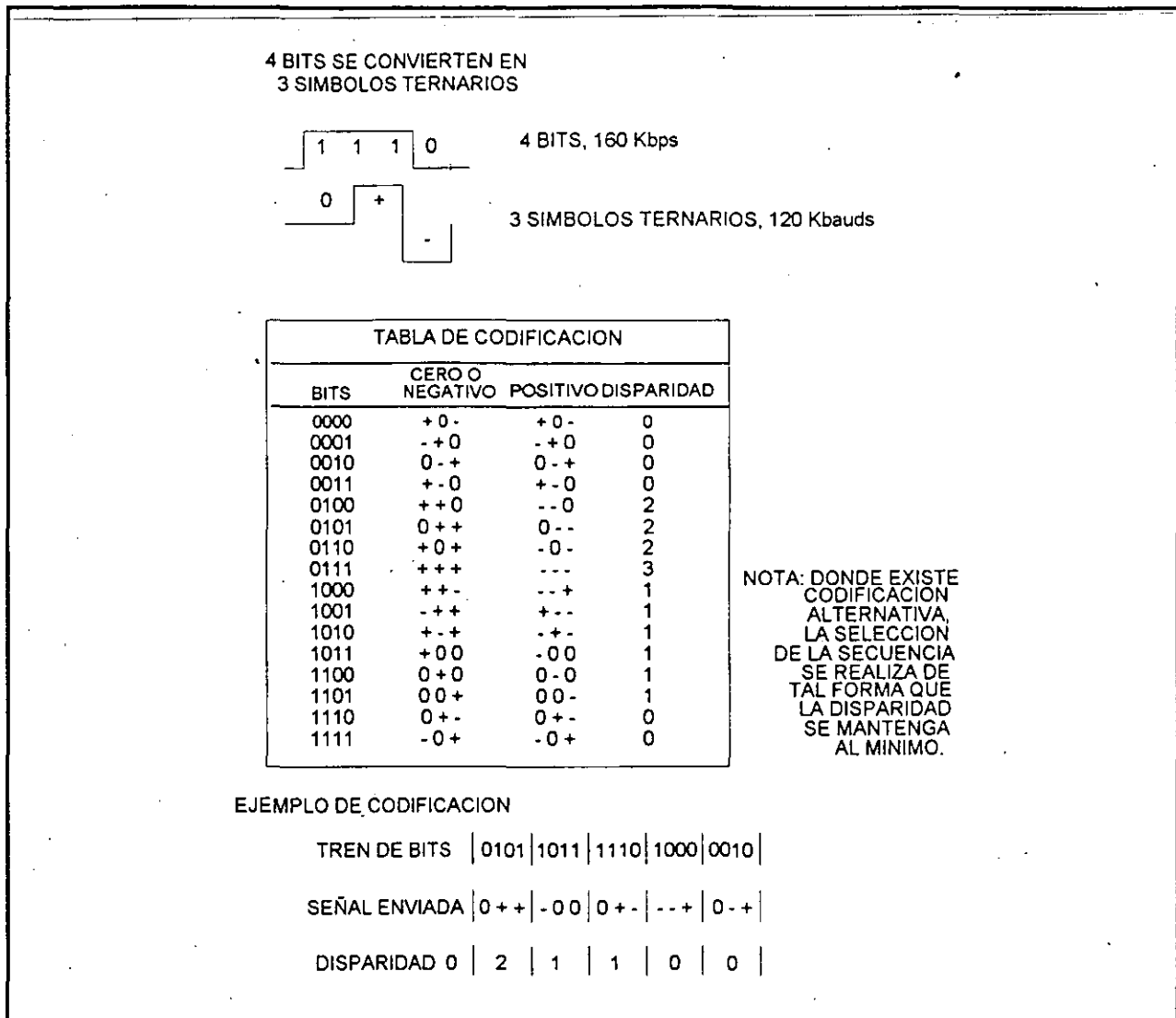


Fig. 13. Código de línea 4B3T para la interfase U.

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 PRI's sirve para funciones tales como sincronización de trama y administración de red.

PROTOCOLOS 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:

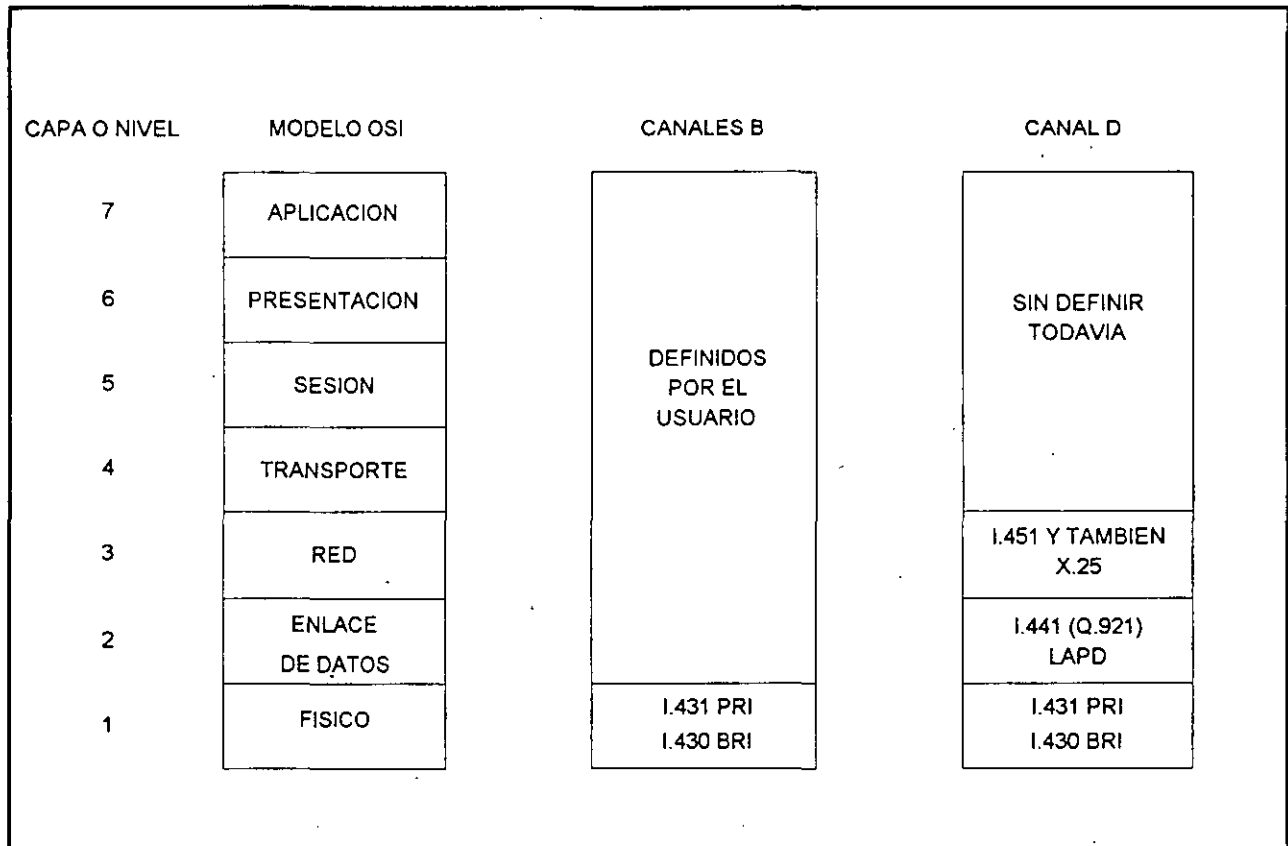


Fig. 14. Protocolos en la interfase S de la RDSI.

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.

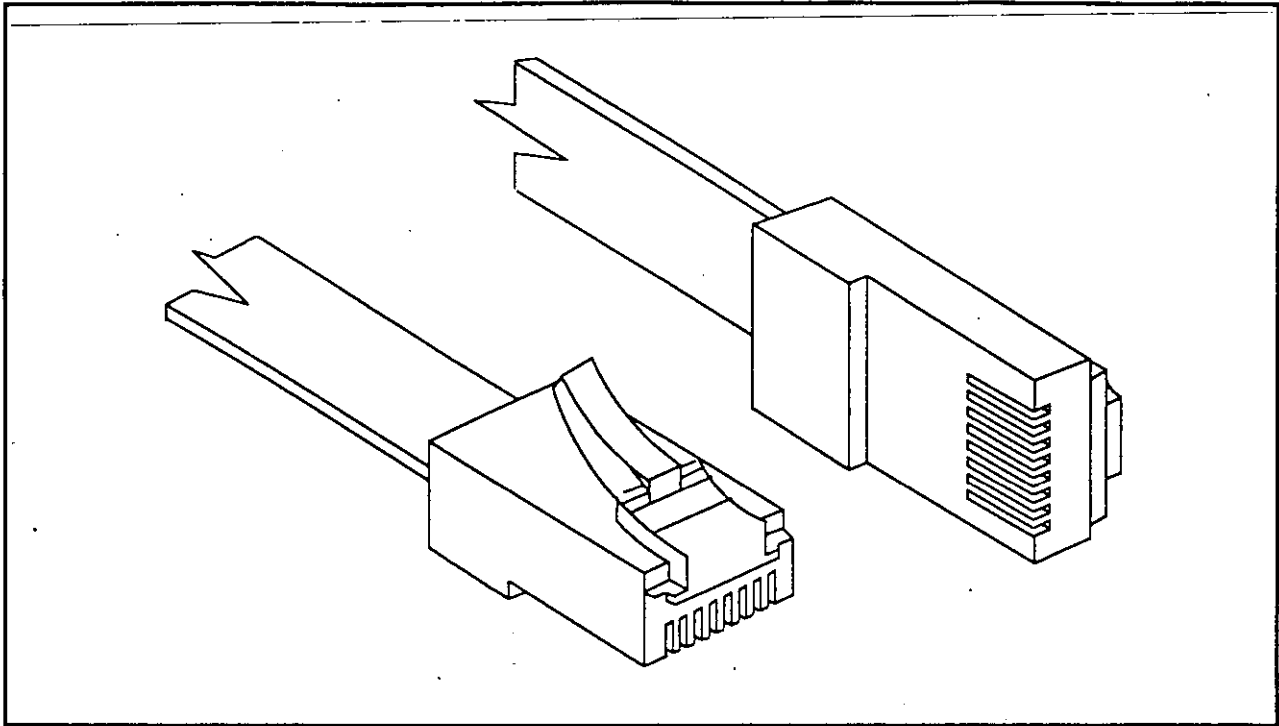


fig. 15. Conector ISO-8877 (RJ45) para la interfase S.

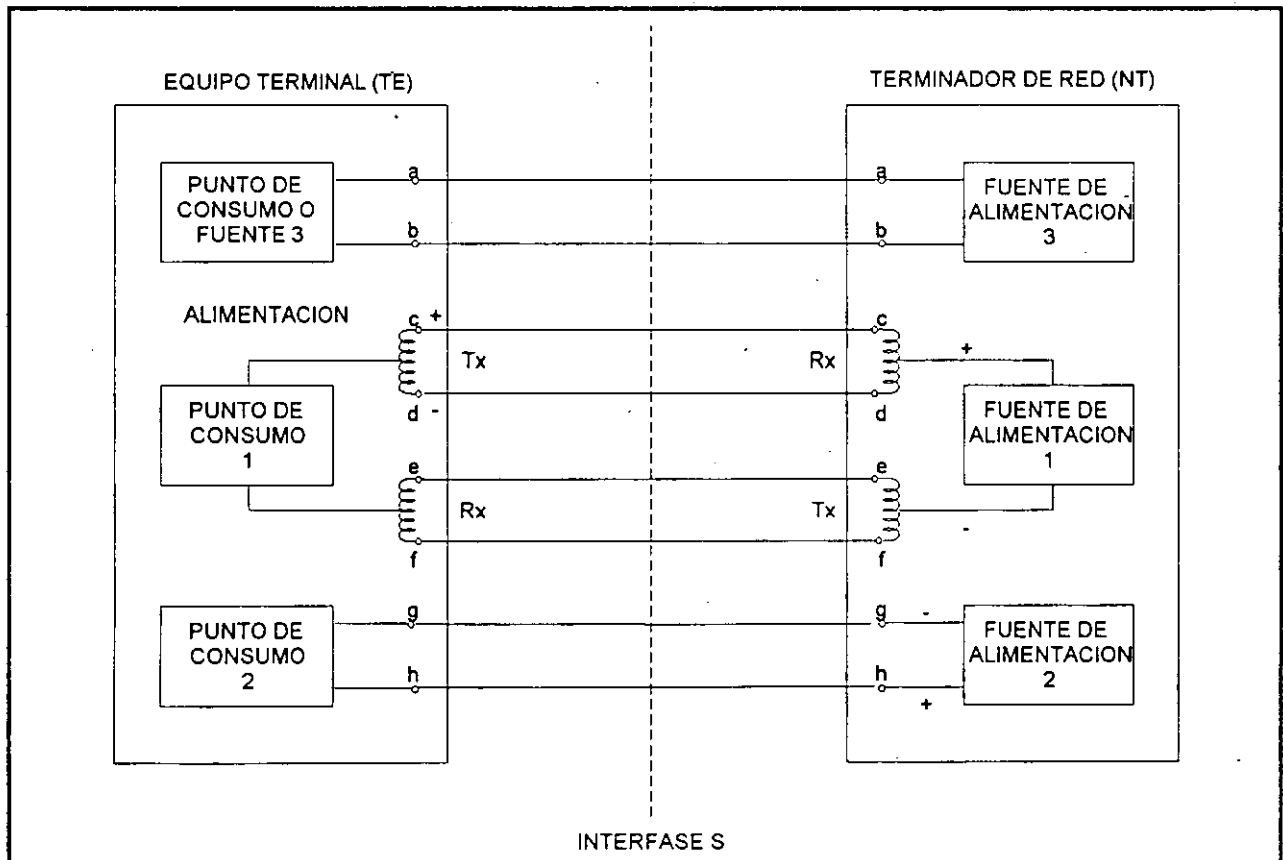


Fig. 16. Fuentes de energía y puntos de consumo en el nivel 1 de la interfase "S".

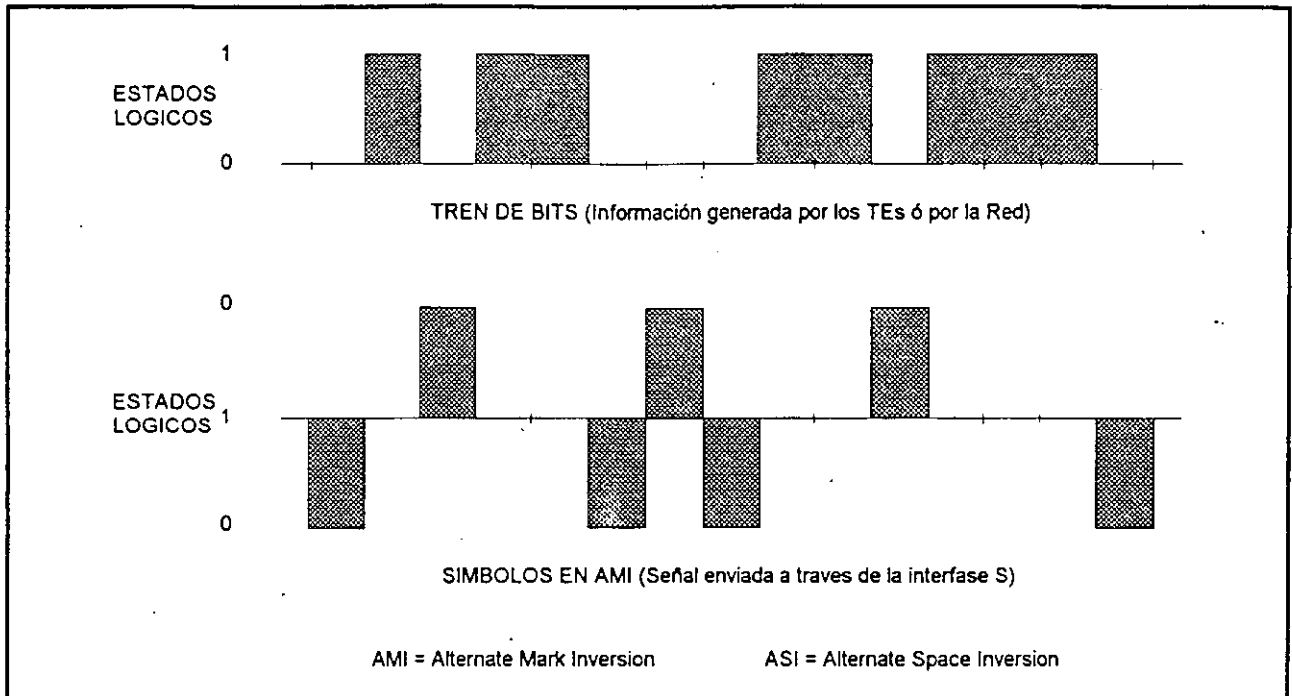


Fig. 17. Código de línea AMI modificado (ASI) usado en la interfase S.

SEÑALES DE NT → TE	SEÑALES DE TE → NT
<p>INFO 0 AUSENCIA DE SEÑAL (TRANSMISION DE CEROS BINARIOS)</p>	<p>INFO 0 AUSENCIA DE SEÑAL (TRANSMISION DE CEROS BINARIOS)</p>
<p>INFO 2 TRAMA CON LOS BITS DE LOS CANALES B, D y ECO DEL CANAL D (E) PUESTOS A CERO. EL BIT A ES PUESTO A CERO BINARIO. BITS N y L PUESTOS DE ACUERDO A LAS REGLAS DE CODIFICACION NORMALES.</p> <p>F L B1 B1 B1 B1 B1 B1 B1 B1 E D A Fa N B2 B2 B2</p>	<p>INFO 1 SEÑAL CONTINUA CON EL SIGUIENTE PATRON: CERO PSITIVO, CERO NEGATIVO Y SEIS UNOS CONSECUTIVOS.</p>
<p>INFO 4 TRAMAS CON DATOS OPERACIONALES EN EN LOS CANALES B, D y ECO DEL CANAL D (E). BIT A PUESTO A UNO BINARIO.</p>	<p>INFO 3 TRAMAS SINCRONIZADAS CON DATOS OPERACIONALES EN LOS CANALES B y D.</p>

Fig. 18. Señales INFO, para la activación y desactivación del nivel físico 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 trafico 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).

~~PROCOLOS 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 interfaces 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).

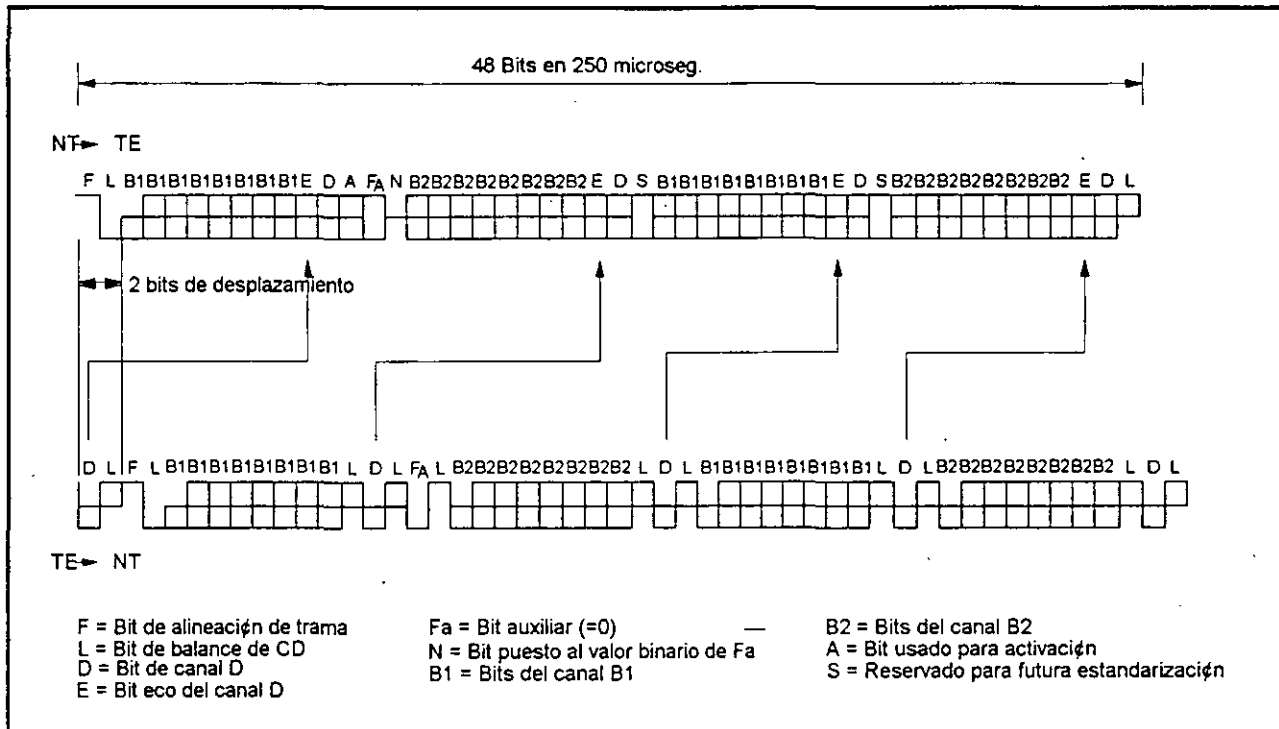


Fig. 19. Trama del Nivel 1 de la interfase S.

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 PRI 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 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)

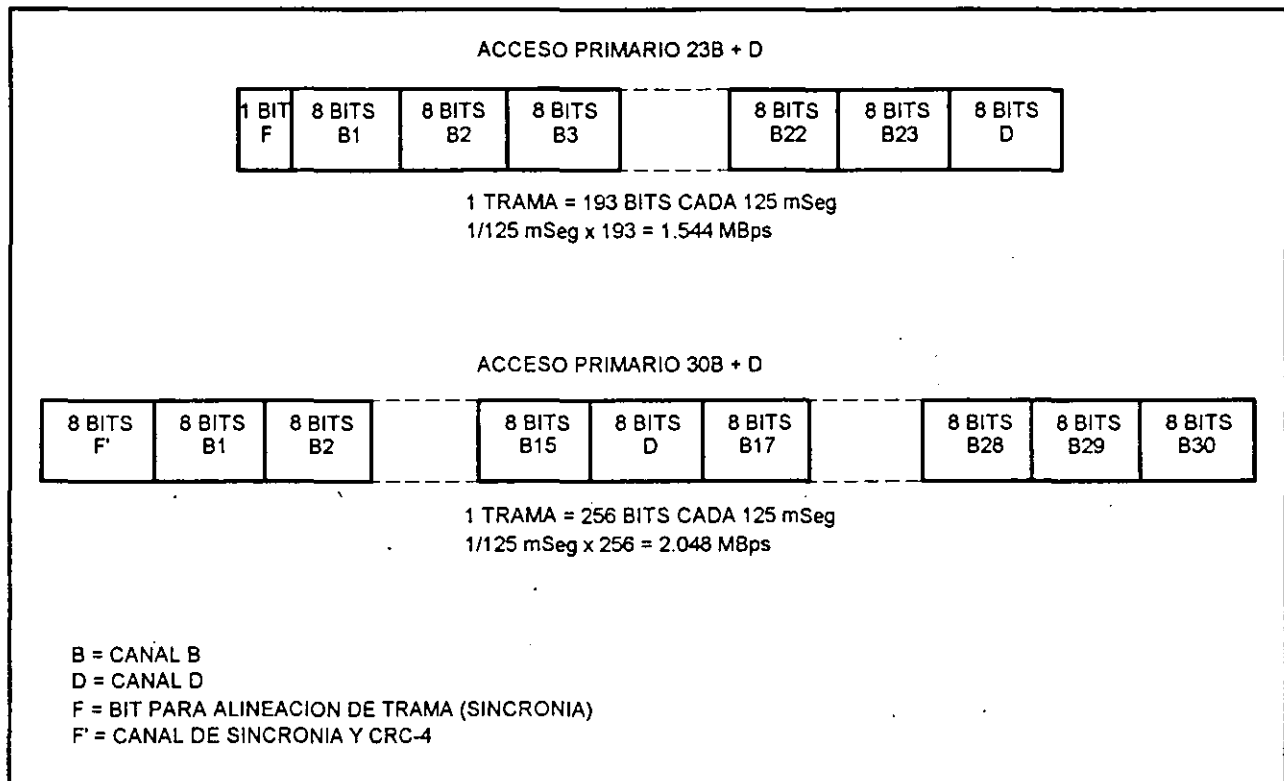


Fig. 20. Estructura de las tramas de Nivel 1 de la Interfase S/t del Acceso Primario.

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.

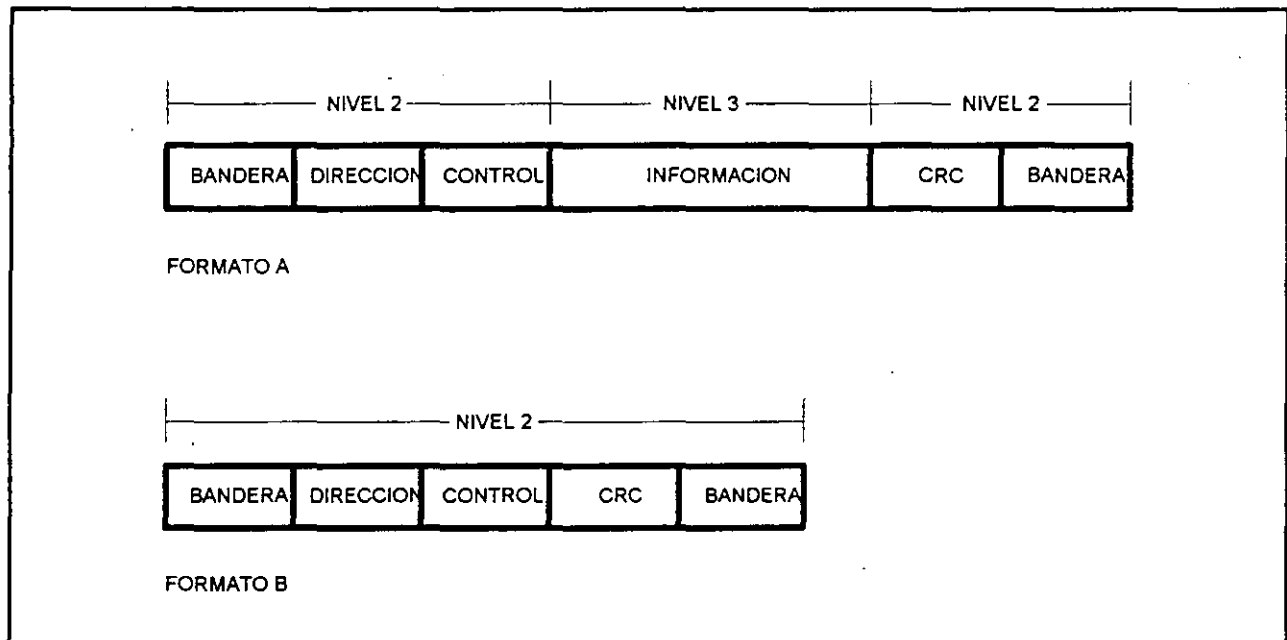


Fig. 21. Tipos de Formato de la trama de Nivel 2 de la interfase S/T.

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.

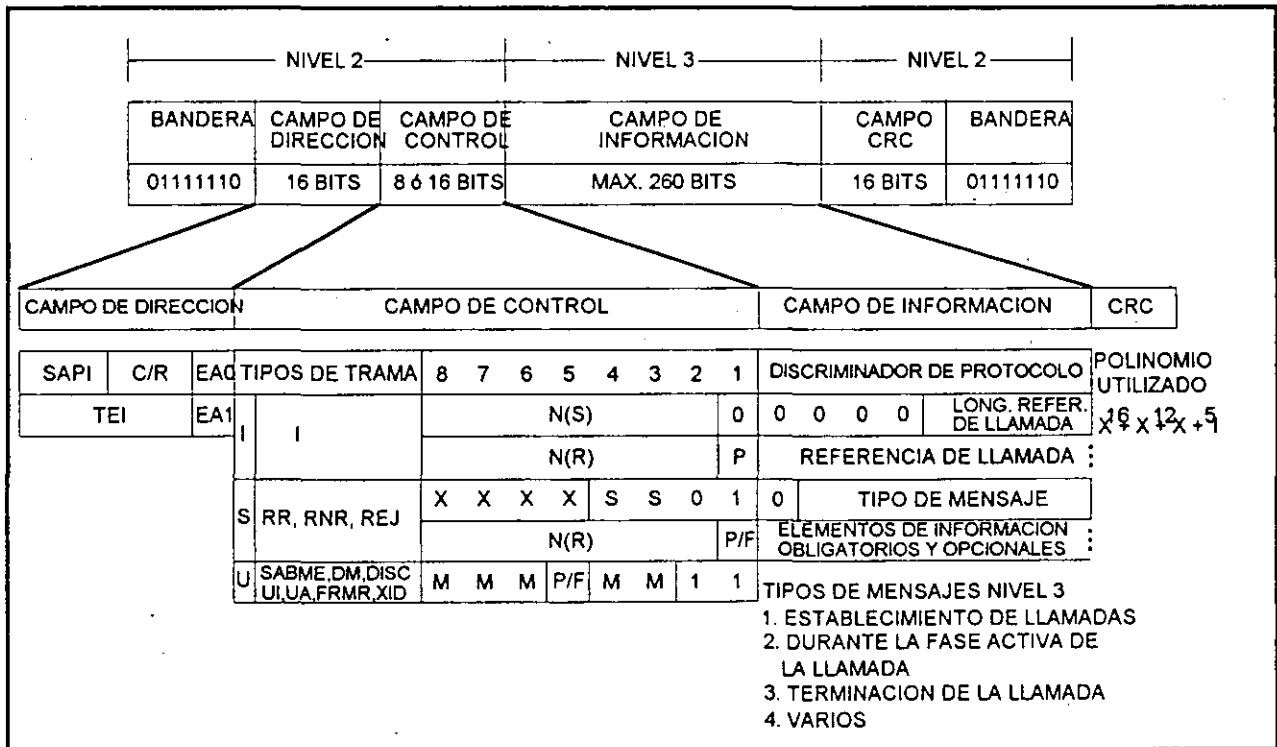


Fig. 22. Trama de Nivel 2 del canal D.

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.

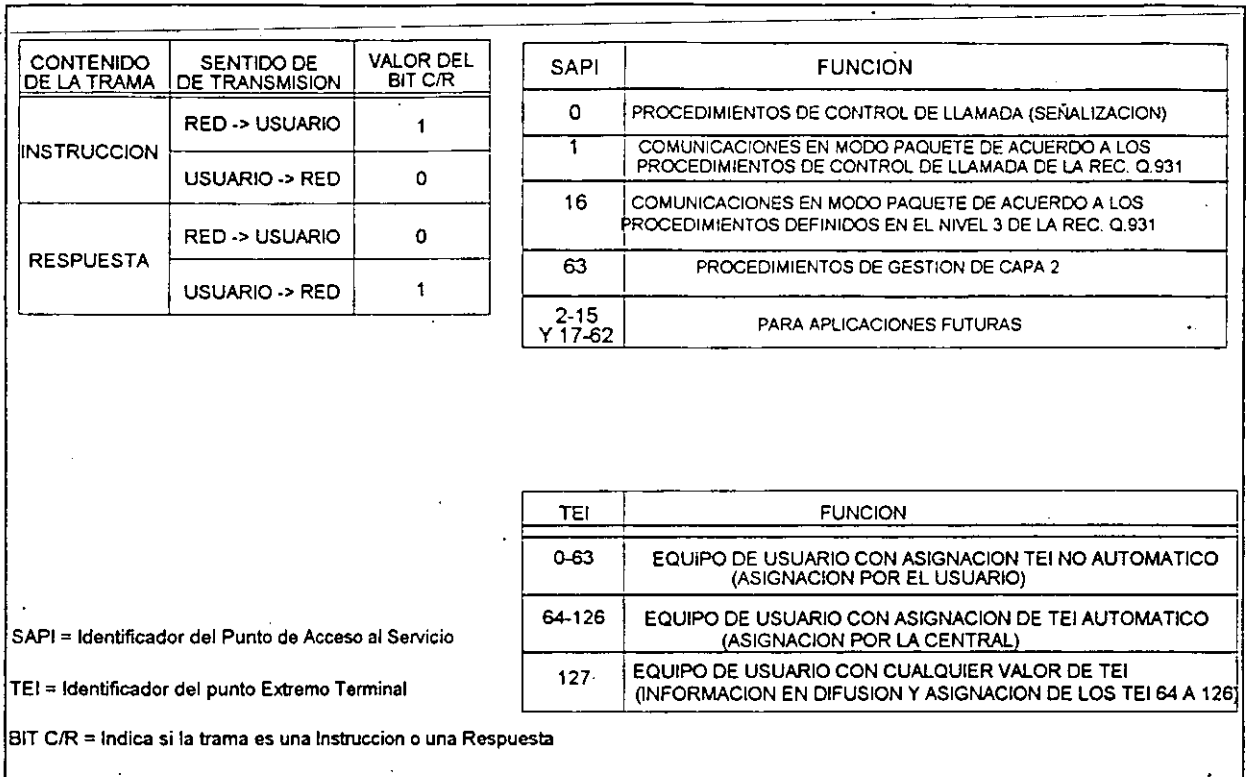


Fig. 23. Valores de C/R, SAPIs y TEIs en el nivel 2 del canal D (Campo de Dirección).

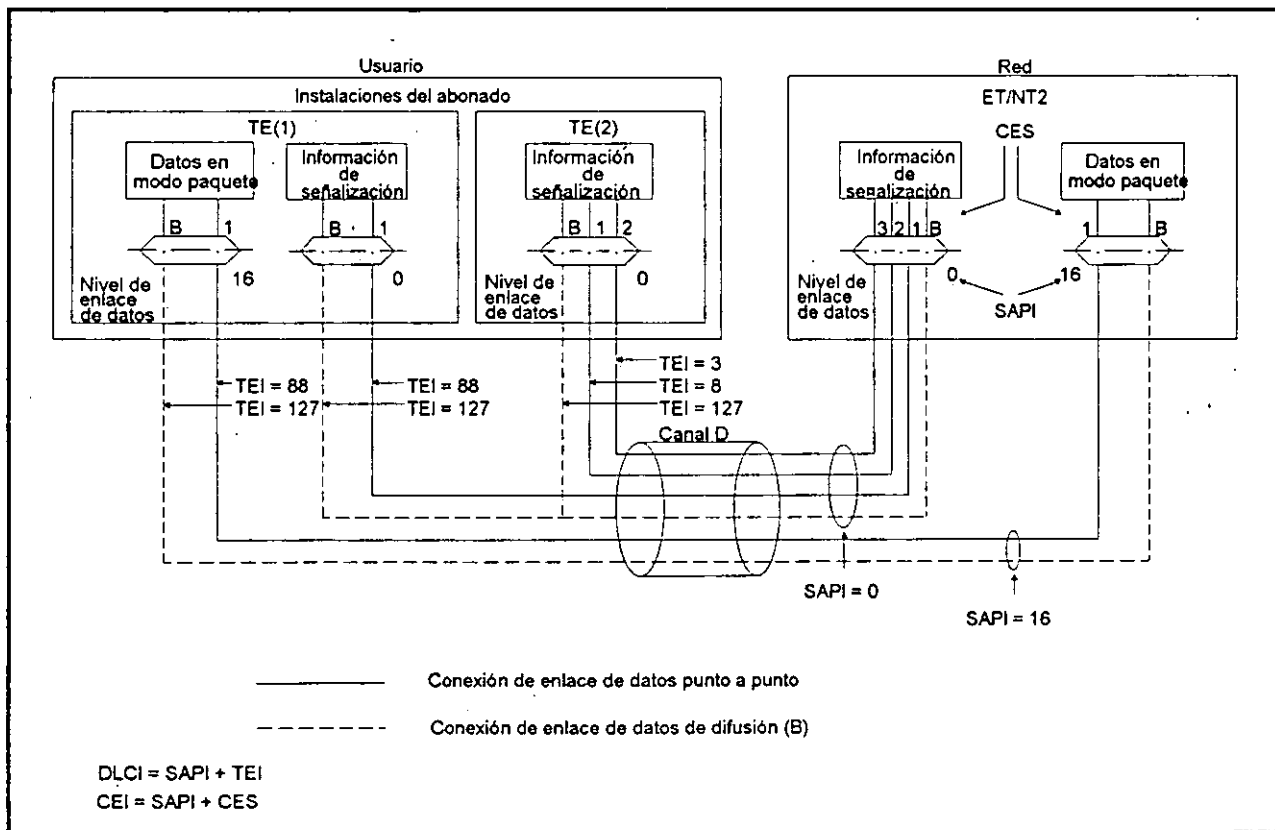


Fig. 24. Descripción general de la relación entre SAPI, TEI y DLCI.

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)				U								
				N(R)				P								
	SUPERVISION		RR (RECEIVE READY) RNR (RECEIVE NO READY) REJ (REJECT) SABME (SET ASYNCHRONOUS BALANCE MODE EXTENDED)	RR (RECEIVE READY) RNR (RECEIVE NO READY) REJ (REJECT)	0 0 0 0 0 0 0 1											
					N(R)				P/F							
					0 0 0 0 0 0 0 1											
					N(R)				P/F							
					0 0 0 0 0 0 0 1											
					N(R)				P/F							
	NO NUMERADAS		DM (DISCONNECTED MODE)		0	1	1	P	1	1	1	1				
					0 0 0				F	1	1	1	1			
					UI (UNNUMBERED INFORMATION)				0	0	0	P	0	0	1	1
					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)					1	0	1	P/F	1	1	1	1				
ADMINISTRACION DE LA CONEXION		XID (EXCHANGE IDENTIFICATION)	XID (EXCHANGE IDENTIFICATION)	1	0	1	P/F	1	1	1	1					

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.

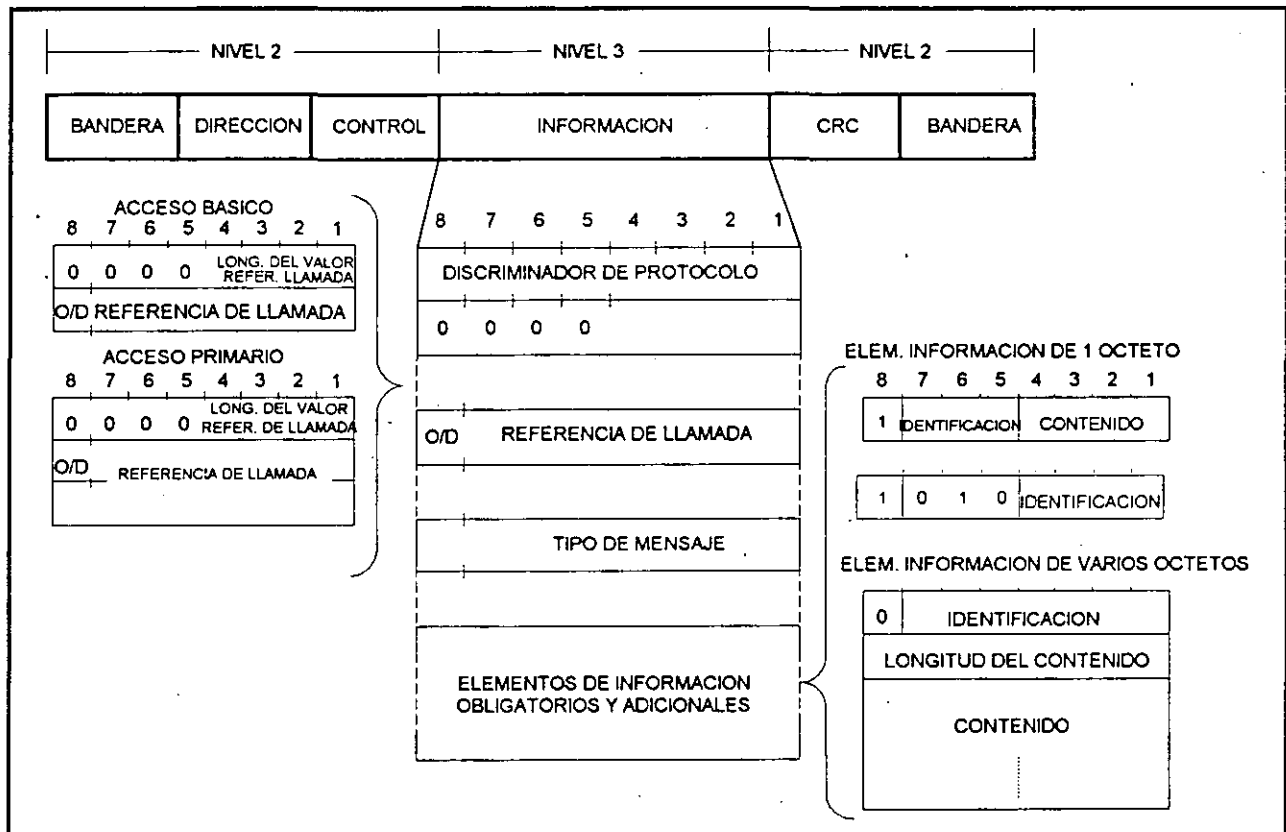


Fig. 26. Formato del campo de información (Nivel 3 de canal D).

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.

87654321 000----- 00001 00010 00111 01111 00011 00101 01101	MENSAJES PARA EL ESTABLECIMIENTO DE LA LLAMADA - ALERting - CALL PROceeding - CONNect - CONNect ACKnowledge - PROGress - SETUP - SETUP ACKnowledge
001----- 00110 01110 00010 00101 01101 00001 00000	MENSAJES DURANTE LA FASE ACTIVA DE LA LLAMADA - RESume - RESUME ACKnowledge - RESume REJect - SUSPend - SUSPend ACKnowledge - SUSPend REJect - USER INFORMATION
010----- 00101 01101 11010	MENSAJES PARA LA TERMINACION DE LA LLAMADA - DISConnect - RELease - RELease COMplete
011----- 11001 00010 11011 01110 11101 10101	MENSAJES DIVERSOS - CONgestion CONtrol - FACility - INFORMATION - NOTIFY - STATUS - 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 terminante.

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.

87654321 000----- 00001 00010 00111 01111 00011 00101	MENSAJES PARA EL ESTABLECIMIENTO DE LA LLAMADA - ALERting - CALL PROceeding - CONNect - CONNect ACKnowledge - PROGress - SETUP
010----- 00101 01101 11010	MENSAJES PARA LA TERMINACION DE LA LLAMADA - DISConnect - RELease - RELease COMplete
011----- 11101 10101	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

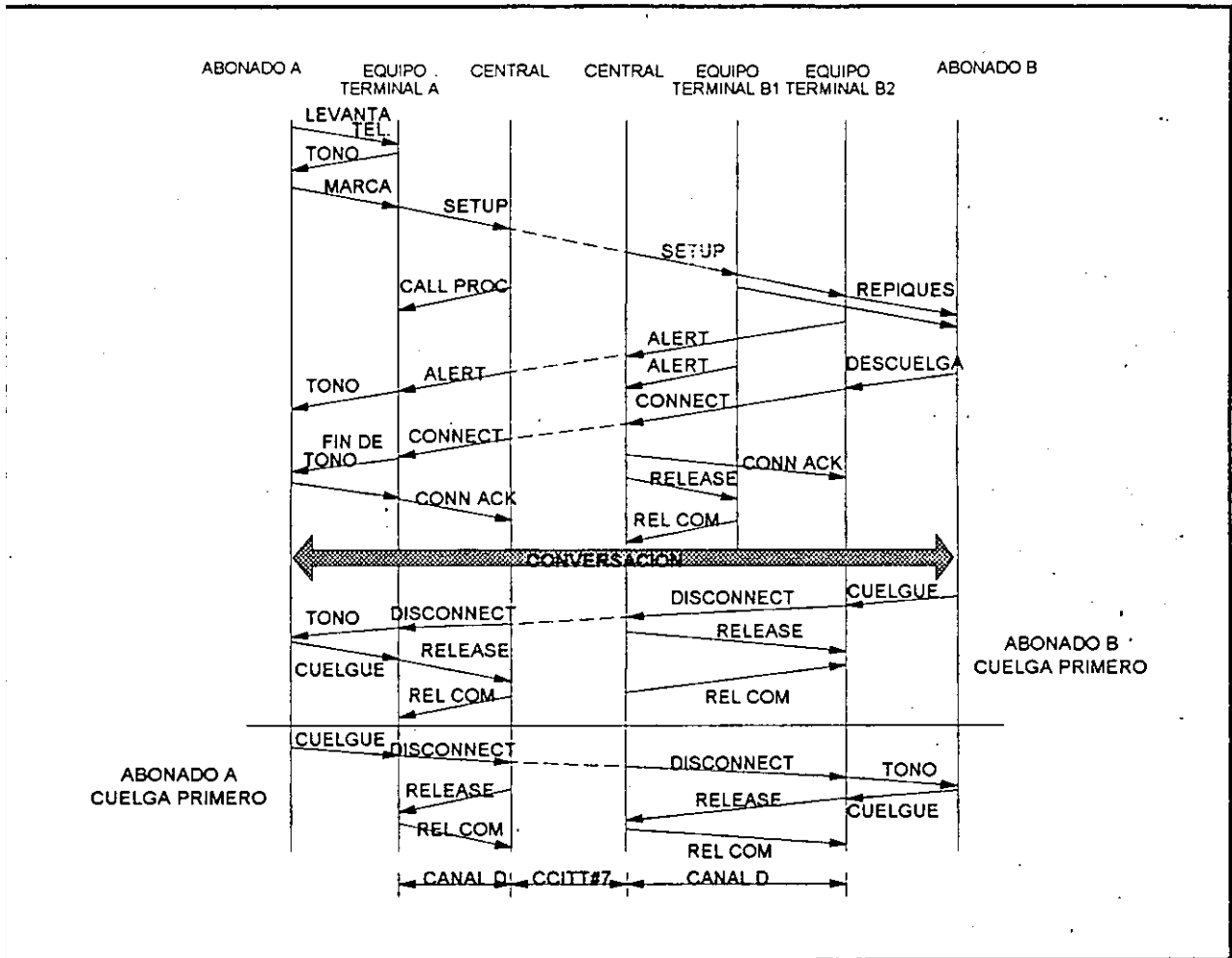


Fig. 29. Ejemplo de señalización por canal D a través de la Red.

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



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

IV CURSO INTERNACIONAL EN TELECOMUNICACIONES

MODULO 'II

REDES DIGITALES: ACTUALIDAD Y PERSPECTIVA

LA INTERFAZ DE USUARIO

M.C. CARLOS HIRSCH

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).

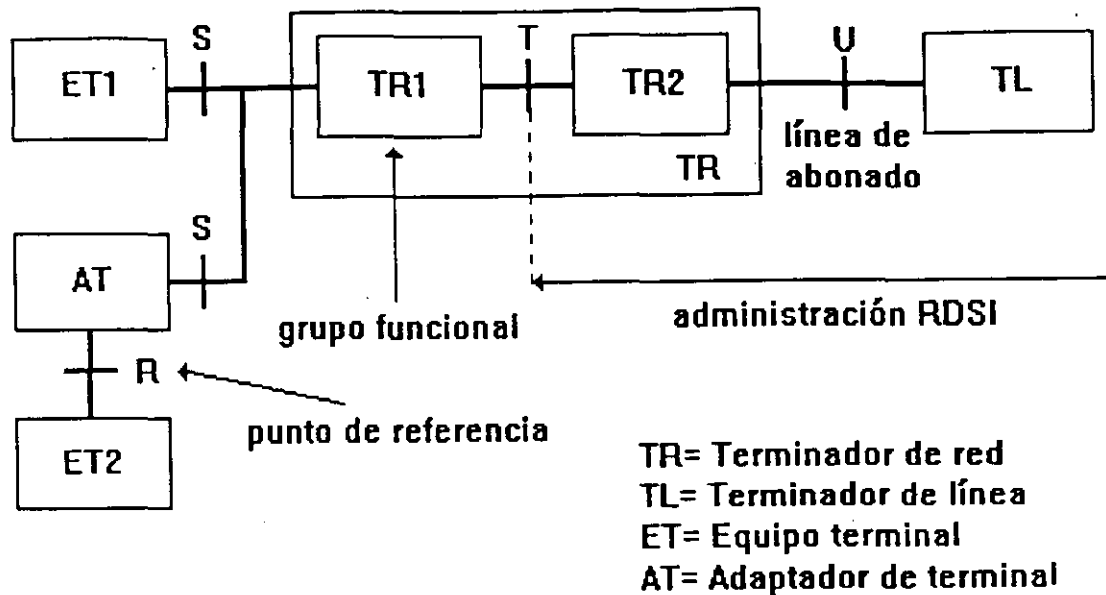


Figura 7. Grupos funcionales y puntos de referencia en la interfaz usuario-red.

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).

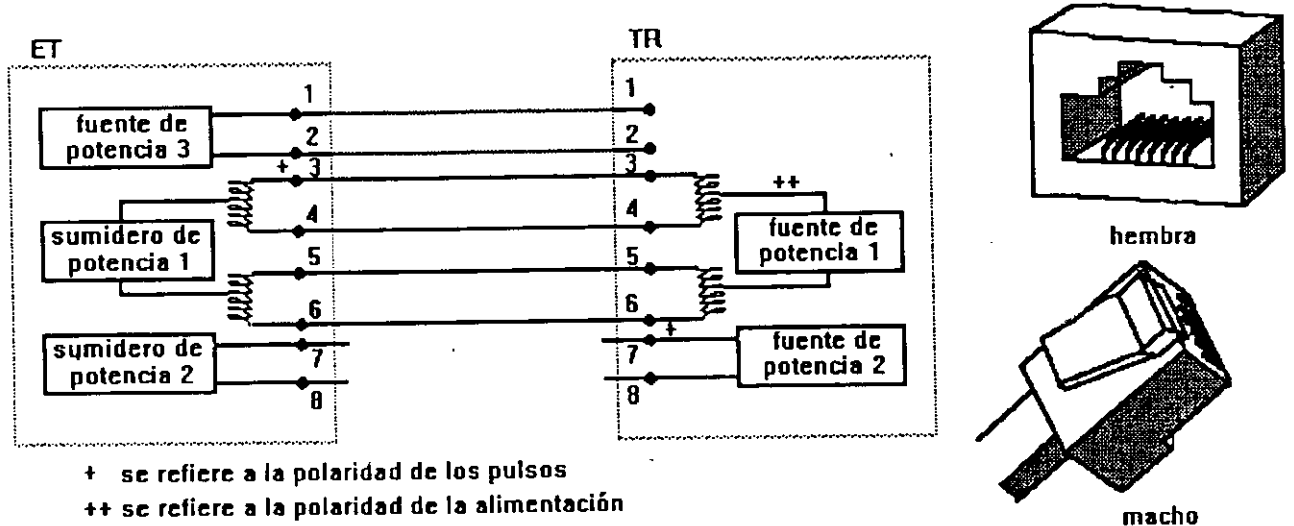


Figura 8. Conector RDSI.

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.

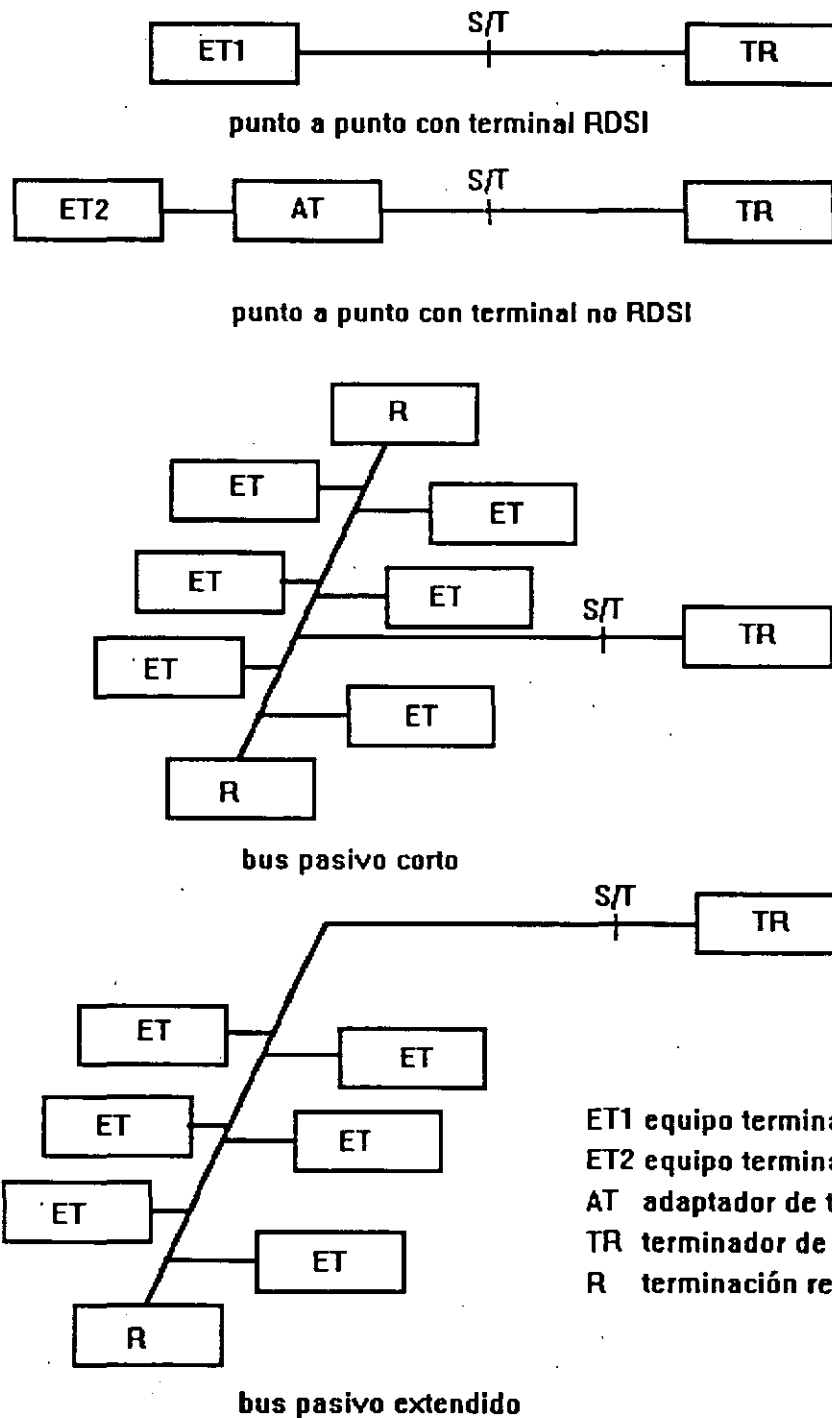


Figura 9. Tipos de conexión en la interfaz S/T.

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.

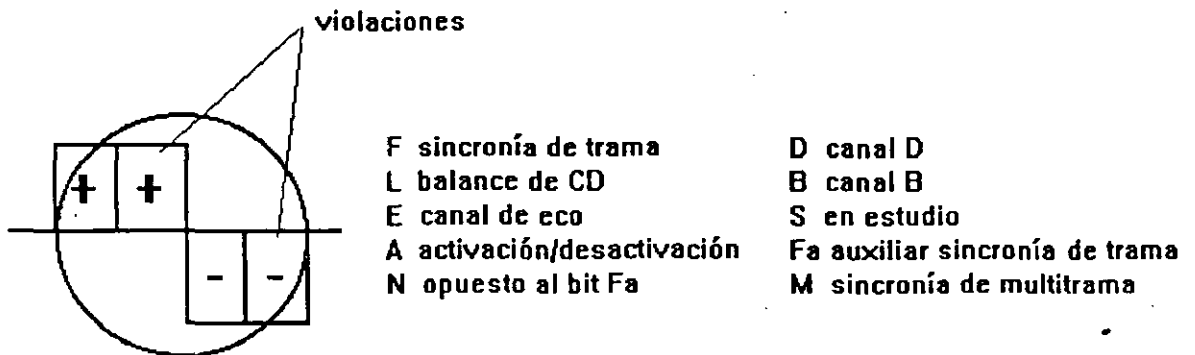
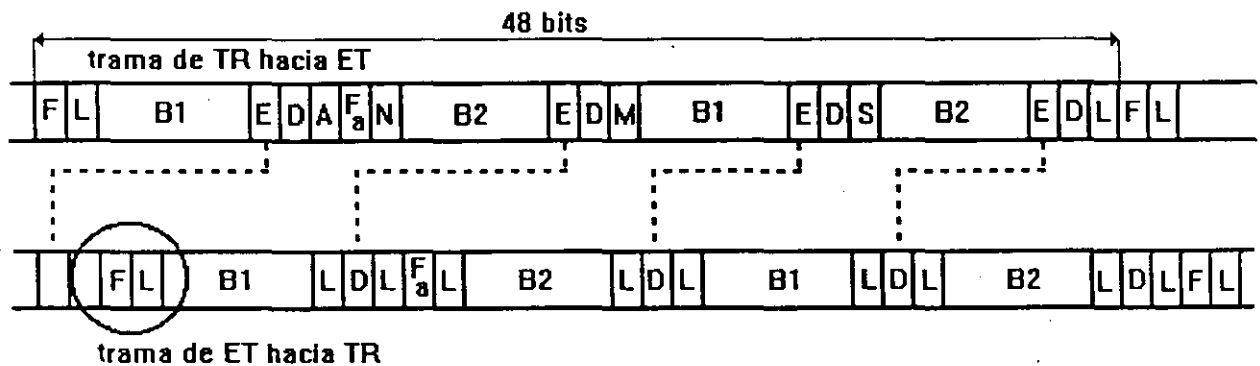


Figura 10. La trama en la interfaz S/T.

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.

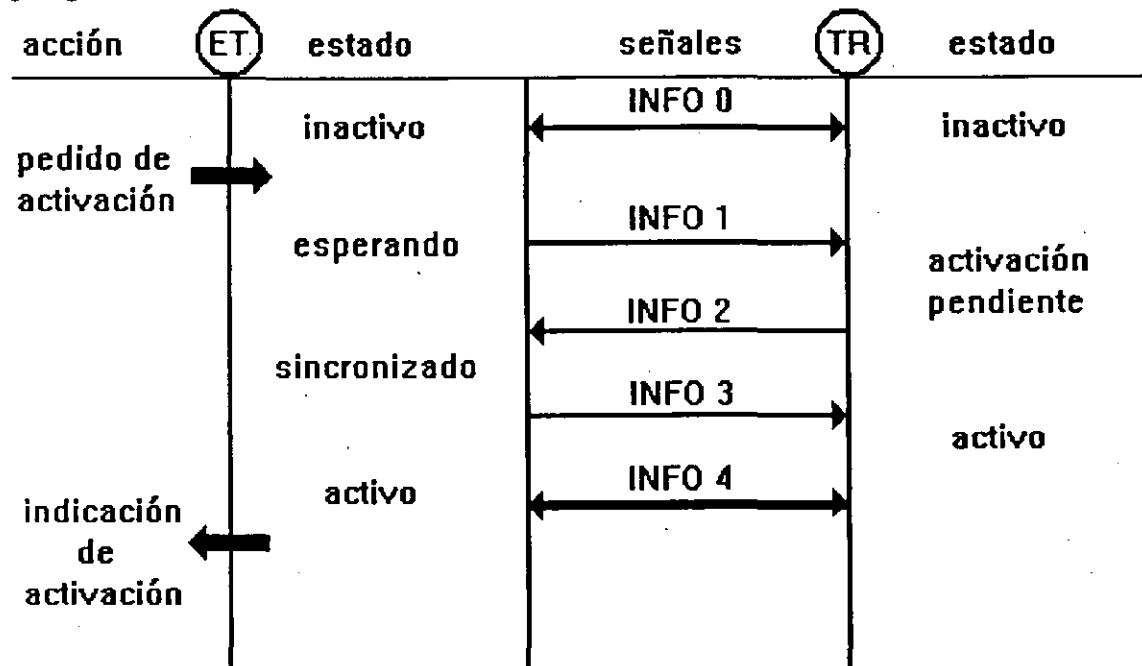
9.1.a.- Procedimiento de activación y desactivación (recomendación I.430)

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:

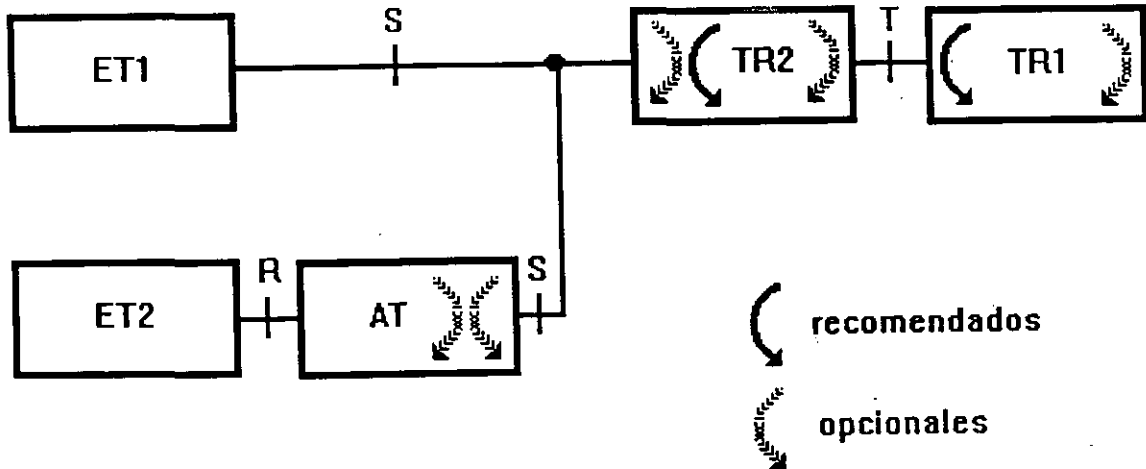


Figura 11. Bucles recomendados y opcionales.

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 remplazan 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.

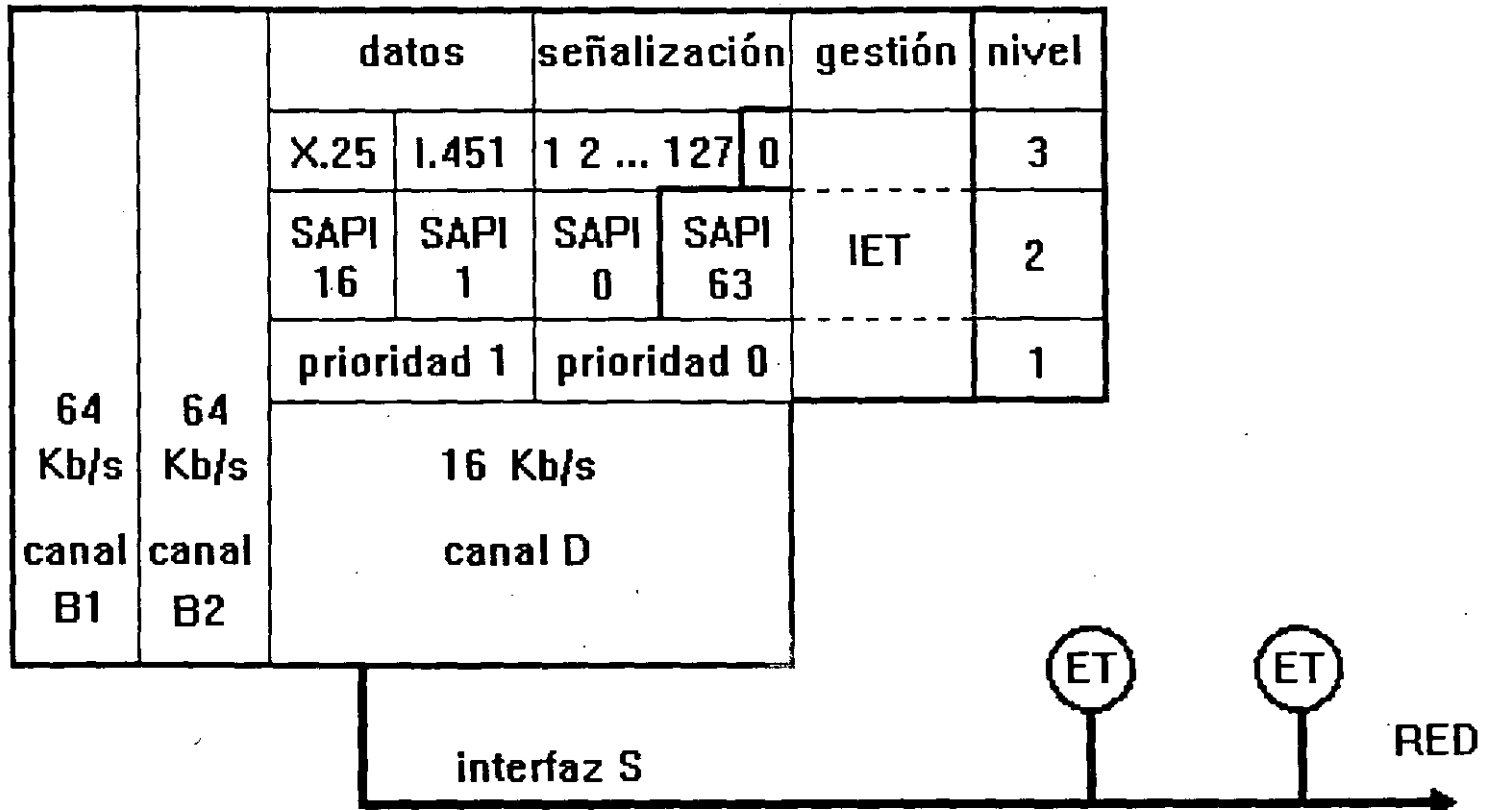


Figura 12. Relación entre IET, IPAS , prioridades de capa 1 y servicios de capa 3 en un equipo terminal.

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.

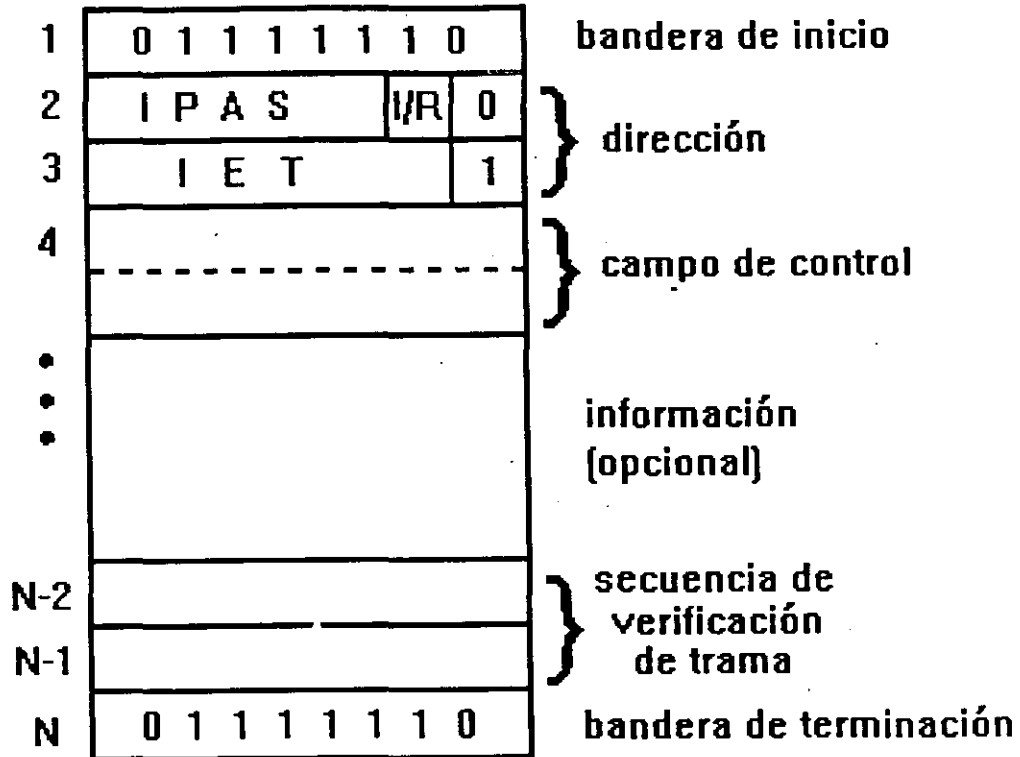


Figura 13. Estructura de las tramas del LAPD

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:

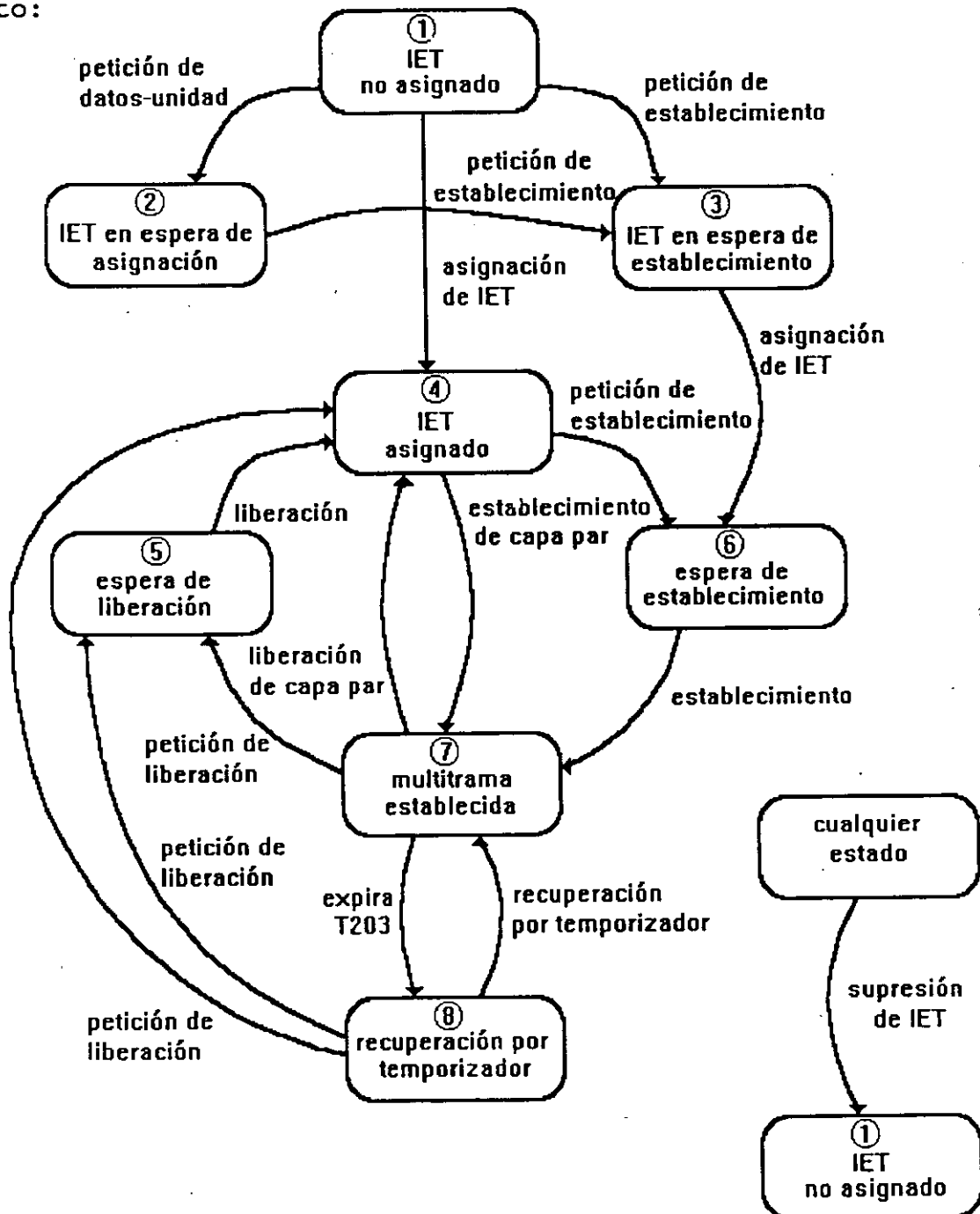


Figura 15. Diagrama de transición de estados para la entidad de enlace de datos punto a punto.

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.

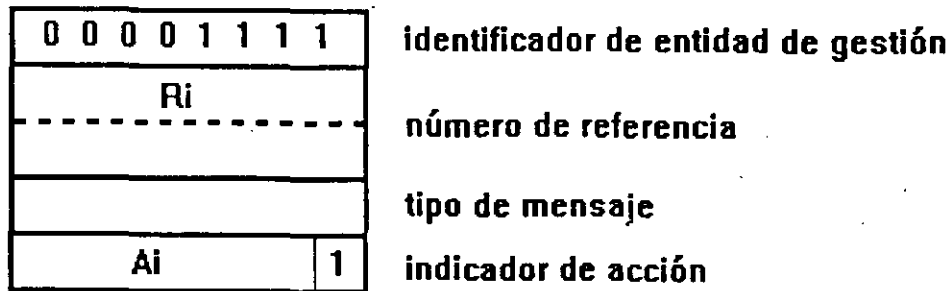


Figura 16. Estructura de los mensajes de gestión de capa 2.

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

IV CURSO INTERNACIONAL EN TELECOMUNICACIONES

III MODULO

REDES DIGITALES: ACTUALIDAD Y PERSPECTIVA

SISTEMA DE SEÑALIZACION
POR CANAL COMUN NO. 7

M.C. MARTIN LARA
BARRON

SISTEMA DE SEÑALIZACION POR CANAL COMUN No. 7

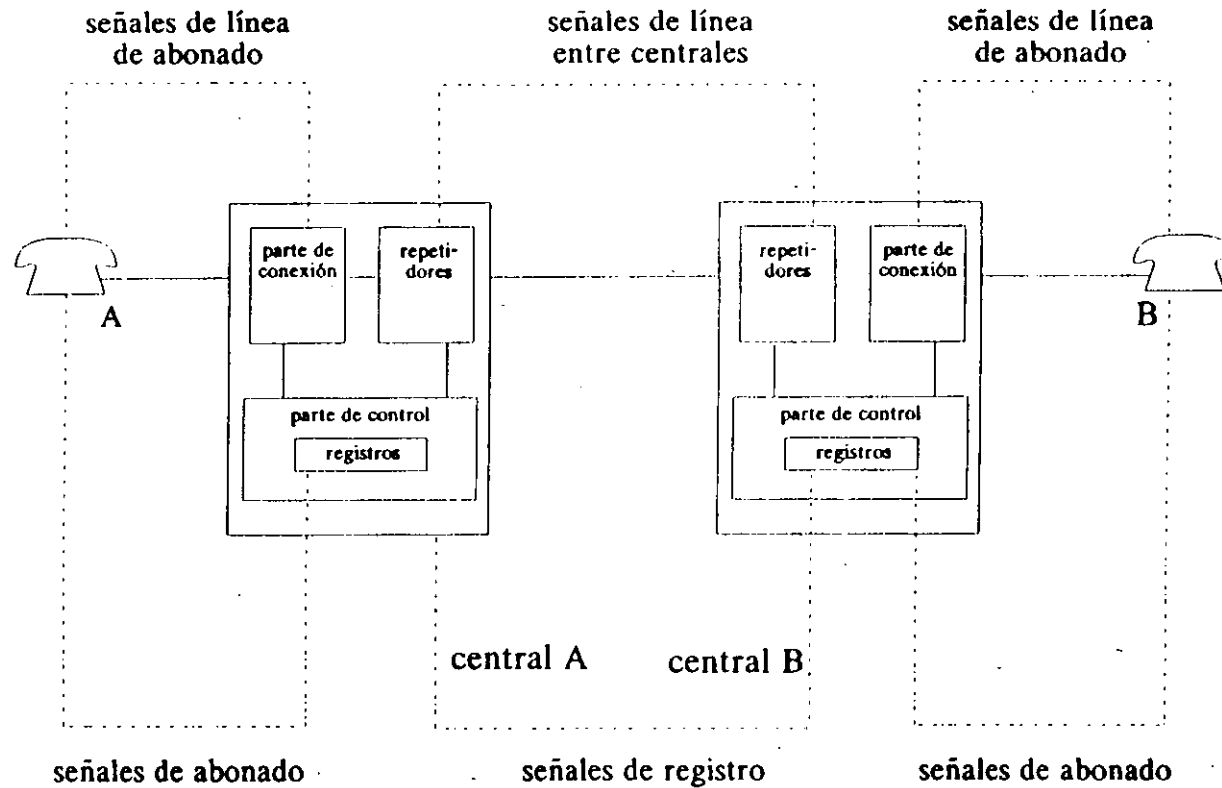
M.C. MARTIN LARA BARRON

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



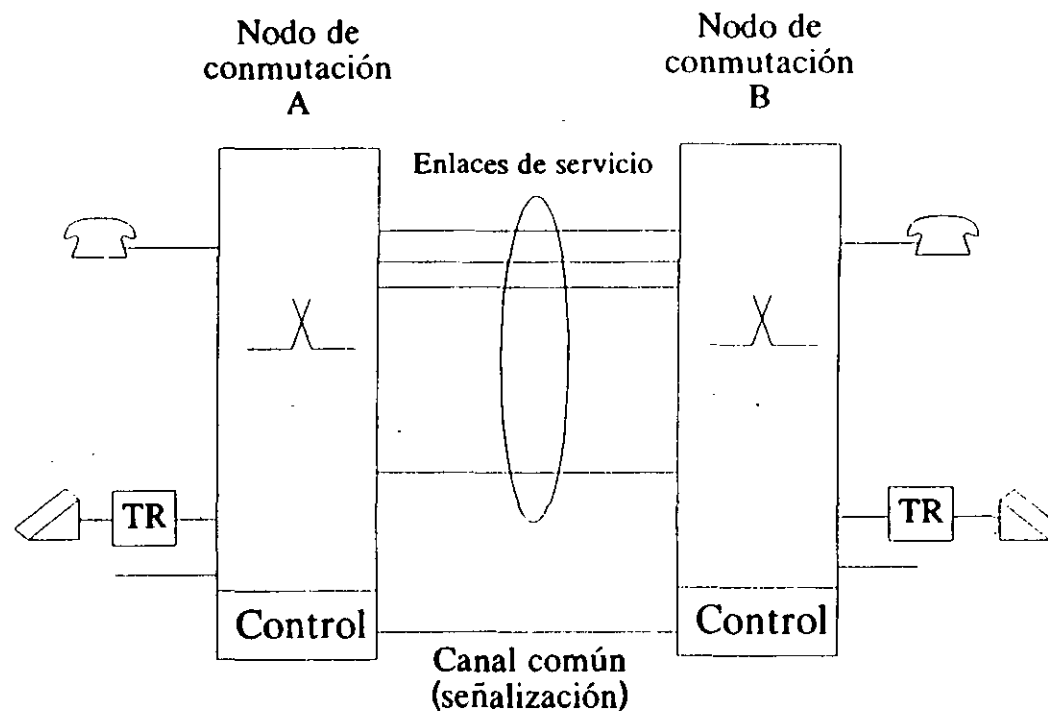
señales de línea → sistema No. 3
señales de registro → sistema R2

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

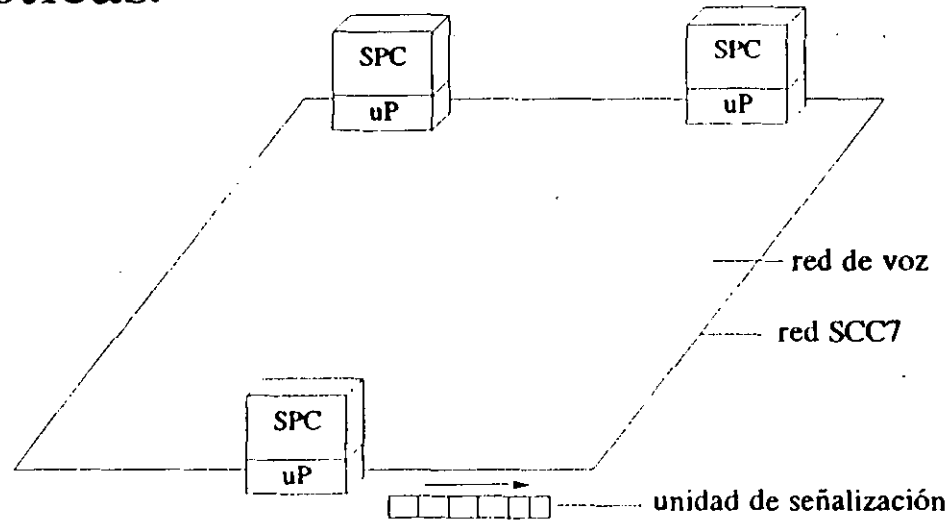
Sistemas de Señalización Internacionales Normalizados por el CCITT

sistema	año normalizado	aplicación	tipo de señalización
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.

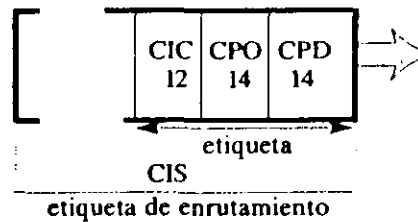
Nivel 2. Funciones del enlace de señalización: define las funciones y procedimientos para la transferencia de los mensajes de señalización generados por los niveles jerárquicos superiores, a través de un determinado enlace de señalización.

- + 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.

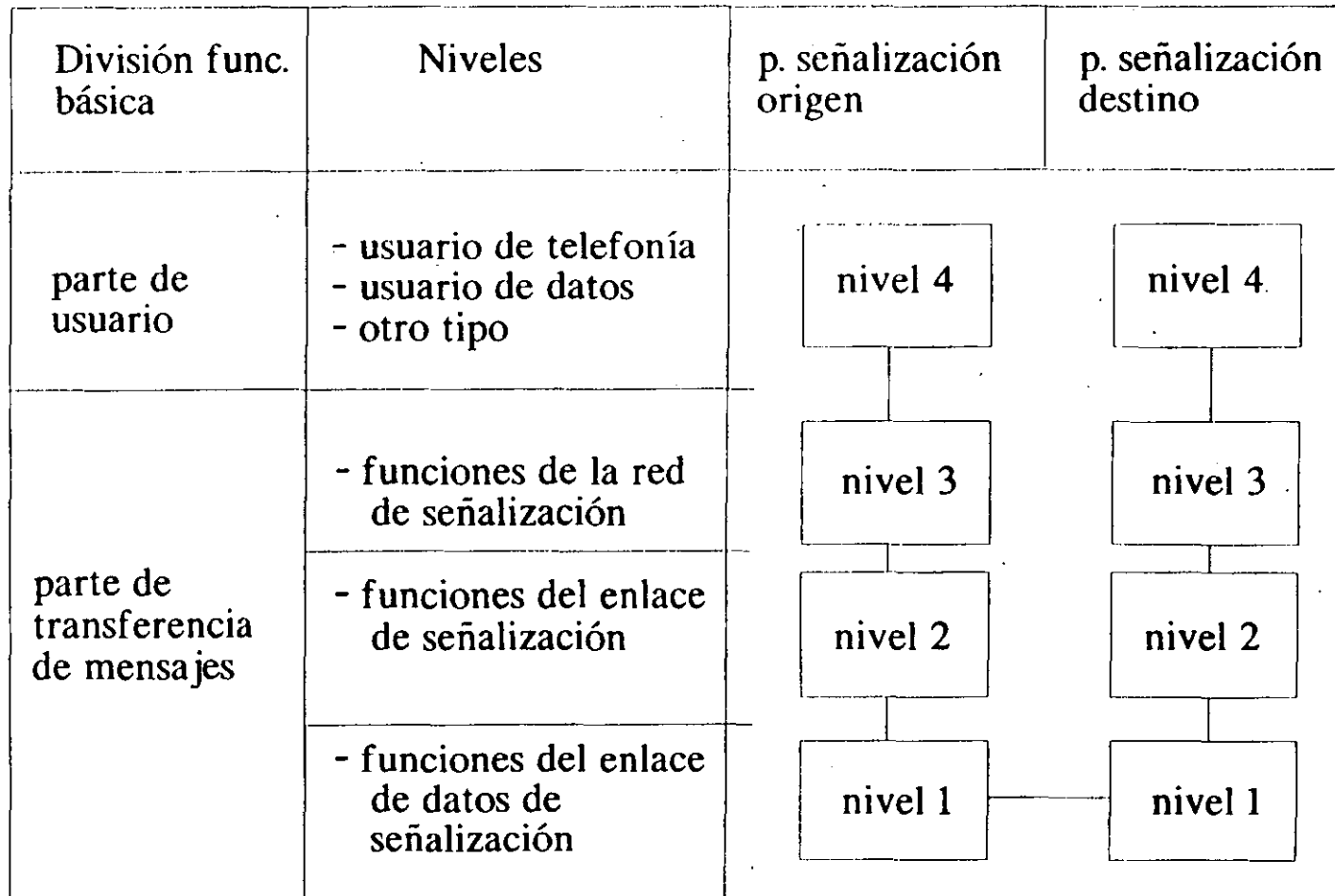
* usuarios con funciones de control de comunicaciones telefónicas y datos

+ 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

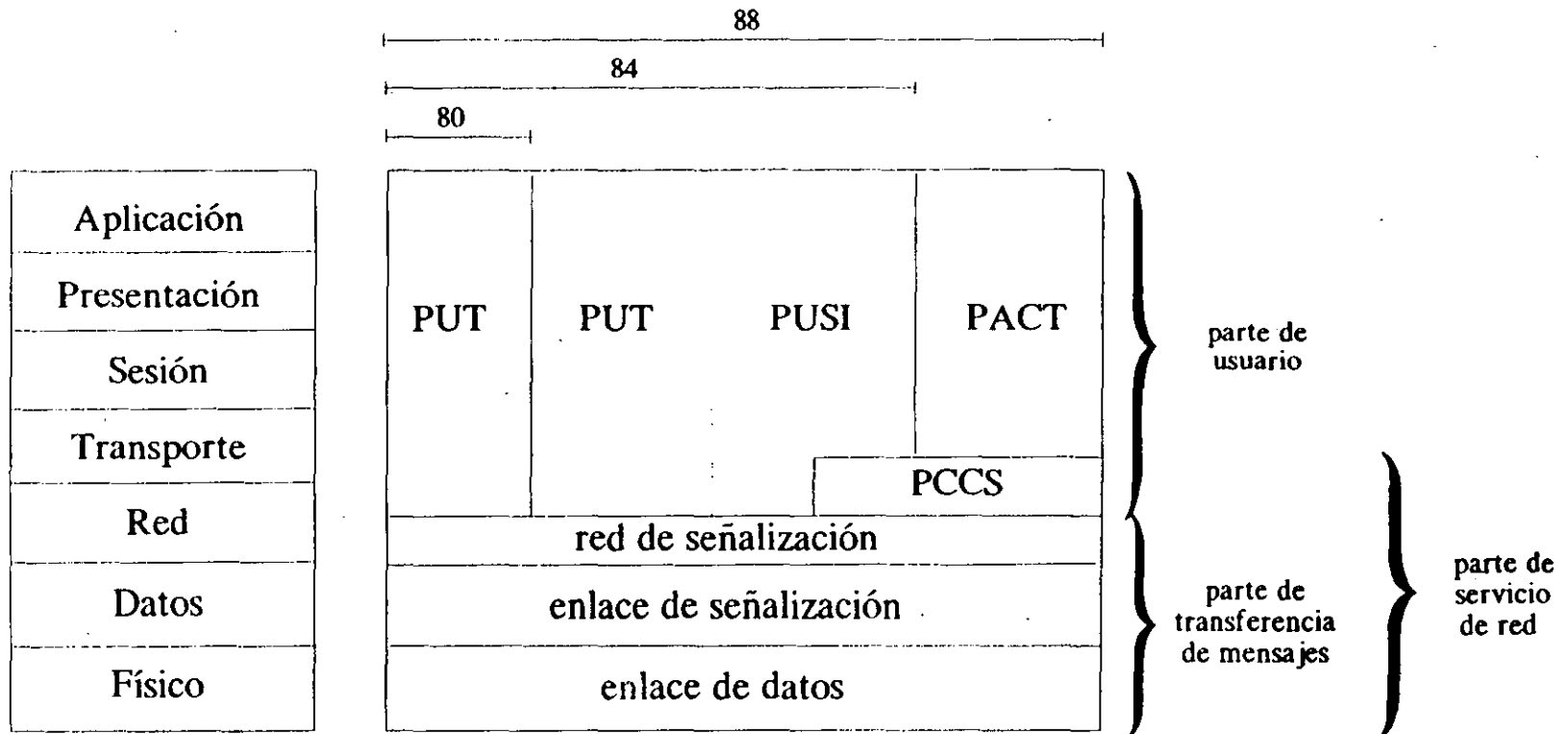
Estructura Funcional del SCC7



— enlace físico

— enlace virtual

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].

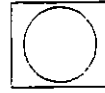
RED SCC7 - Es necesario establecer la arquitectura de la red para especificar las funciones a desempeñar por esta y sus componentes

- 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.

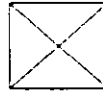
Nomenclatura	Símbolo
--------------	---------

PSX
 PSO = PSX de origen
 PSD = PSX de destino



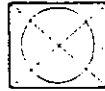
Nomenclatura	Símbolo
--------------	---------

PST



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

PSC

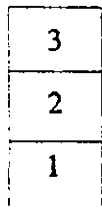


PSO



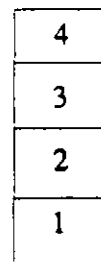
A

PST



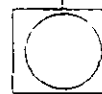
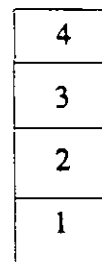
B

PSC





C

PSD



D

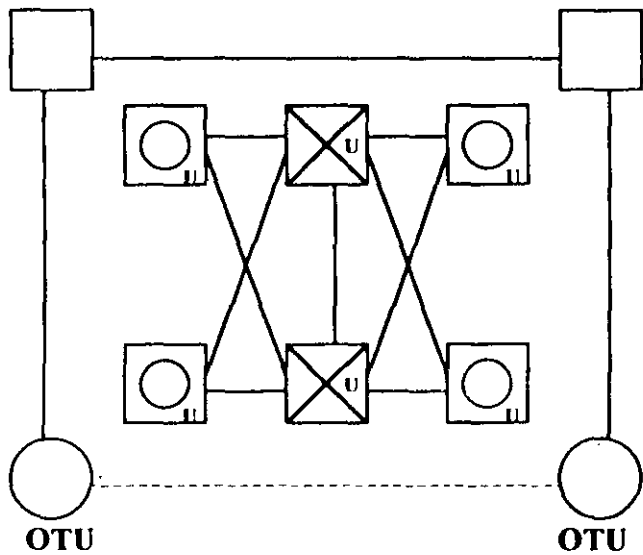
Puntos de señalización

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

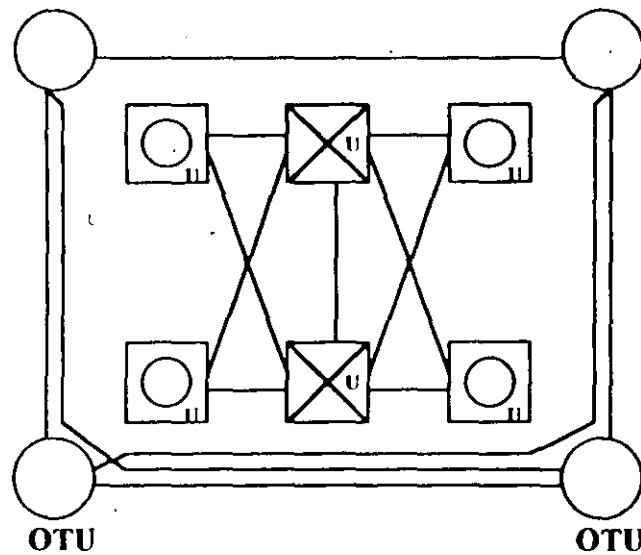
TANDEM



RED JERARQUICA

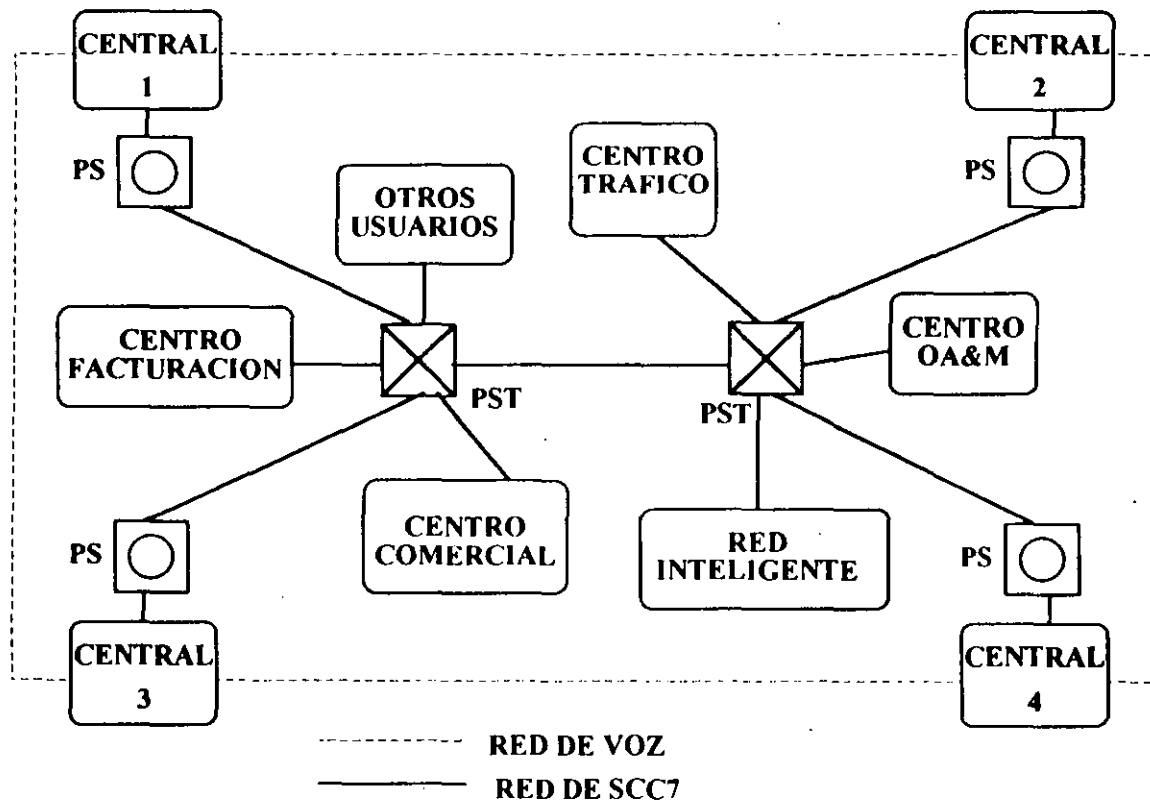
OTU

OTU



RED MALLA

FACILIDADES DE LA RED SCC7



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

Octeto de información de servicio (OIS)

Campo de Subservicio		Indicador de Servicio
indicador de red	reserva	
DC	BA	DCBA

DC	Asignación
00	Red internacional / mundial
01	reserva internacional / mundial
10	red nacional
11	reserva nacional

DCBA	Asignación de PU
0000	mensajes de gestión de red SCC7
0001	mensajes de prueba y mantenimiento de la red SCC7
0010	reserva
0011	parte de control de la conexión de señalización (PCCS)
0100	parte de usuario de telefonía (PUT)
0101	parte de usuario de la RDSI (PUSI)
0110	parte de usuario de datos (PUD) [llamadas y circuitos]
0111	parte de usuario de datos (PUDF) [registro y cancelación de facilidades]
1000 a 1111	reserva

PARTE DE USUARIO TELEFONICO (TUP)

La parte de usuario de telefonía define las funciones de señalización telefónicas necesarias mediante la utilización del sistema de señalización No. 7, para el control de llamadas de servicios de telecomunicaciones tales como telefonía y transmisión de datos por conmutación de circuitos.

Se ha especificado con el propósito de que tenga las mismas características de señalización telefónica que otros sistemas utilizados en la RTPC, de modo que pueda existir interfuncionamiento entre ellos.

La especificación de la parte de usuario de telefonía, define las señales y tipos de mensajes que serán utilizados para el establecimiento de enlaces nacionales e internacionales con el fin de tener las mismas características de señalización. Sin embargo se permite a las administraciones una capacidad de reserva para aplicaciones propietarias.

El intercambio de información entre partes de usuario se lleva a cabo mediante unidades de señalización de mensajes (USM), mismas que contienen formatos y códigos específicos para cada parte de usuario. Las USM referentes a partes de usuario telefónico contienen información de servicio, señalización telefónica e información de administración de la red de señalización.

Las USM son grupos de bits que constituyen por si mismas entidades transferibles en forma separada y que se utilizan para transportar información.

El conjunto de mensajes, los parámetros y los procedimientos especificados para el protocolo de la TUP están basados en las Recomendaciones Q.721 a Q.725 del CCITT.

← CIS →

BAN 01111110	BCE	CAMPO DE MENSAJES Y SEÑALES	CODIGO DE ENCABEZAMIENTO		ETIQUETA 'A'			OIS		IL	BID	NSD	BII	NSI	BAN 01111110	
			E1	E0	CIC	CPO	CPD	CS	IS							
8	16	n X 8	4	4	12	14	14	4	4	2	6	1	7	1	7	8

Formato general de la USM para TUP

← CIS →

BAN 01111110	BCE	CAMPO DE MENSAJES Y SEÑALES	TIPO DE MENSAJE	ETIQUETA 'B'					OIS		IL	BID	NSD	BII	NSI	BAN 01111110	
				CIC	SCS	CPO	CPD	CS	IS								
8	16	n X 8	8	4	12	4	14	14	4	4	2	6	1	7	1	7	8

PARTE FACULTATIVA FIJA/VARIABLE	PARTE OBLIGATORIA LONGITUD VARIABLE	PARTE OBLIGATORIA DE LONGITUD FIJA
------------------------------------	--	---------------------------------------

Formato general de la USM para ISUP

PARTE DE USUARIO DE LA RDSI (ISUP)

La parte de usuario RDSI (ISUP) es el protocolo del sistema de señalización No. 7 que proporciona las funciones de señalización necesarias para el servicio portador básico, así como para servicios suplementarios para aplicaciones vocales y no vocales en una red digital de servicios integrados.

La parte de usuario RDSI es también apropiada para su uso en redes telefónicas especializadas y redes de datos con conmutación de circuitos, así como en redes analógicas y mixtas analógicas/digitales. En especial, la parte de usuario RDSI satisface los requisitos definidos para el manejo del tráfico de datos con conmutación de circuitos y telefónico automático y semiautomático internacional mundial.

Además, la parte de usuario RDSI se presta para las aplicaciones nacionales. La mayor parte de los procedimientos de señalización, elementos de señalización y tipos de mensaje especificados para uso internacional son también necesarios en las aplicaciones nacionales típicas como lo son; el servicio CENTREX de Cobertura Amplia (CCA) y la Red Inteligente (RI).

La parte de usuario RDSI utiliza los servicios proporcionados por la parte transferencia de mensajes (MTP) para la transferencia de información entre partes de usuario RDSI.

Los requisitos de numeración para la RDSI siguen el plan de numeración internacional definido para la RDSI para proporcionar un servicio básico con conmutación de circuitos entre terminales RDSI o entre éstos y los terminales que se conectan a la red telefónica nacional o internacional existente.

El conjunto de mensajes, los parámetros y los procedimientos especificados para el protocolo de la ISUP están basados en las Recomendaciones Q.761 a Q.764 y Q.767 del CCITT.

Formato del CIIPS

Código de zona / red		Identificación de PS
Identificación de región	Identificación de zona / red	
N M L	KJIHGFED	C B A

Código de zona / red			
Identificación de región		Identificación de zona / red	
decimal	binario	decimal	binario
3	011	068	01000100

PSXI	Identificación de PS	
	decimal	binario
Tulancingo	0	000
México	1	001
Monterrey	2	010
Cd. Juarez	3	011
Nogales	4	100
Tijuana	5	101

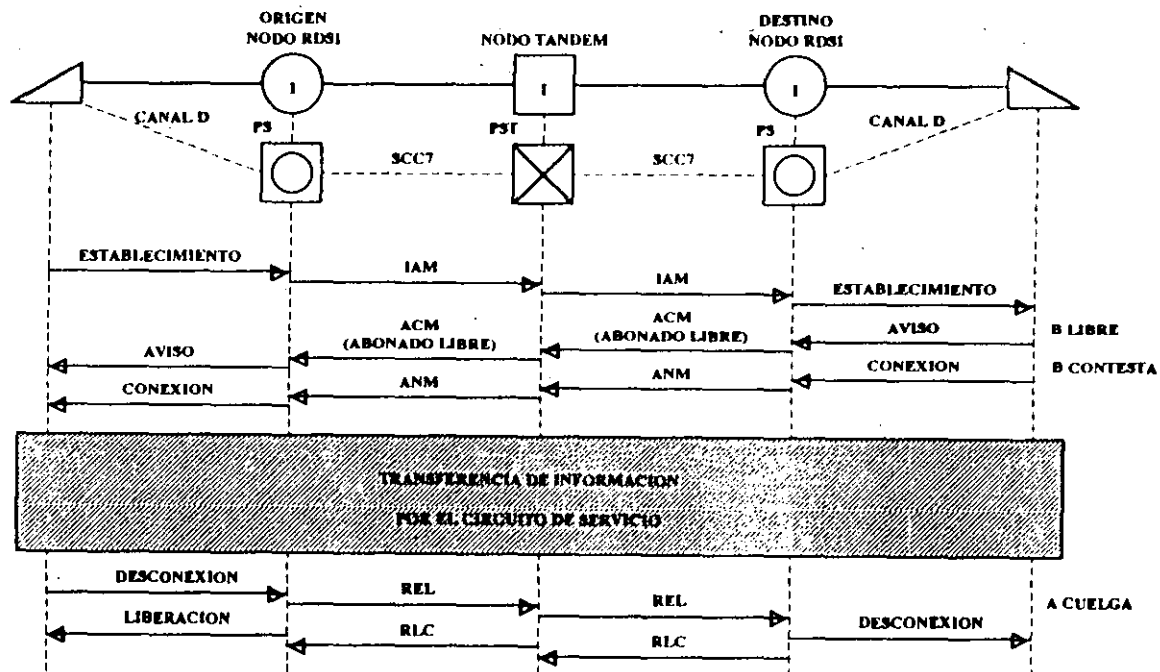
PUT - Mensajes

		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	Re llamada	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



PARTE DE CONTROL DE LA CONEXION DE SEÑALIZACION (SCCP).

La Parte de Control de Conexión de Señalización (SCCP) proporciona funciones adicionales a las de la Parte de Transferencia de Mensajes (MTP) con objeto de prestar servicios de red sin conexión y servicios de red con conexión, para transferir información de señalización relacionada con el circuito y no relacionada con el circuito de los usuarios de la SCCP, tales como; la Parte de Usuario de la Red Digital de Servicios Integrados (ISUP), TCAP, gestión de la SCCP, etc., e información de otros tipos entre las centrales y centros especializados en la red de telecomunicaciones vía una red del sistema de señalización por canal común No. 7 (SCC7).

La combinación de la MTP y la SCCP se denomina Parte de Servicio de Red y debe reunir los requisitos de red definidos por el modelo de la International Standards Organization (ISO).

El protocolo de SCCP debe utilizarse entre dos sistemas que proporcionan el servicio de Parte de Servicio de Red a las capas superiores. El intercambio de información entre los usuarios de la PCCS permite:

- a) El establecimiento de conexiones de señalización lógicas;
- b) la liberación de las conexiones de señalización lógicas;
- c) transferencia de datos con conexiones de señalización lógicas y sin ellas.

La especificación de la SCCP se encuentra en las recomendaciones Q.711, Q.712, Q.713, Q.714 y Q.716 del CCITT.

PARTE DE APLICACION DE CAPACIDADES DE TRANSACCION (TCAP).

Las capacidades de transacción (TC) proporcionan funciones y protocolos a gran número de aplicaciones distribuidas entre centrales y centros especializados en las redes de telecomunicación.

La TCAP forma parte de la capa 7 de acuerdo al modelo de referencia de la International Standards Organization (ISO).

La finalidad general de las Capacidades de Transacción es proporcionar medios de transferencia de información entre nodos, así como suministrar servicios genéricos a las aplicaciones, aunque manteniendo su independencia con respecto a ellas.

Las TC de la red con sistema de señalización por canal común No. 7, deben poder ser utilizadas entre:

- centrales;
- una central y un centro de servicio;
- centros de servicio.

La TCAP utilizará el servicio de red del sistema de señalización por canal común No.7, por lo que utilizará las opciones de direccionamiento soportadas por la Parte de control de la conexión de señalización (SCCP).

La especificación de la TCAP se encuentra en las recomendaciones Q.771, Q.772, Q.773, Q.774 y Q.775 del CCITT.



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

IV CURSO INTERNACIONAL EN TELECOMUNICACIONES

MODULO III

REDES DIGITALES ACTUALIZACION Y PERSPECTIVA

R . E . D . I . N . T . E . L . I . G . E . N . T . E

M.C. MARTIN LARA
BARRON

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.

e) **Punto de gestión de servicio (SMP).**

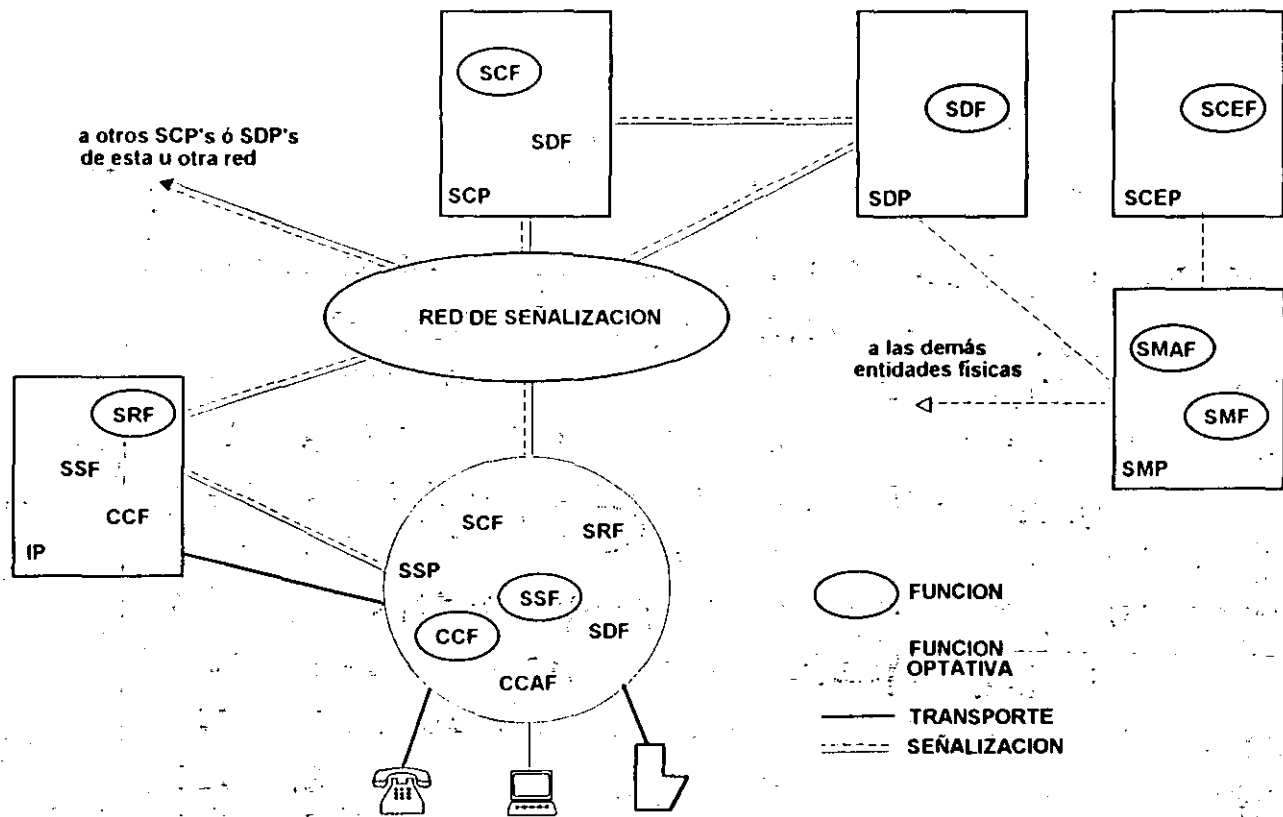
Efectúa el control de la gestión de servicio, el control del suministro del servicio y el control del despliegue del servicio, pudiendo realizar entre otras cosas:

- administración de una base de datos;
- supervisión y prueba de red;
- gestión del tráfico de la red;
- reunión de datos de la red, etc.

El **SMP** puede acceder a todas las demás **PE's**.

f) **Punto de entorno de creación de servicio (SCEP).**

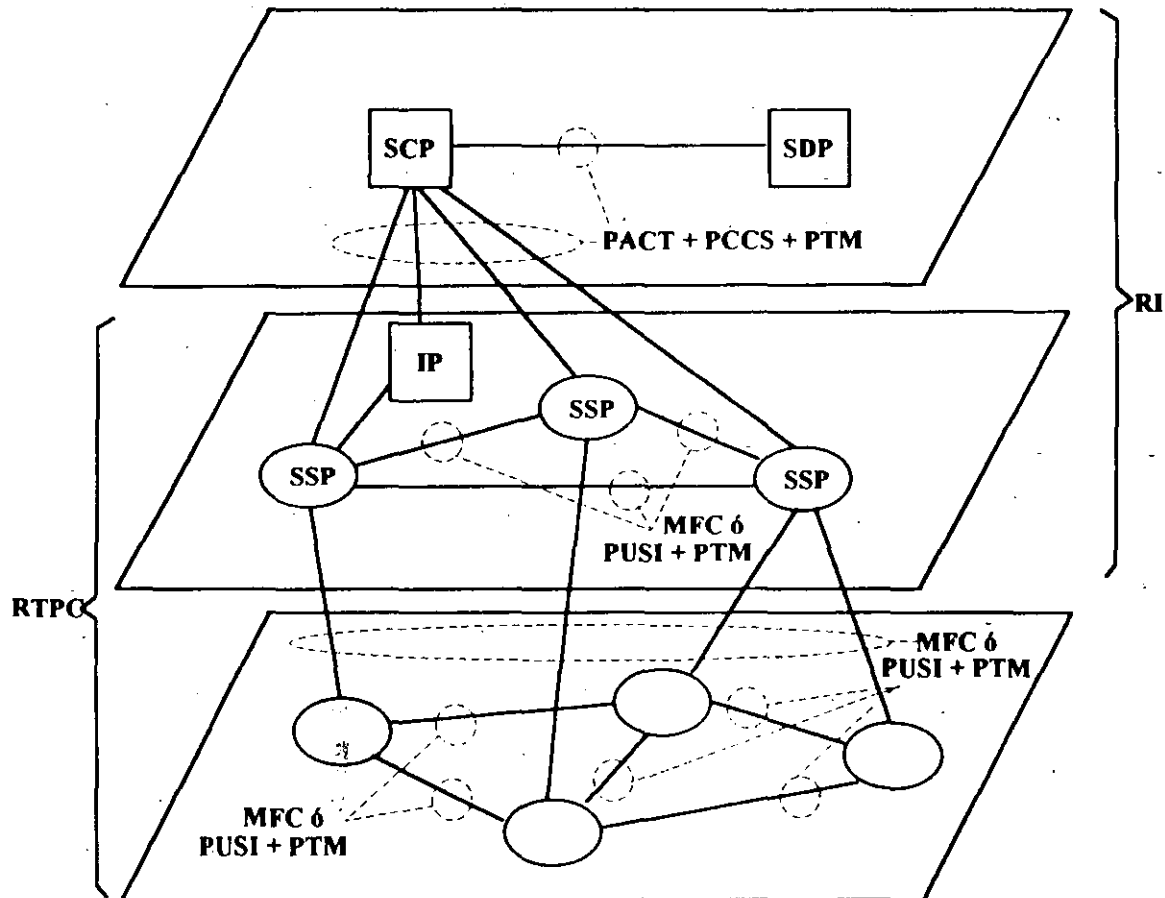
Se utiliza para definir, elaborar y probar un servicio de **RI** y para aplicarlo al **SMP** e interactuando directamente con el. Contiene únicamente la función de entorno de creación de servicio **SCEF**.



- 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
- SMF Función de gestión de servicio
- SMAF Función de acceso de gestión de servicio
- SCEF Función de entorno de creación de servicio

La siguiente figura incluye los diferentes tipos de señalización que pueden existir en la interrelación entre la **RI** y la **RTPC**.





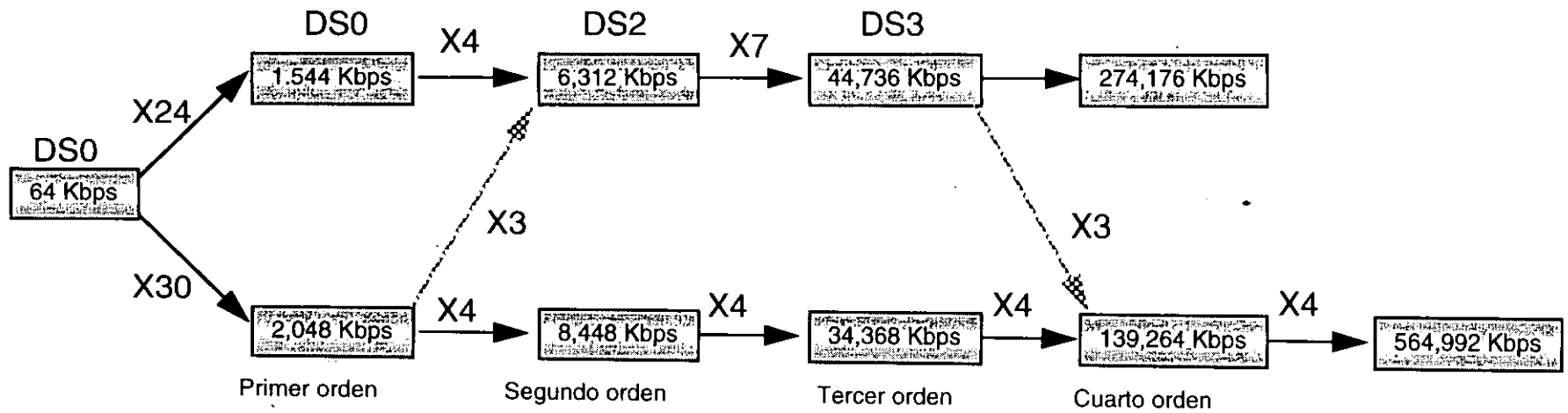
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
CURSOS ABIERTOS
IV CURSO INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES
MODULO III: REDES DIGITALES: ACTUALIDAD Y PERSPECTIVAS

SONET SDH

ING. ERIK HUESCA MORALES

Palacio de Minería Calle de Tacuba 5 Primer piso Deleg. Cuauhtémoc 06000 México, D.F. APDO. Postal M-2285
Teléfonos: 512-8955 512-5121 521-7335 521-1987 Fax 510-0573 521-4020 AL 26

Diferencias



Erik Huesca
junio, 1995



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

CURSOS ABIERTOS

IV CURSO INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

MODULO III: REDES DIGITALES: ACTUALIDAD Y PERSPECTIVAS

SONET SDH

ING. ERIK HUESCA MORALES

Palacio de Minería Calle de Tacuba 5 Primer piso Deleg. Cuauhtémoc 06000 México, D.F. APDO. Postal M-2285
Teléfonos: 512-8955 512-5121 521-7335 521-1987 Fax 510-0573 521-4020 AL 26

SONET

SDH

Erik Huesca
junio, 1995

SONET-SE

Acrónimos

- **SONET Red óptica estándar (*Standard Optical NETWORK*)**
- **SDH Jerarquía digital síncrona (*Synchronous Digital Hierarchy*)**

Un reto

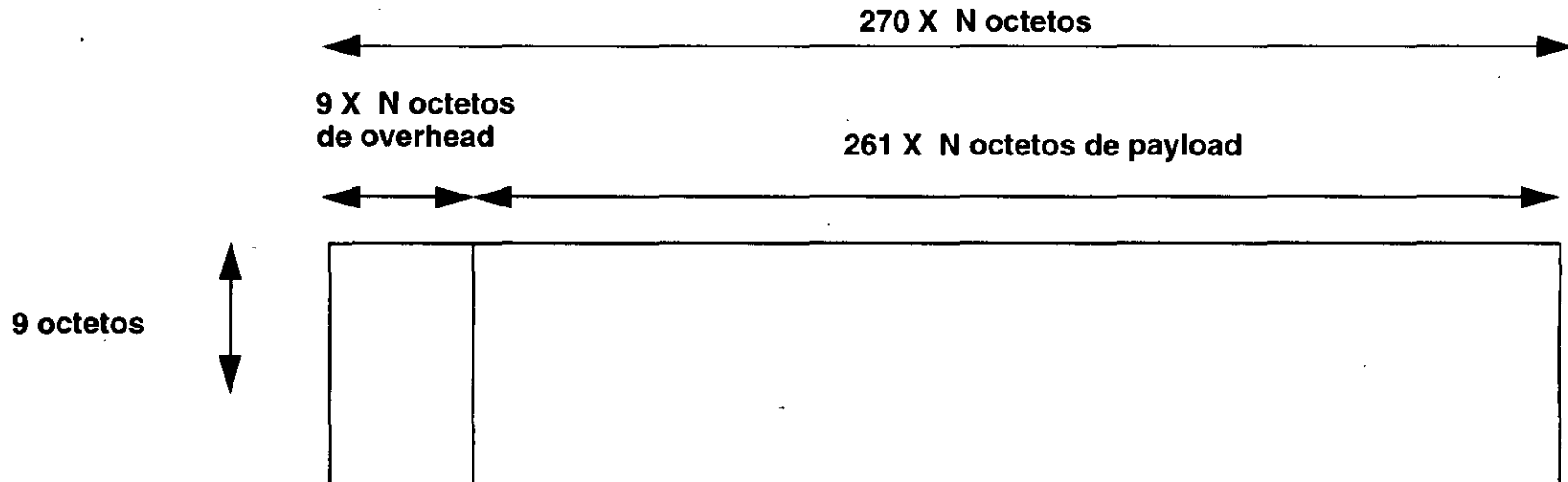
- ¿Pensar en Hz. o en bits?
- ¿necesidades actuales de trasmisión?
- **APLICACIONES**

Historia

- **Los estándares surgen en los dos mundos**
 - CCITT Inicia trabajos en 1986 y es publicado en 1989 en el "libro azul" , en G.707, G.708, G.709 para SDH
 - Propuesta por Bellcore la retoma ANSI en el subcomité T1X1 formado en 1985, SONET
- **ANCESTROS**
 - FDM
 - PCM (1937)
 - PDH

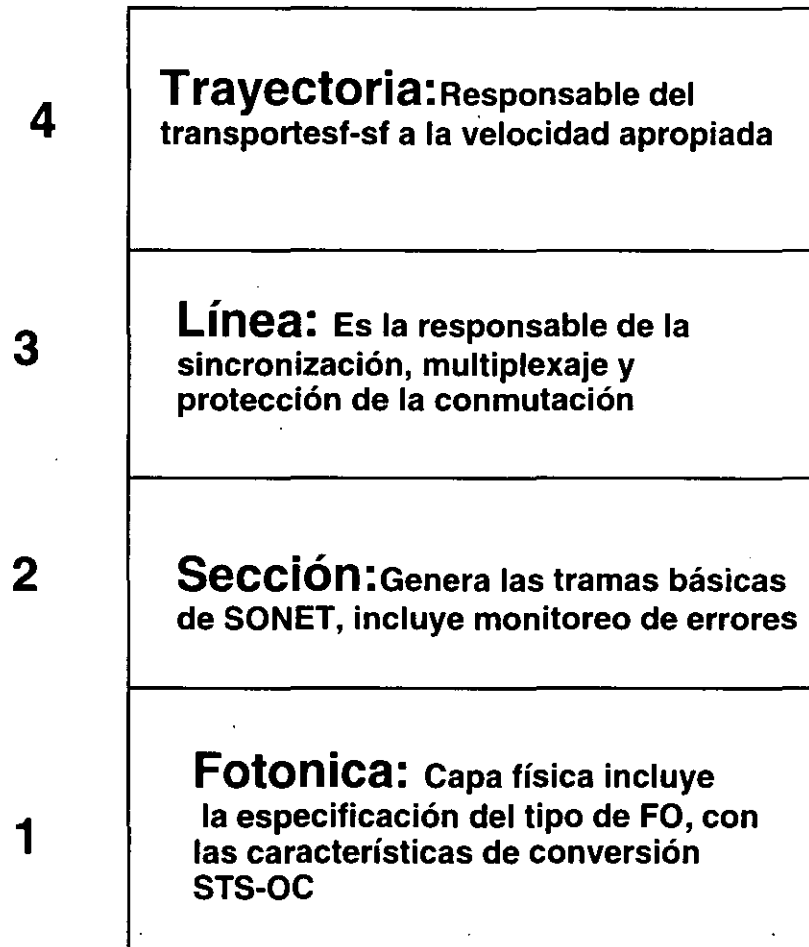
SDH

Trama STM-N

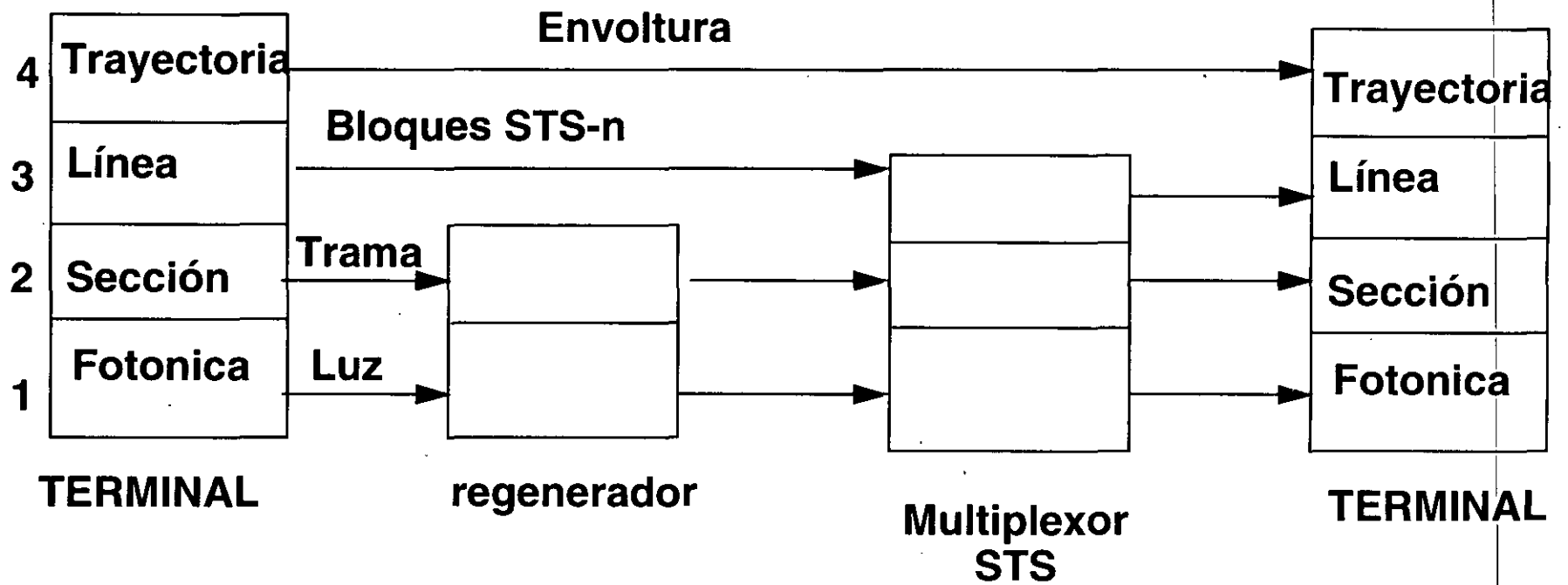


SONET

Jerarquía de cuatro capas

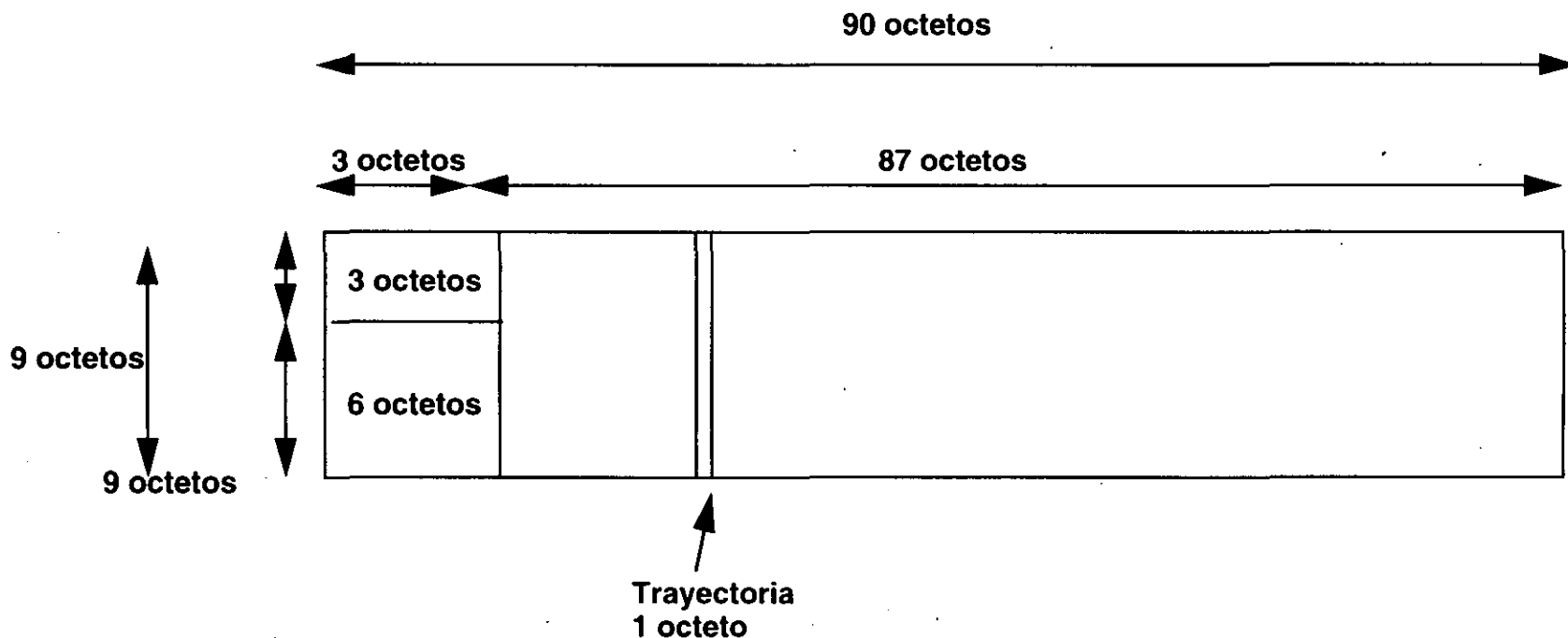


SONET



SONET

- El formato de bloque mínimo es de STS-1 el cual consiste de 810 octetos. Es decir la trama puede ser vista como una matriz de nueve columnas de 90 octetos cada una.

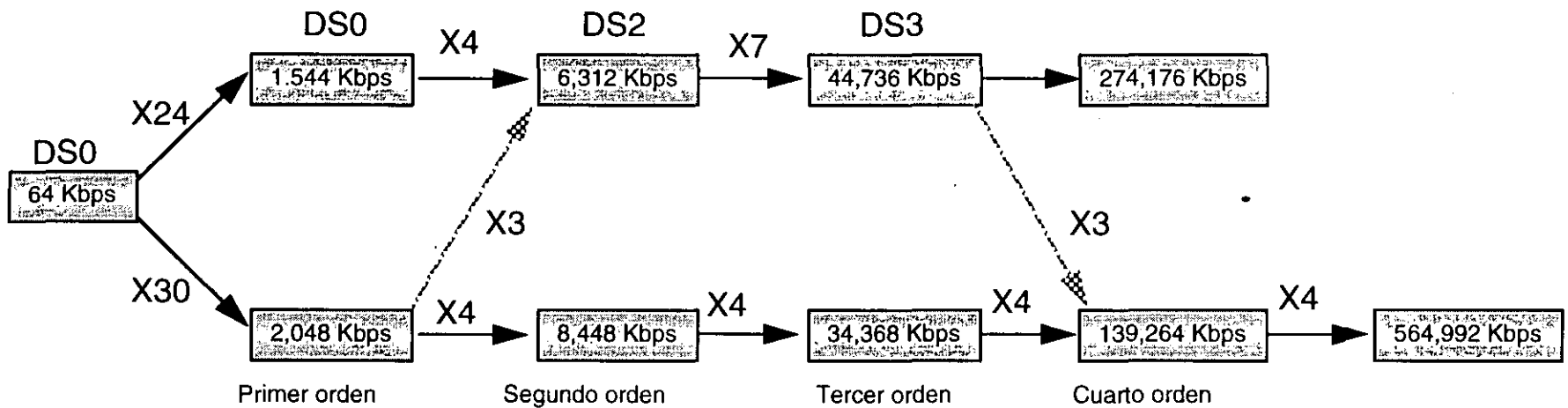


Diferencias

SONET Designación	CCITT Designación	Velocidad (Mbps)
STS-1/OC-1	---	51.84
STS-3/OC-3	STM-1	155.52
STS-9/OC-9	STM-3	466.56
STS-12/OC-12	STM-4	622.08
STS-18/OC-18	STM-6	933.12
STS-24/OC-24	STM-8	1 244.16
STS-36/OC-36	STM-12	1 866.24
STS-48/OC-48	STM-16	2 488.32

**Nota: OC-n es el equivalente óptico de STS que es señal eléctrica.
Los equipos de usuarios reciben señales eléctricas.**

Diferencias



Conclusiones

- **Ventajas de redes síncronas**
 - Ofrece a los operadores de redes de telecomunicaciones un mecanismo consistente, para particionar, monitorear y controlar la capacidad de transporte en la red. Desde el punto de vista comercial, las tecnologías síncronas ofrecen una eficaz ayuda para competir en el entorno de la regulación abierta.
 - Permite el soporte de servicios futuros como las redes metropolitanas, ISDN broadband y redes de comunicaciones personales PCN

Conclusiones

- AL DISEÑAR REDES, NO TAN SÓLO PENSAR EN CANALES, SINO EN LAS APLICACIONES QUE SE ESTAN PROVEEYENDO



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

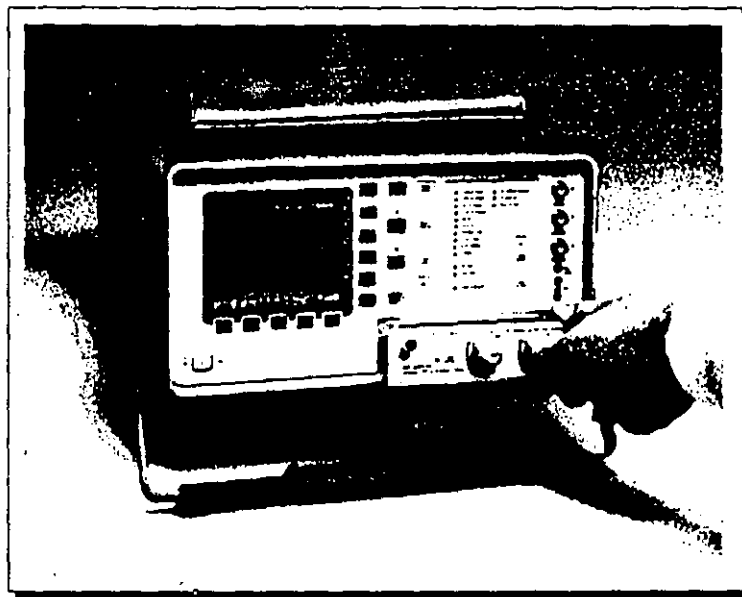
IV CURSO INTERNACIONAL EN TELECOMUNICACIONES

MODULO III

REDES DIGITALES: ACTUALIDAD Y PERSPECTIVA

EQUIPO DE MEDICION SONET- S.D.H.

ING. CARLOS MICHEL



HP 37724A
Conjunto de Medición para SDH y PDH
Curso de Operación

Contenido

Fundamentos Teóricos

Conociendo el HP 37724A

Mediciones de SDH con el HP 37724A

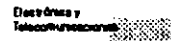
Laboratorios

Fundamentos Teóricos

HP 37724A

Fundamentos Teóricos

- ▶ **Introducción a SDH**
- ▶ **Redes SDH**
- ▶ **Cómo funciona SDH**



Fundamentos Teóricos de SDH

En el presente documento revisaremos los conceptos fundamentales de las redes de SDH y algunos de los problemas más comunes encontrados durante la instalación, organización, mantenimiento de esta red vital.

Esta presentación está dirigida a personal que instala o mantiene sistemas de transmisión de SDH, como una introducción teórica para el manejo del Conjunto de Medición de SDH/PDH HP 37724A.

HP 37724A

Fundamentos Teóricos

- **Introducción a SDH**
 - Beneficios de SDH
 - Cómo están cambiando las redes de transmisión
 - Cómo se mantienen las jerarquías PDH en la nueva red
 - Estándares de SDH
- **Redes SDH**
 - Elementos de la red
 - Arquitecturas típicas de red
 - Ejemplos de Redes Reales
- **Cómo funciona SDH**
 - Transporte de carga de 139Mb/s
 - Tolerancia a la desincronización
 - Transporte de otros tipos de carga
 - Administración de fallas y degradación en el desempeño



Hemos dividido el material en tres partes: Introducción a SDH, Redes SDH y el funcionamiento de SDH.

¿Qué significa SDH?

S ynchronous **D** igital **H** ierarchy

 HEWLETT
PACKARD

CTBU/QTD
PL 63

SDH es una nueva tecnología de transmisión para redes de fibra óptica de alta velocidad.

SDH significa Jerarquía Digital Síncrona y supera parte de las limitaciones de su "hermano", PDH, la Jerarquía Digital Plesiócrona.

SDH será el estándar distribuido en todas partes del mundo excepto los Estados Unidos y Canadá que han desarrollado un estándar similar y compatible conocido como SONET (Red Óptica Síncrona).

Beneficios de SDH

- más elección, mejores costos y precio para los operadores de red
- más fácil de administrar
- equipo más sencillo
- puede transportar los servicios actuales, así como los del futuro



HEWLETT
PACKARD

Electrónica y
Telecomunicaciones

En PDH, los formatos y señales de trama hasta 140 Mb / S están estandarizados, lo que significa que los equipos de diferentes proveedores hasta dicha tasa trabajan en conjunto prácticamente sin problemas.

El equipo de red que corre a tasas mayores que 140 Mb / S es propietario y no puede interconectarse con otros proveedores.

Las normas de SDH definen señales hasta 2.4 Gb / S (y próximamente a 9.6 Gb / S) lo cual significa que equipos de diferentes proveedores deberían trabajar juntos. Así los operadores de red se verían beneficiados, al contar con más opciones y la posibilidad de mejorar costos y precios.

Las señales SDH tiene mucho más de su señal dedicada al encabezado que las de PDH. El tener un tamaño extra de encabezado permite a la red responder mejor a las faltas y degradaciones en desempeño, siendo así más fácil de administrar.

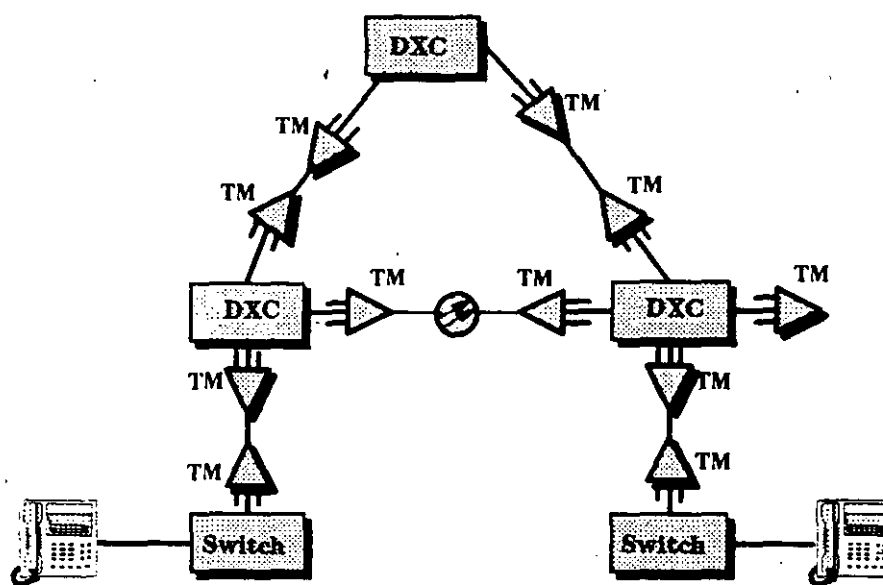
SDH utiliza multiplexación síncrona que permite a una señal tributaria, 2 Mb / S por ejemplo, ir directamente montada en una señal SDH más rápida, digamos a 2.4 Gb / S, sin multiplexación intermediaria. Igualmente, puede ser identificada más fácilmente

y extraída. Esto corta el costo de las etapas de multiplexaje/demultiplexaje y, lo que es más importante, permite conmutar señales tributarias a velocidades de SDH, así que en general el equipo resulta más simple.

A la vez de llevar servicios PDH existentes, SDH puede llevar servicios futuros, como video, cuando se le exija, TV de alta definición y video conferencias.

¿Cómo cambia todo esto el aspecto de la red de transmisión?

La red PDH en nuestros días



HEWLETT
PACKARD

Dist. Fónica y
Telecomunicaciones

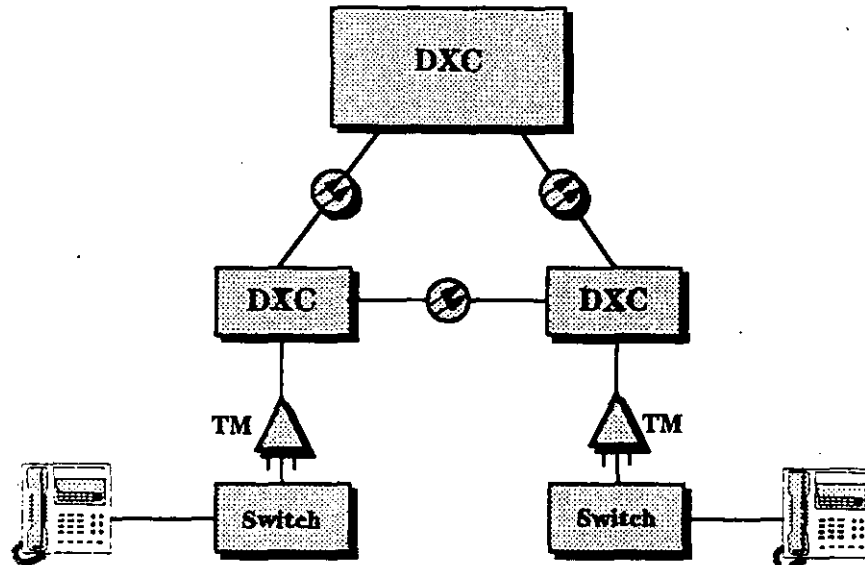
Típicamente, en las redes existentes, la tecnología de transmisión punto a punto enlaza los equipos de conmutación o localidades del cliente. Una señal de 64 kb / S de una llamada telefónica puede ser multiplexada a 2 Mb / S y después hasta 140 Mb / S utilizando un multiplexor terminal.

Sin embargo, para conmutar esta señal de 64 kb / s, la señal completa de 140 de Mb / S tiene que ser demultiplexada. Esto requiere de un conjunto total de multiplexores al final de cada enlace de transmisión. Este es también el caso para las fibras de tasas más altas propietarias de sistemas de transmisión óptica (FOTS). Este arreglo de espalda-con-espalda es muy caro cuando, en la práctica, solamente parte de las señales de más bajo orden necesitan ser conmutadas.

Algunos circuitos pueden utilizar " tableros de conexiones " manuales, en lugar de Sistemas de Conexión en cruzamiento Digital (DXC) para enrutar el ancho de banda (por ejemplo un circuito de 2 Mb / S) a través de la red. El reaprovisionamiento en el momento que un cliente no necesita ya una facilidad es muy demorado y caro si el reconexionado es necesitado o el equipo tiene que ser reubicado o recuperado. Incluso con los sistemas de DXC existentes, reorientar circuitos poder tomar desde minutos hasta horas dependiendo de los métodos de control.

Con una red de SDH, se tendrá control centralizado de enrutamiento de la transmisión que hará simple la tarea de redirigir o reaprovisionar los circuitos.

La red basada en SDH



HEWLETT
PACKARD

Electrónica y
Telecomunicaciones

Una red de SDH desempeña la misma función básica que la existente red plesiócrona: transporta información del cliente de una ubicación a otra. Sin embargo, a través del uso de una nueva técnica conocida como multiplexación Síncrona, una red de SDH desempeña esta tarea más eficientemente que las redes actuales de PDH (Jerarquía Digital Plesiócrona).

Los sistemas DXC de SDH pueden enrutar el ancho de banda (canales de 2 Mb / S, por ejemplo) alrededor la red sin tener que primero demultiplexar la señal de líneas de velocidad más altas.

Esto proporciona grandes ahorros retirando la necesidad de multiplexores de terminal de espalda-con-espalda en los puntos de interconexión cruzados.

Jerarquías en SDH

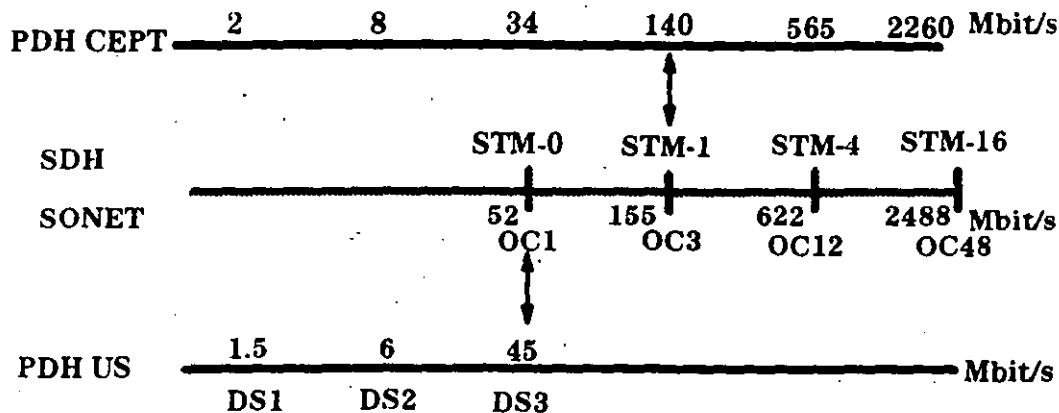
Señal SDH	Tasa de Transmisión
STM-0	1544 Mb/s
STM-1	1544 Mb/s
STM-4	6220 Mb/s
STM-16	24880 Mb/s



División de
Telecomunicaciones

Estas son las jerarquías de SDH, sus tasas y los términos por medio de los cuales son conocidas. STM significa Módulo de Transporte Síncrono. Por ejemplo, se puede conceptualizar al STM como la trama de SDH. El número que aparece después de STM muestra cuántos canales de 140 Mb / S puede llevar la trama.

Cómo se incorporan los servicios actuales en SDH



HEWLETT
PACKARD

Electrónica y
Telecomunicaciones

Para que SDH sea compatible con el equipo existente tiene que poder llevar los servicios actuales del cliente, por ejemplo 2 Mb / S y 140 Mb / S. La tasa del STM- 1 se ha elegido para ser suficientemente grande para llevar una señal de 140 Mb / S.

En el presente, las normas de SONET y de SDH definen estructuras de la señal hasta 2.4 Gb / S (OC48 / STM- 16).

NOTA:

El " Transportador óptico " de SONET OC (por ejemplo, OC- 3) se traduce directamente por el " Módulo de Transporte Sincrónico " STM de SDH (STM - 1 para el presente ejemplo).

Solamente para dar una idea de la capacidad de SDH, todas las llamadas telefónicas de una ciudad completa pueden estar manejadas por un enlace STM - 16 (32,256 llamadas).

Las normas de SDH/SONET

ITU-TS (CCITT)	SG.13, SG.15 G.707-9, G.781-4, G.81s, G.825, G.957, G.958 CCIR 741, 742	Grupos de estudio de los estándares Estándares de SDH SDH en radio
ETSI	TM-1015	Requerimientos generales de SDH
Bellcore (800) 521 CORE	TR-253 TR-303 TR-496 TR-499	Requerimientos generales Transportes en loop ADM Requerimientos de transmisión
ANSI	T1.105.xx T1.106 T1.204 T1.231	Tasas, formatos, jitter, etc Interfaz óptica Operaciones, administración y provisión Monitoreo del desempeño en servicio
SONET Inter-operability Forum		Recientemente fundado por Southwestern Bell y otras agrupaciones



Servicios y
Telecomunicaciones

El Trabajo sobre las normas de SDH fue comenzado en junio de 1986. El objetivo fue producir un estándar a nivel mundial (excepto Estados Unidos y Canadá) para sistemas de transmisión sincrónicos que proveyeran a los operadores de red con redes económicas y flexibles.

En noviembre de 1988 las primeras normas de SDH fueron aprobadas: G. 707, G. 708 y G. 709.

Estas normas definen las tasas de transmisión, formato de la señal, estructuras de multiplexación y mapas de tributarias para la Interfaz de Nodo de Red (NNI)- la interfaz de norma internacional para la Jerarquía Digital Síncrona.

CCITT también se focalizó en una serie de normas para la operación de multiplexores sincrónicos (G. 781, G. 782 y G. 783) y Administración de la Red de SDH (G. 784).

HP 37724A

Fundamentos Teóricos

- **Introducción a SDH**
 - Beneficios de SDH
 - Cómo están cambiando las redes de transmisión
 - Cómo se mantienen las jerarquías PDH en la nueva red
 - Estándares de SDH
- **Redes SDH**
 - Elementos de la red
 - Arquitecturas típicas de red
 - Ejemplos de Redes Reales
- **Cómo funciona SDH**
 - Transporte de carga de 139Mb/s
 - Tolerancia a la desincronización
 - Transporte de otros tipos de carga
 - Administración de fallas y degradación en el desempeño



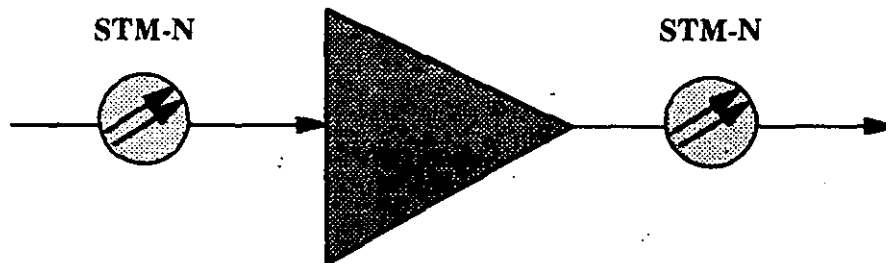
Elementos de la red SDH

- **Regeneradores SDH**
- **Mux Terminal de línea (LTM)**
- **Mux Inserción-Extracción (ADM)**
- **Synchronous Digital Cross Connect System (SDXC)**



Vamos ahora a echarle un vistazo a los " bloques de construcción " de la red. Estos elementos de red están definidos en base a las normas de CCITT y proporcionan funciones de conmutación y multiplexaje. También informan del desempeño de alarmas y del modo de monitorear, para que las fallas puedan ser aisladas rápidamente.

Regenerador SDH



HEWLETT
PACKARD

Electrónica y
Telecomunicaciones

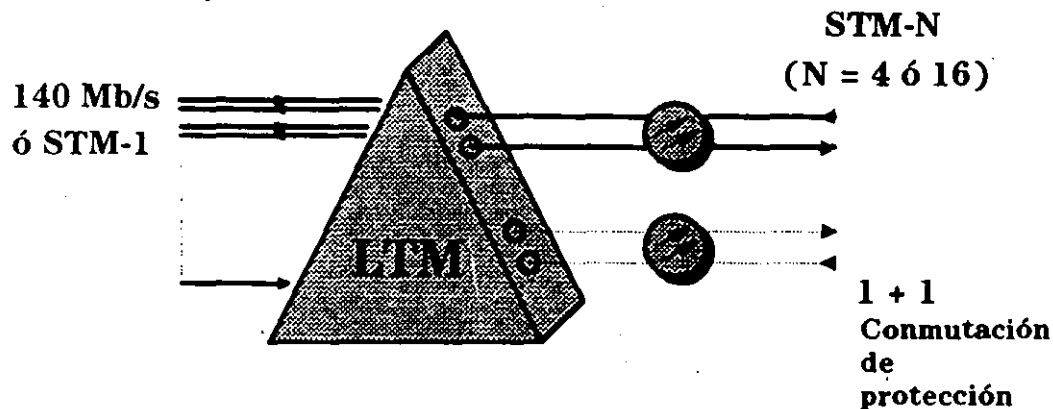
El elemento más básico es el regenerador. Se va a encontrar regeneradores siempre que se esté necesitando transmisión arriba de los 50 km. Terminan y regeneran la señal óptica. El Espaciado de los regeneradores depende de la longitud de onda que se utiliza, la potencia de la señal transmitida y la sensibilidad del receptor.

Las longitudes de onda de 1310 nm y 1550 nm son las preferidas porque la fibra de vidrio es peculiarmente transparente a la luz a estas longitudes de onda. Una lambda de 1550 nm es preferida para rutas largas porque aún cuando los láseres de 1550 nm cuestan más, la fibra es más transparente a 1550 nm que a 1310 nm, de modo que se necesitan menos regeneradores.

Conforme la señal deba de tranpostarse más lejos, mayor será la potencia transmitida y los receptores tienen que ser más sensibles.

Es por esta razón que los sistemas de fibra están descritos como sistemas de alcance cortos, intermedios y de rutas largas. Las normas definen la potencia óptica transmitida y la sensibilidad del receptor por cada tipo de sistema.

Mux Terminal de línea



HEWLETT
PACKARD

Electrónica y
Telecomunicaciones

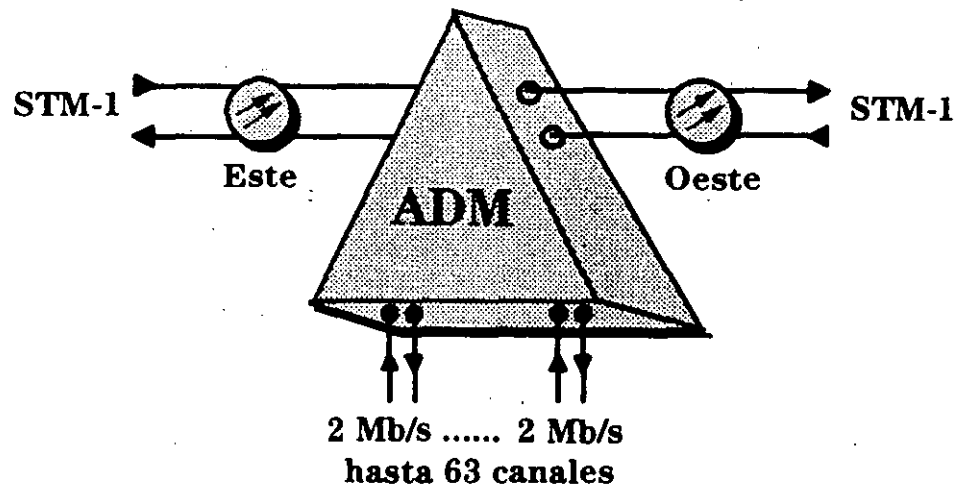
El Multiplexor Terminal de Línea toma un conjunto de tributarias de entrada, ya sea 2, 3, 4, 140 Mb / S o STM- 1 y las multiplexa hacia un transportador óptico de alta velocidad, por ejemplo STM- 4 o STM-16. Forman la entrada principal del PDH a las redes de SDH.

La mayoría de los multiplexores terminales de línea tienen un segundo transmisor interno (1+ 1) para protección de la conmutación.

Interfaces ópticas para 1310 nm y 1550 nm están disponibles.

Opciones adicionales del Multiplexor Terminal de Línea permiten el acceso a canales de comunicación de voz y datos (DCC).

Mux de Inserción-Extracción



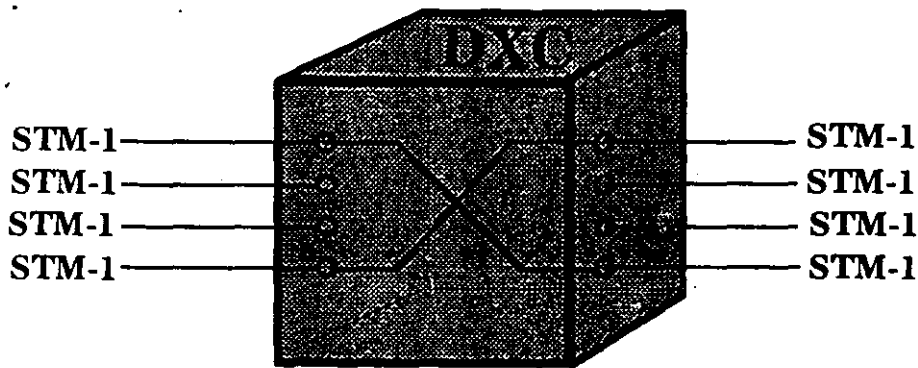
HEWLETT
PACKARD

Electrónica y
Telecomunicaciones

El Multiplexor de Inserción Extracción es el bloque de construcción de SDH básico para redes en anillo. Pasan señales SDH a través y simultáneamente puede añadir o extraer tributarias de señal PDH. Estos requerían previamente de bancos de equipo interconectados (por ejemplo un multiplexor / demultiplexor en cadena) de modo que el ADM ha hecho las redes de SDH más simples que su contrapartida en PDH.

Los operadores de red hacen uso de anillos de ADMS para insertar y extraer tráfico de clientes (acceso local).

DXC Síncrono



HEWLETT
PACKARD

Electrónica y
Telecomunicaciones

El DXCS síncrono formará la piedra angular de nuevas redes de SDH. Funcionan como interruptores semi-permanentes para canales de transmisión y pueden conmutar a cualquier nivel desde 64 kb / s hasta STM- 1. Generalmente tales dispositivos tienen interfaces en STM- 1 o STM- 4. El DXC puede ser reconfigurado rápidamente, bajo control de software, para proveer líneas dedicadas digitales y otros servicios de ancho de banda variable.

Los dispositivos DXC están clasificados en función de su interfaz de línea y nivel de conmutación en las jerarquías de SDH / PDH. Por ejemplo, un DXC 4 / 4 tendrá interfaces en STM- 1 (o 140 Mb / S) y conmutación en el STM- 1 (140 Mb / S) nivel, mientras que un DXC 1 / 0 tendrá interfaces a 2 Mb / S y permitirá la interconexión a nivel canal de 64 kb / s .

El dispositivo DXC 4 / 3/ 1 estará utilizado extensivamente para reemplazar los tableros de distribución digitales (DDF) que están utilizando los intercambios digitales en los presentes días. Estos eliminarán los problemas de red que resultan de fallas en el alambrado y realambrado de los DDFS.

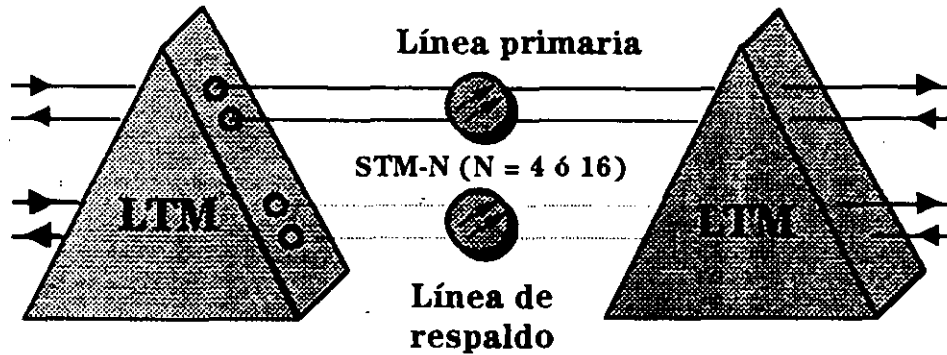
Arquitecturas Típicas de Red

- Punto a punto
- Anillos
- Malla y Anillo

HEWLETT
PACKARDElectrónica y
Telecomunicaciones 

Ahora, vamos a echar un vistazo a algunos modos de construir redes de SDH utilizando estos dispositivos.

Punto a punto



HEWLETT
PACKARD

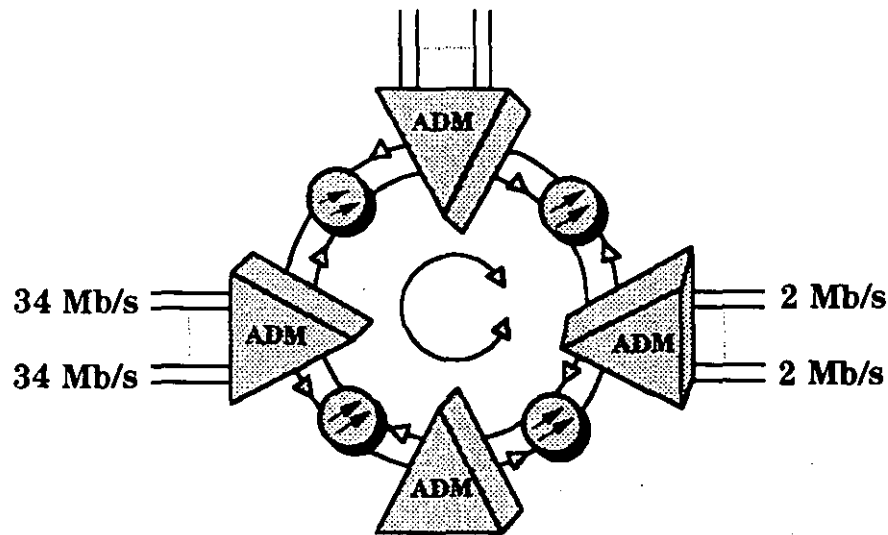
Electrónica y
Telecomunicaciones

En sistemas punto-a-punto las terminales de línea transportan un número de señales tributarias de una ubicación a otra, exactamente como los sistemas ópticos de fibra que tenemos hoy.

En el evento de un fallo de línea las terminales de línea automáticamente conmutan a una línea de respaldo. Los sistemas de línea SDH son los sucesores naturales para los sistemas de línea de 140 Mb / S y 565 Mb / S actualmente distribuidos en redes del tipo de columna vertebral.

En las nuevas instalaciones estas capacidades de PDH serán remplazadas por sistemas de línea STM- 4 (622 Mb / S) y STM- 16 (2.4 Gb / S). El resultado será una red de SDH / PDH mezclada que será muy complicada de administrar.

Anillos



HEWLETT
PACKARD

Electrónica y
Telecomunicaciones

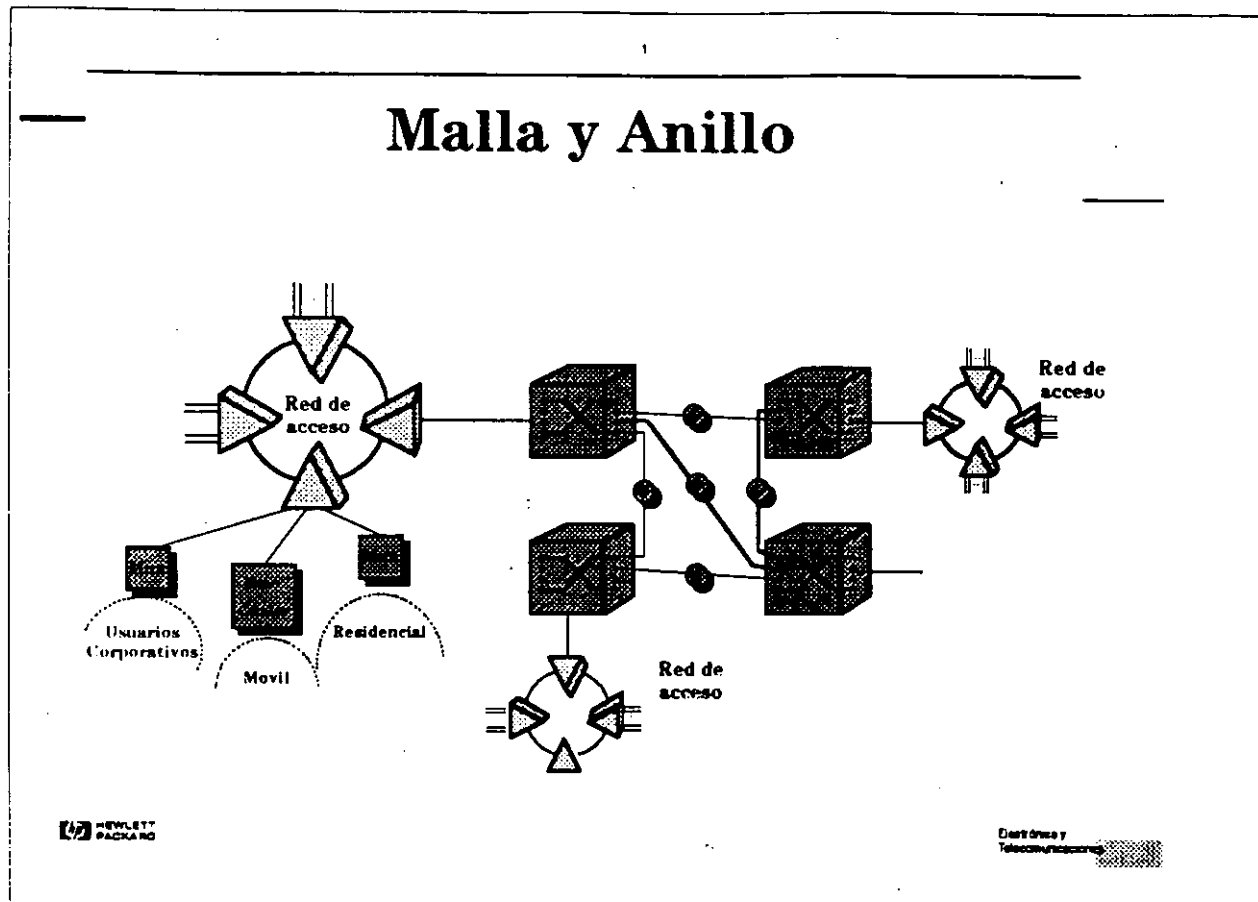
La definición de la función de Multiplexaje de Inserción y Extracción hace a la red SDH tan especial porque permite a los operadores hacer anillos de ADMS que pueden añadir y extraer canales en cualquier nodo. Los anillos funcionan muy bien porque dan mayor flexibilidad en la asignación del ancho de banda a los diferentes usuarios y permiten reorientar el tráfico en caso de que un enlace fallase.

Bajo operación normal un tributario de 2 Mb / S es enviado a través del anillo en ambas direcciones. El ADM asignado para extraer la tributaria de 2 Mb / S monitorea las dos señales SDH para buscar errores y suministrar el que tiene un mejor desempeño. Esto es conocido como cambiar de sendero.

Cuando un fallo catastrófico ocurre, por ejemplo cuando la fibra se corta por una excavación de obras de caminos, los nodos de ambos lados, cerrarán el lazo del anillo en dirección de las manecillas del reloj anillo con la dirección contraria, permitiendo el paso de tráfico para evitar el segmento de anillo dañado.

Este forma un anillo extendido que lleva todo el tráfico a cada nodo en el anillo, permitiendo al servicio continuar.

Malla y Anillo



Conforme la red de SDH se expande, la combinación de Puntos de Interconexión Digital conectados a conmutadores (DXC) e interconexiones punto-a-punto ópticas formará la " columna vertebral " de redes nucleares futuras.

Los DXCS SDH se conectarán en una Malla para dar altos niveles de protección.

Cuando se añaden anillos de ADMS a la Malla, estructura de la columna vertebral de la red , se tiene la flexibilidad definitiva de una red SDH.

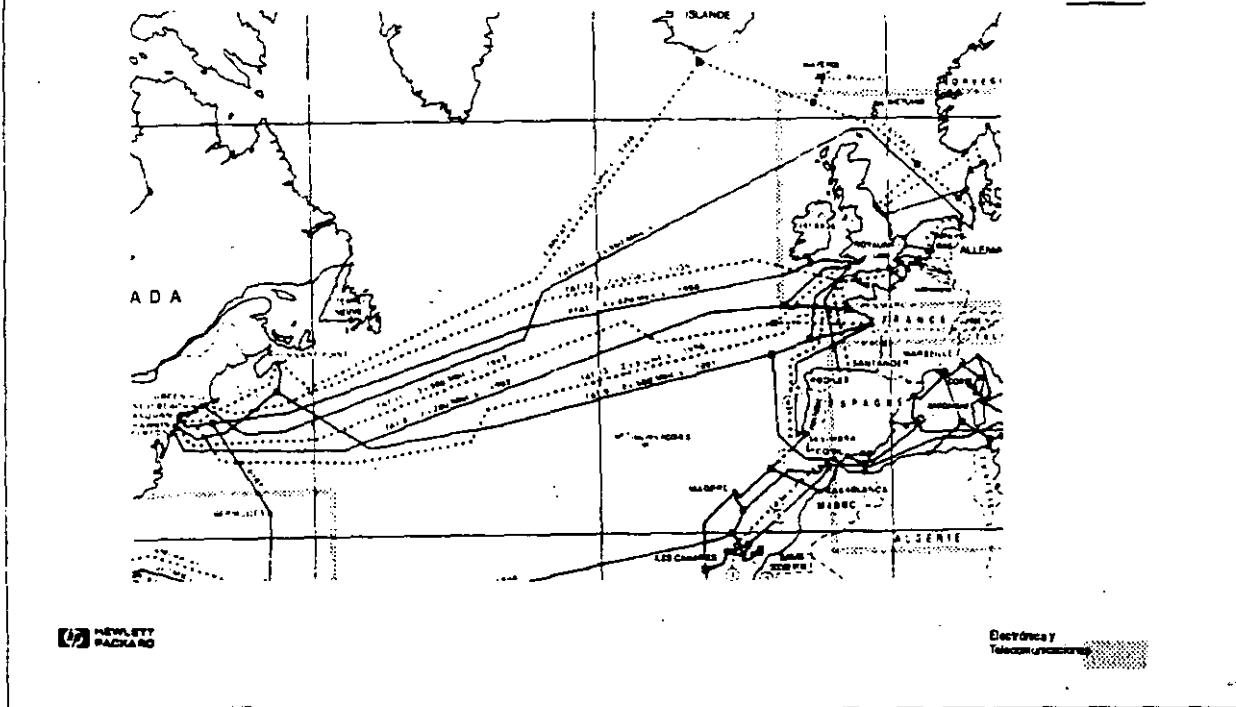
Nótese cuantas posibles vías alternativas pueden presentarse bajo este esquema. Todo esto es controlado por software de modo que sera muy fácil administrar la red.

En el futuro, puede haber anillos de SDH metropolitanos alrededor de ciudades importantes que conectarán clientes corporativos, servicios de teléfonos celulares y los multiplexores de usuario residenciales a la red de "columna vertebral" en malla.

Los nodos de red local MAN (Red de área Metropolitana) y BISDN (Broadband ISDN) también tendrán interfaces a estos anillos SDH. El modelo de malla y anillo mostrado aquí es similar al usado en la red de la Deutsche Bundespost.

Vamos ahora revisar otras redes reales.

—SDH Submarino Intercontinental



Ejemplos de Redes Reales.

Los cables submarinos SDH enlazan continentes, por ejemplo, Europa a America del Norte. En Estados Unidos la señal SDH es terminada y la carga es transferida a sistemas de transmisión de SONET.

Servicio doméstico de SDH mediante cable submarino


- Planes de uso en Brasil e Italia
- Apropiado para dar servicio en las ciudades costeras
- Sin necesidad de repetidores en algunos casos (Rio a Sao Mateus, Porto Seguro a Natal)
- Amplificadores ópticos usados en caso de ser necesario



Porto Seguro
a Natal

Rio de Janiero
a Sao Mateus

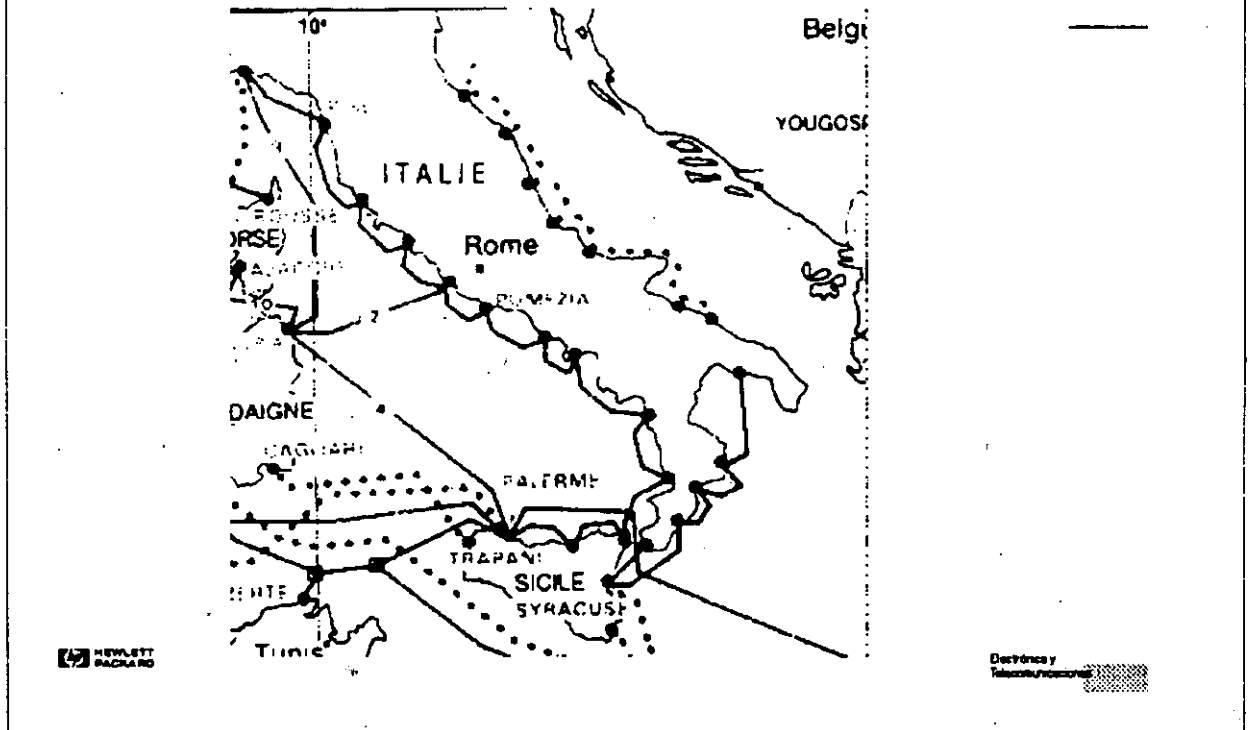
 HEWLETT
PACKARD

Electrónica y
Telecomunicaciones 

En Brasil es más fácil y más barato tender cable bajo el mar que abrir rutas en claro por tierra. Como resultado el cable submarino es utilizado para servicio doméstico.

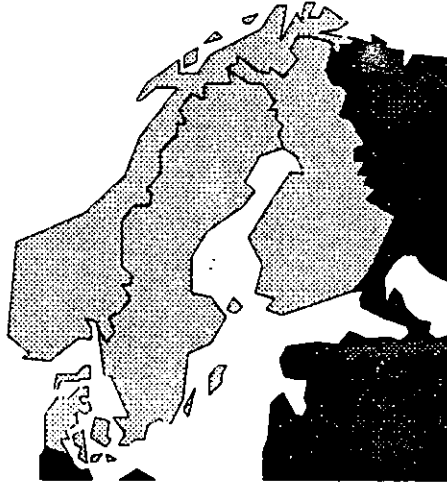
Hay otras redes submarinas en Italia y planes para dar vuelta a toda la costa africana.

SDH Submarino en Italia



En Italia el SDH submarino es popular debido a las leyes que protegen los monumentos y reliquias antiguas. Es realmente más barato tender una serie de fibras submarinas que pagar a compañías por asegurar contra daños un monumento o reliquia mientras se efectúa la colocación de la fibra terrestre.

SDH por Radio

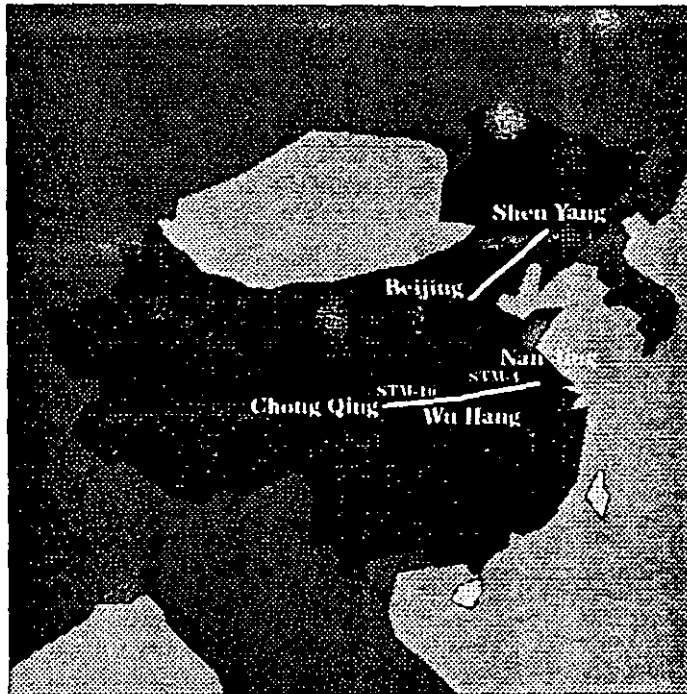


 HEWLETT
PACKARD

Electrónica y
Telecomunicaciones

En los países Nórdicos el radio es preferido debido al terreno difícil. El STM-0 (55 Mb / S) está definido para redes de radio de SDH.

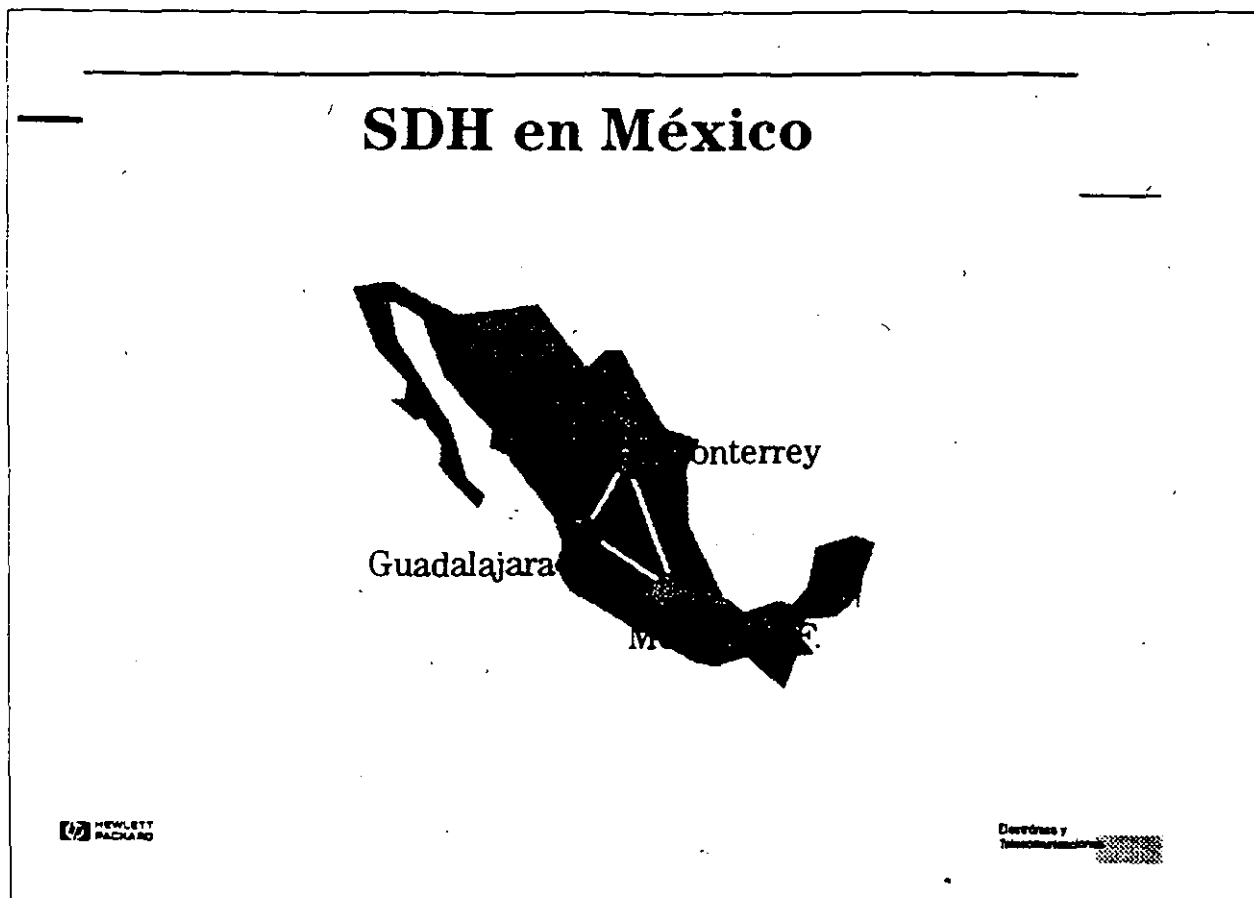
SDH en China



HEWLETT
PACKARD

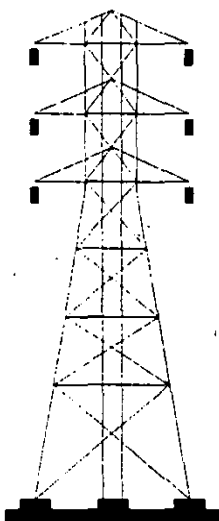
Electrónica y
Telecomunicaciones

China está invirtiendo fuertemente en telecomunicaciones como una prioridad en infraestructura. Hoy en día se cuenta con dos enlaces de fibra punto a punto de alta velocidad.

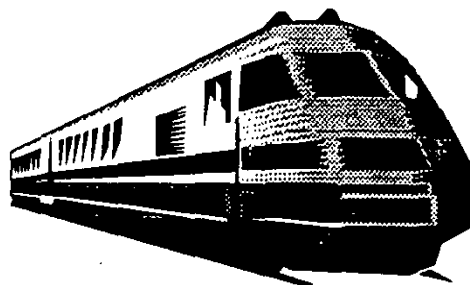


En México, se encuentran también instalaciones de SDH, y se prevee que a futuro la mayor parte de la red estará bajo dicho estándar.

SDH y Servicios



 HEWLETT
PACKARD

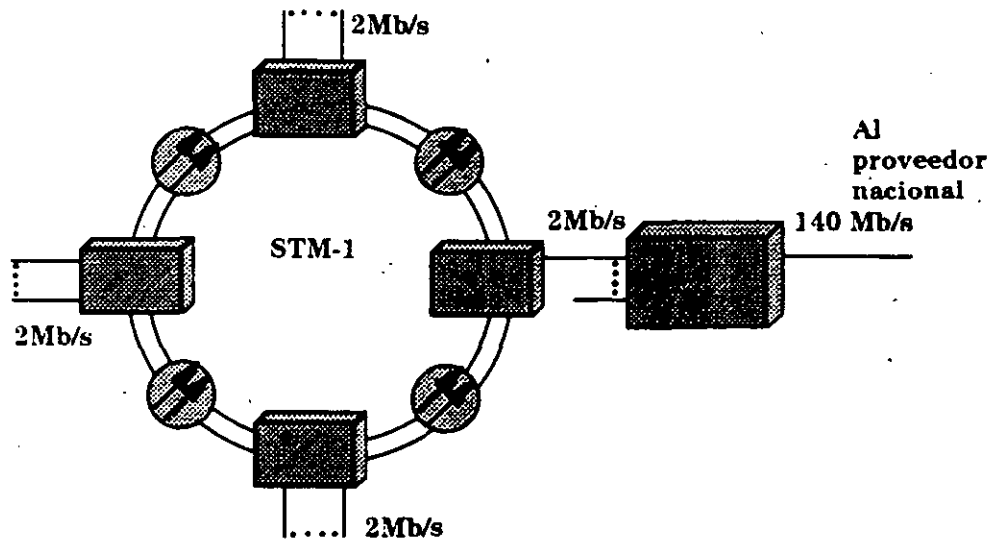


Electrónica y
Telecomunicaciones

Las compañías de electricidad y ferrocarriles están evaluando el potencial de negocio de sus derechos de vía. Las rutas de líneas de alto voltaje y ferrocarril proveen excelentes encauces para el cable de fibra y se eliminan prácticamente las disputas de derechos de terceros y proveedores de servicio. Incluso hay ahora alambres eléctricos de tierra con un núcleo de fibra óptica y hasta máquinas que enredan la fibra alrededor de los cables de alto poder, de modo que la infraestructura está allí, lista para ser utilizada.

Scottish Power, SNCF y el Ferrocarril Británico son tres de las compañías que están a punto de ofrecer servicios de telecomunicaciones, basados en estos conceptos.

—Compañías de TV por cable y SDH en el Reino Unido



HEWLETT
PACKARD

Electrónica y
Telecomunicaciones

Las compañías de TV por cable del Reino Unido ofrecen servicio telefónico a sus suscriptores además de la tradicional señal televisiva, y han instalado anillos de SDH para manejar el tráfico del cliente.

Las llamadas dentro del área de franquicia se están entregando directamente, mientras que las llamadas aledañas a la zona de franquicia y las llamadas de larga distancia están siendo entregadas a British Telecom y/o Mercury. En el futuro pueden verse acuerdos entre franquicias que permitieran a las compañías de CATV no depender de los transportadores nacionales completamente.

Al momento de escribir este documento, existen 98 franquicias de CATV en el Reino Unido, cada una operando una isla de SDH que conecta a BT y/o Mercury utilizando enlaces tipo PDH.

Como este punto de unión conocido como el "mid span" es PDH, el equipo de prueba PDH continúa siendo una necesidad imperante para ayudar a los operadores de red a administrar sus redes.

Al mismo tiempo los probadores de SDH se estarán necesitando para garantizar que el sistema SDH dentro de cada isla está trabajando adecuadamente.

Una vez que el mid span esté basado en SDH, el papel de los probadores de SDH será indiscutible, de modo que las necesidades de prueba de los operadores de red, migrará de PDH a SDH, y es importante que los conjuntos de prueba elegidos sean capaces de expandirse y crecer con la red.

Incluso dentro de un sólo territorio del operador puede encontrarse equipo de red de diferentes proveedores, que aunque se diseñó bajo las normas establecidas, siempre trabajará de diferentes maneras.

Efectuar pruebas y mediciones para eliminar estas diferencias será necesario cada vez que una a nueva revisión de software sea desarrollada; esto es, potencialmente muchas veces en la vida del hardware del elemento de red.

HP 37724A

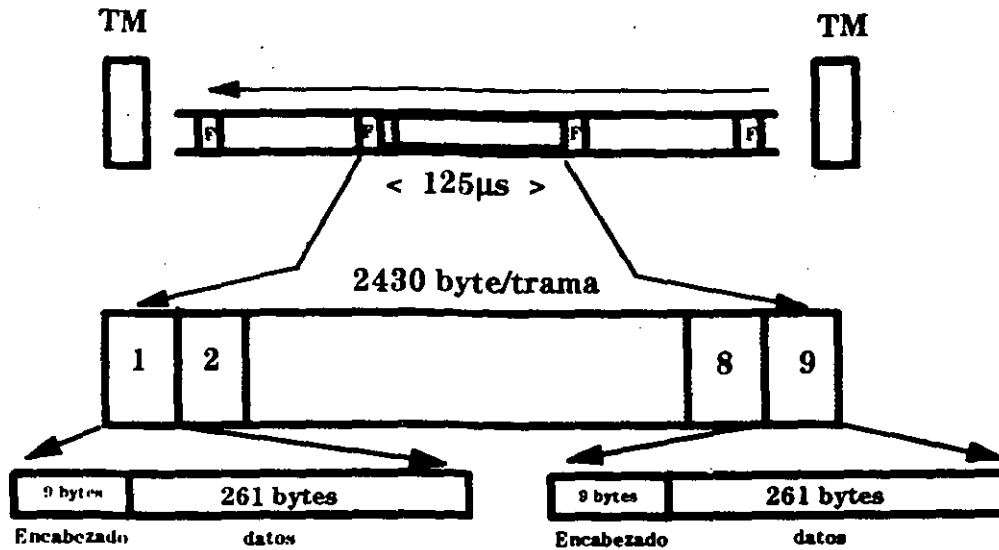
Fundamentos Teóricos

- Introducción a SDH
 - Beneficios de SDH
 - Cómo están cambiando las redes de transmisión
 - Cómo se mantienen las jerarquías PDH en la nueva red
 - Estándares de SDH
- Redes SDH
 - Elementos de la red
 - Arquitecturas típicas de red
 - Ejemplos de Redes Reales
- Cómo funciona SDH
 - Transporte de carga de 139Mb/s
 - Tolerancia a la desincronización
 - Transporte de otros tipos de carga
 - Administración de fallas y degradación en el desempeño



Transmisión SDH

STM-1 (155.52 Mb/s señal serie)



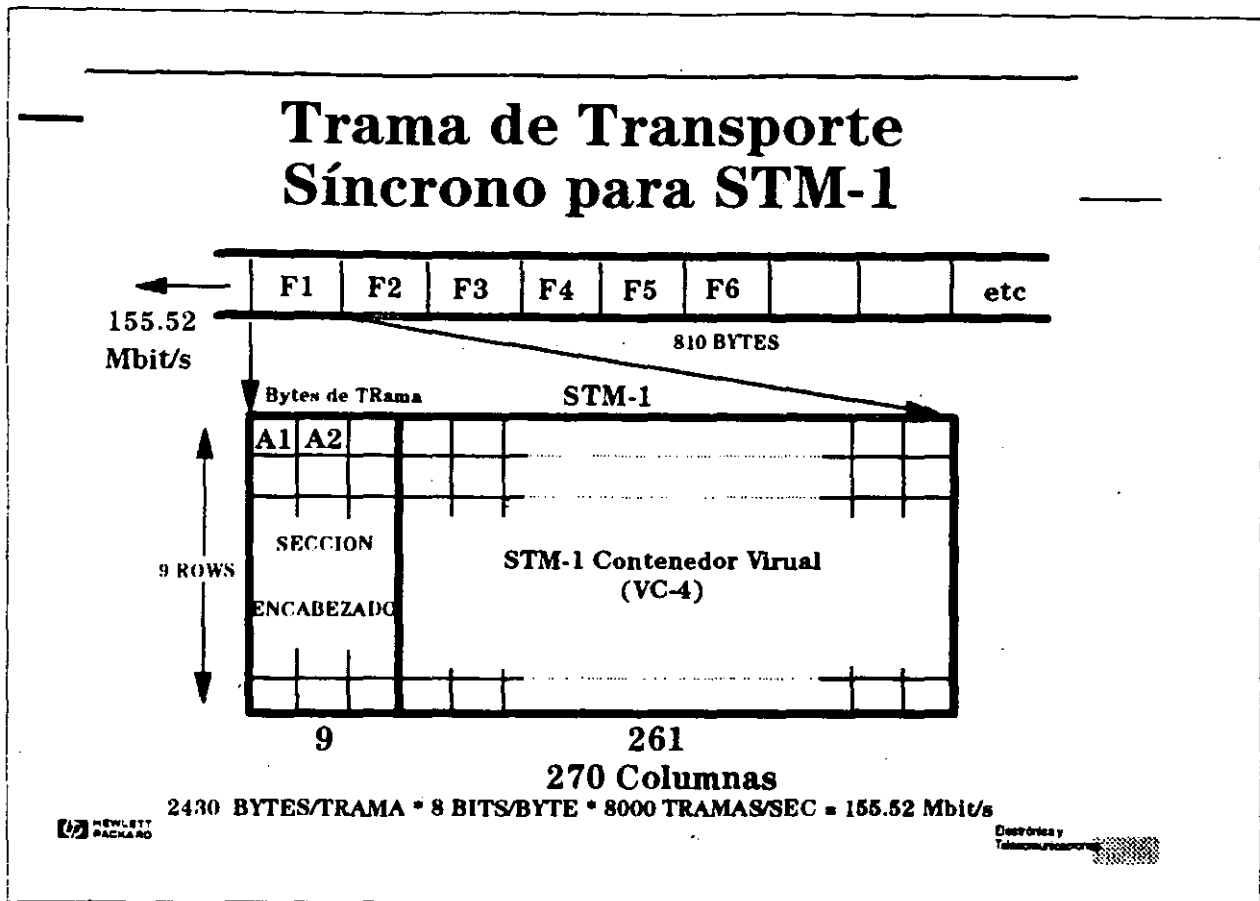
HEWLETT
PACKARD

Distribuidor y
Telecomunicaciones

¿Cómo trabaja SDH?

Esta es una señal Síncrona. Es realmente muy parecida a cualquier otra señal de telecomunicaciones: una palabra de trama, después información del cliente, una palabra de trama, información de cliente y así sucesivamente.

En lugar de representar y de dibujar ésta como un secuencia lineal, tracémosla como si fuera un rectángulo.



Comenzando en la esquina superior izquierda de la página, siguiendo a lo largo de la fila principal hasta terminar la página, entonces regresando a la izquierda para iniciar una segunda fila, y continuando así sucesivamente. Al final la figura formada es la señal enmarcada en un rectángulo. Cada caja en el mismo representará un byte.

¿Ahora qué se puede ver acerca de esta palabra que sea Síncrono?

En este contexto, sincrónico significa que cada trama (o rectángulo) es exactamente del mismo tamaño.

Primeramente, a diferencia de PDH, el tamaño de la trama no cambia rellenándolo con bits, añadiéndolos o extrayéndolos. Y en segundo lugar, la información de cliente se encuentra exactamente en la misma posición en cada trama, mientras que en PDH la información se mueve tanto como los bits de relleno son insertados o extraídos en la señal. Debido a que la información de cliente se ubica en el mismo lugar, resulta muy fácil extraer la información del cliente de un señal SDH.

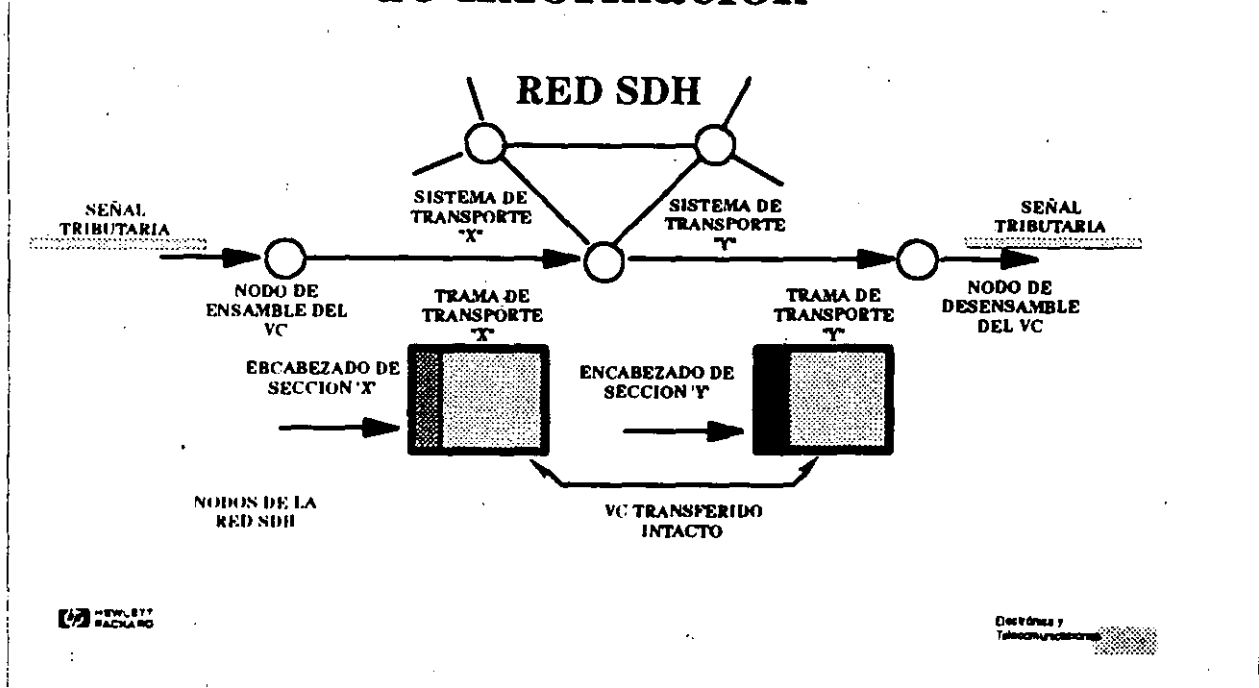
Junto a la palabra de trama hay un conjunto completo de bytes separados como encabezado. Esto se conoce como la sección del encabezado.

Y finalmente, donde se pone la información del cliente se encuentra el contenedor virtual (VC). Toda la trama es conocida como un Módulo de Transporte Síncrono (STM).

Añadimos un número a esta abreviatura para mostrar cuántas señales de 139 Mb/s pueden acomodarse en la parte de información a la que llamaremos el payload o carga. Así STM-1 es suficientemente grande para llevar una señal de 139 Mb / S de payload , STM-4 puede llevar cuatro señales de 139 Mb / S y así sucesivamente.

Bien, pues ¿cómo se transporta la señal de 139 Mb /s a través de la red?

Cómo transporta SDH la carga de información



Al entrar en la parte SDH de la red, el payload (información) es mapeado (proyectado) en un contenedor de tamaño adecuado junto con algunos bits de relleno que llenan el espacio sobrante del mismo. Entonces se adhiere una etiqueta o bandera que permanecerá con el payload hasta que sea entregado en el extremo más alejado. La etiqueta permite a la red reconocer por todas partes el payload, qué es y donde fue puesto en el contenedor, así como alguna otra información que permite a la red automanejarse.

Una vez que la etiqueta es establecida, el contenedor queda literalmente sellado hasta que alcanza su destino. Además, este contenedor es suficientemente grande para manejar señales PDH que se encuentran alejadas de las tasas nominales. Una señal que está corriendo más rápida, tendrá más bits por segundo, llenando más del contenedor, y necesitando de menos bits de relleno.

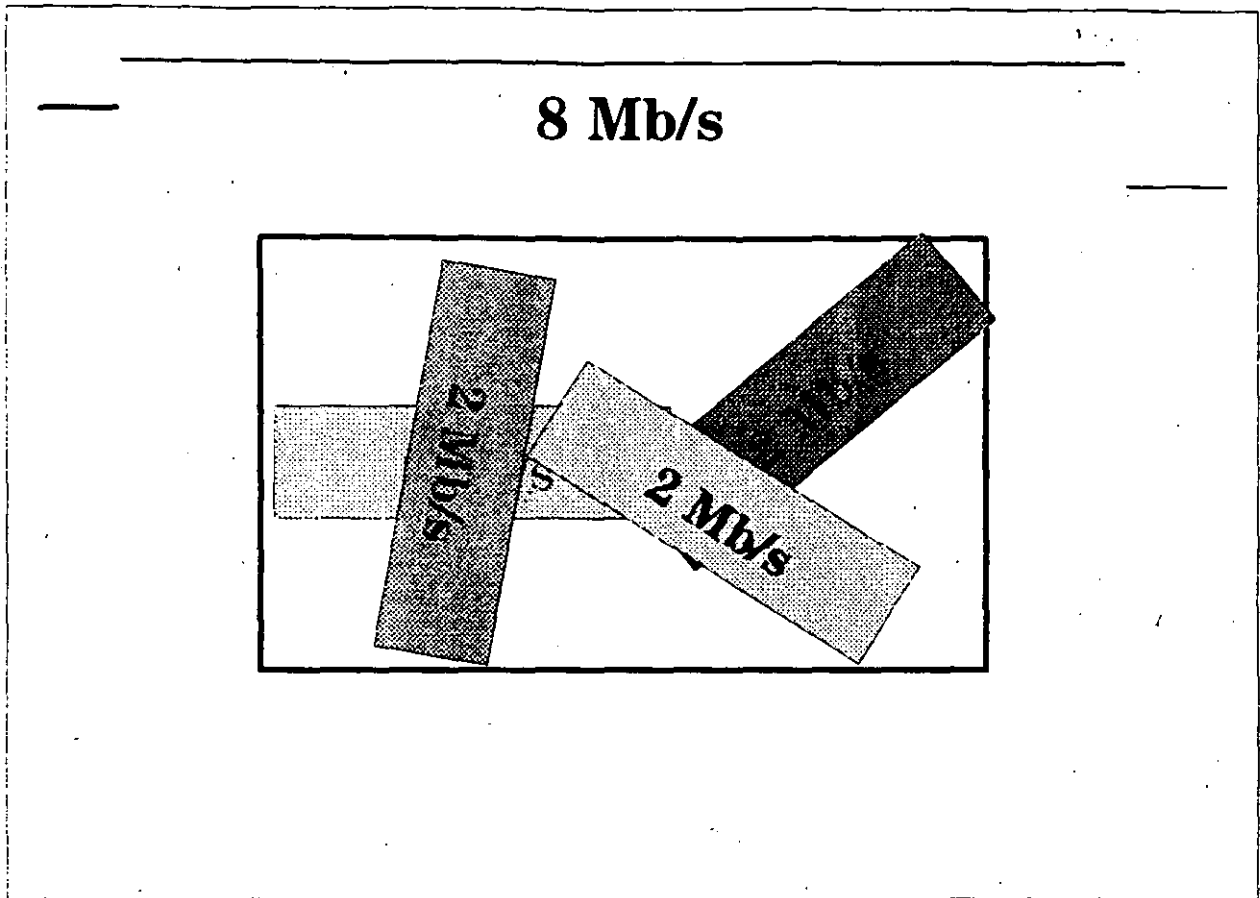
Si entonces añadimos a esto la sección del encabezado arriba del contenedor virtual se tendrá la trama completa de SDH. La red envía toda la trama a lo largo del sistema de transmisión al siguiente nodo en la red.

Los nodos quitan el encabezado, absorben el contenedor, agregan un nuevo encabezado y envían la nueva trama SDH. El contenedor no es alterado.

Debido a que el encabezado es nuevo para cada enlace en la red podemos mirarlo, revisar si es correcto, si no lo fuera, sabremos que ha habido un problema en dicho enlace.

Algo importante de hacer notar aquí, es que la trama de SDH parece a un paquete, digamos de X. 25. Sin embargo es necesario aclarar que no se trata de un paquete en el sentido de la palabra. En un sistema de paquetes se lanzaría cada paquete en la red. La red lo enruta sobre la marcha mirando la información de dirección en el encabezado.

SDH es un sistema de transporte continuo, una red de tubos digitales digamos, que están interconectados. La trama de SDH puede parecer un paquete pero no lo es.

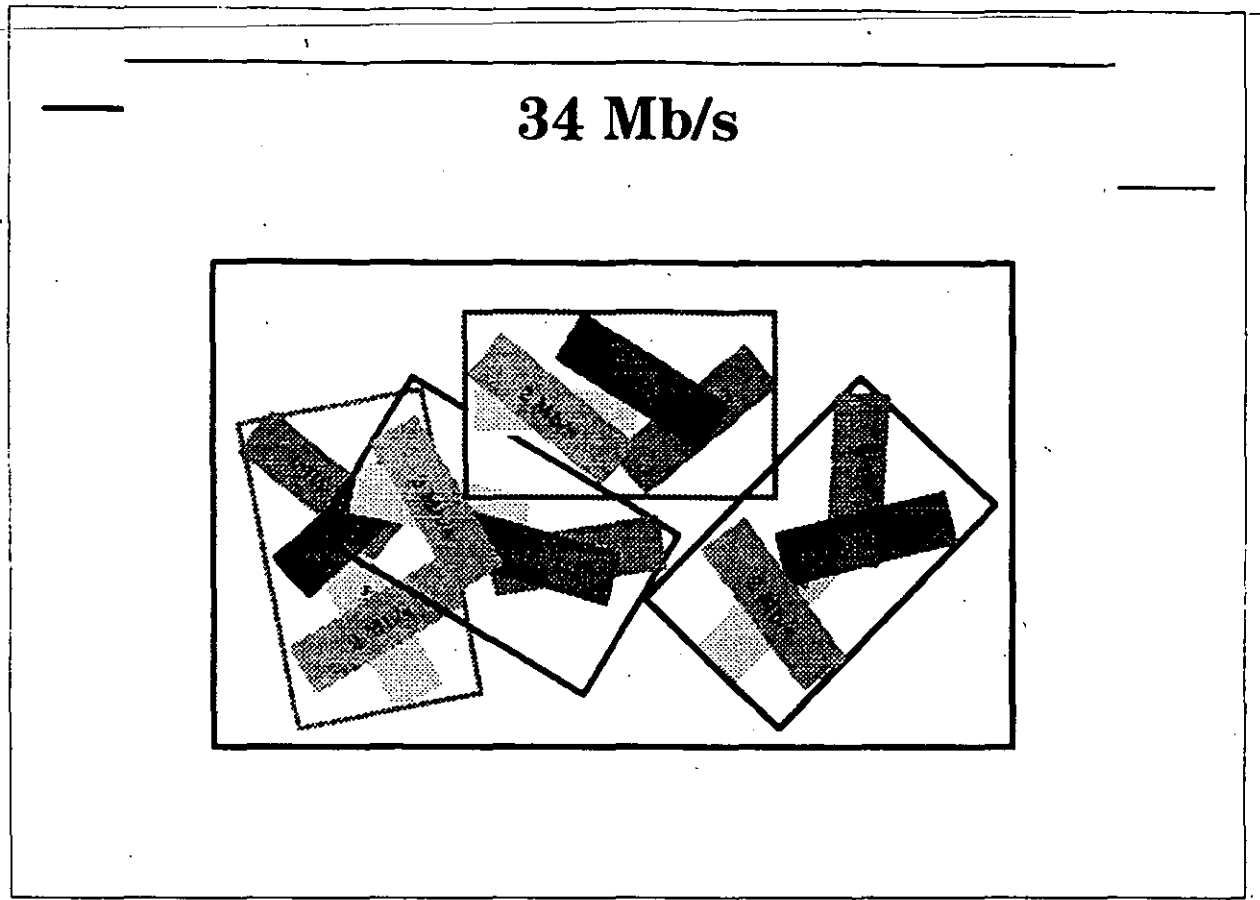


Hemos mencionado que uno de los beneficios de SDH es que es fácil de obtener la información del cliente (el payload). Ahora mostraremos por qué.

Aquí se ve una imagen de una señal PDH de 8 Mb / S.

Vamos a imaginarla como una caja de 8 Mb / S que contiene cuatro señales de 2 Mb / S. No nos preocupa exactamente donde están porque añadimos bits de relleno aquí y allí para evasarlos. Para obtener acceso a los 2 Mb / S, abrimos la caja de 8 Mb / S y la vaciamos para obtener los cuatro paquetes de 2 Mb / S.

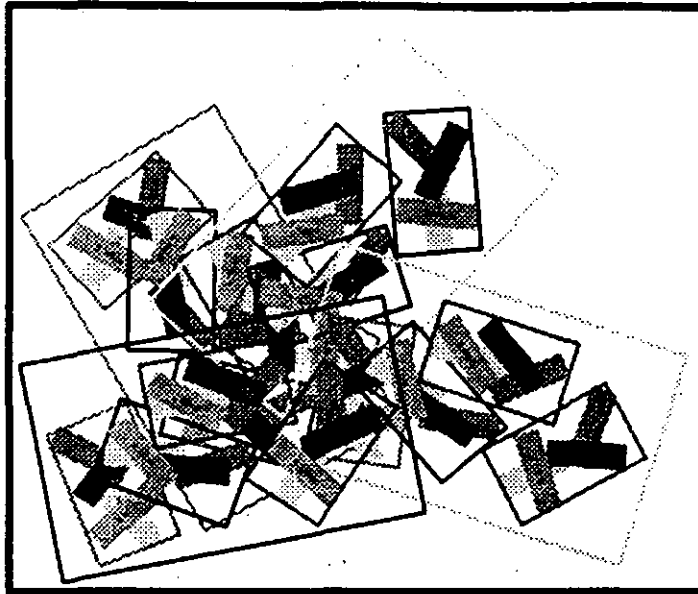
Para construir una señal de 34 Mb / S hacemos lo mismo de nuevo.



Aquí tomamos cuatro cajas de 8 Mb / s y las cargamos en una caja de 34 Mb / S :

De nuevo no cuidamos demasiado donde van porque podemos llenar las brechas con bits de relleno. Ahora para obtener una de las señales de 2 Mb / S tenemos que abrir la caja grande de 34 Mb / S, sacar las cajas de 8 Mb / S y entonces abrir cada una de ellas hasta obtener las señales de 2 Mb / S.

140 Mb/s

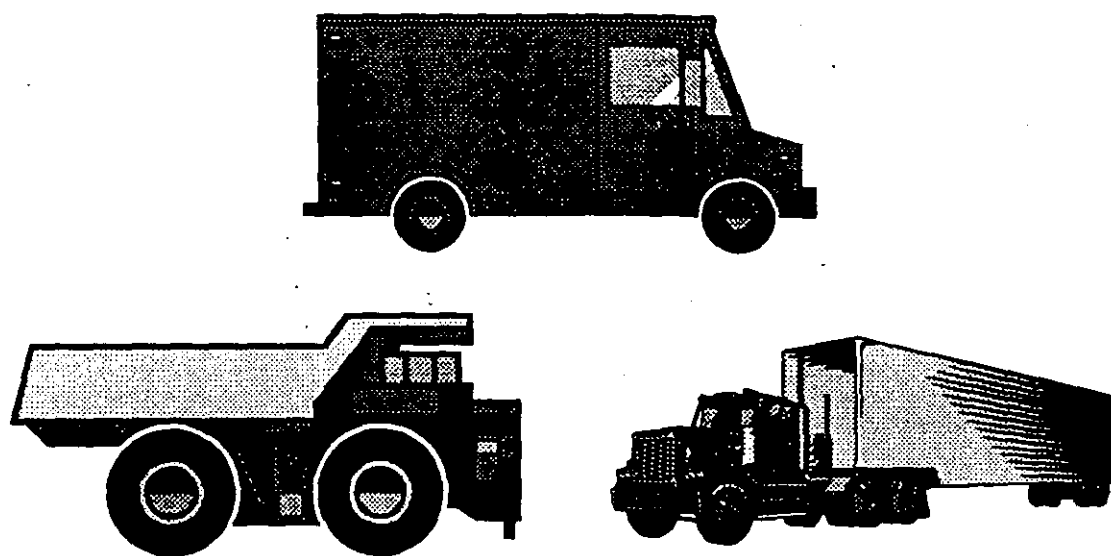


Esto parece una caja de confeti. Para obtener acceso a las señales de 2 Mb / S ahora tenemos que demultiplexar todo el lote, paso a paso. Es un proceso muy desordenado.

En los niveles arriba de 139 Mb / S las cosas empeoran porque no hay normas establecidas. Vamos a imaginar que tomamos estas cajas y que las cargamos hacia un sistema de transmisión de fibra óptica.

Es un poco como tomar estas cajas y cargarlas en un grupo de camiones y enviarlos a lo largo de una autopista. Podemos hacer eso, y si todo va bien, veremos como se verían estos camiones.

Camiones



HEWLETT
PACKARD

Electrónica y
Telecomunicaciones

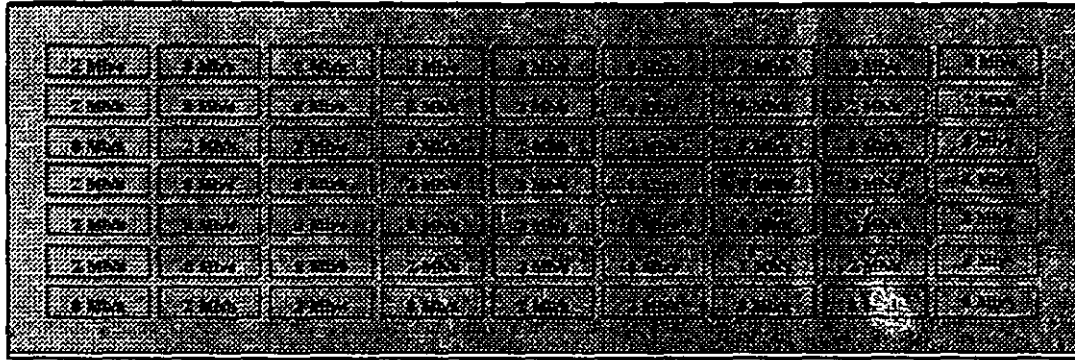
Los camiones son todos diferentes. Es difícil transferir carga de un tipo de camión a otro. No se puede simplemente levantar la carga de un camión y dejarla en otro.

Tendríamos que sacar la carga quizá de detrás de un camión y seguramente cargarla en otro en un modo diferente.

Hay así incompatibilidad total en el nivel del sistema de transmisión y un, literalmente, cajón de confeti en el nivel multiplexador.

Y esto es precisamente lo que SDH está diseñado para mejorar.

2Mb/s en SDH



HEWLETT
PACKARD

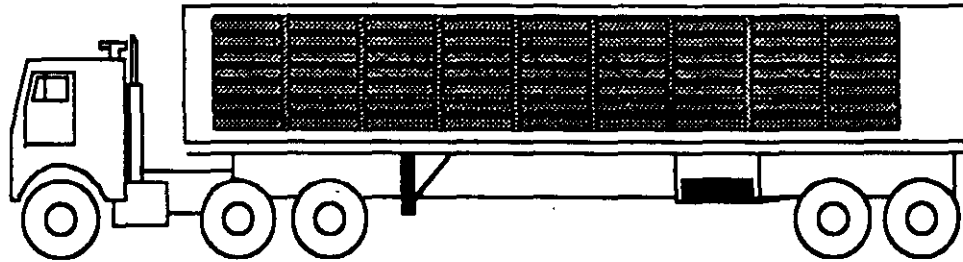
Electrónica y
Telecomunicaciones

SDH empaqueta señales de 2 Mb / S como se ilustra, en un modo pulcro y ordenado, como si se utilizaran cajones de correo.

Podemos sacarla de un cajón, ponerla en otra ... Muy, muy fácil. Ningún confeti.

Y debido a que SDH es estándar, insistiremos que todo el mundo utilice el mismo tipo de camión, un transporte SDH.

Camión SDH

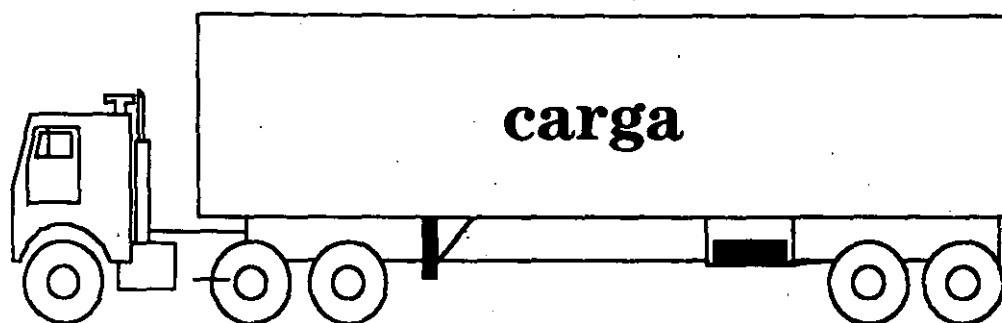


 HEWLETT
PACKARD

Electrónica y
Telecomunicaciones 

¿Cómo relacionamos esta con las otras diapositivas que hemos mostrado?

Camión SDH II



**encabezado
de transporte**

 HEWLETT
PACKARD

Electrónica y
Telecomunicaciones

Bien, estamos hablando acerca de un contenedor o contenedor virtual portando un payload , es decir la información del cliente, y un encabezado de transporte. Por supuesto no se trata sólo de un camión que enviamos a través del sistema, sino de un convoy de camiones, manejando uno junto al otro en el límite de velocidad.

Convoy



Y esto es la manera en que una señal SDH aparece, corriendo a lo largo trama después trama. Se puede imaginar el parachoques o la defensa del camión como la palabra de trama. Es fácil de identificar el frente del camión de modo que se puede encontrar el comienzo de una trama fácilmente.

Se conoce la longitud del coche así es fácil de encontrar donde comienza el payload. Se coloca en el mismo lugar en cada camión. Así cuando se envían los camiones a través del sistema, conocemos que en el extremo más alejado se puede sacar la información que se retira de exactamente el mismo lugar en cada camión.

Esto hace muy, muy fácil el transportar tráfico a través de la red. Ahora vamos a hablar un poco acerca de como obtendríamos el tráfico hacia estos camiones. Los camiones están viajando a 155 Km / Hr, que es la velocidad básica de la señal SDH. Los payloads están llegando a 139 Km / Hr.

La diferencia en velocidades nos da el tiempo justamente suficiente para dejar espacio para el coche o cabeza del camión.

De modo que los camiones van más rápido para dejar espacio para los encabezados.

Ahora, ¿qué sucede si los payloads y los camiones no están alineados perfectamente?

Podemos sostener el payload en un buffer hasta que el siguiente camión vacío llegue. Pero esto significaría retrasar la señal por parte de un trama y si cada una espera similarmente a esta demoraríamos la señal más y más y esto es obviamente algo que no conviene hacer. ¿Cómo resolvemos este problema?

Carga distribuida



HEWLETT
PACKARD

Electrónica y
Telecomunicaciones

Bien, simplemente, cargamos el payload tan pronto como va llegando. Así ahora tenemos el encabezado aquí, en el mismo lugar, y el payload comenzando a espaldas del comienzo. El resto se continúa sobre el siguiente camión y así sucesivamente con el resto de la línea.

Este no es un problema para nosotros, debido a que aún podemos encontrar fácilmente el comienzo del payload contando a lo largo hasta el byte de comienzo.

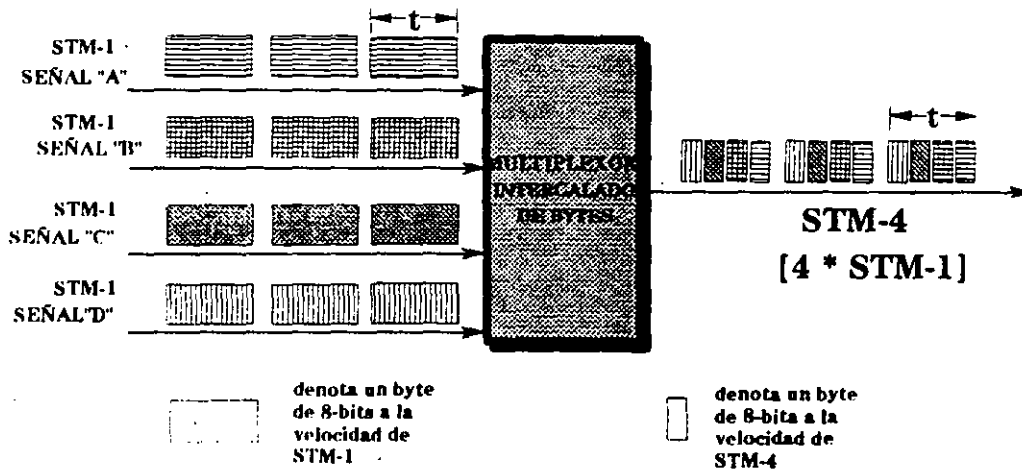
Así que ¿cómo conocemos donde comienza el payload?

Le preguntamos al conductor del camión, y el le muestra al equipo de descarga dónde inicia o termina la carga en el destino.

En términos de SDH estamos utilizando un apuntador, el conductor del coche, quien nos dice a nosotros donde comenzar a buscar el contenedor. Todo lo que hace un apuntador es decirnos donde comenzar a mirar en la trama SDH el comienzo de contenedor virtual.

Ahora supongamos que queremos construir una señal de tasa más alta, multiplexando.

Multiplexaje Síncrono por intercalado de bytes



Hewlett Packard

Electrónica y Telecomunicaciones

Es un proceso simple llamado multiplexación por intercalado de bytes. Tomamos simplemente un byte de cada tributaria por turno, y lo empujamos dentro de un flujo más rápido.

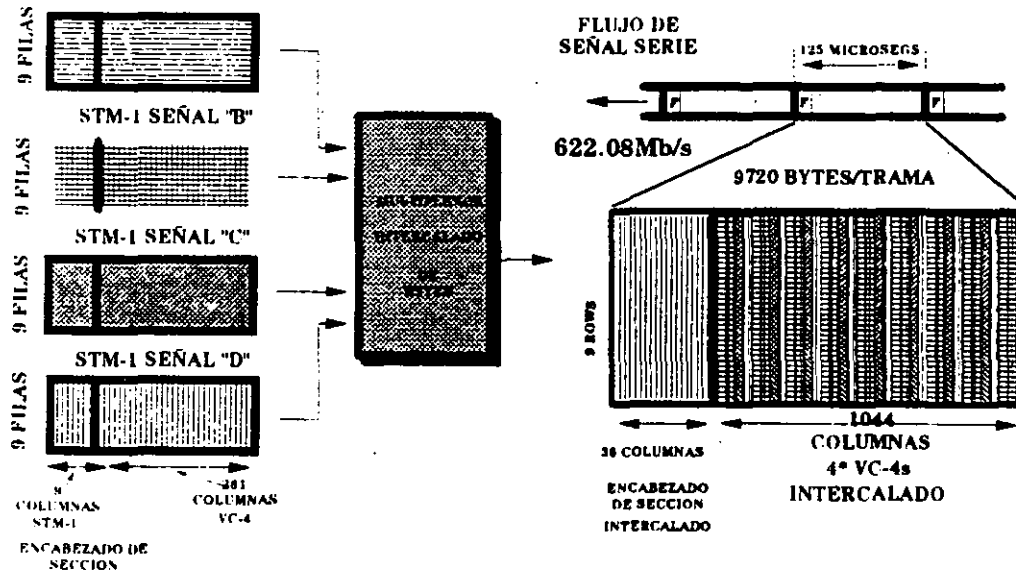
La tasa de salida tiene exactamente cuatro veces la de entrada. En términos de camiones estamos construyendo un supercamión capaz de correr a 622 Km / Hr. Pero para hacer este supercamión estipulamos que los coches de los cuatro camiones más pequeños estén alineados antes del multiplexado.

De esta forma podemos mantener todos los encabezados juntos en la tasa más alta de modo que una señal STM-4 parece un STM-1 amplificado. Ahora para lograr que todos los coches estén alineados podemos tener que mover parte de los contenedores pero esto no es gran problema porque podemos mantener siempre nota de su posición con un apuntador.

Los apuntadores son muy apropiados.

A propósito, el proceso de alinear los coches es conocido como sincronización de la trama.

Estructura de la trama STM-4



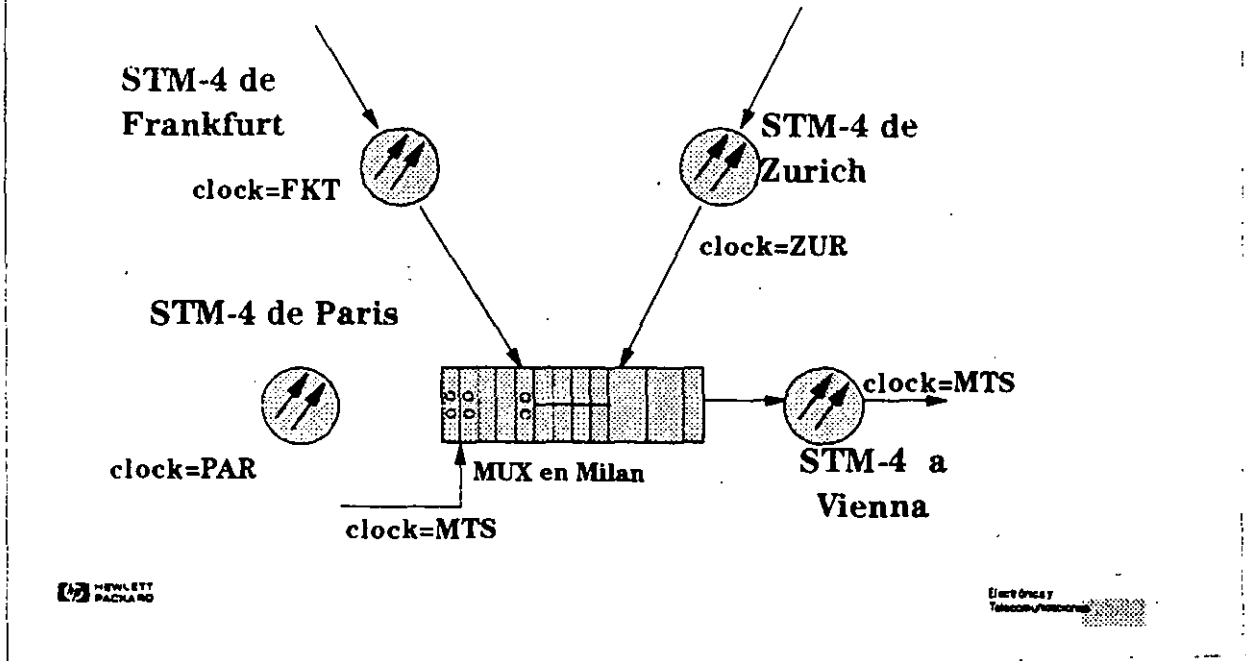
La estructura de la trama STM-4 es exactamente como la trama del STM-1 pero más larga. Aún tiene 9 filas pero cada fila ahora tiene $4 \times 270 = 1080$ columnas, que hacen un total de 9720 bytes por trama, repitiéndose 8000 veces por segundo (la tasa de muestreo de PCM) dando una tasa de línea de 622.08 Mb / S.

Incluso a esta velocidad más alta aún podemos fácilmente acceder cada byte del payload sin necesitar todo el demultiplexaje paso a paso y el confeti asociado a PDH.

Otra cosa a notar aquí, es que el payload está intercalado por byte en columnas pero el encabezado es enteramente nuevo.

Esto es porque multiplexores eliminan los encabezados y añaden unos nuevos.

Tolerancia de SDH a la mala sincronización



Hay otra cosa interesante que podemos hacer con apuntadores.

Vamos a comenzar preguntándonos lo que ocurre si los camiones están viajando un poco más rápido que lo esperado. ¿Es esto permitido? ¿No decíamos que la señal era Sincrona?

Bien, el término sincrónico viene de "multiplexaje sincrónico de intercalación de bytes" durante el cual la "sincronización de trama" se está llevando a cabo, que es cuando alineamos los coches.

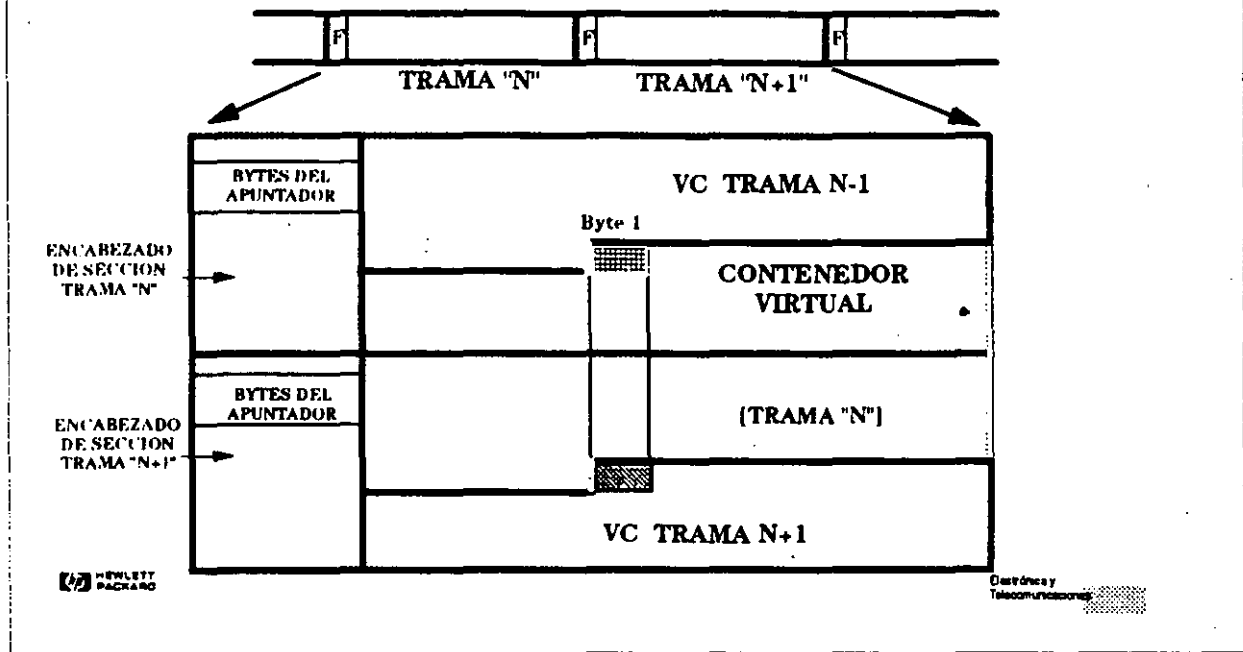
No significa esto que la red corra en exactamente la misma frecuencia. Es verdad que se están utilizando fuentes de tiempo más exactas para sincronizar la red pero las diferencias de frecuencia y fase son físicamente inevitables.

Por ejemplo, puede haber un número de islas de SDH, cada uno corriendo con una fuente de tiempo independiente.

O dentro de una isla, una fuente puede fallar, en cuyo caso cada elemento de red corre fuera de su propio reloj interno.

Si esto ocurriera, la diferencia en frecuencia de las señales entrantes y de salida será acomodada permitiendo a los contenedores virtuales flotar.

Apuntadores a contenedores flotantes



Ahora aquí vemos una imagen de lo que ocurre

En lugar de dibujar el fin de las tramas sobre sus extremos vamos a poner una encima de la otra.

Esto nos permite deslizar el payload fácilmente de un trama a la siguiente.

Note como el apuntador sigue el movimiento del contenedor virtual.

Así que los apuntadores son realmente fantásticos. Pero, al igual que con todas las cosas buenas hay un problema. Cuando permitimos al payload flotar alrededor un byte a la vez, provocamos saltos de 8 bits.


Ahora, esto está bien dentro del sistema de SDH, pero cuando sacamos los payloads de la señal SDH los 8 saltos generan picos de jitter que son difíciles de tratar por las redes de PDH.

Vamos a ver esto con más detalle más adelante.

HP 37724A

Fundamentos Teóricos

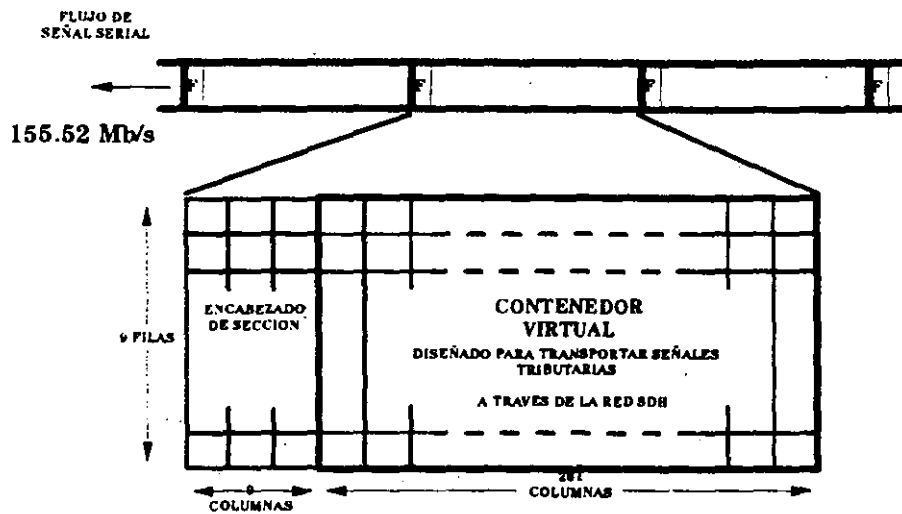
- Introducción a SDH
 - Beneficios de SDH
 - Cómo están cambiando las redes de transmisión
 - Cómo se mantienen las jerarquías PDH en la nueva red
 - Estándares de SDH
- Redes SDH
 - Elementos de la red
 - Arquitecturas típicas de red
 - Ejemplos de Redes Reales
- Cómo funciona SDH
 - Transporte de carga de 139Mb/s
 - Tolerancia a la desincronización
 - Transporte de otros tipos de carga
 - Administración de fallas y degradación en el desempeño

Transporte de otros payloads.

Vamos a ahora hablar acerca de como diferentes payloads son transportados en SDH. Ahora averiguaremos como llenar el contenedor en la parte posterior del camión con payloads y como tratar con payloads más pequeños que 139 Mb / S y payloads mucho mayores que 139 Mb / S.

Estructura de Trama STM-1



HEWLETT
PACKARD

Electrónica y
Telecomunicaciones

Aquí está nuestro camión de nuevo con su coche y su remolque. ¿Qué tan grande es? Bien, tiene 9 filas de alto y 270 columnas de ancho, de modo que el tamaño de trama total tiene 2,430 bytes. La tasa de trama es nuestra vieja tasa PCM de muestro de 8000 tramas por segundo.

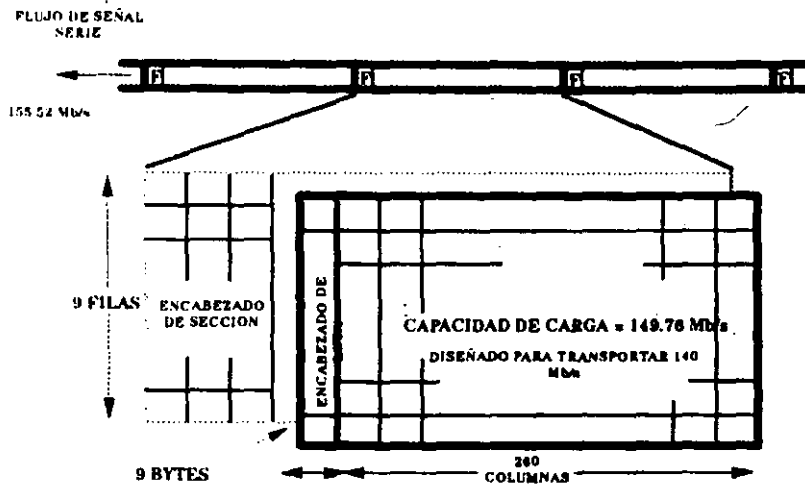
De modo que cada byte dentro de la trama SDH representa un canal de 64 kb / s.

Si hay 2430 bytes en una trama cada uno representando 64 kb / s entonces la señal total está a un promedio de 155.52 Mb / S.

Ahora, reservamos 9 columnas para el coche, dejando 150 Mb / s a su espalda allí para el payload.

Este es más que suficiente para un payload de 139 Mb / S de modo que robamos una columna para hacer una etiqueta grande para el contenedor y eso deja aún 149.76 Mb / S para la señal de 139 Mb / S.

STM-1 Contenedor Virtual (VC-4)



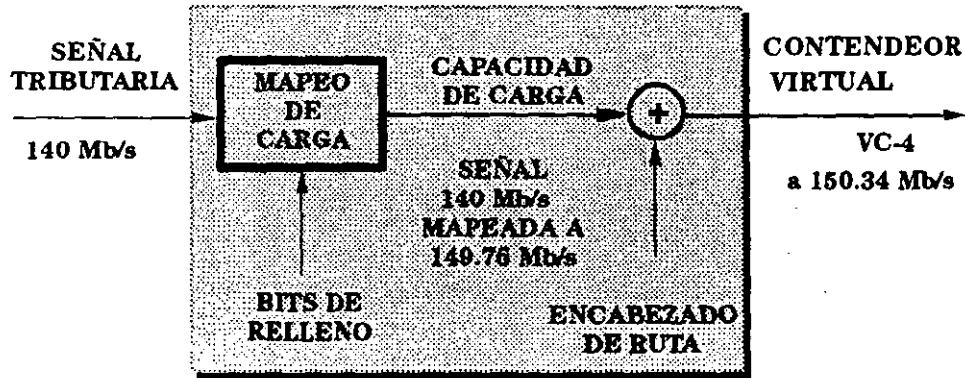
Electrónica y Telecomunicaciones

Llamamos la etiqueta el encabezado de ruta, debido a que está pegado al contenedor y traza la ruta del contenedor a través de la red desde el momento en que es llenado hasta cuando se vacía.

¿como colocamos la señal de 139 Mb / S en el contenedor antes de que vaya hacia el camión?

Aquí se ve como.

Colocando 140 Mb/s en un VC-4

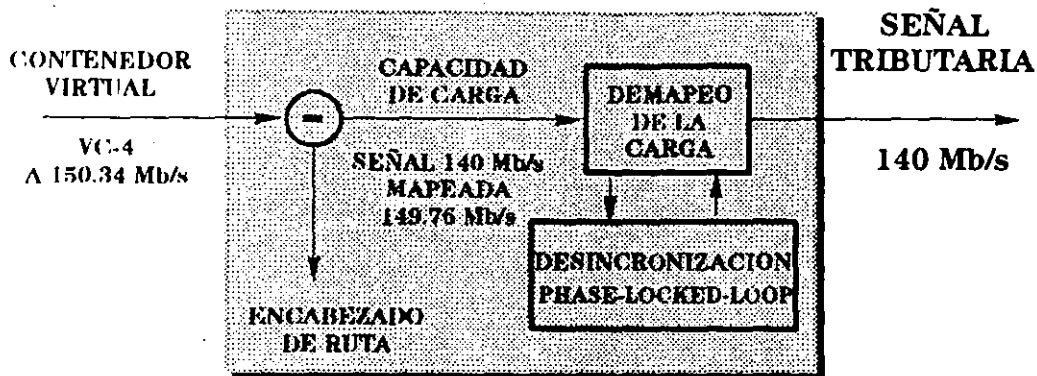


HEWLETT
PACKARD

Division
Telecomunicaciones

Esta es la bahía de empaque en una fábrica. Tomamos los 140 Mb/s de tráfico, añadimos algunos bits de empaque para elevarlo hasta el tamaño de 149.76 Mb/s (conocido como mapeo), añadimos nuestra etiqueta de encabezado de ruta y la enviamos a los cargadores del camión.

Extracción de 140Mb/s de un VC-4



HEWLETT
PACKARD

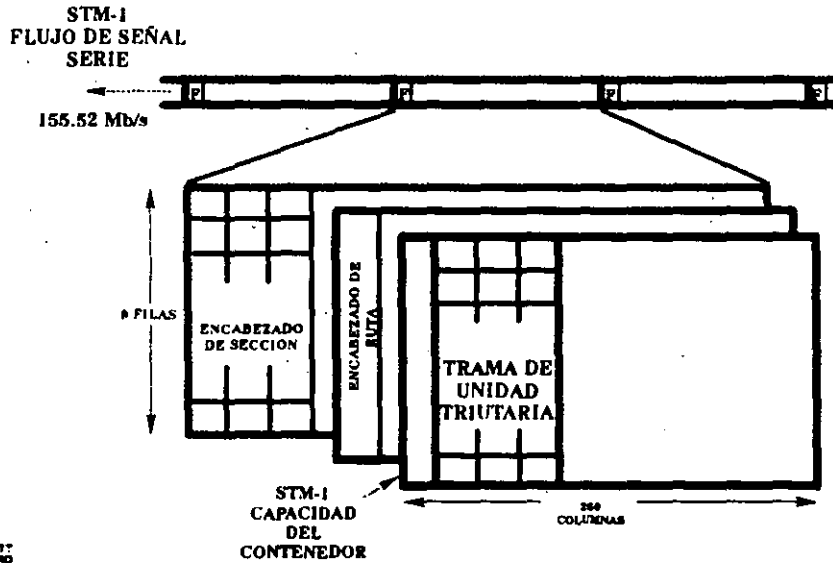
Electrónica y
Telecomunicaciones

En el punto de destino tenemos que obtener el payload del contenedor en la bahía de desempaque. Primero retiramos la etiqueta del encabezado de ruta, entonces extraemos el payload y todos los bits de empaque extra (este proceso es conocido como demapeo). Entonces utilizamos un dispositivo suavizante conocido como desincronización en lazo cerrado para asegurar un nivel de jitter aceptable para la red PDH.

Así es como llevamos un contenedor grande de 139 Mb / S. ¿Qué sucede si queremos llevar señales más pequeñas como 2 Mb / S?

Bien, lo que se hace es llevar cada señal de 2 Mb / S en un empaque propio, de esa manera podemos obtener fácilmente acceso. En SDH llamamos a este empaque propio de tributaria como unidad de trama o TU para abreviar. Y esta es la manera en que se observa.

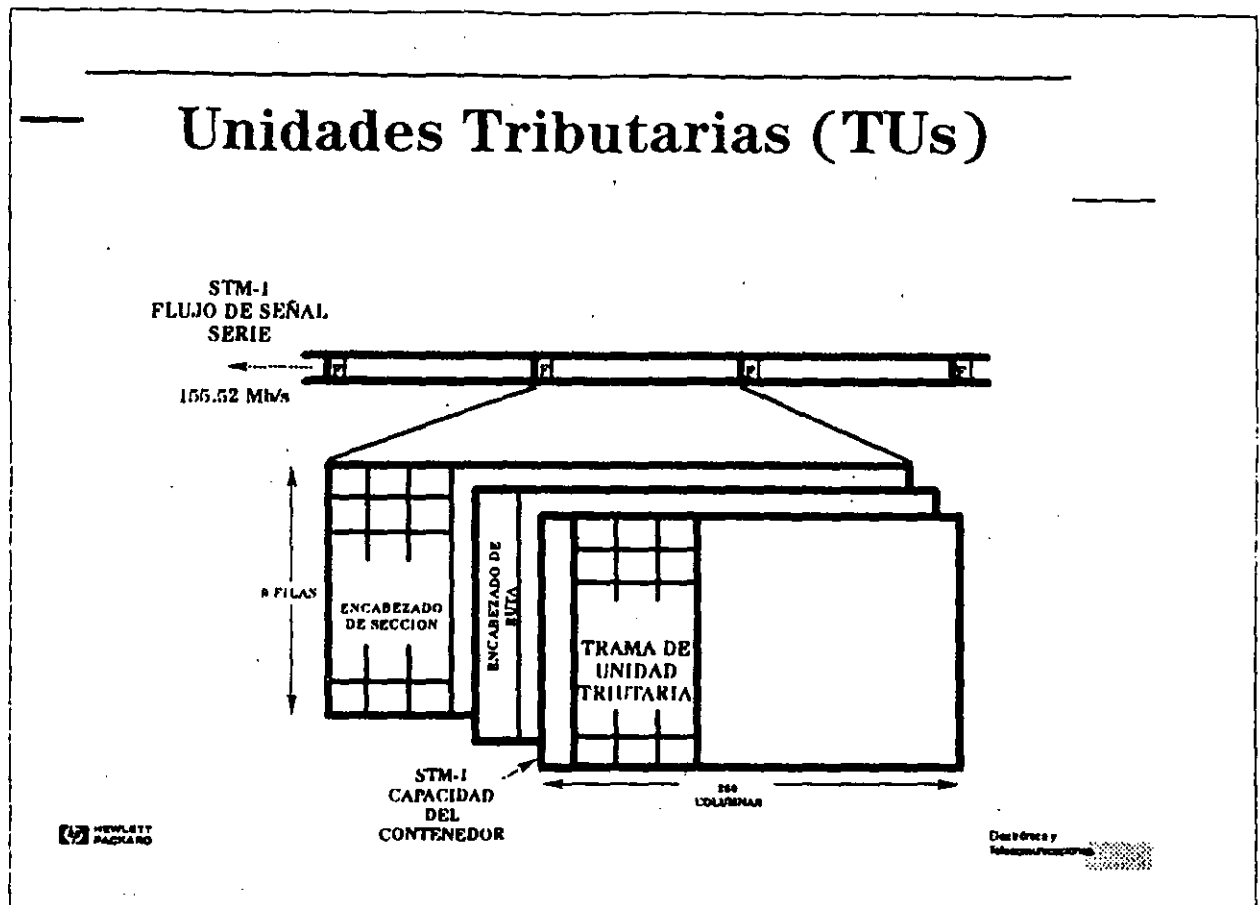
Unidades Tributarias (TUs)



Podemos poner un número entero de TUS dentro del contenedor virtual. Nótese que dejamos aún espacio para el encabezado de ruta. De hecho utilizamos el encabezado de ruta para mantener una relación de lo que se encuentra en el contenedor.

Ahora estos empaques llegan en diferentes tamaños para manejar diferentes señales y vemos aquí como son

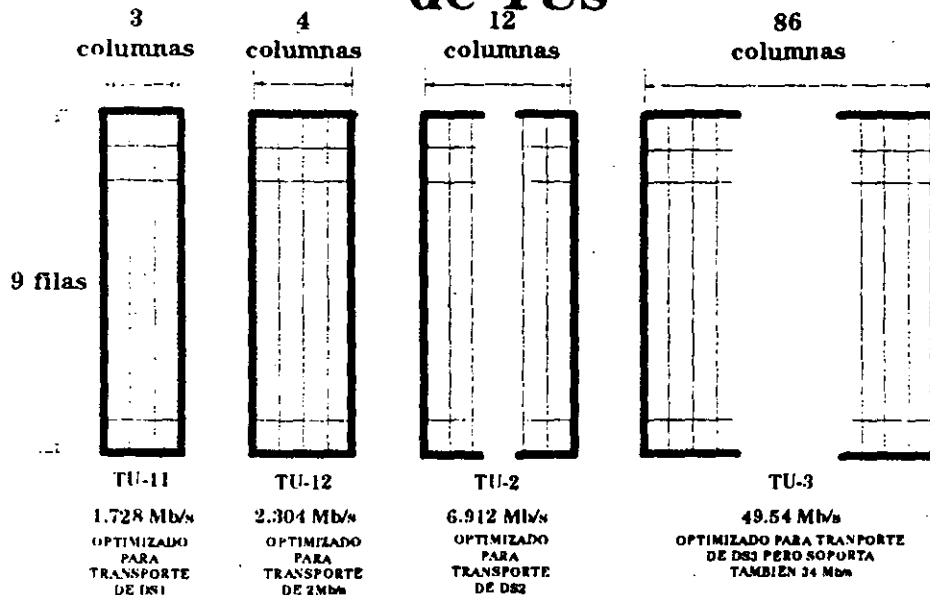
Unidades Tributarias (TUs)



Podemos poner un número entero de TUS dentro del contenedor virtual. Notese que dejamos aún espacio para el encabezado de ruta. De hecho utilizamos el encabezado de ruta para mantener una relación de lo que se encuentra en el contenedor.

Ahora estos empaques llegan en diferentes tamaños para manejar diferentes señales y vemos aquí como son

Diferentes tamaños de trama de TUs



HEWLETT
PACKARD

Electrónica y
Telecomunicaciones

Vamos a revisar el empaque más común primero. En segundo lugar contando por la izquierda tenemos el empaque de 2 Mb / S y en el extremo derecho tenemos el empaque de 34 Mb / S. Estos son los empaques de tamaños más comunes en SDH. Note que en SDH no hay empaques de 8 Mb / S.

El empaque de 34Mb / S puede también llevar señales tipo DS3 Norteamericano.

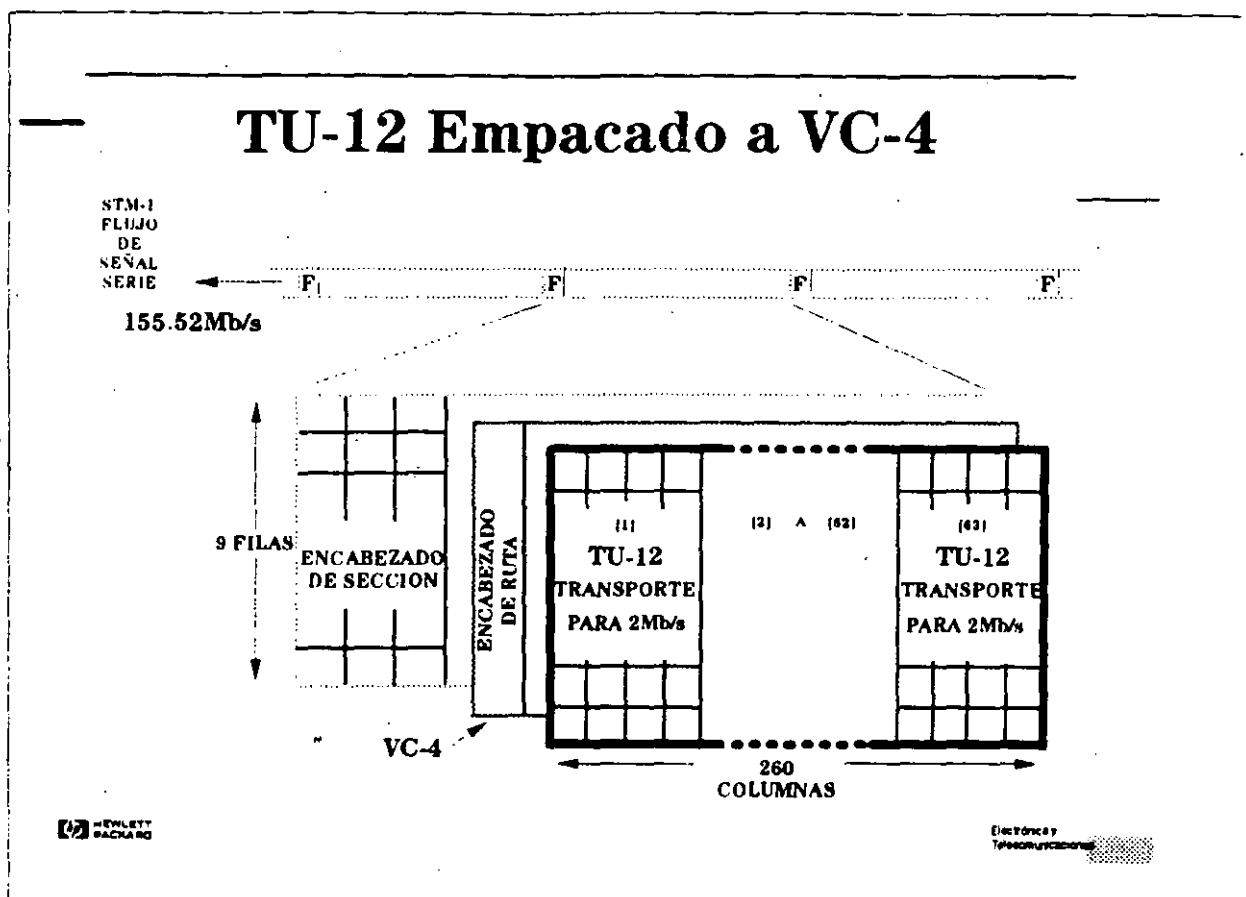
El empaque de la izquierda está diseñado para llevar tráfico de DS1 y

el tercero para llevar tráfico de DS2. Nombramos los empaques de acuerdo con el nivel de jerarquía que llevan. Así por ejemplo, TU- 3 lleva 34 Mb / S, el tercer nivel en PDH. Tenemos dos tamaños de empaque para las tasas primarias, uno para DS1 y uno para 2 Mb / S, tenemos un TU- 11 para el DS1 y un TU- 12 para 2 Mb / S.

Cada empaque es mayor que el payload que está diseñado para llevar. Tal como sucedía con la señal de 139 Mb / S, añadimos bits de relleno para presentar el tamaño completo.

Ahora podemos mezclar y concordar estos empaques en el contenedor siempre que cada camión tenga exactamente la misma disposición.

Vamos ahora a mirar como empaquetamos grupos TU- 12 en un contenedor virtual.



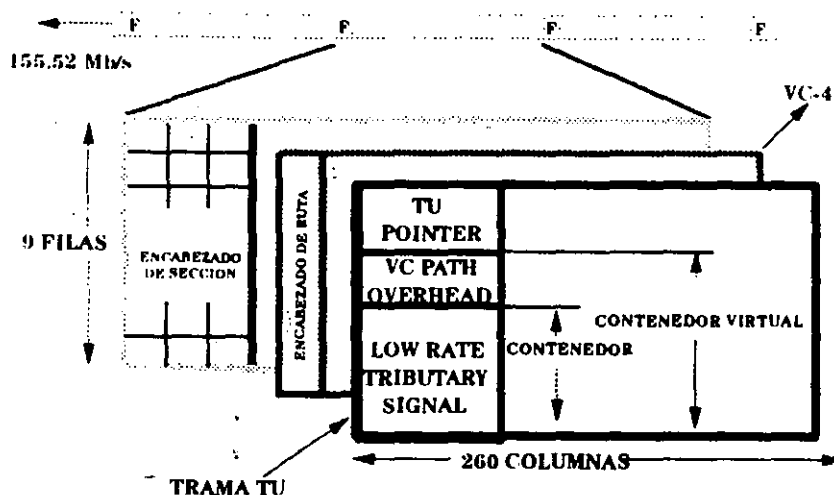
Bien, es muy fácil, simplemente llenar el contenedor en la parte trasera del camión con 63 empaques.

Ahora, usted puede estar pensando ¿por qué 63? ¿por que no 64? al fin y al cabo, se obtienen 64 señales de 2 Mb / S en una señal estructurada de 139 Mb / S .

La razón es que la trama TU tiene un encabezado que ocupa espacio en el contenedor virtual.

Hay así espacio suficiente para 63 tramas TU- 12 pero no suficiente para 64. Se puede imaginar la trama TU como una mini estructura de la trama de transporte (STM-N) y como tal tiene algún encabezado: el encabezado TU.

Estructura de Trama de TU



HEWLETT-PACKARD

Electrónica y Telecomunicaciones

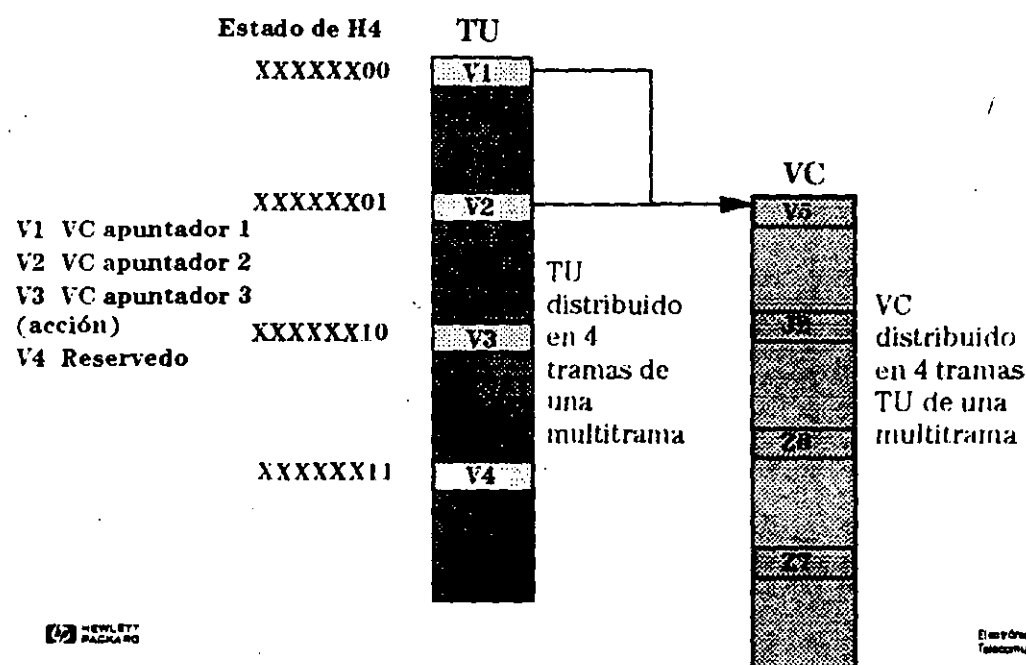
Vamos a imaginar que las señales de 2 Mb / S provienen de diferentes lugares, y que todas tienen diferentes frecuencias. Lo que significa que van a estar defasadas una a otra en el tiempo.

Se puede imaginar que esto significa que los contenidos de los empaques tienen que flotar de arriba a abajo. Puede ser que parte de la información se contenga en el mismo empaque del siguiente camión, así que ¿cómo seguimos el rastro de donde está la información?

Bien, ninguna sorpresa aquí. Utilizamos un apuntador de TU que apunta a la palabra de trama de la señal de 2 Mb / S. Sin embargo, debido a que algunos creen que los apuntadores son complicados, se ha pensado en un modo de evitar apuntadores de TU. Lo que se hace es evitar que los payloads de 2 Mb / S floten bloqueándolos en los empaques.

Esto hace más fácil de transportar la información pero introduce alguna demora en la red porque ahora necesitamos buffers para retener las señales de 2 Mb / S mientras se encuentra la palabra de trama, de modo que podemos ponerla primero en el empaque. Hay así dos modos de sostener las señales de 2 Mb / S, en modo flotante o en modo bloqueado. Ahora, sólo queda una pequeña adición para acabar nuestra discusión acerca de las tramas TU- 12 , y es que hay también una multitrama formada por 4 tramas. He aquí lo que significa esto.

Multitrama TU-12



Necesitamos tomar las tramas TU- 12 de 4 tramas STM-N consecutivas, y lo a unimos para hacer la multitrama TU. Los bytes de encabezado de las primeras dos tramas TU apuntan al byte de encabezado TU- 12 V5 y al payload que lo sigue. Vamos a conversar acerca del byte V5, el byte de l encabezado de ruta TU, posteriormente.

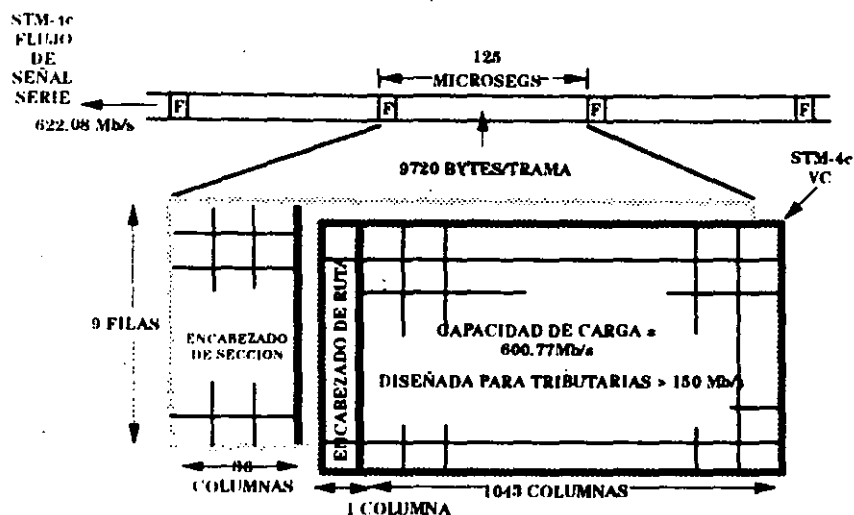
Así, hemos cubierto como transportar paylaods de 139 Mb / S y más pequeños que 139 Mb / S.

Pero ¿qué ocurre si quisiéramos llevar payloads mayores que 139 Mb / S, como por ejemplo señales de banda ancha?

La señal tiene 600 Mb / S. unas proyección holográfica tridimensional, una imagen de televisión sonora con un canal auxiliar aromáticoque todo el mundo tendrá en el año 2005.

La respuesta es que encadenamos cuatro camiones para hacer un camión grande.

Estructura de Trama STM-4c



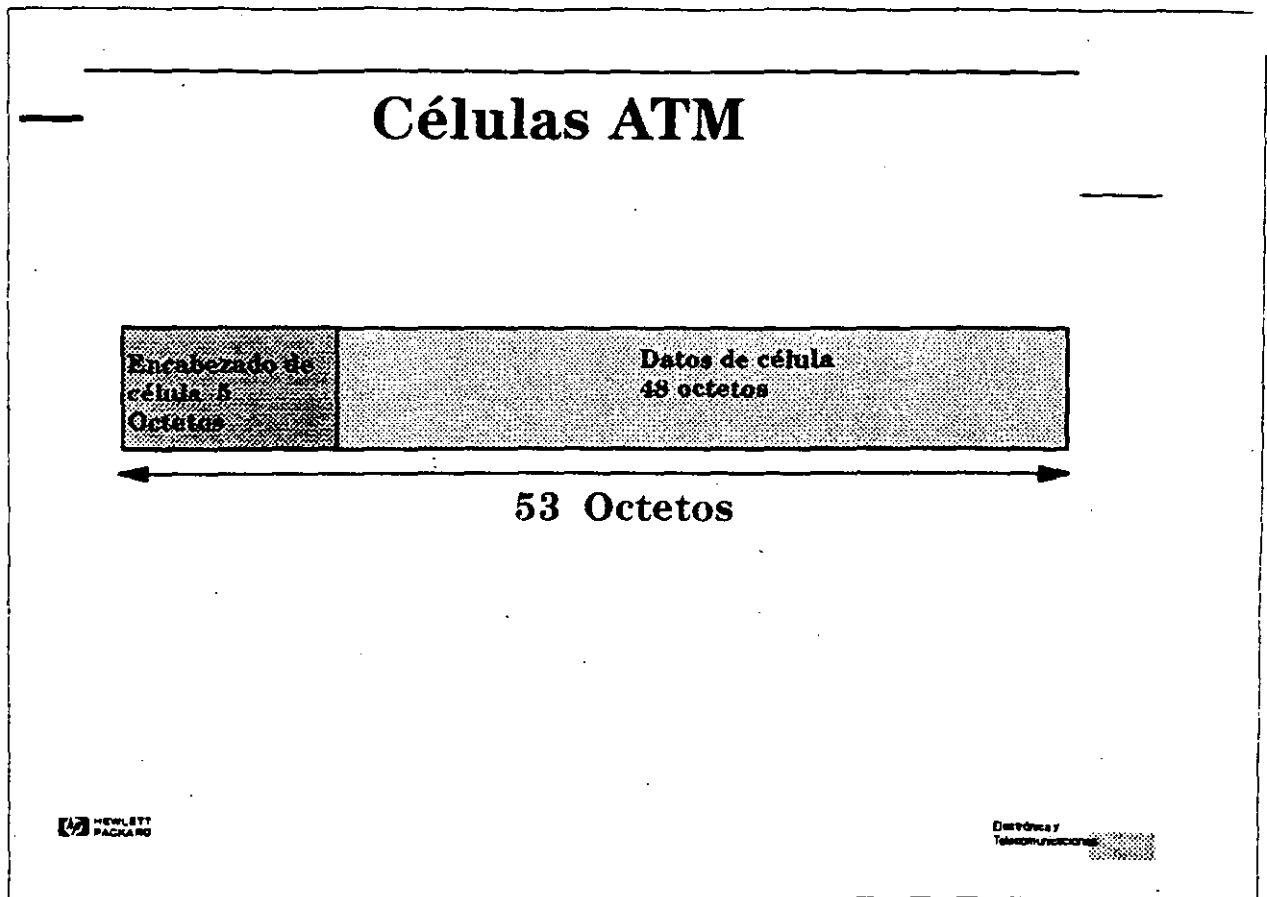
Este es muy parecido al camión STM-4 que anteriormente, a excepción de que una señal grande en lugar de los cuatro bytes intercalados ocupan el contenedor.

Otra pequeña diferencia es que los apuntadores asociados con STM-1 números 2,3 y 4 se establecen con el valor HEX 93 FF para indicar que tenemos un payload concatenado.

Mencionamos señales de banda ancha del futuro. ¿cómo se colocan éstas en los contenedores?

Bien, lo más probable es que sean llevadas como flujos de células de ATM.

Vamos a ver como será llevado acabo por SDH.



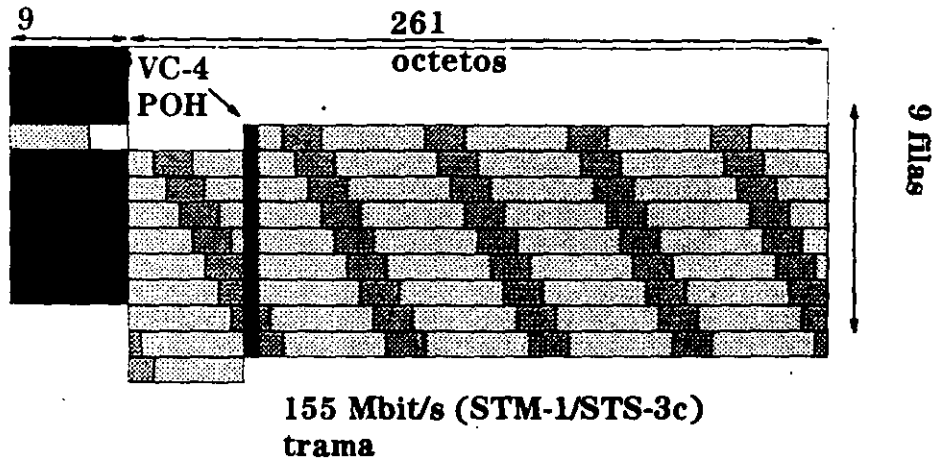
Los servicios de banda ancha son llevados por flujos de células de ATM como estas. Hay un encabezado de 5 bytes y un payload de 48 bytes.

El enrutamiento y multiplexado se controla utilizando la información en el encabezado.

El payload lleva información para el mapa de las capas superiores de las comunicaciones de banda ancha (apilado de protocolo).

Para transportar las células de ATM, las ubicamos en el contenedor de la siguiente manera.

Células ATM en SDH



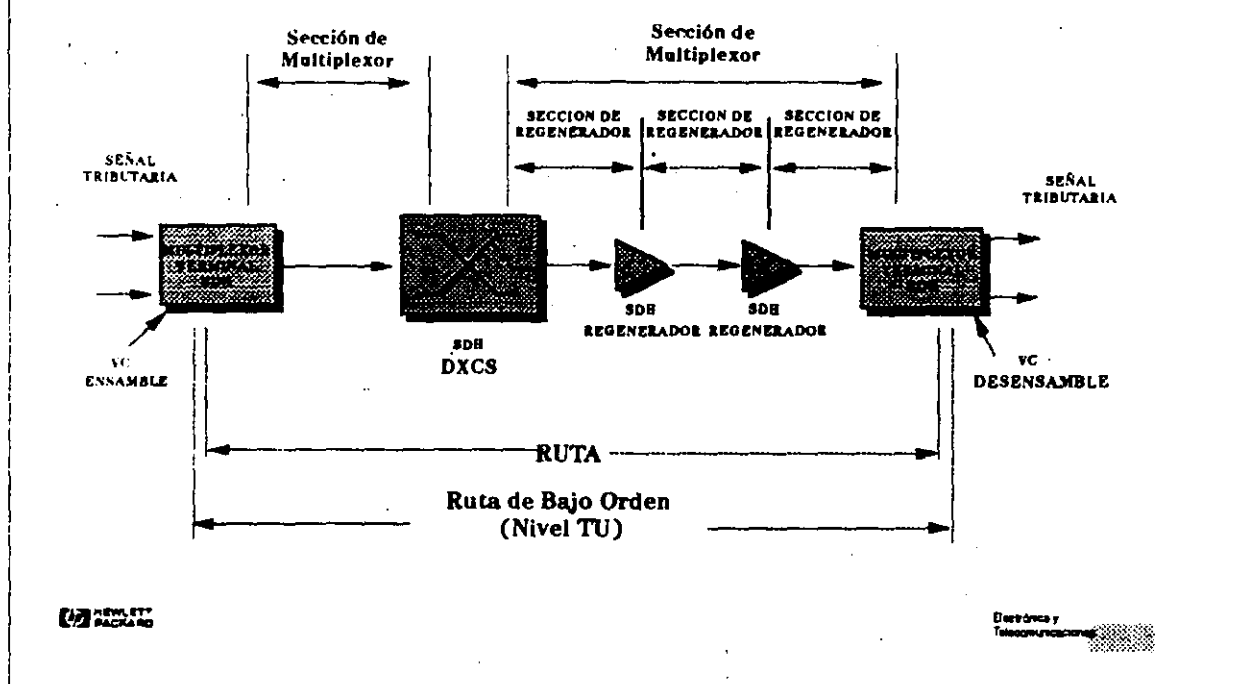
HEWLETT
PACKARD

Electrónica y
Telecomunicaciones

Encontramos el comienzo de la corriente de células buscando la parte del encabezado, algo similar a buscar a las palabras de trama en PDH Y SDH, y eso es básicamente todo. Esto completa nuestra discusión de como SDH lleva diferentes payloads.

En la siguiente sección vamos a revisar como la parte restante de la señal SDH, los encabezados, son utilizados por los elementos de red para manejar fallas y degradaciones en el desempeño.

Segmentos de red SDH



Como SDH Maneja las Fallas y la Degradación en el Desempeño.

Uno de los beneficios de SDH es que de suyo es más robusto que PDH. Al fin y al cabo lo debería ser. Tiene cerca del 5% de la capacidad de la señal separada para administración de la red.

La primera cosa que hacemos en SDH es romper la red en cuatro capas manejables que hacen la vida mucha más simple.

1. La ruta punto a punto tomada por los servicios TU, como 2 Mb / S, es conocido como la Ruta de Bajo Orden (Low Order Path).
 2. La ruta punto a punto tomada por los servicios de 139 Mb / S es llamada la Ruta de Alto Orden (High Order Path).
- Estos segmentos de ruta son, por así decirlo, las rutas tomadas por los contenedores entre las bahías de empaque y desempaques en nuestra analogía del camión.
3. Entre los dispositivos de terminal de línea, como los multiplexores y DXCS encontramos Secciones de Multiplexión (Multiplexer Sections).

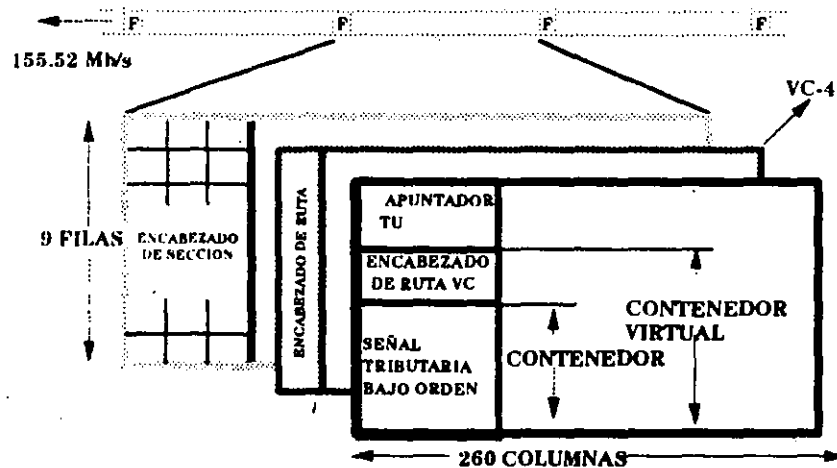
4. Y entre los regeneradores, tenemos Secciones de Regenerador (Regenerator Sections).

Así en total tenemos dos rutas para administrar las trayectorias: para TUS y para 139 Mb / S; y dos secciones, multiplexor y regenerador, para administrar los segmentos de la red de transmisión.

No será ninguna sorpresa el que la estructura de la trama del encabezado SDH esté dividida en partes, cada una dedicada a una ruta o sección de la red.

En nuestra analogía, estamos hablando aquí acerca del coche de nuestro camión y la etiqueta en el contenedor.

Áreas de Encabezado



HEWLETT
PACKARD

Electrónica y
Telecomunicaciones

Aquí vemos las áreas del encabezado. Estas áreas son utilizadas por los equipos de red para administrar los segmentos.

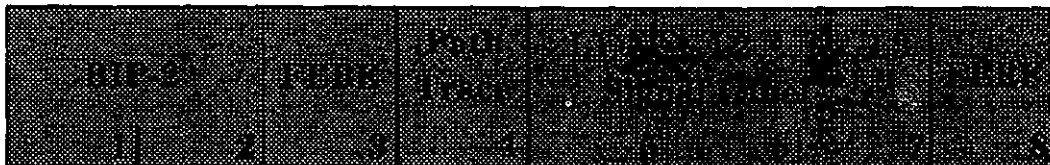
Por ejemplo, el encabezado de la sección del regenerador es usado para administrar fallas y degradaciones en el desempeño entre regeneradores.

La sección de multiplexor por arriba está acostumbrado a lograr faltas entre multiplexores.

En este momento debería de empezarse a formar la idea de capas de administración. Vamos a examinar brevemente cada área del encabezado y las funciones que sostienen. Empezaremos con los encabezados de ruta de bajo y alto orden, que son las etiquetas que se pegan en los contenedores o TUS después de ser empacados. Estos viajan junto a los payloads desde que entran en la red SDH hasta el momento en que salen de ella.

Primero, veamos el encabezado de ruta de bajo orden que es el que se encuentra entre el apuntador TU y la señal tributaria.

— Encabezado de Ruta de Bajo Orden TU V5



HENLETT
PACKARD

Electrónica y
Telecomunicaciones

El Encabezado de Ruta de Orden Bajo (Low Order Path Overhead) consiste de sólo un byte, como se muestra aquí.

Los bits BIP-2 son utilizados para monitorear el desempeño de la ruta del TU.

Cada uno de los dos bits contiene el resultado de un chequeo de paridad de bit intercalado (BIP) chequeo que es hecho sobre todos los bits del contenedor TU en la trama previa.

¿Por qué solamente el contenedor?

Bien, el monitoreo de ruta de TU solamente se preocupa acerca de toda la ruta del enlace punto a punto y el contenedor virtual de TU es la única parte de la señal que va de principio a fin entre estos monitoreos de ruta.

Siempre que se diga BIP-2, se va reconocer que se habla de un chequeo de paridad de bit intercalado, con longitud de 2 bits.

FEBE viene del inglés Far End Block Error, Error de Bloque del Extremo Más Alejado y es una cuenta de errores de bloque enviada devuelta en la ruta de regreso a la terminal originaria de la ruta donde se utilizarán las funciones de administración de la red.

41

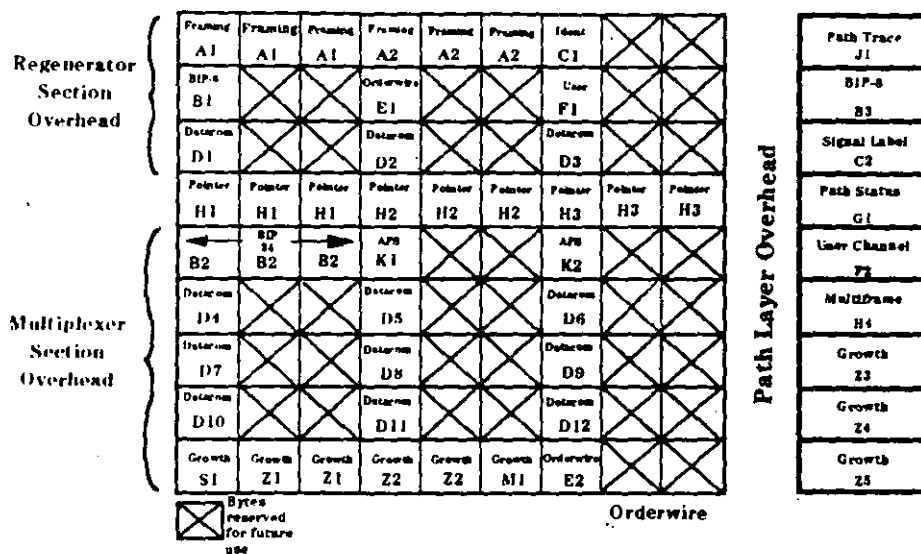
El trazado de la ruta es utilizado por los elementos de red para transmitir un mensaje que indica donde comenzó la ruta del TU, de ahí que se le conozca por el nombre de Trazo de Ruta (Route Trace).

La etiqueta de la señal nos dice si el payload está flotando o en bloqueo en el "empaquetado" de TU.

FERF se utiliza para Falla de Recepción en Extremo Más Alejado, siendo las siglas en inglés de Far End Receive Failure. Esta es una alarma, que como FEBE es una indicación de regreso para la administración de la red.

Veamos ahora, el encabezado de ruta.

Encabezado de Ruta de Alto Orden



Vamos a describir qué es cada byte.

El byte de trazo de ruta J1 es utilizado por los elementos de red para repetidamente transmitir un mensaje de 64 bytes. El mensaje nos dice donde ha comenzado la ruta, de ahí el nombre.

Un mensaje de trazo típico podría ser "Muy Buenas Tardes".

No tiene 64 caracteres de largo pero, nos da una idea de su uso.

Otro prueba es simplemente revisar que el mensaje sea legible, este da a una verificación rápida de que no han habido errores en el camino.

El byte B3 es utilizado para el monitoreo del desempeño de ruta. Cada uno de los ocho bits en el byte contiene el resultado de un chequeo de paridad de bit intercalado (BIP) sobre todos los bits del contenedor de la trama anterior.

¿Por qué solo el contenedor?

Bien, el monitoreo de ruta tiene solamente cuidado acerca de todo el camino punta a punta y el contenedor virtual es la única parte de la señal que va de punta a punta.

Cuando se oiga hablar de un chequeo BIP- 8, sabemos que se refiere a un

chequeo de paridad con 8 bits intercalado.

El siguiente byte, C2, es llamado la etiqueta de la señal y nos dice qué tipo de payload está en el contenedor.

El byte G1 actúa como un mensajero en la ruta de regreso. Devuelve mediciones de error de bloque (FEBES) y condición de alarma a la terminal de ruta de origen para administración de la red.

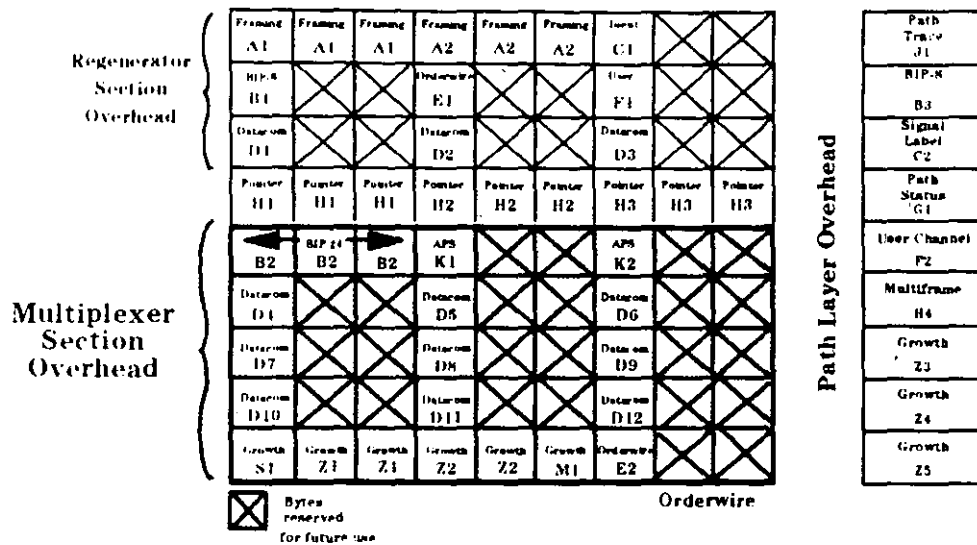
Esta característica nos facilita monitorea el desempeño de ida y vuelta en ambas trayectorias accediendo sólo una señal de ruta.

El byte de F2 es un canal de usuario para uso propietario por los fabricantes, de modo que lo dejamos así.

El byte H4 es utilizado de dos maneras: Cuando el payload es TU-12, actúa como un indicador de multitrama, que es necesitado debido a que la trama TU está dividida en cuatro tramas VC-4. Cuando el payload es ATM, H4 ayuda a encontrar la corriente de células señalando el encabezado de célula de ATM más cercano.

Los bytes de Z están reservados para normas futuras, así de nuevo, no hay necesidad de preocuparnos acerca de ellos ahora.

Sección del Multiplexor



HEWLETT
PACKARD

Electrónica y
Telecomunicaciones

Ahora la sección del encabezado de multiplexor, que cuida de la transmisión entre multiplexores. Aquí hay tres bytes B2 de paridad disponibles que hacen un chequeo BIP-24 que hace posible monitorear el desempeño de errores. Recordemos que el byte B3 en el encabezado de ruta calculó la paridad sobre todo el VC-4 (payload y encabezado) de la trama previa.

Así que ¿sobre qué está calculado el BIP-24?

Bien, el encabezado de sección de multiplexor se ocupa acerca de errores entre multiplexores, de modo que calcula el BIP-24 sobre los bytes en el contenedor virtual y el encabezado de sección de multiplexor de la trama anterior. Deja al encabezado de sección de regenerador fuera del cálculo de modo que el regenerador puede hacer un BIP sobre toda la señal STM-N.

La intención de todo esto es, que podemos seccionalizar las fallas utilizando resultados de diferentes cálculos con encabezados.

En una señal STM-N, se proporcionan B2s para todos los STM-1. Los bytes K1 / K2 son utilizados por los multiplexores para controlar conmutación de protección (Multiplexer Protection Switching- MSP). Por ejemplo pueden enviarse mensajes estándar para forzar una línea hacia protección.

Los bytes de D4 a D12 proveen un canal de comunicaciones de información (DCC) para permitir a los multiplexores intercambiar información de administración. Estos bytes están definidos para el primer STM-1 en un STM-N.

Los bytes de Z están reservados para normas futuras.

Z1 fue renombrado como S1 e indica la condición de sincronización. Z2 es ahora M1 y lleva la cuenta de MS-FEBE.

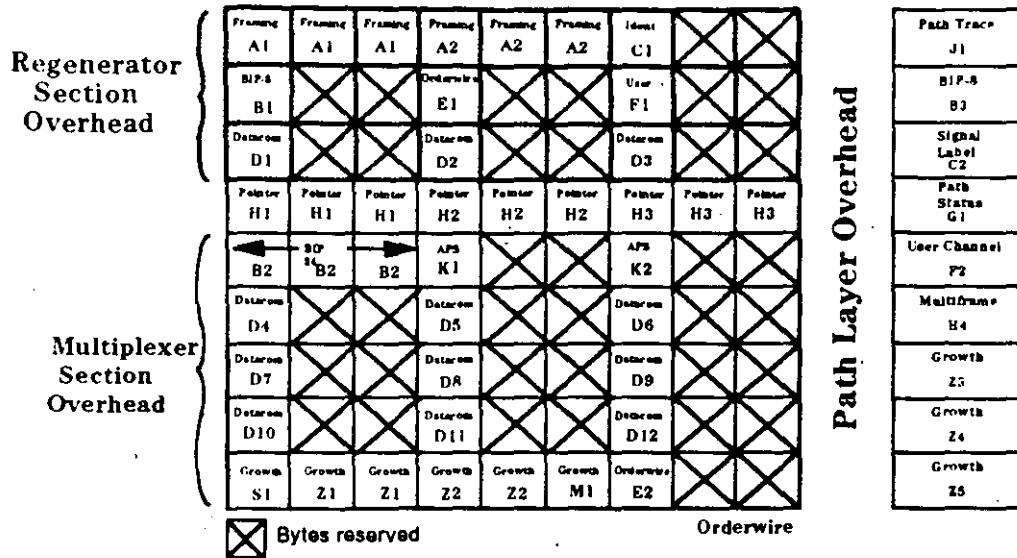
El byte E2 provee un canal de voz para permitir la coordinación de los distintos equipos de trabajo. Está definido para el primer STM-1 en un STM-N.

H1, H2 y H3 son conocidos como el AU (Unidad Administrativa). El AU mantiene información del apuntador que da seguimiento al contenedor virtual flotante. Este apuntador está separado del apuntador de TU. Aunque hablando estrictamente el AU no está en el encabezado de Sección de Multiplexor, los dos están tan estrechamente relacionados que los describimos aquí.

H1 y H2 contienen el valor del apuntador. H3 es utilizado como un área de desborde para los payload que flotan hacia atrás.

Hay un apuntador por cada contenedor en un STM-N.

Sección del Regenerador



HEWLETT
PACKARD

Electrónica y
Telecomunicaciones

En el encabezado de sección de regenerador hay tres bytes A1 y tres bytes A2 que forman la palabra de trama del STM-1. El patrón utilizado es HEX F6F6F6282828. Cada señal STM-1 dentro de un STM-N tiene este patrón de trama.

La primera cosa que cualquier elemento de red hace cuando se inicializa es buscar una palabra de trama.

El byte C1 identifica diferentes señales STM-1 dentro de una STM-N.

El primer STM-1 tiene el valor 1 en su C1, y así sucesivamente.

C1 pronto será renombrado a J0 y llevará un mensaje de trazo de sección de regenerador, similar al trazo de J1.

B1 mantiene el resultado de un cálculo BIP-8 y es utilizado para el monitoreo de desempeño de errores en el nivel del regenerador.

El cálculo está hecho sobre todos los bytes de la trama STM-N anterior después de descifrarlo. El resultado es situado en B1 de la trama actual antes de descifrarse.

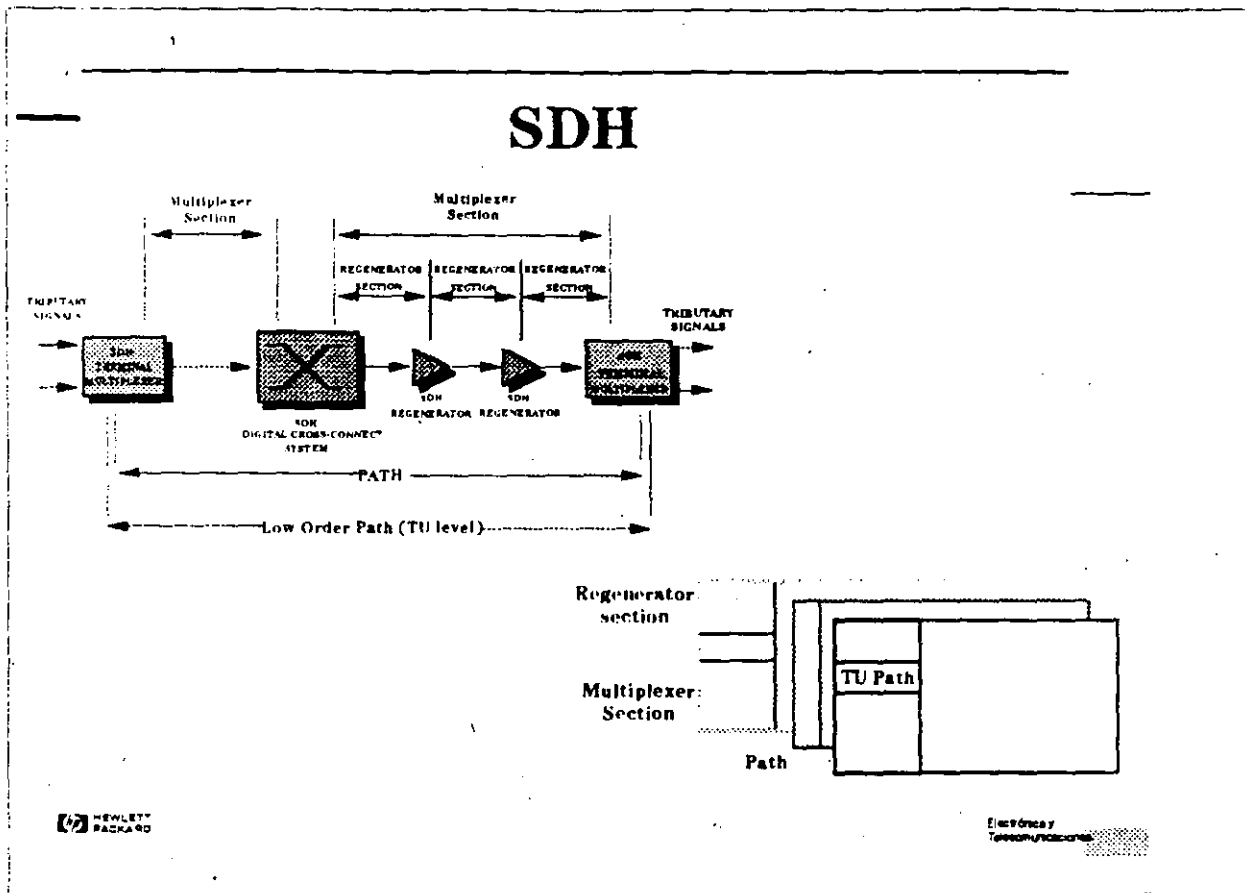
B1 está solamente definido para el primer STM-1 en un STM-N.

Los bytes de E1 proveen un canal de voz en el nivel del regenerador.

El F1 está disponible para uso propietario por los fabricantes. Solamente está definido para el primer STM-1 en un STM-N.

D1, D2 y D3 proveen un canal de comunicaciones de 192 kb / s en el nivel de regenerador.

Y eso es todo.



Resumeindo. La red está dividida en segmentos de modo que se puede administrar más fácilmente. Cada segmento tiene un encabezado dedicado para ayudar a mantener el segmento listo y funcionando.

Sumario



- **Transporta cargas de 139Mb/s**
- **Tolera sincronización pobre**
- **Transporta otras cargas**
 - TUs
 - Cargas concatenadas
 - Flujos de células ATM
- **Supera las fallas y degradaciones en desempeño**
 - Segmentos de red
 - Encabezado para administrar cada segmento

HP 37724A

Fundamentos Teóricos

- Introducción a SDH
 - Beneficios de SDH
 - Cómo están cambiando las redes de transmisión
 - Cómo se mantienen las jerarquías PDH en la nueva red
 - Estándares de SDH
- Redes SDH
 - Elementos de la red
 - Arquitecturas típicas de red
 - Ejemplos de Redes Reales
- Cómo funciona SDH
 - Transporte de carga de 139Mb/s
 - Tolerancia a la desincronización
 - Transporte de otros tipos de carga
 - Administración de fallas y degradación en el desempeño

 HEWLETT
PACKARDElectrónica y
Telecomunicaciones

Conociendo el HP 37724A

Conocimiento básico del HP37724A

Los objetivos de esta sección, son los siguientes:

- ♦ Como obtener la pantalla requerida mediante el uso de las teclas de selección: TRANSMIT, RECEIVE, RESULTS, GRAPH y OTHER.
- ♦ Como modificar la información en la pantalla, utilizando las teclas de cursor y las teclas "suaves" de la misma pantalla.
- ♦ Como utilizar las otras teclas del panel frontal.
- ♦ Como interpretar los indicadores de estado en el panel frontal.

Obteniendo y Modificando las distintas Pantallas en el HP 37724A

La interfaz de operación está provista por la pantalla, y las teclas del panel frontal.

Se pueden obtener cinco áreas de pantallas diferentes, utilizando las cinco teclas de selección de pantalla TRANSMIT, RECEIVE, RESULTS, GRAPH y OTHER que se encuentran inmediatamente a la derecha de la pantalla:

TRANSMIT Permite controlar la tasa de la señal generada, el nivel de la señal, la fuente del reloj de sincronía, los datos de información, las funciones de prueba, el encabezado de sección y el encabezado de ruta.

RECEIVE Permite seleccionar la tasa de la señal recibida, el nivel de la señal, los datos de información y las funciones de prueba, además de proporcionar un monitoreo del encabezado de sección y el encabezado de ruta.

RESULTS Permite controlar el período de prueba, despliega los resultados de la medición seleccionada y permite habilitar la capacidad de gráficos.

GRAPH Permite el manejo de los resultados gráficos almacenados, su despliegue en pantalla o su impresión a través de un dispositivo externo.

OTHER Permite el control de los estados iniciales, los bits de relleno, la impresora, el control remoto, amarre del láser, control del análisis, manejo de la fecha y la hora, autopuebas y acceso a la tecla de funcionalidad miscelánea que permite controlar el seguro del teclado y la señal acústica de error recibido. Así mismo se proporciona una lista de las opciones y módulos insertados en el equipo.

1. En cada una de las áreas de pantalla, el campo susceptible de ser modificado se encuentra en video inverso, y se conoce como el cursor.
2. El cursor es movido mediante las teclas de movimiento que exhiben unas flechas en su dibujo. El cursor puede regresarse rápidamente al comienzo de la pantalla presionando la tecla de desplegado apropiada (TRANSMIT, RECEIVE, RESULTS, GRAPH y OTHER).
3. El menú de selecciones disponibles para cada campo en resaltado en video inverso, aparece en la parte inferior de la pantalla. La selección para cada uno de ellos se hace presionando las teclas "suaves" que se encuentran inmediatamente en la parte inferior de la pantalla.
4. Cuando un campo tiene más de cinco opciones, aparece una tecla MORE. Al oprimir MORE, el resto del menú es desplegado.
5. Cuando el valor de un campo no se encuentra encerrado en corchetes [] el mismo no puede ser resaltado por el cursor, ya que no existen opciones que cambiar en dicho campo.

Otras Teclas del Panel Frontal

ACTION Algunas funciones del HP 37724A, tales como generaciones de secuencia, almacenado o llamado de los estados iniciales, deben de revisarse antes de procesarse por el equipo. La tecla ACTION permite que se haga una pausa entre la introducción de los datos y la interpretación de éstos.

RUN/STOP Termina el período de prueba, si alguno está en progreso. Inicia un nuevo periodo de prueba. El indicador ubicado sobre la tecla se enciende cuando un período de medición está en progreso.

FREEZE DISPLAY Congela todas las pantallas del área de resultados (RESULTS). Cuando esta función está activa, el indicador ubicado en la parte superior de la tecla está encendida, y ninguno de los campos de la pantalla RESULTS será actualizado, apesar de que la medición continúa. Al deseleccionar la función FREEZE, todos los campos de la pantalla RESULTS serán actualizados, y el indicador se apagará.

SINGLE ERROR Agrega un error de los seleccionados en el menú TRANSMIT, TEST FUNCTION, ERROR & ALARMS cada vez que es presionada. El tipo de error agregado es indicado en la línea de estado (STATUS) en la parte inferior de la pantalla.

ADJUST POINTER Permite ajustar los apuntadores a transmitir cuando la función ADJUST POINTE [INCR/DECR] es seleccionado en el menú TRANSMIT, TEST FUNCTION.

PRINT NOW Los resultados actuales son enviados a una impresora externa que se encunetre conectada al puerto HP-IB o RS-232-C. Así mismo, la pantalla actual puede

enviarse a impresión. Esta selección se hace en el menú OTHER, PRINTER, PRINT ON DEMAND, SCREEN DUMP antes de oprimir PRINT NOW.

LOCAL Regresa el instrumento del estado de operación remota a operación local. El indicador sobre la tecla está encendido cuando el instrumento está en modo de control remoto.

Indicadores de Estado

Los indicadores de estado en el panel frontal, dan información relacionada a la medición en progreso. Si una alarma ha ocurrido durante el período de prueba actual, el indicador sobre SHOW HISTORY estará encendido. Para revisar las alarmas que han ocurrido presione y mantenga la tecla SHOW HISTORY. Al soltar la tecla, los indicadores de estado regresan a su condición actual.

SHOW HISTORY Al ser presionada y mantenida, los indicadores de estado mostrará cualquier alarma que se haya presentado durante el período de prueba. Esto continuará hasta que la tecla SHOW HISTORY sea soltada, momento en el que se despliega la información actual. El indicador sobre la tecla se encontrará encendido para significar que una alarma ha ocurrido durante el período de medición actual.

RESET HISTORY Borra la información de alarmas en los indicadores. Lo mismo se logra al iniciar un nuevo período de medición.

LOSS OF SIGNAL Pérdida de Señal. Más de 5 períodos de bit sin transiciones CMI en cualquier período de de 100 ms. Si RECEIVE SIGNAL [2 Mb/s], entonces 15 ceros consecutivos AMI ó 10 ceros consecutivos HDB3.

LOSS OF FRAME Pérdida de Trama. La condición de Fuera de Trama ha persistido por más de 3 ms.

OUT OF FRAME Fuera de Trama. Cuatro o más patrones de trama errados en forma consecutiva detectados.

LOSS OF POINTER Pérdida de Apuntador. No se ha detectado un apuntador VC-4 valido en ocho tramas consecutivas, o se han detectado ocho NDF (New Data Flags).

MS AIS Secuencia de Indicación de Alarma en el nivel de Sección del Multiplexor.

PATH AIS Secuencia de Indicación de Alarma en el nivel de la Ruta.

PATTERN LOSS Pérdida de Patrón. El patrón recibido no está en sincronía con los datos generados internamente.

~~CLOCK LOSS~~ Pérdida de Reloj. El reloj transmitido no está en sincronía con la referencia externa EXTERNAL seleccionada.

K1/K2 Change Cambio en K1/K2. Un cambio ha ocurrido en los bytes K1/K2 del encabezado de sección.

ERRORS Errores. Un error ha sido detectado. El indicador permanecerá encendido por 100 ms.

MS FERF Un tren bajo de Falla de Recepción de Punto Lejano ha sido recibido en el nivel de la Sección de Multiplexión.

PATH FERF Un tren bajo de Falla de Recepción de Punto Lejano ha sido recibido en el nivel de la Ruta.

POINTER ADJUST Ajuste de Apuntador. Se han ajustado los apuntadores de la información.

TU LOSS OF POINTER Pérdida de Apuntador TU. Un apuntador válido para la Unidad Tributario no ha sido detectado en ocho tramas consecutivas, o se han detectado ocho NDF (New Data Flags).

TU PATH AIS Secuencia de Indicación de Alarma detectada en la Ruta de Unidad Tributaria (TU) PATH.

TU PATH FERF Un tren bajo de Falla de Recepción de Punto Lejano ha sido recibido en en la Ruta de Unidad Tributaria (TU) PATH.

Mediciones en SDH con el HP 37724A

-Introducción.

Las pruebas de desempeño, aceptación, instalación y mantenimiento, para los sistemas de transmisión de SDH se clasifican de la siguiente manera:

1. Pruebas de información SDH.

- 1.1 Mapeo de Información.
- 1.2 Información de Transmisión.
- 1.3 Demapeo de Información.

2. Pruebas de estresamiento de los equipo de red SDH.

- 2.1 Sincronización de tramas.
- 2.2 Pruebas del circuito de recuperación de reloj óptico.
- 2.3 Pruebas de desincronización.
- 2.4 Pruebas del procesador del apuntador.
- 2.5 Variaciones de frecuencia e inserción de errores/alarmas

3. Estímulo a los equipos de red SDH / Pruebas de respuesta del sistema SDH.

- 3.1 Estímulo y respuesta de alarmas.
- 3.2 Estímulo y respuesta del monitoreo de desempeño.
- 3.3 Estímulo y respuesta del MSP (Protección de sección del multiplexor).

4. Monitoreo del desempeño "Dentro de servicio".

5. Pruebas de los canales de comunicación de datos (DCC).

6. Transmisión de encabezados o taras estáticas.

- 6.1 Encabezado de ruta.
- 6.2 Encabezado de sección.

7. Secuencia de encabezados o taras de transmisión.

- 7.1 Encabezado de la sección del regenerador.
- 7.2 Encabezado de la sercción del multiplexor.
- 7.3 Encabezado de ruta.

8. Monitoreo del encabezado de recepción.

- 8.1 Captura del encabezado de recepción.
- 8.2 Monitoreo de H1, H2. Trama por trama.
- 8.3 Detección de variaciones en A1,A1,A1,A2,A2,A2.

1. Pruebas de información SDH.

Los servicios, 2 Mb/s y 140 Mb/s, de la jerarquía digital plesiócrona (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.

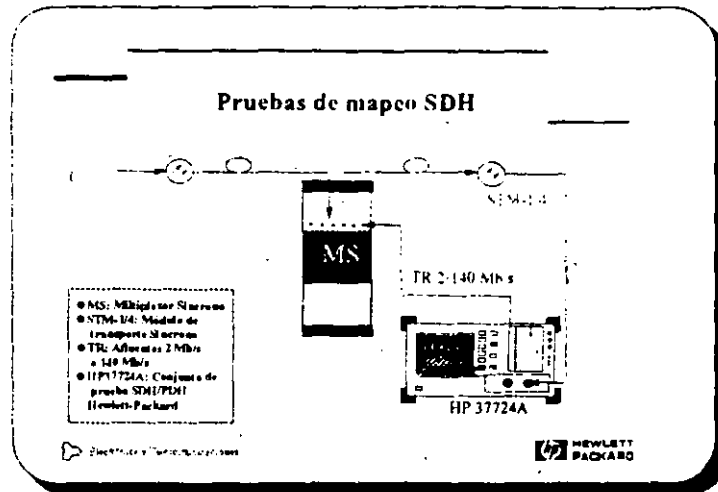
1.1 Mapeo de Información.

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.

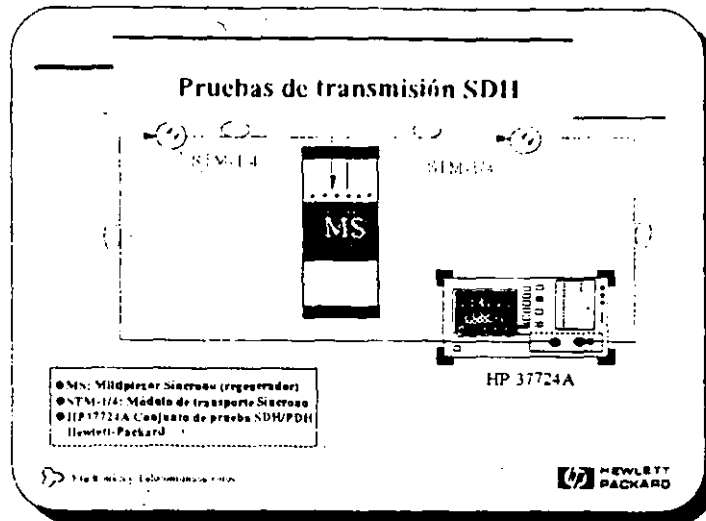
Aplicación.

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).



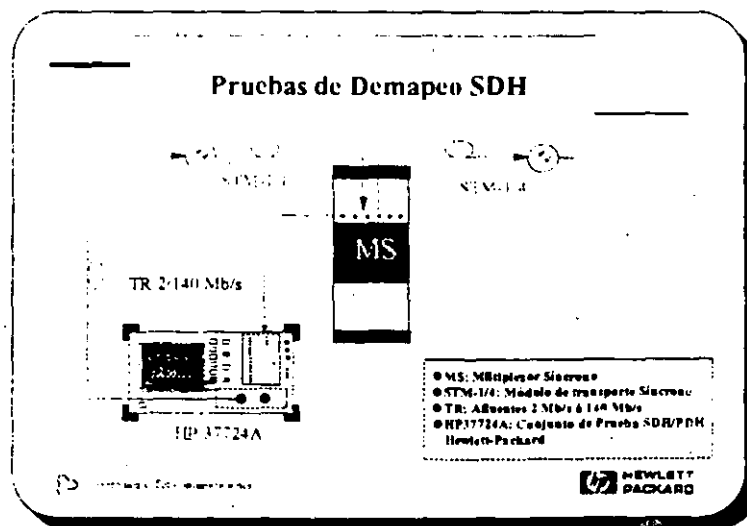
1.3 Demapeo de Información.

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. Estimulo 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 Estimulo 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 inferior 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 Estimulo 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 1×10^5 a 1×10^9

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

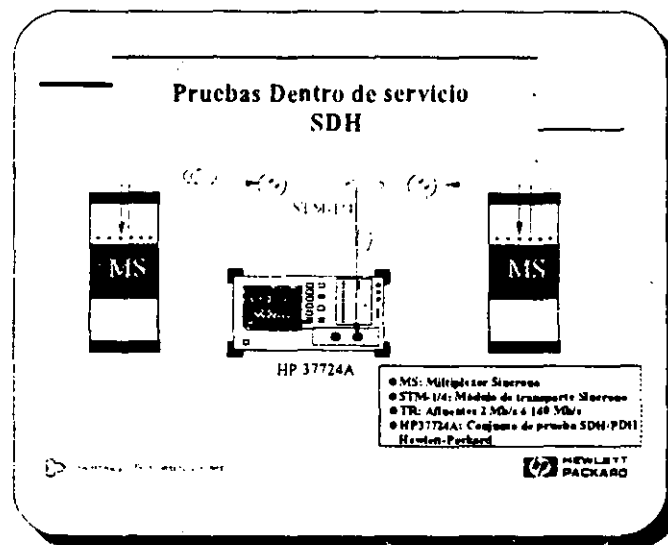
Selección	Mensaje	Selección	Mensaje
0000	CANAL NULO	1000	CANAL OPERANDO # 8
0001	CANAL OPERANDO # 1	10001	CANAL OPERANDO # 9
0010	CANAL OPERANDO # 2	1010	CANAL OPERANDO # 10
0011	CANAL OPERANDO # 3	1001	CANAL OPERANDO # 11
0100	CANAL OPERANDO # 4	1100	CANAL OPERANDO # 12
0101	CANAL OPERANDO # 5	1101	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.

8.2 Monitoreo de H1, H2 Trama por trama.

El monitoreo de trama por trama (HP 37724A) proporciona una localización de Bytes según la característica del monitoreo del encabezado de recepción utilizando la condición de captura de Trigger OFF.

8.3 Detección de variaciones en A1, A1, A1, A2, A2, A2.

Bajo condiciones normales de operación, los bytes A1, A2 permanecerán en un estado estable conocido (F6F6F6282828). Utilizando la condición Trigger ON NOT (HP 37724A) de la Captura de Encabezado, se pueden detectar cualquier desviación momentánea desde ese estado.

Laboratorios

Laboratorio 1 Prueba de BER en Payload

¿Por qué?

Es muy importante verificar que la carga de información (payload) de 2, 34 ó 140 Mb/s que se insertan en la red SDH vengan sin errores. También es importante verificar que no se introduzcan errores cuando la señal entra o sale de la red SDH.

Antecedentes

Los servicios existentes, tales como 2 Mb/s, 34 Mb/s ó 140 Mb/s, son insertados en la red SDH como carga de información (payload) en una señal SDH. Cuando un servicio entra en la red, es mapeado en el Contenedor Virtual (VC) y después transmitido a través de la red con un encabezado adicional (OH). Al salir de la red SDH, el encabezado es removido y el payload es demapeado de la señal SDH.

¿Cuándo?

Estas mediciones se efectúan durante la instalación, organización y pruebas de aceptación.

¿Cómo?

Un conjunto de prueba para SDH se utiliza para transmitir una señal SDH conteniendo un payload a 2, 34 ó 140 Mb/s a través de la red. A la salida de la red, un conjunto de prueba en función de recepción recupera el payload de la señal SDH y efectúa una prueba de BER en él. Típicamente esta prueba se realiza en el largo plazo (digamos que por unos 3 días) para verificar que el desempeño de errores de la red se encuentra dentro de las especificaciones.

Alternativamente, equipos separados pueden emplearse para (1) verificar el mapeo del servicio de 2, 34 ó 140 Mb/s en la red SDH y (2) el demapeo del servicio desde SDH.

Procedimiento del Laboratorio

Se va a demostrar una prueba de BER para el payload utilizando el Conjunto de Prueba HP 37724A para SDH conectado en lazo cerrado a STM-1. Una señal de 140 Mb/s es cargada en la señal STM-1.

Para demostrar la adición y cuenta de errores, se inyectarán errores sencillos en el transmisor y se observarán los resultados.

Estado Inicial

Asegurese de que el instrumento está en el estado de default (estado de fábrica) antes de iniciar el procedimiento. Presione y seleccione STORED SETTINGS.

Recupere el estado por default STORED SETTINGS NUMBER[0].

Medición de BER en Payload

Pasos

1. Conecte el HP 37724A en lazo cerrado, a STM-1 (155 Mb/s).
2. Acople el estado del transmisor y el receptor, seleccionando [SETTINGS CONTROL] y [COUPLED].

Hints:

Presione la tecla TRANSMIT a la derecha de la pantalla.

Seleccione SETTINGS CONTROL en la tecla suave debajo de la pantalla.

Mueva el cursor hacia abajo un lugar.

Seleccione COUPLED en la tecla suave debajo de la pantalla.

3. Establezca el estado del transmisor, contemplando: TRANSMIT SIGNAL[STM-1], CLOCK SYNC [INTERNAL], EXT JITTER CLOCK[OFF], FREQUENCY OFFSET[OFF], PAYLOAD[UNFRAMD 140M], PATTERN[2²³-1] y 140M OFFSET[+0ppm].

Hints:

Presione TRANSMIT, a la derecha de la pantalla.

Seleccione MAIN SETTINGS en la tecla suave, bajo la pantalla.

Mueva el cursor hacia abajo asegurandose de que los valores están como se indica.

4. Verifique que no hay alarmas activas en el panel frontal del instrumento. En caso de haberlas, seleccione [TEST FUNCTION] y desactívela.

Hints:

Presione TRANSMIT, a la derecha de la pantalla.

Seleccione la tecla suave TEST FUNCTION.

Mueva el cursor hacia abajo una vez y seleccione [OFF].

5. Para inyectar errores sencillos de bit en el payload de 140 Mb/s, ponga el instrumento en [TEST FUNCTION] considerando: TEST FUNCTION[ERROR & ALARM], ERROR AND LOCATION[PAYLOAD], TYPE[BIT], RATE[OFF], ALARMS LOCATION[OVERHEAD], TYPE[OFF].

Hints:

Presione TRANSMIT y seleccione TEST FUNCTION.

Mueva el cursor hacia abajo una vez y presione la tecla suave ERRORS & ALARMS.

Mueva el cursor una vez más hacia abajo y seleccione [PAYLOAD].

6. Oprima RUN/STOP, a la derecha de la pantalla para iniciar un nuevo periodo de medición.

7. Observe los resultados desplegados en [TROUBLESCAN], y verifique que se actualizan cada vez que se oprime SINGLE ERROR, a la derecha de la pantalla.

Hints:

Presione RESULTS, a la derecha de la pantalla.

Seleccione [TROUBLESCAN].

Nota:

Para ver los resultados de todos los diferentes tipos de error, seleccione RESULTS, luego [ERROR COUNTS]. La opción [ERROR ANALYSIS] proporciona análisis tipo CCITTT G.821.

8. Para ver el análisis de BER, seleccione la pantalla [ERROR ANALYSIS].

Nota:

En cualquier etapa de la medición, los resultados actuales pueden congelarse oprimiendo FREEZE RESULTS, dejando que la medición continúe.

Laboratorio 2

Prueba de estresamiento de sincronización de la trama

¿Porqué?

Es importante estresar los elementos de red SDH para asegurar que se mantiene la sincronización de la trama, incluso en presencia de algunos errores de trama.

Antecedentes

El equipo de red se basa en la sincronización de la trama para poder identificar la posición de cada byte dentro de la trama SDH.

Si un elemento de red pierde sincronización con la trama, indicará LOF (Pérdida de Trama), transmitiendo AIS (Señal de Indicación de Alarma) hacia abajo en el tren y FERF (Falla de Recepción de Punto Lejano) hacia arriba en el tren.

¿Cuándo?

Durante pruebas de campo e instalación.

¿Cómo?

Inyectando errores en la palabra de alineamiento de trama (los bytes A1/A2) a diferentes velocidades y monitoreando la respuesta del equipo de red. También monitoreando las señales transmitidas hacia arriba y abajo en el tren.

Conforme se incrementa la tasa de inyección de errores, los elementos de red deberán indicar OOF (Fuera de Trama) al detectar cuatro patrones de trama errados consecutivos. Si la condición OOF dura más de 3ms, entonces deberá indicarse así mismo LOF (Pérdida de Trama).

Conforme se reduce la tasa de inyección de errores de trama, el elemento de red debe volver a entrar en sincronía con la red.

Procedimiento del Laboratorio

El Conjunto de Medición HP 37724A para SDH, opera bajo el mismo criterio de sincronización que el equipo de red SDH:

Si los errores de la palabra de trama (A1A2) persisten por 4 tramas consecutivas, el receptor indicará OOF.

Si los errores de la palabra de trama persisten por más de 3 ms (24 tramas) el receptor indicará LOF.

Así que, si se inyectan errores de palabra de trama a diferentes tasas, se podrá monitorear si el receptor está o no respondiendo correctamente.

Estado Inicial

Asegurese de que el instrumento de medición se encuentra en el estado por default antes de iniciar el procedimiento. Presione y seleccione STORED SETTINGS. Recupere el estado por default STORED SETTINGS NUMBER[0].

Procedimiento I

Agregando Errores de Trama

En este ejemplo, agregaremos errores de la palabra de trama en los bytes A1A2 en 1 de cada 4, 2 de cada 4, 3 de cada 4 y 4 de cada 4 tramas, y verificar la ocurrencia de las alarmas OOF y LOF.

Pasos

1. Conecte el HP 37724A en lazo cerrado a STM-1 OPT (óptica) (155 Mb/s).
2. Para acoplar el transmisor y el receptor, defina el estado del transmisor [SETTINGS CONTROL] de la siguiente manera: [COUPLED].

Hints:

Presione TRANSMIT, a la derecha de la pantalla.

Seleccione [SETTINGS CONTROL].

Mueva el cursor hacia abajo una vez y seleccione [COUPLED].

3. Prepare el transmisor [SETTINGS] considerando: TRANSMIT SIGNAL[STM-1 OPT], CLOCK SYNC[INTERNAL], EXT JITTER CLOCK[OFF], FREQUENCY OFFSET[OFF], PAYLOAD[UNFRAM 140M], PATTERN[2²³-1], 140M OFFSET [+0 ppm].

Hints:

Presione TRANSMIT.

Seleccione [SETTINGS].

Mueva el cursor hacia abajo para hacer la selección apropiada.

4. Para inyectar los errores de la palabra de trama, en una de cada cuatro tramas seleccione la función del transmisor [TEST FUNCTION] adecuada: TEST FUNCTION[ERROR & ALARM], ERROR AND LOCATION[OVERHEAD], TYPE[A1A2 FRAME], RATE[OFF], ALARMS LOCATION[OVERHEAD], TYPE[OFF].

Hints:

Presione TRANSMIT

Seleccione [TEST FUNCTION]

Mueva el cursor un lugar hacia abajo y tome [ERRORS & ALARMS]

Mueva el cursor hacia abajo y seleccione [A1A2 FRAME] y luego [1 IN 4].

5. Verifique que el indicador LOF se encuentra apagado. (El indicador ERRORS debe estar encendido).

Nota:

Ahora los dos bytes A1 y A2 (la palabra de trama) está errada una vez cada cuatro tramas.

6. Aumente la tasa de errores de trama a [2 IN 4], y verifique que el indicador LOF esté apagado.

Nota:

Esto significa que la palabra de trama (ambos A1 y A2) aparece errada 2 veces cada cuatro tramas.

7. Incremente la tasa de errores de trama a [3 IN 4]. La alarma LOF deberá mantenerse apagada.

8. Al incrementar la tasa de errores de tramas a [4 IN 4], verifique que ambos indicadores OOF y LOF se enciendan.

Nota:

Debido a que el HP 37724A ha perdido sincronización en la trama, no puede identificar los bytes apuntadores, y por lo tanto la posición del payload, así que LOSS OF POINTER (Pérdida de Apuntadores) y PATTERN LOSS (Pérdida de Patrón) también deberán encenderse en los indicadores.

9. Ahora, decrezca la razón de error de trama a [3 IN 4], los indicadores OFF y LOF deben permanecer encendidos.

10. El poner la razón de error a [2 IN 4] permitirá al receptor recuperar la sincronización y los indicadores de alarma deberían de apagarse.

Nota:

Cuando el elemento de red (o el receptor del HP 37724A) está en condición de OOF, recuperará la sincronización de la trama cuando detecte dos tramas consecutivas libres de error de palabra de trama.

Procedimiento II

Agregado de Error de Trama Utilizando Generación de Secuencia

En este caso utilizaremos dos secuencias diferentes de valores A1A2 para verificar el criterio de sincronización de trama.

Primero los errores de trama son generados por un período superior a 3 ms (24 tramas); aparecerá primero OOF y después LOF, debido a que OOF está definido por menos de 3 ms, sin embargo no alcanzará a ver el orden de las alarmas.

Posteriormente, los errores de trama se generan por menos de 3 ms (24 tramas); no debe haber condición LOF, sólo deberá observarse OOF.

Estado Inicial

Asegurese de que el instrumento está en el estado inicial de fábrica, antes de efectuar el procedimiento, para ello presione STORED SETTINGS, recupere el valor de STORED SETTINGS NUMBER{0}.

Pasos

1. Conecte el HP 37724A en lazo cerrado a STM-1 OPT (óptico) (155 Mb/s).
2. Para acoplar el transmisor utilice [SETTINGS CONTROL] y ponga [COUPLED].

Hints:

Presione TRANSMIT

Seleccione [SETTINGS CONTROL]

3. Coloque los parámetros del transmisor [SETTINGS] así: TRANSMIT SIGNAL[STM-1 OPT], CLOCK SYNC[INTERNAL], EXT JITTER CLOCK[OFF], FREQUENCY OFFSET[OFF], PAYLOAD[UNFRAMED 140M], PATTERN[2²³-1], 140M OFFSET[+0 ppm].

Hints:

Presione TRANSMIT.

Seleccione SETTINGS.

Ahora, mueva el cursor hacia abajo para verificar los valores apropiados.

4. Para transmitir una secuencia de diferentes bytes A1A2, posicione el transmisor y sus funciones de prueba [TEST FUNCTION] de acuerdo a: TEST FUNCTION[SEQUENCES], [REPEAT RUN], OVERHEAD CHANNEL [RSOH] [3xA1, 3xA2], A[F6F6F6282828], B[090909D7D7D7], C[F6F6F6282828], D[F6F6F6282828], E[F6F6F6282828], SEQUENCE[15974]FRAMES OF [A] THEN [26] [B] [0] [C] [0] [D] [0]

[E]. Utilice [DECREASE DIGIT], [INCREASE DIGIT], [-] y [->] para acomodar la secuencia de valores

Hints:

Presione TRANSMIT

Seleccione [TEST FUNCTION]

Mueva el cursor y posicione los valores como se indica.

Nota:

Tendrá que presionar ACTION para arrancar la secuencia.

5. Observe la condición de OOF y LOF en los indicadores y oprima ACTION. Presione RESET HISTORY. La condición OOF y LOF deberá ocurrir, junto con otras alarmas cada dos segundos. Note que el led arriba de SHOW HISTORY está encendido. Si presiona esta tecla observará que alarmas han ocurrido desde que se opimió la tecla RUN/STOP.

Nota:

Primero ocurre OOF, pero no es notorio a la vista.

6. Para poner otra secuencia considere las siguientes características para el transmisor [TEST FUNCTION]: TEST FUNCTION[SEQUENCES], [REPEAT RUN], OVERHEAD CHANNEL [RSOH] [3xA1, 3xA2], A[F6F6F6282828], B[090909D7D7D7], C[F6F6F6282828], D[F6F6F6282828], E[F6F6F6282828], SEQUENCE [15974] FRAMES OF [A] THEN [24] [B] [0] [C] [0] [D] [0] [E].

Hints:

Antes de poner una nueva secuencia, debe presionar la tecla ACTION una vez más.

7. Observe las alarmas OOF y LOF de nuevo. Presione ACTION y note como esta vez OOF ocurre cada dos segundos, pero no debe presentarse LOF. (Otras alarmas se presentarán también, oprima SHOW HISTORY para verlas).

Nota:

Esta secuencia no debe causar que el receptor HP 37724A pierda la trama, sin embargo reconocerá los errores en la palabra de trama (bytes A1A2).

Laboratorio 3

Estresamiento del apuntador de carga

¿Porqué?

Existen dos pruebas importantes:

La primera se realiza para verificar que un equipo de res puede tolerar ajustes múltiples de los apuntadores en una señal de entrada SDH. Cuando se detectan los ajustes al apuntador de carga, el equipo debe de identificar correctamente las nuevas posiciones de la carga y transmitirla a través de la red sin introducir errores.

La segunda prueba se efectúa cuando el equipo bajo prueba es un demultiplexor que incluye un circuito de desincronización. Es importante revisar que ajustes excesivos en los apuntadores en la señal de entrada de SDH al demultiplexor no produzcan altos niveles de jitter en la salida de la señal de carga de 2, 34 ó 140 Mb/s. Se han desarrollado secuencias de ajuste de apuntadores (CCITT G.783) para estresar los circuitos de desincronización bajo las peores condiciones probables.

Antecedentes

SDH está pensada para ser una red síncrona. Idealmente, esto significa que, todos los nodos síncronos deben derivar su señal temporal de una única fuente de reloj para la red. En la práctica, las redes de distintos operadores derivan su señal de fuentes diferentes. Para acomodar corrimientos en el reloj, el contenedor virtual puede ser movido positiva o negativamente, un byte cada vez, con respecto a la trama de transporte. Esto se logra simplemente al recalcular o actualizar el valor del apuntador. Los ajustes de apuntador indicarán a su vez un movimiento en la carga.

En la primera de las pruebas, el procesador de apuntadores debe reconocer los cambios en el valor del apuntador, e identificar la nueva posición de la carga.

En la segunda prueba, cuando una señal de 140 Mb/s o 2 Mb/s se demultiplexa de SONET, el circuito de desincronización debe minimizar el nivel de jitter de la señal de salida. Se deben suavizar las discontinuidades de 8 bits que se presentan cuando se ha movido el SPE para acomodar diferentes frecuencias.

¿Cuándo?

Durante las pruebas de campo e instalación de la red.

¿Cómo?

Generando ajustes del apuntador de carga en la señal de entrada de SDH y monitoreando la señal de salida de SDH del equipo bajo prueba, para encontrar errores de bit.

En el caso de un demultiplexor, generando ajustes del apuntador de carga en la señal SDH y monitoreando el nivel de jitter de la señal de salida del demultiplexor a 2, 34 ó 140 Mb/s.

Procedimiento del laboratorio

Se utilizará el conjunto de medición HP 37724A para generar los ajustes de los apuntadores de carga. El receptor del instrumento monitoreará la carga en busca de errores de bit y contabilizará los ajustes del apuntador de carga.

Procedimiento I

Generación periódica de ajustes al apuntador

Se generan ajustes periódicamente al apuntador, al efectuar un corrimiento en la tasa de línea con respecto a la tasa del VC. La señal recibida se monitorea para localizar errores de bit y ajustes del apuntador.

Pasos

1. Conecte el HP 37724A en lazo cerrado a STM-1 OPT (155 Mb/s)
2. Acople el estado del transmisor y el receptor, seleccionando [COUPLED] en [SETTINGS CONTROL].
3. Considere los siguientes valores para el estado del transmisor: TRANSIT SIGNAL[STM-1 OPT], CLOCK SYNC[INTERNAL], PAYLOAD[140 Mb/s], PATTERN[2¹⁵-1], 140M OFFSET[+0ppm].
4. Para poder generar ajustes periódicos, seleccione lo siguiente en [TEST FUNCTION]: TEST FUNCTION[ADJUST PTR], ADJUST POINTER[OFFSET], [+4.6 ppm], OUTPUT SIGNAL RATE[OFFSET], 4.6 ppm es la especificación de tolerancia para la tasa de línea en la red.

Hints:

Presione la tecla TRANSMIT.

Mueva el cursor hacia abajo una vez y seleccione [ADJUST POINTER].

Mueva el cursor de nuevo hacia abajo y seleccione [OFFSET]

Mueva el cursor una vez más hacia abajo y seleccione un desplazamiento de [+4.6ppm] utilizando las teclas suaves de la parte inferior de la pantalla.

Ahora elija la tasa de la señal de salida Output Signal [OFFSET]. Esto significa que la tasa SPE se mantendrá constante.

5. Presione la tecla RUN/STOP. Verifique que no hay errores ni alarmas en la pantalla de resultados [TROUBLESCAN].

Hints:

Presione la tecla RESULTS.

Selecciones [TROUBLESCAN].

6. Ahora, vea en la pantalla [POINTER ACTIVITY] de resultados. Verifique que hay ajustes positivos del apuntador, y que la frecuencia de corrimiento del VC esté en -4.6 ppm.

Hints:

Oprima la tecla RESULTS.

Selecione [MORE].

Selecione [POINTER ACTIVITY]

Nota: Si se regresa ahora a la pantalla [TEST FUNCTION], y se cambia la polaridad del corrimiento (o se cambia la tasa del VC, manteniendo la tasa de línea constante), los movimientos del apuntador serán en la dirección opuesta.

Procedimiento II

Generación de Secuencias de Ajuste del Apuntador en base a CCITT G.783

El HP 37724A puede generar secuencias estándar CCITT.

Las secuencias consisten de:

Ráfagas de tres ajustes (con polaridad seleccionable), cada 30 segundos.
Ajustes sencillos periódicos con, ya se ajustes agregados o cancelados.

En este ejemplo, prepararemos una secuencia periódica con ajustes agregados, y observaremos la gráfica de ajustes de apuntador.

Pasos

1. Conecte el HP 37724A en lazo cerrado a STM-1 OPT (155Mb/s).
2. Acople el transmisor al receptor seleccionando [COUPLED] en la pantalla de [SETTINGS CONTROL] del transmisor.
3. Seleccione los parámetros de transmisión siguientes en la pantalla de [SETTINGS]: TRANSMIT SIGNAL [STM-1 OPT], CLOCK SYNC[INTERNAL], PAYLOAD[140 Mb/s], PATTERN[2¹⁵-1], 140M OFFSET[+0ppm].
4. Seleccione la función [TEST FUNCTION] a [ADJUST POINTER]. Mueva el cursor hacia abajo para seleccionar [G.783]. Seleccione [PERIODIC SINGLE] con [CANCELED]. Presione la tecla ACTION para iniciar las secuencias.
5. Ahora, para observar que sucede en la señal recibida, presione RESULTS a la derecha de la pantalla.
6. Escoja [TEST FUNCTION].
7. Seleccione [PTR GRAPH].
8. Seleccione un tamaño de ventana de [500][FRAMES]. Observe el crecimiento de la gráfica.
9. Presione RUN/STOP y observe el crecimiento en la gráfica.
10. Ahora seleccione un tamaño de ventana de [1][SECS]. Note la diferencia en la gráfica conforme el número ajustes de apuntador en el nuevo tamaño de ventana se incrementa.

Laboratorio 4

Mensajes de Conmutación Automática de Protección

Procedimiento Generando Mensajes APS (Bytes K1K2)

1. Conecte el HP 37724A en lazo cerrado a STM-1 OPT (155 Mb/s).
2. Acople el transmisor y el receptor, [COUPLED] en [SETTINGS CONTROL].
3. Considere los estados de transmisión de la manera: TRANSMIT SIGNAL[STM-1 OPT], CLOCK SYNC[INTERNAL], PAYLOAD[140 Mb/s], PATTERN[2¹⁵-1] y 140M OFFSET[+0ppm].
4. Considere los siguiente para la pantalla [TEST FUNCTION]: TEST FUNCTION[MSP MESSAGES], K1 BITS 1->4 [0000:NO REQUEST], BITS 5->8 [0000:NULL CHANNEL], K2 BITS 1->4[0000], BIT 5[0 : 1+1 ARCHITECTURE], BITS 6->8 [000:RESERVED].

Hints:

Presione la tecla TRANSMIT.

Seleccione [TEST FUNCTION].

Mueva el cursor, seleccione [MORE] luego [APS MESSAGES].

Nota: Los mensajes APS se dan en forma textual, así que son fáciles de acomodar

5. Seleccione nuevos mensajes y presione ACTION para transmitirlos. Observe los valores recibidos en CURRENT RECEIVE en la misma pantalla



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

IV CURSO INTERNACIONAL EN TELECOMUNICACIONES

MODULO III

REDES DIGITALES: ACTUALIDAD Y PERSPECTIVA

SISTEMAS DE CABLE SUBMARINO CON FIBRA
OPTICA

ING. GABRIEL FLORES
SANCHEZ

**SISTEMAS DE
CABLE SUBMARINO
CON FIBRA OPTICA**

Ing. GABRIEL FLORES SANCHEZ.
JUNIO-1995.

INDICE

I.-INTRODUCCION

II.-CARACTERISTICAS GENERALES DE LOS SISTEMAS DE CABLE SUBMARINO DE FIBRA OPTICA (SCS-FO)

III.-DESCRIPCION GENERAL

III.1.-TRAMO TERRESTRE.

III.1.1.-EQUIPO DE LA ESTACION TERMINAL

- ETT:Equipo de la Transmisión Terminal.(TTE)
- EDA:Equipo de Alimentación.(PFE)
- ECS:Equipo Computarizado de Supervisión (CSS)
- CSTS:Control y Supervisión de la Transmisión Submarina (SCOUT)
- URS: Unidad Remota de Supervisión (URS)

III.1.2.-SISTEMA EN TIERRA

- Conexión a playa
- Empalme

III.2.-TRAMO SUBMARINO

- Cable
- Repetidores

IV.-MANTENIMIENTO DEL SCS-FO.

ANEXO.-Sistema de Cable submarino COLUMBUS II.

I.-INTRODUCCION

La finalidad de un Sistema de Cable Submarino de Fibra Optica (SCS-FO) es establecer enlaces de transmisión entre dos o más estaciones terminales, las cuales pueden estar ubicadas en un mismo continente o entre continentes o entre islas o continentes, pudiendose hablar de enlaces domésticos o Intercontinentales.

La tecnología del cable submarino no es nueva, ya que su utilización se remonta a los inicios del Telégrafo (1866), sin embargo su importancia en las Telecomunicaciones es notoria a partir de 1956 (25-sept.) año en el que se inaugura el TAT-1, el cual unió USA con Inglaterra y cuya capacidad era de 12 llamadas simultáneas. Como comparación mencionaremos que el SCS-FO COLUMBUS II, tiene capacidad para 23,000 llamadas telefónicas en su segmento Interoceánico.

Las tecnologías de los SCS-FO deben considerarse como complementarias de los sistemas de transmisión vía satélite y de los sistemas de radio, ya que presentan ventajas únicas en el ambiente submarino y no es factible su aplicación en otros ambientes.

II.-CARACTERISTICAS GENERALES DE LOS SISTEMAS DE CABLE SUBMARINO DE FO.

Un sistema de cable submarino de FO debe tener características técnicas específicas tales como:

1).-Alcanzar una larga vida útil y tener un alto grado de fiabilidad, las razones son:

- Dificultad de acceder a la sección submarina.
- El largo tiempo (un mes en promedio) y lo costoso que resulta la reparación de un segmento submarino.
- La pérdida de tráfico y de ingresos cuando se interrumpe un tramo por reparación

2).-Sus características mecánicas deben permitir que el cable:

- Se instale con exactitud, con la holgura correcta y las consideraciones necesarias para su permanencia en el lecho marino por largo tiempo sin ser afectado por las corrientes marinas y la actividad volcánica debiendo ser posible su instalación hasta los 8000 metros de profundidad.
- Resistir las condiciones ambientales del fondo marino, tales como la presión hidrostática, temperatura, abrasión, corrosión y la vida marina.
- Estar protegido adecuadamente ya sea enterrándolo o revistiéndolo para soportar los posibles daños que pueden causar las anclas y palangres de los barcos pesqueros.
- Soportar la recuperación desde la profundidad en la que se ubique así como su reparación y su nuevo tendido sin afectar su calidad de transmisión.

3).-Las características materiales de un SCS-FO deben permitir:

- Alcanzar la fiabilidad que de ella se espera durante su vida nominal (25 años para el sistema)
- Tolerar las pérdidas indicadas en las Recomendaciones Internacionales tomando en consideración los procesos de envejecimiento así como las pérdidas por curvaturas, deformaciones, hidrógeno, la tensión, la corrosión, la radiación, etc.

4).-Deberá cumplir con las Recomendaciones de la UIT:

- G.821 y G.826.-Para tasa de errores
- M.2100, M.2110 y M.2120 .-Para la puesta en servicio y mantenimiento.
- G.834 y G.824 .-Para los fenómenos de fluctuación de fase.

III.-DESCRIPCIÓN GENERAL.

Para su estudio, un SCS-FO está constituido por un tramo terrestre y un tramo submarino dividido en las siguientes partes:

Un "tramo terrestre" que está formado por el equipo de la estación terminal y el sistema en tierra.

Un "tramo submarino" formado por el cable y los repetidores, incluyendo las cajas de unión y sus derivaciones.

Un cable submarino puede contener uno o mas pares de FO (normalmente 3 pares)

Se utiliza una FO para Transmisión y otra para Recepción .

Se utilizan diferentes tipos de cable caracterizados por la envoltura mecánica de protección, clasificándose según sea esta en:

Ligero (LW)

Cable de aplicación especial (SPA)

Blindado ligero (LWA)

Blindado simple (SA)

Blindado doble (DA)

Cada tipo de cable está diseñado para funcionar en diferentes tipos de ambiente, por lo que cumplen con funciones específicas.

El cable tiene 3 funciones básicas a saber:

Transportar la información en la FO.(tráfico)

Transportar la alimentación de los circuitos regeneradores (CD)

Transportar las señales de monitoréo y control de los repetidores

Los repetidores submarinos híbridos en sus circuitos regeneradores constan de interfases optoeléctricas en recepción y electroópticas en transmisión

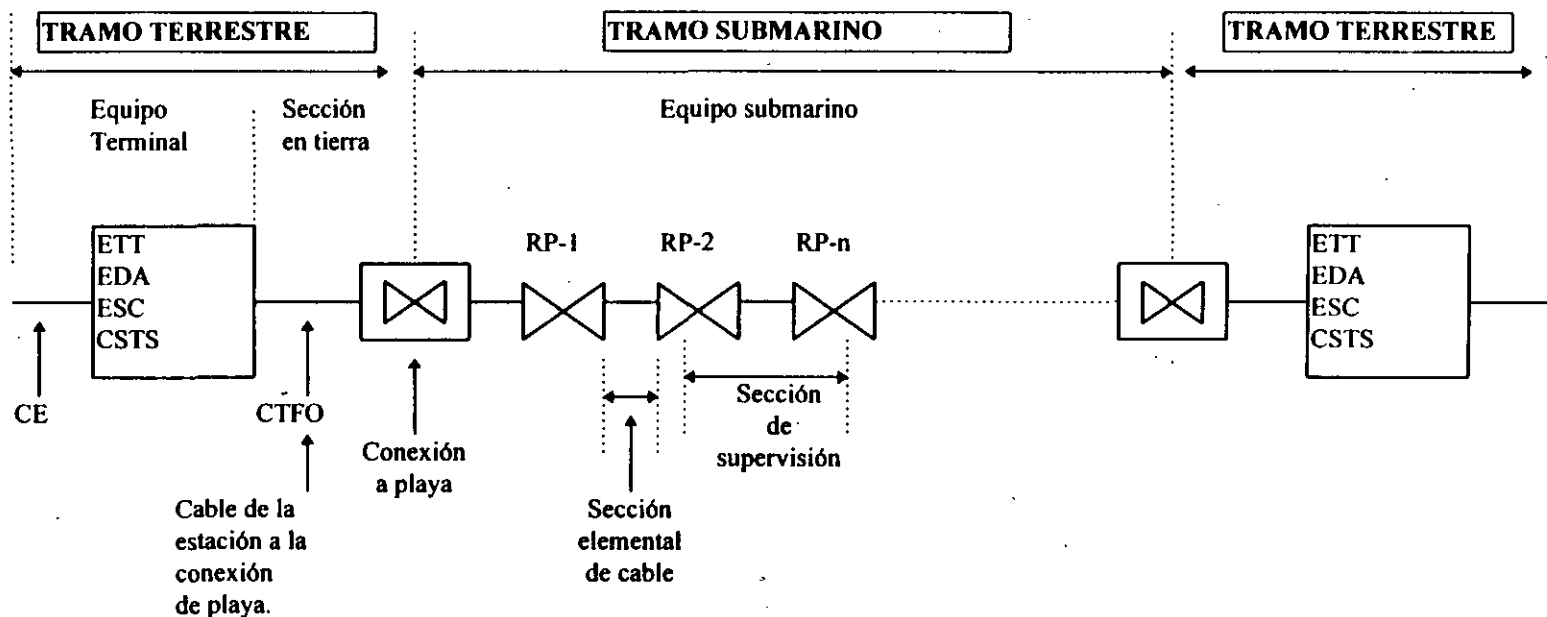
Los repetidores submarinos ópticos constan de regeneradores diseñados para aceptar una señal óptica (recepción) dentro de determinados límites y deben regenerarla de modo que la señal de salida óptica se halle dentro de ciertos límites.

Los repetidores incluyen además unidades que proporcionan funciones de supervisión, protección y alimentación de energía. Estos circuitos constituyen la unidad electrónica del repetidor y se encuentran contenidos en un recipiente hermético y resistente a la presión del mar.

En algunos casos es necesario instalar unidades derivadoras, llamadas BU (Branching Unit) en determinados tramos submarinos. La función del BU es facilitar el enrutamiento del tráfico en los casos que así se requiera.

Los multiplexores de derivación submarina o UBM (Undersea Branching Multiplexer) facilitan el intercambio de señales entre trayectos de señal óptica.

SISTEMA DE CABLE SUBMARINO



NOTAS:

ETT : Equipo de Transmisión Terminal.(TTE).
 EDA : Equipo De Alimentación.(PFE).
 ECS : Equipo Computarizado de Supervisión.(CSS).
 CSTS : Control y Supervisión de la Trasmisión Submarina.(SCOUT).

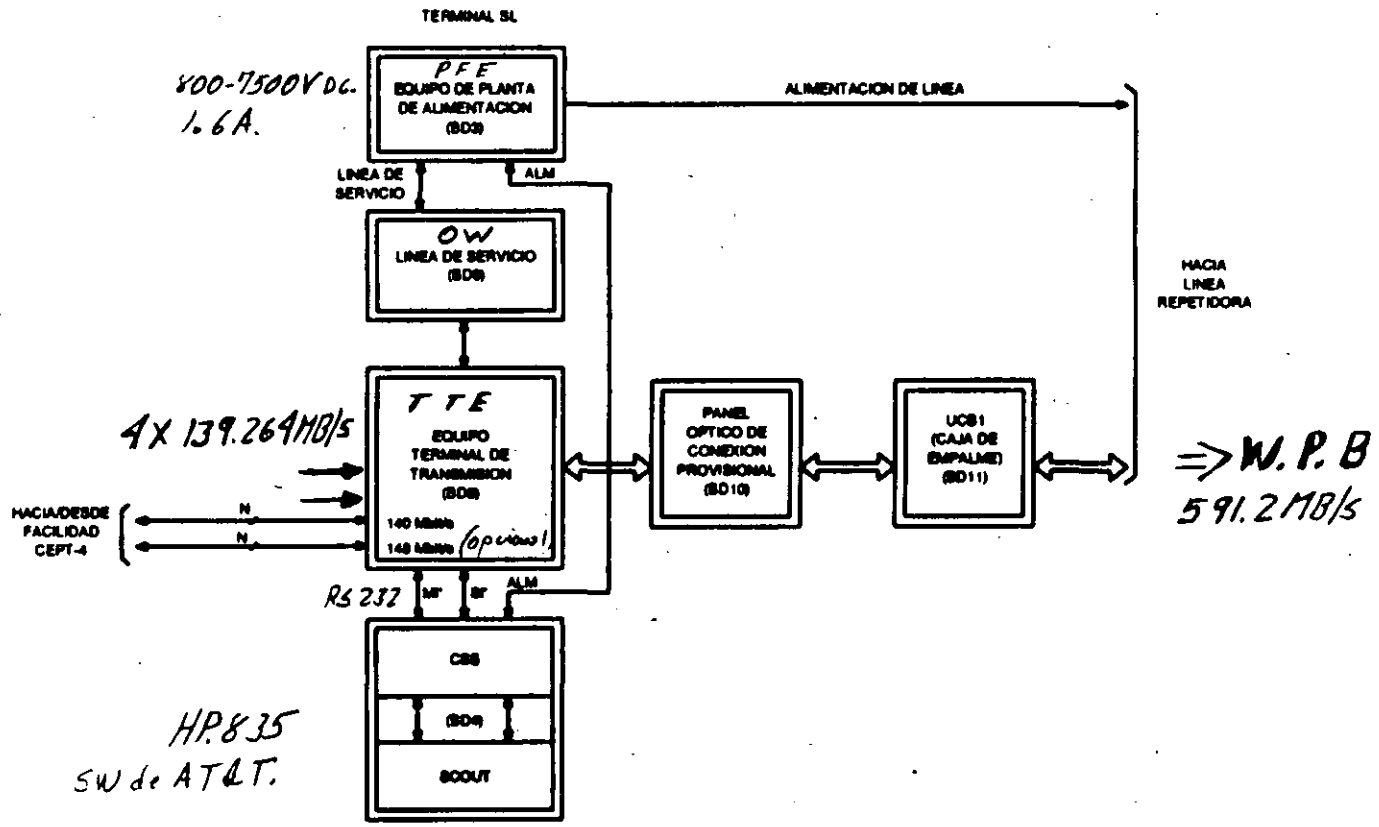
CE : Cable eléctrico.
 CTFO : Cable Terrestre de Fibra Optica.
 CS : Cable Submarino.
 RP : Repetidor.

DIAGRAMA GENERAL

III.1.-TRAMO TERRESTRE

III.1.1.-EQUIPO DE LA ESTACION TERMINAL

- **ETT: Equipo de la Transmisión Terminal (TTE)**
- **EDA: Equipo De Alimentación (EDA)**
- **ECS: Equipo Computarizado de Supervisión (CSS)**
- **CSTS: Control y Supervisión de la Transmisión Submarina (SCOUT)**
- **URS: Unidad Remota de Supervisión (URS)**



COMPONENTES PRINCIPALES

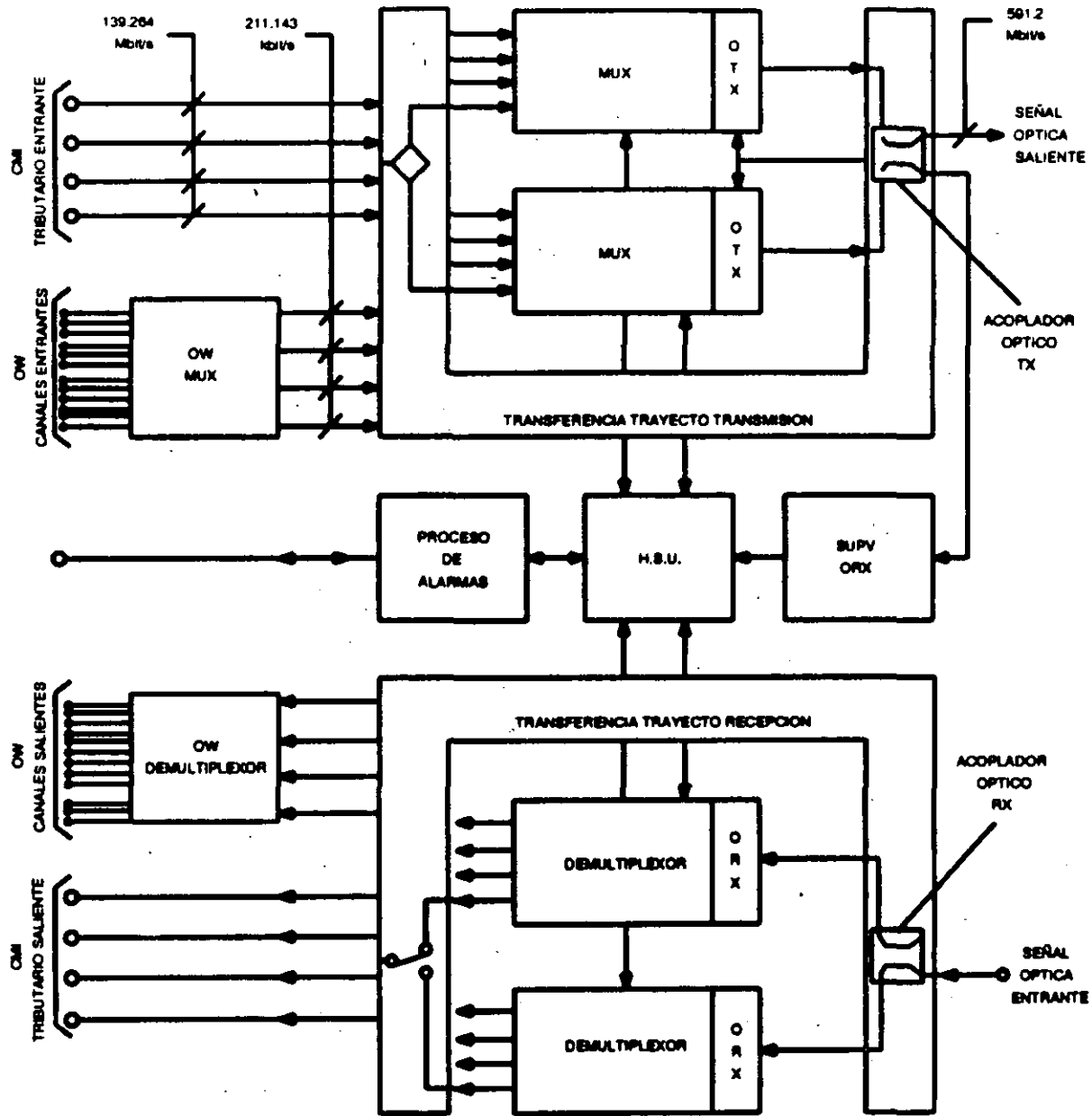


DIAGRAMA DE BLOQUES DEL TTE

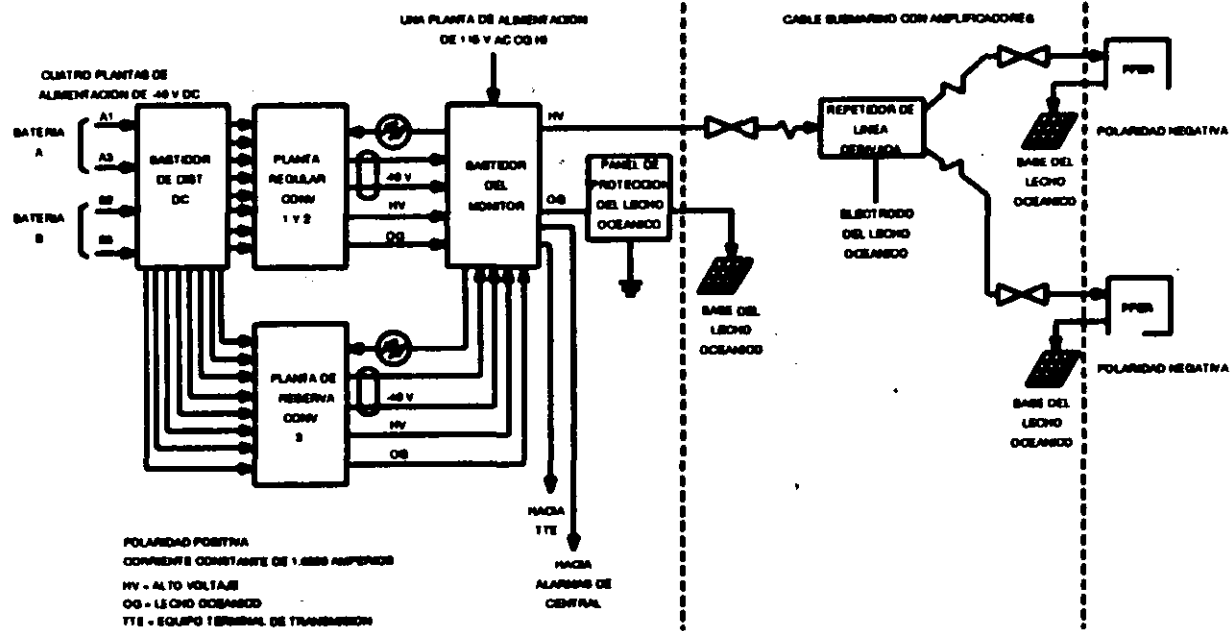
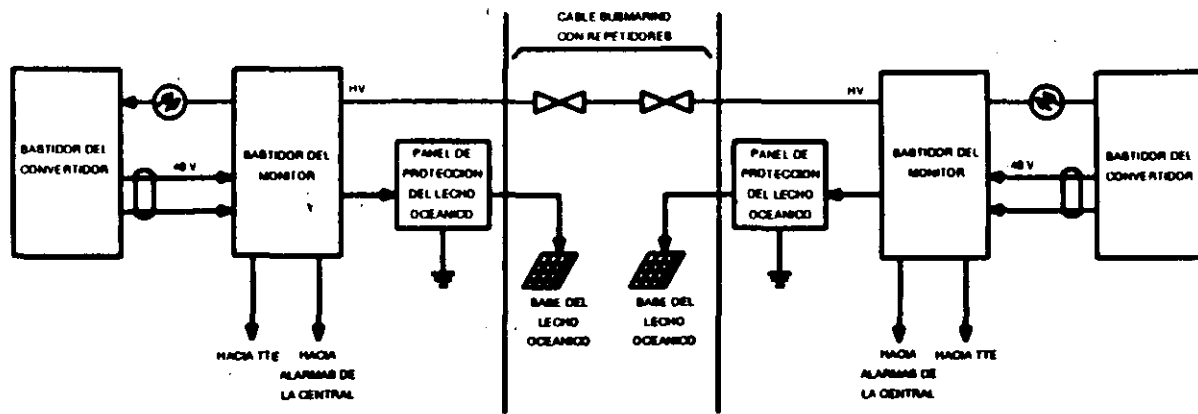
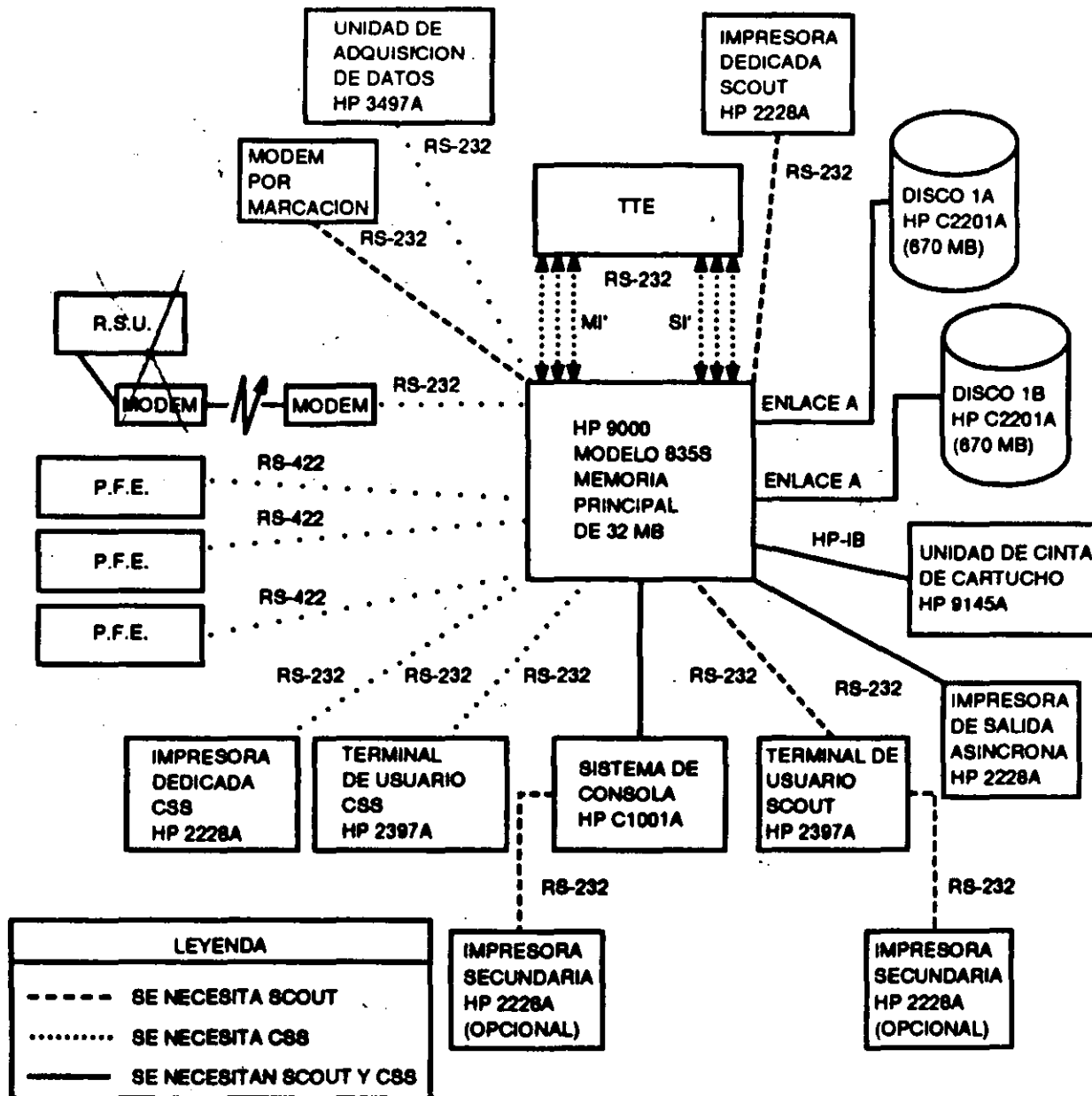


DIAGRAMA DE BLOQUES DEL SISTEMA DE ALIMENTACION



EQUIPO DE SCOUT/CSS

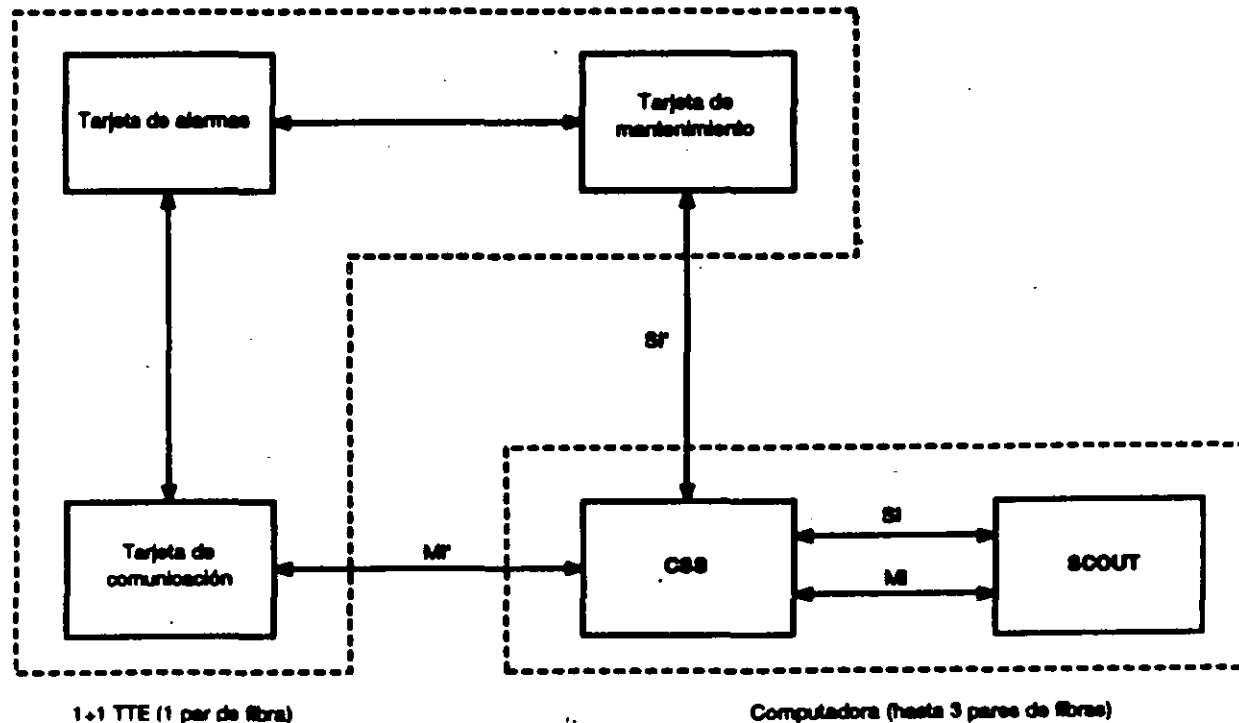
CSS (Sistema de vigilancia computarizado)

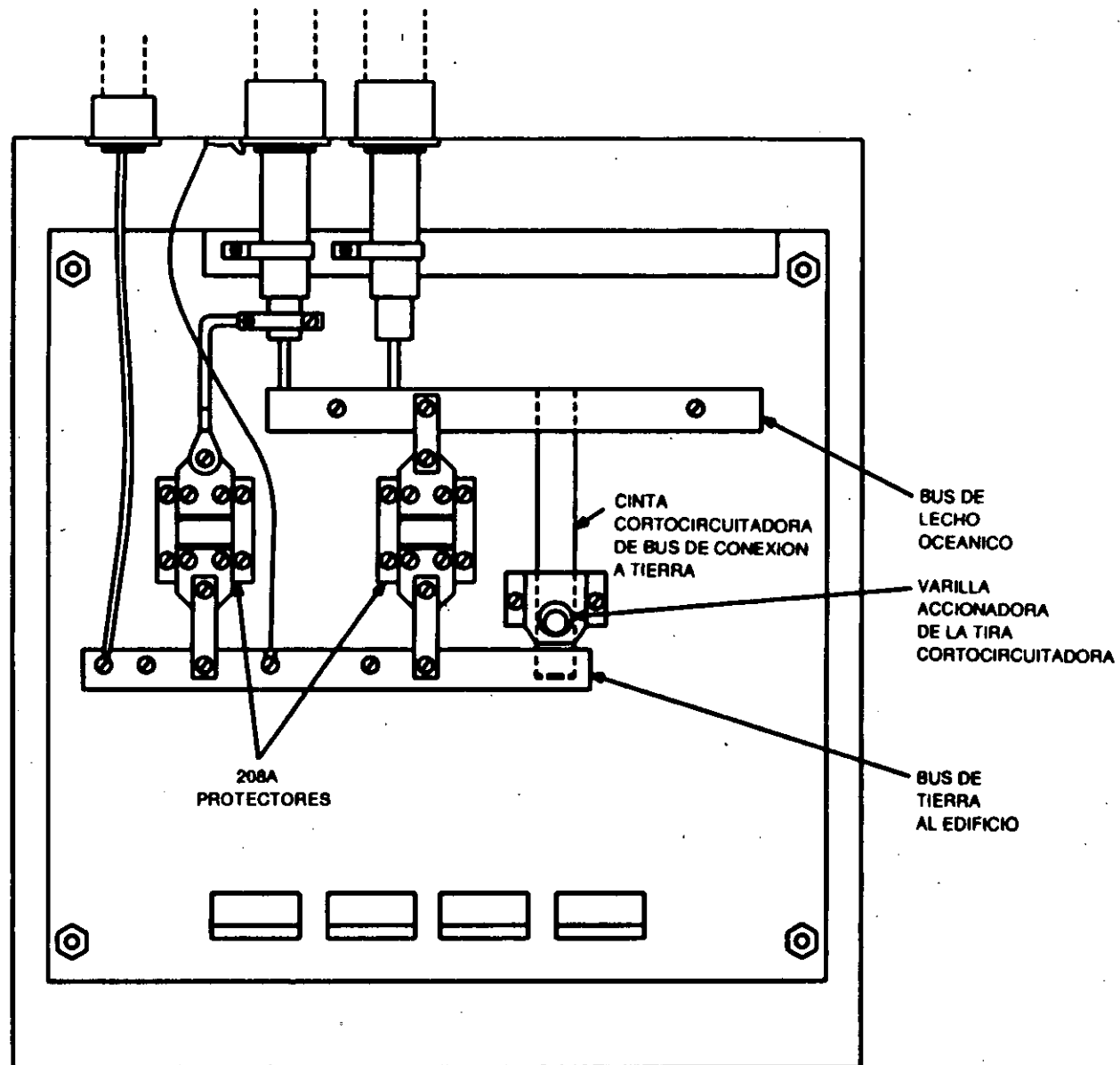
El propósito principal del CSS es reunir, procesar y almacenar cualquier información relacionada al mantenimiento del TTE. Tal información como parámetros de calidad, mediciones de condición de interfaces ópticos e información de PFE es entonces memorizada además de la información de TTE que viene del interface MI' o SI'. El CSS habilita también a la operadora para hacer cosas tales como programación de FAW, accionamiento de ACO de alarma de central, conmutación de protección de TTE, y la programación de los parámetros de configuración de TTE. El CSS permite un acceso amigable a esta información por el personal de la central usando un interface hombre/máquina accionado por menú. Parte de esta información es transmitida también a la SCOUT sobre el interface MI.

La otra función del CSS es servir como un convertidor de protocolo entre el interface SI a SCOUT y los interfaces SI' a las diferentes tarjetas de mantenimiento del TTE para transmitir comandos de supervisión o recibir las respuestas. Los interfaces SI' y MI' serán tratados en más detalle en las lecciones de TTE y CSS.

El CSS comparte la misma computadora con SCOUT pero usa terminales e impresoras diferentes.

INTERFACES DE CSS





X300-2 188 4
opra 838873/01

PANEL DE PROTECCION DE TOMA DE TIERRA SUBMARINA

III.1.2.-SISTEMA EN TIERRA.

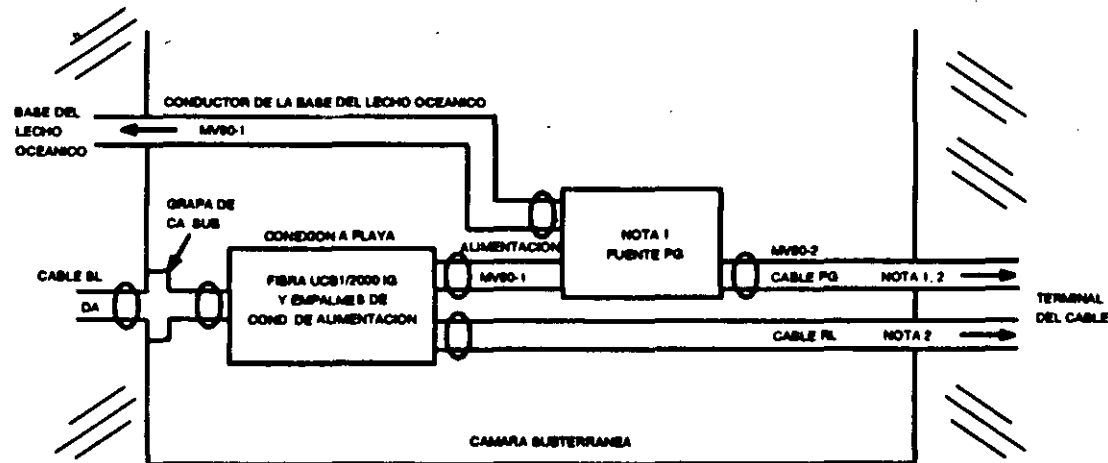
- Conexión a playa.
- Empalme.

La conexión a playa es la conexión donde el cable de guía de luz del TTE y el cable de alimentación de costa del PFE se conectan al cable submarino. La conexión a playa está en una cámara cerca de o en la playa.

El cable de la conexión a playa a la central terminal se coloca en un conducto de PVC. El cable de roedores/relámpagos y el cable de puesta de alimentación a tierra (tipo MV90) se están usando para estos cables.

Una vez dentro de la central, el cable de fibra óptica se coloca en un conducto plástico plegado en un bastidor de cables separado de cinco pulgadas. Los puentes de fibra usados en el estante de empalme son fibras monomodales con un conector bicónico de resorte en cada extremo. Estos puentes vienen en varias longitudes y tienen un radio mínimo de curvatura de 1-1/2 pulgadas.

El conductor de alimentación es enrutado al PFE, y el conductor de toma de tierra submarina es enrutado al panel de protección de toma de tierra submarina.



NOTA 1 - LA CONFIGURACION DEL CABLE PG QUE SE MUESTRA ES MV90-2 (PARA INSTALACIONES QUE REQUIEREN ALIMENTACION Y CONEXIONES DE CONEXION A TIERRA EN EL LECHO OCEANICO); SI NO HAY REQUISITOS PARA EL CONDUCTOR DE LA BASE DEL LECHO OCEANICO, EL CABLE PG ES MV90-1 Y SE TIENDEN DIRECTAMENTE A LA CONEXION A PLAYA PARA LA CONEXION DE ALIMENTACION. ENTONCES, NO SE REQUIERE EL EMPALME PG.

NOTA 2 - LOS CABLES PG Y RL PUEDEN TENDERSE JUNTOS EN UN DUCTO SENCILLO DE 4 PULGADAS DI. (100 MM) SE PUEDEN PLANEAR LONGITUDES DE TRACCION APROXIMADAMENTE DE 1 KM Y 2 KMS RESPECTIVAMENTE. USE UN DUCTO INTERNO DE 1 PULGADA (25.4 MM) DI. PARA EL CABLE RL, SOLAMENTE SI EL DUCTO INTERNO SE REQUIERE PARA LA INSTALACION DE UN DUCTO SENCILLO.

CONEXION A PLAYA USANDO EL METODO DE DOS CABLES

III.2.-TRAMO SUBMARINO

- Cable
- Repetidores

CABLE SUBMARINO Y TERRESTRE

Las fibras ópticas usadas en el sistema SL son del tipo monomodal, con una vaina externa de un solo revestimiento para protección. El diámetro de la fibra mide 125 micrones, con un núcleo de 8.3 micrones. El cable SL funciona en tres entornos: las aguas profundas, las aguas poco profundas, y en tierra. Las aguas poco profundas son para profundidades de hasta 900 metros y las aguas profundas son las profundidades de más de 900 metros.

El radio de curvatura para el trayecto de cable SL en el buque cablero es 1-1/2 metros bajo tensión alta y 1 metro bajo cero tensión. El cable a veces se coloca en un conducto desde la conexión a playa hasta justo fuera del escollo. Cuando el cable cruza un conducto u otro cable, el cable SL se tiende perpendicularmente a través de ellos en el toma de tierra submarina en aguas poco profundas. El cable se tiende en el toma de tierra submarina en aguas profundas, conformándose a la configuración del lecho del mar. El cable tiende a romperse si se suspende por más de un metro, sin embargo, si la suspensión mide menos de un metro, el cable se tiende tenso sobre la curvatura. Durante el tendido y la recuperación de cable, se deben considerar el viento y las marejadas para los niveles de tensión.

Antes de transporte desde la fábrica, el cable y los empalmes se someten a pruebas de tensión, curvatura, temperatura (-20 a +40 grados centígrados), aplastamiento, alto voltaje, mordedura de pez, envejecimiento, y simulación del océano.

Hay cinco tipos de cable usados en las aplicaciones submarinas:

- LW (ligero)
- SPA (cable de aplicación especial)
- LWA (blindado ligero)
- SA (blindado simple)
- DA (blindado doble)

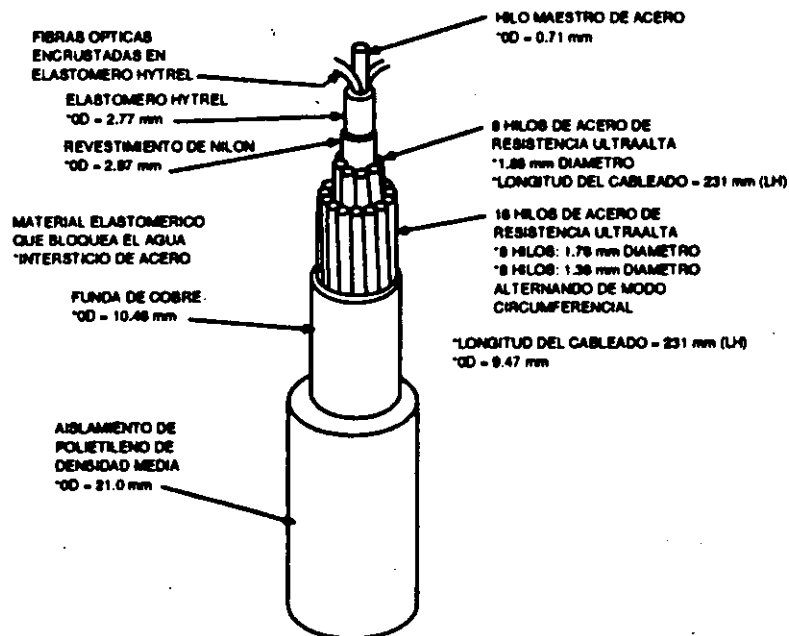
Cada cable se diseña para cierta función, para resistir las tensiones y la deformación causadas por la temperatura, la presión, la abrasión de tendido y manejo, los efectos ambientales durante y después de una rotura y reparación del cable, y por la tensión y la flexión.

Cable ligero

El cable ligero es también el cable de aguas profundas, sin embargo, cualquiera de los dos nombres se refiere al cable de núcleo que compone los cinco tipos de cable. En el núcleo de cualquiera de los cables hay un alambre de acero rodeado por seis fibras enrolladas en una espiral ancha. Este núcleo puede contener hasta doce fibras. Cada fibra es codificada por color para proporcionar una identificación fácil. Alrededor de las fibras de vidrio hay una capa de compuesto de elastómero y luego una capa delgada de revestimiento de nilón. El elastómero protege la fibra de contracciones térmicas. Alambres de acero rodean esta capa y luego ella se encierra en un tubo de cobre para refuerzo y una barrera de agua/conductor de energía respectivamente. Una capa aislada de polietileno cubre esto para aislamiento de alto voltaje y protección contra el ambiente marino. La capa externa del cable de aguas profundas mide 21 mm ó .83 de una pulgada.

Desde este punto, dependiendo del tipo de cable usado, se aplican diferentes fuerzas de capas de armadura, yute, y de alquitrán. Todos los alambres de acero se retuercen y cada capa se coloca en la dirección opuesta para proporcionar más fuerza.

El cable ligero se diseña para el uso a profundidades de 0-7500 metros.

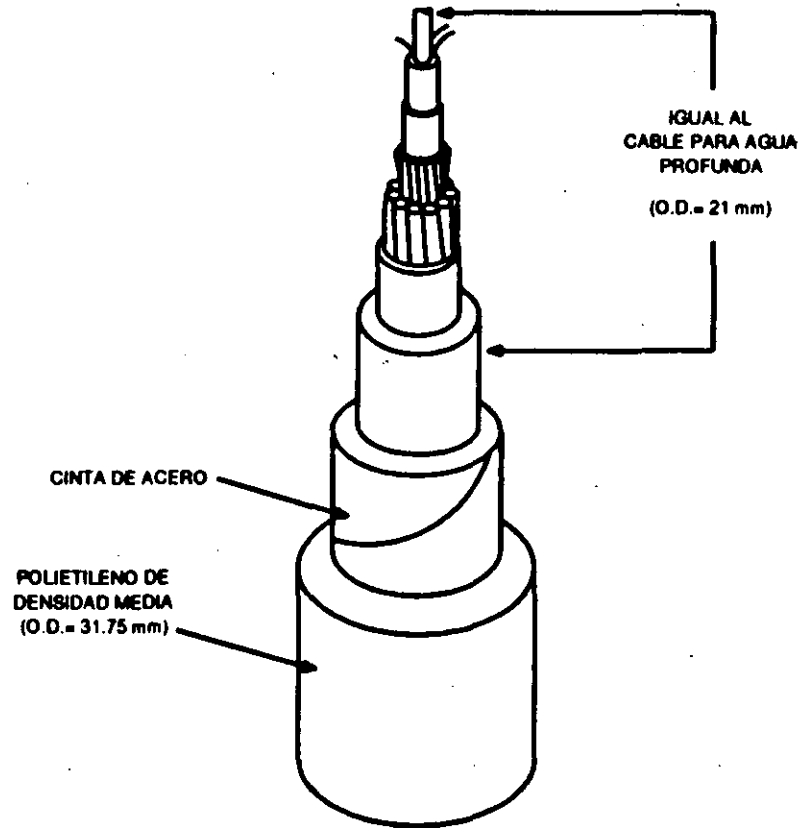


NUCLEO DEL CABLE LIGERO

Cable de aplicación especial

Este es igual al cable ligero pero con una capa adicional de cinta de acero y una capa externa de polietileno alrededor del cable. El diámetro total mide 31.75 mm y el cable se usa en áreas conocidas por altas concentraciones de tiburones o donde existan abrasiones severas. El radio de curvatura para el cable de SPA es 1 metro bajo tensión baja, y 1.5 metros para tensión alta.

El cable de aplicación especial se diseña para el uso a profundidades de 0-5500 metros.



SPR 000001

CABLE DE APLICACION ESPECIAL

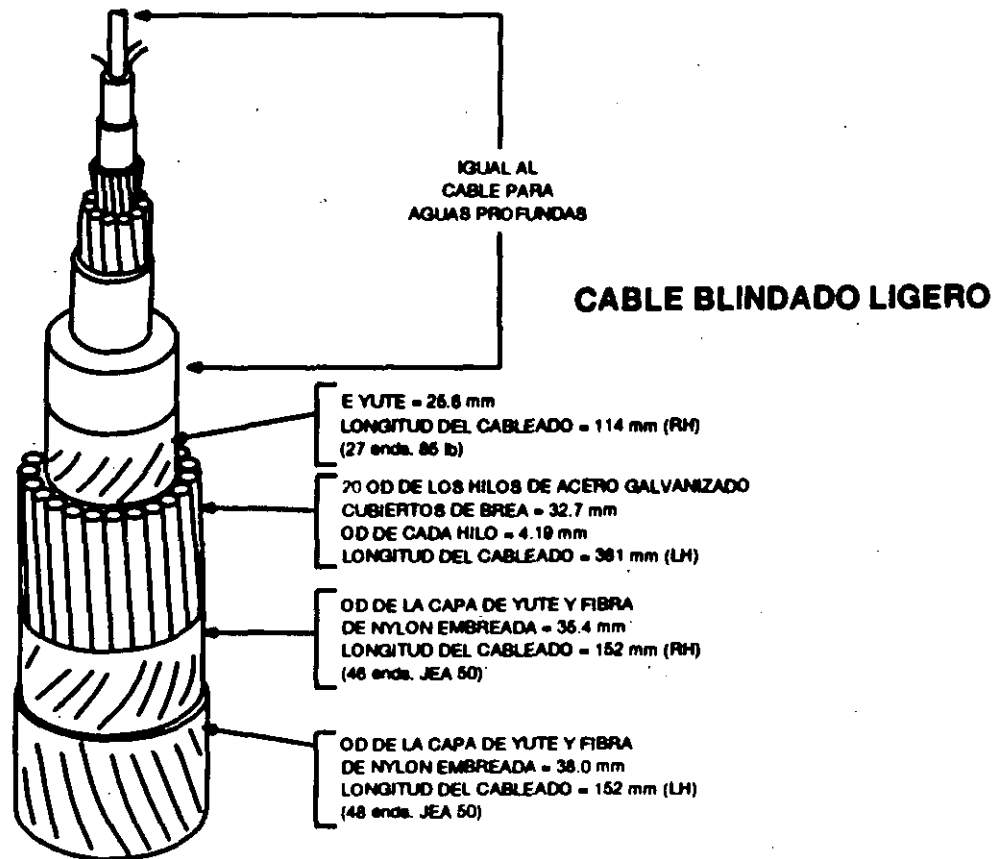
Cable blindado

Este tipo de cable se usa en áreas poco profundas donde los anclas, el equipo de excavación, o el equipo de dragados pudiera dañar el cable seriamente.

Una vez que el cable cae sobre la plataforma continental, el cable se tiende en el toma de tierra submarina y la ruta se indica en el mapa para tener cuidado con peligros ambientales submarinos tales como volcanes.

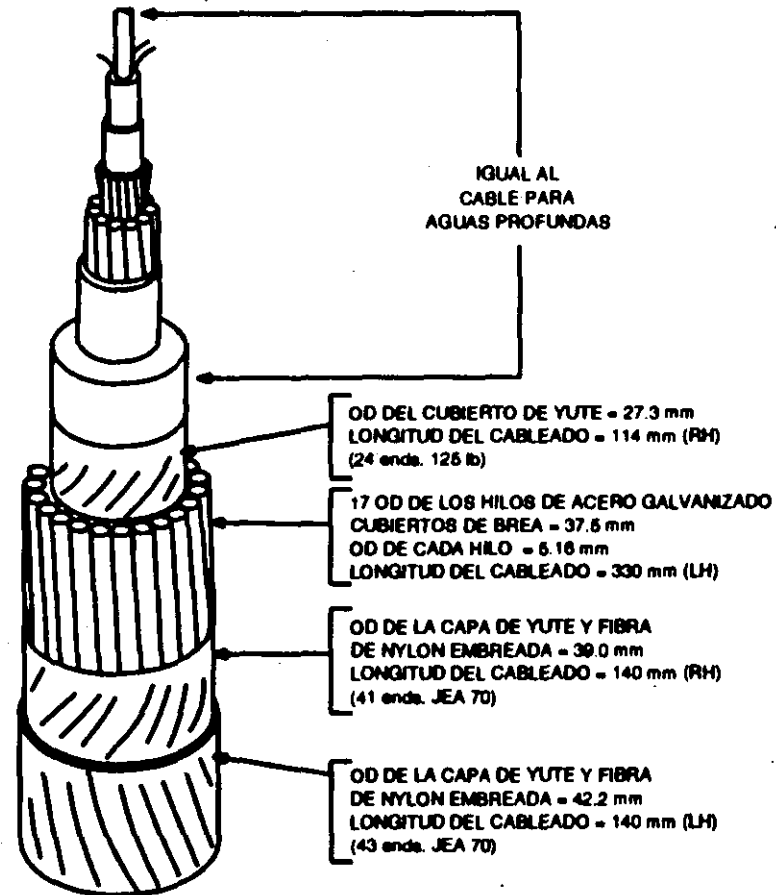
El cable blindado ligero (LWA) tiene el mismo núcleo que el cable ligero, con una capa de yute, una capa de 20 hilos de acero galvanizado cubiertos de alquitrán, y dos capas de nilón calado de alquitrán e hilaza de yute añadidas. El diámetro del LWA es 38.0 mm. El radio de curvatura para el cable de LWA es 1 metro bajo tensión baja, y 1.5 metros para tensión alta.

El cable blindado ligero se diseña para el uso a profundidades de 0-1500 metros.



El cable blindado simple tiene el núcleo del cable ligero con una capa de yute, una capa de 17 hilos de acero galvanizado cubiertos de alquitrán, y dos capas de nilón calado de alquitrán e hilaza de yute. El diámetro del SA es 42.2 mm.

El cable blindado simple se diseña para el uso a profundidades de 0-1500 metros.

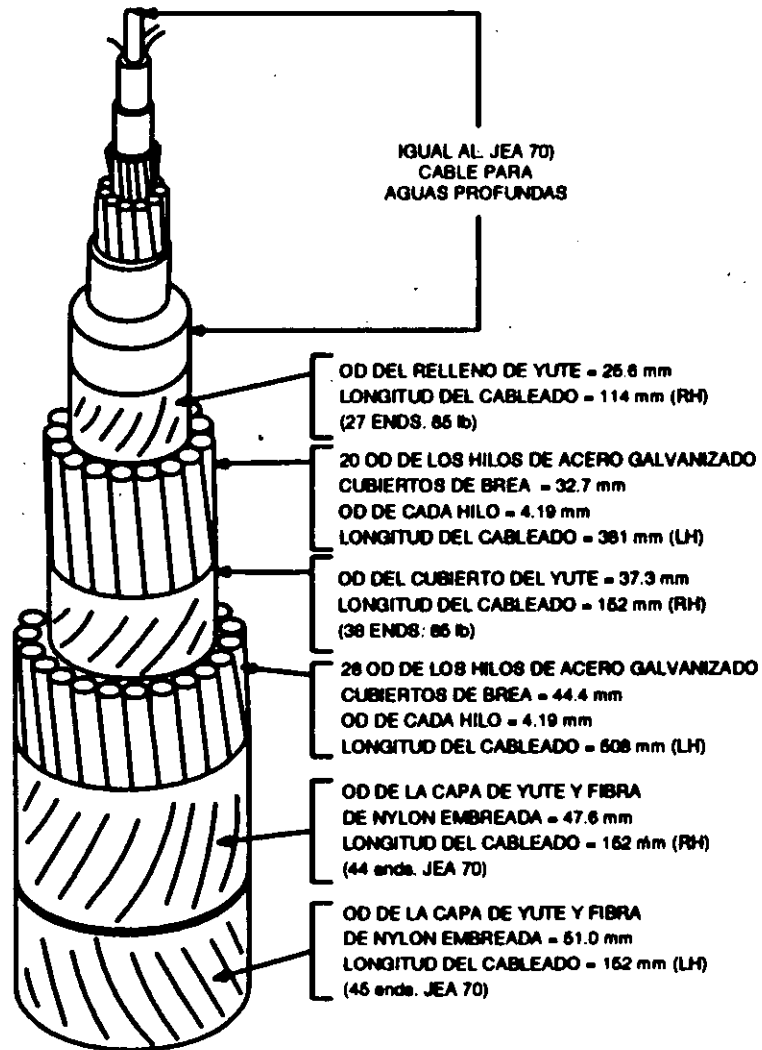


2800-48 2481-1
cable 238085/01

CABLE BLINDADO SIMPLE

Para el cable blindado doble, el cable ligero tiene una capa de yute, una capa de 20 hilos de acero galvanizado cubiertos de alquitrán, otra capa de yute, una capa de 28 hilos de acero galvanizado cubiertos de alquitrán, y dos capas de nilón calado de alquitrán e hilaza de yute añadidas. El diámetro del DA es 51.0 mm.

El cable blindado doble se diseña para el uso a profundidades de 0-400 metros.



CABLE BLINDADO DOBLE

Cable de roedores/relámpagos

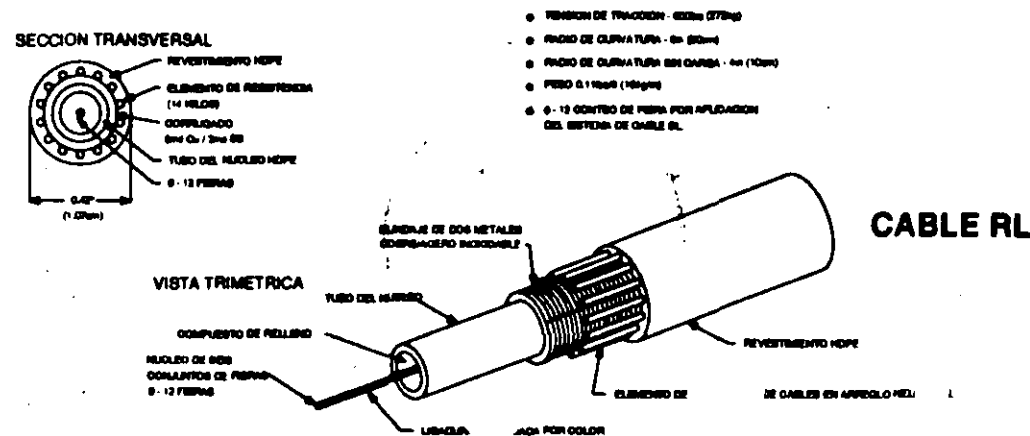
El cable de roedores/relámpagos (RL) Lightpack™ se usa desde la conexión a playa hasta la estación de cables para llevar la señal de ondas de luz. En la mayoría de las aplicaciones hay algún tipo de cable MV90 para llevar la alimentación para los repetidores submarinos.

El cable RL proporciona protección contra relámpagos y protección mecánica. Además de ser más simple para instalar, el cable RL es menos costoso y menos peligroso para el personal de mantenimiento ya que el conductor de energía es separado de este cable.

Un núcleo Lightpack puede contener de 4-12 fibras en una atadura y hasta 8 ataduras. En el SL se usa solamente una atadura con un máximo de 6 fibras. Cada fibra y cada conjunto son codificados por color para una identificación fácil. Alrededor de las fibras hay un compuesto de relleno y sobre eso está el tubo de núcleo.

Luego hay una vaina primaria para el cable RL que se compone de cobre corrugado/acero inoxidable. La combinación del cobre y el acero inoxidable proporciona protección adicional para las fibras. Esta capa bimetalica encaja sobre el tubo de núcleo. Sobre esta armadura hay 14 alambres helicoidales para refuerzo y luego una camisa de polietileno de alta densidad (HDPE) que es unida a la capa bimetalica. El cobre permite un trayecto altamente conductor para disipar las corrientes de relámpagos. Las pruebas de simulación de relámpagos muestran que esta vaina puede resistir más del 99% de los golpes directos de relámpago esperados sin daño a la fibra. El acero inoxidable proporciona una barrera de larga duración contra el daño de roedores, inclusive las ardillas terrestres y las ardillas. Cuando la camisa externa sea roída, el acero inoxidable no se corroerá.

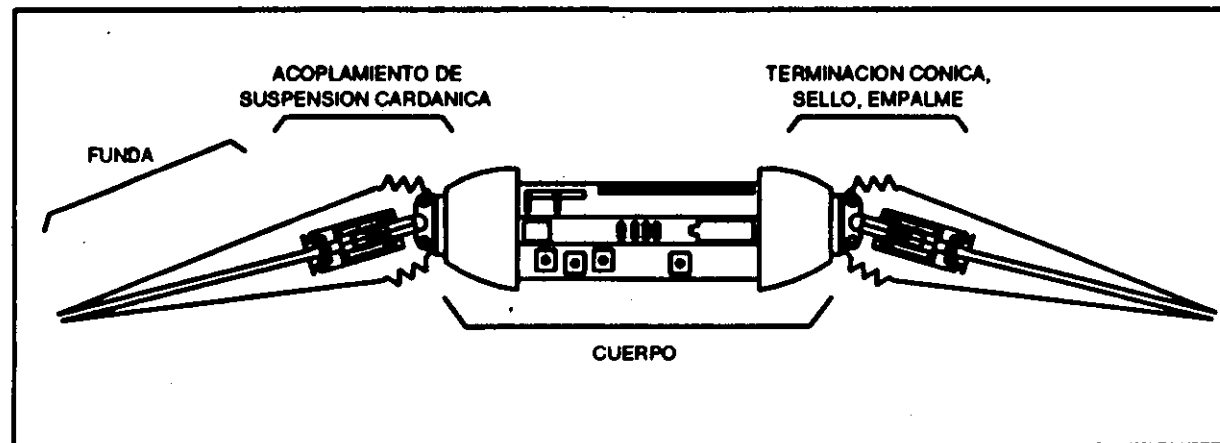
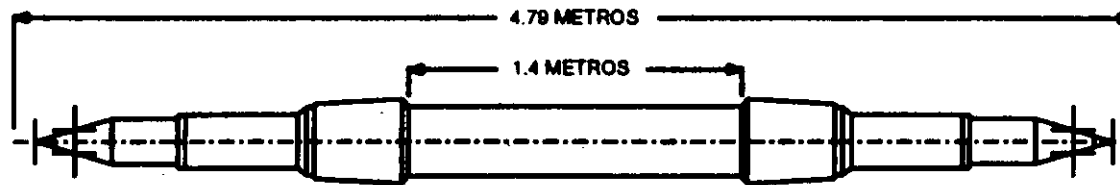
El cable RL se puede usar en aplicaciones subterráneas o en aplicaciones aéreas. Su radio mínimo de curvatura es de 8 pulgadas. El peso de este cable es .11 libras/pie.



DESCRIPCION FISICA DEL REPETIDOR

El repetidor submarino mide 1.4 metros (54.6 pulgadas) de longitud y es conectado en varias secciones. La longitud total es aproximadamente 4.79 metros. El cuerpo principal del repetidor contiene la cubierta de aleación de cobre y berilio que por sí misma pesa 600 libras. Dentro de esta cubierta hay un chasis en forma de hexágono en el cual se montan los circuitos de regenerador y los circuitos de supervisión. Los circuitos de supervisión y de alimentación se montan en el delta y los regeneradores están en la parte exterior del chasis.

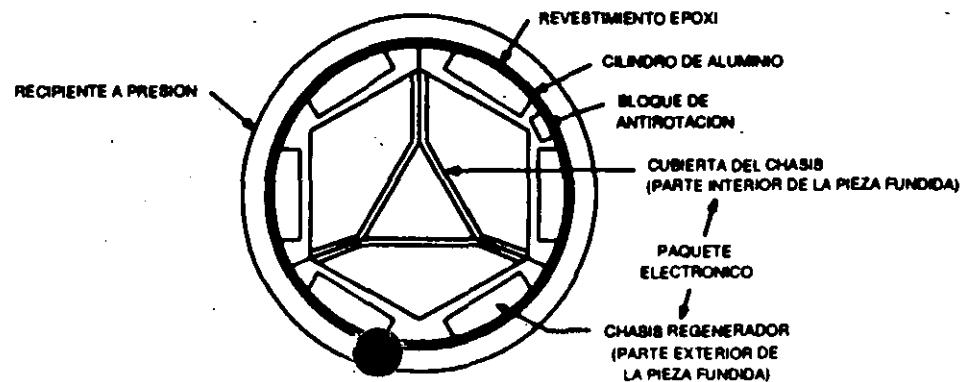
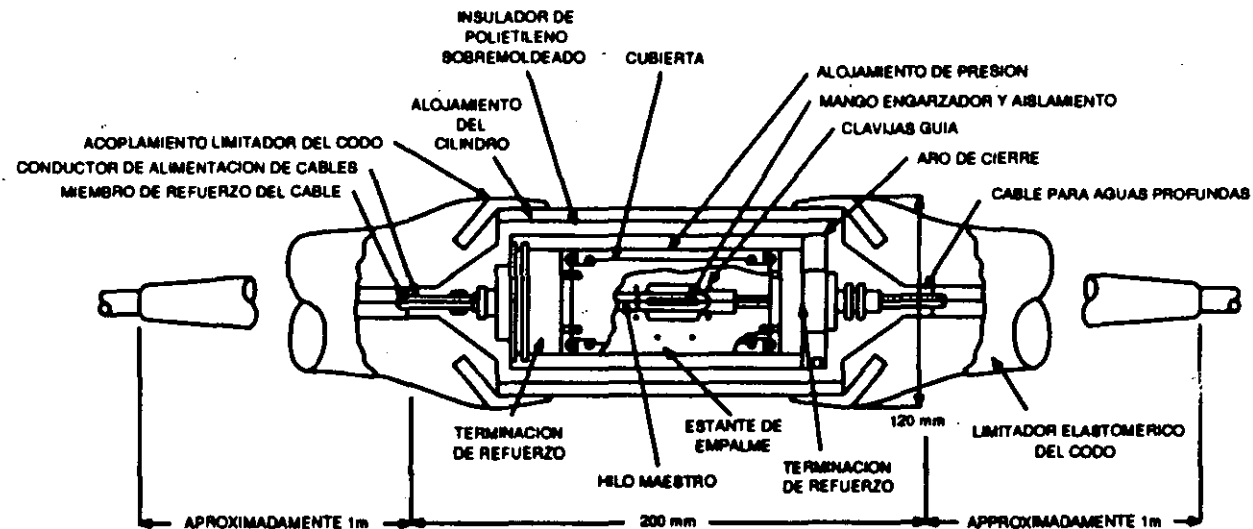
Alrededor de los regeneradores hay un cilindro de aluminio, luego una capa de epoxia, y finalmente un recipiente a presión. La epoxia ayuda a disipar el calor que se acumula en el repetidor, volviéndose el trayecto conductor calorífero al océano, y ella aísla del mar al alto voltaje usado para alimentar el cable. La cápsula resiste 12,000 libras por pulgada cuadrada, la presión calculada a una profundidad de 7500 metros.



Después del cuerpo principal hay una terminación cónica, un sello, y un empalme. El estante de empalme almacena y protege las fibras almacenadas. La fibra entra/sale por los extremos del chasis a esta sección. La próxima sección es un acoplamiento que les permite al empalme y al cable girar. El acoplamiento también protege el cable SL durante el tendido de cable y las operaciones de recuperación, y limita la curvatura en el repetidor y el cable. El diseño ahusado de la funda ayuda para el paso normal de los repetidores y el empalme de cable por la maquinaria de cable y por las poleas de la proa para el tendido y las operaciones de recuperación.

El repetidor está diseñado para prevenir que el agua entre aunque haya una rotura del cable muy cerca del repetidor.

REPETIDOR Y CUBIERTA



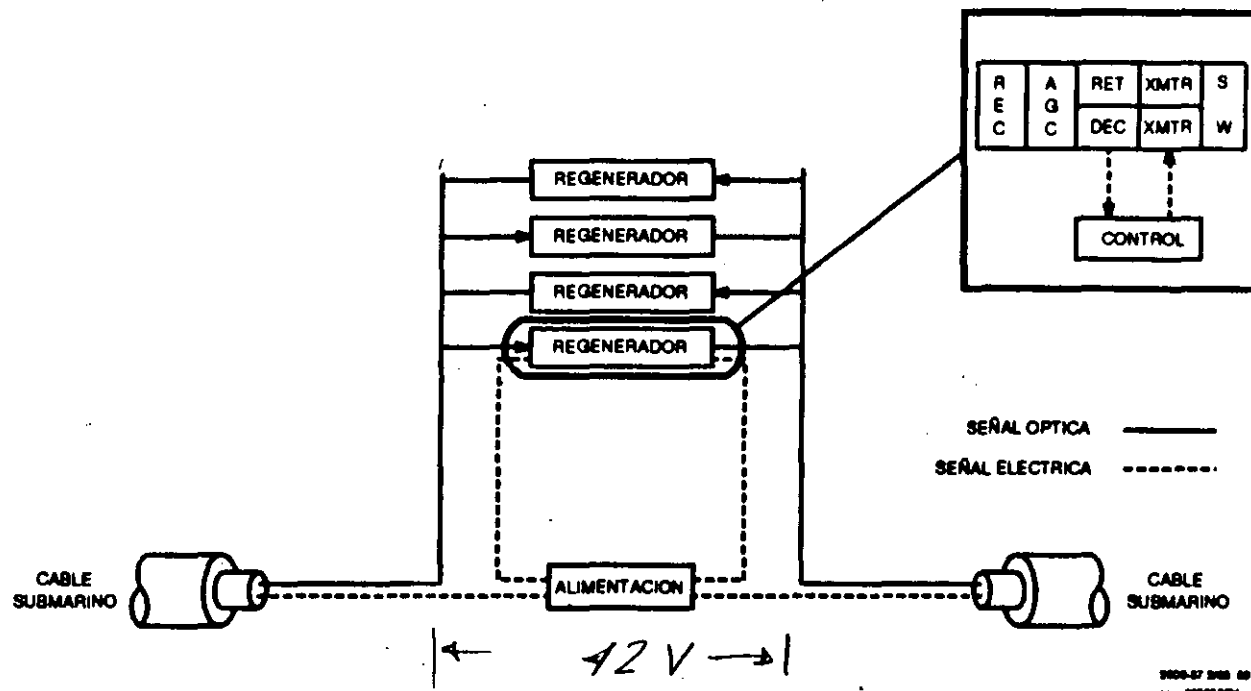


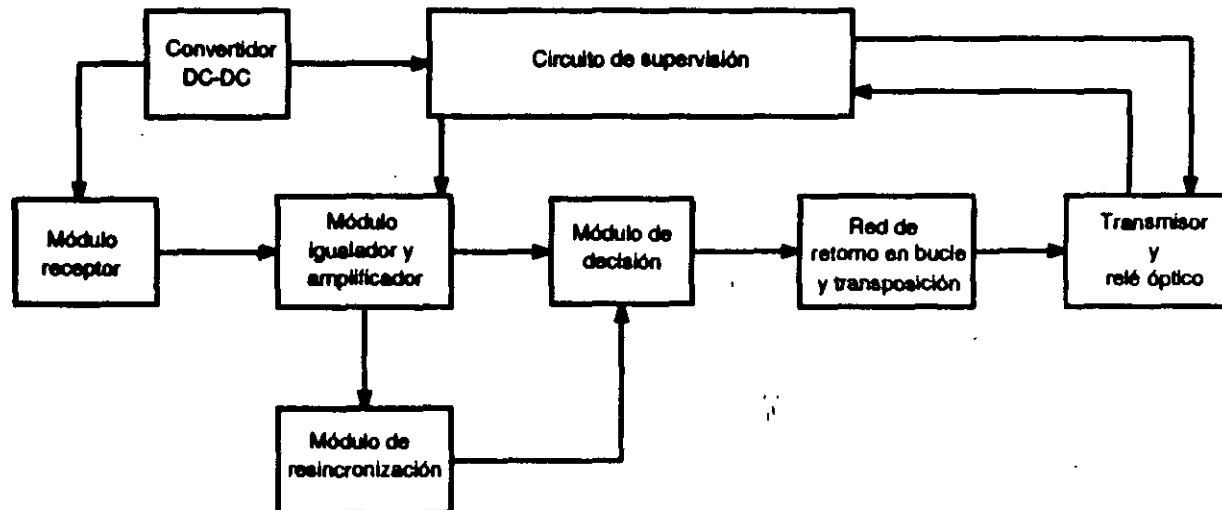
DIAGRAMA DE BLOQUES DEL REPETIDOR SUBMARINO

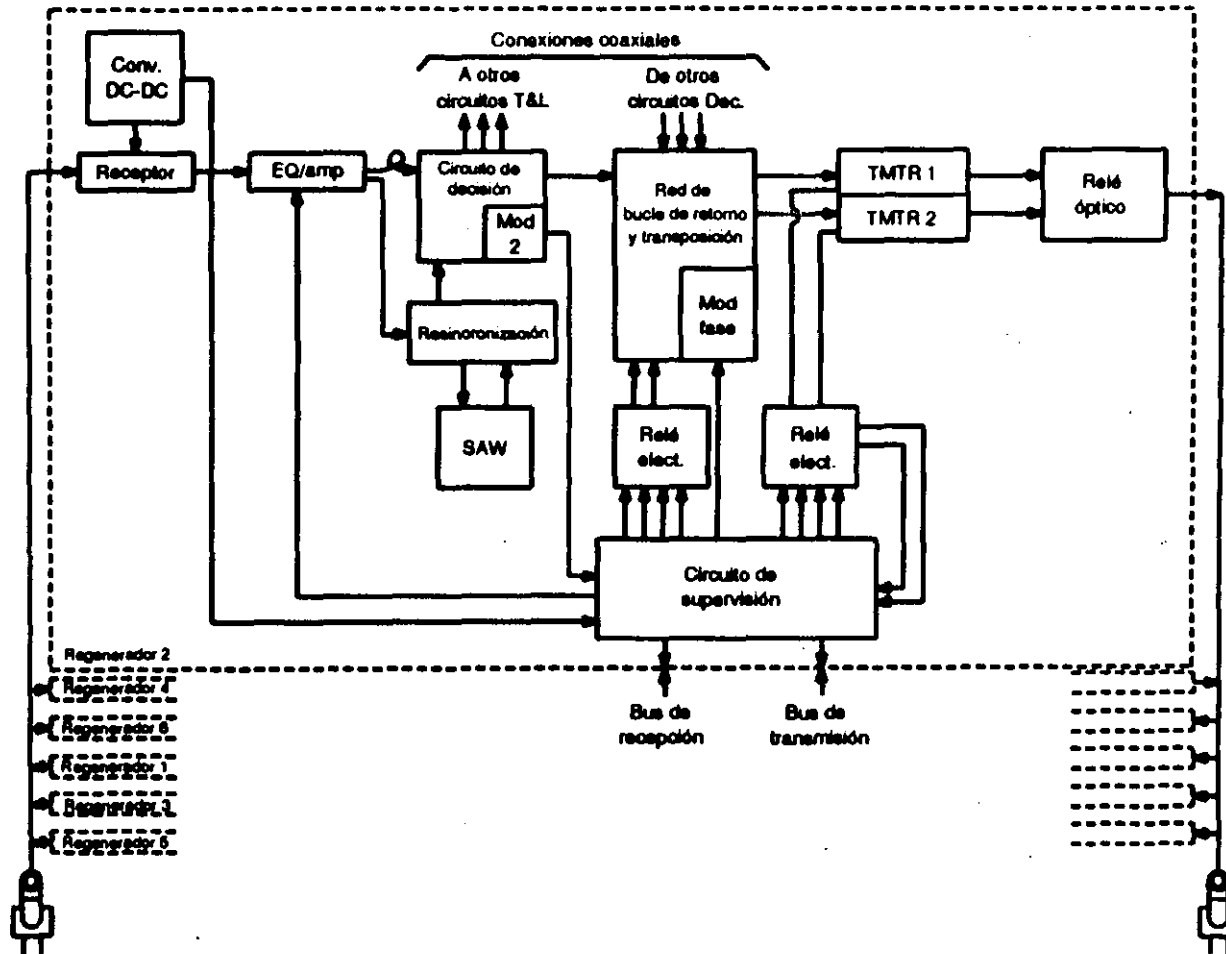
DISEÑO DEL REGENERADOR

La metodología del diseño comienza con dividir el regenerador en el repetidor SL en cinco módulos principales de transmisión; ellos son:

1. El receptor, el cual convierte los impulsos luminosos entrantes en impulsos eléctricos.
2. El amplificador/ecualizador, el cual ajusta la amplitud y la forma del impulso para la mejor regeneración.
3. El circuito de resincronización, el cual deriva un reloj local del flujo de datos.
4. El circuito de decisión, el cual usa las salidas del AGC (control automático de ganancia) y el circuito de resincronización para reconstruir el flujo de datos con un espaciamiento preciso de amplitud y transición.
5. El conjunto del transmisor, comprendiendo uno o dos transmisores, cualquiera de los cuales puede ser conectado por una red de T/L (transposición y retorno en bucle) y un relé óptico para transmitir los impulsos regenerados a la fibra de salida.

REGENERADOR - DIAGRAMA DE BLOQUE SIMPLIFICADO





CIRCUITERIA DEL REPETIDOR

IV.-MANTENIMIENTO DEL SCS-FO.

El equipo de supervisión y telemantenimiento ubicado en la estación terminal, en asociación con la unidad de supervisión del repetidor (o en la BU) permiten normalmente la localización de averías, la supervisión del funcionamiento del repetidor y la conmutación de los equipos redundantes existentes.

se pueden mencionar como características del sistema de mantenimiento las siguientes:

**Reportes de monitoreo de rendimiento
Generación automática de alarmas
Conmutación remota para fallas
Conmutación de protección
Retornos de bucle
Diagnósticos
Capacidades de monitoreo redundantes.**

Mantenimiento de la estación terminal.

El ETT tiene dos características para su mantenimiento:

**Conmutación de protección automática.
Sustitución de tarjetas de circuito impreso, sin interrupción del tráfico.
También se tienen trayectos de servicio y en reserva. Ambos sistemas se prueban automáticamente para asegurar su operación correcta. En caso de alguna falla en el tráfico, el sistema debe conmutar a su enlace de reserva.**

En el caso del equipo de alimentación (EDA) está equipado con dispositivos para proteger al propio equipo y al tramo submarino frente a las variaciones excesivas de voltaje y corriente que pueden provocarse en caso de un accidente o falla del sistema.

En especial, se proporciona una protección de puesta a tierra del EDA para encaminar automáticamente la corriente de alimentación a la puesta a tierra de la estación, si el terminal de la alimentación del sistema se llegara a desconectar o variara a un potencial excesivo con respecto a el potencial de tierra de la estación. El funcionamiento de este dispositivo está diseñado de manera que se evite la interrupción del sistema y se evite una elevación del potencial de tierra del equipo de manera tal que afecte a los equipos o que ponga en peligro la vida del personal.

Mantenimiento submarino.

El sistema de control y supervisión de la transmisión submarina (CSTS) monitoréa el estado del cable y de los repetidores submarinos. Si se detectara alguna falla en el tramo submarino, se realiza automáticamente la conmutación. Si no se puede efectuar la localización de la falla con el CSTS se procede a su ubicación manualmente usando las facilidades del CSTS.

Cada línea digital (par de FO) está diseñada para mantener los niveles específicos de rendimiento durante su vida útil de 25 años, considerando las variaciones estacionales de temperatura, variaciones de temperatura en las terminales del cable normal y otras.

ANEXO

SISTEMA DE CABLE

SUBMARINO DE FO.

COLUMBUS II

Antecedentes

- **Octubre 1990:** TELMEX y TELEFONICA DE ESPAÑA firman un Protocolo de Acuerdo (POA) para evaluar la factibilidad de construir un cable submarino entre México (Cancún) y España (Islas Canarias).
- **Octubre 1991:** AT&T, Italcable y la Companhia Portuguesa Radio Marconi (CPRM) se han adherido al Protocolo y el proyecto se denomina COLUMBUS II, con amarres adicionales en EUA, Italia y Portugal.
- **Mayo 1992:** 54 Administraciones son parte del Protocolo de Acuerdo del Proyecto Columbus II

Noviembre 12, 1992

58 administraciones de 41 países firman en Cancún

**El Acuerdo de Construcción y
Mantenimiento del Sistema de Cable
Submarino COLUMBUS II**

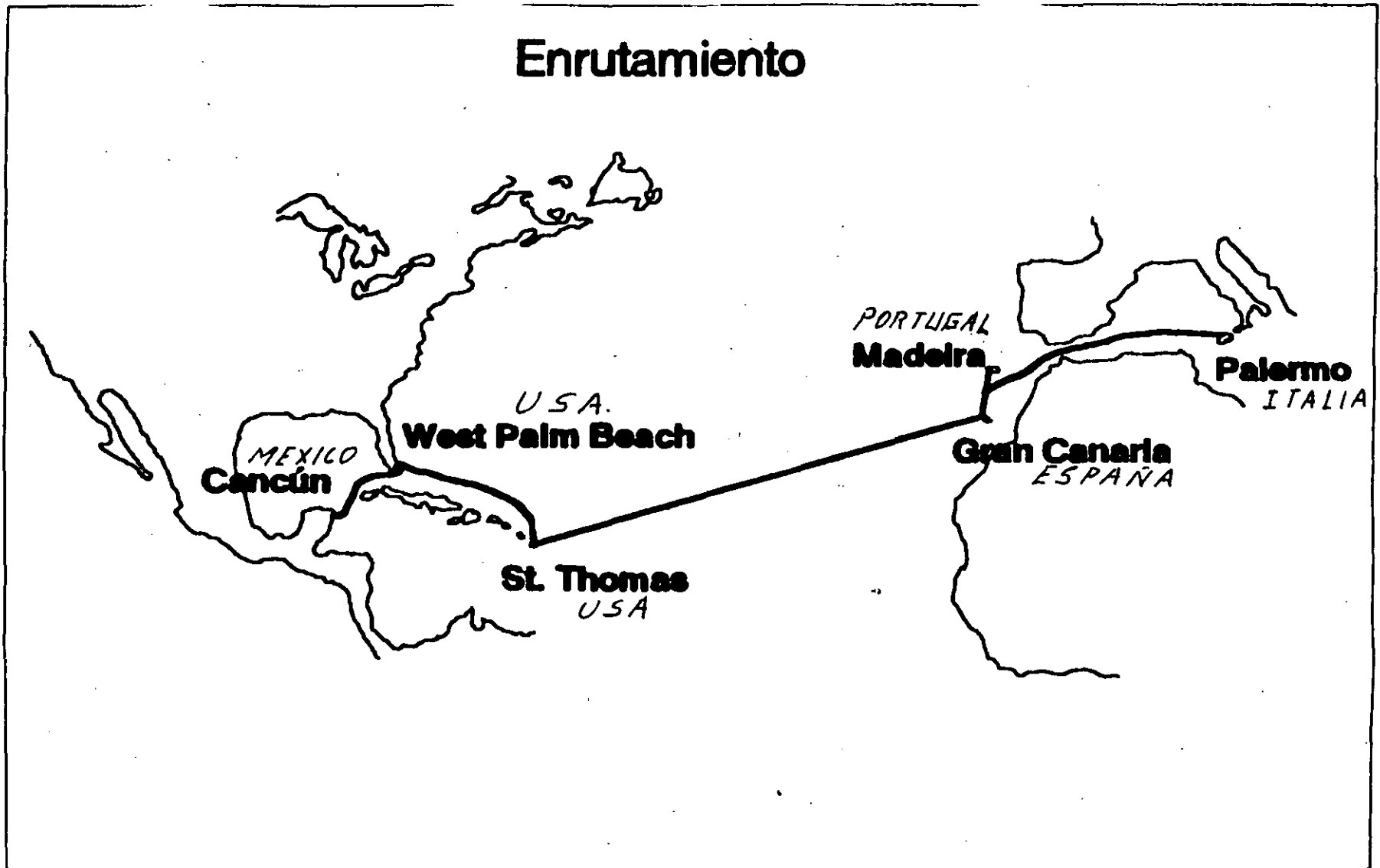
-
- **Puesta en Servicio : Diciembre 1994**
 - **Vida Util : 25 Años**
 - **Capacidad : 23,000 canales telefónicos en el segmento trasatlántico (90,000 conferencias simultáneas)**
 - **Confiabilidad: 4 fallas de diseño en 25 años**

Características Sobresalientes

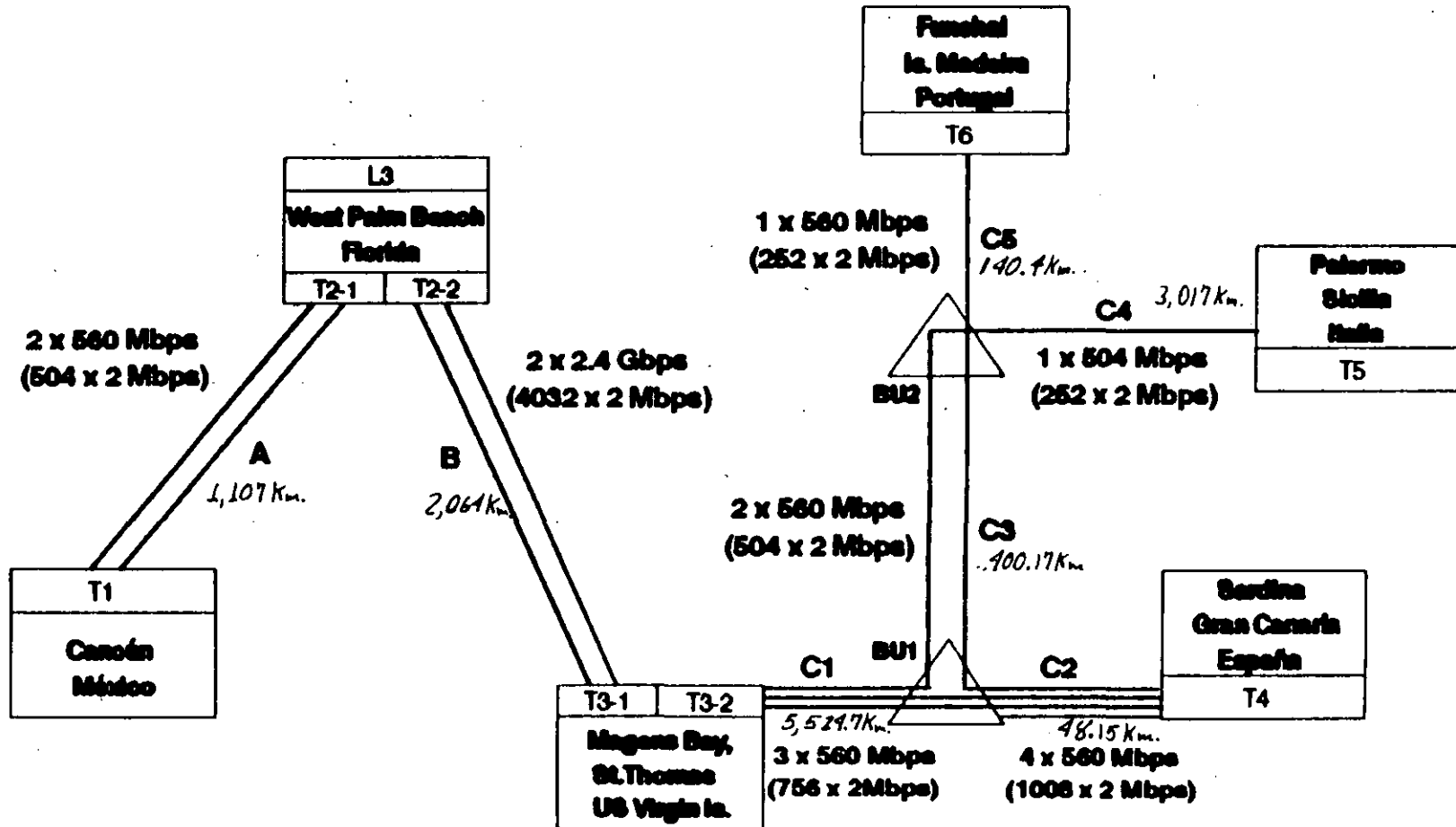
- **Longitud : 12,200 Km.**
- **Tecnología : Fibra Optica**
- **Costo Total : \$ 400 Millones de US Dólares**
- **Proveedor : AT&T-SSI-ALCATEL-MARISTEL**

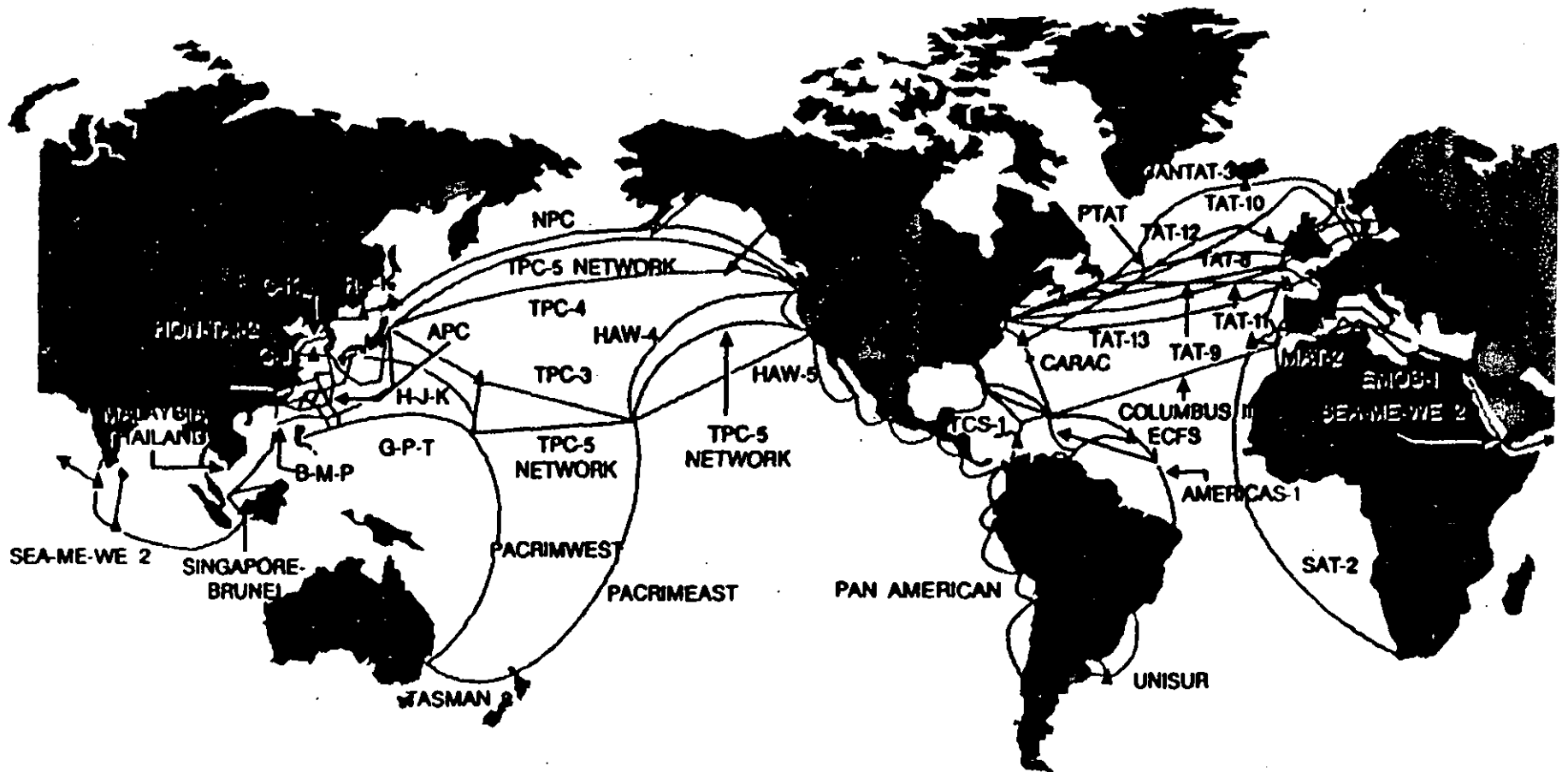
-
-
- **Terminales en :**
 - **Cancún, México**
 - **West Palm Beach, EUA**
 - **Saint Thomas, Islas Vírgenes EUA**
 - **Gran Canaria, España**
 - **Isla Madeira, Portugal**
 - **Palermo, Italia**

Enrutamiento



Configuración





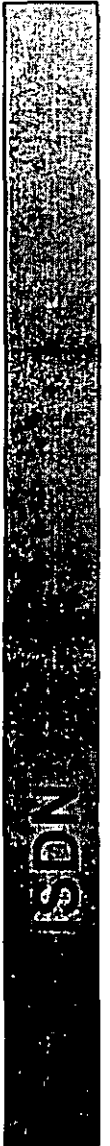


**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
CURSOS ABIERTOS
IV CURSO INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES
MODULO III REDES DIGITALES: ACTUALIDAD Y PERSPECTIVAS**

INSTRUMENTOS DE MEDICION

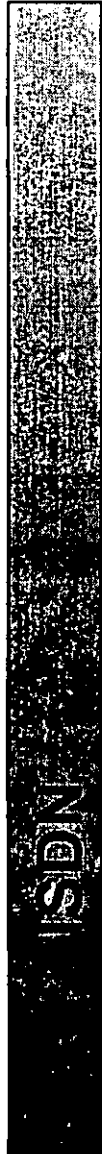
ING. MIGUEL SOLIS FERNANDEZ

Palacio de Minería Calle de Tacuba 5 Primer piso Deleg. Cuauhtémoc 06000 México, D.F. APDO. Postal M-2285
Teléfonos: 512-8955 512-5121 521-7335 521-1987 Fax. 510-0573 521-4020 AL 26



Instrumentos de Medición para RDSI (ISDN)

Wandel & Goltermann



DA-30

**Acceso Básico y Acceso Primario
Sistemas Europeos, USA, Japoneses
Análisis simultáneo en canal D y B
Seguimiento de canal B
Pruebas de router LAN-ISDN**

PA-41

**Analizador para señalización 2Mbit/s
SS# 7 TUP (prox. ISUP)
Protocolos de canal D**

IBT-10

**Pruebas de calidad y análisis de protocolo canal D
Tasa de Error de BIT (BERT), G.821
Modo inspección (no intrusivo)
Prueba de tensión en el Bus
Protocolo X.25 en canal D**



IBT-1A

Analizador para interfaces S y U (acceso básico)

Inspección del canal D (X.25)

BERT, G.821

Impresora incorporada

Control remoto

Pruebas automáticas

Teléfono incorporado

IBT-2

Interface S y T (acceso primario)

Misma funcionalidad que IBT-1A

ILS-1

Simulador de línea BUS S

Generación de ruido, interferencia, etc

ILS-2

Simulador de línea BUS U

Pruebas para HDSL

Puentes de prueba para ISDN

IMB-1

Medición de impedancias en la interface básica S

Mediciones según la Rec. I.430 UIT-T

Cargas conmutables

Rango de 2kHz a 1 MHz

ISM-1

Mediciones del Balance de la señal en la interface básica

Mediciones según la Rec. I.430 UIT-T

Balance de señal interno >74 dB

ILB-1

**Para mediciones en Loop de canal B en interface S
(acceso básico)**

Usado en conjunto con IBT-1A e IBT-2

Características y Ventajas de la RDSI

Características:

- 1) Transmisión digital de punta a punta
- 2) Velocidad de transmisión estándar (64 kbit/s)
- 3) Uso de la planta externa existente
- 4) Señalización digital punta a punta (LAP.D) con recuperación de errores

Ventajas:

- 1) Tráfico mezclado de voz y datos
- 2) Compatibilidad mejorada entre redes y puntos de acceso
- 3) Ausencia de restricciones para la velocidad de los modems
- 4) Costos de instalación mas bajos. Expansión de la cantidad de usuarios para la industria de telecomunicaciones

Acceso de Abonado a la RDSI

- **Para que resulte económicamente viable: aprovechar la planta externa existente**

Problema:

- **Utiliza una banda de frecuencias hasta 100 veces más ancha que la de voz.**

Consecuencia:

- **Son necesarios artificios especiales para poder usar los cables existentes.**
- **Son necesarias mediciones adicionales de los pares de la planta externa.**

Tipos de Acceso

- Interfaz de Velocidad Básica (BRI, *basic rate interface*).
- Interfaz de Velocidad Primaria (PRI, *primary rate interface*).

2 tipos de canales con funciones diferentes:

- ✓ B (*bearer*, de transporte) para informaciones de los usuarios (voz, datos, video).
- ✓ D (*data*, de datos) para señalización y control (no interfiere con los canales de transporte).
- ✓ BRI: 2B + D (2 canales de transporte, B, independientes, a 64 kbit/s; y un canal de datos, D, a 16 kbit/s).
- ✓ PRI: 30B + D* (30 canales B a 64 kbit/s y un canal D, a 64 kbit/s).

Aplicación:

BRI: usuario estándar

PRI: usuario con PABX propio

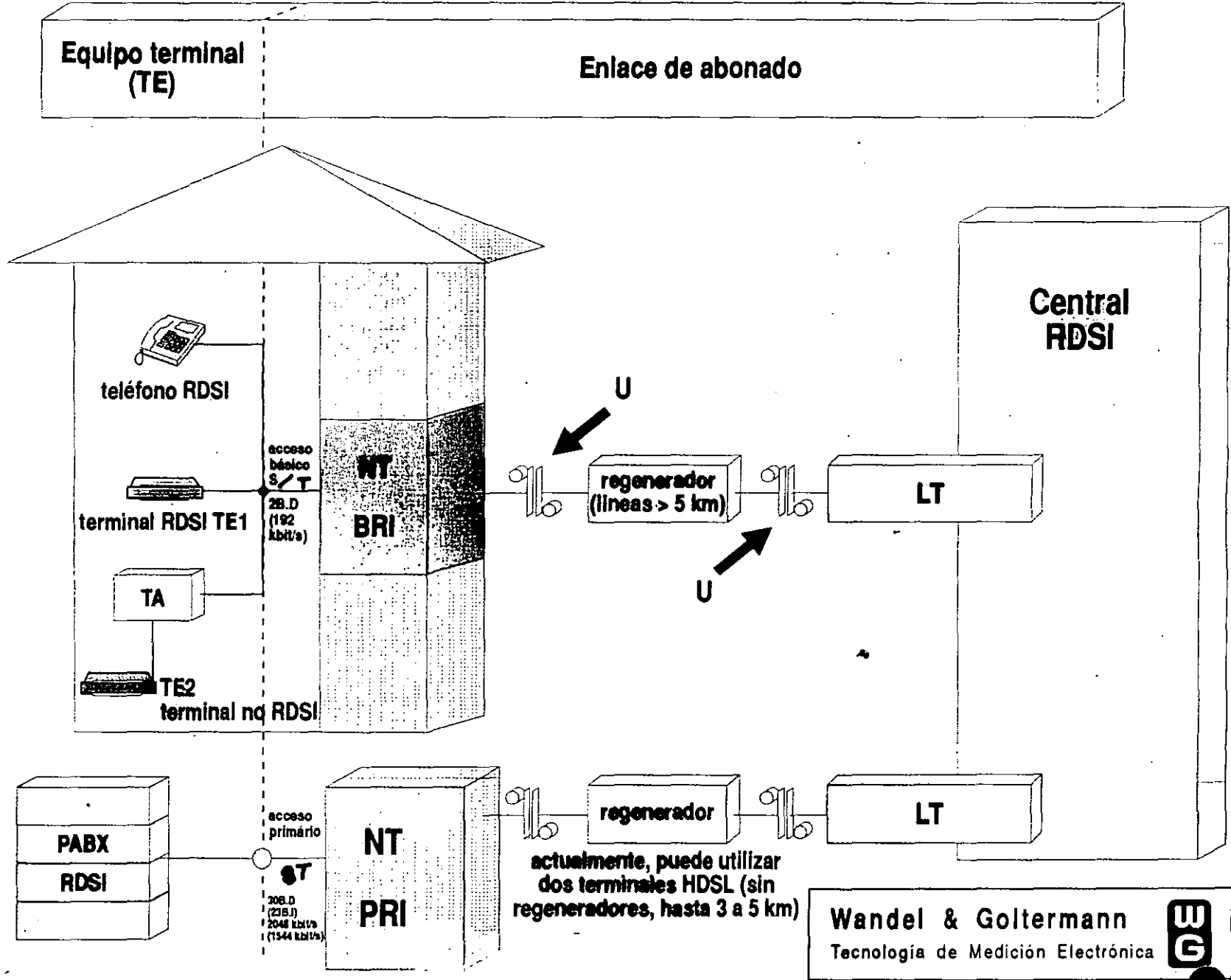
* En los EUA: 23B + D

Wandel & Goltermann
Tecnología de Medición Electrónica

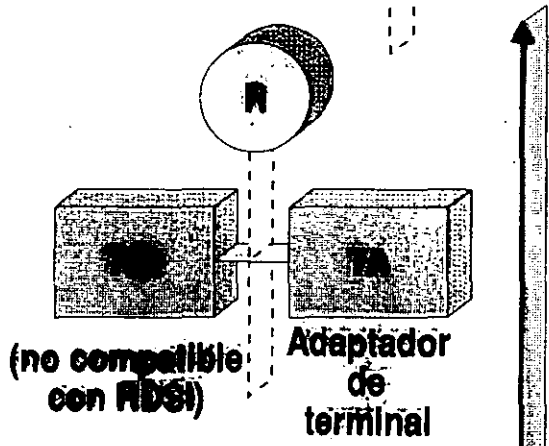
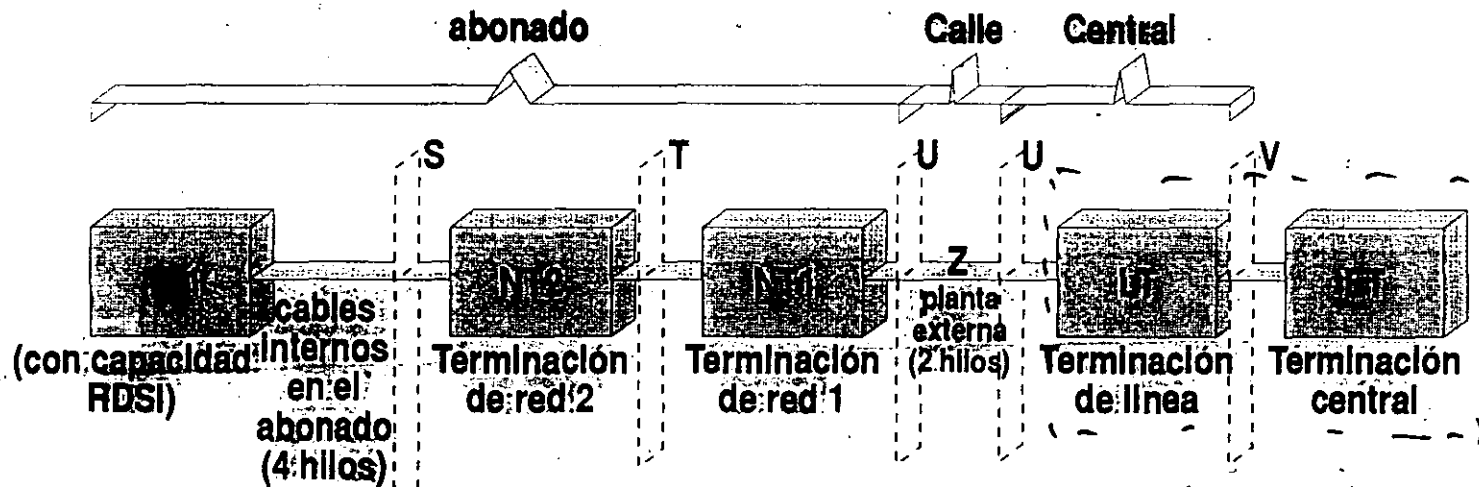


En Europa, las administraciones instalan hasta las NT's

En Estados Unidos, la interfaz U es que está estandarizada. La NT es responsabilidad del abonado



Puntos de Referencia



Algunas redes no poseen NT2, y las interfaces S y T son una sola
 Por ejemplo, V.24 o X.21

Generalmente combinados en una sola unidad. El punto de acceso V no es definido por el CCITT, una vez que normalmente no hay acceso al mismo.

Áreas de Medición

1) Abonado:

- a) ➤ Pruebas analógicas de la línea hacia la central
➤ Pruebas de la NT (características físicas y eléctricas)
 - b) ➤ Barra a 4 hilos interna del abonado (características físicas y eléctricas)
 - c) ➤ Terminales (características físicas)
 - d) ➤ Señalización (simulación y prueba del protocolo del canal D, hacia las terminales y hacia la central)
 - e) ➤ Digitalización (teléfono digital)
 - f) ➤ Adaptación de las terminales del tipo TE2 (no compatibles con RDSI)
- Tasa de error de la línea con la NT instalada

Areas de Medición (cont.)

2) Red

- a) ➤ **Señalización entre centrales (CCITT N°7 o SS7)**
- b) ➤ **Pruebas de la NT (características físicas)**
- c) ➤ **Pruebas de los regeneradores**

RDSI Características Eléctricas de las Interfaces

Interfaz SO: CCITT I.430

- **4 hilos (un par simétrico Tx y un Rx)**
- **No solo los datos, pero posiblemente también un equipo terminal telefónico con potencia de hasta 4W sobre el circuito fantasma.**
- **Alimentación por la NT. Si hay apagón, la central alimenta a la interfaz U con hasta 400 mW.**
- **Caso mas sencillo, un solo equipo terminal; pero posibles hasta ocho (topografía libre: estrella, anillo, barra).**
- **Internacionalmente: barra passiva corta de hasta 100m.**
- **2B + D.**

Características

Velocidad de transmisión

160 kbit/s

Codificación

2B1Q (4B3T)

Velocidad de símbolos

80 kbaud (120 kbaud)

Canal útil

144 kbit/s = 72 (108) kbaud

Alineación y canal de servicio

8 kbaud (12 kbaud)

Alcance

**con hilos de 0,4 mm de diámetro
con hilos de 0,6 mm de diámetro**

**aprox. 4 a 5 km
aprox. 8 km**

Ruido interferente admisible

aprox. 10 mV/Hz

Supresión de Eco

> aprox. 65 dB

Atenuación a 40kHz

< aprox. 40 a 50 dB

Wandel & Goltermann
Tecnología de Medición Electrónica



La Interfaz S_c

Características

Velocidad de transmisión

192 kbit/s

Codificación

ASI (AMI modificado)

Velocidad útil

144 kbit/s

Alineación de trama

8 kbit/s

Información adicional

40 kbit/s

**Conexión punto a multipunto
(barra pasiva) alcance**

100 m

Número de terminales

Maximo 8

Conexión punto a punto-alcance

1 km

Número de terminales

1

Wandel & Goltermann
Tecnología de Medición Electrónica



El Código 4B3T / MMS43

MMS = Modified Monitored Sum

Aplicación:

- Transmisión en U (acceso básico, entre NT -- abonado -- y LT -- central -- a dos hilos): utilizado en varios países Europeos.

Objetivo:

- Alto desempeño de transmisión en una longitud de línea de hasta 8 km (hasta 40 dB de atenuación a 40 kHz con par compuesto de secciones de 0,4 y 0,6 mm de diámetro).

Codificación:

- 4 elementos binarios ($2^4 = 16$ combinaciones) codificados en 3 elementos ternarios ($3^3 = 27$ combinaciones). La redundancia es utilizada para verificar la corrección de los datos (RDS = *Running Digital Sum*).

Velocidades:

- 160 kbit/s = 120 kbaud.

Wandel & Goltermann
Tecnología de Medición Electrónica



El Código 2B1Q

Aplicación:

- Transmisión en U, estandarizado en los Estados Unidos (Comite T1).

Objetivo:

- Alto desempeño de transmisión en una línea de por lo menos 4 km (50 dB a 80 kHz), con espectro estrecho.

Codificación:

- 2 elementos binarios ($2^2 = 4$ combinaciones) codificados en un elemento cuaternario ($4^1 = 4$ combinaciones). El primer bit da el signo y el segundo bit la amplitud (variando así: 10 = $2 \frac{1}{2}V$; 11 = $5/6V$; 01 = $-5/6V$; 00 = $-2 \frac{1}{2}V$).

Velocidades

- 160 kbit/s = 80 kbaud.

Espectro de potencia:

- Máximo a 40 kHz

Configuraciones de Prueba de la Barra S/T

Parámetros	Cable de alta capacitancia	Cable de baja capacitancia
R (ohms) C (fF) Zo (ohms) Diámetro	160 ohms/km 120 nF/km 75 ohms 0,6 mm	160 ohms/km 30 nF/km 150 ohms 0,6 mm

Wandel & Goltermann
Tecnología de Medición Electrónica



Características a Medir en la Barra S/T

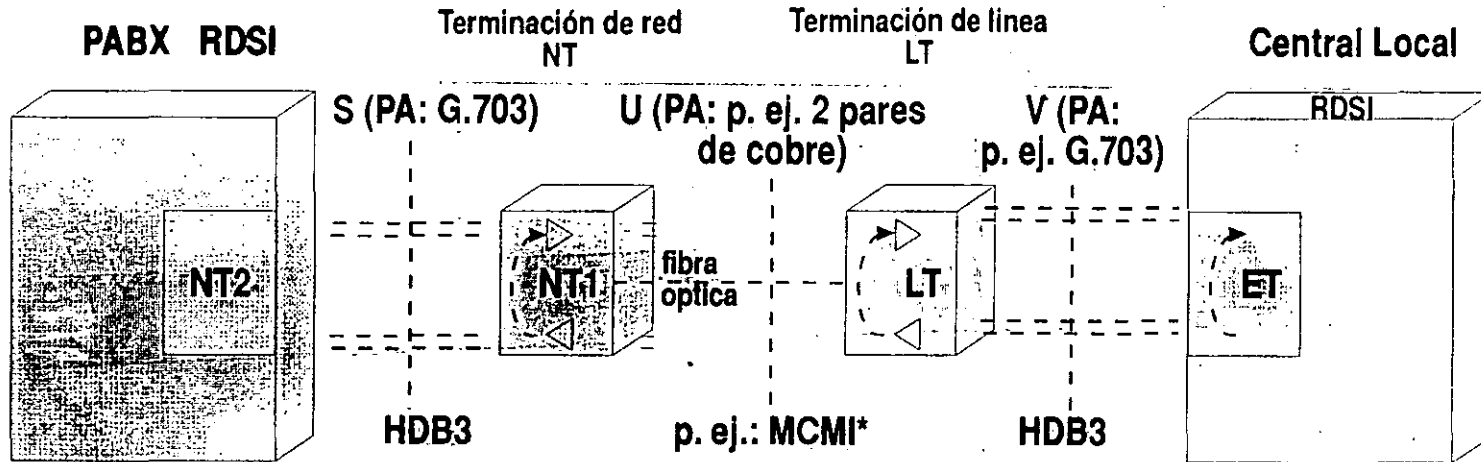
Frecuencia, Fase y *Jitter* (fluctuación de fase)

- 1) Velocidad binaria: 192 kbit/s +/- 100 ppm.
- 2) *Jitter* (fluctuación de fase) y relación de fase entre la entrada y la salida del TE.

A probar con las siguientes configuraciones:

- Punto a punto con 6 dB de atenuación entre los resistores de terminación a 96 kHz (cables de alta capacitancia).
- Barra pasiva corta con 8 terminales en el extremo distante de la fuente (cable de alta capacitancia).
- Barra pasiva corta con el terminal bajo prueba junto a la fuente y los otros siete en el extremo distante (cables de alta y de baja capacitancia).

Puntos de Prueba en Enlaces de Acceso Primario



Pruebas:

- ▶ TEB
- ▶ Tolerancia a fluctuación de fase
- ▶ Fluctuación de fase intrínseca

*MCMI		HDB
00	↔	-1
01	↔	0
11	↔	+1

Parámetros variables:

- ▶ Condiciones climatológicas
- ▶ Compatibilidad electromagnética
- ▶ Atenuación de la fibra óptica

NT - Terminación de Red
 LT - Terminación de Línea
 ET - Terminación de Central

Wandel & Goltermann
 Tecnología de Medición Electrónica



Pruebas de las Terminaciones de Red (NT) y de Equipos Terminales (TE)

Simulación de cable

- **Es necesario simular la barra S para probar la operación de la NT y los TEs para todas las configuraciones posibles.**
- **El simulador de cable debe poseer acceso para varios TEs.**
- **El simulador debe igualmente simular varios TEs conectados a la línea (simulación de sus impedancias).**
- **Debe poder simular cables de alta y baja capacitancia.**
- **Para complementar las pruebas, es necesario tener capacidad de generar ruido en la banda útil, ráfagas de ruido, ruido impulsivo, tonos interferentes e interferencia de baja frecuencia.**

Características a Medir en la Barra S/T (cont.)

- **Condición ideal del tono de prueba con una fuente conectada directamente al receptor del terminal bajo prueba (o sea, sin línea artificial).**

Alta capacitancia: 120 nF/km

Baja capacitancia: 30 nF/km

Límites permisibles

- **Fluctuación de fase en el reloj recuperado menor que +/- 7% al medir-se con un filtro paso-alto con frecuencia de corte 30 Hz.**
- **Desplazamiento total de fase (inclusive fluctuación de fase) entre las transiciones en la entrada y la salida del TE, no debe exceder de -7 y +15% de un periodo de bit.**

3) Características del *Jitter* (fluctuación de fase) en la NT1 o NT2

- **ϕ_{pp} de salida max. 5% de un periodo de bit con un filtro paso alto con frecuencia de corte 50 Hz.**

Wandel & Goltermann
Tecnología de Medición Electrónica



Características a Medir en la Barra S/T (cont.)

Impedancias y simetría

- 4) Terminación de línea: $100\Omega \pm 5\%$
- 5) Características de la salida de transmisión

Impedancia:

a) NT - al estar inactivo o transmitiendo "1" binario, con tensión senoidal de por lo menos 100 mV r.m.s. y frecuencia entre 2 kHz y 1 MHz: según máscara.

➤ Al estar transmitiendo "0": sujeto a estudios.

b) TE - al estar inactivo o transmitiendo "1" binario, según máscara.

Para 2 kHz a 1 MHz con tensión senoidal aplicada de al menos 100 mV r.m.s.. Para 96 kHz, la corriente de cresta para una tensión de cresta aplicada de hasta 1,2 V no excederá a 0,5 mA.

➤ Al estar transmitiendo "0", sujeto a estudios.

c) Impedancia de cargas de prueba: 50W.

➤ Forma de los impulsos:

d) Forma del impulso y su amplitud.

Tensión 750 mV

"Desequilibrio" o "asimetría" de la forma $\leq 5\%$

➤ Tensión sobre cargas:

e) Tensión sobre otras cargas

➤ Asimetría:

f) Asimetría medida con dos terminaciones de 100 en cada puerto.

f.1) Simetría longitudinal (atenuación por asimetría longitudinal) LCL: entre 10 kHz y 300 kHz ≥ 54 dB; y arriba de 300 kHz hasta 1 MHz, valor mínimo cayendo desde 54 dB con 20 dB/década.

f.2) Relación de simetría de la salida:

A 96 kHz ≥ 54 dB; entre 96 kHz y 1 MHz, valor mínimo cayendo desde 54 dB con 20 dB/década.

Wandel & Goltermann
Tecnología de Medición Electrónica



Características a Medir en la Barra S/T (cont.)

Impedancias y simetría (cont.)

6) Características de la entrada de recepción

➤ Impedancia:

a) TE: igual a la salida de transmisión

b) NT: lo mismo que (a), pero con la máscara igual a la de la salida de transmisión de la NT.

➤ Sensibilidad:

Los TEs y los tres tipos descritos de NTs deberán recibir, bajo las condiciones descritas a seguir sin ningún error en un periodo de por lo menos 1 minuto, una señal con la secuencia pseudoaleatoria de 511 bits ($2^9 - 1$) o más en todos los canales de información, canal D y, caso se aplique, canal D-Eco. El receptor deberá operar con cualquier señal de entrada en toda la gama indicada en la plantilla de forma de onda.

- c) TE:** con formas de onda nominales y, en el caso punto a punto con 6 dB entre los 2 resistores a 96 kHz; superponiendo señales senoidales de 150 mVmm a 200 kHz y luego a 2 MHz.
- d) NT:** con barra passiva corta: debe operar con formas de ondas según plantilla abajo, amplitudes relativas variando de +30 dB a -2 dB.
- e) NT:** con barra pasiva corta y punto a punto (temporización adaptativa): debe operar con formas de onda según plantilla abajo +3 dB a -2 dB. Además, como en "c" arriba para 96 kHz.
- f) NT:** con barra pasiva extendida (estrella con rama): como en "e" arriba; otras limitaciones en estudio, ya que este limite puede no permitir la operación con 8 terminales.

Características a Medir en la Barra S/T (cont.)

Impedancias y Simetría (cont.)

6) Características de la entrada de recepción (cont.)

➤ Retardo:

Retardo de la entrada de la NT: medido entre el cruce con cero de las señales de trama en los lados de transmisión y recepción de la NT.

g) NT con barra pasiva corta: ida y vuelta 10 a 12,5 μs .

Config. punto a punto: 10 a 42 μs .

h) NT con barra pasiva extendida: ida y vuelta 10 a 42 μs desde que el retardo diferencial de los varios TEs esté en la gama de 0 a 1,4 μs).

Características a Medir en la Barra S/T (cont.)

➤ Asimetría:

- i) asimetría longitudinal (pérdida por asimetría longitudinal)
LCL: de 10 a 300 kHz \geq 54 dB; y de 300 kHz a 1 MHz
cayendo (mínimo) 20 dB/década, a partir de 54 dB.

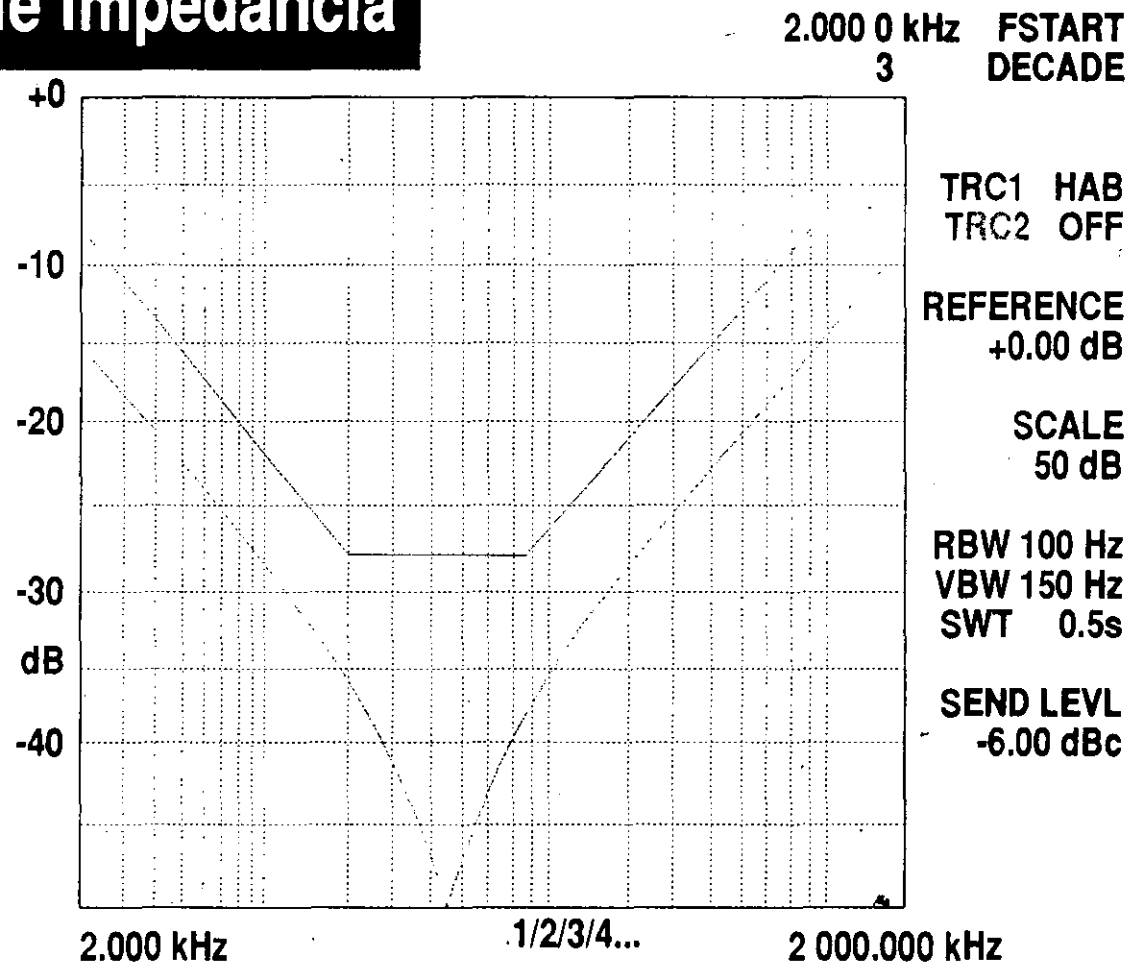
7) Aislamiento de tensiones externas: en estudio.

8) Generación de EMI: en estudio (interferencia electromagnética).

9) Características del medio de transmisión.

➤ Simetría longitudinal a 96 kHz \geq 43 dB.

Medición de Impedancia



➤ Máscaras de tolerancia programables.

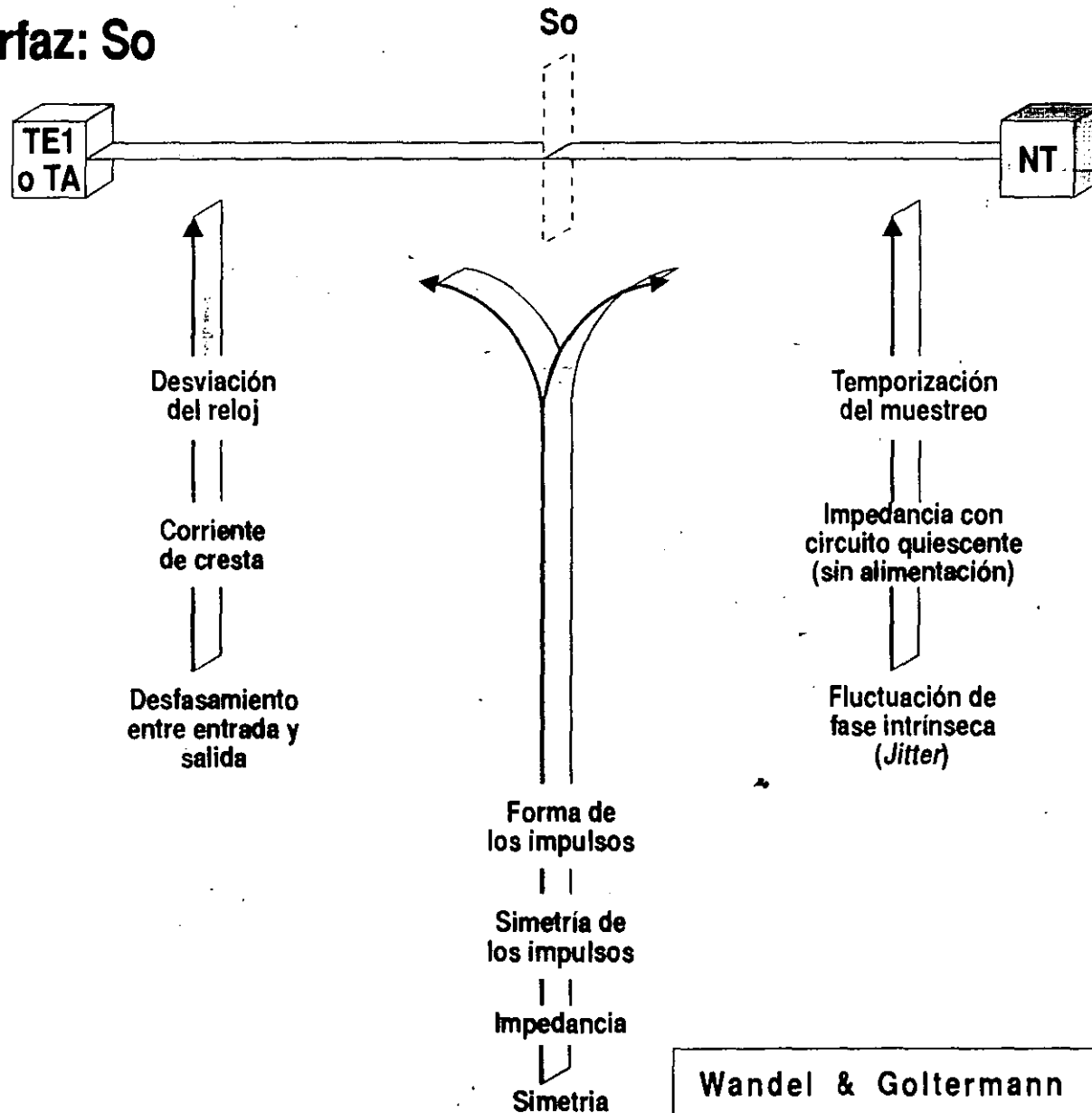
➤ 0 dB correspondiente a 100 (usando la función de normalización del SNA-3 / SNA-5).

Wandel & Goltermann
Tecnología de Medición Electrónica



Mediciones en equipos terminales y terminaciones de red

► Tipo de interfaz: So



Wandel & Goltermann
Tecnología de Medición Electrónica



La interfaz So (cont.)

Requerimientos adicionales:

- Ausencia de impulso: alta impedancia (Rec. I.430)
- Impulso: fuente de corriente con limitación de tensión a 160%
- Defasamiento entre señal de Tx e Rx: -7 a +15%
- Fluctuación de fase: $< 0,50 U_{lpp}$ (50Hz a 100kHz)

La interfaz So (cont.)

Características funcionales

- **Temporización de los bits: reloj de 192 kbit/s para que el TE y la NT puedan interpretar los bits de la señal.**
- **Sincronización de los octetos: reloj de 8 kHz para sincronizar octetos en el TE y la NT.**
- **La alineación de tramas: función que da la información necesaria para capacitar el TE y la NT a demultiplexar los canales B y el canal D.**
- **Control de acceso al canal D: función que posibilita que los TE y NT accedan de forma ordenada y controlada al recurso común representado por el canal D. Estas funciones necesarias incluyen un canal D en eco de la NT a los TE.**

La interfaz So (cont.)

Código de línea

- Se utiliza una variante de AMI (*Alternate Mark Inversion*), llamada ASI (*Alternate Space Inversion*).
- La anchura de cada impulso es 100% del periodo del bit.
- Los "unos" binarios se representan con ausencia de señal de línea.
- Los "ceros" binarios se representan por impulsos cuya polaridad se va alternando.
- El primer "cero" binario tras el bit de equilibrio de alineación tiene la misma polaridad que este. Los demás "ceros" deberán irse alternando de polaridad.

Características funcionales (cont.)

- **Alimentación:** función que posibilita transmitir la alimentación a través de la interfaz.
- **Desactivación:** función que permite que NT y TE entren a un estado de bajo consumo cuando no hay conferencias.
- **Activación.**
- **Circuitos de intercambio:** hay tramas multiplexadas, con dos circuitos en cada dirección.
- **Indicación de conexión y desconexión:** presencia de alimentación.
- **Estructura de trama:** según figura, ya vista.

Procedimiento de Acceso al enlace en el canal D

LAPD

Objetivo del protocolo

- Permitir el transporte de información entre las entidades de nivel 3 a lo largo de la interfaz de usuario usando el canal D.

Realización:

- Basada en el model ISA (interconexión de sistemas abiertos).
- También basada en el procedimiento LAPB de la Rec. X.25 y en la estructura y formato de la HDLC.
- El procedimiento opera a nivel de enlace (nivel 2).
- Requiere un canal D duplex transparente.

Aplicación:

- Soporta instalaciones de múltiples terminales en la interfaz de usuario.
- Soporta múltiples entidades de nivel 3.

Componentes de la RDSI

Interfaz red/abonado

Descrita por las tres primeras capas OSI (UIT-T 1984)

- **Capa 1 - capa física**
Dividida en cuatro áreas: mecánica, eléctrica, funcional y de procedimientos. La capa provee un mecanismo para que una terminal pueda transmitir datos a la red.
- **Capa 2 - capa de enlace de datos**
realiza, mantiene y abre conexiones de enlaces de datos y provee transmisiones sin errores usando detección/recuperación de errores y control de flujo.
- **Capa 3 - capa de red**
provee conexiones punto a punto en la red usando sub redes propias.
- **Capas 4 - 7**
usualmente descritas como capas de usuario desde el punto de vista de la RDSI. Puede ser transportada por el canal B o D.

Procedimiento de Acceso al enlace en el canal D

LAPD (cont.)

Funciones:

- Uno o mas enlaces en un canal D. La ^{inción}distorsión entre los varios enlaces se hace por medio de un "identificador de enlace de datos (DLCI)" contenido en cada trama.
- Limitación, alineación y transparencia de las tramas.
- Control secuencial de las tramas transportadas en el enlace.
- Detección y recuperación de errores y notificación de los errores que no permiten recuperación.
- Control de flujo.

➤ Acceso básico

- ✓ conforme la recomendación CCITT I.430
- ✓ barra multipunto: hasta 8 terminales pueden ser conectados
- ✓ alimentación: terminales son generalmente alimentados por la NT
- ✓ activación/desactivación: para ahorrar energía, la barra es activada solamente cuando la comunicación tiene que ser establecida.

➤ Acceso primario

- ✓ conforme la recomendación CCITT I.431
- ✓ enlace punto a punto
- ✓ sin procedimientos de activación
- ✓ trama conforme recomendaciones G.703 y G.704

Estandarización de Protocolos

Protocolos Europeos existentes:

- ✓ CCITT Q.931
- ✓ 1TR6, Alemania
- ✓ VN3, Francia
- ✓ Televerket, Suecia
- ✓ V1, Belgica
- ✓ Swissnet 1+ et 2, Suiza
- ✓ BTNR, Inglaterra
- ✓ Telenokia, Finlandia

Estandarización de Protocolos

**Principal problema para implementación práctica de la RDSI:
Estandarización de los Protocolos**

- **Desde un punto de vista nacional (hoy la mayor parte de los países Europeos tienen sus propios protocolos)**
- **Desde un punto de vista internacional (señalización Nº 7 debe ser implementada)**

Pruebas en Acceso Básico

Al instalarse un acceso básico, es necesario comprobar la calidad de transmisión y detectar posibles fallas

➤ Características del instrumento de pruebas:

- ✓ Puede llamar a otro TE
- ✓ Puede hacer una llamada a si mismo usando el otro canal B
- ✓ Trás hacer una llamada a si mismo con éxito (comprobando así el correcto funcionamiento del proceso), puede hacer mediciones de la tasa de error
- ✓ Algunos instrumentos de prueba pueden analizar los resultados de la medición de la tasa de error según la Rec. G.821

Características del IBT-1A

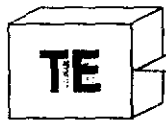
- **Acomodado en una pequeña maleta de transporte**
- **Incluye una impresora**
- **Impresiones claras, con condiciones y umbrales adecuados**
- **Posibilidad de impresión de resultados parciales en cualquier instante.**
- **Comunicación vocal con el extremo opuesto**
- **Detección de deslizamientos (*slips*) reales**

Aplicaciones del IBT-1A

- **Pueba de las redes para verificar si son compatibles con los requerimientos para una RDSI**
- **Prueba de las instalaciones para verificar si cumplen con las recomendaciones**
- **Mediciones sin operador, hasta un número total de 99 intervalos (99 segundos a 99 días)**
- **Posibilidad de transmitir los resultados a un ordenador personal (p. ej.: para evaluaciones estadísticas)**

Pruebas en Acceso Básico

Interfaz de acceso básico BRI



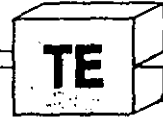
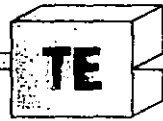
IBT-10



Prueba BER RDSI



- Prueba de las redes para verificar si son compatibles con los requerimientos para una RDSI
- Prueba de las instalaciones para verificar si cumplen con las recomendaciones
- Mediciones sin operador, hasta un número total de 99 intervalos (99 segundos a 99 días)
- Posibilidad de transmitir los resultados a un ordenador personal (p. ej.: para evaluaciones estadísticas)



BRI



IBT-10

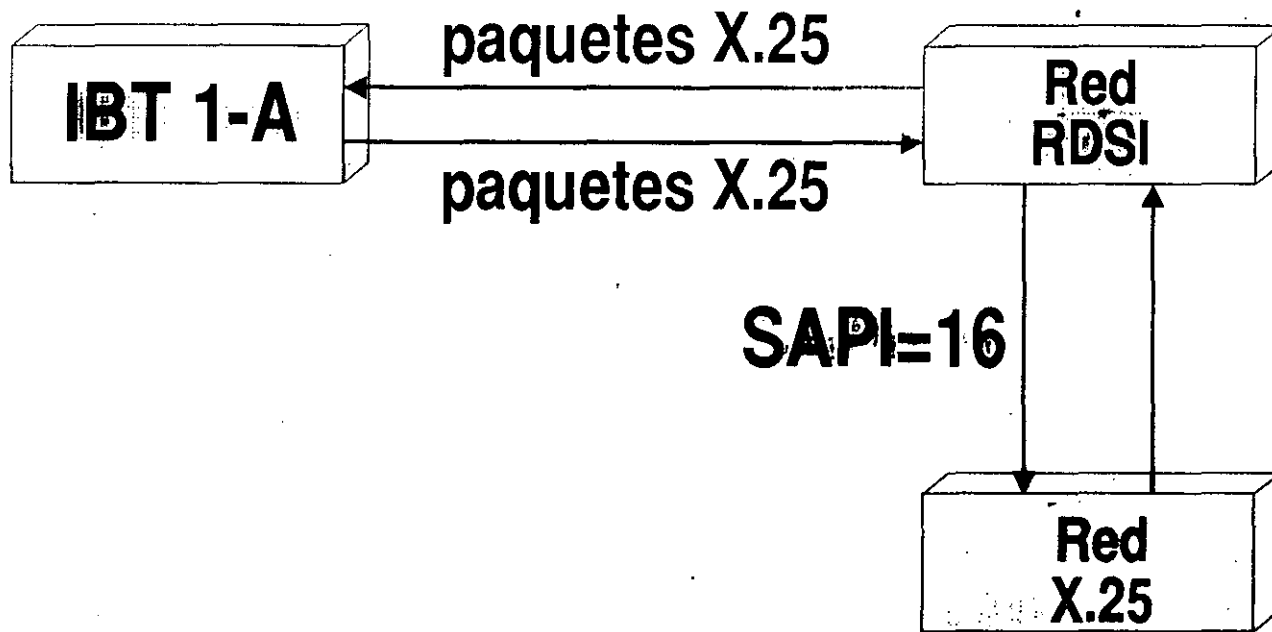
Probador de TEB (tasa de errores binarios) para la RDSI



Wandel & Goltermann
Tecnología de Medición Electrónica



Pruebas en X.25 / Canal D



Con la facilidad de la llamada a si mismo, el IBT-1A comprueba el servicio X.25 por el canal D.

Pruebas en X.25 / Canal D

Aplicaciones

➤ Llamada a si mismo en el VC = 6 (circuito de salida)

- ✓ Visualizar los paquetes
- ✓ Generar errores
- ✓ Estudiar el protocolo monitorizado (*trace*)

➤ Llamar a un abonado fantasma (*dummy*)

- ✓ Medidor y generador
- ✓ Receptor de tráfico
- ✓ Generador de baja velocidad
- ✓ Generador de alta velocidad

➤ Impresiones de los resultados

Pruebas en X.25 / Canal D

Aplicaciones

➤ Pruebas con el IBT-1A

✓ Capa 2

- ☛ Etapa de establecimiento
 - LEDs en la cara frontal
 - Trazador (*tracer*) del protocolo
- ☛ Número de tramas enviadas y recibidas
- ☛ Numero de tramas RNR recibidas
- ☛ Errores HDLC
- ☛ Ventanas llenas
- ☛ Numero de retransmisiones

Pruebas en X.25 / Canal D

Aplicaciones

➤ Pruebas con el IBT-1A

✓ Capa 3

- **Número de paquetes enviados y recibidos**
- **Velocidad binaria (Tx y Rx)**
- **Secuencias y paquetes erróneos**
- **Ventanas completas**
- **Números de *resets***

Pruebas en X.25 / Canal D

Aplicaciones

➤ Características generales del IBT-1A

- Utiliza hasta dos canales virtuales (VC) simultáneamente
- Permite operar en el VC=0
- La velocidad binaria puede ser negociada
- Las facilidades pueden ser negociadas
- La clase de caudal del generador puede ser cambiada
- Generación de errores en los paquetes
- Los paquetes recibidos pueden ser visualizados

Probador de acceso básico en RDSI IBT-10



monitorización de protocolo de canal D
medición de la tasa de error
actualización del software por la interfaz V.24
memoria de resultados pruebas de los servicios

interfaz V.24 para impresora, transferencia de datos y actualización de software

auricular separado

conector RJ-45

conector TAE

pantalla gráfica

menú en castellano

fácil de tener en mano

conector para cargador de baterías

alimentación

selección del protocolo por tecla

alarmas

teclado ergonómico

acceso directo a las funciones de medición

tecla para usar auricular

cambio de baterías rápido y sencillo

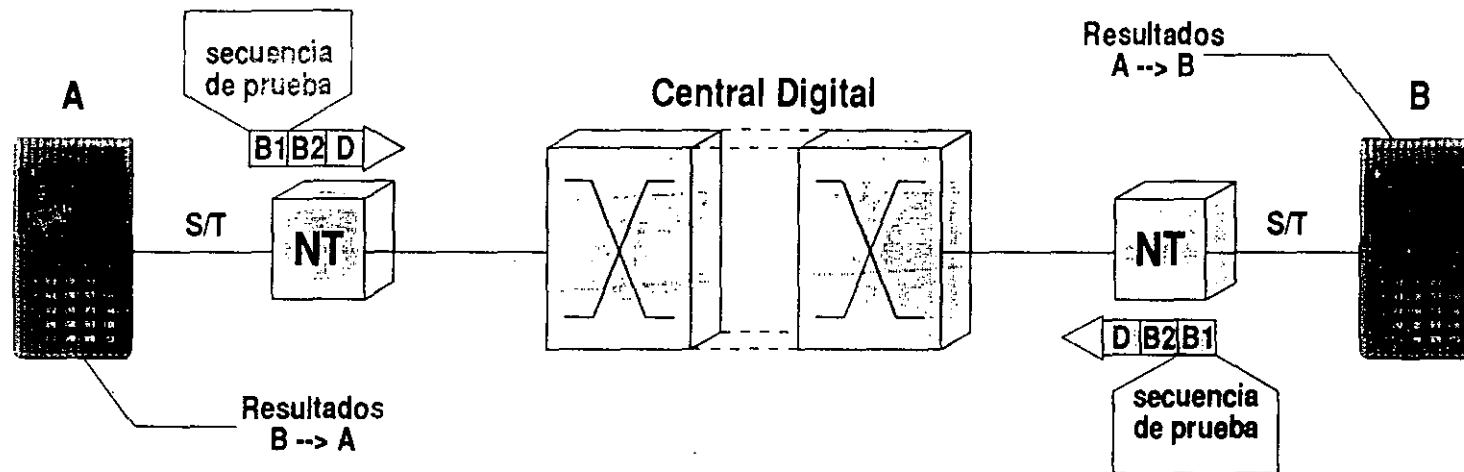
correa para transporte

Wandel & Goltermann
Tecnología de Medición Electrónica



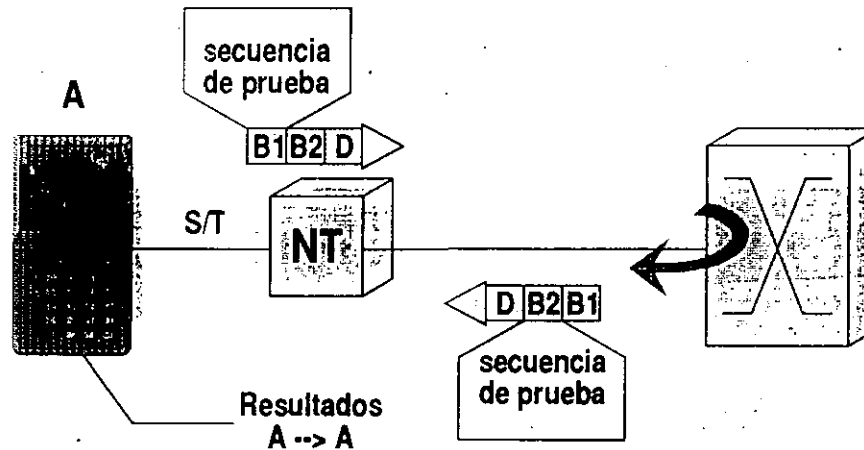
Medición clásica de la tasa de errores

- También es posible sin intervención del operador



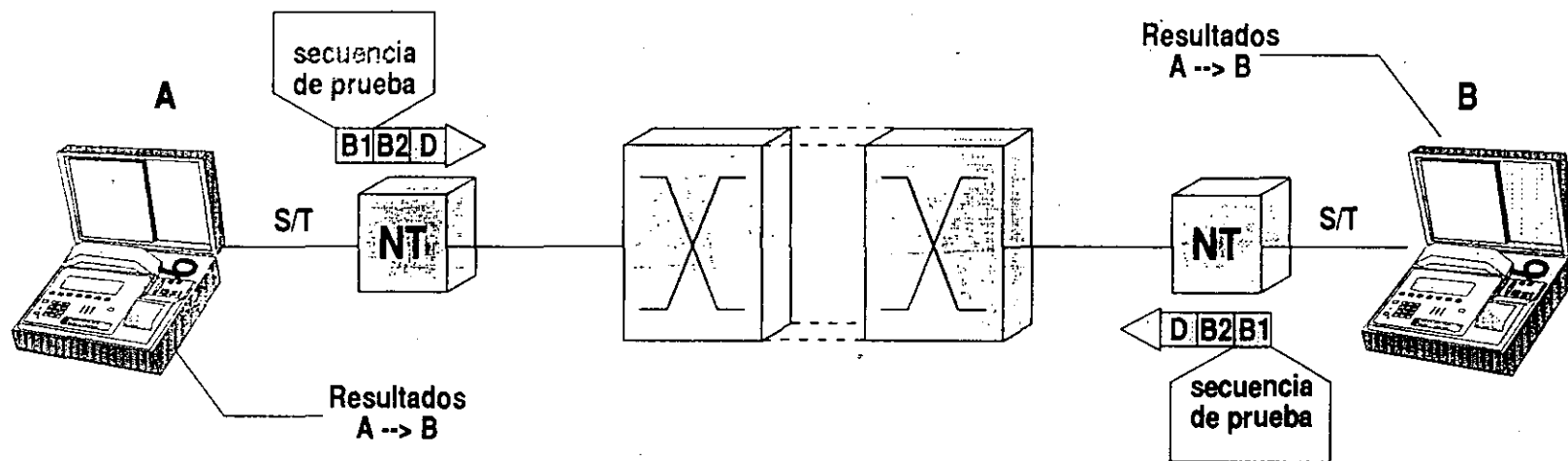
- Llamada programable (hora de inicio de la prueba y número llamado)
- Medición "full-duplex" en el canal B seleccionado
- Análisis en separado de los errores en las direcciones de ida y regreso

Llamada a si mismo - la central local apoya a la prueba



- Solo hace falta efectuar una medición
- Ambos canales B son verificados
- Detección de errores que ocurren directamente en la línea de abonado

Retransmisión de Resultados de una Prueba de BER con el IBT-1A



Retransmisión de resultados - información directa sobre problemas en el canal de salida

- Es posible determinar la calidad de los canales de salida desde una interfaz de acceso básico (BRI) cualquiera
- Los ajustes del instrumento pueden ser almacenados en memoria, así como los números llamados con frecuencia, resultando en una rápida activación del instrumento localizado en el abonado B

Medición de BER con el IBT-1A

Ejemplo de impresión de los resultados de una prueba de tasa de error

reporte de impresora

Fabricante, instrumento tipo de evaluación	***** Wandel & Goltermann IBT-1A ISDN BERT
número de si mismo	Tx: Pattern Rx: Evaluation Own no.: 0712187040-2
número llamado	Called no.: 058639523145
hora de inicio	Start: 09:21:43 24 Apr 89
hora del final	Autostop: 09:25:43 24 Apr 89
duración de la prueba	Test time: 00d00h04m00s
número de las pruebas	Nº of tests: 1
patrón de transmisión	Pattern: 16 bit word
evaluación	Evaluation excl. alarms
umbral, reporte impreso	Threshold (ref. to 1sec): BER (s): 1.5E-4 Printout: ON

53



Reporte de impresora

Reporte de una prueba de errores de bits

El medidor de BER IBT-1A

Ejemplo de impresión con evaluación según la Rec. G.821 del CCITT

Fabricante, instrumento
tipo de evaluación

Wandel & Goltermann
IBT-1
ISDN BERT

evaluación de la sección
de red

Tx: Pattern
Rx: Evaluation
Grade: 30%

número de sí mismo

Own no.:
0712187040-2

número llamado

Called no.:
058639523145

hora de inicio

Start: 10:29:123
24 Apr 89

hora del final

Autostop: 10:33:12
24 Apr 89

duración de la prueba

Test time: 00d00h04m00s

Intervalo

Interval: 5 min

patrón de transmisión

Pattern: PRBS 2E11-1

resultado de intervalos
ON / OFF

Printout intervals: ON
Interim printouts:

resultados para el
intervalo

alarms: ON
ES: ON
SES: ON
US: ON

Alarms: ON / OFF

ES: ON / OFF

SES: ON / OFF

US: ON / OFF

Wandel & Goltermann
Tecnología de Medición Electrónica



Analisis de errores de bits según la Rec. G.821 del CCITT (IBT-1A)

DISPLAY

FUNCTION TIME

INFORMATION

RESULTS

TESTER 11:46

TEST STOP

Summed Results Errors > G.821 Stop: 11:44

EFI 0.00000% ▶ ES 23.07692% 14 dec 88

EFS 76.92307% US 8.45070%

▶ SES 3.07692% ▶ DM 50.00000% HRX: 30%

ERROR INSERTION RETURN PHONE TEST
ON/OFF 1 SELECT MENU START

- ▶ Indicación sobre la condición (*go/no go*) en un vistazo
- ▶ No hay errores de interpretación debido a la indicación clara si los umbrales fueron rebasados (▶)
- ▶ Adaptación sencilla de los umbrales al medirse en segmentos de la red (% del HRX)

Wandel & Goltermann
Tecnología de Medición Electrónica



Mediciones en Acceso Primario

- **Funciones de la interfaz de señal multiplexada**
- **Verificación de los parámetros de calidad de la terminación de red.**
- **Análisis de errores de transmisión.**
- **Análisis de protocolos**

IBT-2

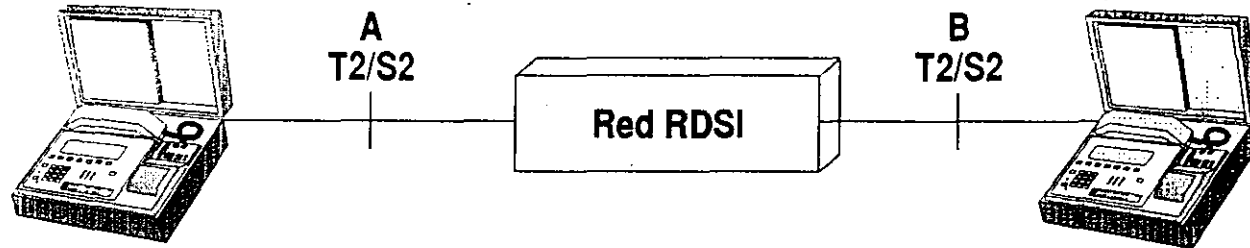
- ▶ **Interfaz de acceso primario S2/T2**
- ▶ **Análisis de errores según la Rec. G.821 del UIT-T**
- ▶ **Impresora incorporada en el equipo**
- ▶ **Modo terminal**
- ▶ **Modo de pruebas automáticas**
- ▶ **Modo teléfono**
- ▶ **Compatible con el IBT-1A e ILB-1**



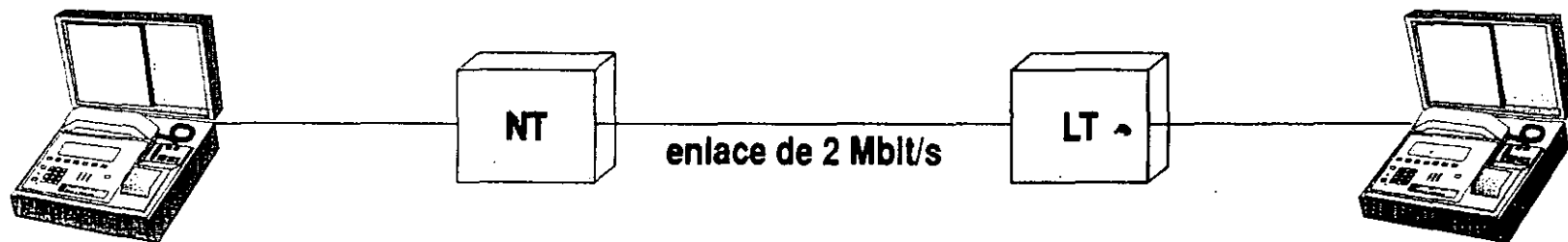
Wandel & Goltermann
Tecnología de Medición Electrónica



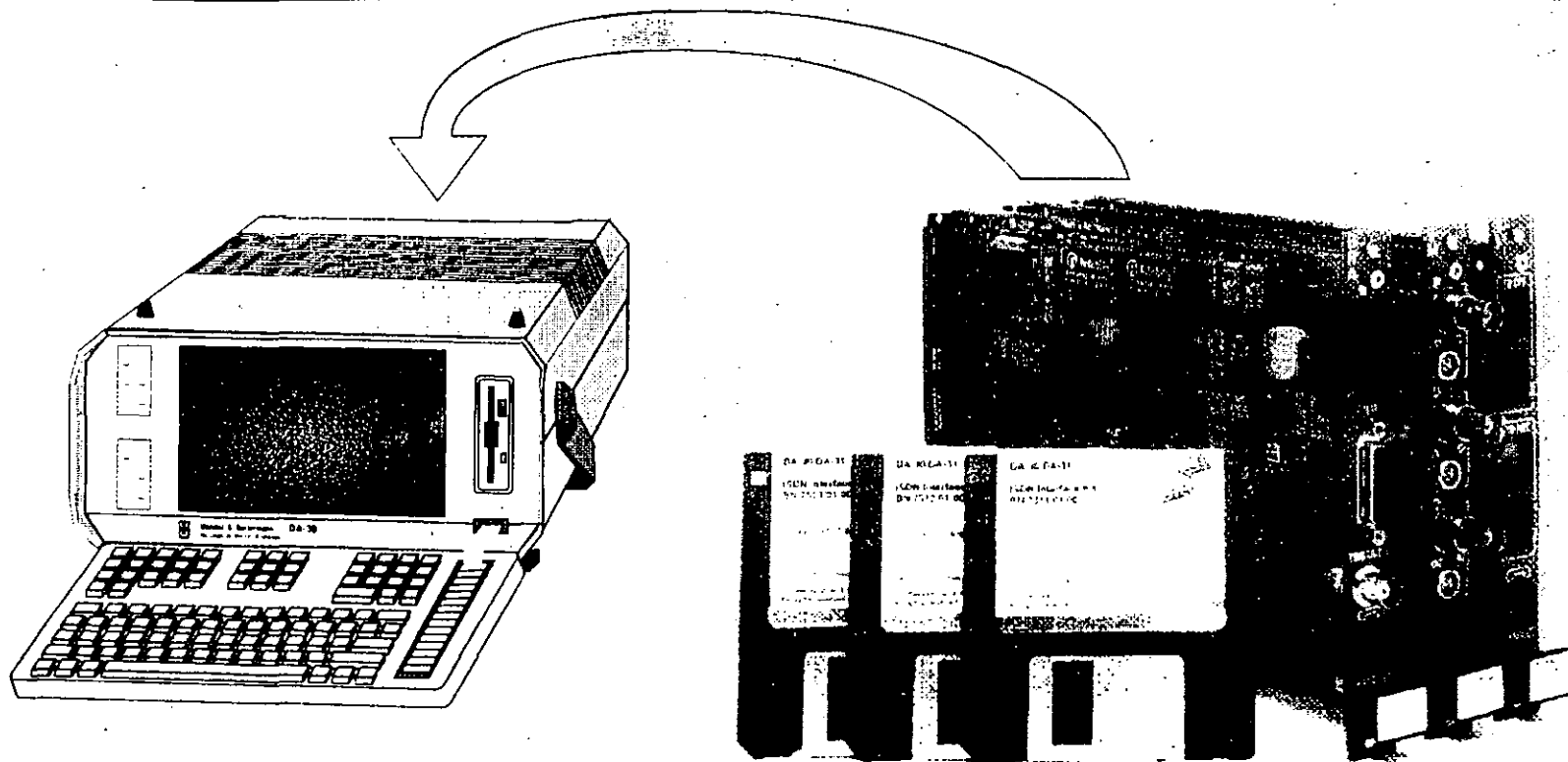
Medición extremo a extremo con protocolo RDSI



Medición extremo a extremo sin protocolo RDSI



Módulos para Interfaz de Línea RDSI



- ▶ Interfaces 2B+D, 30B+D o 23B+D
- ▶ Puede monitorizar el canal D y un canal B al mismo tiempo
- ▶ La capacidad *autotrack* encuentra automáticamente el canal B
- ▶ Decodifica protocolos encapsulados
- ▶ Decodifica X.25 en los canales B y D
- ▶ Permite la decodificación según las necesidades del usuario
- ▶ Permite monitorización de la capa 1

Wandel & Goltermann
Tecnología de Medición Electrónica





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

CURSOS ABIERTOS.

IV CURSO INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

MOD. III DE TELECOMUNICACIONES

TEMA: INTERFASE " U "

ING. DANIEL REYES ESPINOS

RED DIGITAL DE SERVICIOS INTEGRADOS (RDSI) INTERFASE "U"

FACULTAD DE INGENIERÍA
EDUCACIÓN CONTINUA
UNAM

Red Digital de Servicios Integrados (RDSI) Interfase U

INTRODUCCION

Actualmente en la mayoría de las Redes Telefónicas en el mundo, las centrales y los sistemas de transmisión entre ellas son digitales. Sin embargo la transmisión y la señalización hacia el subscritor es aún analógica.

Otra situación actual es que existe una creciente demanda de servicios de telecomunicaciones, que requieren un mayor ancho de banda que el que puede ofrecer el canal telefónico, además para poder tener acceso a cada uno de estos servicios (por ejem. 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. La Red Digital de Servicios Integrados "RDSI", ha intentado desde 1988, ser una solución a este tipo de problemática en el mundo de las telecomunicaciones, sin tener el éxito esperado.

De acuerdo a la UIT, 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 interfasas, y se supone que la RDSI debe ser una evolución natural de la red telefónica mundial existente. Sin embargo la práctica ha demostrado que no es la tendencia internacional, una de las principales razones es que se requiere de una alta inversión para poder ofrecer esta tecnología tanto en el lado de Red del operador de Telecomunicaciones como del lado del usuario.

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 por que representa en promedio, según datos de la UIT entre el 0.4 y el 1.0% del producto nacional bruto de cada país.

Dentro de la inversión realizada por las administraciones telefónicas, el más alto porcentaje es realizado en la *red externa* (toda la infraestructura que va desde la central telefónica hasta las instalaciones del usuario), el cual se muestra en la fig. 1.

ING. DANIEL REYES ESPINOS
TELEFONOS DE MEXICO
19 JUNIO 1995

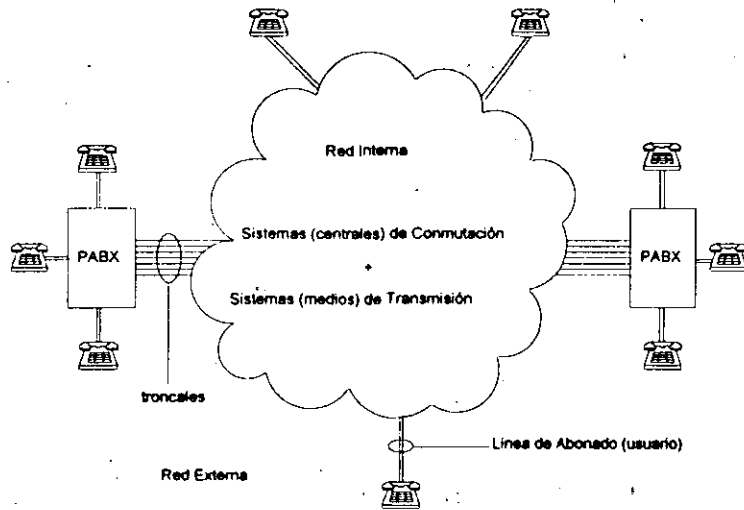


Fig 1. Red Telefónica

Conforme a un estudio de la UIT, la red externa representa entre el 40 y el 50% de la inversión total en las redes telefónicas. (Ver fig. 2) /Las condiciones de la planta externa son de suma importancia porque determinan la calidad de los servicios ofrecidos a los clientes ya que juega un papel crucial por que está 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 sino se tiene el mismo elevado nivel de calidad en la planta externa.

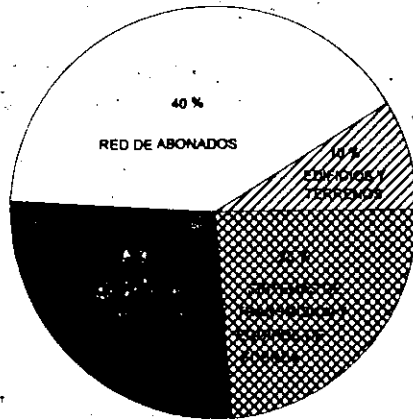


Fig. 2. Inversión en la red telefónica.

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

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

- a) Acceso Básico y
- b) Acceso Primario

Una forma práctica de identificar la diferencia que existe entre estos dos tipos de accesos se muestra en la fig. 3, 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 o de 1.544Mbps.

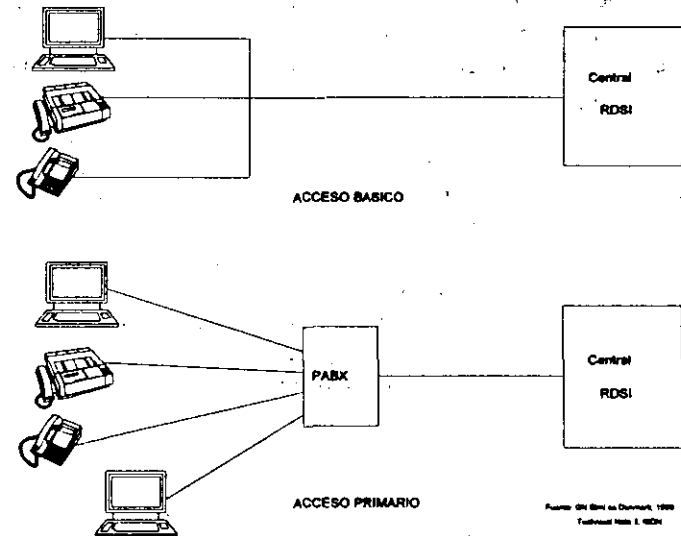
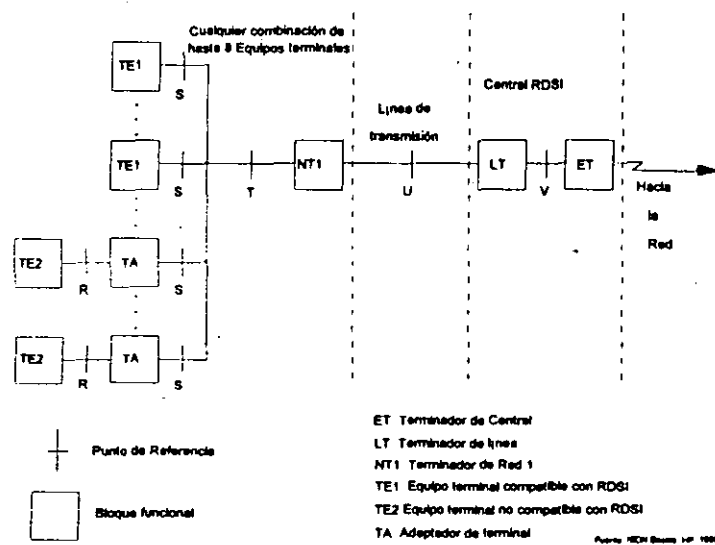


Fig. 3. Tipos de Acceso a la RDSI.

INTERFASE U

El modelo de referencia definido por el CCITT donde se especifican las interfases que existen en el lado del usuario para conectarse a la red publica RDSI, se muestra en la fig. 4. Estas notas se enfocarán básicamente a analizar el punto de referencia U.



Al inicio de la RDSI no fue normalizado el punto de referencia o interfase U por el CCITT, por lo que cada administración definió la técnica de transmisión, el código de línea a utilizar y las características físicas de la interfase.

Como al inicio se explicó, por razones económicas el actual par de hilos de cobre que llegan a la casa del cliente del servicio telefónico, deben ser utilizados para transportar la información de los servicios ofrecidos por la RDSI, es por esto que la línea del suscriptor 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".

En la actualidad la velocidad máxima de transmisión a través de la línea telefónica utilizando modems, es de 19.2 Kbps, por lo que el diseño de esta interfase tuvo 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 resolvió utilizando una técnica adecuada de transmisión y el segundo tratando de reducir la velocidad con un código de línea que además permitiera aprovechar las características de transmisión que presenta el par de hilos de cobre.

TECNICAS DE TRANSMISION EN LA LINEA DE ABONADO (INTERFASE U)

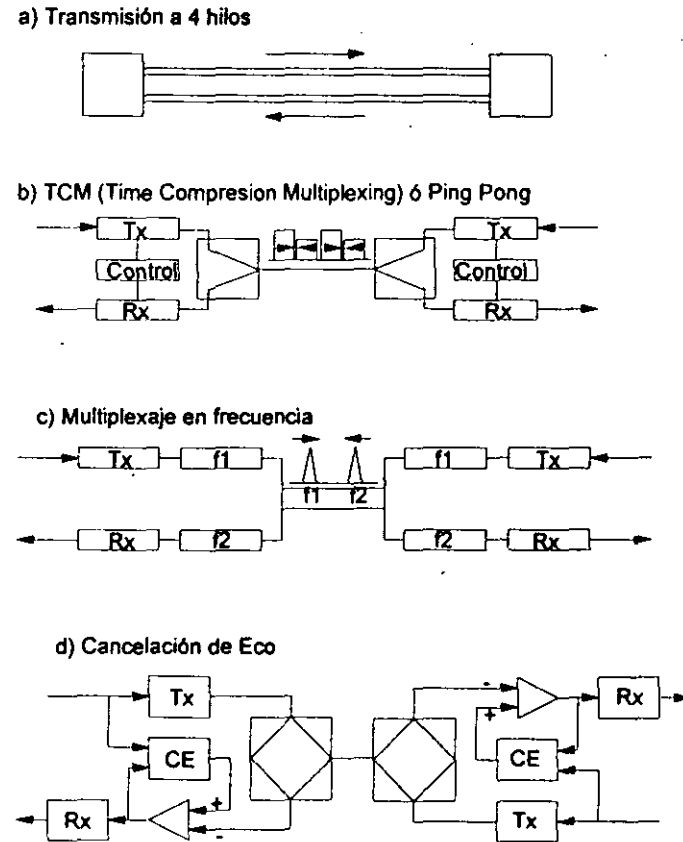


Fig. 5. Métodos de transmisión en la línea de abonado (Interfase U).

TRANSMISION A 4 HILOS

Esta técnica de transmisión no tiene posibilidades en la práctica ya que todos los clientes 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).

DIVISION 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 o Telediafonía (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 subscriber. (Ver anexo1)

Una de la ventajas de esta técnica es que la diafonía en el lado cercano o Paradiafonía (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 subscriber debido a la asimetría en la transmisión; por lo que esta técnica fue abandonada. (Ver anexo1)

TCM (Time Compression Multiplexing) ó PING PONG

Esta técnica de transmisión también conocida como 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.

CANCELACION 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 desacople 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 desacople de impedancias a lo largo de la línea es sumado al eco local.

Para eliminar la señal producida por dicho desacople de impedancias, se ha diseñado un dispositivo que elimina el eco usando la información transmitida, llamado "Candelador 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 subscriber 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 estas características son el bifase, bipolar, 4B3T y 2B1Q. El código determina la complejidad de su implementación en Circuitos Integrados, por ejemplo 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 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.

CÓDIGOS DE LINEA PARA RDSI.

El objetivo que se persigue la RDSI en la interfase "U", es bajar lo mas posible la velocidad de la línea, 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.

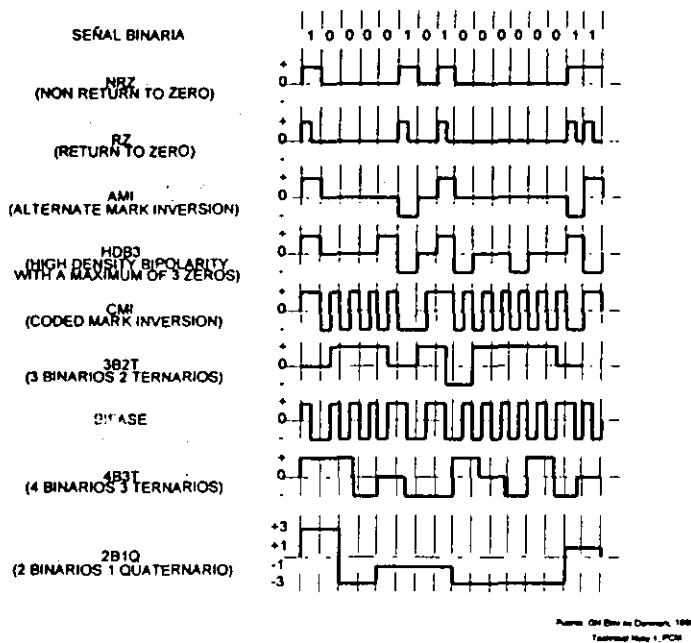


Fig.6. Códigos de Línea.

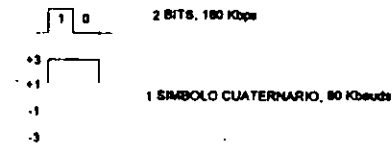
En la fig.6 se muestran los códigos de línea más utilizados en sistemas de transmisión, sin embargo los códigos más utilizados por las Administraciones Telefónicas para RDSI en la interfase U son:

- 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 LINEA 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. 7)

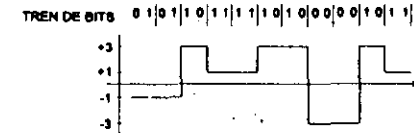
2 BITS SE CONVIERTEN EN 1 SÍMBOLO CUATERNARIO



REGLA DE CODIFICACION

PAR DE BITS DIBITS	SALIDA CODIFICADA
10	+3
11	+1
01	-1
00	-3

EJEMPLO DE CODIFICACION



Fuente: IECI, Plan Obsoleto de Asistencia
RDSI FIEL, Juan Villar & Serna 1986

Fig. 7. Código de línea 2B1Q para la interfase U.

CÓDIGO DE LINEA 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. 8)

4 BITS SE CONVIERTEN EN
3 SIMBOLOS TERNARIOS

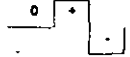


TABLA DE CODIFICACION			
BITS	CERO 0		DISPARIDAD
	NEGATIVO	POSITIVO	
0000	+0	+0	0
0001	-+0	-+0	0
0010	0+0	0+0	0
0011	+00	+00	0
0100	+0+	-0-	2
0101	0+0	0--	2
0110	+0+	-0-	2
0111	+++	---	3
1000	+++	---	1
1001	++0	---0	1
1010	+0+	-0-	1
1011	+00	-00	1
1100	0+0	0-0	1
1101	0+0	0-0	1
1110	0+0	0-0	1
1111	-0+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

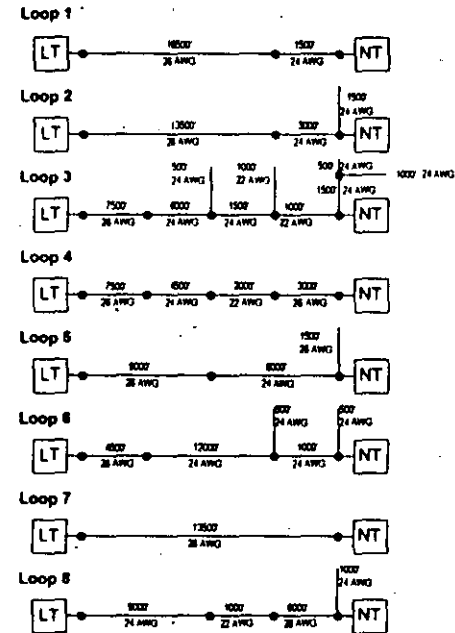
DISPARIDAD 0 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0

Fuente: IEEE, Paper Submitted to Association
for Computing Machinery, New York, N.Y., June 1968

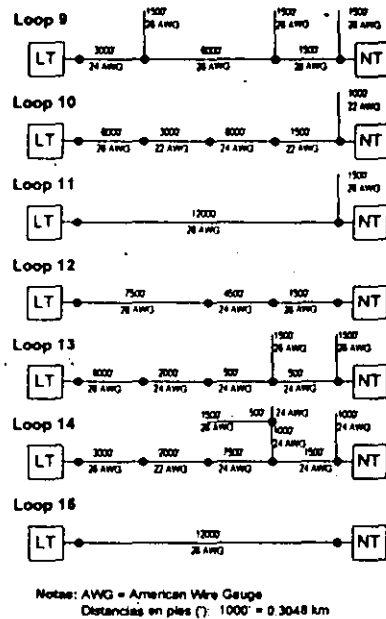
Fig. 8. Código de línea 4B3T para la interfase U.

La selección de un código de línea para cualquier sistema de transmisión telefónico es crítico para su desempeño. Esto es particularmente cierto para la línea Digital de Abonado (LDA) del Acceso Básico de la RDSI. En esta aplicación, el código de línea afecta a los determinantes del desempeño del sistema en un modo crucial, la principal razón es que el código de línea es un instrumento para determinar tanto las características de transmisión de las señales transmitidas como de los niveles de ruido de diafonía en el extremo cercano que se añaden de otros pares en el mismo cable. Además, se requiere que el desempeño de la LDA tenga una Tasa de Error de Bits (BER) de menos de 10^{-7} para toda la planta externa de par metálico [1] de EE.UU.. La complejidad de esta planta está ejemplificado en Figura 9, que da tres ejemplos representativos de las estructuras de las líneas desde el 10% de lazos más perdidos en la población. Las derivaciones y los cambios de calibre en estas líneas conducen a pérdidas de transmisión sustanciales debido a la energía reflejada, a la interferencia entre símbolos producida por múltiples reflejos y distorsión en la transmisión, así como ecos del extremo transmisor de la línea.

Configuraciones ANSI para Prueba en laboratorio



Configuraciones ANSI para Prueba en laboratorio



transceptor completo puede estar implementado en un solo chip usando VLSI. De hecho, en estudios comparativos, la complejidad de los filtros utilizados en el DFE fueron de complejidad idéntica. El argumento está desarrollado basado en que la velocidad es el atributo principal de un código de línea para determinar su desempeño diafonía y su interferencia entre símbolos. Los principales códigos considerados fueron (ver Tabla 1):

- 2B1Q.

Este código convierte bloques de dos bits consecutivos de la señal en un solo pulso de cuatro niveles para transmisión. Como resultado, la velocidad de la línea es la mitad de la velocidad de información. Como todos los posibles valores de los símbolos transmitidos son utilizados al mapear los dos bits en un símbolo cuaternario, se dice que este es un código saturado.

Las limitaciones de espacio no permiten a discusión de todos los códigos de línea considerados. De aquí que, este artículo dedica atención aquellos códigos que han recibido más discusión en las deliberaciones de normas.

- 3B2T.

Este código tiene baja compresión de velocidad con respecto al 2B1Q porque utiliza señales de tres niveles para transmisión en lugar de cuatro niveles. Otro factor que disminuye ligeramente la relación de compresión de velocidad de transmisión es que el código mapea las ocho combinaciones posibles de los tres bits de información en las nueve combinaciones posibles de los dos símbolos ternarios. Por lo que el 3B2T no es un código saturado, pero tiene una cantidad pequeña de redundancia. Para ser específicos, en el 3B2T, el doble cero es una palabra prohibida del código [2].

- 4B3T.

Este código tiene aún una reducción menor de la velocidad de transmisión que el 3B2T porque tiene mayor redundancia que el 3B2T, aunque también transmite señales ternarias. En el 4B3T, los 16 posibilidades de los 4 bits de información están mapeadas en 27 posibles combinaciones de 3 símbolos ternarios para transmisión [3] [4]. Se verá posteriormente que esta redundancia puede ser usada para crear propiedades deseadas del código a costo de hacer complejo el equipo.

- AMI.

Alterne Inversión de Mark (AMI), invierte la polaridad de un 1, o de más o dos bits previamente transmitido. Este código de línea ternario utiliza múltiples tablas de codificación, como lo hace el 4B3T.

Sin embargo, en contraste con los tres códigos anteriores, AMI utiliza un codificador bit-a-bit más que un codificador en bloque. Por lo que, su velocidad de línea es igual a su velocidad de información. Se deberá notar que AMI es muy similar al Dicode [5]. En el Dicode, los bits entrantes pasan a través de un filtro digital con una función de transferencia de (1-D) previo a la modulación para transmisión, agregándole al módulo dos sumadores antes de que el filtro digital produzca el AMI.

- MDB.

Duobinario Modificado (MDB) es también un código de respuesta parcial. En el MDB, cada bit de información conduce a un pulso transmitido en una ranura de tiempo seguida por un pulso

Fig. 9 Líneas representativas de la planta externa de EE.UU.

Para proporcionar Accesos Básicos de una forma económica, la LDA debe ser utilizada sin acondicionar la planta externa (es decir sin retirar las derivaciones y sin redistribuir los pares), no obstante los efectos perniciosos de las derivaciones y los cambios de calibre. Aún más, no deben asociarse operaciones especiales de ingeniería con la instalación de la LDA. Así, para el Acceso Básico de RDSI, una LDA tiene que ser utilizada directamente de la planta telefónica existente.

En la formulación de las normas de la interface U, por la Exchange Carrier Standards Association (ECSA), muchos códigos de línea y variaciones de códigos de línea fueron estudiados. Este artículo es una revisión de las consideraciones en estos estudios que llevaron a la selección del código de línea 2B1Q (cada dos bits de la señal de entrada están representados por un símbolo cuaternario) para el estándar Norteamericano del Acceso Básico. En este artículo, varios de estos serán considerados para ilustrar los atributos principales de las características de un código de línea que llevaron finalmente a la selección del código de línea 2B1Q como el Estándar Norteamericano.

Los estudios supusieron que los Canceladores adaptativos de Eco (ECs) y los Equalizadores con Retroalimentación de Decisión (DFEs) fueron utilizados en los transceptores. Los códigos se compararon utilizando simulación, con nivel de complejidad restringida de modo que el

idéntico de polaridad opuesta, en una ranura de tiempo un intervalo de tiempo es eliminado. Como resultado, los bits que llegan para transmisión, en una ranura de tiempo es retirada de otra, produciendo traslape entre los símbolos transmitidos. MDB es, un resultado de esta superposición de símbolos transmitidos, un código ternario que utiliza codificación bit-a-bit. MDB es un código redundante sin reducción de velocidad.

2 Una tabla de codificación convierte bloques de bits de entrada en bloques de símbolos para ser transmitidos.

- BI-FASE.

En el código bi-fase, los pulsos transmitidos tienen igual número de valores positivos y negativos como en el dicódigo, pero con la mitad de ancho del pulso del dicódigo de modo que no se extiende más allá de un simple intervalo de tiempo de transmisión. Así, el bi-fase tiene una componente de DC balanceada y es un código binario más que ternario. Es un código saturado y no ofrece reducción de la velocidad.

Además los códigos de línea por si mismos, tienen algunas características generales que fueron investigadas con respecto a su desempeño. Por ejemplo, para determinar los efectos relativos a la estructura y reducción de la velocidad de transmisión, el código 8B8T fue diseñado para tener características óptimas de pérdida y de diafonía[6]. Dado que este código no tiene reducción de velocidad, cualquier efecto del código en el desempeño fue debido puramente a la estructura del código. Los resultados del estudio de este código demuestran que la reducción de la velocidad fue la forma más efectiva de mejorar su desempeño mas que una juiciosa selección de la estructura del código. Como otro ejemplo, se encontró que fue posible reducir el ancho de banda a menos de la frecuencia de Nyquist y lograr aún buenos resultados debido a la acción del DFE. Más rápida- que la señalización de Nyquist, había estado investigado antes [7], y posteriores investigaciones demostraron inevitable pérdida de altura del pulso inherentemente a la restricción de la banda a menos de la frecuencia de Nyquist [8].

Este artículo compara los atributos de varios códigos de línea considerados para determinar el estándar Norteamericano para el Acceso Básico de la RDSI.

También proyecta que la tecnología estudiada para la LDA del Acceso Básico progresará y permitirá un desarrollo de hasta 800 kbps en la LDA para uso dentro de un área de un prestador de servicios.

Imperfecciones que afectan el desempeño de un código de línea

Los impedimentos principales de un buen desempeño de la transmisión en una LDA son:

La entidad de ingeniería de la planta externa. Dentro del área de la planta externa, cualquier línea que contenga alambre de calibre 26 está restringido a una longitud total de 9 kft., incluyendo una derivación. Si no hay alambre de calibre 26 en la línea, su longitud total puede ser de hasta 12 kft. La longitud total de una derivación está limitada a 2.5 kft., sin ninguna derivación mayor a 2.0 kft.

RUIDO IMPULSIVO.

De todas las imperfecciones que ocurren en la planta telefónica, muy poco es conocido acerca del ruido impulsivo. Información tomada de la planta externa de la Corporación NYNEX [9] muestra que varía sustancialmente en frecuencia de ocurrencia, intensidad, y características de localidad en localidad, y de vez en cuando en la misma localidad. Más aún, la energía de muchos de los impulsos está concentrada en una banda por debajo de los 50 khz, pero este no es siempre el caso. Un análisis posterior de los resultados de NYNEX fue informado a la ECSA por R. McDonald [10]. Este reporte mostró que los picos de ruido impulsivo en el rango de 10 mv a 40 mv se encontró que ocurre tan a menudo como cada 6 seg en algunas terminaciones de línea de centrales locales y dos a tres veces en un minuto en las premisas del abonado. Duraciones promedio de los periodos con impulsos variaron de cerca de 30 μ s acerca de 100 μ s, con impulsos más intensos tienden a durar más tiempo. Debido a la variabilidad de las características del ruido impulsivo, es esencialmente la pérdida del cuadrado medio-inherente en un código de línea que afecta su desempeño del ruido impulsivo, y no explícitamente su ancho de banda de transmisión o su velocidad. Por supuesto, el espectro del código afecta su pérdida, con aquellos códigos con energía concentrada a bajas frecuencias teniendo menos pérdida. Sin embargo, si la concentración de la potencia transmitida a bajas frecuencias es lograda incrementando el número de niveles en los símbolos transmitidos sin incrementar el voltaje de pico, la mejora debida a la reducción del ancho de banda al menos parcialmente anulada. Se concluye en la ECSA que la inmunidad al ruido impulsivo no debería ser una característica utilizada en la decisión para la selección de los códigos de línea considerados. Después de que el código 2B1Q fue seleccionado, el nivel de la potencia de transmisión fue elegido para proporcionar protección adecuada contra ruido impulsivo en casi todos los casos.

- INTERFERENCIA ENTRE SÍMBOLOS (ISI).

La-ISI afecta generalmente a la mayoría de la energía de los pulsos recibidos.

Se supone que la ISI puede ser cancelada esencialmente por un DFE [11]. Sin embargo, algunos códigos requieran Filtros de Retroalimentación mucho más complejos (Feedback Filters FBFs) que otros códigos para lograr esta cancelación. Por ejemplo, un FBF sencillo puede ser adecuado para líneas de abonado con código AMI, mientras que se requerirá uno más complejo cuando se usa el código 2B1Q. Un Filtro con retroalimentación-adelantada adaptable (adaptive Feed-Forward Filter FFF) puede reducir la ISI, y también el ruido de diafonía. Sin embargo, con técnicas de temporización apropiadas, la ISI es minimizada de modo que complejo FFF puede no ser necesario para reunir los requisitos de desempeño de la transmisión de la RDSI. Dado que los filtros transversales requieren de multiplicadores, es un factor importante considerar la complejidad. En el análisis final, sin embargo, la diferencia en la complejidad del chip del transceptor para los diferentes códigos de línea considerados, no hubo diferencias considerables en la construcción del chip.

- RUIDO DE ECO.

La variación de las características de la impedancia de la línea, los cambios de calibre, las derivaciones, y la pérdida a través del transformador de acoplamiento de la línea conducen a un acoplamiento entre el transmisor y el receptor en un transceptor a lo que generalmente se le conoce como eco. Los canceladores de eco adaptables se usan para reducir este deterioro en todos los transceptores de Acceso Básico de la RDSI. Se requiere cerca de 70 dB de supresión del eco de un solo pulso unipolar, incluidos los efectos de la híbrida y la red de compensación

del cancelador adaptativo. Estos ECs utilizan típicamente filtros transversales para formar la réplica aproximada del eco que es usado para cancelarlo. Como en el caso del FBF, en el DFE, algunos códigos requieren de filtros más complejos que otros. Debido a que el nivel de cancelación requerido en el EC es mayor que en el FBF, este es un problema serio. También, algunos códigos conducen a ecos mayores que otros. Debido al nivel de cancelación que es requerido, puede provocar no linealidades en el desempeño del cancelador que solamente puede ser corregido agregándole complejidad al cancelador [12]. Otro factor importante que surge debido a los altos niveles requeridos de cancelación de eco es sensible al desempeño del cancelador con respecto del jitter [13-15]. Cuando se efectúa la cancelación de eco después de la señal recibida, incluyendo ecos, es cuantizada, por lo que habrá ruido residual de eco producido por los errores de cuantificación. Esto implica que canceladores más complejos son también ruidosos [16]. Sin embargo, se encontró en muchos estudios que el ruido de eco residual puede ser mantenido dentro de límites satisfactorios de complejidad de VLSI, por todos los códigos de línea considerados. Además, la cancelación de eco puede efectuarse en el dominio analógico, evitando el ruido de cuantificación de eco [17]. Como resultado, el desempeño del ruido de eco en la selección del código de línea para el Acceso Básico no fue una consideración importante.

- RUIDO CUANTIZADO.

El ruido cuantizado es de considerable importancia porque los ecos son típicamente sustancialmente mayores que las señales entrantes en las líneas de abonado.

Este efecto es exacerbado con el incremento en el número de niveles en el código de línea, debido a que el nivel máximo de los símbolos causa un eco a los niveles de la señal entrante. Sin embargo, se ha encontrado que el uso de convertidores sigma-delta con sobremuestreo [18] pueden proveer un rango dinámico suficiente de modo que todos los códigos considerados tuvieron un ruido de cuantización suficientemente pequeño. Por lo que, el ruido de cuantización no es un factor de peso en la selección el código de línea para el Acceso Básico.

- DIAFONÍA EN EL EXTREMO CERCANO (NEXT).

Algo que causa un deterioro mayor en cualquier sistema de transmisión de abonado de par metálico es el NEXT. De hecho, una planta externa con baja pérdida por NEXT puede ser considerada la planta externa de EE.UU., los niveles de interferencia por NEXT serían demasiado altos para permitir una transmisión bidireccional y la cancelación de eco tendría que ser aplicada a toda la planta de cable no utilizada. En este caso, un modo de transmisión alternativo se requiere que evite la NEXT completamente, aún a cuenta de mayor ancho de banda y una reducción en la cobertura de la planta. La multiplexación por compresión de tiempo ha sido sugerida para tal planta [19].

La NEXT y la ISI fueron los factores más importantes utilizados por la ECSA en la selección del código 2B1Q como el estándar Norteamericano para el Acceso Básico de la RDSI. Las pérdidas por NEXT entre dos pares de cables es función de la frecuencia [20]. La pérdida por NEXT para combinaciones de pares seleccionados aleatoriamente. En Ingeniería y diseño de sistemas de transmisión usando cable. Esto fue derivado de la simulación de 49 transmisores con diafonía con un par con este tipo de perturbaciones en el mismo grupo. Esto da la suma de potencias del ruido por NEXT de los 49 transmisores generando este tipo de anomalía y que excede el 1%, de pares disturbados aleatoriamente seleccionados. El factor que es relevante en la transmisión de señ

ñales digitales con un valor medio de cero es la suma de las potencias de la

señal de diafonía de cada uno de los perturbadores. Esta suma de potencias tiene una distribución de probabilidad que depende de la estructura de cable, de los procesos de fabricación, de los procedimientos de instalación, de edad del cable, etc. Si un par es seleccionado aleatoriamente de la población de pares, de todos los cables multipares con 50 pares, el 99% de los pares seleccionados tendrían mayor pérdida de la suma de potencias de diafonía. Se asume que la línea está terminada en la impedancia característica de los pares de cable. Una curva similar, pero con terminaciones de impedancia fijas, se da en [21].

Debe notarse que tanto el par que genera la perturbación como el par que es afectado se supone que están terminados en las impedancias características de los pares involucrados.

Tabla 1. Codigos de línea considerados para el Acceso Básico

CÓDIGO	Entrada	Salida	Compresión	Redundancia
2B1Q	2 bits	1 cuaternario	50%	0
3B2T	3 bits	2 ternarios	33%	1/9
4B3T	4 bits	3 ternarios	25%	11/27
AMI	1 bit	1 ternarios	0	1/3
MDB	1 bit	1 ternarios	0	1/3
Bifase	1 bit	1 bit	0	0

ANEXO I

RUIDO EN CANALES EN REPOSO

En sistemas analógicos, por ejemplo, un sistema FDM, el ruido ocurre en canales en reposo debido a que el equipo electrónico (amplificadores, filtros, moduladores, demoduladores, etc.) producen ruido que se añade al ruido total del canal.

El equipo electrónico utilizado en el canal en sistemas digitales también genera ruido pero ocurre durante la conversión A/D. En la figura 1.a se muestra una escala de cuantificación. la señal de entrada consiste en el ruido generado por el lado transmisor del canal. El resultado de una conversión A/D es una palabra de código que oscila entre la primera palabra positiva y la primera negativa. El resultado de la descodificación se muestra en la figura 1.b. Como se deduce de la figura, la potencia de ruido resultante es independiente de lo bajo que era el ruido inicial. la conversión A/D amplifica el ruido en canales en reposo.

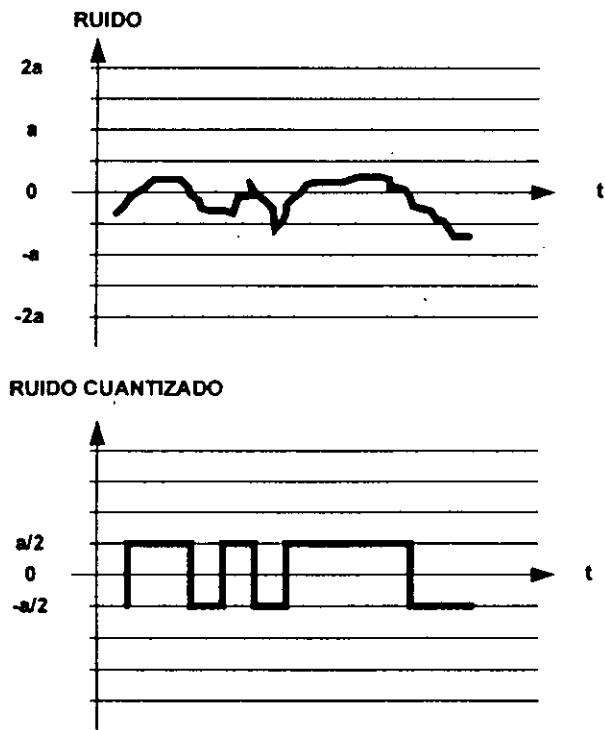


Fig. 1 Ruido cuantificado en un canal en reposo.

la figura 1 muestra el caso más desfavorable, que hay que comparar con la situación en la figura 2, es decir, el caso más favorable. Aquí tenemos un ruido que se superpone en una tensión continua en $a/2$, la mitad de un intervalo de cuantificación. En este caso la salida del decodificador permanecerá constante a $a/2$, es decir, el ruido inicial es eliminado completamente mientras su amplitud está por debajo de $a/2$.

DIAFONÍA

la diafonía es muy similar a lo que rige para el ruido en canales en reposo. la diafonía pasa de un canal a otro vía circuitos asociados al canal del lado transmisor, por conversión A/D. El resultado de esta conversión da la diafonía total del lado transmisor. la figura 3 muestra la conversión A/D de una señal de diafonía. Como se ve en esta figura la señal cuantificada tendrá el mismo nivel, independientemente del nivel de la señal de diafonía, mientras sea más corta que un intervalo de cuantificación. En otras palabras, la diafonía se amplifica cuando el canal esta sin tensión continua. Teóricamente el nivel de la señal de diafonía cuantificada será de -66 dBm0.

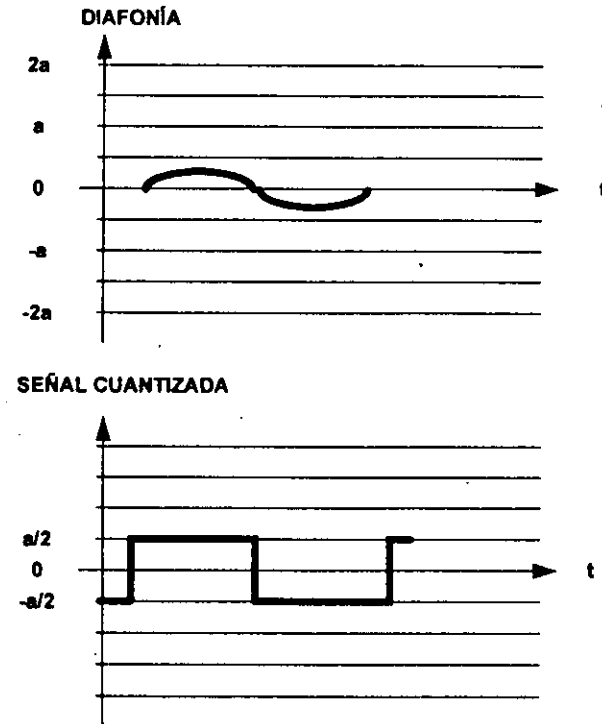
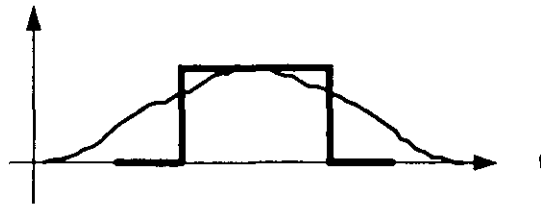


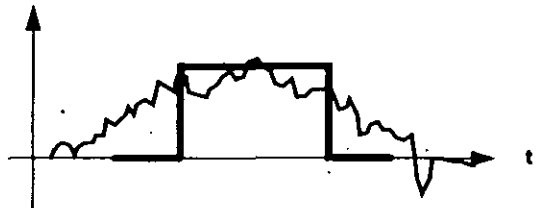
Fig. 3 señal de diafonía y señal sinusoidal cuantificada

Por otra parte si tenemos una tensión continua superpuesta de la mitad de un paso, la diafonía se filtra y elimina completamente.

El par de la línea de abonado también absorbe perturbaciones de otros pares en el cable y del ambiente circundante. la figura 3 muestra la situación en la entrada de un regenerador. El impulso cuadrado original es enormemente distorsionado y perturbado después de pasar a través por más de 2 km. de cable de pares. la atenuación, que quizás llegue a unos 30 dB, no se muestra en la figura. la función del regenerador es restablecer la forma del impulso original.



PULSO DISTORSIONADO



ENSANCHAMIENTO DEL PULSO (INTERFERENCIA ENTRE SIMBOLOS)

Fig. 3 impulso distorsionado y Ensanchamiento o propagación del impulso

la regeneración de un impulso significa que el valor instantáneo de la señal se compara con dos niveles umbral. Si la señal está por encima del umbral superior se interpreta como UNO; si esta por debajo del umbral inferior se interpreta como CERO. la comparación se hace en un punto de tiempo que sea lo más "seguro" posible con respecto al riesgo de tomar una decisión errónea.

La elección de niveles umbral es crítica para la función de un código de línea. Para optimizar esta elección hay que considerar la influencia del par de cables y las perturbaciones en la señal.

Como resultado de la ancho de banda limitado del par de cables, un impulso emitido será ensanchado de forma que partes de él permanecerán en el punto central del siguiente impulso. la figura 3 muestra un impulso cuadrado, la forma que tiene cuando se emite y la forma que tiene después de pasar la línea limitadora de banda. Aquí no se ha tomado en cuenta la atenuación ni la demora.

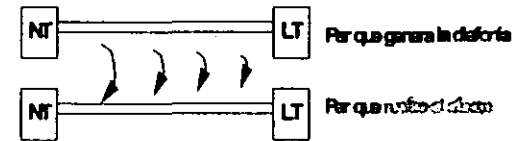
El fenómeno se denomina interferencia entre símbolos.

Por ejemplo podemos ver que los niveles hasta el borde inferior del ajo han de ser definitivamente interpretados como CERO. Por encima de este nivel tenemos que tener un margen para compensar el hecho de que en la práctica la detección no puede tener lugar exactamente en el "mejor" punto de tiempo. Además hemos de tener en consideración que el regenerador no proporciona una adaptación perfecta al cable en lo que se refiere a impedancia. Esto es actualmente imposible, ya que diferentes tipos de cable dan a los pares diferentes impedancias características.

Los fenómenos tratados hasta ahora tienen que ver con las características del par del cable sin considerar el ambiente circundante. No obstante el cable contiene otros pares que son una fuente de perturbaciones.

La perturbación más molesta es la diafonía desde otros pares el cable multipar. Tal diafonía es de dos tipos: NEXT, paradiafonía, que ocurre entre pares con dirección opuesta de transmisión y FEXT, telediafonía, que ocurre entre pares con la misma dirección de transmisión. Ver la figura 4.

NEXT (Near End CrossTalk)
Diafonía en el extremo cercano (Paradiafonía)



FEXT (Far End CrossTalk)
Diafonía en el extremo lejano (Telediafonía)

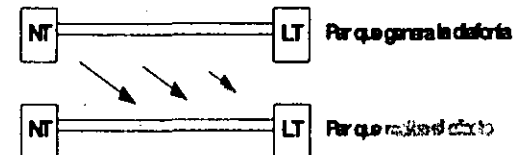
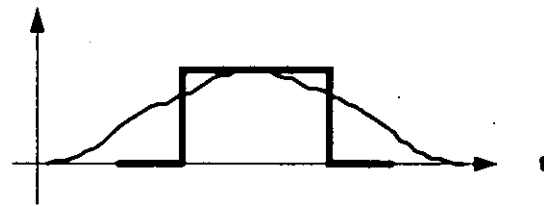


Fig. 4 Paradiafonía (NEXT) y telediafonía (FEXT)

la perturbación más seria es producida por la paradiafonía. la causa de esto es que el par que disturba tiene un alto nivel cerca de la salida del regenerador (antes de que la señal haya sido

El par de la línea de abonado también absorbe perturbaciones de otros pares en el cable y del ambiente circundante. la figura 3 muestra la situación en la entrada de un regenerador. El impulso cuadrado original es enormemente distorsionado y perturbado después de pasar a través por más de 2 km. de cable de pares. la atenuación, que quizás llegue a unos 30 dB, no se muestra en la figura. la función del regenerador es restablecer la forma del impulso original.



PULSO DISTORSIONADO



ENSANCHAMIENTO DEL PULSO (INTERFERENCIA ENTRE SIMBOLOS)

Fig. 3 impulso distorsionado y Ensanchamiento o propagación del impulso

la regeneración de un impulso significa que el valor instantáneo de la señal se compara con dos niveles umbral. Si la señal está por encima del umbral superior se interpreta como UNO; si esta por debajo del umbral inferior se interpreta como CERO. la comparación se hace en un punto de tiempo que sea lo más "seguro" posible con respecto al riesgo de tomar una decisión errónea.

La elección de niveles umbral es crítica para la función de un código de línea. Para optimizar esta elección hay que considerar la influencia del par de cables y las perturbaciones en la señal.

Como resultado de la ancho de banda limitado del par de cables, un impulso emitido será ensanchado de forma que partes de él permanecerán en el punto central del siguiente impulso. la figura 3 muestra un impulso cuadrado, la forma que tiene cuando se emite y la forma que tiene después de pasar la línea limitadora de banda. Aquí no se ha tomado en cuenta la atenuación ni la demora.

El fenómeno se denomina interferencia entre símbolos.

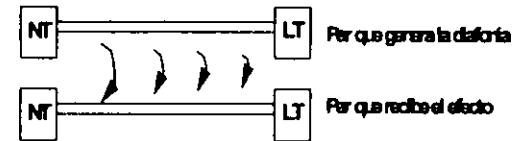
Por ejemplo podemos ver que los niveles hasta el borde inferior del ajo han de ser definitivamente interpretados como CERO. Por encima de este nivel tenemos que tener un margen para compensar el hecho de que en la práctica la detección no puede tener lugar exactamente en el "mejor" punto de tiempo. Además hemos de tener en consideración que el regenerador no proporciona una adaptación perfecta al cable en lo que se refiere a impedancia. Esto es actualmente imposible, ya que diferentes tipos de cable dan a los pares diferentes impedancias características.

Los fenómenos tratados hasta ahora tienen que ver con las características del par del cable sin considerar el ambiente circundante. No obstante el cable contiene otros pares que son una fuente de perturbaciones.

La perturbación más molesta es la diafonía desde otros pares el cable multipar. Tal diafonía es de dos tipos: NEXT, paradiafonía, que ocurre entre pares con dirección opuesta de transmisión y FEXT, telediafonía, que ocurre entre pares con la misma dirección de transmisión. Ver la figura 4.

NEXT (Near End CrossTalk)

Diafonía en el extremo cercano (Paradiafonía)



FEXT (Far End CrossTalk)

Diafonía en el extremo lejano (Telediafonía)

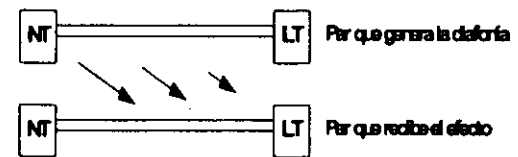


Fig. 4 Paradiafonía (NEXT) y telediafonía (FEXT)

la perturbación más seria es producida por la paradiafonía. la causa de esto es que el par que disturba tiene un alto nivel cerca de la salida del regenerador (antes de que la señal haya sido

atenuada), mientras que la señal en el par perturbado tiene un nivel bajo (la señal ha sido muy atenuada).

la telediafonía nunca alcanzará los mismos valores debido a que el par perturbado y el par que perturba tienen un nivel alto. las señales se atenúan uniformemente a lo largo de la línea.

La diafonía ente pares no es la única Perturbación que puede ocurrir. Los pares físicos en el cable también pueden perturbar a los pares. En estos casos, la fuente suelen ser otras posibles fuentes de interferencia como son los cables de energía y las líneas de ferrocarril eléctricas cerca del cable, así como las perturbaciones atmosféricas.

El margen de perturbaciones indica la cantidad de perturbaciones que se pueden tolerar antes de que resulte en una decisión errónea.



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

CURSOS ABIERTOS.

IV CURSO INTERNACIONAL DE COMUNICACIONES

MOD. III 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-

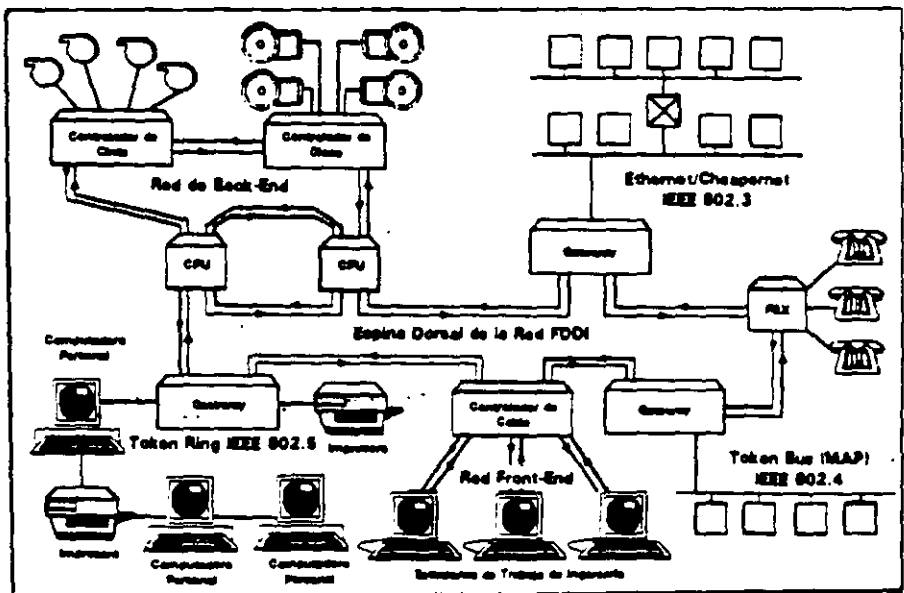
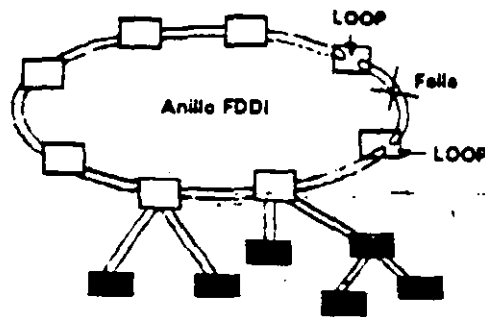
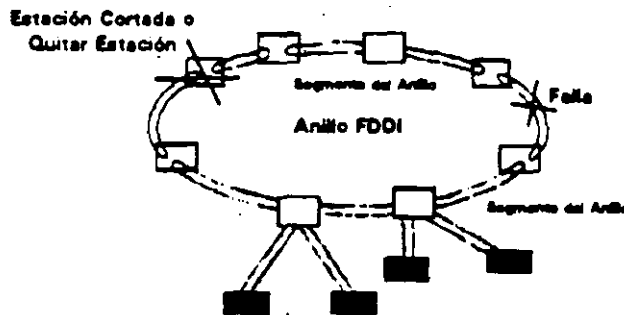


Figura 1. Posibles aplicaciones del FDDI

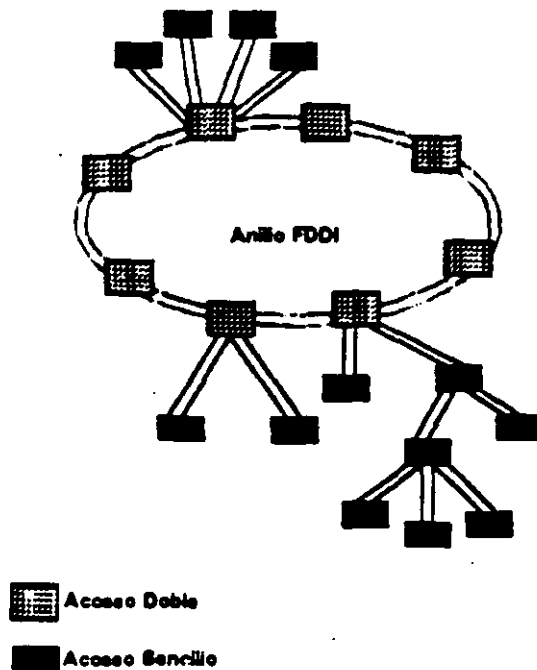
UNA FALLA



FALLAS MÚLTIPLES



ESTACION/CONCENTRADOR



plementarios, como la televisión por cable en la RDSI-BA (banda ancha), la fibra óptica será el medio ideal para comunicar vía SONET (Red sincrónica óptica) esquemas de transmisión que van desde 51.4 Mbps hasta 13.22 G

CARACTERÍSTICAS 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 fracción 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 RDSI. 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 2. Elementos de la FDDI y su tolerancia a fallas

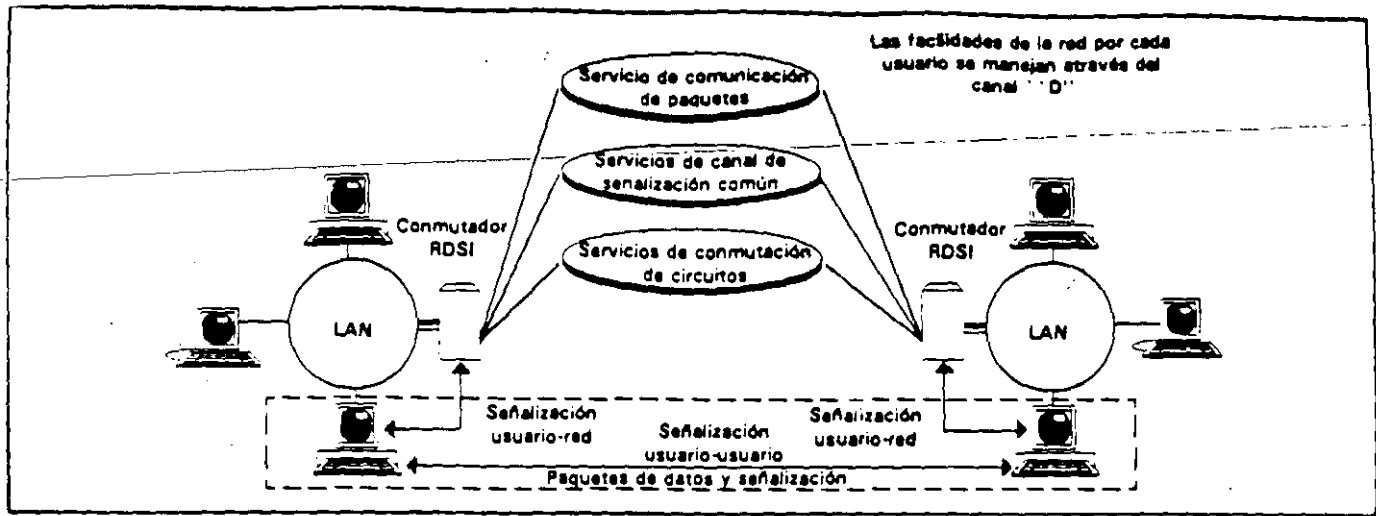


Figura 3. Servicios de la RDSI

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 *Synernetics*. 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 y 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 más 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

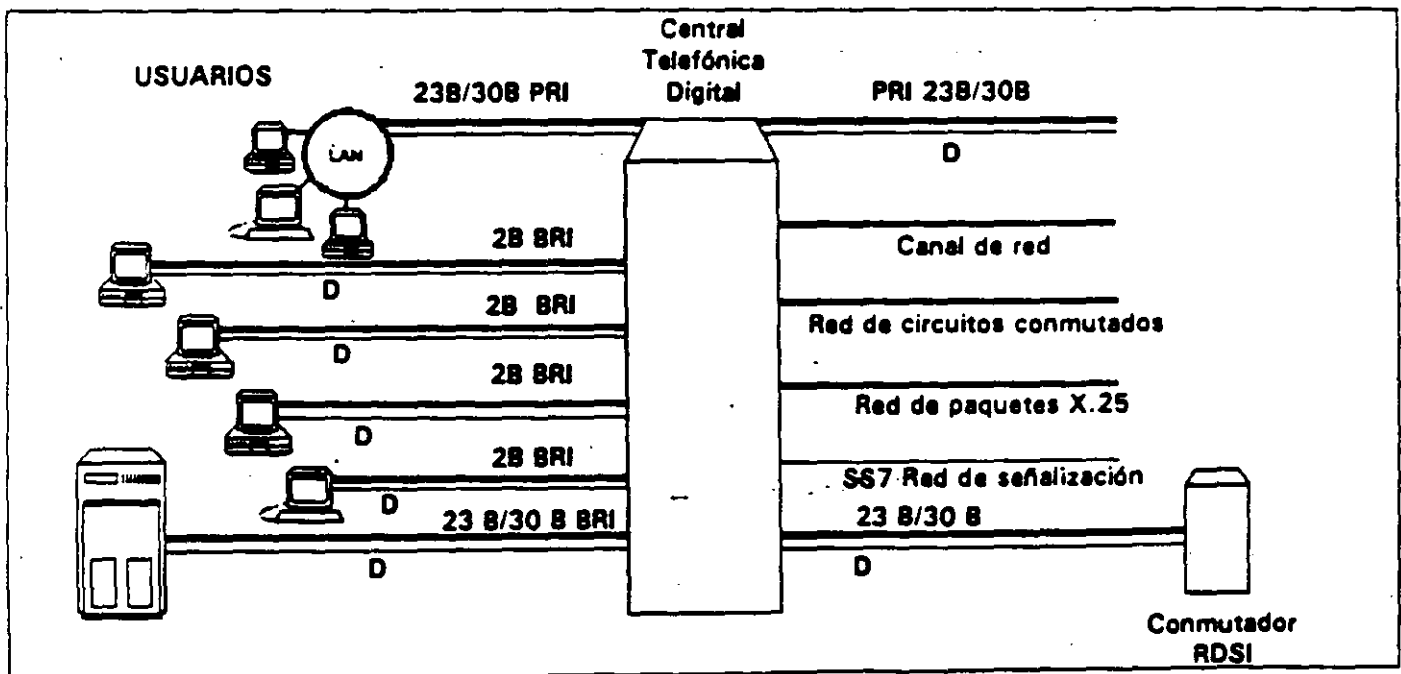


Figura 4. Servicios de la central RDSI

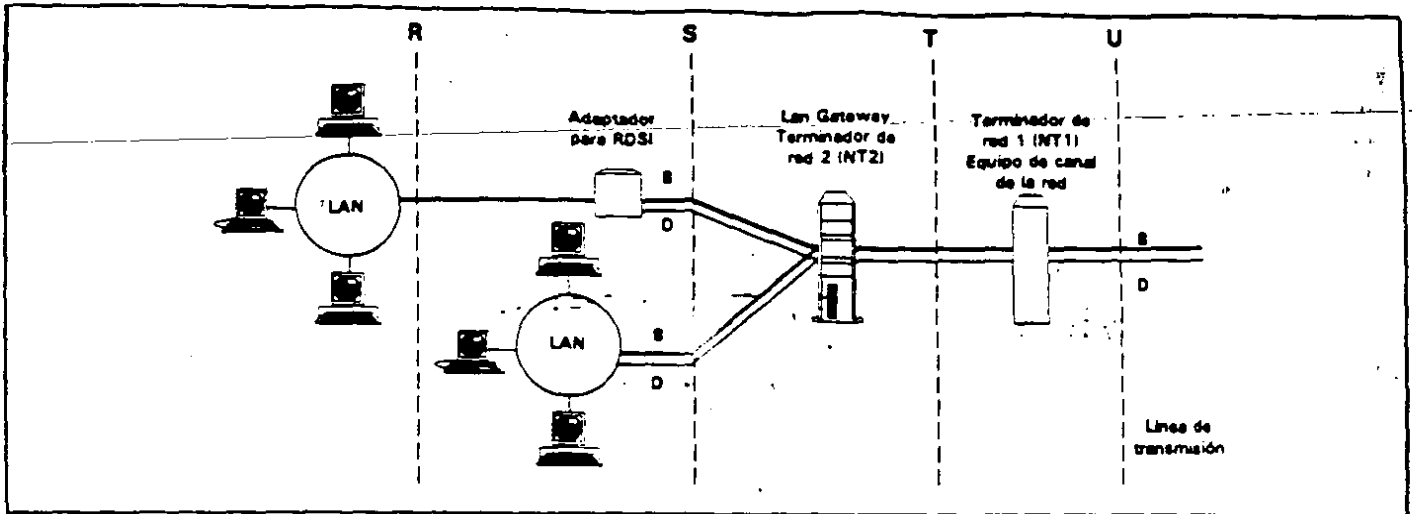


Figura 5. Interfases para los dispositivos incorporados a RDSI

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 sincrónica 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 "Comutación 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 um
Diámetro del revestimiento metálico	125 ± 3 um
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 16 Kbps (2B-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 (X.25) 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 NT2.

- * T, que se establece entre la NT1 y la NT2/TE1.

Tanto la interfase S como la T son eléctricas 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 local 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

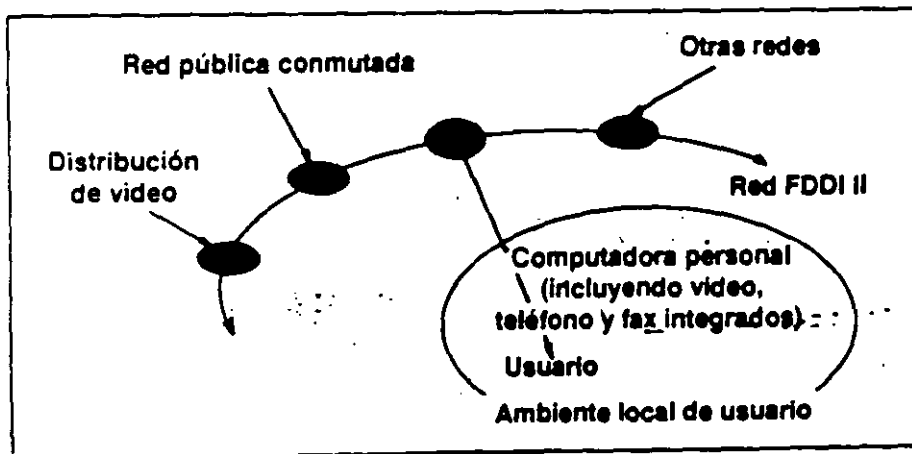


Figura 1. Sistema de configuración FDDI-II. Al soportar la transferencia de voz y datos simultáneamente, FDDI II facilita el diseño de estaciones de trabajo con voz y datos integrados que puedan transferir información analógica y digital desde diferentes recursos. Esto incluye la red

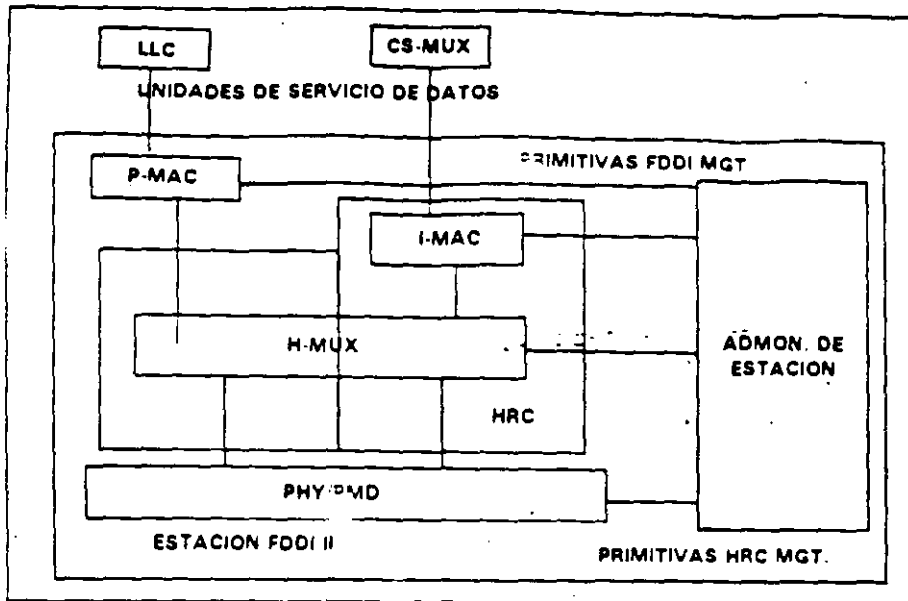


Figura 2. Doble modo de operación. En un modo FDDI II, un controlador de acceso al medio de paquetes asíncrono (P-MAC) maneja las transferencias de datos FDDI estándar, mientras que un controlador de acceso al medio síncrono (I-MAC) realiza las transferencias de voz. Un multiplexor conocido como el control de acceso 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 síncrono 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 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 voz. El canal de paquetes utiliza un mínimo ancho de banda 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

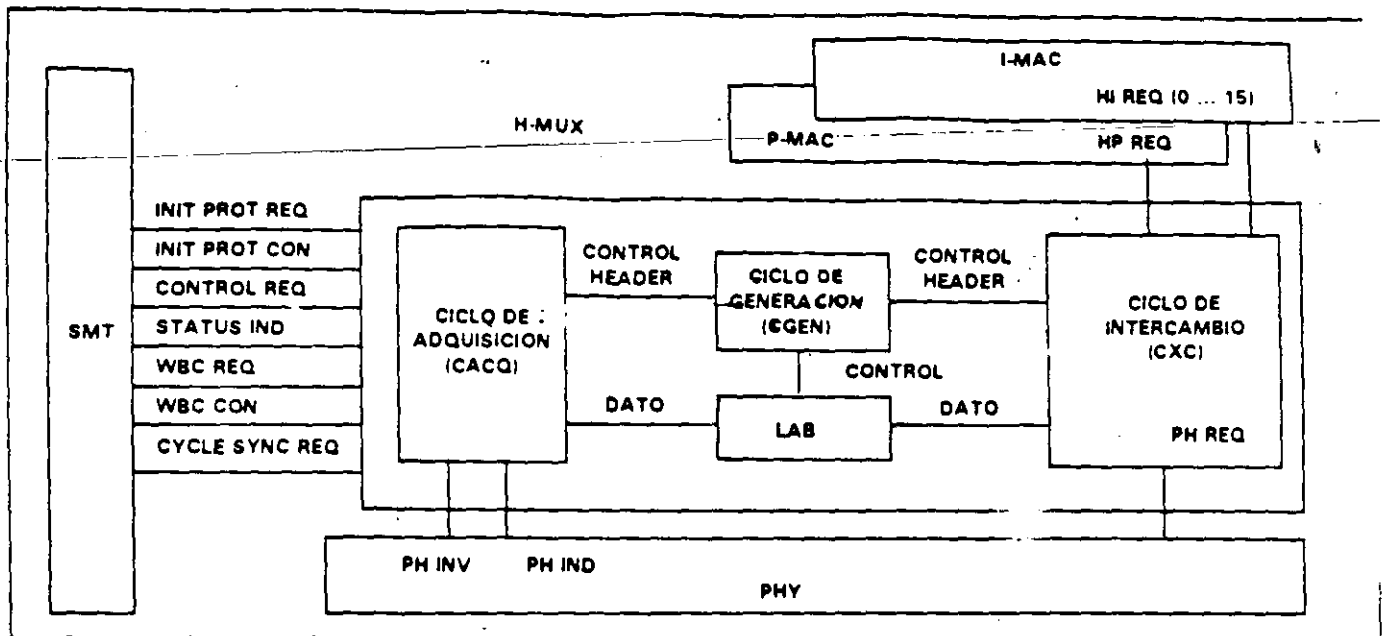


Figura 3. Operación del controlador híbrido. Cuando es usado en el modo de paquete básico, el control de anillo híbrido (HRC) rutea los datos directamente desde la capa física a la P-MAC. En el modo híbrido, el H_MUX del HRC multiplexa y demultiplexa los datos asíncronos del I-MAC y los paquetes de datos 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

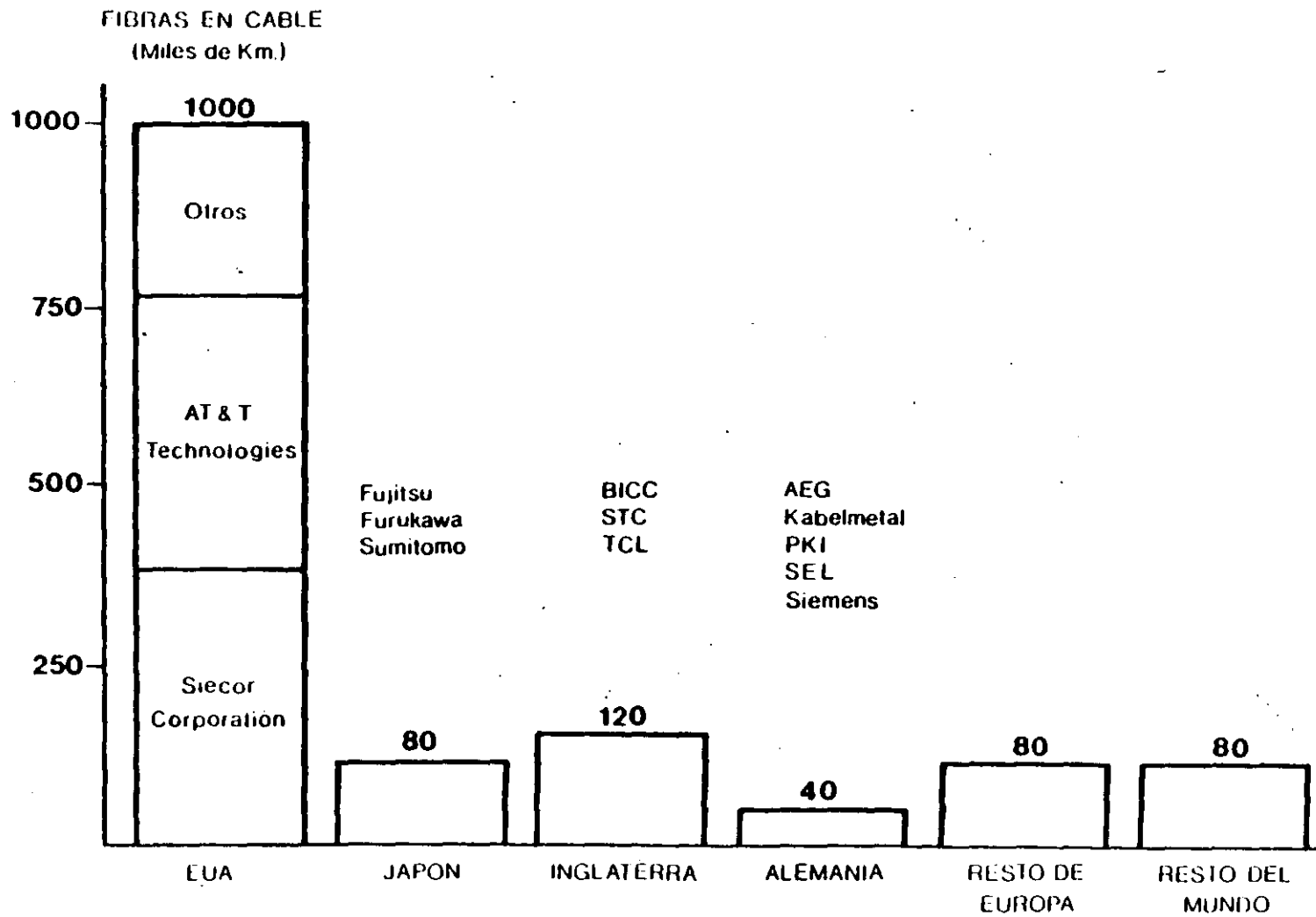
Definitivamente un aspecto importante para el desarrollo y la implantación de la FDDI II es estandarizar productos para lograr la interoperabilidad y establecer prototipos a bajo costo. Para ello, se espera la liberación, en

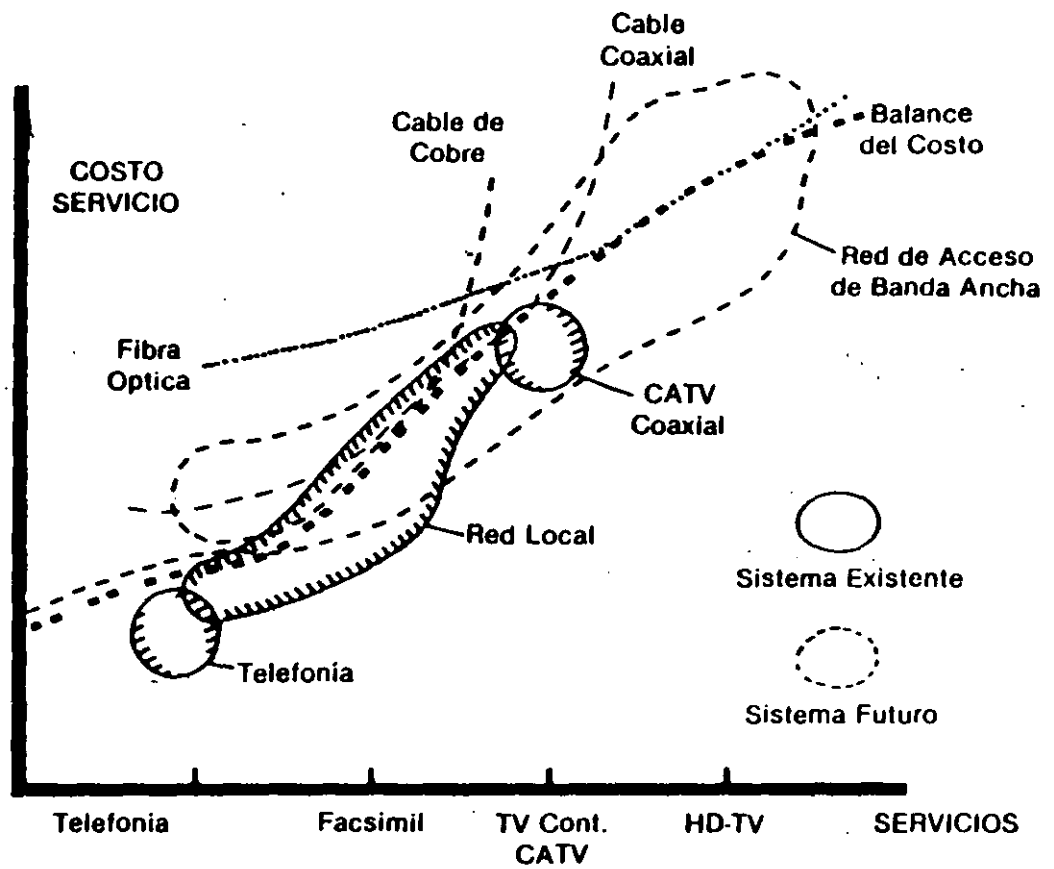
los próximos meses, de un *chip* que contenga el HRC base para el arreglo de las redes FDDI II. Además, se está trabajando a nivel SMT para lograr la operación cooperativa voz-datos en el anillo. Lo anterior quedará finalmente resuelto para finales de 1991.

Con todo esto es posible darse cuenta que, en la década de los noventa, las tecnologías de las

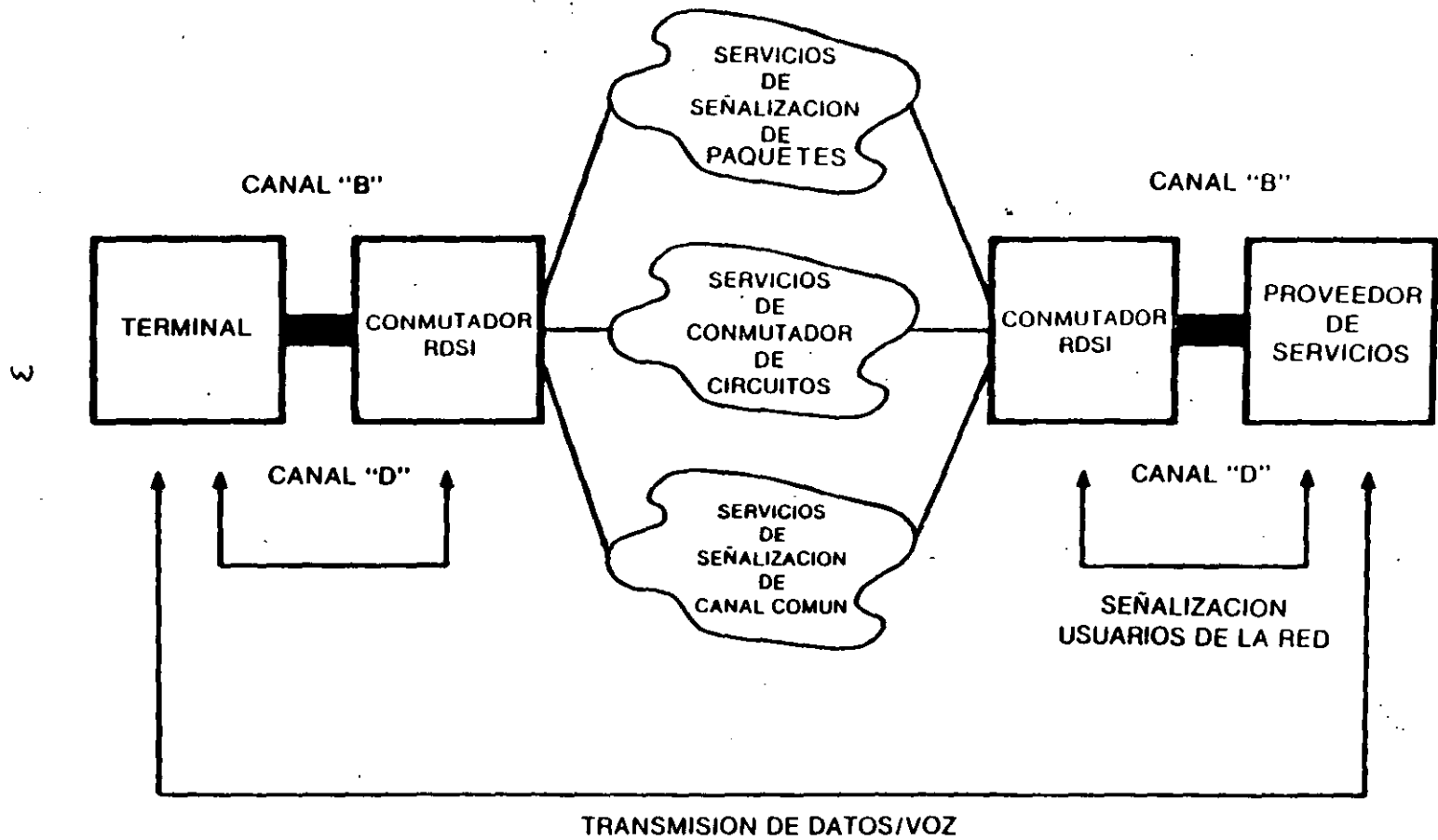
comunicaciones públicas y privadas se estrecharán cada vez más para beneficio de los grandes y medianos usuarios que buscan servicios integrados, al mismo tiempo que facilidades de administración de redes locales y remotas en tiempo real.

La tecnología de la FDDI II ofrecerá, definitivamente, una solución eficiente para dichas necesidades.

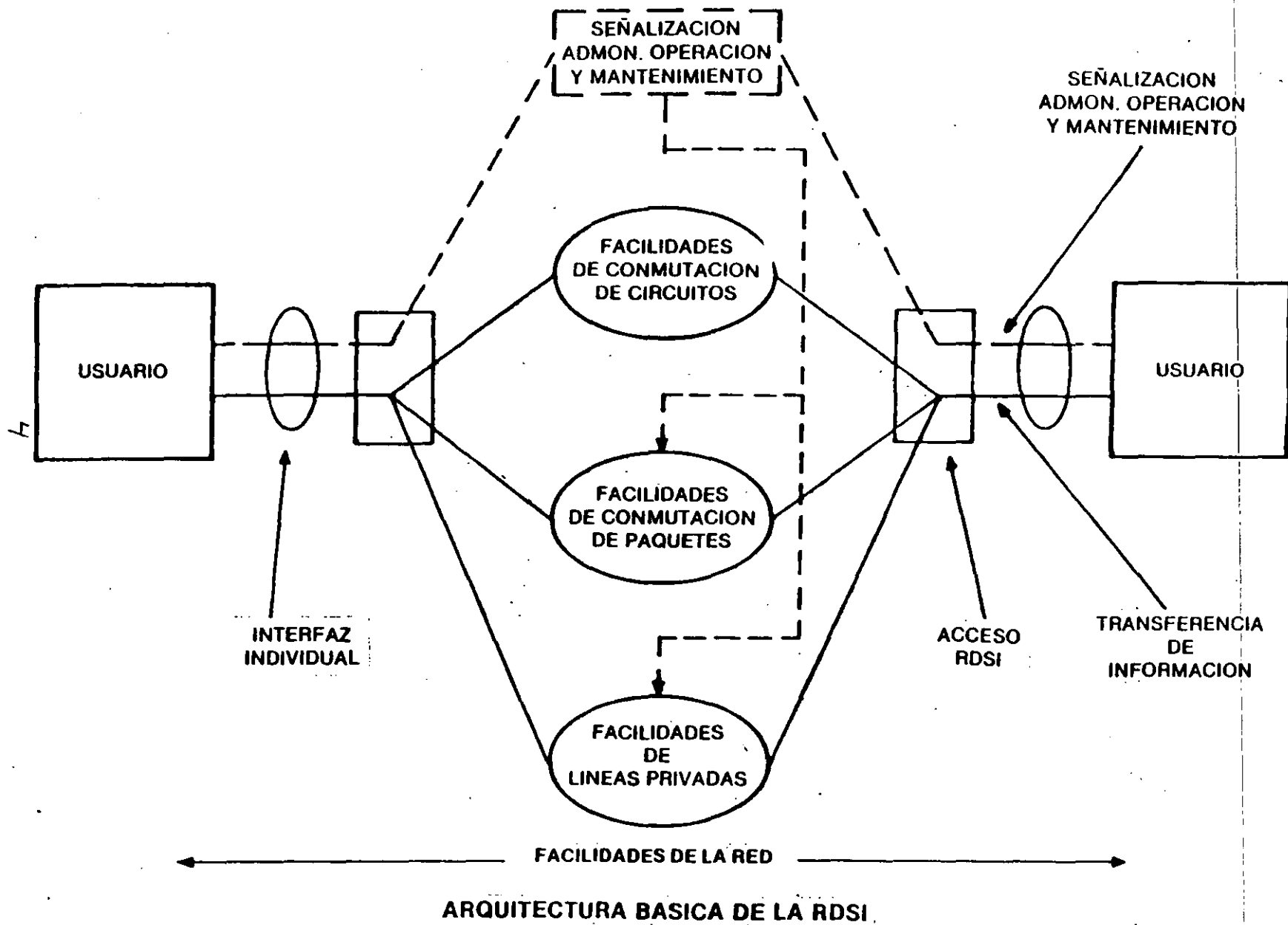




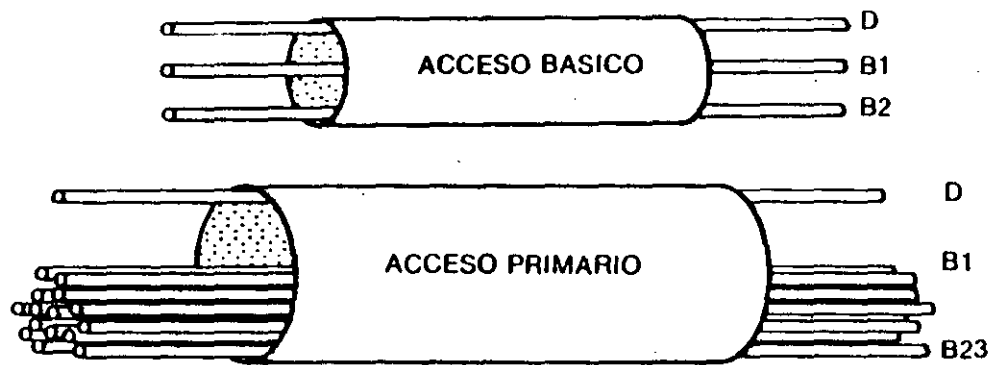
MAPA COSTO-SERVICIO



INTERFACES DE LA RDSI CON LOS DIVERSOS USUARIOS DE LA RED

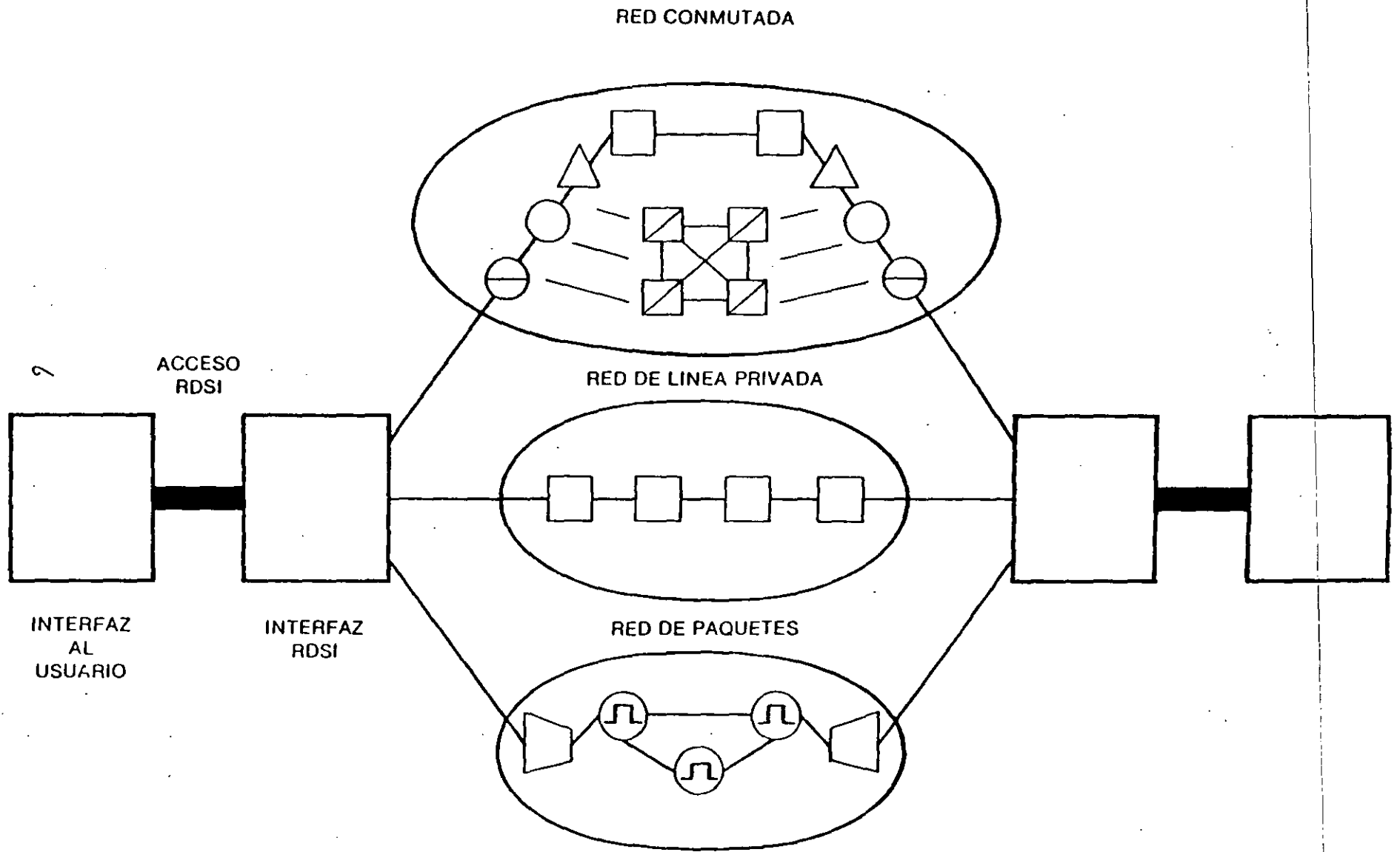


5

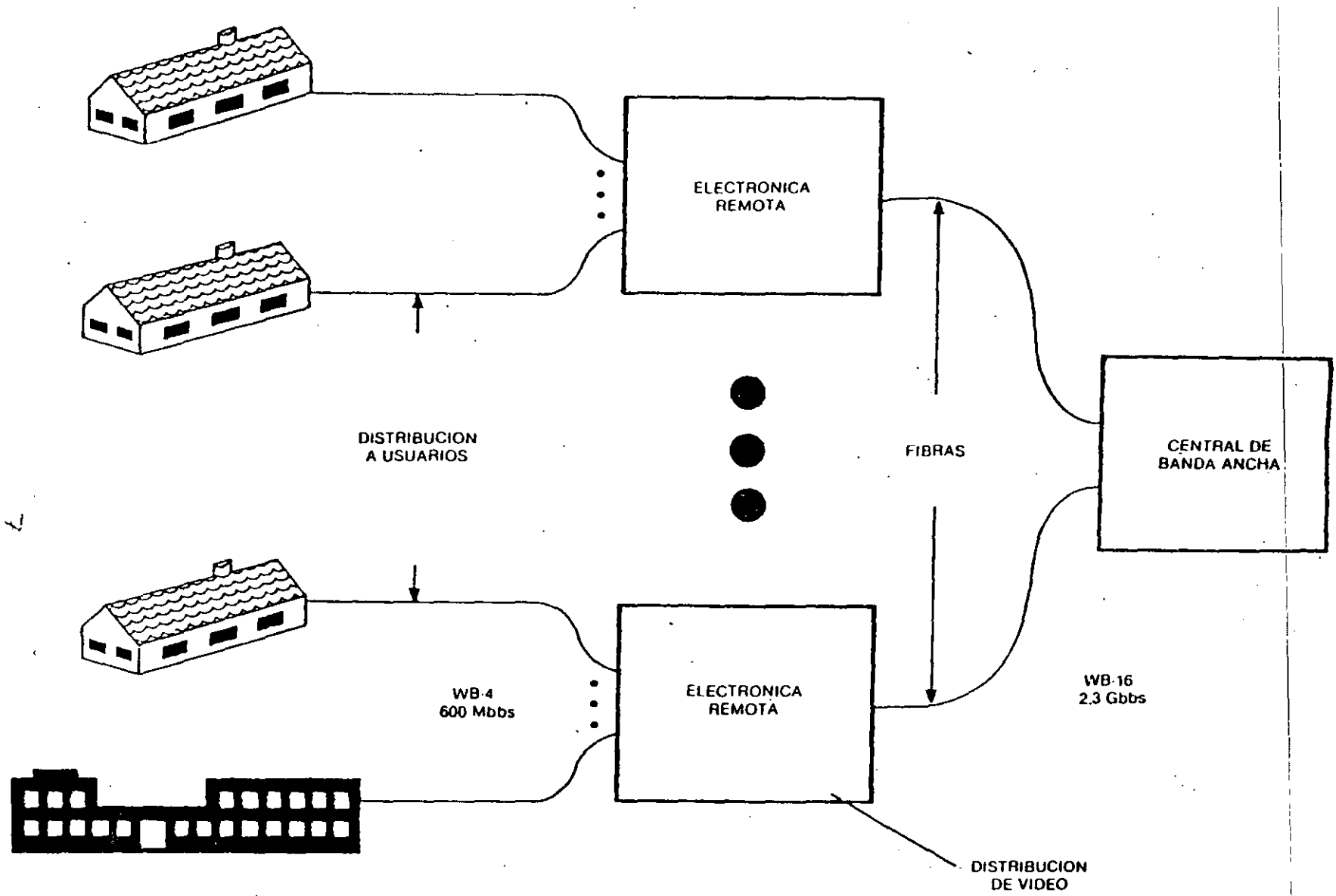


Canal "D": Señalización + Paquete de Datos
Canal "B": Acceso Digital a 64 kb/s

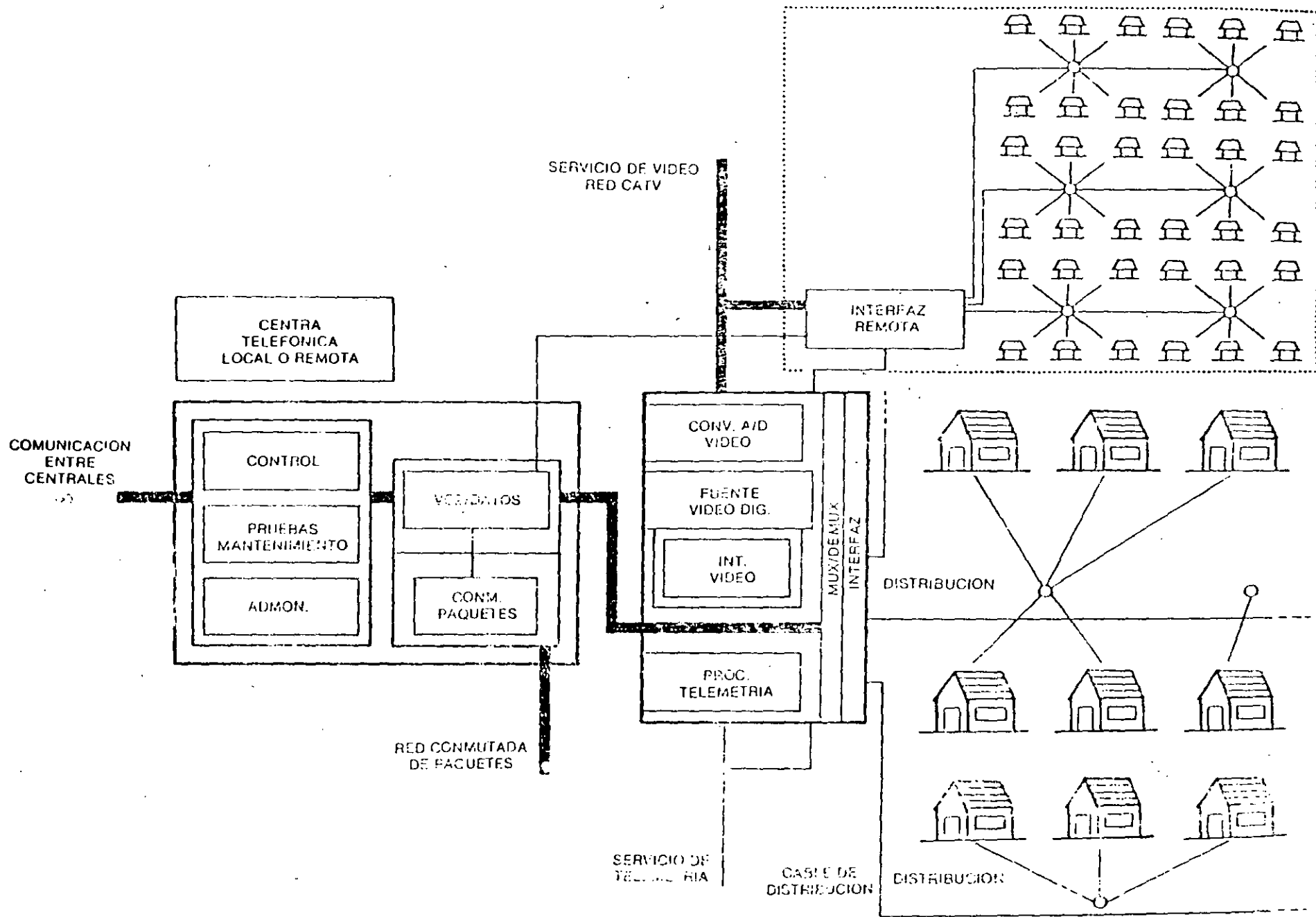
INTERFACES PARA RDSI: ACCESO BASICO Y ACCESO PRIMARIO



CONCEPTO DE RED DIGITAL DE SERVICIOS INTEGRADOS (RDSI)



ACCESO LOCAL DE BANDA ANCHA A PARQUES INDUSTRIALES



RED INTEGRADA TIPO ESTRELLA DOBLE

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^{-12} 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 power 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

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

FDDI Adapters: A Sure Cure for the Bandwidth Blues

FDDI cards can help straighten out backbones sagging under greater data volume



With ATM, fast Ethernet, and 100VG-AnyLAN just on the horizon, most net managers are looking forward to fast times on their LANs and internetworks. But for those who need a high-speed fix right now, there's one already tried-and-true option that's more than capable of delivering the bandwidth goods—FDDI.

Granted, at \$1,700 or more a pop for fiber adapters, even makers of FDDI cards don't expect FDDI to make it to the desktop anytime soon. But with corporate backbones sagging under the weight of ever-growing volumes of LAN traffic, FDDI, with its 100 Mbit/s of bandwidth, certainly is worth a close look for anyone needing to break chronic bottlenecks in client-server networks.

A close look is exactly what the DATA COMM Test Lab has given to some of the networking industry's best and brightest FDDI adapter cards. In our latest round of tests, we evaluated eight FDDI adapters—six that run in PCs with EISA buses and two that run in Sbus-based workstations from Sun Microsystems Inc. (Mountain View, Calif.)—from six different vendors. All told, we ran more than 2,000 performance tests to get a true read on what users can expect from FDDI adapters. We also evaluated the cards according to crit-

Kevin Tolly is director of the DATA COMM Test Lab and president of The Tolly Group (Manasquan, N.J.). He can be reached on the Internet at ktolly@tolly.com. David Newman is testing editor for DATA COMMUNICATIONS. His Internet address is 414-7105@mcimail.com.

ical issues like price and availability of software drivers for different operating systems.

In terms of performance, the news couldn't be much better. All six EISA adapters we evaluated came through with top aggregate throughputs of more than 90 Mbit/s, with the best of the bunch delivering 98 Mbit/s—just about wire speed for FDDI. Throughput either climbed or held steady as we added clients to our Netware 4.01 test bed, confirming FDDI's suitability for the server farms now showing up on corporate backbones. The two Sbus adapters we tested also proved capable of muscling up as network traffic rose—a key consideration in the high-bandwidth world of Unix workstations.

Once all the results were tallied, weighted, and triple-checked, two cards emerged as best of class. Among EISA adapters, the Smart 100 EISA Ringnode/FDDI from Madge Networks Inc. (San

Jose, Calif.) stood out as the fastest card in most tests we ran. The FDDI Sbus Adapter-Turbo from Cisco Systems Inc.'s Workgroup Business Unit (Sunnyvale, Calif.) proved the faster of the two Sbus adapters we evaluated. We're pleased to give Tester's Choice awards to both products (see "Top Performers").

THE RULES OF THE GAME

Anyone who thinks that performance is all that counts when it comes to evaluating FDDI adapters is almost right. But it doesn't matter how fast a card is if users can't get the software drivers they need for their applications.

In fact, the high-end orientation of the FDDI adapters we tested belies some surprising omissions on vendors' driver support lists. These omissions extend even to the world's best-selling LAN operating system, Netware from Novell Inc. (Provo, Utah). In using Net-

Top Performers

EISA ADAPTERS

Madge Networks Inc.



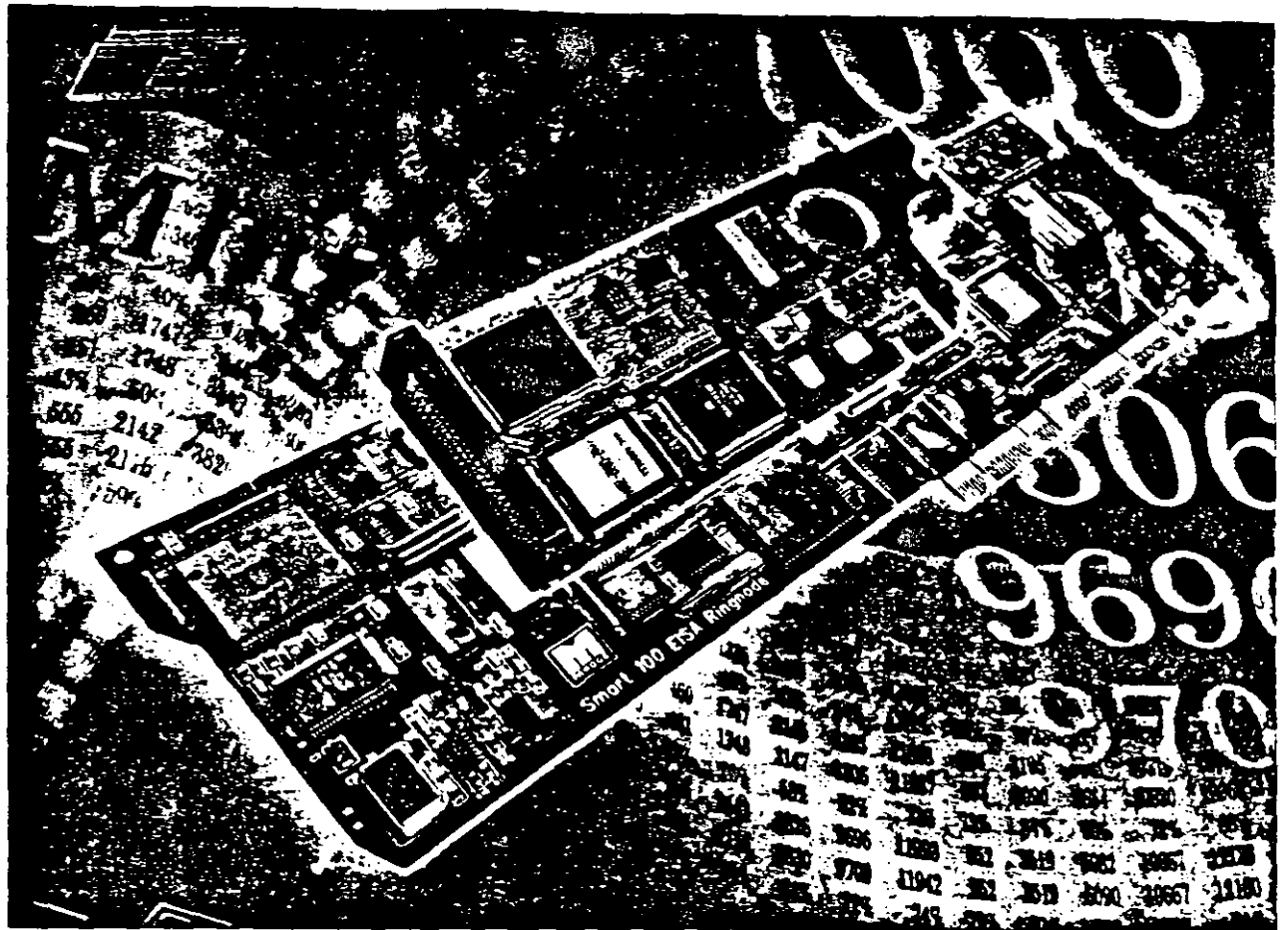
Madge's Smart 100 EISA Ringnode/FDDI took top honors in most of the EISA adapter tests we ran. The Ringnode's strong performance at all frame sizes indicates that Madge's FDDI adapter is a good choice for FDDI backbones supporting either Ethernet or token ring LANs.

SBUS ADAPTERS

Cisco Systems Inc.
Workgroup Business Unit



Cisco's FDDI Sbus Adapter-Turbo proved the stronger of the two contenders in our Sbus tests. With throughput still rising as our test bed reached its limits, the Cisco card showed it's capable of handling high-bandwidth loads without straining.



ware 4.01 as our test-bed operating system, we uncovered a few such driver gaps. In one case, one card maker's Netware server driver wouldn't communicate with another vendor's client driver (a situation that the first vendor remedied by supplying a later release of its product). Meanwhile, another vendor had to send us a separate driver for Netware 4.X, even though Novell's "enterprise" product has been shipping for more than a year.

The further beyond the mainstream, the spottier driver support becomes. For instance, shops with Netware clients running under OS/2 are locked out of the top three performers in our EISA tests: Madge's Smart 100 EISA Ringnode/FDDI, Cisco's CDDI/FDDI EISA-PC Adapter, and the FDDIlink card from 3Com Corp. (Santa Clara, Calif.) do not come with Netware drivers for OS/2 clients.

The list of supported Netware servers and clients looks positively lavish compared with other network operating systems (see Table 1). IBM's LAN Server isn't supported at all by Cisco, 3Com, or

Network Peripherals Inc. (Milpitas, Calif.). IBM and 3Com don't offer drivers for Windows NT from Microsoft Corp. (Redmond, Wash.), and users of EISA-based Unix workstations, such as the Apollo 9000 Model 700 series from Hewlett-Packard Co. (Palo Alto, Calif.) and the Irix from Silicon Graphics Inc. (Mountain View, Calif.), can buy adapters from exactly one vendor—Cisco.

At \$1,700 to \$2,000 per single-attached FDDI adapter, cost also is a concern. While the prospect of plunking down that kind of money for an adapter can be painful, managers typically are installing them on backbone networks only. (This is especially the case with EISA products.) It's also worth noting that a single FDDI adapter delivers higher aggregate performance than a half-dozen token ring or 10 Ethernet adapters for roughly the same price.

Many adapter vendors now offer FDDI-over-copper cards that cost up to \$800 less than their fiber equivalents. Evaluating these copper versions was beyond the scope of this test, although

some informal checks show them to be just as fast as the fiber versions. We did take a closer look at one low-cost option, the TCNS line from Thomas-Conrad Corp. (Austin, Texas) (see "100 Mbit/s on a Shoestring").

The one catch with FDDI-over-copper products at present is that vendors differ enough in their implementations of MLT-3, the FDDI-over-UTP signaling spec, for interoperability to be a cause for concern. However, all manufacturers offer external fiber media converters for their copper cards, and there is absolutely no problem with interoperability if these are used. Adapter makers also say they are

The Tolly Group is an independent test organization available for contract work to the vendor and end-user community. It also offers a wide range of related services, including consulting, training, network design, and all phases of product development and quality assurance. For more information, call 800-933-1699 or 908-528-3300.

Testing FDDI Adapters

very close to resolving the differences in their MLT-3 implementations.

For installations in which reliability is an overriding concern, adapter vendors offer dual-attached station (DAS) cards, which attach to both rings in an FDDI net-

work. DAS cards, which cost more than single-attached station (SAS) adapters, improve reliability by redirecting traffic to FDDI's secondary ring if the primary ring fails. Of the six vendors that submitted adapters for our tests, only

3Com does not offer a DAS version. Instead, the vendor offers software that links two SAS cards in a single workstation or server. 3Com says its software handles all the necessary information transfers—including MAC (media access

Table 1: Selected Vendors of FDDI Adapters

Vendor	Product	Server driver release	Client driver release	Maximum frame size verified (bytes)	Available drivers	Prices
EISA cards						
Clase Systems Inc. Workgroup Business Unit Sunnyvale, Calif. 415-326-1941	CDDI/FDDI EISA-PC Adapter Circle No. 494	1.2	1.2	4,466	Netware 3.X, 4.X for DOS; Windows NT; Hewlett-Packard HP-UX; Silicon Graphics Irix; NDIS 2.01 (LAN Manager, Windows for Workgroups, Sun PC-NFS)	SAS fiber, \$1,995; SAS UTP, \$1,195; DAS fiber, \$2,495; DAS UTP, \$1,195; Windows NT driver, Silicon Graphics Indigo driver, \$95
IBM Contact local sales representative	FDDI Fiber Base EISA Adapter Circle No. 495	3.00a	1.25	4,466	Netware 3.X and 4.X for DOS and OS/2; LAN Server 2.0 and 3.0 for DOS and OS/2; LAN Manager for DOS and OS/2; SCO Unix	SAS fiber, \$1,700; DAS fiber, \$2,800
Madge Networks Inc. San Jose, Calif. 408-955-0700	Smart 100 EISA Ringnode/FDDI Circle No. 496	2.01	2.00	4,178	Netware 3.X and 4.X for DOS; LAN Server 2.0 and 3.0; LAN Manager 2.X; Windows for Workgroups 3.11	\$1,795 for base adapter, \$2,695 in DAS configuration
Network Peripherals Inc. Milpitas, Calif. 408-321-7300	FDDI EISA Fiber Circle No. 497	2.0r	2.3k	4,178	Netware 3.X and 4.X for DOS and OS/2; LAN Manager; Windows NT; NDIS 2.01 (LAN Manager, Windows for Workgroups, Sun PC-NFS)	SAS fiber, \$1,995; SAS UTP, \$1,495; SAS STP, \$1,995; DAS fiber, \$3,295; DAS UTP, \$2,495; DAS STP, \$3,295; DAS adapter for SAS fiber, \$1,295; DAS adapter for SAS UTP, \$995; DAS adapter for SAS STP, \$1,295
Syskonnect Inc. Saratoga, Calif. 408-725-4650	SK-Net FDDI EISA Series Circle No. 498	3.00a	1.25	4,466	Netware 3.X and 4.X for DOS and OS/2; LAN Server 2.0 and 3.0 for DOS and OS/2; Windows NT; NDIS 2.X (LAN Manager, Windows for Workgroups, Sun PC-NFS); SCO Unix; Interactive Unix; Unixware; Novell Remote Boot IPX	SAS fiber, \$1,700; SAS UTP or STP, \$1,250; DAS fiber, \$2,700; DAS UTP or STP, \$1,950; drivers for SCO Unix, Unixware, Interactive Unix, and Novell Remote Boot IPX, \$50 each per size
3Com Corp. Santa Clara, Calif. 408-764-5000	FDDIlink-UTP and FDDIlink Media Module-F Circle No. 499	2.00A	2.00	4,466	Netware 3.X and 4.X for DOS; LAN Manager; Windows for Workgroups 3.11; LAN Server 3.0; SCO Unix	SAS fiber, \$1,745; SAS UTP, \$995; fiber media module for UTP card, \$795
Sbus cards						
Clase Systems Inc.	FDDI Sbus Adapter-Turbo Circle No. 500	1.2	1.2	4,096	SunOS 4.1.X; Solaris 2.X	SAS fiber, \$1,995; SAS UTP, \$1,495; DAS fiber, \$2,995; DAS UTP, \$1,995
Network Peripherals Inc.	NP-SBSS10 (SAS) Circle No. 501	1.7	1.7	4,096	SunOS 4.1.X; Solaris 2.X	SAS fiber, \$1,995; SAS UTP, \$995; SAS STP, \$1,995; DAS fiber, \$2,995; DAS UTP, \$1,995; DAS STP, \$2,995

DAS = Dual-attached station STP = Shielded twisted pair
 SAS = Single-attached station UTP = Unshielded twisted pair

control) address changes—in the event of a ring or card failure.

MEASURING PERFORMANCE

Of course, all other factors being equal, performance remains the central criterion for judging LAN adapters. And that's exactly what we focused on in our evaluations.

We decided that the best way to find out how fast a given FDDI adapter runs is to slot that card into a high-end server and then have the server send traffic—lots of traffic—to clients on an FDDI network. In our EISA tests, we started with one client and then added clients one at a time, stopping at eight. Our goal was to produce a performance curve showing exactly how many clients the adapter could service before throughput leveled off or even declined.

We used a high-bandwidth test application, so that each client on our test bed actually represented five to 10 clients handling real-world traffic. Had we merely used a crude bit-blaster approach—counting how quickly an adapter sends frames onto the network—we wouldn't have revealed anything about how adapters behave when handling real traffic.

We made sure that our test-bed traffic mimicked the real thing on several important fronts. For instance, our methodology specified the use of two-way traffic, since many communications protocols require acknowledgment frames to be sent from a recipient. We also set out to relate performance to the way that FDDI cards are used—which in the EISA world means FDDI backbone networks servicing Ethernet or token ring LANs. Even though we tested only on FDDI networks, we devised scoring systems for FDDI backbone networks supporting FDDI-to-Ethernet LANs, as well as for FDDI-to-token ring or FDDI-only networks. Both scoring systems assign weights to different maximum frame sizes relative to their importance on enterprise networks.

FRAMES AND WINDOWS

The two most critical elements we made sure to include were variable frame sizes and variable window sizes. As we've noted before, for tests like these to be meaningful, traffic has to consist of a variety of frame sizes—including, on internetworks that support them, frames that approach FDDI's theoretical maximum of

Table 2: FDDI Time Trials

Vendor	Frame size (bytes)				
	64	512	1,024	4,096	Burst Mode
Madge	1.948	7.076	12.784	38.540	87.040
Cisco	1.856	6.900	11.364	24.672	22.720
3Com	1.872	6.548	11.416	22.452	38.524
IBM	1.572	5.928	9.712	20.872*	54.896
Sysconnect	1.736	5.740	9.384	20.252	55.028
Network Peripherals	1.548	5.512	9.028	19.176	76.000

*Based on 4,097-byte frames.

Table 3: Weighted Winners, FDDI-Ethernet

Vendor	Number of clients							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Madge	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
3Com	9.7	9.8	9.8	9.9	9.9	9.9	9.8	9.7
Cisco	9.8	9.7	9.7	9.7	9.8	9.8	9.7	9.6
Sysconnect	8.5	8.7	8.6	8.7	8.6	8.3	7.7	7.1
IBM	8.9	9.0	8.8	8.8	8.7	8.3	7.6	7.0
Network Peripherals	8.1	8.2	8.1	8.0	7.9	7.5	6.8	6.3

These are composite scores, assigned by weighting different frame sizes according to their importance. The weightings were: 64-byte frames, 30 percent; 512-byte frames, 15 percent; and 1,024-byte frames, 55 percent.

Table 4: Weighted Winners, FDDI-Token Ring

Vendor	Number of clients							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Madge	10.0	10.0	10.0	10.0	9.9	9.9	9.8	9.9
3Com	9.0	9.7	9.8	9.9	9.9	9.9	9.8	9.8
Cisco	8.9	9.6	9.8	9.8	9.9	9.8	9.8	9.7
Sysconnect	8.9	9.2	9.3	9.3	9.2	9.0	8.7	8.3
IBM	9.1	9.3	9.4	9.4	9.3	9.0	8.6	8.2
Network Peripherals	8.5	8.8	8.8	8.9	8.6	8.4	8.1	7.8

These are composite scores, assigned by weighting different frame sizes according to their importance. The weightings were: 64-byte frames, 30 percent; 512-byte frames, 15 percent; 1,024-byte frames, 10 percent; 4,096-byte frames, 10 percent; and Burst Mode traffic, 35 percent.

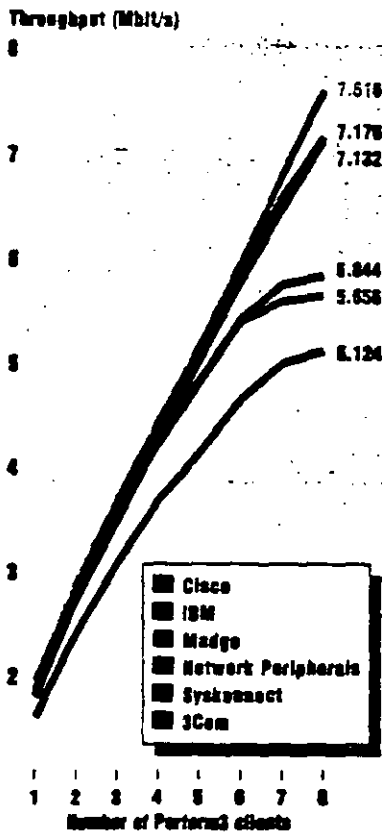
4,500 bytes (see "Token Ring Adapters Evaluated for the Enterprise," February 1993). Since each frame represents work to be done by an adapter, larger frame sizes obviously will produce more efficient data transfers. But real-world considerations dictate that many, if not most,

frames on a network will be far smaller than the theoretical maximum. Thus, it's critical to measure an adapter by its ability to handle a range of frame sizes.

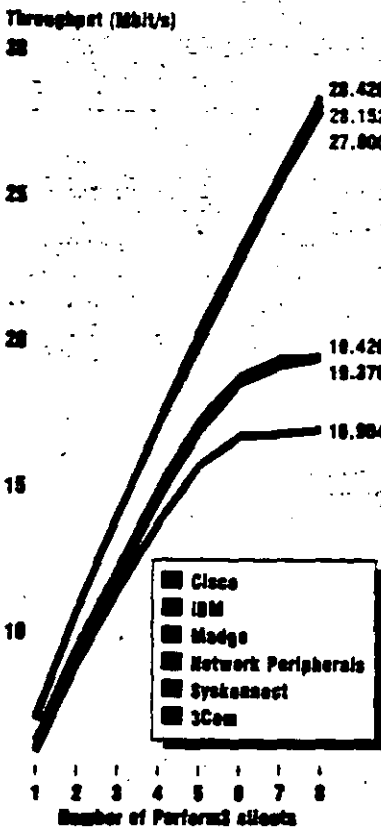
Most communications protocols, including Novell's IPX/SPX, generate a significant amount of overhead—almost

Testing FDDI Adapters

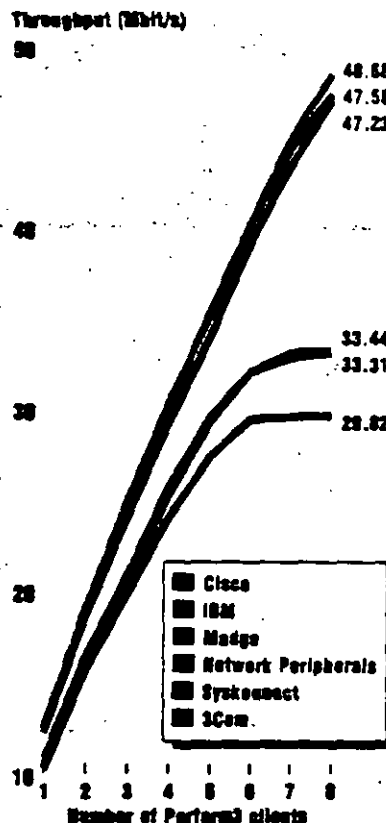
**Figure 1: EISA Adapters
64-byte frames**



**Figure 2: EISA Adapters
512-byte frames**



**Figure 3: EISA Adapters
1,024-byte frames**



all of which comes in small frames roughly 64 to 200 bytes long. Housekeeping tasks like Netware SAP (Service Advertising Protocol) and RIP (Router Information Protocol) updates guarantee a large number of small frames on the network. And when Netware 3.11 LANs and routers are involved, the *maximum* frame size allowed is 576 bytes, unless Novell's Large-Packet IPX (LIPX) driver is loaded.

Applications also cause many small frames to be sent onto the network; a relatively low-bandwidth task—such as a request for a directory listing—generates yet more small frames. Netware usually negotiates a frame size based on the amount of data involved in any operation; only when a large amount of data is involved, such as in a file transfer, will larger frames appear on the network. Notably, Netware determines a maximum frame size only once—when a client logs in to the server.

Frame size also is limited for users of FDDI backbones linked to Ethernet LANs because of the 1,518-byte limit defined in the IEEE Ethernet specification. Even when transferring lots of data between a server on FDDI and a client on Ethernet, the largest frame the two stations will be able to negotiate is only around 1,500 bytes. TCP/IP users can have larger frames on FDDI networks, however, because IP routers linking FDDI and Ethernet networks can segment large frames into sizes of 1,500 bytes or less for distribution onto Ethernet.

BURSTING THROUGH

Netware 4.01, our test-bed operating system, also allows stations to negotiate window size, or the number of frames that can be sent from one station to another before an acknowledgment frame from the receiving station is required. Burst Mode, a feature introduced by Novell with

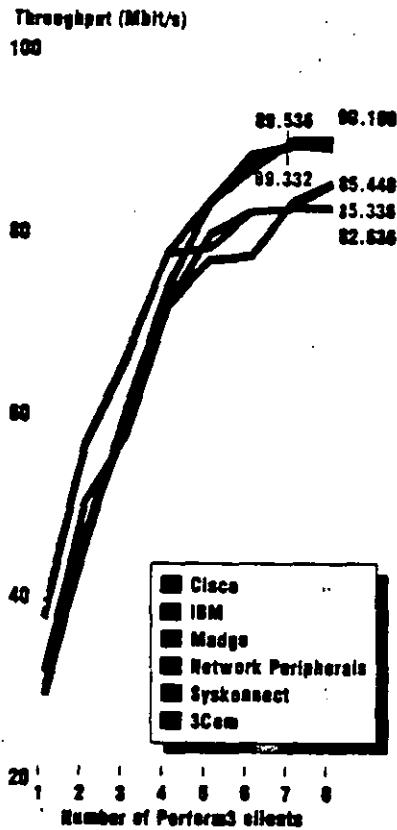
Netware 4.X, typically allows about eight frames (data packets) to be sent in succession before an acknowledgment must be sent.

It's easy to see the advantages of Burst Mode for handling large file transfers. During our evaluation, we sent 4,096-byte frames between a pair of FDDI EISA Fiber cards from Network Peripherals. When the window size was one—that is, an acknowledgment was required for each data frame—throughput was around 19 Mbit/s. With Burst Mode enabled, throughput quadrupled, to 76 Mbit/s.

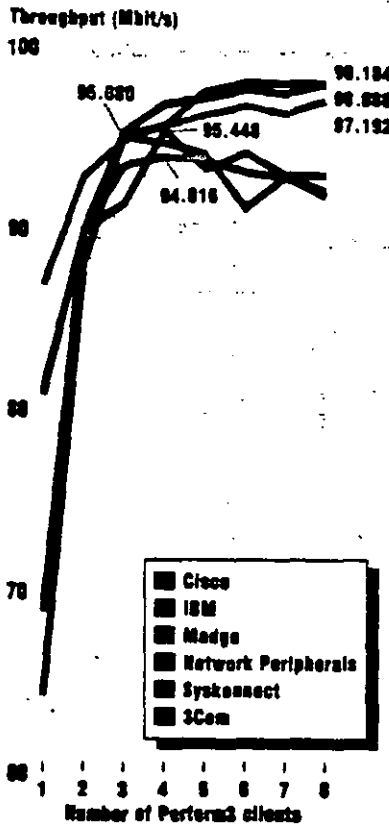
Of course, Burst Mode's advantages are relative. For instance, Burst Mode only kicks in when an application is capable of buffering a relatively large amount of data. Many common LAN operations—log-ins, directory requests, short e-mail messages, and the like—always will use small, single data frames. And some older LAN applications do not allow window

Testing FDDI Adapters

**Figure 4: EISA Adapters
4,096-byte frames**



**Figure 5: EISA Adapters
Burst Mode frames**



sizes larger than one, even for file transfers. Burst Mode is important for applications that can use it—but there's still likely to be plenty of traffic on the network that can't take advantage of it.

PERFORMANCE ANXIETY

In keeping with our real-world approach to test design, we wanted a traffic generator that would give us three things: high output, tight control over traffic patterns, and easily reproducible parameters. Unfortunately, the one package that met all three criteria for our EISA tests—IBM's APPC-based Bader Benchmarks—doesn't work with ODI (Open Data-link Interface), the data-link transport recommended by Novell. That left us with Novell's Perform3 utility, which has the benefit of widespread recognition but which suffers from some serious shortcomings. For instance, Perform3 doesn't allow control of frame sizes when Burst Mode is enabled; it sim-

ply uses the largest frame size it can, up to the maximum frame size defined in Netware's configuration file (we've noted these sizes in Table 1).

Its shortcomings aside, Perform3 is the one program that's widely used and understood by vendors and network managers—all suppliers of EISA FDDI adapters participating in our tests use Perform3 for their internal testing. We decided to stick with Perform3, but we also rated products in a way that minimizes the effect of its shortcomings.

THE EISA TESTS

Armed with our caveats, we set out to answer the central question of how fast an FDDI card would run in a Netware server. Since stressing the server was our goal, we wanted the fastest possible cards in our client stations. To determine which vendor's card ran fastest, we conducted a round of speed trials for each adapter

involved in our EISA test. This involved measuring performance between one server and one client, each equipped with the same vendor's FDDI adapter. We tested at several different frame sizes, and also used Burst Mode to evaluate window size (see "Test Methodology").

After the dust settled, Madge's Smart 100 EISA Ringnode/FDDI proved to be the fastest adapter in the first round of tests (see Table 2). Its throughput was highest at all four frame sizes, and it was also fastest in the Burst Mode tests. Based on these results, we used Madge cards in all clients for the second round of tests.

For that second round, we had two goals in mind: to find out how much traffic each server adapter could handle, and to show how many clients the card could service before throughput leveled off. As we ran through the second round of EISA tests, we found that throughput generally climbed as clients were added. For some cards, however, throughput began to level off once the number of connected clients reached five—this was the case for adapters from IBM, Network Peripherals, and Sysconnect Inc. (Saratoga, Calif.).

The leveling-off pattern for these three adapters was evident with the smallest frames tested, 64-byte frames (see Figure 1). That pattern also held true for 512-byte frames and 1,024-byte frames (see Figures 2 and 3). Performance curves for the other three vendors in the EISA test—Cisco, Madge, and 3Com—continued upward for these frame sizes even after we reached the maximum number of clients (eight) in our evaluation, suggesting that even more stations could be added before performance peaked.

While it's important to understand how a card will handle smaller frames, these sizes don't push the adapter to its limits. For that, we conducted two additional tests. First, we tested with 4,096-byte frames, which are close to FDDI's legal limit. In this test, with traffic levels well into the 80-Mbit/s range, all vendors' throughput began to level off at five clients and flatten out at six (see Figure 4).

In our final suite of EISA tests, we deployed Novell's Burst Mode. Here, a very different performance curve emerged: Window sizes larger than one gave all the vendors a dramatic boost in aggregate server throughput (see Figure 5). Traffic levels began to flatten out with

Testing FDDI Adapters

just two stations, and remained fairly steady for three through eight clients for all vendors. In fact, all vendors' results are remarkably similar in both the 4,096-byte and Burst Mode tests, perhaps reflecting the importance vendors place on achieving high-bandwidth numbers.

JUST WEIGHT

In evaluating LAN adapters, testing the ability to handle individual frame sizes in isolation is only part of the battle. Since LAN traffic involves a full range of frame sizes, we made sure to judge how well adapters handle all kinds of frames and windows. And since FDDI typically is used as a backbone topology for clients on Ethernet or token ring LANs, we also rated products based on their suitability for FDDI-to-Ethernet

and FDDI-to-token ring applications.

Our scoring places the greatest importance on maximum and minimum frame sizes, reflecting the traffic patterns on corporate backbone networks. In rating the cards for FDDI-to-Ethernet applications, for example, the 1,024-byte results accounted for 55 percent of the score, followed by 15 percent for 512-byte frames and 30 percent for 64-byte frames. Tests with 4,096-byte frames or larger were not considered, since Ethernet doesn't allow frames that large. For FDDI-to-token ring (or FDDI-only) applications, we used these weightings: 35 percent for Burst Mode; 10 percent for 4,096-byte frames; 10 percent for 1,024-byte frames; 15 percent for 512-byte frames; and 30 percent for 64-byte frames.

In applying these weightings, we

first assigned the top performer for each frame size a score of 10, and then divided all other vendors' scores as a percentage of this figure. For instance, a card that showed throughput equal to 89 percent of the first-place finisher received a score of 8.9. Then we used the weightings to determine a composite score for all frame sizes. These composites were used, in turn, for scoring performance with one to eight clients. We based our Tester's Choice awards on these composite scores.

For FDDI-to-Ethernet applications, Madge's adapter emerged as the clear winner across the board—kind of ironic, considering the company's token ring heritage. The vendor posted first-place finishes for one through eight clients, even widening its lead as stations were added

100 Mbit/s on a Shoestring

The biggest problem with moving to FDDI is its high cost—both for adapter cards and especially for pulling fiber cabling. FDDI-over-copper products address the cabling concern, although adapters still cost \$1,000 and up. But 100-Mbit/s networking doesn't have to be so expensive: Thomas-Conrad Corp. has an approach that costs less than \$750 per EISA machine.

Thomas-Conrad (Austin, Texas) has been selling its TCNS technology since 1990 for use over shielded twisted-pair (STP) and coaxial copper cabling (it also works over fiber). Adapters are available for ISA, EISA, and Micro Channel PCa. TCNS also includes a long list of operating system drivers, including drivers for Netware 2.X, 3.X, and 4.X for DOS and OS/2, as well as for Microsoft LAN Manager and Banyan Vines.

There's just one catch—TCNS is a proprietary modification of the Arcnet specification, meaning networks must be constructed entirely of TCNS cards and Thomas-Conrad hubs. (The vendor says TCNS networks can be linked to other networks through the internal router in any Netware server.)

While proprietary technology is usually considered undesirable, TCNS's low cost and flexibility may give network managers reason to reconsider—provided TCNS lives up to its 100-Mbit/s performance claims. To find out, the lab ran the same tests as for standard FDDI adapters. We used TCNS adapters in a server and eight client PCs.

The first thing we realized was that we wouldn't be able to measure performance with an FDDI protocol analyzer, since the product is proprietary and no analyzer vendor has developed a TCNS interface. The closest measure we could use were the numbers reported by Novell's Perform3 utility. However, Perform3 reports only on data payloads; it doesn't

measure headers and checksums, which can account for up to 50 percent of total network traffic at small frame sizes. With very large frame sizes, such as those used when Burst Mode is enabled, Perform3 throughput numbers are consistently about 5 percent lower than those reported by a protocol analyzer. But when Burst Mode isn't used, the relationship between Perform3 numbers and those for total traffic varies by frame size and by vendor. Except for Burst Mode traffic, then, it's not possible to draw a clear correlation between Perform3 results and those reported by a protocol analyzer.

In addition to the measurement problems, TCNS threw us some curves of its own. For one thing, the technology uses Arcnet's maximum frame size of 516 bytes, making it impossible for us to test with 1,024- or 4,096-byte frames (we did offer 4,096 frames, which TCNS segmented into 516-byte frames). TCNS also employs its own form of window sizing, even when Novell's Burst Mode is disabled. When Burst Mode is enabled, this produces the curious phenomenon of having bursts of bursts.

Once we understood the TCNS requirements, we ran the same tests as we did for the FDDI EISA adapters. We found that TCNS's peak throughput was around 45 Mbit/s—nearly half that of the EISA-bus FDDI products we tested. TCNS hit its peak with three clients, as compared with around five clients for most FDDI vendors. Finally, and most seriously, the TCNS adapters were the only ones in the test to show a significant performance drop as clients were added; indeed, Burst Mode throughput with eight clients was nearly 28 percent lower than that for three clients. While it's not possible to compare these numbers directly with those of the FDDI EISA adapters, the performance curve indicates that it's easier to saturate TCNS cards than FDDI EISA products.

—E.T. and D.A.

Testing FDDI Adapters

(see Table 3). Cisco and 3Com stayed close behind, with neither vendor posting a score below 9.6.

Madge also led the way in the token ring and FDDI-only tests, although its margin of victory was less pronounced (see Table 4). Cisco and 3Com tied Madge in tests involving five to seven clients, with all three vendors posting nearly identical scores.

THE SBUS TESTS

The Sbus architecture used in Sun workstations accounts for half the sales of some FDDI adapter makers—not surprising given the high-bandwidth applications often found on Sun machines. While our tests didn't drive the Sbus cards to rates approaching 100 Mbit/s, they do indicate how well Sbus cards handle various frame sizes and traffic levels from multiple stations.

Two vendors supplied Sbus cards for our test—Cisco and Network Peripherals. Our test bed consisted of four Sun workstations and TTCP, a public-domain traffic generation utility. TTCP can send two kinds of traffic: UDP (user datagram protocol) and TCP (transmission control protocol) frames. UDP is a connectionless protocol; it sends frames as rapidly as it can without waiting for acknowledgments. TCP is a connection-oriented protocol, which means it requires a workstation to send an acknowledgment after receiving a predefined number of bytes. TCP/IP differs in this regard from IPX or SNA, both of which send acknowledgments in response to a given number of frames.

Obviously, UDP throughput will be much higher, since traffic flows in only one direction. For this reason, using UDP is a good way to stress-test an adapter. TCP also is a useful metric because it closely resembles the two-way flow of most real-world applications.

As in our EISA evaluations, we used four frame sizes to test the Sbus cards. The UDP tests used the exact same frame sizes as the EISA tests—64, 512, 1,024, and 4,096 bytes. However, because the TCP header alone is 65 bytes long, the smallest frame size we used for the TCP tests was 128 bytes.

For UDP traffic, the Cisco and Network Peripherals cards racked up nearly identical performance (see Table 5). Cisco had a slight edge at all frame sizes, although the two vendors' through-

Table 5: Sbus Adapter Performance, UDP Frames Throughput (Mbit/s)

	Frame size (bytes)			
	64	512	1,024	4,096
Cisco	2.25	12.48	26.61	54.44
Network Peripherals	1.84	11.11	22.65	52.94

Table 6: Sbus Adapter Performance, TCP Frames Throughput (Mbit/s)

	Number of clients		
	1	2	3
128-byte frames*			
Cisco	3.17	4.47	4.81
Network Peripherals	3.01	1.65	—
512-byte frames			
Cisco	8.77	12.94	13.74
Network Peripherals	8.67	9.91	—
1,024-byte frames			
Cisco	21.35	21.72	22.22
Network Peripherals	22.46	10.43	—
4,096-byte frames			
Cisco	30.03	30.69	30.52
Network Peripherals	29.31	29.63	—

*128-byte frames were used because the TCP header alone is 65 bytes. Network Peripherals cards were not tested with three stations.

put differed by less than 2 Mbit/s at three of our four frame sizes. The most significant difference was in the 1,024-byte frame tests, where Cisco outperformed Network Peripherals by nearly 4 Mbit/s.

As in the EISA evaluation, our TCP tests sought to determine how much additional traffic an adapter could handle before throughput leveled off. In this

respect, using TTCP to send TCP frames is exactly like using Perform3—one or more clients ask the machine under test to generate traffic, and the clients in turn send acknowledgments.

Cisco's results in the TCP tests were remarkably even across the board: Throughput rose by only a small increment as second and third client workstations were added (see Table 6). The slight

A Note of Thanks

The DATA COMM Test Lab wishes to extend its thanks to vendors that supplied critical infrastructure equipment for this test. Tricord Systems Inc. (Plymouth, Minn.) supplied a pair of its Powerframe servers, which became the foundation of our EISA test bed. GE Rental/Lease (Norcross, Ga.) supplied eight client PCs for the EISA test bed and two Unix workstations for the Sbus test bed. Cybex Corp. (Huntsville, Ala.) supplied the Commander, a device that allows up to eight PCs to be controlled from one monitor and keyboard.

—K.T. and D.N.

Testing FDDI Adapters

Test Methodology

DATA COMM invited nine makers of FDDI adapters to submit EISA (Extended Industry Standard Architecture) and Sbus cards for this evaluation: Alfa Inc. (Hyannis, Mass.); Cisco Systems Inc. Workgroup Business Unit (Sunnyvale, Calif.; formerly Crescendo Communications Inc.); IBM; Interphase Corp. (Dallas); Madge Networks Inc. (San Jose, Calif.); National Semiconductor Corp. (Santa Clara, Calif.); Network Peripherals Inc. (Milpitas, Calif.); Syskonnect Inc. (Saratoga, Calif., sold outside North America by Schneider & Koch & Co. Datensysteme GmbH [Ewlingen, Germany]); and 3Com Corp (Santa Clara, Calif.). DATA COMM also invited Thomas-Conrad Corp. (Austin, Texas) to submit its proprietary TCNS cards and hub for evaluation. Alfa, Interphase, and National Semiconductor declined to participate. All vendors that accepted our invitation supplied EISA cards, with Cisco and Network Peripherals also supplying Sbus adapters.

The EISA tests comprised two rounds. In the first round, we established a performance baseline by sending traffic between one server and one client, each equipped with the same vendor's adapter card. The vendor with the highest-performing cards was then used in clients for the second round of tests, which would measure throughput when the server handles traffic from one to eight clients.

The EISA test bed consisted of a Powerframe 20 server supplied by Tricord Systems Inc. (Plymouth, Minn.), equipped with 16 Mbytes of RAM. The server ran Netware 4.01 from Novell Inc. (Provo, Utah), with directory services enabled. The client hardware consisted of one Deskpro 486/66M, which served as the first client station, and seven Deskpro 486/33M machines, all EISA-bus PCs from Compaq Computer Corp. (Houston) and supplied by GE Rental/Lease (Norcross, Ga.). Each was equipped with 4 Mbytes of RAM, 120-Mbyte hard drives, and Microsoft DOS 6.2. All clients were connected with the Commander from Cybex Corp. (Huntsville, Ala.), a device that allows multiple computers to be controlled from one keyboard and monitor. Clients attached to the server using Netware's VLM program.

For the traffic-generating application in the EISA tests,

we used Novell's Perform3 utility. Perform3 resided on the server and was invoked by one or more clients. We ran Perform3 twice at each of four frame sizes—64, 512, 1,024, and 4,096 bytes—with each iteration lasting 60 seconds. We averaged the two iterations to achieve our results, which we are presenting in Mbit/s. We also enabled Novell's Burst Mode to evaluate the performance with large window sizes. For all tests, scoring was weighted to reflect each frame size's relative importance on corporate networks.

Notably, the test design does not suggest FDDI is appropriate only for networks of eight clients or fewer. Perform3 generates input/output traffic at levels far higher than those of virtually any real-world application. Thus, each Perform3 client represents as many as five to 10 real-world clients.

In the Sbus tests, we used workstations from Sun Microsystems Inc. (Mountain View, Calif.), along with TTCP, a public-domain traffic generation utility. TTCP generated both one-way UDP (user datagram protocol) and two-way TCP (transmission control protocol) traffic.

The UDP tests were conducted with one Sun Sparcstation 2 equipped with 32 Mbytes of RAM and SunOS Release 4.1.3. We used TTCP to send UDP frames at four sizes—64, 512, 1,024, and 4,096 bytes. Tests were run three times, and results were averaged and presented in Mbit/s. The TCP tests were run using the same Sparcstation 2 as in the UDP tests. Additionally, we used up to three other Sun workstations as clients: a second Sparcstation 2, configured the same as the first one; a Sparcstation IPC equipped with 48 Mbytes of RAM and running under SunOS 4.1.2; and a Sparcstation IPX equipped with 48 Mbytes of RAM and running under SunOS 4.1.2. The four frame sizes in the TCP tests were 128, 512, 1,024, and 4,096 bytes.

A Network Advisor from Hewlett-Packard Co.'s Network Test Division (Colorado Springs, Colo.) served as the measuring tool for all tests. We used an Expert Sniffer from Network General Corp. (Menlo Park, Calif.) to verify frame sizes. All devices were connected with multimode fiber cabling and Interphase and 3Com concentrators.

—R. T. and D. M.

upward curve held true for all frame sizes except for 512-byte frames, where adding a second workstation boosted throughput by 48 percent. Adding a third workstation raised throughput by only 6 percent, however.

Network Peripherals' results indicate no such rising curve. When going from one client to two, throughput either declined or held steady at three of the four frame sizes. The most pronounced drop came with 1,024-byte frames, where throughput fell by 54 percent when a sec-

ond workstation was added. Unfortunately, hardware problems with one of the Sun workstations prevented us from testing Network Peripherals' adapters with three clients.

We should note, also, that our Sbus test bed consisted of relatively low-end Sun machines—a pair of Sparcstation 2s, a Sparcstation IPX, and a Sparcstation IPC. Raw throughput certainly would be higher with more powerful workstations such as Sparcstation 10s, but additional clients would likely affect performance by the

same proportions as in our tests. ■

Two research associates from The Tolly Group participated in this evaluation: Steve Nawolksi performed all test measurements, and Wayne Schiller served as the project manager.

REQUEST FOR COMMENT

If you would like to see more articles on this subject please circle 461 on the Reader Service Card.

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.

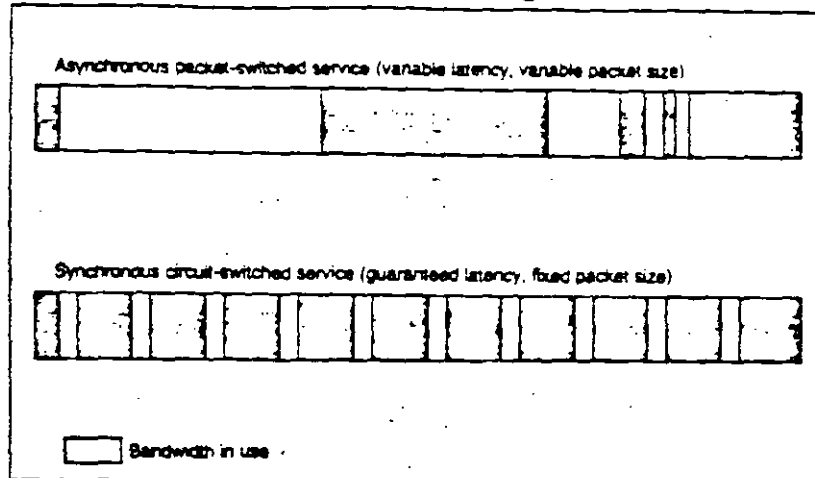
But how will FDDI-II really differ from FDDI, and how will it fare in the market? The original FDDI standard was developed to meet the rising bandwidth needs of organizations with expanding enterprise networks. So FDDI's 100 Mbps of bandwidth has been chiefly used to interconnect LANs within site backbones. 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

HIGH-SPEED NETWORKING

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 respondents. A few respondents indi-

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);

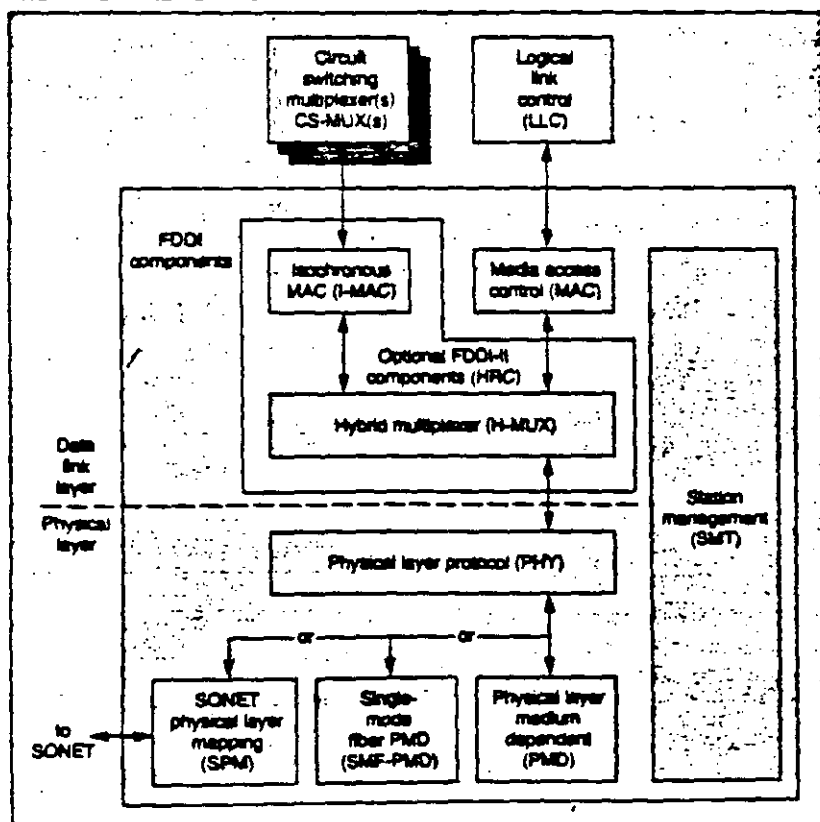
- SMT (Station Management)—defines the FDDI station configuration, ring configuration, and ring controls, including station insertion and removal, initialization, fault isolation, and recovery, scheduling, and statistics collection;

- 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
15%	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 '92 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 Infonetics 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 Infonetics 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 Jane Booth, PenWell Publishing Co., 1-800-531-4465 or 818-835-3161, ext. 379. Minimum order: 100 black-and-white copies, 500 four-color copies.



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

CURSOS ABIERTOS.

IV CURSO INTERNACIONAL DE COMUNICACIONES

TEMA: VIDEO EN DEMANDA

EXPOSITOR ING. RAMON OCHOA.

VIDEO BAJO DEMANDA (VOD)

La era de la interactividad en el entretenimiento ya está aquí

Video Bajo Demanda (VOD) es el nombre genérico para una amplia gama de servicios de video interactivos que constituyen un factor decisivo en la aceptación global de los servicios de banda ancha basados en la tecnología ATM en el mediano plazo.

INTRODUCCION

¿Que tal un descanso inteligente? Esta noche, en vez de perder dos horas cambiando de un canal a otro en la programación de tu televisión por cable, tu quieres ver la película más reciente de tu actor favorito. Desde el control remoto de tu televisión, solicitas el acceso al servicio de Video Bajo Demanda y escogen diferentes películas, reportes de noticias o programas educativos que ofrecen las librerías de video. Unos minutos más tarde, estarás viendo el programa que realmente querías ver. Puedes ponerle pausa y reanudarla en cualquier momento, o usar la facilidad de retroceder o avanzar la película como si tuvieras una videocassettera.

Este escenario es un ejemplo simple del tipo de servicio que se puede ofrecer a través del Video Bajo Demanda. Ya no es ciencia ficción, ALCATEL provee los diferentes bloques que componen este servicio necesarios para hacer de este sueño una realidad.



SERVICIO DE VIDEO BAJO DEMANDA

La característica más atractiva y nueva del VOD es que permite a los usuarios seleccionar los programas que quieren ver cuando ellos realmente quieren verlos. Los programas se accesan bajo demanda mediante un servidor de video y se distribuyen a los usuarios que los solicitaron sobre la infraestructura de la Red de Banda Ancha.

El VOD es diferente a la televisión convencional o por cable o al servicio de pago por evento. Estos servicios sólo ofrecen al usuario la posibilidad de escoger diferentes canales, programas y horarios pre-programados.

Existen variantes del servicio, dependiendo del grado de interactividad ofrecido al usuario.

CASI VOD (NVOD)

El NVOD es una solución a corto/mediano plazo por parte de los operadores de TV por cable o satélite. En esta modalidad, los usuarios pueden seleccionar un conjunto limitado de copias de programas en diferentes intervalos de tiempo, por ejemplo, cada 15 minutos. Los programas están contenidos en dispositivos de almacenamiento en una manera condensada.

VOD RETARDADO (SVOD)

El SVOD es el siguiente desarrollo y que seguramente será ofrecido por los operadores de redes de telecomunicaciones. En esta modalidad, se genera un gran número de copias de

los programas que se conmutan a través de las centrales de banda ancha de la red hacia los usuarios. Cada copia tiene, por ejemplo, un retardo de 5 minutos. Mientras ve el programa, el usuario puede hacer uso de facilidades como pausa, retroceder y avanzar en pasos de 5 minutos. El retardo se puede reducir o aumentar individualmente para cada película, dependiendo del número de copias de la misma.

VOD INTERACTIVO (IVOD)

El IVOD es el servicio conmutado de video más avanzado ofrecido por los operadores de redes de telecomunicaciones y operadores de redes de CATV. Es el más avanzado, en el sentido de que el usuario controla el programa escogido. En particular, el programa empieza inmediatamente después que ha sido seleccionado y el usuario también puede controlar su reproducción usando facilidades como pausa, adelantar y retroceder, tal y como si tuviera una videocassettera.

SERVICIOS RELACIONADOS

El VOD es sólo el primer servicio de una gran familia de servicios interactivos de video, entre los que destacan:

- Telecompras
- Videojuegos
- Programas educativos interactivos
- Noticias
- Eventos

El uso del ATM es determinante para proporcionar la flexibilidad necesaria. Permitirá a los prestadores de servicio introducir nuevos servicios de una manera más rápida en la red.

ARQUITECTURA GENERAL

La arquitectura de la red global del servicio VOD incluye los siguientes bloques funcionales:

- *Servidor de video*

El servidor de video almacena todos los programas de video que están disponibles para los usuarios y genera un número de ejemplares del programa periódicamente. El material de video se almacena en discos duros, los cuales proporcionan almacenamiento masivo con acceso aleatorio. Los programas de video se almacenan bajo un formato de compresión (típicamente 2 Mbit/s) permitiendo que una película de 2 horas se almacene en un disco duro de 2 Gbytes.

Se han desarrollado diferentes métodos avanzados de compresión de video. La arquitectura de ALCATEL utiliza el estándar de codificación MPEG, que permite que una señal de video se comprima a 1.5 Mbps (MPEG1) con una calidad mejor que la de una VCR; se han definido velocidades mayores para usarse donde se requiera aún mayor calidad de video (MPEG2).

- *Sistemas de conmutación y transmisión de banda ancha*

La red ATM interconecta todos los elementos de la red: El acceso, el equipo

de abonado, el servidor de video y el centro de operaciones del servicio. La red de conmutación se basa en el switch ATM Alcatel 1000 que puede dimensionarse de una manera flexible para atender cientos y hasta miles de abonados. Se pueden construir redes de varios nodos utilizando equipo SDH para la transmisión.

- *La red de acceso*

El ATM también se utiliza como mecanismo de transporte en la red de acceso, permitiendo la mezcla de una gran variedad de servicios. En el corto plazo, la introducción del VOD se hará a través del reuso de la infraestructura de la red de acceso existente, es decir el par de hilos de cobre usando la tecnología ADSL y las redes de acceso de cable coaxial de televisión por cable a través de la tecnología HFC. sin embargo la solución final es a base de redes de acceso de fibra óptica bajo el concepto de FITL.

- *Equipo de abonado*

El equipo de abonado (CPE) realiza tres funciones:

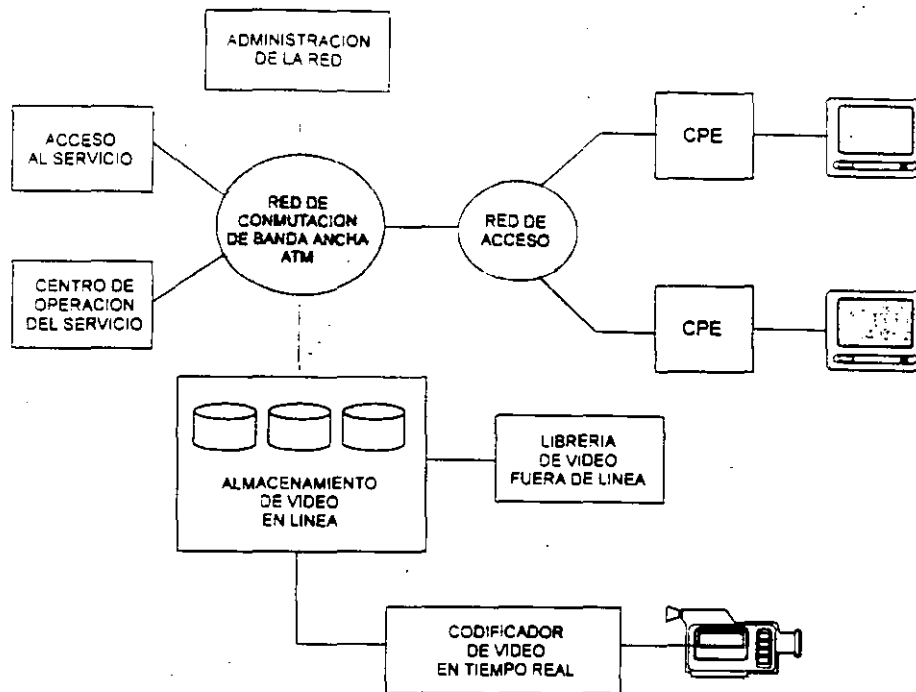
- Terminación de la red de acceso
- Decodificación de video
- Acciones de servicio local, como, restricciones de acceso, administración local del directorio de programas y la interpretación de los mensajes de la interfaz de usuario.

- *Administración de la red*

La administración de la red incluye los sistemas de operaciones que se necesitan

para operar una red completa de VOD. Estos sistemas de operaciones se comunican con otros elementos en la red

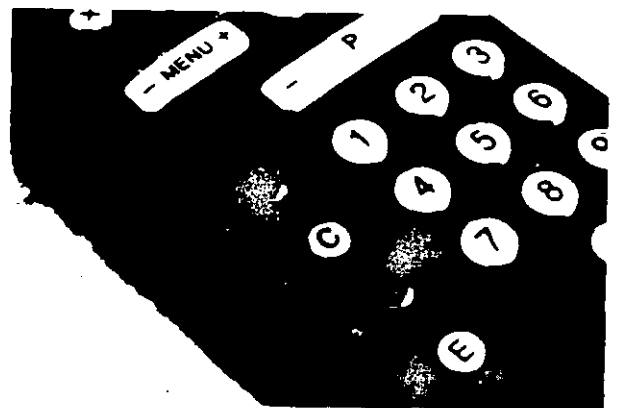
a través de interfaces estandarizadas y modelos de información conforma a los estándares TMN.



Bloques principales de la arquitectura de VOD de ALCATEL

- *El acceso al servicio*

Es la frontera entre los operadores de la red y del servicio (a quienes pertenecen los servidores de video). Su función primordial es permitir a los abonados para localizar y seleccionar un proveedor de servicio específico (y un servidor) de los que están conectados a la red. Después que el abonado ha realizado su selección, el acceso al servicio establece el canal de comunicación necesario entre el abonado y el servidor escogido.



El VOD, a través de las tecnologías de banda ancha, abre un mundo de posibilidades de comunicaciones interactivas para el próximo milenio.

ALCATEL INDETEL
 Industria de Telecomunicaciones
 Av. Ciencia N° 15. C. Izcalli, 54730
 Edo. de México, Tel:8723444, Fax: 8723880



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

CURSOS ABIERTOS

IV CURSO INTERNACIONAL DE COMUNICACIONES

TEMA: REGULACION DE LAS TELECOMUNICACIONES

ING. CARLOS GIRON .

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:

2.

- 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 CASSETAS 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.

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 CAPITALS 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 CASSETAS 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

RADIOTELEFONIA MOVIL CON TECNOLOGIA CELULAR



REGIONES

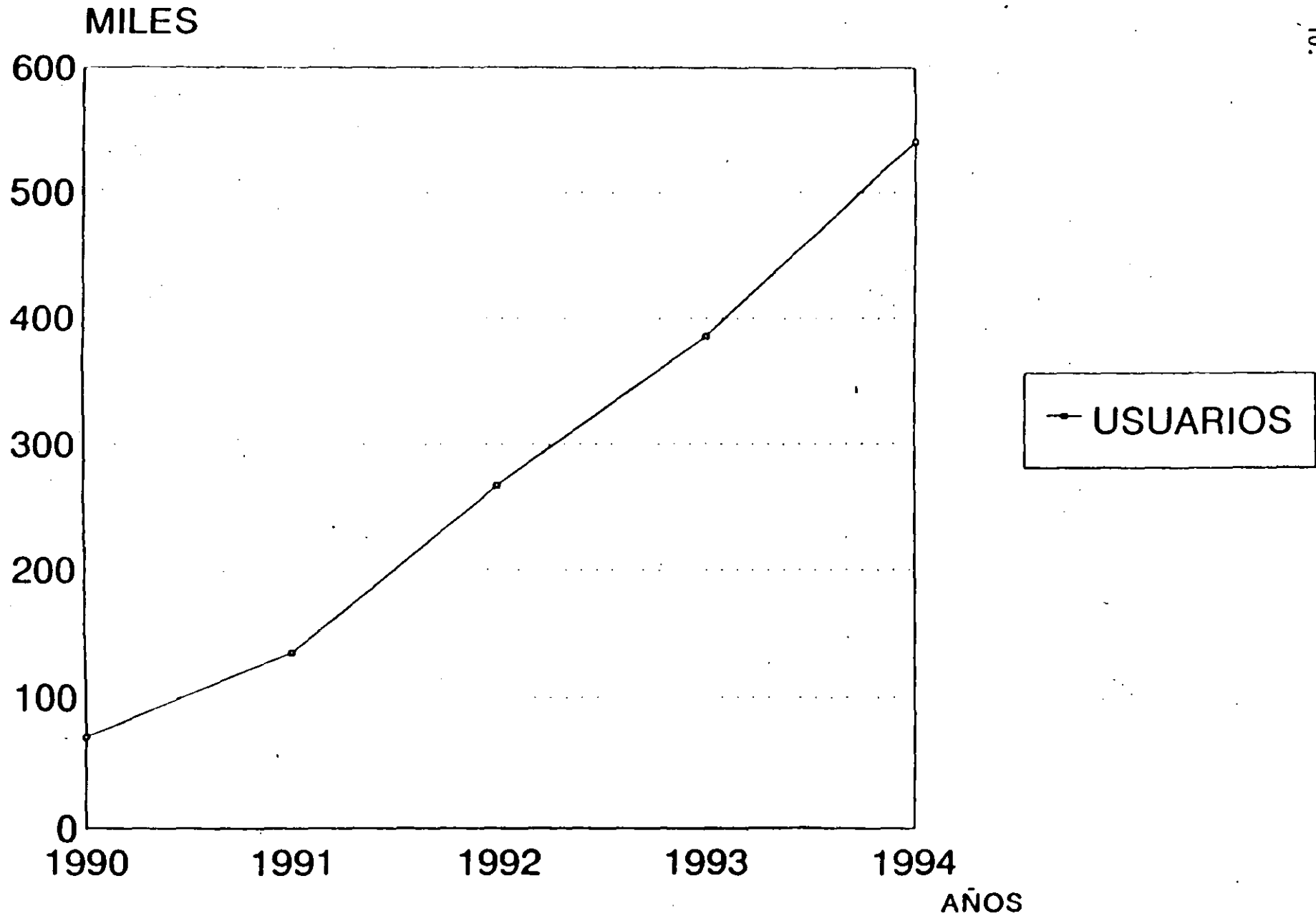
- 1 - BAJA CALIFORNIA
BAJA CALIFORNIA NORTE Y SUR
MUNICIPIO DE SN. LUIS RIO
COLORADO SONORA
- 2 - NOROESTE
SONORA Y SINALOA, EXCLUYENDO EL MUNICIPIO
DE SN. LUIS RIO COLORADO, SONORA
- 3 - NORTE
CHIHUAHUA, DURANGO; MUNICIPIOS DE
COAHUILA: TORREON, PCO. I. MADERO
MATAMOROS, SN. PEDRO Y VIESCA
- 4 - NOROESTE
COAHUILA, NVO. LEÓN Y TAMAULIPAS,
EXCLUYENDO LOS MUNICIPIOS DE COAHUILA
QUE SE CONTEMPLAN EN LA REGION 2
- 5 - OCCIDENTE
JALISCO, NAVARIT, COLIMA, MICHOACAN
EXCLUYENDO LOS MUNICIPIOS QUE SE CONTEMPLAN EN LA
REGION No. 6
- 6 - CENTRO
AGS, S.L.P., ZAC., GTO., ORO., Y MUNIC. DE JALISCO
HUEJUCAR, STA. MA. DE LOS ANGELES, COLOTLAN, TEOCALTICHE
HUEJUATLA, MESQUITIC, VILLA GUERRERO, BOLAÑOS, LAGOS DE MORENO
VILLA HIDALGO, OJUELOS DE JALISCO Y ENCARNACION DE DIAZ.
- 7 - GOLFO Y SUR
PUEBLA, TLAXCALA, VERACRUZ, OAXACA, GUERRERO.
- 8 - SURESTE
CHIAPAS, TABASCO, YUCATAN, CAMPECHE, QTA. ROO.
- 9 - MEX. Y EDO. CIRCUNVECINOS
MORELOS, HIDALGO, EDO. DE MEX.

GRUPO A	826.000 - 835.000 MHz 870.000 - 880.000
BANDA ASIGNADA	824 - 825 / 869 - 870 845 - 846.5 / 890 - 891.5
GRUPO B	836.000 - 845.000 MHz 880.000 - 890.000
BANDA EX... ..A	840.510 - 848.970 / 891.510 - 899.970

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.**

ESTADISTICA DE USUARIOS DEL SERVICIO DE RADIOTELEFONIA MOVIL CELULAR



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 1990-1994 SE HAN OTORGADO:

22 CONCESIONES PARA RUTAS CARRETERAS

22 CONCESIONES PARA CIUDAD

CIUDADES CUBIERTAS

**GUADALAJARA
MEXICO, D.F. Y ZONA CONURBADA
MONTERREY
AGUASCALIENTES
LEON
QUERETARO
TAMPICO
TOLUCA
ACAPULCO
PUEBLA
CULIACAN
LOS MOCHIS
TORREON**

**VILLAHERMOSA
VERACRUZ
PUERTO VALLARTA
HERMOSILLO
TIJUANA
NOGALES
ENSENADA
MEXICALI
TEPIC
TUXTLA GUTIERREZ
MAZATLAN
GUAYMAS
SALTILLO**

USUARIOS

APROX MADAMEN 'E 56,000 (MARZO 1995)

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 INCORPORE 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.

**SERVICIO DE RADIOLOCALIZACION MOVIL DE
PERSONAS
(PAGING)**

SITUACION ACTUAL

**DURANTE EL PERIODO 1990-1994 SE HAN
OTORGADO UN TOTAL DE 53 CONCESIONES, DE
LAS CUALES 5 SON DE COBERTURA REGIONAL Y
6 SON CON COBERTURA NACIONAL**

CIUDADES CUBIERTAS

**MEXICO
GUADALAJARA
MONTERREY
CUERNAVACA
S.L.P.
PACHUCA
AGUASCALIENTES
LEON
TOLUCA**

**TORREON
MONCLOVA
GOMEZ PALACIO
SALTILLO
MATAMOROS
CULIACAN
HERMOSILLO
TEPIC
CD. JUAREZ
ACAPULCO**

**VERACRUZ
MERIDA
QUERETARO
DURANGO
PUEBLA
NUEVO LAREDO
ENSENADA
TIJUANA
MEXICALI
TAMPICO**

USUARIOS

171,000 (MARZO 1995)

LEY FEDERAL DE TELECOMUNICACIONES

ESTA LEY APROBADA EL 18 DE MAYO DE 1995 POR LA CAMARA DE DIPUTADOS, LA CUAL ENTRO EN VIGOR EL PASADO 8 DE JUNIO DE 1995, ES UNA LEY DE ORDEN PUBLICO Y TIENE POR OBJETO REGULAR EL USO, APROVECHAMIENTO Y EXPLOTACION DEL ESPECTRO RADIOELECTRICO, DE LAS REDES DE TELECOMUNICACIONES Y DE LA COMUNICACION VIA SATELITE.

LA LEY FEDERAL DE TELECOMUNICACIONES, PERMITIRA A NUESTRO PAIS INCORPORARSE A LA TENDENCIA INTERNACIONAL, MOSTRANDO QUE LAS FUNCIONES DE REGULACION Y FOMENTO DEBEN PERMANECER EN CONTROL DEL ESTADO, EN TANTO QUE LA CREACION DE INFRAESTRUCTURA, EL DESARROLLO TECNOLOGICO Y LA PRESTACION DE LOS SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES, CORRESPONDEN DE MANERA PREPONDERANTE A LA INICIATIVA DE LOS PARTICULARES.

LA NUEVA LEY ESTABLECE EN EL CAPÍTULO I "DISPOSICIONES GENERALES", QUE CORRESPONDE AL ESTADO LA RECTORIA EN MATERIA DE TELECOMUNICACIONES, A CUYO EFECTO PROTEGERA LA SEGURIDAD Y LA SOBERANIA DE LA NACION. EN TODO MOMENTO EL ESTADO MANTENDRA EL DOMINIO SOBRE EL ESPECTRO RADIOELECTRICO Y LAS POSICIONES ORBITALES ASIGNADAS AL PAIS.

EN EL CAPITULO II RELATIVO AL "ESPECTRO RADIOELECTRICO", SE HACE UNA CLASIFICACION DE LAS BANDAS DE FRECUENCIAS.

EN EL CAPITULO III "DE LAS CONCESIONES Y PERMISOS", SE ESTABLECE QUE SOLO PERSONAS FISICAS O MORALES DE NACIONALIDAD MEXICANA PODRAN PARTICIPAR EN LAS CONCESIONES, LAS CONCESIONES SOBRE BANDAS DE FRECUENCIAS DE FRECUENCIAS PARA USOS DETERMINADOS SE OTORGARAN MEDIANTE LICITACION PUBLICA Y SU PLAZO O DURACION SERAN HASTA POR 20 AÑOS TENIENDO CARACTER DE PRORROGABLES A JUICIO DE LA AUTORIDAD. TAMBIEN SE ESTABLECE QUE "LA SECRETARIA" OTORGARA CONCESIONES PARA OCUPAR Y EXPLOTAR POSICIONES ORBITALES GEOESTACIONARIAS Y ORBITAS SATELITALES ASIGNADAS AL PAIS. POR LO QUE RESPECTA A LOS PERMISOS, ESTOS SE OTORGARAN PARA:

- ESTABLECER, OPERAR Y EXPLOTAR UNA COMERCIALIZADORA DE SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES, SIN TENER EL CARACTER DE RED PUBLICA.
- INSTALAR, OPERAR O EXPLOTAR ESTACIONES TERRENAS TRANSMISORAS.

EN EL CAPITULO IV "DE LA OPERACION DE LOS SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES", SE ESTABLECE QUE "LA SECRETARIA" ELABORARA Y ADMINISTRARA LOS PLANES TECNICOS FUNDAMENTALES DE NUMERACION, CONMUTACION, SEÑALIZACION, TRANSMISION, TARIFACION Y SINCRONIZACION A LOS QUE DEBERAN SUJETARSE LOS CONCESIONARIOS DE REDES PUBLICAS.

EN EL CAPITULO V "DE LAS TARIFAS", SE ESPECIFICA QUE LAS TARIFAS SE DEBERAN REGISTRAR ANTE "LA SECRETARIA" ANTES DE SU PUESTA EN VIGOR, Y LOS OPERADORES NO PODRAN ADOPTAR PRACTICAS DISCRIMINATORIAS, NI LOS CONCESIONARIOS PODRAN OTORGAR SUBSIDIOS CRUZADOS A LOS SERVICIOS QUE PROPORCIONEN.

EN EL CAPITULO VI "DEL REGISTRO DE TELECOMUNICACIONES" SE ESTABLECE DICHO REGISTRO Y SU MATERIA, DISPONIENDOSE QUE LA INFORMACION PODRA SER CONSULTADA POR EL PUBLICO EN GENERAL.

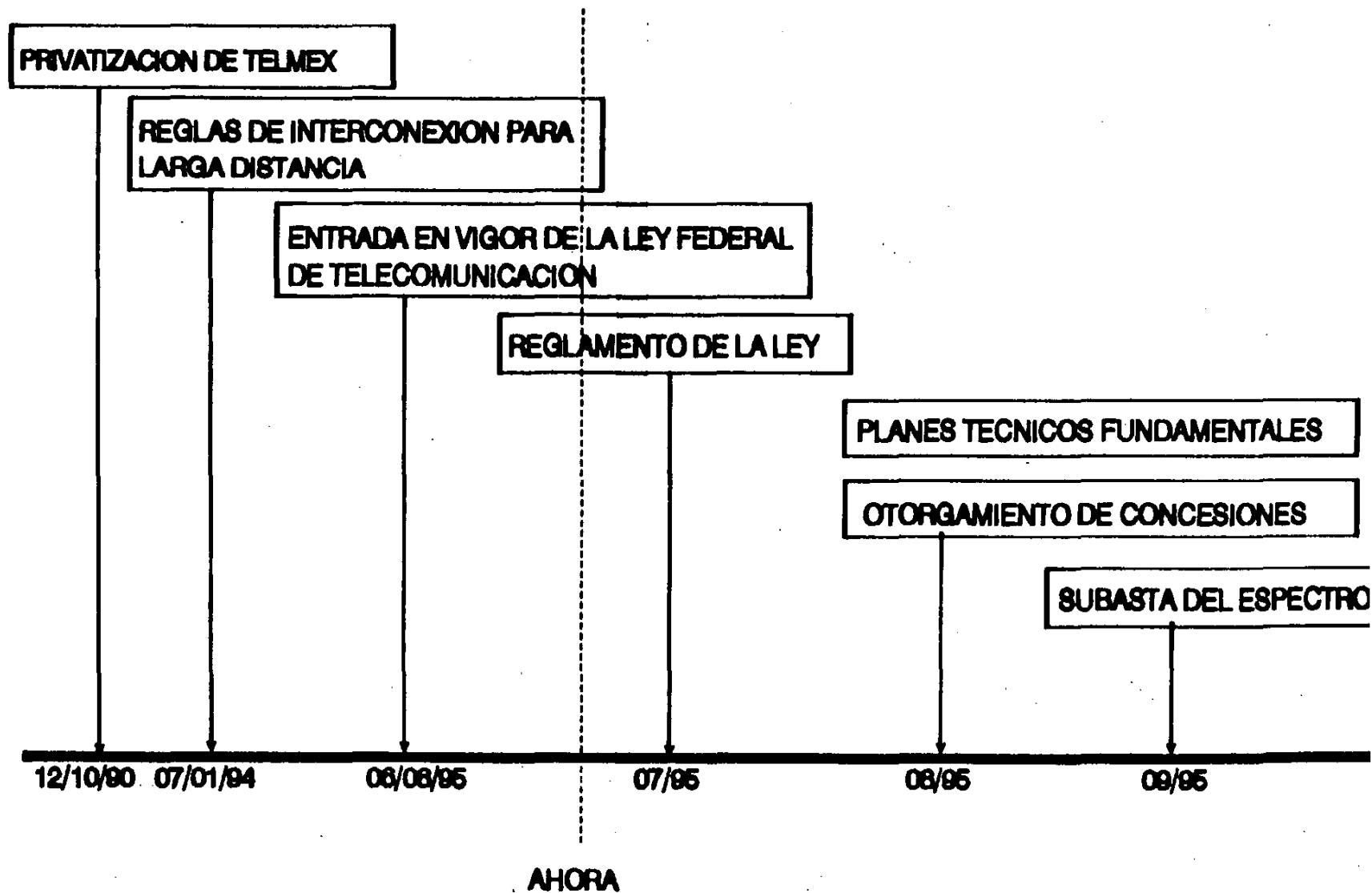
EN EL CAPITULO VII "DE LA REQUISA", SE CONTEMPLA ESTA FIGURA JURIDICA Y SE INDICAN LAS HIPOTESIS DE LA MISMA.

EN EL CAPITULO VIII "DE LA VERIFICACION E INFORMACION", REGULA LAS ATRIBUCIONES QUE SE LE OTORGA A LA AUTORIDAD PARA VERIFICAR EL CUMPLIMIENTO DE LA LEY, SUS REGLAMENTOS Y DEMAS DISPOSICIONES APLICABLES.

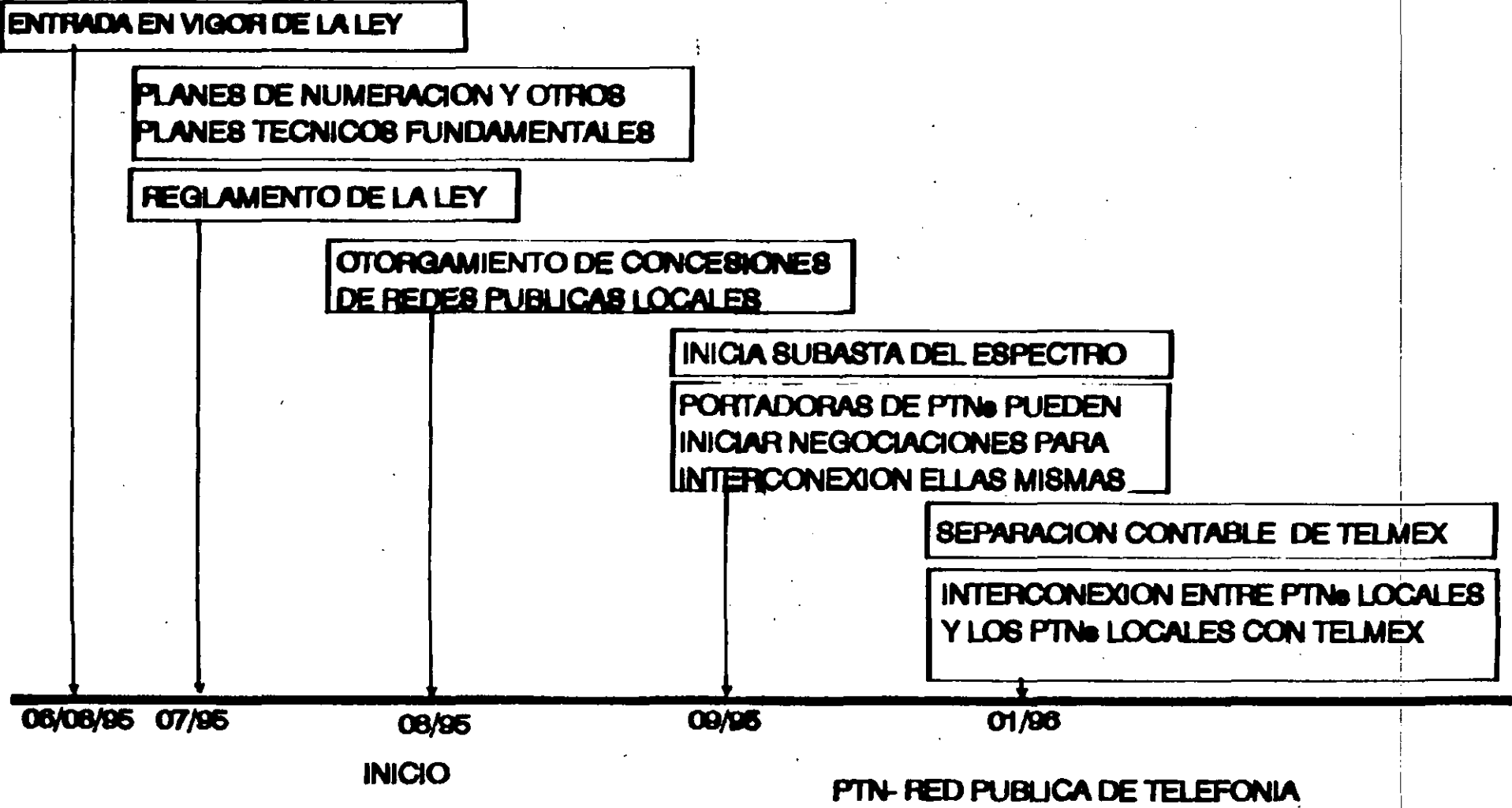
EN EL CAPITULO IX "DE INFRACCIONES Y SANCIONES" SE ESTABLECEN LAS BASES PROCEDIMENTALES DE LAS MISMAS Y EL SISTEMA DE JUSTICIA ADMINISTRATIVA A QUE CORRESPONDE EL SISTEMA DE RECURSOS.

JUNIO/95

DECISIONES GUBERNAMENTALES FUNDAMENTALES ENCAMINADAS A LA COMPETENCIA DE LOS SISTEMAS DE TELECOMUNICACIONES EN MEXICO

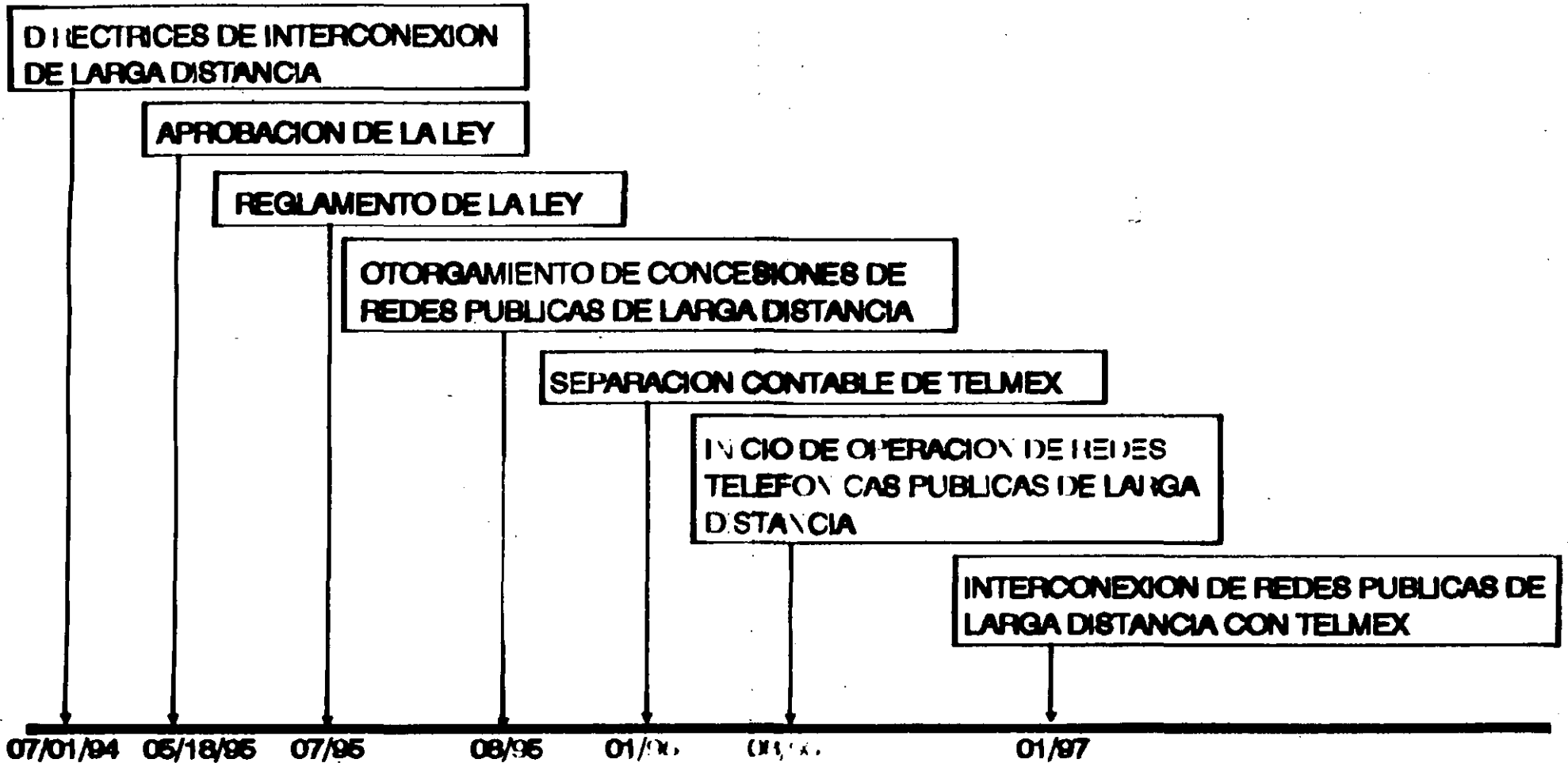


DECISIONES GUBERNAMENTALES PARA LA COMPETENCIA DEL SERVICIO DE TELEFONIA LOCAL



61

DECISIONES GUBERNAMENTALES PARA LA COMPETENCIA DEL SERVICIO DE LARGA DISTANCIA



REGLAMENTO
DE
TELECOMUNICACIONES



SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

CARLOS 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

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.

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.

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.

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.

0 1

iones

imiento tiene por objeto regular la instalación, establecimiento, mantenimien-
tes de telecomunicación que constituyan vías generales de comunicación y
an, así como sus servicios auxiliares y conexos.

de este Reglamento, se entenderá por:

tunicación.

icaciones y Transportes.

municaciones.

México, Organismo Descentralizado de la Administración Pública Federal.

ión, emisión o recepción de signos, señales, escritos, imágenes, voz, soni-
uraleza por línea física conductora eléctrica, radioelectricidad, medios ópticos

nicación transmitida por medio de ondas radioeléctricas.

Comunicación Satelital: Es la radiocomunicación que se establece para con-
sonidos, voz, datos, textos o imágenes mediante el uso de algún sistema

lectromagnéticas, cuyas frecuencias se fijan convencionalmente por deba-
or el espacio sin guía artificial.

unidireccional de señales entre dos puntos, por línea física, radioelectrici-
s electromagnéticos.

que permite la transmisión bidireccional de señales entre dos puntos. En
rmino "Circuito" está limitado generalmente a un circuito de telecomuni-
s equipos o centrales de conmutación, junto con los equipos terminales

acterísticas específicas, entre dos puntos, esto puede ser mediante canal
rminales y red de interconexión que funciona en un modo particular a fin
ión entre equipos terminales.

la interconexión de unidades funcionales, canales de transmisión o cir-
po necesario para conducir señales.

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.

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.

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.

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.

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.

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 ejercita 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 terrenal 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.

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 Telerónico y Telegráfico y de Radiocomunicaciones (CCITT y CCIR).

II. La divulgación del contenido o simplemente de la existencia, la publicación o cualquier otro uso de toda clase de información obtenida mediante la intercepción 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 estos 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.

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.

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 imágenes, 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.

CAPITULO 3

Concesiones

ARTICULO 13. Las concesiones para instalar, establecer, operar y explotar una red pública de telecomunicaciones, solo 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.

CAPITULO 4

Permisos

Sección I

Disposiciones Generales

ARTICULO 30. Los permisos para establecer, instalar, operar y explotar servicios especiales de telecomunicaciones, solo 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 80. 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.

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.

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 así 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.

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.

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

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 facsimil 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.

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.

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 incidentales 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-

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

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.

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 periodos 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 como este, 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.

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.

Quando la interrupción de servicio afecte a más de un número de líneas o de usuarios estroplado 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 contratación 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.

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 periodos 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 periodos 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 periodo 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.

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 extranjeras, 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.

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.

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.

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 normaran 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:

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 num.</i>	<i>Subdivisión de Frecuencias</i>	<i>Rango de Frecuencia</i>
4	VLF (Frecuencia muy Baja)	3 a 30 kHz
5	LF (Frecuencia Baja)	30 a 300 kHz
6	MF (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 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.

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 fura, 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.

curso de su operación, no requieren autorización de la Secretaría, pero su operación está condicionada a no causar interferencias objetables y aceptar las interferencias que puedan ser causadas por estaciones de radiocomunicación debidamente autorizadas, o por otros radiadores incidentales o por equipos ICM.

El operador de radiadores incidentales, que haya sido identificado por la Secretaría, como causante de una interferencia objetable, deberá suspender de inmediato su operación y no la reanudará hasta en tanto no se hayan corregido las causas que originan o producen la interferencia objetable.

Los fabricantes de radiadores incidentales deberán emplear buenas prácticas de manufactura para minimizar los riesgos de producir interferencias objetables.

Sección VI

De la Red Nacional de Radiomonitorio y Radiodeterminación

ARTICULO 127. Corresponde a la Secretaría la comprobación de las emisiones radioeléctricas, la identificación y localización de interferencias perjudiciales y demás perturbaciones a los sistemas y servicios de telecomunicación, así como la supervisión y las acciones correspondientes para eliminarlas, con el fin de asegurar el mejor funcionamiento de los servicios de radiocomunicación y la utilización eficaz del espectro, para lo cual la Secretaría contará con una Red Nacional de Radiomonitorio y Radiodeterminación con estaciones fijas y móviles.

Sección IV

Otros Servicios de Radiocomunicaciones

ARTICULO 121. La operación de estaciones de radioexperimentación será de carácter temporal cuyo plazo estará especificado en el permiso que para el efecto otorgue la Secretaría.

Para autorizar la operación de estaciones de radioexperimentación los interesados deberán presentar ante la Secretaría por escrito, el objetivo y la descripción técnica de la radioexperimentación que pretenden llevar a cabo, así como el plan o programa de desarrollo de las actividades correspondientes. Asimismo, deberán presentar periódicamente, según se indique en el permiso, un informe sobre los avances, así como un reporte final de los resultados y conclusiones alcanzadas al término de la radioexperimentación.

ARTICULO 122. Para la instalación y operación de equipos, redes y sistemas de aficionados deberá de observarse lo establecido en el Reglamento para instalar y operar estaciones radioeléctricas del servicio de aficionados.

Sección V

Uso de Frecuencias Radioeléctricas en Equipos y Dispositivos

ARTICULO 123. Los equipos y dispositivos usados y operados en los diferentes servicios de radiocomunicación deberán cumplir con las disposiciones sobre homologación de equipo que establece este reglamento.

ARTICULO 124. Los equipos para aplicaciones industriales, científicas y médicas, denominados ICM registrados ante la Secretaría, no requerirán de permiso para operar dentro de las bandas de frecuencias designadas por la Secretaría para operar en aplicaciones industriales, científicas y médicas.

Dichos equipos ICM podrán operar en bandas de frecuencias diferentes a las designadas, si cumplen con las especificaciones particulares que señale la Secretaría para cada caso, debiendo adoptar todas las medidas necesarias para garantizar el no causar interferencia perjudicial a los equipos, sistemas y red de radiocomunicación autorizados o que autorice la Secretaría en las bandas de frecuencia de que se trate.

No podrá realizarse la operación de los equipos ICM en las bandas de frecuencias 490 - 510 KHz, 2 170 - 2 194 KHz, 8 354 - 8 374 KHz, 121.4 - 121.6 MHz, 156.7 - 156.9 MHz, 242.8 - 243.2 MHz y en las demás bandas de frecuencias atribuidas nacional e internacionalmente para socorro, seguridad, búsqueda y salvamento.

ARTICULO 125. Los propietarios de los equipos ICM no podrán demandar derecho o reconocimiento alguno en el uso de cualquier frecuencia utilizada conforme al presente ordenamiento.

Si al operarse un equipo ICM se produce una interferencia objetable a servicios de radiocomunicaciones fuera de las bandas de frecuencias designadas para aplicaciones ICM, los propietarios y operarios del equipo ICM deberán de efectuar todo lo necesario para eliminar la interferencia perjudicial, excepto cuando la interferencia sea el producto de la intermodulación de la frecuencia ICM con otra frecuencia procedente de algún otro sistema de radiocomunicación.

Las estaciones, sistemas y redes de radiocomunicación que la Secretaría autorice a operar en las bandas de ICM, deberán aceptar las interferencias que puedan causarles los equipos ICM y no deberán causar interferencia perjudicial al funcionamiento de los equipos ICM instalados en las proximidades de sus instalaciones o en las trayectorias de sus emisiones.

ARTICULO 126. Los radiadores incidentales de energía de radiofrecuencia que son dispositivos no considerados como equipos ICM que generan energía de radiofrecuencia intencional o no intencional durante el trans-

II. Evitar la existencia de subsidios cruzados entre servicios proporcionados por el mismo concesionario, salvo autorización expresa de la Secretaría.

III. La competitividad internacional de los niveles tarifarios.

IV. La generación de márgenes razonables de rentabilidad, adecuados a las condiciones económicas prevalentes.

V. Promover una expansión eficiente de los servicios y proveer las bases para una sana competencia en la prestación de los mismos.

VI. Las tarifas no serán discriminatorias ni dificultarán el acceso al servicio de que se trate.

VII. Los métodos de cálculo de las tarifas deberán estar claramente estipulados.

ARTICULO 132. La Secretaría podrá modificar las tarifas o sus bases a solicitud de los prestadores de servicios, y siempre que estos justifiquen ampliamente la necesidad de tal medida. La modificación de las tarifas se hará escuchando previamente a los prestadores de servicios y siempre que no se comprometa la costeabilidad de la explotación.

Para la aprobación de las tarifas definitivas y sus reglas de aplicación la Secretaría escuchará previamente la opinión de la Comisión Consultiva de Tarifas a que se refiere el Artículo 49 de la Ley.

ARTICULO 133. La Secretaría podrá fijar tarifas o bases provisionales en tanto se recibe la opinión de la Comisión Consultiva de Tarifas, que estarán vigentes durante 90 días naturales, conforme a lo establecido en la Ley.

ARTICULO 134. Los concesionarios en su caso, deberán elaborar un libro de tarifas para consulta del público en general, así como publicar las tarifas de los servicios básicos en dos de los diarios de mayor circulación en el área en que presten los servicios.

ARTICULO 135. Los concesionarios deberán facturar a sus suscriptores el importe por el consumo de los servicios contratados, desglosando el adeudo total en los conceptos originados por cada uno de los servicios utilizados.

ARTICULO 136. Los concesionarios están obligados a llevar una contabilidad de costos, con un catálogo de cuentas que se presentará a la Secretaría, quien podrá solicitar alguna modificación.

Sección III

Tarifas para Servicio de Telefonía Básica

ARTICULO 137. La explotación comercial de los servicios públicos de telefonía básica que proporcionan los concesionarios por medio de la red pública telefónica, se realizará conforme a un control tarifario autorizado por la Secretaría, de acuerdo a las bases que se establecen en las condiciones de este capítulo.

Los cargos y tarifas del servicio público de telefonía básica a los que se les aplicará dicho control tarifario serán los siguientes:

I. Cargos por instalación y conexión a la red pública telefónica de líneas terminales y troncales, para telefonía básica, para suscriptores residenciales y comerciales.

II. Renta básica mensual por línea contratada, terminal o troncal, para servicio de telefonía básica, para suscriptores residenciales y comerciales, que incluye un tiempo o número máximo de llamadas locales libres de cobro.

CAPITULO 9

Tarifas

Sección I Disposiciones Generales

ARTICULO 128. En las concesiones que otorgue la Secretaría, para explotar redes y servicios públicos de telecomunicaciones, se fijarán las bases para establecer las tarifas que aplicaran los concesionarios a los usuarios.

ARTICULO 129. Las tarifas de los servicios de telecomunicaciones que no requieran concesión, serán libremente establecidas por los proveedores del servicio respectivo.

En caso de que la Secretaría determine, mediante un estudio, que las condiciones existentes en el mercado no son suficientes para garantizar un régimen de libertad tarifaria, las bases tarifarias serán fijadas de acuerdo a los procedimientos que se establezcan en sus permisos.

Sección II Procedimiento para la Fijación de Tarifas de Redes y Servicios

ARTICULO 130. La solicitud de aprobación de las bases tarifarias o su modificación, así como sus reglas de aplicación se presentarán junto con la siguiente documentación e información:

- I. Estados financieros proyectados por un plazo de cinco años.
- II. Programa de inversión y fuentes de financiamiento, por el mismo período.
- III. Unidades de tráfico, usuarios, consumo de servicios estimados por el período indicado.
- IV. Estudio de costo-beneficio que muestre la sensibilidad de la rentabilidad de la empresa a diferentes tarifas y programas de inversión, y crecimiento de unidades de tráfico, usuarios y venta de servicios para el período de referencia.
- V. Los métodos de cálculo tarifario.
- VI. Bases y criterios utilizados para formular las proyecciones indicadas.

Recibida la solicitud de aprobación inicial o revisión de tarifa, la Secretaría la analizará para determinar si reúne los requisitos señalados. En cuyo caso, la Secretaría evaluará la solicitud y emitirá su resolución en un periodo no mayor a 90 días naturales a partir de la fecha de recepción de la documentación. Cuando la solicitud no cumpla con los requisitos y documentación, se devolverá al interesado en un plazo no mayor a 30 días naturales.

ARTICULO 131. La aprobación de las bases tarifarias se regirá por los siguientes criterios:

- I. Que las tarifas estén orientadas a costos y que no se apliquen descuentos ni bonificaciones que impliquen cobros por abajo de los costos directos.

CAPITULO 10

Equipo de Telecomunicaciones

Sección I

De la Obligación de Homologar los Equipos

ARTICULO 140. Los equipos de telecomunicaciones que se conecten o utilicen una vía general de comunicación para su comercialización, uso y operación, deberán estar previamente homologados de acuerdo al procedimiento establecido en este Reglamento por los fabricantes, comercializadores o usuarios, conforme a las normas autorizadas, cuyo objeto es:

- I. Fijar las especificaciones que deben reunir los equipos de telecomunicaciones que funcionen en el país para evitar daños a las redes que se conecten e interferencias con otros servicios de telecomunicaciones y garantizar la seguridad del usuario.
- II. Establecer las especificaciones relacionadas con los instrumentos para medir, los patrones de medida y sus métodos de medición y calibración.
- III. Establecer los métodos de prueba o los procedimientos para comprobar las especificaciones a que se refieren las fracciones precedentes y el equipo y materiales adecuados para efectuar las pruebas correspondientes.
- IV. Describir emblemas y nomenclatura, diagramas, símbolos o contraseñas para fines oficiales e industriales.

ARTICULO 141. La Secretaría elaborará y publicará una estructura de normalización para guiar la elaboración de Normas Oficiales Mexicanas en telecomunicaciones, clasificando al equipo bajo las siguientes condiciones:

- I. Homologación Tipo A: Equipo que requerirá de ser probado por la Secretaría antes de recibir el certificado de homologación.
- II. Homologación Tipo B: Equipo que será probado por el proveedor, requiriéndose entrega de un reporte de pruebas a la Secretaría antes de recibir el certificado de homologación, y conservando la Secretaría la facultad de solicitar muestras para hacer pruebas o verificar dichas pruebas en planta.
- III. Verificación o Registro: Equipo que será probado por el proveedor, requiriéndose que él mismo conserve el reporte de pruebas, pero sin necesidad de certificado de homologación previo a la comercialización o utilización del equipo. La Secretaría podrá verificar dicho reporte.

Los equipos terminales que importen los particulares para su uso privado, no requerirán certificado o registro, y deberán cumplir con las normas aprobadas por la Secretaría para su conexión a redes públicas.

ARTICULO 142. Las normas para la homologación serán en orden jerárquico:

- I. Normas Oficiales Mexicanas.
- II. Normas Técnicas expedidas por la Secretaría.

III. Tarifas por el servicio público local para conferencias telefónicas—medidas por número de llamadas, duración y distancia, según la hora del día y día de la semana, para suscriptores residenciales y comerciales.

IV. Tarifas por el servicio público de larga distancia nacional para conferencias telefónicas, medidas por distancia, número de llamadas, clase de llamada, hora del día y día de la semana, para suscriptores residenciales y comerciales.

V. Tarifas por el servicio público de larga distancia internacional para conferencias telefónicas facturadas en México, medidas por distancia, según destino, clase de llamada, hora del día y día de la semana, para suscriptores residenciales y comerciales.

ARTICULO 138. Las tarifas aplicables a cada servicio señalado en el artículo anterior, deberán permitir recuperar al menos el costo incremental de largo plazo entre servicios. Ello con objeto de que exista el incentivo necesario para expandir cada servicio y establecer bases justas para una competencia equitativa.

Se entiende por costo incremental la suma de todos los costos en que los concesionarios tienen que incurrir para proveer una unidad de capacidad adicional del servicio correspondiente. Los costos incrementales deberán ser comparables a los de una empresa eficiente.

ARTICULO 139. Para fines tarifarios, el arrendamiento de líneas o circuitos privados que se proporcione a través de líneas o circuitos de transmisión dedicados a usuarios finales o a otras redes de comunicación, se clasificará en líneas de uso de servicio local, de larga distancia nacional, de larga distancia internacional y de cruce fronterizo.

El arrendamiento de circuitos privados podrá operar en base de tarifas en competencia, debiendo registrar previamente a la iniciación de operaciones ante la Secretaría, la tarifa correspondiente e informar a la Secretaría con 15 días de anticipación, sobre las modificaciones y reestructuraciones que se efectúen a la misma con posterioridad.

Alternativamente, el certificado de homologación definitivo se podrá otorgar mediante la presentación de pruebas fehacientes avaladas por dos peritos en telecomunicaciones o un laboratorio autorizado y acreditado de que, durante la vigencia del certificado de homologación provisional los equipos han estado operando satisfactoriamente en sus diferentes modalidades y aplicaciones de diseño, cumpliendo con las normas aplicables y sin interferir con las redes de telecomunicaciones autorizadas.

No será necesaria la posesión de un certificado provisional para la obtención de un certificado definitivo.

El certificado de homologación definitivo sólo podrá ser cancelado a petición del solicitante o cuando la Secretaría, con razones fundamentadas, así lo determine.

ARTICULO 147. La Secretaría expedirá un certificado de homologación en favor del solicitante dentro de los 45 días hábiles siguientes a la recepción de la documentación que ampare el cumplimiento de los requisitos de homologación, a menos que:

- I. Se compruebe que se han presentado datos falsos.
- II. El equipo deba cumplir con especificaciones diferentes a las señaladas en la solicitud de homologación presentada.
- III. En los casos en que tratándose de laboratorios diferentes a los del Instituto Mexicano de Comunicaciones, éstos no se encuentren debidamente acreditados.

De darse cualesquiera de dichos supuestos, la Secretaría no otorgará el certificado de homologación.

ARTICULO 148. En caso de que un equipo homologado, sea objeto de una modificación estructural técnica o de configuración técnica que no altere sustancialmente su funcionamiento o interacción con la red o el espectro de frecuencias y siga cumpliendo con las normas bajo las cuales fue homologado originalmente, se deberá notificar a la Secretaría, obteniéndose una ampliación del certificado de homologación.

La Secretaría, en su caso, efectuará las inspecciones técnicas necesarias para los efectos del presente Reglamento.

ARTICULO 149. El certificado de homologación podrá ser cancelado por cualquiera de las siguientes causas:

- I. Por no ajustarse los equipos a las normas técnicas establecidas por la Secretaría.
- II. Por haberse proporcionado información falsa a la Secretaría.

En todo caso la Secretaría hará saber al interesado las causas de la cancelación.

ARTICULO 150. La Secretaría, acreditará conjuntamente con la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial laboratorios para que realicen las pruebas necesarias y expidan la constancia y los resultados de pruebas de laboratorio requeridas para la homologación de equipo en áreas específicas. Dicha acreditación se otorgará sin carácter de exclusividad a los laboratorios que cumplan con los siguientes requisitos:

- I. Que cuenten con personal técnico capacitado y reconocido en el ámbito de las telecomunicaciones con un amplio conocimiento y dominio de las normas técnicas que deben satisfacer los equipos.
- II. Disponer del equipo e instrumental necesario para efectuar las pruebas requeridas para la homologación conforme a las normas técnicas correspondientes.

III. Normas y recomendaciones contenidas en acuerdos internacionales suscritos por el Gobierno Federal.

IV. Normas y recomendaciones internacionales o extranjeras señaladas por la Secretaría.

Sección II De las Normas Oficiales Mexicanas

ARTICULO 143. Las Normas Técnicas emitidas por la Secretaría serán presentadas a los Comités Consultivos Nacionales de Normatización correspondientes a más tardar 90 días después de haber sido expedidas, con el fin de que se conviertan en Normas Oficiales Mexicanas, a más tardar 180 días después de haber sido expedidas.

Las Normas Oficiales Mexicanas relativas a equipos, redes y servicios de Telecomunicaciones serán suscritas conjuntamente por la Secretaría y la de Comercio y Fomento Industrial.

ARTICULO 144. Los fabricantes y proveedores de equipos así como los prestadores de servicios de Telecomunicaciones podrán presentar anteproyectos de normas ante los Comités Consultivos Nacionales y la Secretaría para su consideración, evaluación y posible adopción.

Las normas oficiales mexicanas relativas a equipos, redes o servicios de telecomunicaciones, serán emitidas conjuntamente por la Secretaría y la de Comercio y Fomento Industrial.

Sección III Requisitos para Homologación

ARTICULO 145. Para que un equipo quede homologado, la empresa solicitante presentará a la Secretaría, en el formato especial que para ello expida dicha dependencia, una solicitud de homologación que contendrá la siguiente información:

- I. Nombre y domicilio del solicitante.
- II. Normas con las cuales cumple el equipo.
- III. Manifestación de si se trata de una modificación a un equipo o de un equipo nuevo.
- IV. Características técnicas del equipo en funcionamiento y forma de conexión a las redes de telecomunicaciones.
- V. Constancia de pago de derechos.

ARTICULO 146. Cada certificado de homologación será identificado individualmente por un número y la Secretaría otorgará dos clases de certificados de homologación:

I. Certificado Provisional: Se otorgará hasta por un año, con la presentación de un dictamen técnico avalado por un perito en telecomunicaciones o un laboratorio autorizado y acreditado, que se responsabilice de que los equipos cumplan con las normas. Este certificado podrá ser renovado hasta en dos ocasiones por el mismo periodo. Durante este lapso deberá tramitarse la expedición del certificado de homologación definitivo.

II. Certificado Definitivo: Se otorgará mediante la presentación de constancia y resultados de pruebas de laboratorio expedidas por el Instituto Mexicano de Comunicaciones, o un laboratorio autorizado por la Secretaría y debidamente acreditado ante la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial.

CAPITULO 11

Inspección, Vigilancia e Información

ARTICULO 153. Compete exclusivamente a la Secretaría, la inspección y vigilancia técnica, operativa y administrativa, de las líneas, redes o sistemas y servicios de telecomunicaciones de sus servicios auxiliares y conexos materia de este Reglamento, que operen bajo concesión o permiso otorgado por la propia Secretaría.

ARTICULO 154. La Secretaría tendrá en todo tiempo la facultad de supervisar e inspeccionar las líneas, redes, sistemas y servicios de telecomunicaciones o sus servicios auxiliares o conexos que operen bajo concesión o permiso y los concesionarios y permisionarios están obligados a dar a La Secretaría todas las facilidades que la misma requiera, de conformidad con las disposiciones legales, reglamentarias y técnicas aplicables.

Las visitas de inspección se llevarán a cabo con inspectores de la Secretaría debidamente acreditados.

ARTICULO 155. Los concesionarios y permisionarios, deberán proporcionar a la Secretaría, durante las visitas de inspección, todos los informes y datos que les sean requeridos por los inspectores en los términos estipulados en la Ley.

Los concesionarios y permisionarios están obligados a proporcionar a la Secretaría la información técnica, administrativa y financiera en la forma y términos que la misma determine, de acuerdo a las disposiciones legales y reglamentarias respectivas, manteniéndose la confidencialidad de la misma.

Asimismo, están obligados en todo tiempo, a proporcionar cualquier dato o documento que les sea requerido por la propia Secretaría, para el mejor conocimiento de la forma en que están prestando los servicios.

ARTICULO 156. Las irregularidades que se encuentren durante las visitas de inspección se consignarán en un acta administrativa que levante el inspector, en la cual se otorgará al presunto infractor un plazo de 10 días hábiles para que presente las pruebas y defensas que estime conducentes y con vista a ellas o a su falta de presentación, la Secretaría dictará la resolución que corresponda.

CAPITULO 12

Sanciones

ARTICULO 157. La Secretaría aplicará las sanciones que correspondan en los términos de Ley, a los concesionarios o permisionarios que infrinjan lo dispuesto en la misma, en este Reglamento y en las condiciones y obligaciones estipuladas en los títulos respectivos y, de manera específica en los siguientes casos.

- I. Por causar interferencia perjudicial hecha en forma deliberada en las redes, sistemas o servicios de telecomunicaciones.
- II. Por negarse a proporcionar la información solicitada.
- III. Por impedir la práctica de la visita de inspección ordenada por la Secretaría.
- IV. Por la falta de tarifa autorizada para la prestación de servicios de telecomunicaciones que deban cumplir con este requisito.
- V. Por la aplicación de tarifas distintas a las autorizadas.
- VI. Por cambiar de ubicación las redes o sistemas o introducir alguna modificación sustancial técnica, sin autorización.
- VII. Por la violación al horario de operación establecido por la Secretaría.
- VIII. Por la violación a las reglas de modalidades de operación establecidas por la Secretaría.
- IX. Por no acatar las disposiciones relacionadas con la seguridad, utilidad y eficiencia del servicio, sistema o red concesionada.
- X. Por no construir y/o operar dentro de los plazos señalados.

ARTICULO 158. Los concesionarios de redes públicas telefónicas harán las bonificaciones en los recibos que expidan a sus usuarios por no cumplir con el programa de expansión y calidad a que se encuentran obligados en los términos de sus respectivas concesiones.

ARTICULO 159. El que construya, instale, establezca, opere y explote líneas, redes, sistemas y servicios de telecomunicaciones sin la concesión o permiso requerido por la Secretaría, perderá en beneficio de la Nación, las instalaciones establecidas y todos los bienes muebles e inmuebles que utilice y pagará una multa de cinco a 500 días de salario mínimo general vigente para el Distrito Federal, siguiendo para tal efecto el procedimiento establecido en los artículos 523 y 524 de la Ley.

ARTICULO 160. Para la aplicación de las sanciones a que se refieren los artículos anteriores y a las contenidas en el Libro Séptimo de la Ley, se seguirá el procedimiento establecido en el artículo 34 de dicha Ley.

El monto de las sanciones económicas lo fijará la Secretaría, de acuerdo a la gravedad de la infracción, a la situación económica del infractor y tomando en cuenta la fecha en que se cometió.

ARTICULO 161. La reincidencia de cualquier tipo de infracción se sancionará hasta con el doble de las multas establecidas en la Ley.

Transitorios

PRIMERO. El presente Reglamento entrará en vigor al día siguiente de su publicación en el Diario Oficial de la Federación.

SEGUNDO. Las concesiones, permisos o autorizaciones que se otorguen para: redes de servicio público de telefonía básica de larga distancia nacional o internacional o para redes terrestres que presten servicios de arrendamiento de líneas o circuitos dedicados de larga distancia nacional o internacional al público o entre terceros o para redes terrestres de servicio público de comunicación de larga distancia nacional o internacional, sólo podrán iniciar su explotación después del 10 de agosto de 1996, excepto cuando los concesionarios actuales no hayan cumplido con las condiciones de expansión y eficiencia de los servicios públicos contenidos en su título de concesión.

TERCERO. Se abrogan:

I. El Reglamento a los párrafos 2o. y 3o. del artículo 11 de la ley de vías generales de comunicación publicado en el Diario Oficial de la Federación el 21 de agosto de 1985.

II. El Decreto que dispone se adopte la palabra TELEX para designar el servicio que proporciona la Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas, a través de la Dirección General de Telecomunicaciones, publicado en el Diario Oficial de la Federación del 22 de mayo de 1957.

III. El Decreto sobre las vías generales de telecomunicación a larga distancia y sus servicios, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 15 de noviembre de 1968.

IV. El Acuerdo que regula el establecimiento y operación de los sistemas de transmisión de señales de datos y su procesamiento, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 2 de febrero de 1981.

V. El Acuerdo por el que se establecen las condiciones generales del suministro de los servicios públicos de telecomunicaciones para la prestación de los mismos, en sus fases administrativa y técnica publicado en el Diario Oficial de la Federación el 25 de enero de 1988.

VI. El Acuerdo sobre la instalación y operación de los equipos terminales de telecomunicaciones, así como disposiciones para los prestadores de servicios públicos que se indican, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 21 de diciembre de 1989.

Asimismo, se derogan todas las disposiciones que se opongan al presente Reglamento, salvo que rijan materias específicas.

Dado en la residencia del Poder Ejecutivo Federal en la Ciudad de México, Distrito Federal, a los veinticinco días del mes de octubre de mil novecientos noventa.

El Secretario de Comunicaciones
y Transportes

Andrés Caso Lombardo

SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

LEY Federal de Telecomunicaciones.

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.- Presidencia de la República.

ERNESTO ZEDILLO PONCE DE LEON,
Presidente Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos, a sus habitantes sabed:

Que el H. Congreso de la Unión, se ha servido dirigirme el siguiente

DECRETO

"EL CONGRESO DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS, DECRETA:

LEY FEDERAL DE TELECOMUNICACIONES

Capítulo I

Disposiciones generales

Artículo 1. La presente Ley es de orden público y tiene por objeto regular el uso, aprovechamiento y explotación del espectro radioeléctrico, de las redes de telecomunicaciones, y de la comunicación vía satélite.

Artículo 2. Corresponde al Estado la rectoría en materia de telecomunicaciones, a cuyo efecto protegerá la seguridad y la soberanía de la Nación.

En todo momento el Estado mantendrá el dominio sobre el espectro radioeléctrico y las posiciones orbitales asignadas al país.

Artículo 3. Para los efectos de esta Ley se entenderá por:

- I. Banda de frecuencias: porción del espectro radioeléctrico que contiene un conjunto de frecuencias determinadas;
- II. Espectro radioeléctrico: el espacio que permite la propagación sin guía artificial de ondas electromagnéticas cuyas bandas de frecuencias se fijan convencionalmente por debajo de los 3,000 gigahertz;
- III. Estación terrena: la antena y el equipo asociado a ésta que se utiliza para transmitir o recibir señales de comunicación vía satélite;
- IV. Frecuencia: número de ciclos que por segundo efectúa una onda del espectro radioeléctrico;
- V. Homologación: acto por el cual la Secretaría reconoce oficialmente que las especificaciones de un producto destinado a telecomunicaciones, satisfacen las normas y requisitos establecidos, por lo que puede ser conectado a una red pública de telecomunicaciones, o hacer uso del espectro radioeléctrico;
- VI. Órbita satelital: trayectoria que recorre un satélite al girar alrededor de la tierra;
- VII. Posiciones orbitales geoestacionarias: ubicaciones en una órbita circular sobre el Ecuador que permiten que un satélite gire a la misma velocidad de rotación de la tierra, permitiendo que el satélite mantenga en forma permanente la misma latitud y longitud;
- VIII. Red de telecomunicaciones: sistema integrado por medios de transmisión, tales como canales o circuitos que utilicen bandas de frecuencias del espectro radioeléctrico, enlaces satelitales, cableados, redes de transmisión eléctrica o cualquier otro medio de transmisión, así como, en su caso, centrales, dispositivos de conmutación o cualquier equipo necesario;
- IX. Red privada de telecomunicaciones: la red de telecomunicaciones destinada a satisfacer necesidades específicas de servicios de telecomunicaciones de determinadas personas que no impliquen explotación comercial de servicios o capacidad de dicha red;
- X. Red pública de telecomunicaciones: la red de telecomunicaciones a través de la cual se explotan comercialmente servicios de telecomunicaciones. La red 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;
- XI. Secretaría: la Secretaría de Comunicaciones y Transportes;
- XII. Servicios de valor agregado: los que emplean una red pública de telecomunicaciones y que tienen efecto en

el formato, contenido, código, protocolo, almacenaje o aspectos similares de la información transmitida por algún usuario y que comercializan a los usuarios información adicional, diferente o reestructurada, o que implican interacción del usuario con información almacenada;

XIII. Sistema de comunicación vía satélite: el que permite el envío de señales de microondas a través de una estación transmisora a un satélite que las recibe, amplifica y envía de regreso a la Tierra para ser captadas por estación receptora, y

XIV. Telecomunicaciones: toda emisión, transmisión o recepción de signos, señales escritos, imágenes, voz, sonidos o información de cualquier naturaleza que se efectúa a través de hilos, radioelectricidad, medios ópticos, físicos, u otros sistemas electromagnéticos.

Artículo 4. Para los efectos de esta Ley, son vías generales de comunicación el espectro radioeléctrico, las redes de telecomunicaciones y los sistemas de comunicación vía satélite.

Artículo 5. Las vías generales de comunicación materia de esta Ley y los servicios que en ellas se presten son de jurisdicción federal.

Para los efectos de esta Ley se considera de interés público la instalación, operación, y mantenimiento de cableado subterráneo y aéreo y equipo destinado al servicio de las redes públicas de telecomunicaciones, debiéndose cumplir las disposiciones estatales y municipales en materia de desarrollo urbano y protección ecológica aplicables.

Artículo 6. Corresponderá a los tribunales federales conocer de las controversias que se susciten con motivo de la aplicación de esta Ley, sin perjuicio de que las partes puedan someterse al procedimiento arbitral en los términos de las disposiciones aplicables.

Artículo 7. La presente Ley tiene como objetivos promover un desarrollo eficiente de las telecomunicaciones; ejercer la rectoría del Estado en la materia, para garantizar la soberanía nacional; fomentar una sana competencia entre los diferentes prestadores de servicios de telecomunicaciones a fin de que éstos se presten con mejores precios, diversidad y calidad en beneficio de los usuarios, y promover una adecuada cobertura social.

Para el logro de estos objetivos, corresponde a la Secretaría, sin perjuicio de las que se confieran a otras dependencias del Ejecutivo Federal, el ejercicio de las atribuciones siguientes:

- I. Planear, formular y conducir las políticas y programas, así como regular el desarrollo de las telecomunicaciones, con base en el Plan Nacional de Desarrollo y los programas sectoriales correspondientes;
- II. Promover y vigilar la eficiente interconexión de los diferentes equipos y redes de telecomunicación;
- III. Expedir las normas oficiales mexicanas en materia de telecomunicaciones y otras disposiciones administrativas;
- IV. Acreditar peritos en materia de telecomunicaciones;
- V. Establecer procedimientos para homologación de equipos;
- VI. Elaborar y mantener actualizado el Cuadro Nacional de Atribución de Frecuencias;
- VII. Gestionar la obtención de las posiciones orbitales geoestacionarias con sus respectivas bandas de frecuencias, así como las órbitas satelitales para satélites mexicanos, y coordinar su uso y operación con organismos y entidades internacionales y con otros países;
- VIII. Participar en la negociación de tratados y convenios internacionales en materia de telecomunicaciones, considerando, entre otros factores las diferencias existentes del sector con respecto al de los países con que se negocie, y vigilar su observancia;
- IX. Adquirir, establecer y operar, en su caso, por sí o a través de terceros, redes de telecomunicaciones;
- X. Promover el fortalecimiento de los valores culturales y de la identidad nacional;
- XI. Promover la investigación y el desarrollo tecnológico en materia de telecomunicaciones, la capacitación y el empleo de mexicanos cuyas relaciones laborales se sujetarán a la legislación de la materia.
- XII. Interpretar esta Ley para efectos administrativos, y

XIII. Las demás que esta Ley y otros ordenamientos legales, le confieran en la materia.

Artículo 8. A falta de disposición expresa en esta Ley y en sus reglamentos o en los tratados internacionales, se aplicarán:

- I. La Ley de Vías Generales de Comunicación;
- II. La Ley Federal de Procedimiento Administrativo;
- III. El Código de Comercio;
- IV. El Código Civil para el Distrito Federal en materia común y para toda la República en materia federal;
- V. El Código Federal de Procedimientos Civiles;
- VI. La Ley General de Bienes Nacionales, y
- VII. La Ley Federal de Radio y Televisión.

Artículo 9. La prestación de los servicios públicos de telégrafos y radiotelegrafía, queda reservada exclusivamente al Estado.

Capítulo II

Del espectro radioeléctrico

Artículo 10. El uso de las bandas de frecuencias del espectro radioeléctrico se clasificará de acuerdo con lo siguiente:

- I. Espectro de uso libre: son aquellas bandas de frecuencias que pueden ser utilizadas por el público en general sin necesidad de concesión, permiso o registro;
- II. Espectro para usos determinados: son aquellas bandas de frecuencias otorgadas mediante concesión y que pueden ser utilizadas para los servicios que autorice la Secretaría en el título correspondiente;
- III. Espectro para uso oficial: son aquellas bandas de frecuencias destinadas para el uso exclusivo de la administración pública federal, gobiernos estatales y municipales, otorgadas mediante asignación directa;
- IV. Espectro para usos experimentales: son aquellas bandas de frecuencias que podrá otorgar la Secretaría, mediante concesión directa e intransferible, para comprobar la viabilidad técnica y económica de tecnologías en desarrollo tanto en el país como en el extranjero, para fines

científicos o para pruebas temporales de equipo, y

- V. Espectro reservado: son aquellas bandas de frecuencias no asignadas ni concesionadas por la Secretaría.

Capítulo III

De las concesiones y permisos

Sección I

De las concesiones en general

Artículo 11. Se requiere concesión de la Secretaría para:

- I. Usar, aprovechar o explotar una banda de frecuencias en el territorio nacional, salvo el espectro de uso libre y el de uso oficial;
- II. Instalar, operar o explotar redes públicas de telecomunicaciones;
- III. Ocupar posiciones orbitales geoestacionarias y órbitas satelitales asignadas al país, y explotar sus respectivas bandas de frecuencias, y
- IV. Explotar los derechos de emisión y recepción de señales de bandas de frecuencias asociadas a sistemas satelitales extranjeros que cubran y puedan prestar servicios en el territorio nacional.

Artículo 12. Las concesiones a que se refiere esta Ley sólo se otorgarán a personas físicas o morales de nacionalidad mexicana.

La participación de la inversión extranjera, en ningún caso podrá exceder del 49 por ciento, excepto en tratándose del servicio de telefonía celular. En este caso, se requerirá resolución favorable de la Comisión Nacional de Inversiones Extranjeras, para que la inversión extranjera participe en un porcentaje mayor.

Artículo 13. Las concesiones o permisos para el uso, aprovechamiento o explotación de bandas de frecuencias atribuidas a los servicios de radiodifusión de radio y televisión abierta, y su programación, estarán sujetas a lo dispuesto en la Ley Federal de Radio y Televisión.

Sección II

De las concesiones sobre el espectro radioeléctrico

Artículo 14. Las concesiones sobre bandas de frecuencias del espectro para usos determinados se otorgarán mediante licitación pública. El Gobierno Federal tendrá derecho a recibir una

contraprestación económica por el otorgamiento de la concesión correspondiente.

Artículo 15. La Secretaría establecerá, y publicará periódicamente, un programa sobre las bandas de frecuencias del espectro para usos determinados, con sus correspondientes modalidades de uso y coberturas geográficas, que serán materia de licitación pública.

Los interesados podrán solicitar que se liciten bandas de frecuencias, modalidades de uso y coberturas geográficas distintas de las contempladas en el programa mencionado en el párrafo anterior. En estos casos, la Secretaría resolverá lo conducente en un plazo que no excederá de 60 días naturales.

Artículo 16. Para llevar a cabo el procedimiento de licitación pública a que se refiere el artículo 14 de esta Ley, la Secretaría publicará en el **Diario Oficial de la Federación** y en un periódico de la entidad o entidades federativas cuya zona geográfica sea cubierta por las bandas de frecuencia objeto de concesión, convocatoria para que cualquier interesado obtenga las bases correspondientes.

Las bases de licitación pública incluirán como mínimo:

- I. Los requisitos que deberán cumplir los interesados para participar en la licitación, entre los que se incluirán:
 - A. Los programas y compromisos de inversión, de cobertura y calidad de los servicios que se pretenden prestar.
 - B. El plan de negocios.
 - C. Las especificaciones técnicas de los proyectos, y
 - D. Opinión favorable de la Comisión Federal de Competencia.
- II. Las bandas de frecuencias objeto de concesión, sus modalidades de uso y zonas geográficas en que pueden ser utilizadas;
- III. El período de vigencia de la concesión, y
- IV. Los criterios para seleccionar al ganador.

Artículo 17. Cuando las proposiciones presentadas en la licitación pública no aseguren las mejores condiciones para la prestación de los servicios, las contraprestaciones ofrecidas no sean

satisfactorias a juicio de la Secretaría o no cumplan con los requisitos establecidos en las bases de la licitación, se declarará desierta la licitación y podrá expedirse una nueva convocatoria.

Artículo 18. El título de concesión contendrá como mínimo lo siguiente:

- I. El nombre y domicilio del concesionario;
- II. Las bandas de frecuencias objeto de concesión, sus modalidades de uso y zona geográfica en que pueden ser utilizadas;
- III. Los programas de inversión respectivos;
- IV. Los servicios que podrá prestar el concesionario;
- V. Las especificaciones técnicas del proyecto;
- VI. El período de vigencia;
- VII. Las contraprestaciones que, en su caso, deberán cubrirse por el otorgamiento de la concesión, y
- VIII. Los demás derechos y obligaciones de los concesionarios.

Una vez otorgada la concesión, un extracto del título respectivo se publicará en el **Diario Oficial de la Federación** a costa del interesado.

Cuando la explotación de los servicios objeto de la concesión sobre el espectro radioeléctrico requiera de una concesión de red pública de telecomunicaciones, esta última se otorgará en el mismo acto administrativo.

Artículo 19. Las concesiones sobre bandas de frecuencias se otorgarán por un plazo hasta de 20 años y podrán ser prorrogadas hasta por plazos iguales a los originalmente establecidos, a juicio de la Secretaría.

Para el otorgamiento de las prórrogas será necesario que el concesionario hubiere cumplido con las condiciones previstas en la concesión que se pretenda prorrogar; lo solicite antes de que inicie la última quinta parte del plazo de la concesión, y acepte las nuevas condiciones que establezca la propia Secretaría de acuerdo a la presente Ley y demás disposiciones aplicables. La Secretaría resolverá lo conducente en un plazo no mayor a 180 días naturales.

Artículo 20. Para obtener concesión sobre bandas de frecuencias para usos experimentales se deberán reunir, en lo conducente, los requisitos a que se refiere el artículo 24 de esta Ley.

Artículo 21. Las concesiones para el uso, aprovechamiento o explotación de bandas de frecuencia para uso experimental, se otorgarán por un plazo hasta de 2 años y deberán sujetarse, invariablemente, a las disposiciones reglamentarias respectivas.

Artículo 22. Las asignaciones para el uso, aprovechamiento o explotación de bandas de frecuencia para uso oficial, serán intransferibles y estarán sujetas a las disposiciones que en materia de concesiones prevé esta Ley, con excepción de las referentes al procedimiento de licitación pública.

Artículo 23. La Secretaría podrá cambiar o rescatar una frecuencia o una banda de frecuencias concesionadas, en los siguientes casos:

- I. Cuando lo exija el interés público;
- II. Por razones de seguridad nacional;
- III. Para la introducción de nuevas tecnologías;
- IV. Para solucionar problemas de interferencia perjudicial, y
- V. Para dar cumplimiento a los tratados internacionales suscritos por el Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos.

Para estos efectos, la Secretaría podrá otorgar directamente al concesionario nuevas bandas de frecuencias mediante las cuales se puedan ofrecer los servicios originalmente prestados.

Sección III

De las concesiones sobre redes públicas de telecomunicaciones

Artículo 24. Los interesados en obtener una concesión para instalar, operar o explotar redes públicas de telecomunicaciones, deberán presentar, a satisfacción de la Secretaría, solicitud que contenga como mínimo:

- I. Nombre y domicilio del solicitante;
- II. Los servicios que desea prestar;
- III. Las especificaciones técnicas del proyecto;
- IV. Los programas y compromisos de inversión, de cobertura y calidad de los servicios que se pretenden prestar;
- V. El plan de negocios, y
- VI. La documentación que acredite su capacidad financiera, técnica, jurídica y administrativa.

Lo anterior, sin perjuicio de obtener, en su caso, concesión para explotar bandas de frecuencias en los términos del artículo 14.

Artículo 25. La Secretaría analizará y evaluará la documentación correspondiente a la solicitud a que se refiere el artículo anterior en un plazo no mayor de 120 días naturales, dentro del cual podrá requerir a los interesados información adicional.

Una vez cumplidos, a satisfacción, los requisitos a que se refiere el artículo anterior, la Secretaría otorgará la concesión.

Artículo 26. El título de concesión contendrá como mínimo lo siguiente:

- I. El nombre y domicilio del concesionario;
- II. El objeto de la concesión;
- III. Los diferentes servicios que pueda prestar el concesionario;
- IV. Los derechos y obligaciones de los concesionarios;
- V. El período de vigencia;
- VI. Las características y el monto de la garantía que, en su caso, deberá otorgar el concesionario, y
- VII. Los compromisos de cobertura geográfica de la red pública.

Una vez otorgada la concesión, un extracto del título respectivo se publicará en el **Diario Oficial de la Federación** a costa del interesado.

Artículo 27. Las concesiones sobre redes públicas de telecomunicaciones se otorgarán por un plazo hasta de 30 años y podrán ser prorrogadas hasta por plazos iguales a los originalmente establecidos.

Para el otorgamiento de las prórrogas será necesario que el concesionario hubiere cumplido con las condiciones previstas en la concesión que se pretenda prorrogar, lo solicite antes de que inicie la última quinta parte del plazo de la concesión, y acepte las nuevas condiciones que establezca la propia Secretaría de acuerdo a la presente Ley y demás disposiciones aplicables. La Secretaría resolverá lo conducente en un plazo no mayor a 180 días naturales.

Artículo 28. Las redes privadas de telecomunicaciones no requerirán de concesión, permiso o registro para operar, salvo que utilicen bandas de frecuencias del espectro, en cuyo caso se estará a lo dispuesto en el artículo 14.

Para que los operadores de redes privadas puedan explotar comercialmente servicios, deberán obtener concesión en los términos de esta Ley, en cuyo caso adoptarán el carácter de red pública de telecomunicaciones.

Sección IV

De las concesiones para comunicación vía satélite

Artículo 29. Las concesiones para ocupar y explotar posiciones orbitales geoestacionarias y órbitas satelitales asignadas al país, con sus respectivas bandas de frecuencias y derechos de emisión y recepción de señales, se otorgarán mediante el procedimiento de licitación pública a que se refiere la Sección II del presente Capítulo, a cuyo efecto el Gobierno Federal podrá requerir una contraprestación económica por el otorgamiento de dichas concesiones.

Tratándose de dependencias y entidades de la administración pública federal, la Secretaría otorgará mediante asignación directa dichas posiciones orbitales geoestacionarias y órbitas satelitales.

Artículo 30. La Secretaría podrá otorgar concesiones sobre los derechos de emisión y recepción de señales y bandas de frecuencias asociadas a sistemas satelitales extranjeros que cubran y puedan prestar servicios en el territorio nacional, siempre y cuando se tengan firmados tratados en la materia con el país de origen de la señal y dichos tratados contemplen reciprocidad para los satélites mexicanos. Estas concesiones sólo se otorgarán a personas morales constituidas conforme a las leyes mexicanas.

Asimismo, podrán operar en territorio mexicano los satélites internacionales establecidos al amparo de tratados internacionales multilaterales de los que el país sea parte.

Sección V

De los permisos

Artículo 31. Se requiere permiso de la Secretaría para:

- I. Establecer y operar o explotar una comercializadora de servicios de telecomunicaciones sin tener el carácter de red pública, y
- II. Instalar, operar o explotar estaciones terrenas transmisoras.

Artículo 32. Los interesados en obtener permiso deberán presentar solicitud a la Secretaría, la cual contendrá, en lo conducente, lo establecido en el artículo 24.

La Secretaría analizará y evaluará la documentación correspondiente a la solicitud a que se refiere el párrafo anterior en un plazo no mayor de 90 días naturales, dentro del cual podrá requerir a los interesados información adicional.

Una vez cumplidos, a satisfacción, los requisitos a que se refiere el artículo anterior, la Secretaría otorgará el permiso correspondiente.

Artículo 33. Para la prestación de servicios de valor agregado bastará su registro ante la Secretaría.

Artículo 34. No se requerirá permiso de la Secretaría para la instalación y operación de estaciones terrenas receptoras.

La Secretaría podrá exentar de los requerimientos de permiso a aquellas estaciones terrenas transmisoras que, por cumplir con las normas establecidas, no ocasionen interferencia perjudicial en otros sistemas de telecomunicaciones.

Sección VI

De la cesión de derechos

Artículo 35. La Secretaría autorizará, dentro de un plazo de 90 días naturales, contado a partir de la presentación de la solicitud, la cesión parcial o total de los derechos y obligaciones establecidos en las concesiones o permisos, siempre que el cesionario se comprometa a realizar las obligaciones que se encuentren pendientes y asuma las condiciones que al efecto establezca la Secretaría.

En los casos en que la cesión tenga por objeto transferir los derechos para operar y explotar una red pública de telecomunicaciones o una banda de frecuencias a otro concesionario o permisionario que preste servicios similares en la misma zona geográfica, la Secretaría autorizará la respectiva cesión, siempre y cuando exista opinión favorable por parte de la Comisión Federal de Competencia.

La cesión a que se refiere este artículo, podrá solicitarse siempre y cuando haya transcurrido un plazo de tres años a partir del otorgamiento de la concesión o permiso respectivo.

Artículo 36. En ningún caso se podrá ceder, gravar, dar en prenda, hipotecar o enajenar la concesión o el permiso, los derechos en ellos conferidos y los bienes afectos a los mismos, a ningún gobierno o estado extranjero.

Sección VII

De la terminación y revocación de las concesiones y permisos

Artículo 37. Las concesiones y permisos terminan por:

- I. Vencimiento del plazo establecido en el título c, en su caso, en el permiso respectivo;
- II. Renuncia del concesionario o permisionario;
- III. Revocación;
- IV. Rescate, y
- V. Liquidación o quiebra del concesionario o permisionario.

La terminación de la concesión o del permiso no extingue las obligaciones contraídas por el titular durante su vigencia.

Artículo 38. Las concesiones y permisos se podrán revocar por cualquiera de las causas siguientes:

- I. No ejercer los derechos conferidos en las concesiones o permisos durante un plazo mayor de 180 días naturales, contado a partir de la fecha de su otorgamiento, salvo autorización de la Secretaría por causa justificada;
- II. Interrupciones a la operación de la vía general de comunicación o la prestación del servicio total o parcialmente, sin causa justificada o sin autorización de la Secretaría;
- III. Ejecutar actos que impidan la actuación de otros concesionarios o permisionarios con derecho a ello;
- IV. No cumplir con las obligaciones o condiciones establecidos en los títulos de concesión y en los permisos;
- V. Negarse a interconectar a otros concesionarios o permisionarios de servicios de telecomunicaciones, sin causa justificada;
- VI. Cambio de nacionalidad;
- VII. Ceder, gravar o transferir las concesiones o permisos, los derechos en ellos conferidos o los bienes afectos a los mismos en contravención a lo dispuesto en esta Ley, y
- VIII. No cubrir al Gobierno Federal las contraprestaciones que se hubieren establecido.

La Secretaría procederá de inmediato a la revocación de las concesiones y permisos en los supuestos de las fracciones I, V, VI y VII anteriores.

En los casos de las fracciones II, III, IV y VIII la Secretaría sólo podrá revocar la concesión o el permiso cuando previamente hubiese sancionado al respectivo concesionario o permisionario, por lo menos en tres ocasiones por las causas previstas en dichas fracciones.

Artículo 39. El titular de una concesión o permiso que hubiere sido revocado estará imposibilitado para obtener nuevas concesiones o permisos de los previstos en esta Ley, por un plazo de 5 años contado a partir de que hubiere quedado firme la resolución respectiva.

Artículo 40. Al término de la concesión o de las prórrogas que se hubieren otorgado, revertirán a la Nación las bandas de frecuencias y las posiciones orbitales geoestacionarias y órbitas satelitales que hubieren sido afectas a los servicios previstos en la concesión.

El Gobierno Federal tendrá derecho preferente para adquirir las instalaciones, equipos y demás bienes utilizados directamente en la explotación de las bandas de frecuencias, posiciones orbitales u órbitas satelitales, objeto de la concesión.

Capítulo IV

De la operación de servicios de telecomunicaciones

Sección I

De la operación e interconexión de redes públicas de telecomunicaciones

Artículo 41. Los concesionarios de redes públicas de telecomunicaciones deberán adoptar diseños de arquitectura abierta de red para permitir la interconexión e interoperabilidad de sus redes. A tal efecto, la Secretaría elaborará y administrará los planes técnicos fundamentales de numeración, conmutación, señalización, transmisión, tarificación y sincronización, entre otros, a los que deberán sujetarse los concesionarios de redes públicas de telecomunicaciones. Dichos planes deberán considerar los intereses de los usuarios y de los concesionarios y tendrán los siguientes objetivos:

- I. Permitir un amplio desarrollo de nuevos concesionarios y servicios de telecomunicaciones;

- II. Dar un trato no discriminatorio a los concesionarios, y
- III. Fomentar una sana competencia entre concesionarios.

Artículo 42. Los concesionarios de redes públicas de telecomunicaciones deberán interconectar sus redes, y a tal efecto suscribirán un convenio en un plazo no mayor de 60 días naturales contados a partir de que alguno de ellos lo solicite. Transcurrido dicho plazo sin que las partes hayan celebrado el convenio, o antes si así lo solicitan ambas partes, la Secretaría, dentro de los 60 días naturales siguientes, resolverá sobre las condiciones que no hayan podido convenirse.

Artículo 43. En los convenios de interconexión a que se refiere el artículo anterior, las partes deberán:

- I. Identificar los puntos de conexión terminal de su red;
- II. Permitir el acceso de manera desagregada a servicios, capacidad y funciones de sus redes sobre bases de tarifas no discriminatorias;
- III. Abstenerse de otorgar descuentos por volumen en las tarifas de interconexión;
- IV. Actuar sobre bases de reciprocidad en la interconexión entre concesionarios que se provean servicios, capacidades o funciones similares entre sí, en tarifas y condiciones;
- V. Llevar a cabo la interconexión en cualquier punto de conmutación u otros en que sea técnicamente factible;
- VI. Prever que los equipos necesarios para la interconexión puedan ser proporcionados por cualquiera de los concesionarios y ubicarse en las instalaciones de cualquiera de ellos;
- VII. Establecer mecanismos para garantizar que exista adecuada capacidad y calidad para cursar el tráfico demandado entre ambas redes;
- VIII. Entregar la comunicación al operador seleccionado por el suscriptor en el punto más próximo en que sea técnicamente eficiente;

- IX. Entregar la comunicación a su destino final o a un concesionario o combinación de concesionarios que puedan hacerlo;
- X. Proporcionar toda la información necesaria que les permita identificar los números de origen y destino, así como a los usuarios que deben pagar por la llamada, la hora, y si hubo asistencia de operadora, y
- XI. Llevar a cabo, si así se solicita, las tareas de medir y tasar los servicios prestados a sus propios usuarios por parte de otros concesionarios, así como proporcionar la información necesaria y precisa para la facturación y cobro respectivos.

Artículo 44. Los concesionarios de redes públicas de telecomunicaciones deberán:

- I. Permitir a concesionarios y permisionarios que comercialicen los servicios y capacidad que hayan adquirido de sus redes públicas de telecomunicaciones;
- II. Abstenerse de interrumpir el tráfico de señales de telecomunicaciones entre concesionarios interconectados, sin la previa autorización de la Secretaría;
- III. Abstenerse de realizar modificaciones a su red que afecten el funcionamiento de los equipos de los usuarios o de las redes con las que esté interconectada, sin contar con la anuencia de las partes afectadas y sin la aprobación previa de la Secretaría;
- IV. Llevar contabilidad separada por servicios y atribuirse a sí mismo y a sus subsidiarias y filiales, tarifas desagregadas y no discriminatorias por los diferentes servicios de interconexión;
- V. Permitir la portabilidad de números cuando, a juicio de la Secretaría, esto sea técnica y económicamente factible;
- VI. Proporcionar de acuerdo a lo que establezcan los títulos de concesión respectivos, los servicios al público de manera no discriminatoria;
- VII. Prestar los servicios sobre las bases tarifarias y de calidad contratadas con los usuarios;
- VIII. Permitir la conexión de equipos terminales, cableados internos y redes privadas de los usuarios, que cumplan con las normas establecidas;

IX. Abstenerse de establecer barreras contractuales técnicas o de cualquier naturaleza a la conexión de cableados ubicados dentro del domicilio de un usuario con otros concesionarios de redes públicas, y

X. Actuar sobre bases no discriminatorias al proporcionar información de carácter comercial, respecto de sus suscriptores, a filiales, subsidiarias o terceros.

Artículo 45. Cuando las condiciones técnicas, de seguridad y operación lo permitan, los derechos de vía de las vías generales de comunicación; las torres de transmisión eléctrica y de radiocomunicación; las postergas en que estén instalados cableados de distribución eléctrica; los terrenos adyacentes a los ductos de petróleo y demás carburos de hidrógeno; así como los postes y ductos en que estén instalados cableados de redes públicas de telecomunicaciones, que se hagan disponibles a algún concesionario de redes públicas deberán hacerse disponibles, de igual forma, a otros concesionarios sobre bases no discriminatorias.

En consecuencia, ningún concesionario de redes públicas de telecomunicaciones podrá contratar el uso o aprovechamiento de dichos bienes con derechos de exclusividad.

Artículo 46. La Secretaría promoverá acuerdos con las autoridades extranjeras, con el propósito de que exista reciprocidad en las condiciones de acceso de los concesionarios nacionales interesados en ofrecer servicios en el exterior y mayor competencia en larga distancia internacional.

Artículo 47. Sólo podrán instalar equipos de telecomunicaciones y medios de transmisión que crucen las fronteras del país, los concesionarios de redes públicas o las personas que expresamente autorice la Secretaría, sin perjuicio de las demás disposiciones aplicables.

La interconexión de redes públicas de telecomunicaciones con redes extranjeras se llevará a cabo mediante convenios que negocien las partes interesadas.

Los concesionarios deberán presentar a la Secretaría, previamente a su formalización, los convenios de interconexión que se pretenden celebrar. Cuando se estime que dichos convenios

perjudican los intereses del país en general, de los usuarios o de otros concesionarios de redes públicas de telecomunicaciones, la Secretaría podrá establecer las modalidades a que deberán sujetarse los convenios, a fin de incorporar condiciones de proporcionalidad y reciprocidad respecto de los servicios objeto de la interconexión.

Cuando fuere necesario celebrar convenios con algún gobierno extranjero para interconectar las redes concesionadas con redes extranjeras, los concesionarios solicitarán a la Secretaría su intervención para celebrar los convenios respectivos.

Artículo 48. La Secretaría establecerá las medidas conducentes para que los usuarios de todas las redes públicas de telecomunicaciones puedan obtener acceso bajo condiciones equitativas, a servicios de información, de directorio, de emergencia, de cobro revertido y vía operadora, entre otros.

Artículo 49. La información que se transmite a través de las redes y servicios de telecomunicaciones será confidencial, salvo aquella que, por su propia naturaleza, sea pública, o cuando medie orden de autoridad competente.

Sección II

De la cobertura social de las redes públicas

Artículo 50. La Secretaría procurará la adecuada provisión de servicios de telecomunicaciones en todo el territorio nacional, con el propósito de que exista acceso a las redes públicas de telecomunicaciones para la atención de servicios públicos y sociales, de las unidades de producción y de la población en general.

Tomando en cuenta las propuestas de los gobiernos de las entidades federativas, de los concesionarios de redes públicas de telecomunicación y otras partes interesadas, la Secretaría elaborará los programas de cobertura social y rural correspondientes, los cuales podrán ser ejecutados por cualquier concesionario.

La Secretaría asegurará la disponibilidad de bandas de frecuencias en los casos en que un proyecto de cobertura social así lo requiera, a cuyo efecto podrá negociar con los concesionarios la utilización de las bandas de frecuencias que no estén aprovechando, o bien otorgar nuevas bandas de frecuencias.

Artículo 51. En el caso de que no exista en una localidad determinada otro concesionario o permisionario que proporcione servicios similares, el concesionario de redes públicas de telecomunicaciones que dé servicio en dicha localidad, de conformidad con las condiciones que establezca su respectiva concesión, no podrá interrumpir la prestación de dicho servicio, salvo causa de fuerza mayor o que cuente con autorización expresa de la Secretaría.

Sección III

De la operación de las comercializadoras de servicios

Artículo 52. Para los efectos de esta Ley, se entiende por comercializadora de servicios de telecomunicaciones toda persona que, sin ser propietaria o poseedora de medios de transmisión, proporciona a terceros servicios de telecomunicaciones mediante el uso de capacidad de un concesionario de redes públicas de telecomunicaciones.

Artículo 53. Salvo aprobación expresa de la Secretaría, los concesionarios de redes públicas de telecomunicaciones no podrán participar, directa o indirectamente, en el capital de una empresa comercializadora de servicios de telecomunicaciones.

Artículo 54. El establecimiento y operación de las empresas comercializadoras de servicios de telecomunicaciones deberá sujetarse, invariablemente, a las disposiciones reglamentarias respectivas.

Sección IV

De la comunicación vía satélite

Artículo 55. La Secretaría asegurará, en coordinación con las dependencias involucradas, la disponibilidad de capacidad satelital suficiente y adecuada para redes de seguridad nacional y para prestar servicios de carácter social.

Artículo 56. Salvo lo previsto en sus respectivas concesiones, los concesionarios de posiciones orbitales geoestacionarias y órbitas satelitales asignadas al país tendrán la obligación de poner un satélite en órbita, a más tardar 5 años después de haber obtenido la concesión.

Artículo 57. Los concesionarios que ocupen posiciones orbitales geoestacionarias asignadas al país, deberán establecer los centros de control y operación de los satélites respectivos en territorio nacional. Los centros de control de satélites serán operados preferentemente por mexicanos.

Artículo 58. Los concesionarios de posiciones orbitales geoestacionarias y órbitas satelitales asignadas al país podrán explotar servicios de comunicación vía satélite en otros países, de acuerdo a la legislación que rija en ellos y a los tratados suscritos por el Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos.

Artículo 59. Los concesionarios que distribuyan señales en el país deberán respetar los derechos de propiedad intelectual de los programas cuya señal transmitan.

Los concesionarios de derechos de emisión y recepción de señales de satélites extranjeros deberán asegurarse de que las señales que se distribuyan por medio de dichos satélites respeten los ordenamientos legales de propiedad intelectual e industrial.

Capítulo V

De las tarifas

Artículo 60. Los concesionarios y permisionarios fijarán libremente las tarifas de los servicios de telecomunicaciones en términos que permitan la prestación de dichos servicios en condiciones satisfactorias de calidad, competitividad, seguridad y permanencia.

Artículo 61. Las tarifas deberán registrarse ante la Secretaría previamente a su puesta en vigor. Los operadores no podrán adoptar prácticas discriminatorias en la aplicación de las tarifas autorizadas.

Artículo 62. Los concesionarios no podrán otorgar subsidios cruzados a los servicios que proporcionan en competencia, por sí o a través de sus empresas subsidiarias o filiales.

Artículo 63. La Secretaría estará facultada para establecer al concesionario de redes públicas de telecomunicaciones, que tenga poder sustancial en el mercado relevante de acuerdo a la Ley Federal de Competencia Económica, obligaciones específicas relacionadas con tarifas, calidad de servicio e información.

La regulación tarifaria que se aplique buscará que las tarifas de cada servicio, capacidad o función, incluyendo las de interconexión, permitan recuperar, al menos, el costo incremental promedio de largo plazo.

Capítulo VI

Del Registro de Telecomunicaciones

Artículo 64. La Secretaría llevará el Registro de Telecomunicaciones, en el que se inscribirán:

- I. Los títulos de concesión, los permisos y las asignaciones otorgadas y, en su caso, las modificaciones autorizadas a los mismos;
- II. Los servicios de valor agregado;
- III. Los gravámenes impuestos a las concesiones y permisos;
- IV. La cesión de derechos y obligaciones a que se refiere esta Ley;
- V. Las bandas de frecuencias otorgadas en las distintas zonas del país;
- VI. Los convenios de interconexión con otras redes;
- VII. Las tarifas al público de los servicios de telecomunicaciones, y
- VIII. Cualquier otro documento relativo a las operaciones de los concesionarios o permisionarios, cuando los reglamentos de esta Ley exijan dicha formalidad.

Artículo 65. La información contenida en el registro a que se refiere el artículo anterior podrá ser consultada por el público en general, salvo aquella que, por sus propias características, se considere legalmente de carácter confidencial.

Capítulo VII

De la requisa

Artículo 66. En caso de desastre natural, de guerra, de grave alteración del orden público o cuando se prevea algún peligro inminente para la seguridad nacional, la paz interior del país o para la economía nacional, el Gobierno Federal por conducto de la Secretaría podrá hacer la requisa de las vías generales de comunicación a que se refiere esta Ley y de los bienes muebles e inmuebles necesarios para operar dichas vías y disponer de todo ello como lo juzgue conveniente. El Gobierno Federal podrá igualmente utilizar el personal que estuviere al servicio de la vía requisada cuando lo considere necesario. La requisa se mantendrá mientras subsistan las condiciones que la motivaron

El Gobierno Federal, salvo en el caso de guerra, indemnizará a los interesados, pagando los daños y perjuicios a su valor real. Si no hubiere acuerdo sobre el monto de la indemnización, los daños se fijarán por peritos nombrados por ambas partes, y en el caso de los perjuicios, se tomará como base el promedio del ingreso neto en el año anterior a la requisa. Cada una de las partes cubrirá la mitad de los gastos que se originen por el peritaje. Los derechos de los trabajadores se respetarán conforme a la ley de la materia.

Capítulo VIII

De la verificación e información

Artículo 67. La Secretaría verificará el cumplimiento de esta Ley, sus reglamentos y demás disposiciones aplicables. Para tal efecto, los concesionarios y permisionarios estarán obligados a permitir a los verificadores de la Secretaría el acceso a sus instalaciones, así como a otorgarles todas las facilidades para que realicen la verificación en términos de la presente Ley.

Los concesionarios y permisionarios que sean sujetos de verificación cubrirán las cuotas que por este concepto se originen.

Artículo 68. Los concesionarios de redes públicas de telecomunicaciones deberán proporcionar información contable por servicio, región, función y componentes de sus redes, de acuerdo a la metodología y periodicidad que para tal efecto establezca la Secretaría, así como aquella que permita conocer la operación y explotación de los servicios de telecomunicaciones.

La Secretaría vigilará que los concesionarios y permisionarios proporcionen al público información completa y veraz sobre los servicios de telecomunicaciones que presten.

Artículo 69. Las certificaciones de las unidades de verificación establecidas por terceros tendrán validez cuando dichas unidades hayan sido previamente autorizadas por la Secretaría, en términos de lo dispuesto por la Ley Federal sobre Metrología y Normalización.

Artículo 70. La Secretaría establecerá los mecanismos necesarios para llevar a cabo la comprobación de las emisiones radioeléctricas, la identificación de interferencias perjudiciales y demás perturbaciones a los sistemas y servicios de telecomunicaciones, con el objeto de asegurar el mejor funcionamiento de los servicios y la utilización eficiente del espectro.

Capítulo IX

Infracciones y sanciones

Artículo 71. Las infracciones a lo dispuesto en esta Ley, se sancionarán por la Secretaría de conformidad con lo siguiente:

A. Con multa de 10,000 a 100,000 salarios mínimos por:

- I. Prestar servicios de telecomunicaciones sin contar con concesión por parte de la Secretaría;
- II. No cumplir con las obligaciones en materia de operación e interconexión de redes públicas de telecomunicaciones;
- III. Ejecutar actos que impidan la actuación de otros concesionarios o permisionarios con derecho a ello;
- IV. No llevar contabilidad separada por servicios de acuerdo a las disposiciones de esta Ley o sus reglamentos, y
- V. Interceptar información que se transmita por las redes públicas de telecomunicaciones.

B. Con multa de 4,000 a 40,000 salarios mínimos por:

- I. Operar o explotar comercializadoras de servicios de telecomunicaciones en contravención a lo dispuesto en esta Ley y sus reglamentos;
- II. Interrumpir, sin causa justificada o sin autorización de la Secretaría, la prestación total de servicios en poblaciones en que el concesionario sea el único prestador de ellos;
- III. Cometer errores en la información de base de datos de usuarios, de directorios, y en el cobro de los servicios de concesionarios de redes públicas, no obstante el apercibimiento de la Secretaría, y
- IV. No cumplir con las obligaciones o condiciones establecidos en los títulos de concesión o permiso.

C. Con multa de 2,000 a 20,000 salarios mínimos por:

- I. Contravenir las disposiciones tarifarias;
- II. Contravenir las disposiciones sobre la conexión de equipos y cableados;
- III. Operar sin permiso estaciones terrenas transmisoras;
- IV. Incurrir en violaciones a las disposiciones de información y registro contempladas en la presente Ley, y
- V. Otras violaciones a disposiciones de esta Ley y las disposiciones reglamentarias y administrativas que de ella emanen.

En caso de reincidencia, la Secretaría podrá imponer una multa equivalente hasta el doble de las cuantías señaladas.

Para los efectos del presente capítulo, se entiende por salario mínimo, el salario mínimo general diario vigente en el Distrito Federal al momento de cometerse la infracción.

Artículo 72. Las personas que presten servicios de telecomunicaciones sin contar con la concesión o el permiso a que se refieren los artículos 11 y 31 de esta Ley, o que por cualquier otro medio invadan u obstruyan las vías generales de comunicación respectivas, perderán en beneficio de la Nación los bienes, instalaciones y equipos empleados en la comisión de dichas infracciones.

Artículo 73. Las sanciones que se señalan en este capítulo se aplicarán sin perjuicio de la responsabilidad civil o penal que resulte o de que, cuando proceda, la Secretaría revoque la concesión o permiso respectivos.

Artículo 74. Para declarar la revocación de las concesiones y permisos; la imposición de las sanciones previstas en esta Ley, así como para la interposición del recurso administrativo de revisión, se estará a lo previsto por la Ley Federal de Procedimiento Administrativo.

TRANSITORIOS

PRIMERO. La presente Ley entrará en vigor al día siguiente de su publicación en el **Diario Oficial de la Federación**, excepto por lo que hace a las fracciones III del apartado B y IV del apartado C del artículo 71, las cuales entrarán en vigor 180 días naturales después del inicio de vigencia de esta Ley.

SEGUNDO. Se derogan:

- I. Las fracciones IX y X del artículo 10; la fracción IV del artículo 9o.; los párrafos segundo y tercero del artículo 11o.; 106; y los artículos 374 a 377; 390; 392 a 402 y 579; de la Ley de Vías Generales de Comunicación;
- II. La fracción VI del artículo 5o. de la Ley de Inversión Extranjera, y
- III. Todas aquellas disposiciones que se opongan a la presente Ley.

TERCERO. Las disposiciones reglamentarias y administrativas en vigor se continuarán aplicando, hasta en tanto se expidan nuevos ordenamientos que las sustituyan, salvo en lo que se opongan a la presente Ley.

CUARTO. Telecomunicaciones de México continuará operando los servicios de comunicación vía satélite y las redes públicas que están a su cargo, en el entendido de que en la prestación de los servicios de telecomunicación deberá ajustarse a lo dispuesto por esta Ley.

La Secretaría, de conformidad con lo previsto en la presente Ley, podrá otorgar concesiones y permisos a terceras personas respecto de las redes y servicios actualmente a cargo de Telecomunicaciones de México, excepto por lo que se refiere a los servicios de telégrafos y radiotelegrafía.

QUINTO. Las concesiones y permisos otorgados con anterioridad a la entrada en vigor de la presente Ley, se respetarán en los términos y condiciones consignados en los respectivos títulos, hasta su término.

Las solicitudes de concesión en trámite, se ajustarán a lo previsto en la presente Ley, excepto cuando, de conformidad con la Ley de Vías Generales de Comunicación, el resultado de los estudios técnicos les hubiere sido favorable y se hubiere publicado la solicitud en el **Diario Oficial de la Federación**, siempre que no se hubieren formulado objeciones o éstas se hubieren desechado. En ese caso, por lo que hace exclusivamente al trámite, se estará a lo previsto en las disposiciones vigentes con anterioridad a la entrada en vigor de la presente Ley.

Las solicitudes a que se refiere el párrafo anterior, serán resueltas por la Secretaría en un plazo no mayor de 120 días naturales contado a partir de que entre en vigor el presente ordenamiento.

Las solicitudes de permiso en trámite se ajustarán a lo previsto en la presente Ley.

SEXTO. Los titulares de bandas de frecuencias que le hayan sido asignadas con anterioridad a la entrada en vigor de la presente Ley, que deseen prestar a través de dichas bandas de frecuencias, servicios no contemplados en su concesión o permiso, deberán solicitarlo a la Secretaría, quien a su juicio resolverá lo conducente, con base en lo establecido en esta Ley.

Para tal efecto la Secretaría podrá requerir el pago de una contraprestación, cuyo monto se determinará tomando en cuenta la amplitud de la banda del espectro radioeléctrico y la cobertura geográfica que utilizará el concesionario para proveer el nuevo servicio y el pago que hayan realizado otros concesionarios en la obtención de bandas de frecuencias para usos similares en los términos de esta Ley.

SEPTIMO. Las concesiones que se otorguen para redes públicas de telecomunicaciones sólo podrán iniciar la prestación de los servicios públicos de telefonía básica de larga distancia, después del 10 de agosto de 1996, excepto cuando los concesionarios actuales no hayan cumplido con las condiciones de expansión y eficiencia de los servicios contenidos en su título de concesión.

OCTAVO. Los concesionarios de redes públicas de telecomunicaciones en operación, deberán registrar y aplicar tarifas de interconexión entre sus propios servicios a partir del 1o. de septiembre de 1995. Estas obligaciones serán aplicables asimismo a la interconexión existente entre el concesionario y sus filiales y subsidiarias.

De igual forma deberán llevar contabilidad separada por servicios aplicando tarifas desagregadas, a partir del 1o. de enero de 1996.

NOVENO. Los concesionarios de redes públicas de telecomunicaciones en operación podrán iniciar negociaciones para interconexión de sus respectivas redes públicas de acuerdo a los términos de la presente Ley a partir del 1o. de septiembre de 1995.

DÉCIMO. Los concesionarios de redes públicas de telecomunicaciones que tengan celebrados convenios de interconexión en los términos de esta Ley con concesionarios de redes públicas que pretendan prestar el servicio público de telefonía básica de larga distancia nacional e internacional, podrán iniciar la operación de la interconexión respectiva a partir del 1o. de enero de 1997. Para ese efecto deberán observarse los lineamientos establecidos por la Secretaría en la "Resolución sobre el Plan de Interconexión con Redes Públicas de Larga Distancia", que fue publicado en el *Diario Oficial de la Federación* el 1o. de julio de 1994.

DECIMO PRIMERO. A más tardar el 10 de agosto de 1996, el Ejecutivo Federal constituirá un

órgano desconcentrado de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, con autonomía técnica y operativa, el cual tendrá la organización y facultades necesarias para regular y promover el desarrollo eficiente de las telecomunicaciones en el país, de acuerdo a lo que establezca su decreto de creación.

México, D.F., a 18 de mayo de 1995.- Sen. **Germán Sierra Sánchez**, Presidente.- Dip. **Lauro Rendón Castrejón**, Presidente.- Sen. **Angel Ventura Valle**, Secretario.- Dip. **Sergio Ramírez Vargas**, Secretario.- Rúbricas".

En cumplimiento de lo dispuesto por la fracción I del Artículo 89 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, y para su debida publicación y observancia, expido el presente Decreto en la residencia del Poder Ejecutivo Federal, en la Ciudad de México, Distrito Federal, a los seis días del mes de junio de mil novecientos noventa y cinco.- **Ernesto Zedillo Ponce de León**.- Rúbrica.- El Secretario de Gobernación, **Esteban Moctezuma Barragán**.- Rúbrica.

DEPARTAMENTO DEL DISTRITO FEDERAL

RESOLUCION definitiva referente a la solicitud de modificación al Programa Parcial de Desarrollo Urbano de la Delegación Alvaro Obregón, versión 1987, promovida por la ciudadana Maria Teresa Alcocer viuda de Fossas:

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.- Departamento del Distrito Federal.- Dirección General de Reordenación Urbana y Protección Ecológica.- AO-211-93.

Asunto: Resolución definitiva.

Visto para resolver en definitiva el expediente AO-211-93; relativo a la solicitud de modificación al Programa Parcial de Desarrollo Urbano de la Delegación Alvaro Obregón, versión 1987, aprobado por el ciudadano Jefe del Departamento del Distrito Federal el diecinueve de junio de mil novecientos ochenta y siete, publicado en el *Diario Oficial de la Federación* y en la Gaceta Oficial del Departamento del Distrito Federal el dieciséis y treinta de julio del mismo año, respectivamente, e inscrito en el Registro del Plan (programa) Director para el Desarrollo Urbano del Distrito Federal, en acta treinta y seis de fecha veintiocho de agosto de mil novecientos ochenta y siete, a fojas cien reverso a ciento cuatro del libro segundo, volumen uno de

planes parciales, promovido por la ciudadana Maria Teresa Alcocer viuda de Fossas, y

RESULTANDO

I.- Por escrito de fecha doce de mayo de mil novecientos noventa y tres, la ciudadana Maria Teresa Alcocer viuda de Fossas solicitó al ciudadano Jefe del Departamento del Distrito Federal la modificación al Programa Parcial de Desarrollo Urbano de la Delegación Alvaro Obregón, versión 1987, para el predio ubicado en la calzada de los Leones número 246, colonia Los Alpes, con superficie de 1,225.00 m²; y número de cuenta predial 054-040-08-000, para la instalación de oficinas privadas y comercio en una superficie total construida y a ocupar de 500.00 m², debido que el programa parcial en cuestión prohíbe el mencionado uso, por localizarse dicho inmueble en zona secundaria "H1" (habitacional 100 Hab./Ha.), y

CONSIDERANDO

I.- Que la solicitud que se menciona en el punto que antecede fue presentada en los términos de los artículos 30 fracción V y 31 fracción III de la Ley de Desarrollo Urbano del Distrito Federal y 26 del Reglamento de Planes Parciales y, admitida que fue, se turnó a esta Dirección General para los efectos



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

CURSOS ABIERTOS

IV CURSO INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

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

**TEMA:
SERVICIO DE LA RED INTELIGENTE**

ING. DANIEL REYES ESPINOS

SERVICIOS DE LA RED INTELIGENTE

SERVICIOS DE LA RED INTELIGENTE

La Red Inteligente (RI) está disponible comercialmente en 12 países en América del Norte, Europa y la región de Asia del pacífico. Muchos otros países están planeando introducir RI el año próximo. Los servicios que más frecuentemente se implementan en RI son el Servicio 800 y la Red Virtual Privada (RPV), en seguida el Servicios de tarjeta de llamada y el Servicio 900 o pago por mensaje. Para introducir la RI la mayoría de los países siguen filosofías semejantes: primero efectúan una prueba piloto, continúan con pruebas de mercado y después implementan una Red Superpuesta con la intención de migrar a la RI algunos de los servicios de su red actual. Sin embargo, a pesar de que siguen un procedimiento similar, un estudio realizado por la GPT muestra importantes diferencias entre los países para la introducción de una RI.

El mercado mundial de telecomunicaciones, ha experimentando grandes cambios, en los límites tradicionales que existían entre los Operadores de: redes de telecomunicaciones, redes de Datos, redes Móviles y de Televisión haciendo cada vez menos claro las diferencias entre estas. Las distinciones entre estas industrias ya no son válidas, ni técnicamente ni en cuanto a aspectos regulatorios. Los operadores de telecomunicaciones tradicionalmente han sido monopolios, y de pronto se han visto en la necesidad de aprender a competir, no solo contra otro operador, sino también contra otras nuevas industrias participantes en el mercado, las cuales insisten en obtener un pedazo del pastel. A fin de sobrevivir y prosperar, un Operador de telecomunicaciones debe actuar rápidamente para obtener una posición en un mercado altamente cambiante. La RI es un elemento clave para obtener ventaja competitiva sobre los demás. Los factores que caracterizan a la RI son:

- Acelera el crecimiento de mercado de las telecomunicaciones
- Ofrece diferentes opciones en equipo y servicios
- Hace un uso más efectivo de inversión instalada
- Permite la creación de nuevos servicios en forma rápida

Con la RI, un Operador de telecomunicaciones puede aprovechar al máximo la ventaja de tener una red instalada junto con una base de clientes. Ofrece la posibilidad de ir más allá del ambiente tradicional en el que actúan los operadores de redes de telecomunicaciones dándoles la oportunidad de participar en nuevos mercados y generar altos ingresos. El estudio de GPT ha encontrado tres principales áreas de desarrollo de la RI:

- Servicios disponibles
- Equipo utilizado
- Cumplimiento de los estándares.

El objetivo global de la RI, es entender la tendencia de los desarrollos mundiales, para así determinar las necesidades futuras de los operadores de telecomunicaciones y lograr que la RI cubra sus necesidades.

Una de las preguntas clave de la encuesta hecha por la GPT fue: ¿Cuáles de los servicios de RI son los más populares? La gráfica de la Figura 4 muestra los seis populares; indica también a los países que están desarrollando su RI o planean hacerlo.

ING. DANIEL REYES ESPINOS
20 JUNIO 1995

Muestra además la soluciones basadas en RI y las basadas en los nodos de conmutación (centrales). La solución basada en RI indica que la funcionalidad de los servicios y el control de las llamadas son independientes del equipo de conmutación.

Servicios más exitosos sobre RI

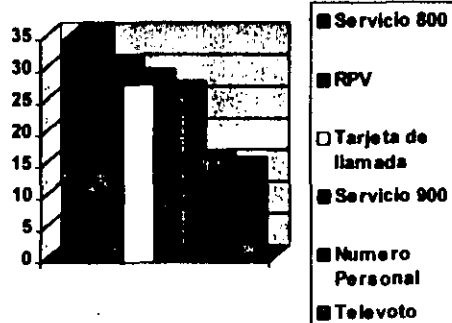
El Servicio 800 fue el primero en ser implementado en los EE.UU. con RI, y actualmente es el más popular en el mundo. Hoy veinticinco países tienen un Servicio 800 y más de la mitad de ellos utilizan RI. Muy pocos países planean tener RI en la que no incluyan entre sus planes el Servicio 800.

En segundo lugar está el servicio de RPV, el cual está disponible en 21 países, aunque solo nueve de ellos utilizan RI. Para proveer RPV muchos de estos países solo ofrecen el servicio de RPV internacional, el cual es generalmente implementado entre dos Operadores de telecomunicaciones.

AT&T, MCI y Sprint mantienen el liderazgo en la implantación de servicios de RPV y están esforzándose por extender su alcance a nivel internacional basándose en la solución que actualmente han implementado en EE.UU.

En tercer lugar lo ocupa el servicio de tarjeta de llamada, este servicio presenta una nueva forma alternativa de facturación, y representa un mercado creciente para tarjetas de llamada con cobertura mundial. Este servicio se ve como un campo nuevo de competencia, particularmente para llamadas internacionales.

Una de las más avanzadas tarjetas de llamada (como la de AT&T) ofrece un amplio conjunto de servicios de valor agregado. El servicio 900 de valor agregado ha generado muchos ingresos en la mayoría de los países donde ha sido implementado, pero sin embargo ocupa el cuarto lugar en la encuesta. Sorprendentemente, pocos países habían planeado ofrecer el servicio 900 basado en RI. Esto pudo haber sucedido debido a la publicidad negativa generada en algunos países por los servicios llamados "Para Adultos" o por la antipatía cultural generalizada en contra de los servicios de información a alto costo.



solamente se puede implementar a través de la RI.

El área de mayor crecimiento en RI son los servicios personales. Actualmente seis países ofrecen el servicio de número personal, aunque todavía se requiere que el cliente se registre en forma manual conforme se mueve geográficamente dentro de la red. Este, es, el primer servicio que

Aunque los servicios de comunicaciones Personales (PCS) están actualmente siendo discutidos en los EE.UU.; en muchos otros países ven con grandes posibilidades de implementación real a los servicios de telecomunicaciones Personales (UPT).

En sexto lugar se encuentra el servicio televoto, el cual es muy popular en algunos países, aunque todavía no se está implementado ampliamente. Después de todos estos servicios hay otros que han sido implementados en un par de países usando la RI. Estos servicios incluyen Centrex de área amplia, redes de Distribución Automática de Llamadas (ACD) y enrutamientos de emergencia.

Fig. 4 Número de países que están implementando o planeando implementar Servicios avanzados de telecomunicaciones.

Variantes de la RI a nivel mundial

Los resultados obtenidos en el estudio muestran congruencia y variación entre diferentes partes del mundo y coinciden en la forma de implementación de la RI por parte de los operadores de telecomunicaciones. En general, se realizan estudios basados en pruebas piloto seguidos por pruebas de mercado utilizando un grupo pequeño de empleados, un área de la misma empresa o clientes reales. La primer coincidencia entre ellos es que las implementaciones de RI tienden basarse sobre una red superpuesta, y posteriormente la mayoría de los operadores de telecomunicaciones más avanzados empiezan a emigrar la capacidad de la RI al núcleo de sus redes.

Soluciones diferentes en la implementación de la RI

A pesar del patrón descrito antes, existen también algunas diferencias significativas en la implementación de la RI. En primer lugar, la popularidad de los servicios varía de país a país. Por ejemplo, el Servicio 800 representa la mitad de todo el tráfico de larga distancia en los EE.UU., mientras que en Inglaterra y en Alemania, donde el Servicio 800 se introdujo a mediados de los 80s, los clientes Ingleses realizan 10 veces más llamadas anuales por el Servicio 800 que los Alemanes.

En algunos otros países el Servicio 800 no es una buena opción. Por ejemplo en Hong Kong el servicio telefónico es cobrado a una tarifa plana por lo que el Servicio 800 está disponible solamente a nivel internacional.

Países diferentes tienen también arquitecturas de red diferentes. Por ejemplo Inglaterra y Francia tienen redes digitales avanzadas de tránsito, pero han adoptado diferentes soluciones para construir su RI. British Telecom está migrando su RI superpuesta hacia su red de tránsito nacional.

France Telecom está reemplazando su red superpuesta inicial para integrarla a su red, sin embargo construirá una red separada de señalización para el tráfico de RI.

Estándares de la RI

Los Operadores de telecomunicaciones tienen también diferentes puntos de vista a cerca de la importancia de los estándares internacionales de RI. Frecuentemente existe un compromiso entre la velocidad de introducción del servicio y la flexibilidad futura de la red. Así, mientras que Telecom Australia ha invertido a gran escala en el desarrollo de

su RI adelantándose a las normas internacionales, Holanda está esperando a que concluya el desarrollo de las características de la RI basadas en CS-1.

Como resultado de todo esto, Australia tiene ahora servicios más avanzados, pero Holanda probablemente obtenga un mejor provecho al poder seleccionar equipo con todos los desarrollos sin tener que haber invertido en la investigación ni en la experimentación, reflejándose finalmente ofrecer precios bajos.

Además de esto, existen soluciones diferentes para comercializar y establecer tarifas. Por ejemplo, algunos operadores de telecomunicaciones tratan de recuperar la inversión cobrando precios altos por los nuevos servicios, mientras que otros maximizan sus ingresos en el largo plazo y aplican tarifas más bajas.

Cuando un servicio esta disponible al principio solo para clientes en ciertas áreas geográficas, algunos operadores de telecomunicaciones pueden decidir diferir el lanzamiento de una campaña de comercialización a gran escala hasta que el servicio esté disponible con una mayor cobertura o a nivel nacional. Estas decisiones de negocios son pragmáticas, y cada organización debe hacer su propia selección.

El estudio indica algo muy importante: La RI son las flores delicadas. No es realista esperar ser hábil simplemente por querer trasplantar un servicio exitoso de un país a otro y que esto garantice el un éxito en un medio ambiente nuevo.

El mercado de la telecomunicaciones

Un factor importante que afectará a casi todos los operadores de telecomunicaciones en los próximos años es el cambio estructural masivo que sucederá lugar en el ambiente de los operadores de telecomunicaciones. Los límites hasta el día de hoy bien definidos entre los operadores de telecomunicaciones móviles, de datos, y los operadores de telecomunicaciones fijas desaparecerán.

Las barreras tecnológicas y de regulación se desvanecen. Hace diez años no existía la posibilidad técnica de un traslape entre la industria de Televisión por cable y la industria telefónica, hoy ambas industrias son capaces de ofrecer los servicios del otro y la única forma de prevenirlo es a través de la regulación la cual a su vez esta bajo la amenaza, de ser llevada a un nivel de competencia global abierta.

Tradicionalmente, la RI ha sido dirigida hacia el mercado de los operadores de telecomunicaciones fijos y ahora sus límites están bajo presión por todos lados. Por lo que los servicios de video pueden ofrecerse tanto por los operadores de telecomunicaciones como por los de TV por cable. La RPV cruza las fronteras de los servicios privados y los ofrecidos por los operadores de telecomunicaciones públicas. El debate sobre los Servicios de Comunicación Personal (PCS), particularmente en los EE.UU., se encuentra en la frontera entre los operadores de telecomunicaciones móviles y fijas. Por otra parte, nuevos servicios de banda ancha empiezan a borrar la diferencia entre operadores de telecomunicaciones y de Datos y la RI juega un papel importante en todo esto. La RI ofrece una gran oportunidad a los operadores de telecomunicaciones fijas lo que les permitirá ir más allá de sus papeles tradicionales.

Preguntas clave.

Las preguntas clave para un operador de telecomunicaciones son:

- ¿Cual es la forma en que se moverán los límites?
- ¿Quiénes serán los ganadores y los perdedores?
- ¿El mercado de los operadores de telecomunicaciones fijas será exprimido por los demás participantes o podrá ampliar su importancia?

Evidentemente, todos los Operadores de telecomunicaciones mayores quieren ser vencedores en esta lucha y buscan en la RI el camino para lograr este objetivo.

Los operadores encuestados expresaron la determinación de ampliar sus funciones y extenderlas mediante el ofrecimiento de la diferenciación y la flexibilidad.

El mercado Mundial de la RI

Uno de los propósitos fundamentales del estudio de GPT fue determinar si los operadores de telecomunicaciones en el mundo están buscando implementar una RI, e identificó cuatro requerimientos claves cuyas áreas se traslapan y demuestran que todos los factores tienen que combinarse para obtener una ventaja competitiva máxima, tanto en contra de los otros Operadores de telecomunicaciones, como en contra de las otras industrias.

El momento para introducir servicios

Una de las principales expectativas del cliente para RI es que puede acelerar la introducción de nuevos servicios. Esto ofrece la habilidad de realizar fácilmente pruebas de mercado, para personalizar o adaptar servicios, y la oportunidad de convertir rápidamente una nueva idea en un producto vendible. El momento para introducir servicios al mercado se hace cada vez más importante conforme aumenta la competencia y los nichos de mercado se vuelven cada vez más pequeños.

Cada vez aumenta más la ventaja de ser el primero en el mercado. Cifras de McKinsey muestran que los sobregastos incurridos durante el desarrollo tiene un efecto limitado solamente en el balance final; aun el 50% de sobregastos para crear un nuevo producto para lanzarlo al mercado a tiempo resulta solamente una pérdida del 4% de las ganancias.

Sin embargo, llegar tarde al mercado puede ser mucho más significativo. Según McKinsey, un tiempo de llegada de solo tres meses de retraso puede reducir las ganancias en un 10%. Con un tiempo de seis meses de retraso la compañía puede perder arriba a una tercera parte del total ganancias que el servicio produce.

Sin estar directamente relacionado a los mercados de telecomunicaciones, los números de McKinsey resaltan los descubrimientos de GPT en cuanto a que los operadores de telecomunicaciones identifican velocidad en la RI y esta se vuelve un requerimiento clave.

La RI está claramente enfocada tanto al mercado de las pruebas piloto iniciales como a la rápida personalización de los servicios, aunque no todos los operadores de telecomunicaciones hallan reconocido su potencial. Una razón es porque algunos

proveedores no están en posibilidades de entregar equipo flexible; otra porque muchos operadores de telecomunicaciones han encontrado que sus procesos actuales no son tan flexibles como los de la RI.

Aspectos Económicos de la RI

Dos o tres años atrás, los planes de la RI fueron conducidos hacia los desarrollos de tecnología. Los Operadores de telecomunicaciones pronosticaron programas de despliegue rápidos y grandes planes de inversión. La investigación de GPT ha identificado algunas tendencias consistentes y aplicables en casi todos los países donde la RI se este siendo implementada. Tal vez la observación más importante es que los planes actuales se caracterizan por una reducción en el capital de inversión y en que cubren de forma un poco mas lenta la implementación del sistema, ya que la recesión Global ha templado el entusiasmo con cautela financiera en muchos de los mercados de RI.

Actualmente un nuevo realismo pragmático tiene en duda a los operadores de telecomunicaciones sobre algunas suposiciones básicas. Se había dicho siempre que la RI debería alentar la introducción de servicios en una forma rápida y a costos más bajos, pero, según el estudio de GPT, los operadores de telecomunicaciones no creen necesariamente esto todavía, para que sea verdadero, se debe proyectar, definir y enfocarse cuidadosamente. Los resultados fueron una justificación de negocios mucho más razonada y cuidadosa para la inversión en RI. Los operadores de telecomunicaciones cada vez se enfocan más en las necesidades de sus clientes y están eliminando programas estratégicos que en el largo plazo obtienen grandes oportunidades de retorno sobre la inversión, y se están enfocando hacia inversiones cuidadosamente justificadas que permiten retornos rápidos sobre la inversión. El día de hoy la reducción del riesgo es lo más importante. Por ejemplo, en EE.UU., Ameritech ha echado marcha atrás a su programa de inversión original dirigida a cinco servicios.

Opciones: Los factores que afectan a los estándares de RI

El segundo requerimiento importante en RI es la selección de:

- Proveedores
- Equipo
- Aplicaciones
- Arquitectura de red.

Respecto a los factores anteriores existe un intenso y prolongado debate industrial, con gran número de operadores de telecomunicaciones observando el desarrollo de normas internacionales para proporcionar las bases para tal selección.

La Fig. 3 muestra a los operadores de telecomunicaciones que están implementando RI actualmente, además con los números esperados para los siguientes dos años.

Actualmente mas del 75% de las redes inteligentes en operación usan tecnología propietaria o interfaces proporcionadas de común acuerdo con las especificaciones que poseen los proveedores de equipo o con las especificaciones de los operadores de telecomunicaciones. Esto refleja el estado en que se encuentran las normas de RI. Todos los operadores de telecomunicaciones que decidieron entrar con RI en los inicios de la tecnología han tenido que invertir en equipo y en redes que dan base a las

normas. Afortunadamente, la tendencia actual es hacia los estándares abiertos incluidos AIN o CS-1 y los beneficios aparentemente se verán en los próximos dos años.

Aproximadamente la mitad de las RIs en servicio en 1996 estarán basadas en CS-1 que es el estándar popular y será implementado en toda Europa y en algunas partes de Asia del pacífico. Mientras tanto la AIN, dominará solamente América y otros mercados. Sin embargo, el mercado Americano será lo suficientemente grande y representará casi el 25% de las implementaciones de RI en 1996.

Con el tiempo todavía existirá un número considerable de soluciones propietarias de RI en 1996, pero la mayoría de los operadores de telecomunicaciones han dicho que migrarán hacia los estándares basados en RI. El mensaje es claro, e indica que durante algún tiempo existirán dos normas a nivel internacional.

La conclusión es que CS-1 y AIN se fusionarán con el tiempo, pero esto obligará en el largo plazo a que los proveedores a nivel internacional soporten ambos estándares para satisfacer los requerimientos de los operadores de telecomunicaciones si quieren asegurar su participación en cualquier mercado.

Creación de Nuevos Servicios con la RI

Los Operadores de telecomunicaciones buscan verdaderas facilidades en la creación de servicios. El punto vista que prevalece según el estudio fue que, las herramientas de creación de servicios actualmente disponibles no son todavía suficientes y, que los operadores de telecomunicaciones están buscando realmente independencia del equipo de conmutación a través de la estandarización de interfaces y plataformas. También requieren la capacidad para darle un uso no técnico y permitirle a las áreas de mercadotecnia innovar. Los operadores de telecomunicaciones, mientras tanto, quieren flexibilidad para diseñar y probar sus propios servicios de una manera rápida.

Finalmente...

La conclusión más obvia del estudio de GPT es que el desarrollo de la RI esta sucediendo a nivel Mundial. El avance es más lento de lo que fue pronosticado años atrás, pero los operadores de telecomunicaciones enfocan su inversión en RI para introducir nuevos servicios para satisfacer las necesidades específicas de sus clientes y generar ingresos adicionales.

En tres años más, los operadores de telecomunicaciones enfrentarán mucho mas competencia por sus clientes que la que tienen ahora y usarán la RI para ampliar y mejorar los servicios que actualmente ofrecen. Crecerán también sus áreas de mercadotecnia para la generación de servicios innovadores que les permitan capturar mas clientes.

También serán capaces de ofrecer una gama más amplia de servicios, y diseñarlos a la medida de los requerimientos de sus grandes de clientes. Los proveedores tendrán que soportar tanto el estándar CS-1 como el de AIN, y los operadores de telecomunicaciones mezclarán y utilizarán el mejor equipo. Finalmente la creación de servicios independientes será una realidad.

Los Operadores de telecomunicaciones y los proveedores buscan una solución propietaria "listo para ordenar" que les permita vender más rápido y tener productos y servicios que funcionen a nivel internacional.

Estado mundial de la RI

La Fig. 1-3 muestra la implementación a nivel mundial de las INs, donde EE.UU. está a la cabeza. AT&T, MCI y Sprint han desarrollado su propia RI, compitiendo agresivamente por obtener una mejor posición en la participación del mercado. El mercado del Servicio 800 es maduro. La RPV es el campo actual de batalla.

En el mercado local, GTE y las RBOC's están implementando la RI a través sus redes, Ameritech, Bell Atlantic y BellSouth son los más avanzados, debido a la alta funcionalidad de los nodos de conmutación de sus redes, es posible que en 1995 todas las RBOC's tengan verdaderas RI's.

Los operadores de telecomunicaciones Canadienses han hecho también grandes avances. Durante 1993, gran cantidad de alianzas se establecieron alrededor de RI con la participación de los grandes operadores en EE.UU. (Bell Canadá con MCI y Bell Atlantic, y Unitel con AT&T). Pocos servicios avanzados se ofrecen en Centro y Sur América, y ninguno se hace a través de RI. Argentina, Venezuela y Panamá introdujeron el Servicio 800 por primera vez en 1993, mientras que México y Brasil tienen enlaces internacionales de RPV, principalmente con EE.UU. Argentina, Brasil y Colombia han firmado contratos de RI durante 1994.

Suecia, Inglaterra, España, y Finlandia ofrecen a sus clientes servicios de RI desde hace varios años. Tanto Italia como Dinamarca han implementado servicios de RI desde 1993, y Francia y Alemania en 1994. La mayoría de los otros países Europeos del oeste ofrecen el Servicio 800 y el de RPV internacional con soluciones basadas en sus equipos de conmutación, e implementarán la RI en los próximos años. Suiza, Portugal y Noruega están actualmente implementando su RI, mientras que Austria y Holanda seleccionarán a sus proveedores en 1995.

Generalmente, los países de Europa del este se han concentrado en la modernización del servicio básico, por lo que es improbable que intenten implementar RI en el corto plazo, sin embargo alguna de las excepciones podrían ser Polonia y Hungría, donde redes avanzadas pequeñas están generando ingresos provenientes de clientes extranjeros que están dispuestos a pagar por servicios de gran valor.

En los límites del Pacífico, la infraestructura de RI de Telstra integra la PSTN, ISDN y Centrex. Australia es un líder mundial al respecto, por lo que los clientes de Telstra obtienen más flexibilidad que muchos de los operadores de telecomunicaciones de EE.UU. pueden proveer. Nueva Zelanda y Singapore introdujeron la RI en 1992.

En Japón, la NTT continua desarrollando y construyendo su propia RI, pero la mayoría de los otros operadores de telecomunicaciones Japoneses están buscando proveedores externos para el desarrollo de sus RI's. Hong Kong Telecom no ha desarrollado su RI, en el sentido formal e ingeniosamente ha explotado su red digital para lograr el mismo efecto. Corea Telecom introducirá RI dentro de dos años agregando tal funcionalidad a sus nodos con diseño propio. Taiwan firmó un contrato de RI durante 1993 y Malasia lo está considerando.

Por otra parte, no hay planes muy serios para desarrollar la RI en el medio-este de Europa, la UAE publicó la tendencia de la RI el año pasado donde algunos países, tales como Arabia Saudita y África del Sur tienen implementaciones del Servicio 800 pero sin RI. La mayoría de los otros países concentran sus esfuerzos en aumentar la calidad y la penetración de su servicio telefónico básico.

Países que Tienen RI	
Alemania	
Australia	
Canadá	
EE.UU.	
España	
Francia	
Indonesia	
Inglaterra	
Italia	
Japón	
Nueva Zelanda	
Suecia	

Fig. 1. Países que Tienen RI.

Países que planean instalar RI	
Arabia Saudita	
Argentina	
Austria	
Bélgica	
Brasil	
Colombia	
Holanda	
Hungría	
Irlanda	
México	
Noruega	
Panamá	
Suiza	
Venezuela	

Fig. 2. Países que tienen planes para implementar RI.

Países que no tienen RI	
El resto del mundo	

Fig. 3 Países que no tienen servicios de RI

REDES CON SERVICIOS AVANZADOS DE TELECOMUNICACIONES

En los mercados altamente desarrollados de U.S. y Europa del oeste, la competencia entre Carriers, las compañías locales y el rápido crecimiento las compañías independientes están creando un mercado muy activo para una gama de servicios especializados y de equipo hecho a las medida de las redes y de los servicios que demandan cada vez más los clientes. La creciente liberalización del mercado en Europa atrae a nuevos proveedores, que compiten en mercados fuera de su país de origen ofreciendo servicios de valor agregado en un intento por quitarle mercado a las Administraciones de telecomunicaciones nacionales monopolizadoras del pasado.

En los EE.UU., para los 1990's se pronostica un mercado para la red Inteligente (IN) y para la red Inteligente avanzada (AIN) para servicios y equipo que constantemente aumenta un 10 por ciento anual con lo que alcanzará un valor de \$38.5 mil millones en 1997. Las ventas de equipo de IN se pronostica que llegará cerca de los \$4 billones para ese año, y las ventas de equipo para implementar AIN por fabricantes de equipo de red se pronostica tendrán una tasa de crecimiento anual del 20 por ciento durante todo el periodo de diez años lo que corresponde alrededor de \$2 billones en 1997.

El mercado de los servicios proporcionados por las redes de valor agregado en Europa (VANs) se pronostica crezca a una tasa del 25 por ciento anual para alcanzar \$11.5 billones en 1996. Los servicios de información en tiempo real constituyen el segmento más grande de este mercado, principalmente para el sector bancario y financiero. Se espera que las VANs sean el segmento de mercado de más rápido crecimiento. Entre los diferentes países; se pronostica que Francia emergerá como líder para fines del periodo pronosticado, este país cuenta con un sistema avanzado de telecomunicaciones y posee ventajas en photo videotex y en bases de datos de imágenes.

Mercado de la Red Inteligente (IN) y de la Red Inteligente Avanzada (AIN) en EE.UU.

Alcance:

PRODUCTOS
Equipo AIN
Bridges
Centrales (Equipo de conmutación de red)
Crosconectores
Modems
Multiplexores
PABX's

SERVICIOS
Servicios 800 Y 900
Distribución Automática de Llamadas
Servicios de comunicaciones de datos
Correo electrónico
Servicios locales
Larga distancia
Servicios personalizados de red
Diagnóstico y reparación de fallas en la red
Servicios de reconfiguración de red
Seguridad de red
Redes virtuales

APLICACIONES DE MERCADO
Agricultura, Silvicultura, Pesca, y Minería
Construcción
Gobierno Municipal, Estatal y Federal
Financiamiento, Seguros y Bienes raíces
Manufactura
Venta al menudeo
Servicios
Comunicaciones y Transportes
Venta al mayoreo

Proveedores:

PROVEEDORES DE SERVICIO
Ameritech
AT&T
BT North América
Bel Atlántico
BellSouth
Cable & Wireless Communications
Centel
GE Information Services
GTE
Hughes Network Systems
IBM
MCI
Metropolitan Fiber Systems
NYNEX
Pacific Telesis
Sears Communications
Southern New England Telephone
Southwestern Bell
Teleport Communications
US Sprint
US WEST
WitTel

PROVEEDORES DE EQUIPO
Alcatel Network Systems
Ascom Timeplex
AT&T
ADC Kentrox
Cisco Systems
Codex (Motorola)
Dowty Communications
Digital Equipment
DSC Communications
Ericsson
Fibronics International
Fujitsu
General DataComm Industries
IBM
Intecom
NEC
Network Equipment Technologies
Netrix
Network Systems
NewBridge Networks
Northern Telecom
Paradyne (AT&T)
Racal-Datacom
Rolm
Siemens Stromberg Carlson
Stratus Computer
Tandem

MERCADO

La red Inteligente (IN) y la red Inteligente avanzada (AIN) son mayores y más nuevos desarrollos en el mercado de las telecomunicaciones. Complementan tendencias generales en el área de las telecomunicaciones y en el procesamiento de datos, dado que estos productos y servicios resuelven problemas de aplicaciones y pueden ser adaptados a las necesidades específicas del cliente.

La red Inteligente tiene las siguientes características:

- ◆ Los cambios y configuración de los servicios se hace desde un punto de control central.
- ◆ Las características de los servicios pueden ser cambiados en tiempo real sin interrumpir la operación de la red y de los servicios.
- ◆ La red puede cambiar el enrutamiento de los servicios en forma automática dependiendo del día de la semana, de la hora y del origen de la llamada.

El servicio de Red Virtual ofrecida por los principales Carriers son buenos ejemplos de la capacidad de sus redes inteligentes. Bellcore, la entidad de investigación de las compañías operadoras regionales de BELL (RBOC's), desarrollo la red Inteligente, la cual ha evolucionado para convertirse en lo que se conoce como red Inteligente avanzada (AIN). La Tabla 2-1 muestra el mercado total para red Inteligente (IN) y (AIN), y el mercado del equipo y de los servicios para el período 1991-1997.

Tabla 2-1
Mercado para el equipo y los Servicios de IN y AIN. Pronósticos de ingresos en EE.UU. para 1991-1997.

Año	Ingresos (\$ Billones)
1991	21.9
1992	23.7
1993	26.5
1994	28.7
1995	31.9
1996	34.6
1997	38.5

Nota: Todos los números han sido redondeados. Referencia: Frost & Sullivan Market Intelligence.

ANÁLISIS DEL MERCADO

La tasa de crecimiento compuesta promedio (CAGR) para el mercado de todos los servicios y equipo de red Inteligente, la cual incluye tanto IN como AIN, corresponde al 10 por ciento anual durante 1997. El mercado parece madurar en la mayoría de los segmentos de la IN; sin embargo, el equipo y los servicios del segmento de la AIN empiezan a despegar y muestran un crecimiento rápido durante el período del pronóstico.

La AIN es una especificación formal que usa el Sistema de Señalización Núm. 7 (SS#7) para transferir al cliente control de información de la llamada, y también funciona como base de datos centralizada para definir el servicio y las características del equipo terminal del cliente. Dado que el SS#7 es un standard, puede ser usado para conectar equipos de conmutación (centrales) de diferentes fabricantes. La base de datos, conocida como punto de control del servicio (SCP), es independiente del Equipo de conmutación y puede ser accesado por todos los nodos en la red, en vez de estar integrada en cada central local (CO). Con esta definición, solamente un punto en la red, el SCP, debe modificarse cuando se desee implementar un nuevo servicio que quede disponible para toda la red. Así, cuando una RBOC desea diseñar un nuevo servicio o probar un nuevo concepto de servicio, la AIN hace que la tarea sea mucho más sencilla que antes. La Tabla 2-2 presenta el crecimiento del mercado para el segmento de AIN para el período 1991-1997.

SERVICIOS IN Y AIN

El crecimiento en los ingresos totales para los servicios de red Inteligente permanecerá en el rango del 8 al 12 por ciento durante 1997. El mercado de servicios AIN, inexistente en 1991, crecerá explosivamente y alcanzará una proyección de \$2.65 billones en 1997. La Tabla 2-3 presenta las ventas totales de los servicios IN y AIN a todos los Carriers.

Tabla 2-2
Mercado de equipo y servicios AIN. Pronóstico de ingresos (EE.UU.), 1991-1997.

Año	Ingresos (\$ Billones)	Tasa de Crecimiento
1991	0.51	—
1992	0.88	73
1993	1.35	53
1994	1.93	43
1995	2.63	36
1996	3.50	33
1997	4.55	30

Nota: Todos los números están redondeados. Referencia: Frost & Sullivan Market Intelligence.

Tabla 2-3
Mercado de Equipo y Servicios AIN: Pronóstico de ingresos por cargos Locales y de L.D. a todos los Carriers, Ingresos y Tasa de crecimiento (EE.UU.), 1991-1997.

Año	Ingresos (\$ Billones)	Tasa de Crecimiento
1991	19.6	--
1992	21.2	8
1993	23.7	12
1994	25.7	8
1995	28.6	11
1996	31.0	8
1997	34.5	11

Nota: Todos los números están redondeados. Referencia: Frost & Sullivan Market Intelligence.

EQUIPO IN Y AIN

Los Ingresos provenientes de todo el equipo IN a ser comprado por Carriers, IXC's, RBOC's y otras compañías locales (LEC's), para implementar servicios de IN serán de casi el doble de lo que fueron en 1991 (de \$2.3 billones a un poco menos de \$4 billones en 1997). El equipo IN incluye procesadores de conmutación, sistemas de fibra óptica, estaciones terrenas y sistemas de microondas digitales diseñadas específicamente para el mercado de IN. La Tabla 2-4 muestra las ventas de equipo a IXC's, RBOC's y otros LEC's para implementar servicios de IN.

Tabla 2-4
Mercado de Equipo y Servicios AIN: Pronósticos de ingresos (EE.UU.), 1991-1997.

Año	Ingresos (\$ Billones)	Tasa de Crecimiento
1991	2.29	--
1992	2.46	7
1993	2.76	12
1994	2.98	8
1995	3.32	11
1996	3.59	8
1997	3.99	11

Nota: Todos los números están redondeados. Referencia: Frost & Sullivan Market Intelligence.

El mayor componente del mercado IN esta formado de las ventas hechas a los IXC's para implementar servicios de marcación. El equipo vendido a RBOC's y LEC's forman un pequeño segmento del mercado.

El equipo AIN se define como aquel que implementa funciones específicas de AIN:

- ◆ Punto de Transferencia de Señalización (STP)

- ◆ Punto de Control del Servicio (SCP)
- ◆ Punto de Conmutación del Servicio (SSP)
- ◆ Sistemas de Administración del Servicio (SMS)

El pronóstico de CAGR para el segmento AIN permanecerá en o por encima del 20 por ciento durante 1997, y caerá gradualmente del 27 por ciento en 1992 en la misma proporción que el tamaño total del segmento base aumenta. En 1995 la porción de equipo AIN vendido por fabricantes Equipo de conmutación para redes sobrepasarán lo vendido por fabricantes independientes. Las compañías independientes no fabrican equipo de conmutación de redes, como DSC, Tandems y Stratus. Fabricantes de equipo de conmutación, incluyendo gigantes como AT&T y Northern Telecom, ofrecen equipo que incluye productos AIN. La Tabla 2-5 muestra las ventas de equipo AIN de fabricantes independientes y fabricantes de equipo de conmutación de redes para los años 1991-1997.

Tabla 2-5
Mercado de fabricantes de equipo de conmutación: Pronósticos de ingresos (U.S.), 1991-1997

Año	Otros Equipos (\$ Billones)	Equipo de Cx (\$ Billones)	Ingresos (\$ Billones)	Tasa de crecimiento (%)
1991	30	21	.51	
1992	36	.29	.65	27
1993	43	.39	.82	27
1994	52	.52	1.04	26
1995	60	.66	1.26	22
1996	71	.85	1.56	24
1997	82	1.07	1.89	21

Nota: Todos los números están redondeados. Referencia: Frost & Sullivan Market Intelligence.

TECNOLOGÍA

Los desarrollos en equipo de conmutación relacionados con la inteligencia de red incluyen lo siguiente:

- ◆ Sistemas de Multiprocesadores
- ◆ Capacidad de migración
- ◆ Capacidad SONET
- ◆ Uso de SS#7
- ◆ Puntos de control de Servicio (SCP)
- ◆ Puntos de transferencia de señalización (STP)
- ◆ Procesadores adjuntos
- ◆ Nuevos protocolos de red

La flexibilidad en el diseño del multiprocesador de equipo de conmutación permite que el equipo de conmutación sea modificado para ejecutar funciones de AIN. SONET, un standard de Bellcore, dirige la inteligencia de la red porque provee de un ancho de banda económico para el desarrollo de nuevos servicios tales como Cell Relay y transferencia de imágenes debido a que soporta técnicas inteligentes de auto recuperación como reentramiento y rutas múltiples de transmisión. El desarrollo de la señalización por canal común SS#7 es un precursor importante de AIN.

De la misma manera; la red digital de Servicios Integrados (ISDN) y los de la IN están directamente relacionados. El sistema de Señalización por canal común para ISDN lleva la información que las redes inteligentes pueden usar para controlar una llamada. Así la disponibilidad de ISDN acelera la demanda de la IN, ya que provee información con la cual las redes inteligentes pueden actuar.

Los estándares (normas) son extremadamente importantes para las redes inteligentes, y particularmente para la AIN. Si cada RBOC implementara una AIN de manera aunque fuera un poco diferente, la interoperación a lo largo de toda la nación no se lograría. Después de haber aprendido su lección con ISDN, donde el problema de conectar islas de servicios ISDN retardarían su aceptación, los RBOC's han prometido trabajar con Bellcore a fin de evitar diferencias de implementación.

APLICACIONES PARA EL MERCADO DE USUARIOS FINALES

Los usuarios tienen mucho que ganar del desarrollo de redes inteligentes. Numerosas funcionalidades de IN están actualmente presentes en los RBOC's, algunas de esta incluyen: bloqueo de llamada, Transferencia de llamada, rastreo de llamada, identificación de llamada, llamada prioritaria, llamada tripartita y tono de bloqueo. Los IXC's (AT&T, MCI, y Sprint) están ahora también proveyendo servicios de IN tales como: redes virtuales, servicios de reconfiguración de red y servicios 800 y 900.

Adicionalmente, los subscriptores a una AIN podrán ganar los beneficios de importantes desarrollos de telecomunicaciones, particularmente en las áreas de seguridad de red, comunicaciones personales y correo electrónico.

En el pronóstico de ingresos de la IN para 1997, segmentado por usuario final, los sectores más grandes: manufacturero, detallistas y de servicios, muestran posiciones importantes dentro de la economía de los U.S.

La Tabla 2-6 muestra el estimado total de ingresos para el mercado IN y AIN para el sector industrial de usuario final para 1997.

MEDIO AMBIENTE COMPETITIVO

El mercado IN ofrece oportunidades tanto a proveedores de servicios como a fabricantes de equipo. Las redes Inteligentes permiten a proveedores de servicios hacer un mejor uso de su planta de telecomunicaciones y desarrollar sus propios servicios de manera más rápida y económica. Los proveedores de servicio que participan en el mercado IN son:

- ◆ IXC's, quienes ofrecen funciones de red Inteligente con servicios de número 800 y servicios de red virtual.
- ◆ RBOC's y LEC's, quienes pueden desarrollar servicios personalizados para competir con redes de área metropolitana (MAN's) y IXC's.
- ◆ Carriers de redes de valor agregado (VAN's), quienes deben competir con IXC's, que son dueños de las redes de transporte.

Tabla 2-6
Equipo IAN y Mercado de Servicios: Pronósticos de ingresos por usuario final (EE.UU.), 1997.

Segmento de Mercado	Ingresos (\$ Billones)
Manufacturero	7.08
Venta al menudeo	.20
Servicios	5.90
Transporte, Comunicaciones, Servicios Públicos	2.66
Financiamiento, Seguros, Bienes raíces.	2.36
Venta al mayoreo	2.36
Construcción	0.88
Gobierno Federal	0.88
Estado y Gobierno Municipal	0.88
Agricultura, Silvicultura, Pesca, Minería	0.88
Total:	29.50

Nota: Todos los números están redondeados. Referencia: Frost & Sullivan Market Intelligence.

IXC's

Debido a que la competencia en precio reduce las ganancias, los IXC's deberían competir con mejorar y unificar características y funcionalidades y ofrecer calidad en su servicio y soporte al cliente. Además, a los IXC's les gustaría hacer tanto uso de sus redes conmutadas públicas como fuera posible, aumentando así la eficiencia de su red, mientras que los servicios que requieren intensa labor como la renta de líneas fuera en descenso.

RBOC's y LEC's

Tomando en cuenta que los RBOC's y los LEC's necesitan moverse rápidamente para tomar ventaja de la oportunidad que presenta la IN, y que la interconexión entre los RBOC's es importante, la mayoría de los RBOC's han escogido la estructura IAN, definida por Bellcore en lugar de elegir entre otras alternativas.

CARRIERS DE REDES DE VALOR AGREGADO.

La historia e interés de VAN's por parte de BT de Norteamérica y GE Sistemas de Información están más enfocadas en el procesamiento de información y en el mantenimiento o acceso a bases de datos que en proporcionar tuberías para comunicaciones. De hecho, las VAN's desarrollaron mercados como X.25 y correo electrónico para su uso exclusivo. Sin embargo, la era del valor agregado que las VAN's han disfrutado está en decadencia. Los ofrecimientos de las redes virtuales y los IX inteligentes contribuirán a este problema.

A fin de permanecer en el mercado, las VAN's requieren añadir aún más valor, por ejemplo aumentar su capacidad de manejo de datos, soportar funcionalidades internacionales y ampliar sus ofrecimientos de bases de datos de información. Las VAN's no pueden competir con disminución en precios contra los IXC's, ya que estos son dueños de las líneas de transmisión.

PROVEEDORES DE EQUIPO DE TELECOMUNICACIONES.

Las IN's y las AINs requerirán nuevo equipo de telecomunicaciones, incluyendo puntos de equipo de conmutación, procesadores de base de datos, y paquetes de equipo de conmutación para operar la red con SS#7. Las nuevas capacidades de las redes inteligentes causarán la necesidad de mayor uso en el procesamiento de datos y de equipo terminal.

Las compañías de Computación como Tandem y proveedores independientes tales como DSC tienen buenas perspectivas de mercado en el sector IAN. Los líderes en fabricación de equipo de conmutación como AT&T y Northern Telecom incluirán capacidades IAN en sus productos como nuevas funcionalidades. Debido a la capacidad de estos proveedores, la implementación de la IAN no estará limitada por la falta de equipo disponible.

Los fabricantes tradicionales de equipo de conmutación enfrentarán una nueva competencia con los proveedores de procesamiento de datos tales como Stratus y Tandem para puntos de equipo de conmutación IAN. Proveedores de multiplexores para el mercado de los Grandes Clientes para redes privadas tales como Ascom Timeplex competirán también contra proveedores de equipo IN con equipo más sofisticado de acuerdo a las necesidades específicas del cliente. Existirá también competencia entre redes públicas y privadas para capturar el mercado básico.

Es claro que los fabricantes de equipo de conmutación no pueden afrontar el quedarse fuera de este importante mercado. Estos fabricantes tienen que dedicarse a él agresivamente creando capacidades integrales de IN y IAN en su equipo de conmutación haciéndose más robustos para competir. Debido a que habrá demasiados métodos para implementar redes inteligentes, los fabricantes de equipo de conmutación

tendrán que emplear diseños flexibles que les permitan implementar cualquier versión de acuerdo a los deseos del Carrier.

Todos los participantes en la industria ganan con la implementación de las redes inteligentes. Los usuarios reciben servicios hechos a la medida. Proveedores de servicios de telecomunicaciones ofrecen a los usuarios desde aplicaciones de renta de líneas hasta redes públicas de conmutación, lo cual mejora su eficiencia general. Los fabricantes de equipo se mueven de un mercado estancado a uno en crecimiento.

Fuente: Frost & Sullivan Market Intelligence: "U.S. Market for Intelligent Networks and Advanced Intelligent Networks (AINs)," Report A2591.

SERVICIOS DE LA RED INTELIGENTE

En esta descripción de servicios se mencionan dos palabras de suma importancia para la comprensión de su funcionamiento por lo que se debe entender como:

Suscriptor: La persona o empresa que contrata el servicio de Red Inteligente.

Usuario: La persona que hace uso del servicio es decir, la que origina la llamada. En ciertos casos el suscriptor también es usuario, por ejemplo en el servicio de Tarjeta de Llamada y RPV.

SERVICIO 800 AVANZADO.

Servicio mediante el cual a un suscriptor se le asigna un número especial para recibir llamadas de L.D. y locales. Todas las llamadas a este número son pagadas por él, en lugar de los usuarios que las efectuaron.

Características

- Número virtual asignable a cualquier línea telefónica.
- Posibilidad de combinar este servicio con el servicio de número universal para recibir las llamadas al lugar más conveniente.
- Con mensaje de cortesía en caso de que el suscriptor no conteste o este ocupado.
- Con restricción por área geográfica para recibir llamadas únicamente de los usuarios de intentos.
- Con restricción con fecha y hora para recibir llamadas únicamente cuando convenga al suscriptor.
- Cobertura nacional e internacional.

Campo de aplicación.

Empresas del Gobierno, Industria, Comercio, Turismo y sector Bancario.

Modalidades**Básico:**

Esta modalidad del Servicio 800 consiste en ofrecerlo tal y como se da actualmente, es decir, efectuar únicamente una traducción del número virtual y efectuar el cargo al abonado llamado.

Con restricción por fecha y hora.

Con esta modalidad el suscriptor, puede programar el horario y las fechas en que desea recibir llamadas. Cuando un usuario llama al suscriptor del servicio, en un horario no programado por éste recibe un mensaje dejado por el suscriptor.

Con restricción por área geográfica.

Con esta modalidad el suscriptor, puede seleccionar las áreas predeterminadas desde las cuales desea recibir las llamadas. Cuando un usuario marca desde una área que no es del interés del suscriptor del servicio recibirá un mensaje.

Con mensaje de cortesía.

Cuando el suscriptor del servicio 800 no contesta o está ocupado el usuario recibirá un mensaje de cortesía diseñado por el suscriptor del servicio.

Combinado con Número Universal.

Mediante esta modalidad se pueden integrar con el mismo número 800 varias líneas telefónicas. La línea a la cual se dirige la llamada es a la que convenga al suscriptor de acuerdo a fecha, hora y área geográfica del origen de la llamada.

Distribución de llamadas en base a número.

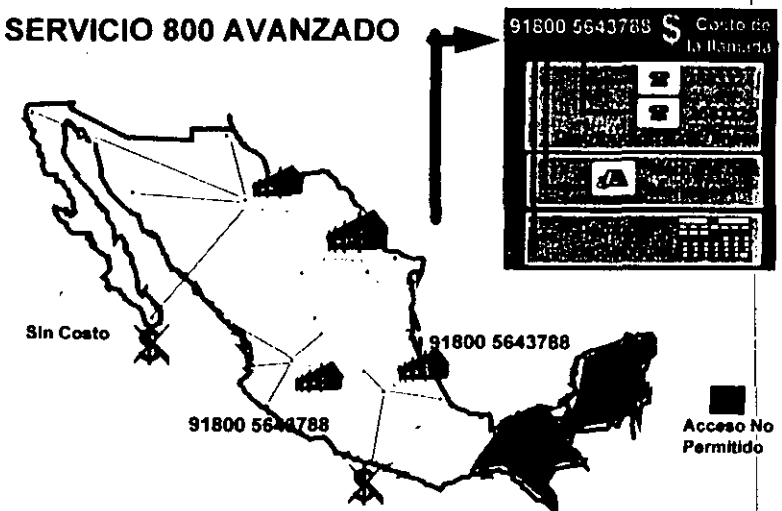
El suscriptor puede determinar un número de llamadas a partir del cual la siguiente llamada se enruta a un destino diferente.

Distribución por porcentaje.

Cuando el suscriptor tiene más de una línea asociada al número 800 que le fue asignado puede elegir distribuir las llamadas en el porcentaje que el indique hacia cada una de sus diferentes líneas.

Cobertura Nacional e internacional.

El servicio 800 podrá recibir llamadas del territorio nacional, de E.U.A. o el resto del mundo de acuerdo a lo solicitado por el suscriptor. En un futuro el servicio 800 podrá resolver conexiones a números 800 internacionales, por lo que un suscriptor internacional podrá tener el mismo número 800 independientemente del país en el que se encuentre.

SERVICIO 800 AVANZADO

NUMERO UNIVERSAL.

Servicio mediante el cual un suscriptor con varias instalaciones en diferentes sitios del país, puede ser accesado desde cualquier parte del país mediante la marcación de un número único. Las llamadas de los usuarios se enrutan a instalaciones preestablecidas de acuerdo a los requerimientos del suscriptor.

Características

- Número único a nivel nacional, el cual sirve de acceso a la instalación preestablecida por el suscriptor en base a sus requerimientos (fecha, hora, ubicación geográfica, etc.).
- Se puede combinar con el servicio 800 de manera que las llamadas al número universal sean gratis para los usuarios.

Campo de aplicación:

Sector comercial, industrial, bancario, turismo y gobierno.

Modalidades**Destino en base al área geográfica del origen:**

En base al origen de la llamada, la cual se determina por la identificación del usuario, el destino se elegirá en la forma en que lo indique el suscriptor. Las áreas geográficas desde las cuales se determine la ubicación del usuario están predeterminadas por el plan de numeración del operador de telecomunicaciones.

Enrutamiento en base a la fecha y hora:

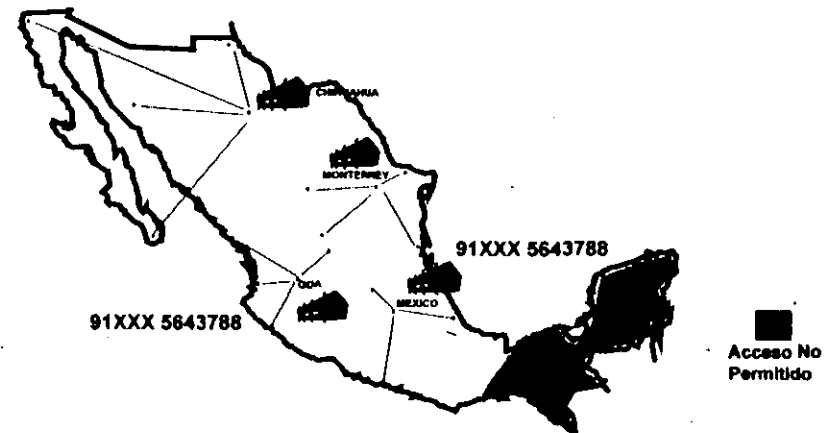
De acuerdo al horario y fecha de calendario, las llamadas se dirigen a una cierta sucursal del suscriptor.

Con mensaje de cortesía al usuario.

En caso de que el suscriptor este ocupado o no conteste se le hace llegar al usuario un mensaje hablado diseñado por el suscriptor.

Cobertura local o nacional

El número universal asignado al suscriptor podrá ser accesado a nivel local o desde cualquier parte del país. Dependiendo de los intereses del suscriptor, en el caso de cobertura nacional, el suscriptor puede hacerse cargo de los pagos por llamadas de L.D.

NÚMERO UNIVERSAL

RED PRIVADA VIRTUAL

Servicio que ofrece al suscriptor la apariencia de una red privada, usando los recursos de la red telefónica pública.

Características

- Plan de Numeración Privado.
- La RPV está destinada a ser utilizada por grandes y medianos usuarios de la RTPC con necesidades de comunicación en distintas localidades de una forma integrada, y que le proporcione las ventajas de contar con su propia red, sin realizar grandes inversiones.
- La RPV puede usar recursos telefónicos multicentrales con cobertura locales y/o de larga distancia nacional e internacional.
- La RPV puede contar con las mismas facilidades de una red de conmutadores privados (PBX), de modo que las líneas de los usuarios se comporten como extensiones de éstos y la operación sea de una manera similar.
- Es factible la integración de recursos de conmutación privados (PBX), Redes Privadas, Líneas Telefónicas o Líneas Centrex ya existentes a una RPV.

Campo de aplicación.

Industria, Comercio, Turismo, Empresas de Gobierno y Sector Bancario,

Modalidades**Por cobertura:**

Es posible realizar una RPV utilizando recursos locales o de larga distancia.

Por servicio:

Son aplicables todas las facilidades definidas en la especificación del servicio Centrex de cobertura amplia. Es posible la asignación de una o más líneas a los operadores de la RPV para su control y administración.

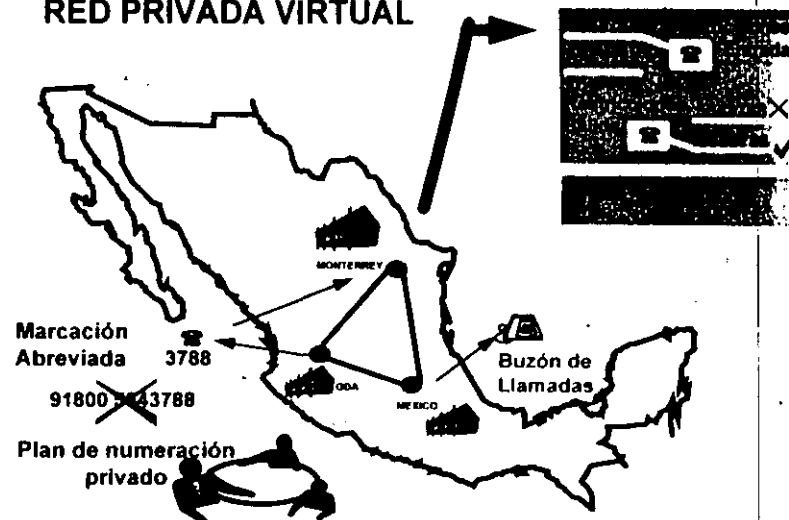
Por facilidades:

Restricción de facilidades internas y externas a usuarios de la RPV de acuerdo a los requerimientos del suscriptor.

Manejo de códigos de autorización de uno a siete dígitos para uso de los recursos de la red (Esta facilidad no está contemplada en la especificación de servicios Centrex).

Monitoreo y control de facilidades de la RPV desde un centro de control en las instalaciones del suscriptor.

Interconexión de la RPV con alguna red privada ya existente del suscriptor.

RED PRIVADA VIRTUAL

NUMERO PERSONAL (SERVICIO 700).

Servicio que permite al suscriptor recibir llamadas en cualquier lugar en que se encuentre a través de la asignación de un número individual y permanente.

Características

- Número virtual que puede asociarse a cualquier línea telefónica.
- No requiere que el suscriptor tenga una línea telefónica propia.
- Con reenrutamiento a un buzón de voz o con mensaje de cortesía en caso de que el suscriptor no conteste o este ocupado.
- Con cobertura local, en esta opción pueden darse los siguientes casos:
 - a) El número personal solo podrá ser accesado desde usuarios que se encuentren en la misma área del suscriptor, cuando este no se encuentra dentro del área urbana en la que contrato el servicio
 - b) Podría ser accesado por cualquier usuario si éste se encuentra dentro del área en la que contrato el servicio.

Cobertura Nacional, para que el suscriptor pueda recibir llamadas desde cualquier origen, Nacional o internacional sin importar el lugar donde se encuentre.

Campo de aplicación.

Abonados Residenciales, Empresas del Gobierno, Industria, Comercio, Turismo y sector Bancario.

Modalidades**Destino de las llamadas programado.**

Mediante esta opción el suscriptor proporciona los datos de fechas, horas y destinos hacia los cuales desea recibir sus llamadas. Esta opción es Útil para suscriptores que tienen rutinas predeterminadas en forma semanal o diaria.

Destino de las llamadas Controlado por el suscriptor.

Mediante esta opción es el suscriptor quien reporta a la Red el Destino en el cual desea recibir sus llamadas.

Con buzón para recibir mensajes.

Con esta modalidad el suscriptor, puede recibir mensajes en un buzón de voz propietario, en los casos de que el Número de destino este ocupado o no haya contestación.

Con mensaje de cortesía,

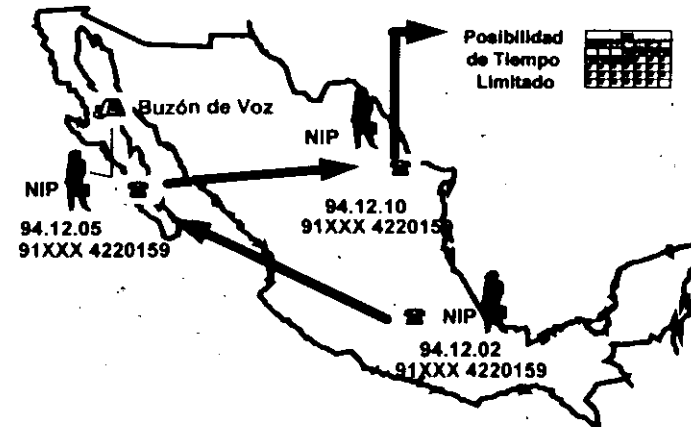
Cuando el suscriptor del servicio no contesta o está ocupado, el usuario recibirá un mensaje de cortesía diseñado por el suscriptor del servicio.

Cobertura Local.

Mediante esta opción el suscriptor recibe llamadas solo de la red urbana en la que se encuentre, si esta fuera del área en que contrato el servicio.

Cobertura Nacional.

Mediante esta opción el suscriptor recibe llamadas desde cualquier lugar dentro del territorio Nacional, el suscriptor, paga en ciertos casos la totalidad o parte de los cargos de L.D. que se generen.

NÚMERO PERSONAL

TELEVOTO

Servicio que permite al suscriptor recopilar la opinión pública acerca de un evento por medio de la Red Telefónica y proporcionar datos acerca de la votación o puntos de vista.

Características

- ◆ Con cobertura local, mediante esta opción el número de Televoto solo podrá ser accesado por usuarios que se encuentren en la misma área del suscriptor.
- ◆ Cobertura Nacional, para que el suscriptor pueda recibir llamadas desde cualquier origen, dentro del territorio Nacional.
- ◆ Puede ofrecerse en forma totalmente automática (sin intervención de recursos por parte del suscriptor) o manual.
- ◆ La opción de Televoto manual tiene las siguientes características.
 - ◆ Número virtual único que puede asociarse a cualquier línea telefónica o grupo de líneas telefónicas aun cuando tengan diferentes números de directorio.
 - ◆ Con reenumeramiento a un buzón de voz o con mensaje de cortesía en caso de que el suscriptor no conteste o este ocupado.
 - ◆ La función de llevar la contabilidad de votos u opiniones, es responsabilidad del suscriptor.
- ◆ La opción de Televoto automático tiene las siguientes características.
 - ◆ No requiere que el suscriptor tenga línea(s) telefónica(s).
 - ◆ La ejecución, del conteo es por parte de la administración telefónica, lo cual se hace en forma automatizada, dando al suscriptor la facilidad de consultar el estado de la votación.

Campo de aplicación.

Empresas del Gobierno, Industria, Comercio, Turismo y sector Bancario.

Modalidades**Televoto manual**

En este caso se proporciona un número Único mediante el cual se integran las líneas que haya predeterminado el suscriptor, pero sin llevar a cabo el conteo de la votación u opiniones. El suscriptor puede adicionar cualquiera de las siguientes opciones.

Mensaje de cortesía.

Cuando el suscriptor del servicio no contesta o está ocupado, el usuario recibirá un mensaje de cortesía diseñado por el suscriptor.

Distribución de llamadas.

Mediante esta opción el suscriptor determina como quiere que se distribuyan las llamadas entre las diferentes líneas con que cuenta. (solo para Televoto manual)

Programado en base a fecha y hora.

Mediante esta opción el suscriptor puede programar el número de televoto para que este vigente durante la fecha y en el horario que él seleccione.

Con buzón para recibir mensajes.

Con esta modalidad el suscriptor, puede recibir mensajes en un buzón de voz, propietario, en los casos de que el destino este ocupado o no conteste.

Con identificación del área geográfica de los usuarios.

Mediante esta opción se le proporciona al suscriptor información del área geográfica de origen de los usuarios que llaman a su número de televoto.

Cargo Compartido.

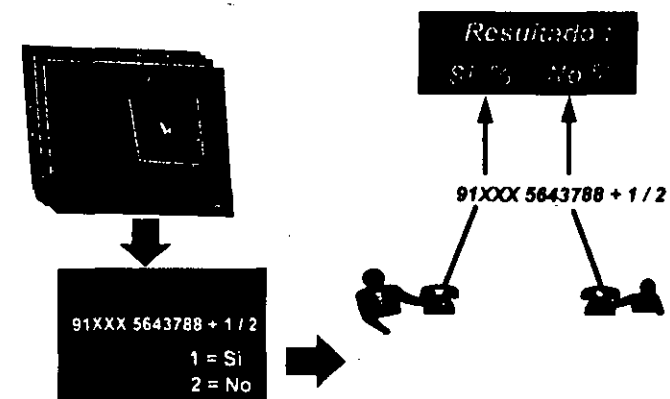
Mediante esta opción el costo de la Llamada se reparte entre el suscriptor y el usuario, es responsabilidad del suscriptor informar a los usuarios de esta modalidad.

Cobertura Local.

Mediante esta opción el suscriptor recibe llamadas solo del área geográfica en la que se encuentre.

Cobertura Nacional.

Mediante esta opción el suscriptor recibe llamadas desde cualquier lugar de origen dentro del territorio Nacional. El suscriptor, puede elegir pagar los cargos de L.D. en combinación con el servicio 800 o no.

TELEVOTO

NUMERO DE CUENTA PERSONAL (TARJETA DE LLAMADA)

Servicio que permite al suscriptor realizar llamadas desde cualquier línea telefónica y hacia cualquier destino, con cargo a su número de cuenta.

Características

- Puede ofrecerse en forma totalmente automática por medio de un periférico inteligente, para lo cual se requiere marcar desde un teléfono con DTMF o manual con asistencia de operadoras
- Posibilidad de efectuar L.D. nacional, internacional o mundial desde cualquier teléfono, sin cobro a la línea desde la que se efectúa la llamada, sino al número de cuenta personal.
- No requiere que el suscriptor tenga una línea telefónica propia.
- Cobertura Nacional, para que el suscriptor pueda realizar llamadas hacia cualquier destino dentro del territorio Nacional.
- Limite de Crédito Individual o Corporativo. Mediante esta opción se puede asignar un limite de crédito individual a cada usuario del número de cuenta o tener un número de cuenta para uso por una corporación con limite de crédito global.
- Control antifraude. El sistema debe contar con la facilidad de confirmación de acceso por Tarjeta evitando así fraudes o el mal uso de la Tarjeta, pudiendo ser este geográfico, por limite de crédito, historia de uso, etc.

Campo de aplicación.

Suscriptores en general, Empresas del Gobierno, industria, Comercio (Ventas por teléfono), Turismo y sector Bancario.

Modalidades

Número de Cuenta

Mediante esta opción al suscriptor se le asigna un número de cuenta y un NIP por parte del operador de telecomunicaciones, para uso exclusivo del servicio Telefónico.

Número de Cuenta de Tarjeta Bancaria.

Mediante esta opción el número de cuenta y NIP es el mismo que el suscriptor tenga con una institución Bancaria. Los cargos por las llamadas que realice se hacen a este número de cuenta..

Número de cuenta de otras administraciones.

El sistema debe ser capaz de interconectarse con bases de datos de otras administraciones y obtener las autorizaciones y realizar los cargos.

Limite de Crédito Individual.

Esta opción es aplicable a un número de cuenta usado Únicamente por el suscriptor, el consumo de crédito, no podrá rebasar la cantidad determinada.

Limite de Crédito corporativo.

Mediante esta opción se permite que un número de cuenta sea usado por varios usuarios, los cuales tienen como limite de crédito un total predeterminado, la suma del consume de crédito de los usuarios no podrá rebasar esta cantidad.

Estado de Cuenta.

Mediante esta opción el usuario puede solicitar en cualquier momento vía telefónica el saldo de crédito disponible o de crédito consumido.

Mensaje de Crédito Terminado.

Mediante esta opción se le avisa al usuario vía telefónica cuando no tiene crédito disponible.

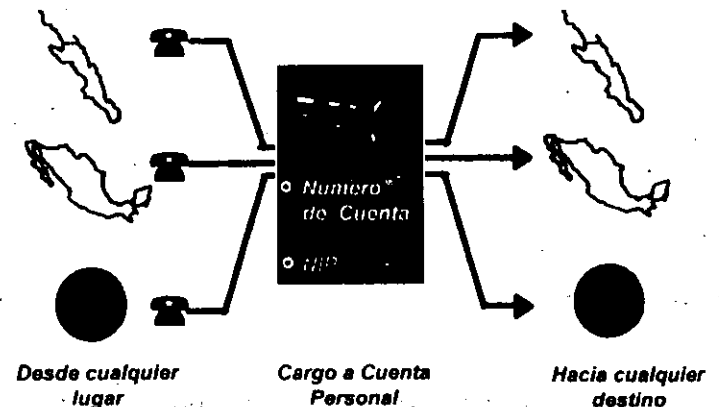
Cobertura Nacional.

Mediante esta opción el suscriptor puede realizar llamadas hacia cualquier lugar dentro del territorio Nacional. El costo por las llamadas se carga a su número de cuenta.

Cobertura internacional o Mundial

Mediante esta opción se le permite al suscriptor realizar llamadas hacia cualquier parte del mundo.

TARJETA DE LLAMADA



SERVICIO 800

Servicio mediante el cual se otorga al suscriptor un número especial que le permite llevar la contabilidad de llamadas recibidas y su duración, y a la administración aplicar un costo extra (indicado por el suscriptor), a todos los usuarios que llaman este número.

Características

- Número especial que permite al suscriptor poner a disposición información de interés a los usuarios y cobrar e acceso a esta.
- Permite la integración de varias líneas del suscriptor bajo el mismo número.
- El suscriptor puede obtener en el momento que lo desea un estado del número de llamadas y la duración de estas.
- El suscriptor no requiere realizar el proceso de facturación a los usuarios que acceden a su información, debido a que la administración lo efectúa por él.
- Dependiendo del interés del suscriptor este servicio se puede combinar con el 800, de manera que cualquier usuario pueda acceder a la información en forma gratuita en cuyo caso el absorbe los costos de las llamadas.

Modalidades**Combinado con servicio 800.**

Mediante esta opción el suscriptor puede distribuir información en forma gratuita sus usuarios. El costo por las llamadas se carga a su número de cuenta.

Con Tarifa controlada por el suscriptor.

Mediante esta opción el suscriptor establece la tarifa por minuto que se debe aplicar a los usuarios que acceden su número.

Estado de Cuenta.

Mediante esta opción el usuario puede solicitar en cualquier momento vía telefónica el número de llamadas recibidas así como su duración.

cobertura Nacional.

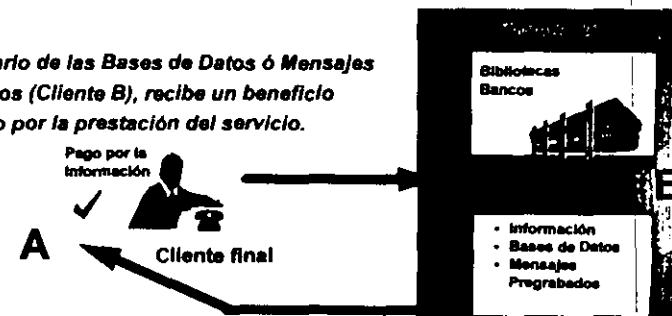
Mediante esta opción el suscriptor puede recibir llamadas desde cualquier lugar dentro del territorio Nacional.

SERVICIO 900

Permite al Cliente obtener información de interés procedente de Bases de Datos y mensajes pregrabados

El Cliente A recibe un cargo extra por el servicio prestado.

El propietario de las Bases de Datos ó Mensajes Pregrabados (Cliente B), recibe un beneficio económico por la prestación del servicio.





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

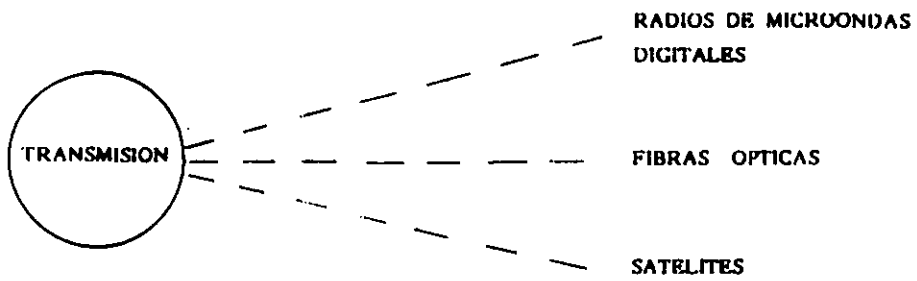
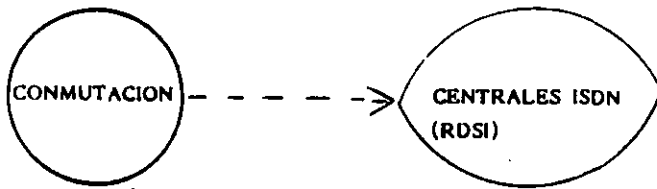
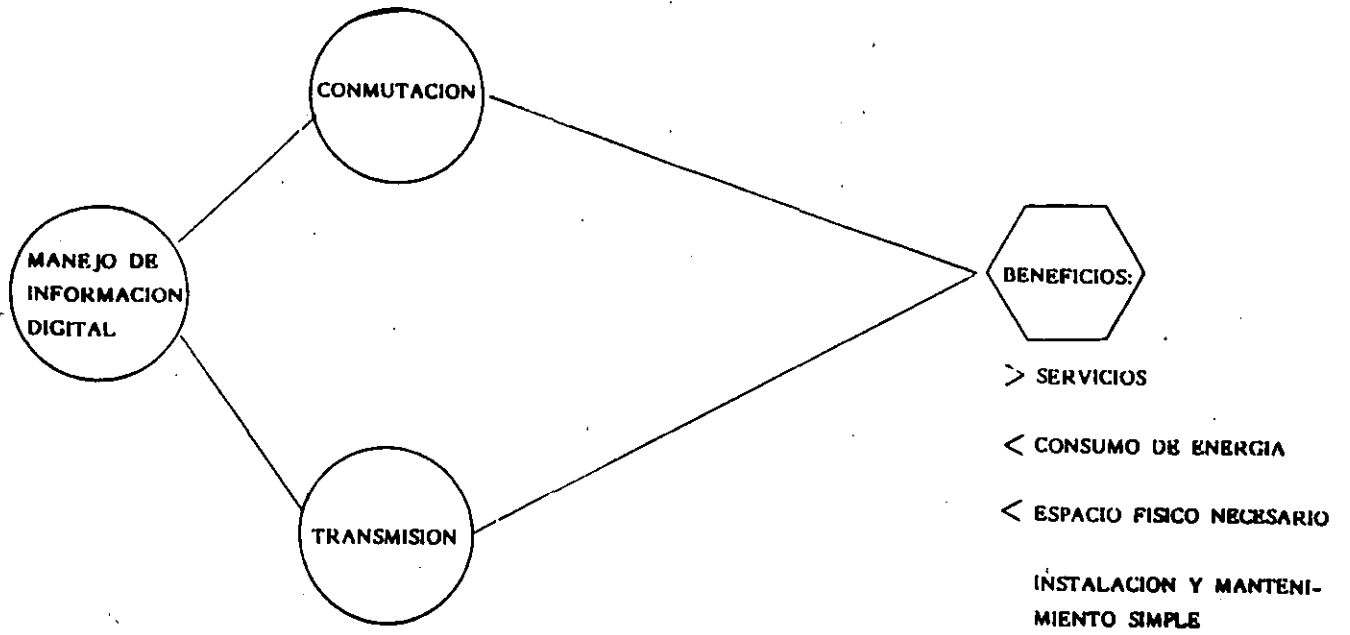
C U R S O S A B I E R T O S

IV CURSO INTERNACIONAL EN TELECOMUNICACIONES

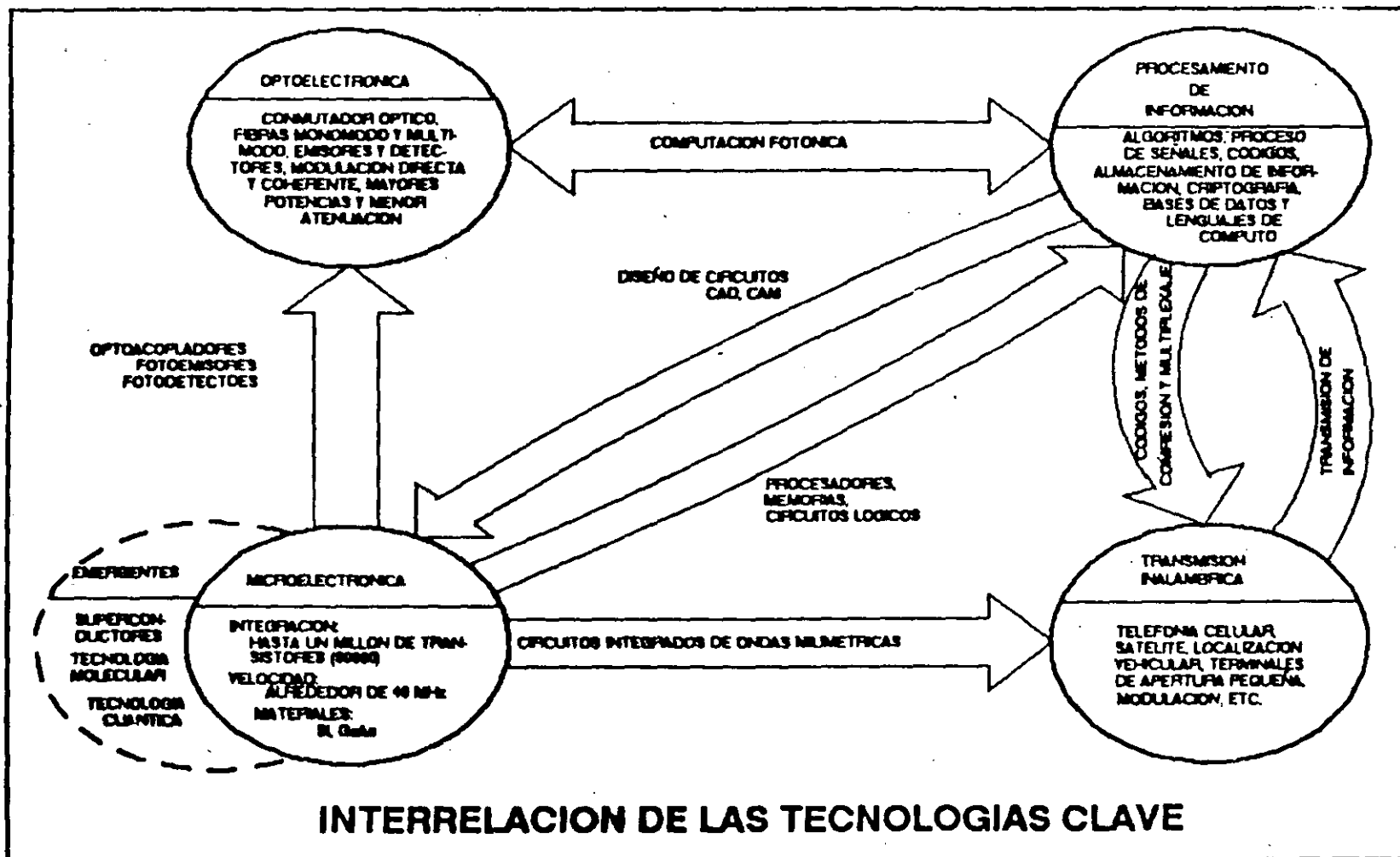
MOD. III. REDES DIGITALES: ACTUALIDAD Y
PERSPECTIVAS.

TEMA: RDSI CONCEPTOS

EXPOSITOR: ING. ANGELICA MORENO ARGÜELLO



TECNOLOGIAS CLAVE Y EMERGENTES



USO DE LOS MEDIOS DE TRANSMISION

NIVEL JERARQUICO

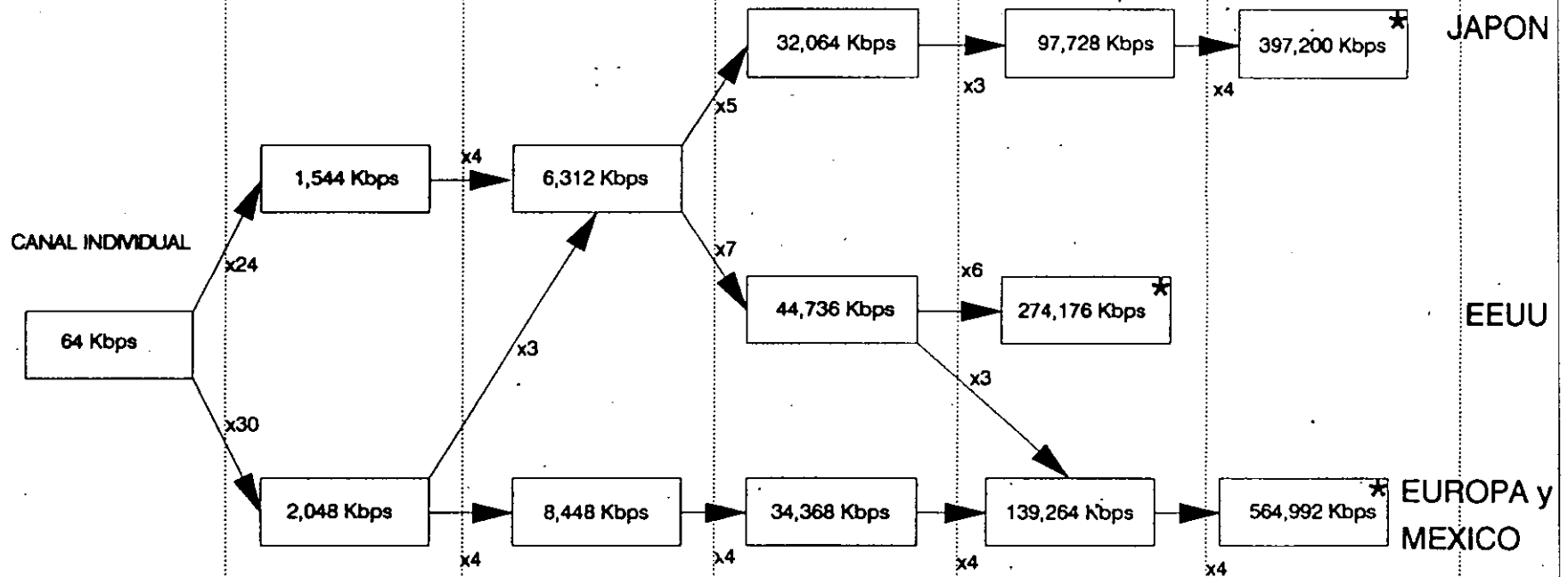
1

2

3

4

*



CABLES BALANCEADOS

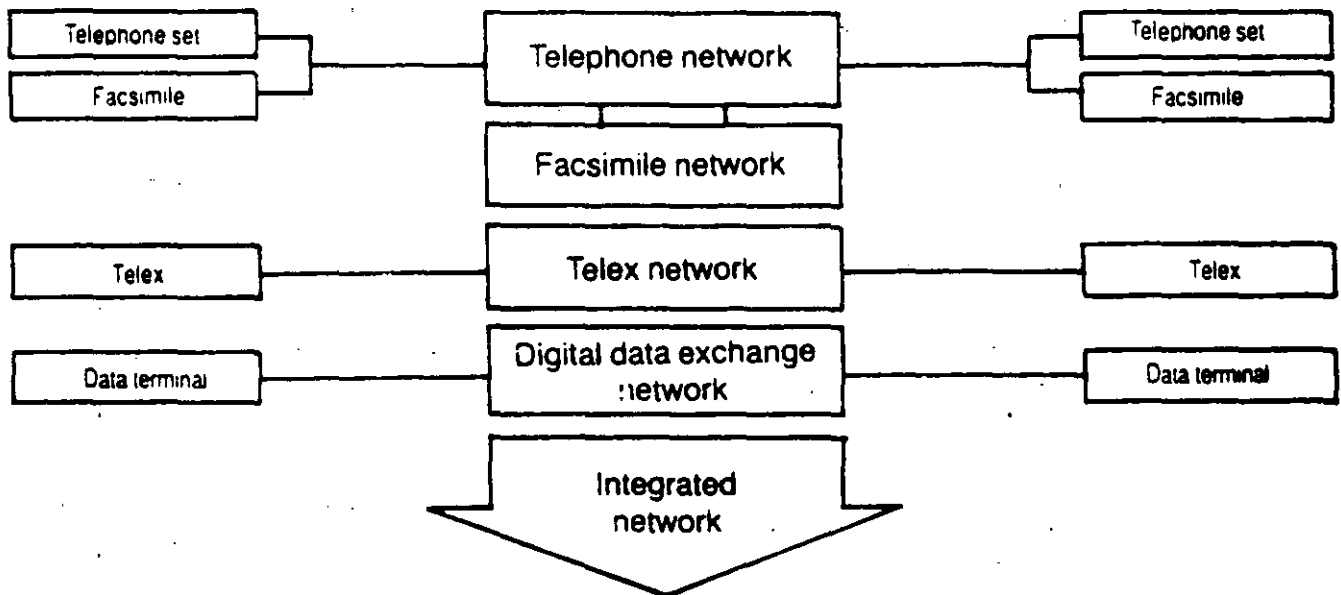
CABLE COAXIAL

FIBRA OPTICA

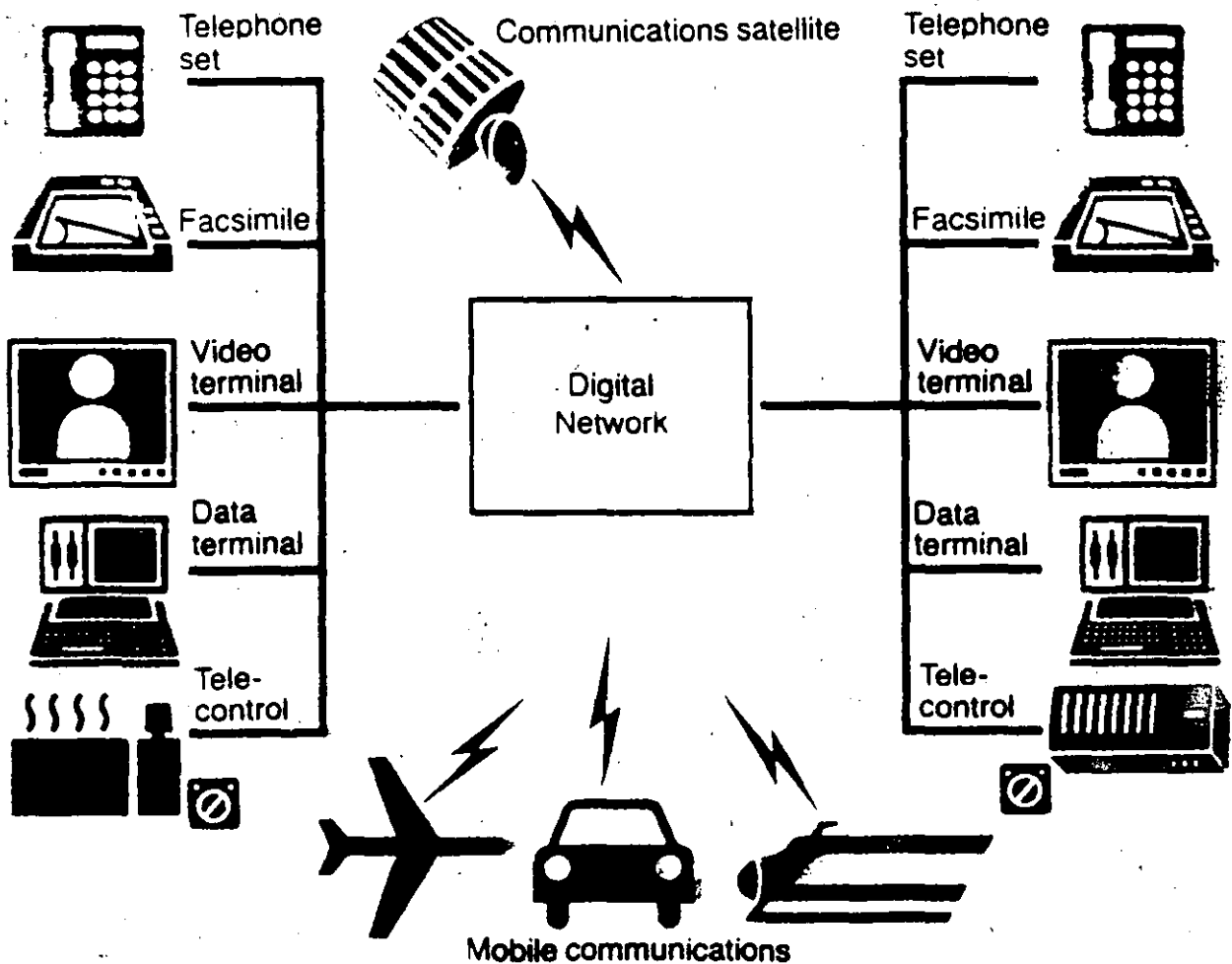
MICROONDAS

* Nivel jerarquico no definido por el ITU.

Existing network



INS

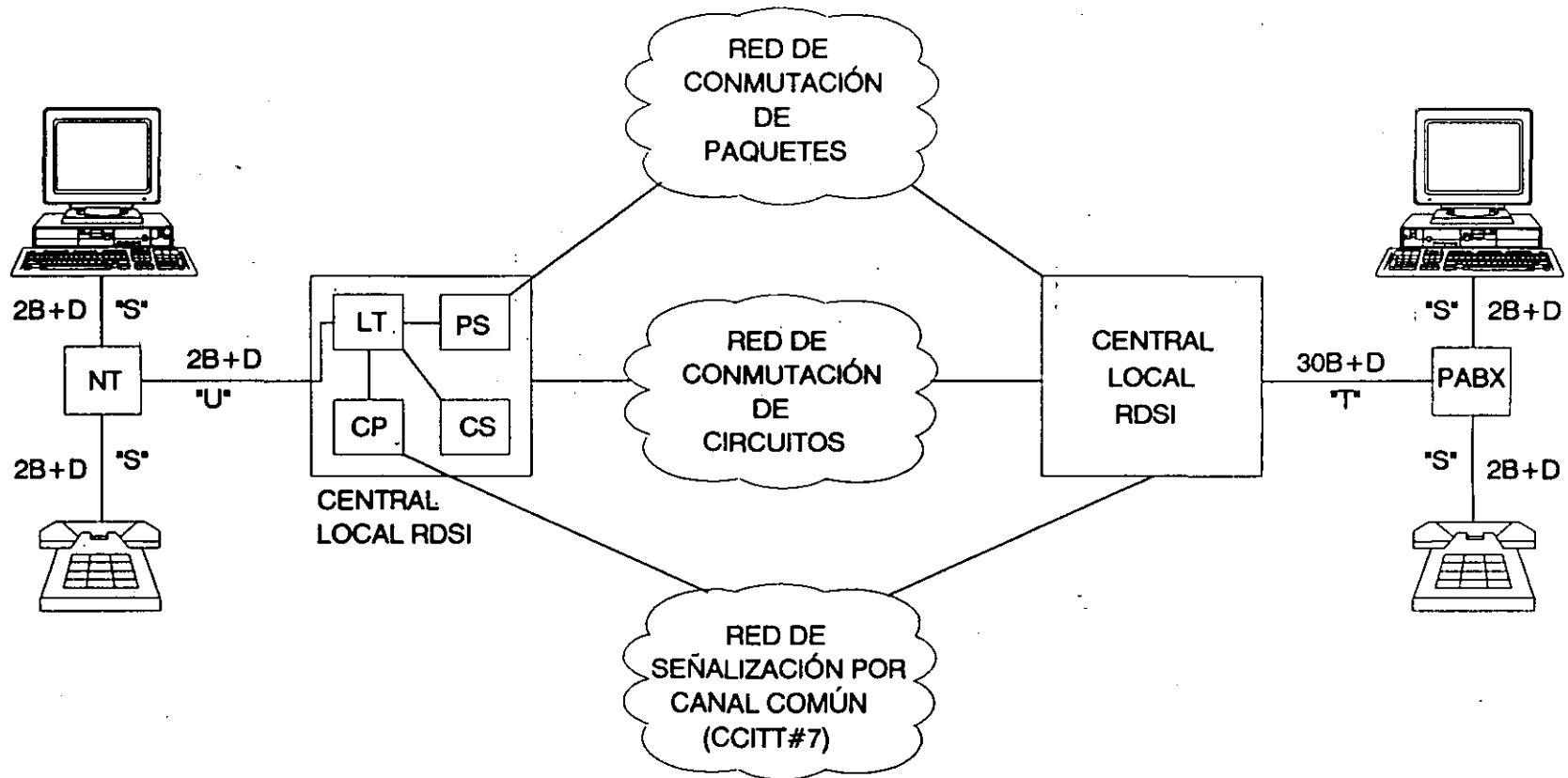


VENTAJAS DE RDSI SOBRE EL DISEÑO TRADICIONAL DE REDES

- **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 línea 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.

MODELO RDSI



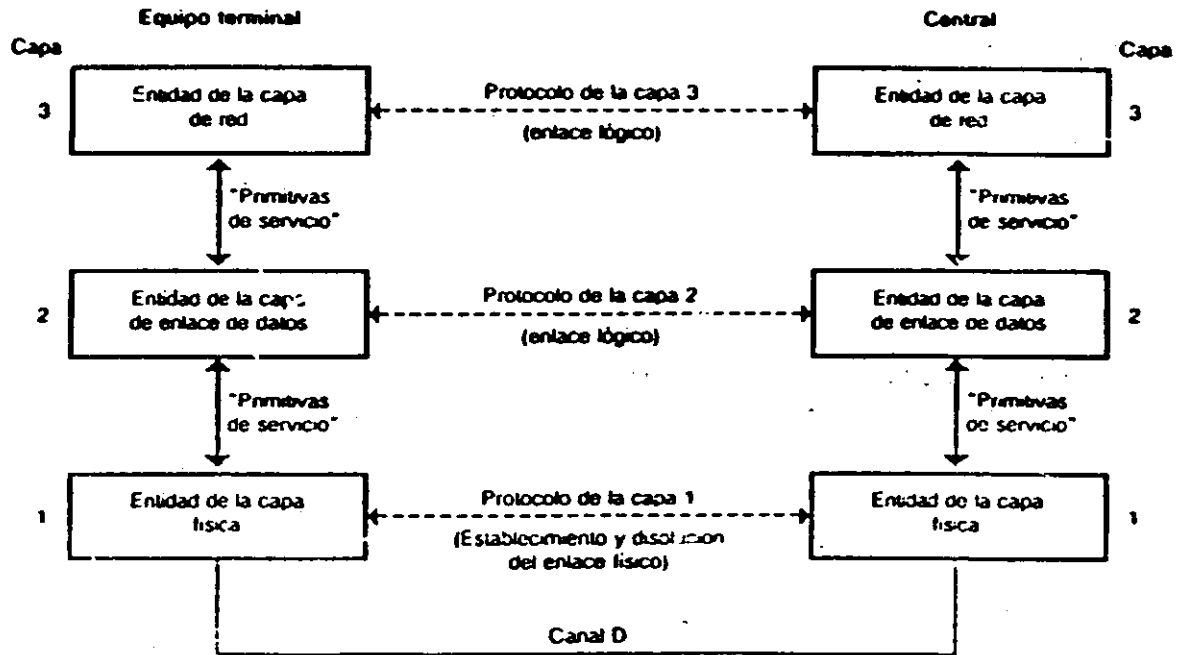
CS = CONMUTACIÓN DE CIRCUITOS
CP = PROCESADOR DE LLAMADAS
LT = TERMINACIÓN DE LINEA
NT = TERMINACIÓN DE RED
PS = CONMUTADOR DE PAQUETES

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



Comunicación entre las capas

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

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**



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

CURSOS ABIERTOS

IV CURSO INTERNACIONAL EN TELECOMUNICACIONES

MODULO III. REDES DIGITALES: ACTUALIDAD Y
PERSPECTIVA.

FRAME RELAY, FAST PACKET SWITCHING Y ATM.

ING. JESUS AVILA 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* (relevarador 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

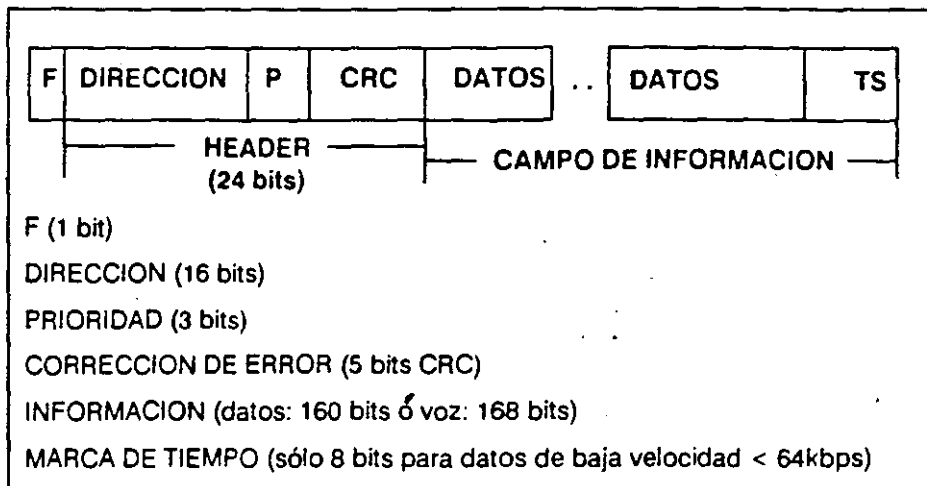


Figura 1. Estructura de un paquete rápido

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

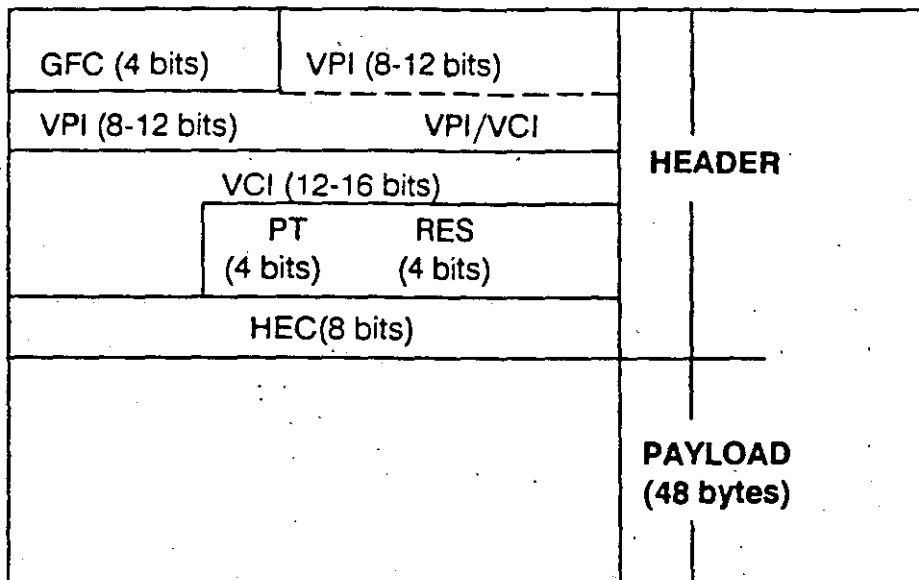


Figura 2. Estructura de la celda ATM

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 *opayload*). 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.

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;

- * 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

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 video) 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 video 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 volvieron 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. [RE]

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 video	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

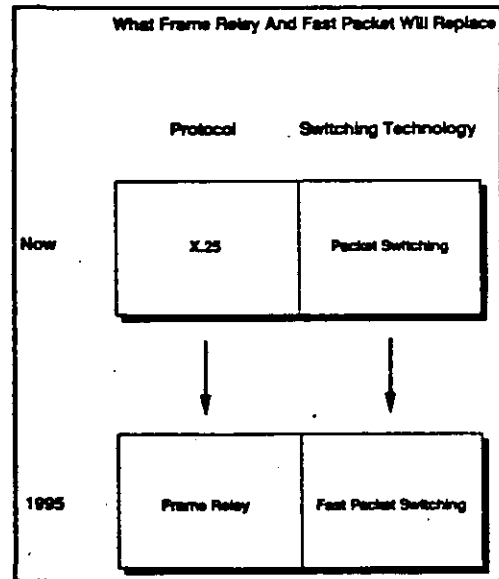
Analyzing communication networks in the Fortune 1,000

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.

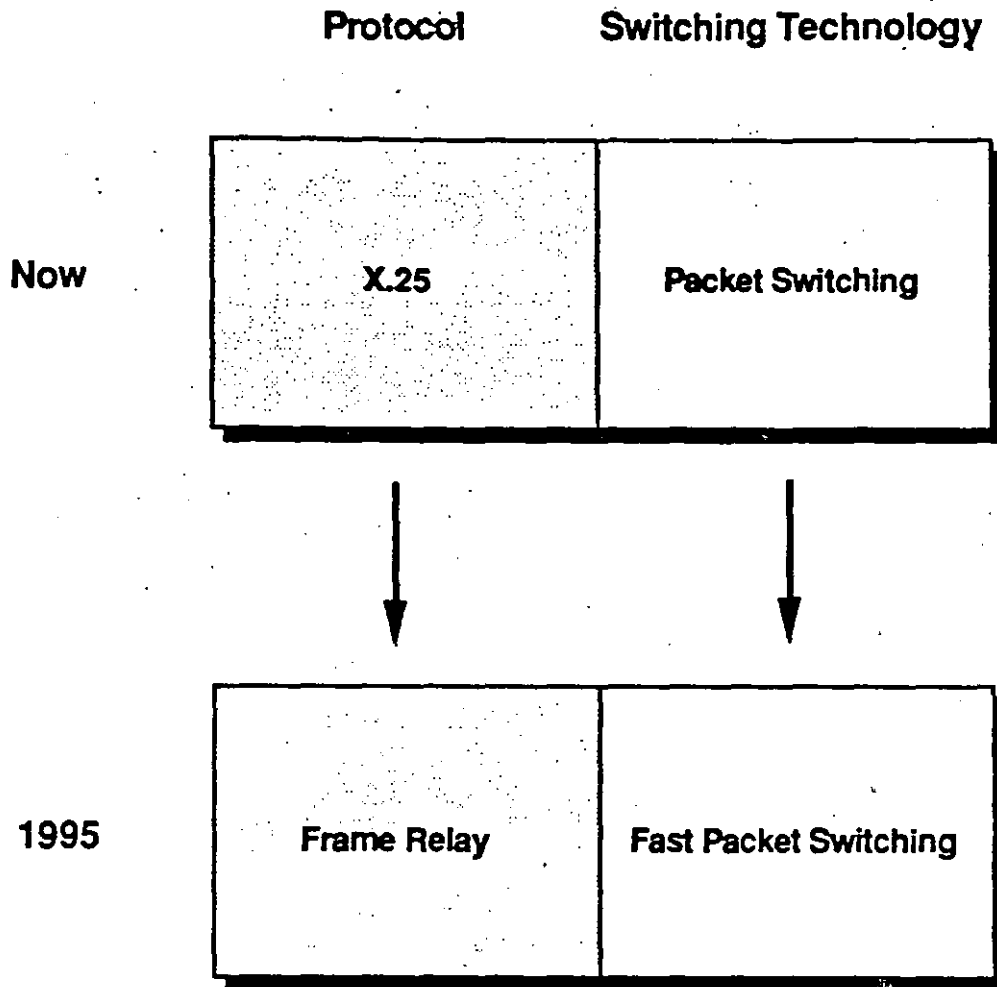
Frame Relay And Fast Packet: What They Are

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



NS IV/7-1

Source: Forrester Research, Inc.

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.

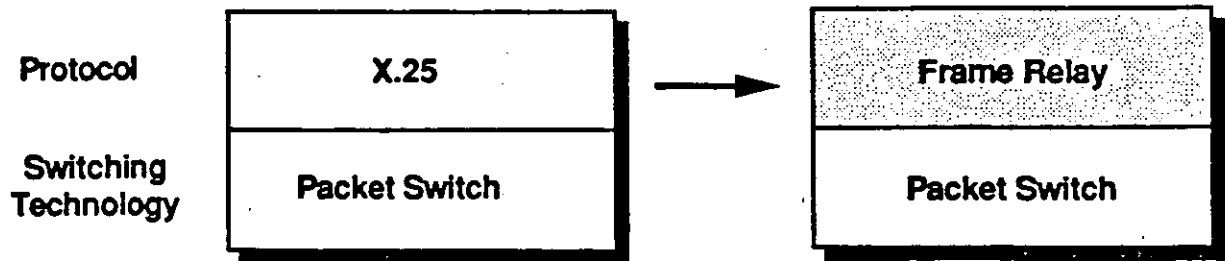
Phase 1 Impact On The Market

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.

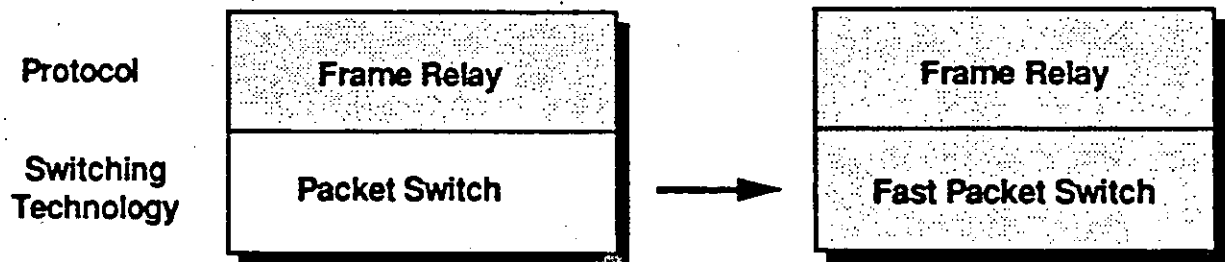
By co-ordinating with bridge and router vendors to build frame relay, circuit vendors like N.E.T., Newbridge Networks, and others will offer a more cost-effective way to

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:

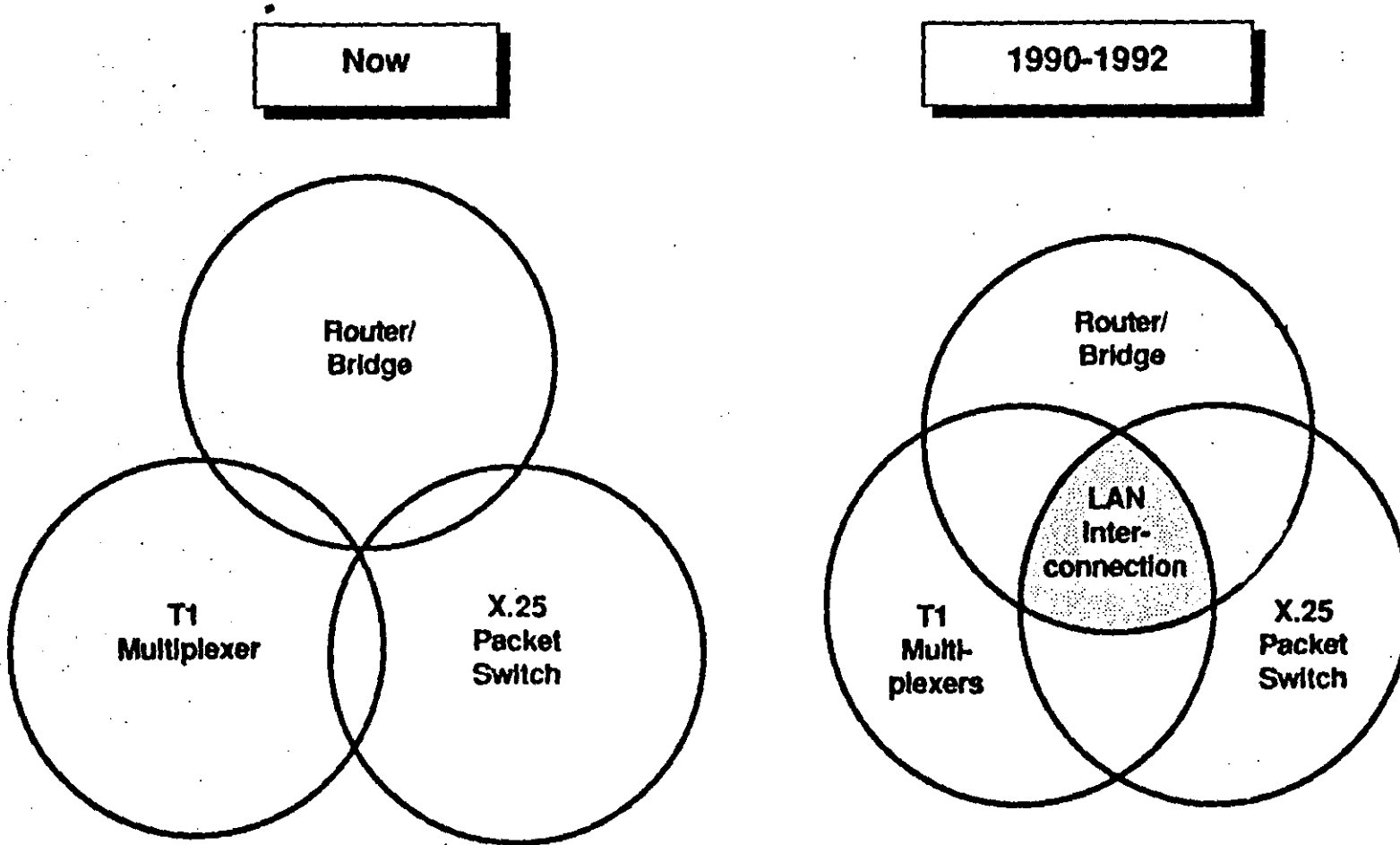
- Netrix, with an early hybrid switch, will find it easy to offer frame relay. In addition, since the company has expertise with packet technologies (other circuit vendors generally do not), it will probably do a better overall job of integrating frame relay for data with circuit switching for voice 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



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.

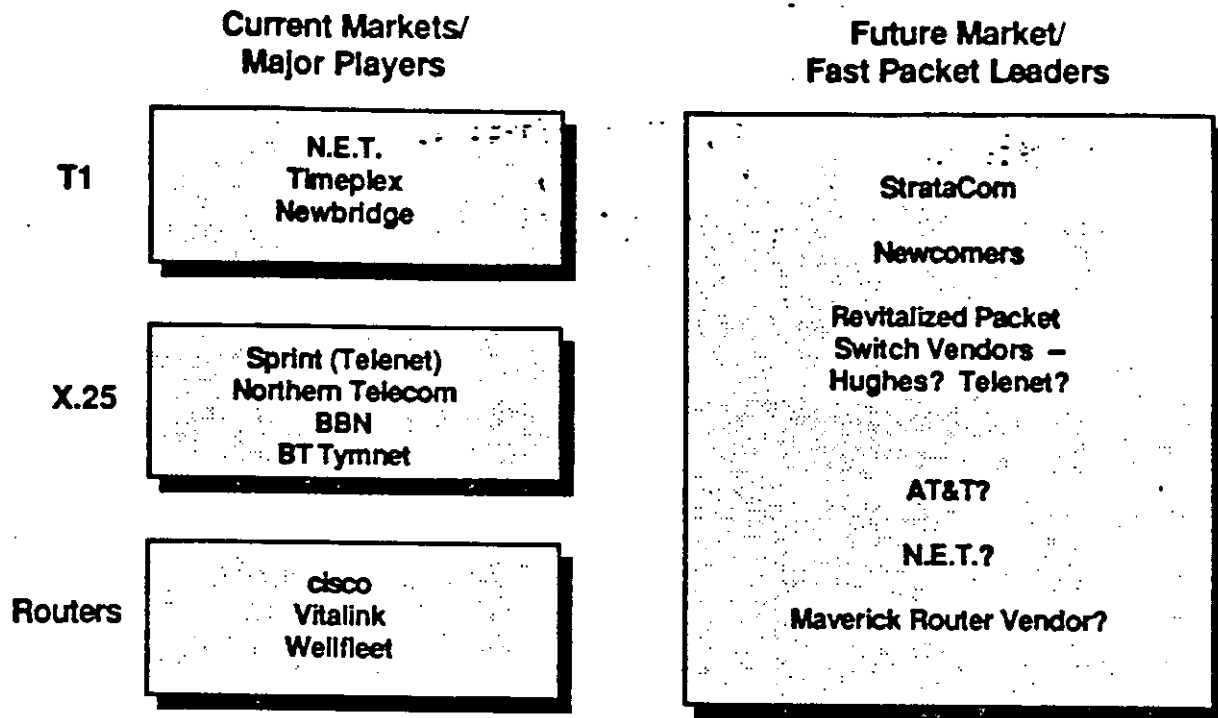
This second period will be characterized by:

- 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 Menus, 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.

MODULO III

REDES DIGITALES: ACTUALIDAD Y PERSPECTIVAS

FRAME RELAY, FAST PACKET SWITCHING Y ATM

En el lenguaje de la Capa 3, un grupo de puertos asociados con una subred es llamado una subred virtual. De esta forma, el tráfico en las subredes virtuales es conmutado a la Capa 2, y el tráfico que cruza entre subredes virtuales es ruteado a la Capa 3 sin necesidad de contar con un dispositivo externo de ruteo.

A primera vista, los switches de la Capa 3 parecerían funcionar de la misma manera que los ruteadores multiprotocolo convencionales. Esto no es así ya que los switches de la Capa 3 realizan operaciones más allá del direccionamiento en la MAC del backbone local, aspecto que los ruteadores nunca intentarían.

10.1.6 Comparativo de las redes virtuales

Una comparación de la estructura de la Capa 2 y Capa 3 revela las ventajas y desventajas relativas de cada concepto. Las redes virtuales en Capa 2 claramente son más sencillas de configurar que las de Capa 3. Como los switches de la Capa 2 no incluyen un software de ruteo, tienden a ser menos caros que los productos de Capa 3, sin embargo, la necesidad de ruteo de alto nivel en redes amplias permite disminuir de alguna manera el rango del costo.

Ya que se realiza un puenteo en lugar de rutear el tráfico, los switches de la Capa 2 son inherentemente más rápidos que los switches de la Capa 3 y debido a que son independientes de un protocolo determinado, los switches de Capa 2 además pueden acomodar protocolos no ruteables que normalmente los productos de Capa 3 no pueden manejar.

Sin embargo los switches de Ethernet pueden causar que las redes virtuales en Capa 2 comiencen a perder su conformación inicial debido al crecimiento del backbone de la red. Los mensajes de señalización y etiquetación de frames utilizados para crear las redes virtuales en capa 2 genera una sobrecarga que crece en proporción al tamaño de la red. Asimismo, las técnicas propietarias desarrolladas por algunos equipos de Capa 2 pueden no integrarse bien en las interconexiones existentes.

TENDENCIAS DE LAS COMUNICACIONES

DISPOSITIVOS DE DATOS:

- Tienen mayor inteligencia (ruteadores, switches, workstations).
- Manejo de protocolos superiores del modelo OSI (capa 3 y 4).
- Interconexión de redes locales a redes de area amplia.

ENLACES DIGITALES DE ALTA VELOCIDAD.

APLICACIONES CON MAYOR USO DE BANDA:

- Aplicaciones de Multimedia
- Teleconferencia.
- Transferencia masiva de archivos.
- Procesamiento de señal para uso industrial.

INTEGRACION DE SERVICIOS DE DIFERENTE NATURALEZA:

- Voz: Tiempo real, sensible a retardo, tolerante a fallas.
- Datos: "Bursty", insensible a retardo, no tolerante a fallas.
- Imagen: Tiempo real, demanda de ancho banda, tolerante a errores.

IBM Internetworking - Version 7

- **DLS**
- **Token Ring Performance**
- **Translation Bridging**
- **LAN Network Manager**



Customer Update-60

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 aplicaciones de datos y recientemente para voz.

Presenta las siguientes características:

- A nivel capa 2 del Modelo OSI.
- No tiene retransmisiones.
- Menor procesamiento.

CELL RELAY:

Protocolo de conmutación de paquetes, para el multiplexaje y transmisión de señales de diferente tipo (datos, voz, imagen).

Basado en:

- Tamaño de paquetes fijo.
- Jerarquización de Servicios.
- Uso dinámico de la banda.



Why Data Link Switching (DLSw)?

- **Addresses issues not resolved with previous solutions**
- **Consensus by vendors that DLSw can be used as basis for an open standard to provide multivendor interoperability**
- **Wellfleet is committed to maintaining compatibility with IBM network architectures as they evolve**



FRAME RELAY

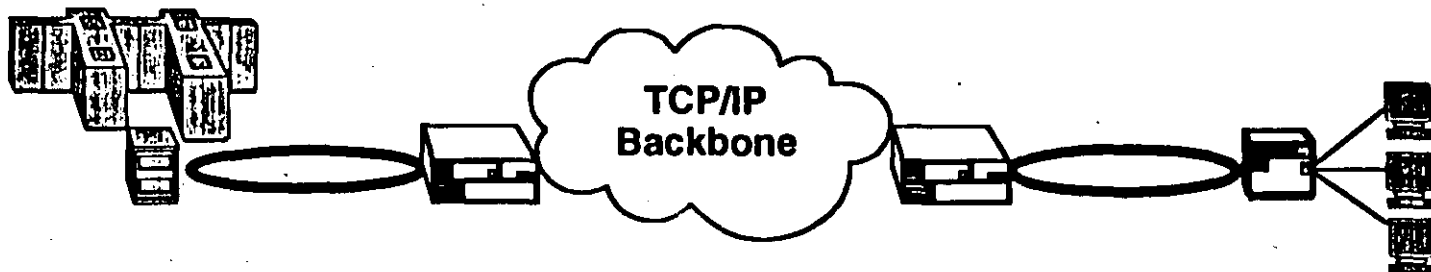
En 1990 se funda el "FRAME RELAY FORUM"

Beneficios de Frame Relay comparado con X.25.

- Qué es?...
- Qué beneficio?...
- Análisis costo-beneficio.
- Como evaluarlo?...
- Es un "standard de facto" ?...
- Reemplaza a X.25?...
- Puede ser implementado hoy?...

Wellfleet's DLSw Implication

- Provides an industry-standard approach for reliable and efficient transport of SNA and NetBIOS traffic across a multiprotocol internetwork
 - Local LLC2 acknowledgment
 - TCP/IP transport of SNA/NetBIOS traffic
 - Extended source route bridging through RIF termination
 - NetBIOS and SRB broadcast reduction



Customer Update-69

FRAME RELAY

Qué es?...

Es una nueva generación de conmutación de paquetes y es el paso intermedio entre X.25 y ATM o SMDS.

Es una interfaz.

Es un protocolo de señalización.

PROMEDIO

ANUNCIANTES DE R E D



BOLETA DE CALIFICACION

NOMBRE: _____ FECHA: _____

COMPANIA: _____

FACTOR DE IMPORTANCIA	ESCALA DE EVALUACION
1 - 7	10 - 0
Enumere por orden de importancia, empezando con el 1 el factor más importante.	MAXIMA MINIMA

	PRIORIDAD	EVALUACION
1. ¿ CONSIDERA A RED COMO UN MEDIO DE IMPORTANCIA EN SU ESTRATEGIA DE COMUNICACIONES?		
2. ¿ EL PUBLICO DE RED ES EL MISMO AL QUE USTEDES BUSCAN VENDER?		
3. ¿ SE LE HA COMUNICADO ADECUADAMENTE SOBRE LAS CARACTERISTICAS DE NUESTRO PUBLICO LECTOR, CIRCULACION, TIRAJE Y PERFIL DEL LECTOR?		
4. ¿ CADA CUANDO EL EJECUTIVO DE PUBLICIDAD LE VISITA? (MEDIR FRECUENCIA DE ATENCION)		
5. ¿ LAS PROPUESTAS ECONOMICAS PRESENTADAS POR EL EJECUTIVO CUMPLEN SUS EXPECTATIVAS?		
6. ¿ COMO CALIFICARIA NUESTRA CALIDAD E IMPRESION?		
7. ¿ CUAL ES SU NIVEL DE SATISFACCION CON EL TRATO EN GENERAL QUE HA TENIDO CON REVISTA RED?		
¿NOS PODRIA RELATAR ALGUN MOMENTO QUE RECUERDE DE PRIMERA INTENCION, EN EL QUE LE HAYAMOS DADO UNA MUY BUENA O MUY MALA ATENCION?		
¿QUIENES ESTUVIERON INVOLUCRADOS?		

FRAME RELAY

COMPARACION DE X.25 vs FRAME RELAY

DETECCION DE ERRORES Y CORRECCION DE ERRORES

X.25:

- Detecta errores a nivel paquete o frame.
- No corrige errores.
- Retransmite información con error.
- Retransmite información fuera de secuencia.

FRAME RELAY:

- No detecta errores en nodos intermedios.
- Corrige errores en nodo terminal.
- Crea menor "overhead" en la transmisión.



**IBM InterNetworking
Translation Bridge Feature
Version 7**



Product Enhancements Token Ring Performance

- **Applicable to all Token Ring Interface Cards regardless for processor**
- **Uses Madge's "FASTMAC Plus" Technology**
- **Dramatic increases in Performance**
 - **Peak Token Ring performance in excess of 20,000 pps for Slot-to-Slot Traffic in BN**

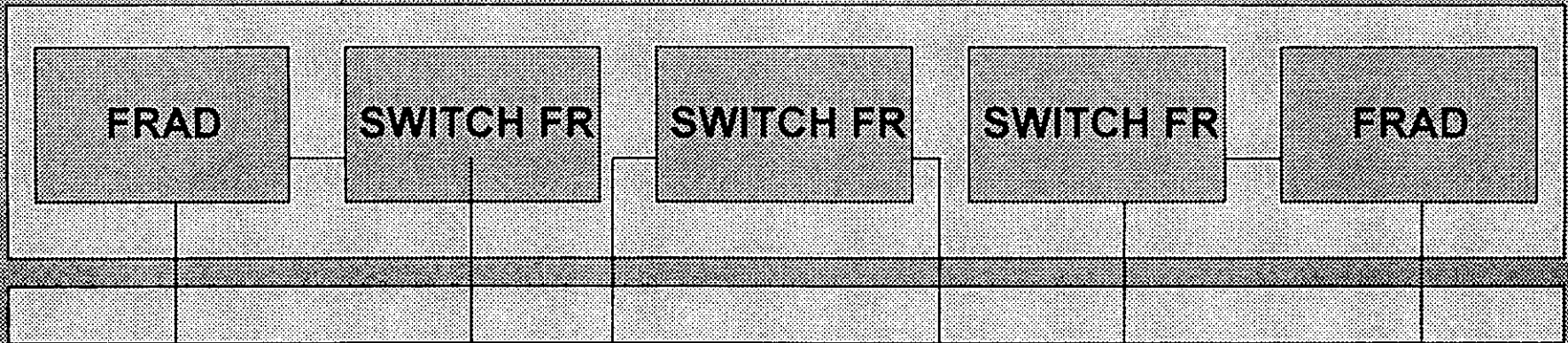


Customer Update-94

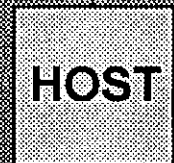
ANALOGIA DE FRAME RELAY / SERVICIO POSTAL



CAPA 2 (LINK)



CAPA 1 (FISICA)



INTERSYS

CONSTITUYENTES 908, LOMAS ALTAS,
 04500, MEXICO, D.F.
 9-2873, 259-0390, 259-0186,
 FAX 259-0015.

INTERSYS MEXICO, S.A. DE C.V. OF. MATRIZ

CLIENTE 125 SERVICIOS INTEGRALES HERED, S.A. DE C.V. 16 PONIENTE SUR No. 520, COL. XAMAIPAK TUXTLA GUTIERREZ, CHIS. 29030 PEMEX DOS BUCAS 96-961-13965	R.F.C. A QUIEN SE EXPIDE SIH-870802-MD7	PEDIDO No. 74A	FACTURA No. 5669
	LUGAR DE EXPEDICION MEXICO, D.F.	TIPO DE CAMBIO 3.3980	FECHA 30/Sep/94 <small>DIA MES AÑO</small>

CANTIDAD	DESCRIPCION	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
2.00	EN-TA-TP3323S 3323S MODULO ETH. LOCAL BRIDGE SYNOPTICS Series: (EN-TA-TP3323S) 1171752, 1171800	8,120.37	16,240.74

LA REPRODUCCION NO AUTORIZADA DE ESTE COMPROBANTE CONSTITUYE UN DELITO EN LOS TERMINOS DE LAS DISPOSICIONES FISCALES

DATA DOCUMENTOS, S.A. DE C.V. R.F.C. DHO BDDYD NNAZ IMPRESION AUTORIZADA EN EL CAMBIO OPTICAL EN LA ELABORACION DEL 31 DE MARZO DE 1987. TELS. 561 11 67 561 16 50 561 93 91

SH CP FOLIO A 0023609
 SECRETARIA DE HACIENDA Y CREDITO PUBLICO
 SUBSECRETARIA DE INGRESOS
 CEDULA DE RESISTENCIA FEDERAL DE CONTRIBUYENTES
 IME-911202-2P1
 CLAVE DE REGISTRO DE CONTRIBUYENTE
 INTERSYS MEXICO SA DE CV
 1990

PEDIDO No. 002796

SUB-TOTAL	16,240.74
I.V.A.	1,424.07
TOTAL →	17,664.81

IMPORTE CON LETRA:
 DIECISIETE MIL OCHOCIENTOS SESENTA Y CUATRO NUEVOS PESOS 61/100 M.N.

R.F.C. IME-911202-2P1 INTERSYS MEXICO, S.A. DE C.V.

ARCHIVO

**Version 7.60 Upgrade Programs for FN, ALN, LN, CN
Model Numbers (cont.)**

Dial-Up Services Cables (7 Series)

15-pin Sync Cables

Model	Description
7116	RS-422 v.25bis for 7 Series
7119	RS-232 v.25bis for 7 Series
7120	V.35 v.25bis for 7 Series
7117	RS-422 Raise DTR for 7 Series
7118	RS-232 Raise DTR for 7 Series
7121	V.35 Raise DTR for 7 Series

44-pin Sync Cables

Model	Description
7137	V.35 Raise DTR for 44-pin for 7 Series
7138	RS-232 Raise DTR for 44-pin for 7 Series
7139	RS-422 Raise DTR for 44-pin for 7 Series
7220	15 Foot 44-pin to Male V.35 (leased or V.25bis)
7318	15 Foot 44-pin to Male RS449/422 (leased or V.25bis)
7826	15 Foot 44-pin to Male RS232 (leased or V.25bis)

Formato de Paquete Frame Relay

Byte 1	DLCI (MSB)	C/R	EA(0)
Byte 2	FECN	BECN	EA(1)
Byte n-2	<div style="display: flex; justify-content: center; gap: 20px;"> <div style="text-align: center;">○</div> <div style="text-align: center;">○</div> </div> <p style="margin: 10px 0;">DATOS DE USUARIO</p> <div style="display: flex; justify-content: center; gap: 20px;"> <div style="text-align: center;">○</div> <div style="text-align: center;">○</div> <div style="text-align: center;">○</div> </div>		
Byte n-1	CRC (MSB)		
Byte n	CRC (LSB)		

Tamaño Máximo de Frame=4096 Bytes

FRAME RELAY

COMPARACION DE X.25 vs FRAME RELAY

X.25:

- Protocolo robusto.
- Conexiones dinámicas y/o permanentes.
- Conmutación de paquetes.
- Diferentes servicios (QOS).
- Líneas conmutadas o privadas.

FRAME RELAY:

- Protocolo simple.
- Conmutación de "frames".
- Servicios limitados.
- Líneas digitales.

PROMEDIO

ANUNCIANTES DE R E D

RED

BOLETA DE CALIFICACION

NOMBRE: _____

FECHA: _____

COMPANIA: _____

FACTOR DE IMPORTANCIA	ESCALA DE EVALUACION
1 - 7	10 - 0
Enumere por orden de importancia, empezando con el 1 el factor más importante.	MAXIMA MINIMA

	PRIORIDAD	EVALUACION
1. ¿ CONSIDERA A RED COMO UN MEDIO DE IMPORTANCIA EN SU ESTRATEGIA DE COMUNICACIONES?		
2. ¿ EL PUBLICO DE RED ES EL MISMO AL QUE USTEDES BUSCAN VENDER?		
3. ¿ SE LE HA COMUNICADO ADECUADAMENTE SOBRE LAS CARACTERISTICAS DE NUESTRO PUBLICO LECTOR, CIRCULACION, TIRAJE Y PERFIL DEL LECTOR?		
4. ¿ CADA CUANDO EL EJECUTIVO DE PUBLICIDAD LE VISITA? (MEDIR FRECUENCIA DE ATENCION)		
5. ¿ LAS PROPUESTAS ECONOMICAS PRESENTADAS POR EL EJECUTIVO CUMPLEN SUS EXPECTATIVAS?		
6. ¿ COMO CALIFICARIA NUESTRA CALIDAD E IMPRESION?		
7. ¿ CUAL ES SU NIVEL DE SATISFACCION CON EL TRATO EN GENERAL QUE HA TENIDO CON REVISTA RED?		
¿ NOS PODRIA RELATAR ALGUN MOMENTO QUE RECUERDE DE PRIMERA INTENCION, EN EL QUE LE HAYAMOS DADO UNA MUY BUENA O MUY MALA ATENCION?		
¿ QUIENES ESTUVIERON INVOLUCRADOS?		

VISION GLOBAL DE TECNOLOGIA ATM

- I. CUANDO ATM.**
- II. PERFIL DE CLIENTES QUE REQUIEREN ATM.**
- III. DIFERENTES TIPOS DE NECESIDADES EN ATM.**
- IV. CLASIFICACION DE CLIENTES.**

INTERSYS

CONSTITUYENTES 908, LOMAS ALTAS,
11950, MEXICO, D.F.
59-2873, 259-0390, 259-0186,
FAX 259-0045.


INTERSYS MEXICO, S.A. DE C.V. OF. MATRIZ


CLIENTE 125 SERVICIOS INTEGRALES HERES, S.A. DE C.V. 16 PONIENTE SUR No. 320, COL. XANALPARK TUXTLA GUTIERREZ, CHIS. 29030 PEMEX DOS BOCAS 96-961-13965	R.F.C. A QUIEN SE EXPIDE SIH-870802-M07	PEDIDO No. 747	FACTURA No. 5664
	LUGAR DE EXPEDICION MEXICO, D.F.	TIPO DE CAMBIO 3.3980	Control : 5664 FECHA 30/Sep/94 DIA . MES . AÑO

CANTIDAD	DESCRIPCION	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
3.00	2814-04 2014-04 CONC. 16 PTOS ADM B. F.D. SYMPTICS Series: (2814-04) 2565299, 2565276, 2565511.	7,178.28	21,534.84

LA REPRODUCCION NO AUTORIZADA DE ESTE COMPROBANTE CONSTITUYE UN DELITO EN LOS TEF DE LAS DISPOSICIONES FISCALES

DIA DE DOCUMENTOS, S.A. DE C.V. R.F.C. 0801 PUS-20 MARZ IMPRESOR AUTORIZADO EN EL DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACION DEL 11 DE MARZO DE 1992 TEL: 551142 55116 50 551 93 91


 FOLIO A 0023609
 SECRETARIA DE HACIENDA Y CREDITO PUBLICO
 SUBSECRETARIA DE INGRESOS
 CEDULA DE REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES
 IME-911202-2P1
 CLAVE DE REG. FISC. DE CONTRIBUYENTE
 INTERSYS MEXICO SA DE CV
 1990

PEDIDO No. 001/94 

SUB-TOTAL	21,534.84
I.V.A.	2,153.44
TOTAL →	23,688.32

IMPORTE CON LETRA:
 VEINTITRES MIL SEISCIENTOS OCHENTA Y OCHO NUEVOS PESOS 32/100 M.N.

R.F.C. IME-911202-2P1 INTERSYS MEXICO, S.A. DE C.V.

ARCHIVO

I. CUANDO ATM.

El ancho de banda necesario para las aplicaciones no se satisface con los métodos tradicionales para compartir el mismo medio (CSMA/CD, Token Ring, FDDI).

Administración de la red es extremadamente compleja y demandante de recursos.

PROMEDIO

ANUNCIANTES DE R E D

RED

BOLETA DE CALIFICACION

NOMBRE: _____

FECHA: _____

COMPANIA: _____

FACTOR DE IMPORTANCIA

ESCALA DE EVALUACION

1 - 7

10 - 0

Enumere por orden de importancia, empezando con el 1 el factor más importante.

MAXIMA

MINIMA

	PRIORIDAD	EVALUACION
1. ¿ CONSIDERA A RED COMO UN MEDIO DE IMPORTANCIA EN SU ESTRATEGIA DE COMUNICACIONES?		
2. ¿ EL PUBLICO DE RED ES EL MISMO AL QUE USTEDES BUSCAN VENDER?		
3. ¿ SE LE HA COMUNICADO ADECUADAMENTE SOBRE LAS CARACTERISTICAS DE NUESTRO PUBLICO LECTOR, CIRCULACION, TIRAJE Y PERFIL DEL LECTOR?		
4. ¿ CADA CUANDO EL EJECUTIVO DE PUBLICIDAD LE VISITA? (MEDIR FRECUENCIA DE ATENCION)		
5. ¿ LAS PROPUESTAS ECONOMICAS PRESENTADAS POR EL EJECUTIVO CUMPLEN SUS EXPECTATIVAS?		
6. ¿ COMO CALIFICARIA NUESTRA CALIDAD E IMPRESION?		
7. ¿ CUAL ES SU NIVEL DE SATISFACCION CON EL TRATO EN GENERAL QUE HA TENIDO CON REVISTA RED?		
¿NOS PODRIA RELATAR ALGUN MOMENTO QUE RECUERDE DE PRIMERA INTENCION, EN EL QUE LE HAYAMOS DADO UNA MUY BUENA O MUY MALA ATENCION?		
¿QUIENES ESTUVIERON INVOLUCRADOS?		

II. PERFIL DE CLIENTES QUE REQUIEREN ATM.

- Red con un número grande de usuarios (80-1000).
- Mezcla de aplicaciones como multimedia, bases de datos, transferencia de archivos, diversos protocolos de red.
- Redes con problemas de lentitud (bajo "performance").
- Organización dinámica (cambios constantes en la topología)
"Moves, add and changes (MAC)".
- Alto costo de administración.
- Red "Non-Stop".

El diseñar y construir redes virtuales no es un procedimiento sencillo y de hecho existen en la actualidad casi tantas opciones como productos, algunas de las cuales revisaremos a continuación.

10.1.1 Manejo de las redes virtuales

Algunos Switches Ethernet manejan redes virtuales a un nivel de enlace de datos (Capa 2 del modelo OSI), dejando las funciones de la Capa 3 (Capa de Red) a los ruteadores. Otros switches manejan redes virtuales en la Capa 3, lo que significa que estos realizan por sí mismos funciones básicas de ruteo.

Dentro de estas dos categorías abundan las diferencias de implementaciones, por ejemplo, los proveedores usan diferentes métodos de señalización para transmitir información de redes virtuales a través de backbones de alta velocidad y algunos switches son más flexibles que otros cuando son para topologías backbone.

10.1.2 Aspectos basicos

En el sentido más simple, una red virtual conmutada es un área de dominio que une "lógicamente", cualquier grupo arbitrario de segmentos de red a ciertas velocidades, dependiendo del tipo de cableado, para que se comporten como una sola red "física". De hecho, una sola red virtual puede conectar docenas - y en algunos casos cientos - de usuarios en una red.

La habilidad de incluir múltiples segmentos de red, da a las redes virtuales una ventaja distintiva sobre los ruteadores multiprotocolos. Para proporcionar un mayor ancho de banda a los usuarios de la red, los administradores de la red a menudo utilizan ruteadores convencionales para segmentar las redes, pero cada segmento físico creado por un ruteador multipuerto deberá ser tratado como una subred lógica por separado. Por lo tanto, el tráfico que fluye entre las subredes está sujeto a importantes retrasos agregados debido al proceso que realizan los ruteadores.

III. DIFERENTES TIPOS DE NECESIDADES DE ATM.

- ATM en ambientes de red local.
 - Aplicaciones de datos únicamente.

- ATM en ambientes de área amplia.
 - Aplicaciones de integración de servicios voz, datos e imagen.

Las redes virtuales minimizan este problema ya que "puentean" - en lugar de rutear - el tráfico destinado a diferentes segmentos dentro de la misma red virtual. De esta manera, múltiples segmentos de la subred dan como resultado escasos ruteos y cuellos de botella. Esto también significa que las estaciones de trabajo pueden ser asignadas a diferentes redes virtuales sin tener que reconfigurar la red física.

10.1.3 Operación de la red virtual

Las redes virtuales Ethernet que operan en la Capa 2 son definidas manualmente por software de administración que permite a los supervisores de la red agrupar un número de puertos conmutados en un grupo de trabajo conmutado de ancho de banda amplio. Bajo el concepto de Capa 2, cada red virtual tiene un número único que lo identifica para tener una administración de la red adecuada.

REDES VIRTUALES EN LA CAPA 2

Los switches Ethernet pueden crear redes virtuales en capa 2 usando un sencillo punteo para desviar el tráfico entre las estaciones en la misma red virtual. El tráfico entre diferentes redes virtuales debe ser procesado por software independiente de ruteo.

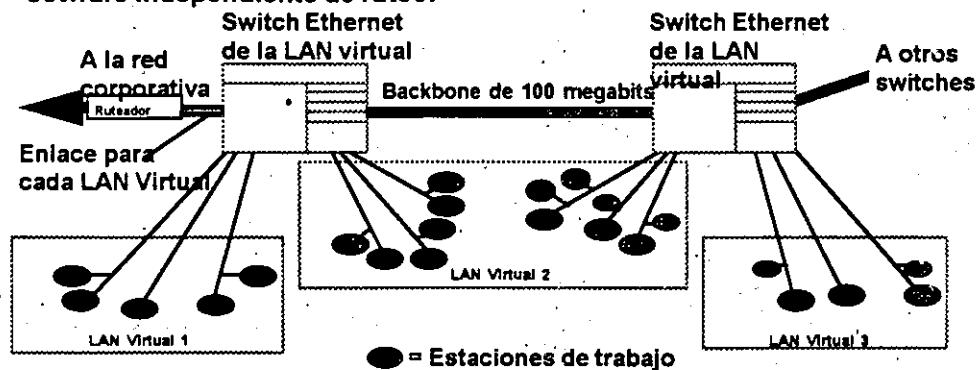


Fig 1

Las redes virtuales de Capa 2 están estrictamente basadas en una arquitectura de puenteo que transmite datos utilizando un controlador de acceso al medio (MAC - *media access control*) en direcciones fuente y destino.

IV CLASIFICACION DE CLIENTES.

- Cliente 1 :

Busca crear un "Backbone" de alta velocidad para su red.

- Cliente 2 :

Requiere : - Backbone de alta velocidad

- Microsegmentación de la red con "redes virtuales"
- Hacer cambios en la topología de la red vía software
- Administración desde una consola.

- Cliente 3 :

Requiere interconexión de redes con anchos de banda > 2 E0's
para :

- Integrar servicios de voz, datos e imagen.
- Uso de ancho de banda dinámico.
- Busque ahorro de costos de comunicación.

Sobre el aspecto de administración de redes en CDPD, varias compañías están desarrollando actualmente tanto software como hardware asociado a dichas funciones a fin de que pueda ser fácilmente adaptado en los equipos que ofrecen los carriers de celular.

Entre las empresas que están participando activamente en esta tecnología se encuentran: ATT, IBM, Motorola, Pacific Communications y Sierra Wireless. Por la parte de los carriers tenemos a GTE Mobilnet, BellAtlantic Mobile, Nynex, McCaw, Isotel, Ameritech y Sprint entre otros.

CURSOS ABIERTOS
IV CURSO INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES
MODULO III: REDES DIGITALES: ACTUALIDAD Y PERSPECTIVAS
DEL 15 AL 23 DE JUNIO DE 1995
DIRECTORIO DE PROFESORES

ING. CARLOS E. MICHEL ORTEGA
ING. DE VENTAS Y APLICACIONES
TEKTRONIX
VIENA 71 PISO 1
COL. EL CARMEN COYOCAN
MEXICO, D.F.
TEL. 659 80 80/658 79 78

ING. CARLOS GIRON GARCIA
DIRECTOR DE RADIOCOMUNICA.
S.C.T.
AV. EUGENIA 197 PISO 5
COL. NARVARTE
03020 MEXICO, D.F.
TEL. 687 57 76

ING. ERIK S. HUESCA MORALES
CONSULTOR
CONSORCIO RED UNO
PERIFERICO SUR 3180
MEXICO, D.F.
TEL. 624 44 83

ING. GERARDO CHAVEZ DIAZ
DIRECTOR DE DIV. INTEG. DE SIS.
INTERSYS MEXICO, S. A. DE C.V.
CONSTITUYENTES 908
MEXICO, D.F.
TEL. 259 28 73

ING. JESUS DAVILA NARVAEZ
GERENTE DE SOPORTE TECNICO
NOVELICO INTERSYS
CONSTITUYENTES 908
COL. LOMAS ALTAS
11950 MEXICO, D.F.
TEL. 671 71 94

ING. MARTIN LARA BARRON
INVESTIGADOR
C.I.D. TELEFONOS DE MEXICO, SA. CV.
EJERCITO NACIONAL 579
COL. GRANADA
MEXICO, D.F.
TEL. 222 15 26

ING. CARLOS E. HIRSCH G.
COORDINADOR ACADEMICO
CINVESTAV - IPN
AV. IPN No. 2508
COL. ZACATENCO
07000 MEXICO, D.F.
TEL. 586 12 82

ING. DANIEL REYES OLVERA
JEFE DE SECCION DE INGENIERIA
INDUSTRIA DEL HIERRO, SA. CV.
AV. EPIGMENTIO GONZALEZ 2
COL. PARQUES INDUSTRIALES
QUERETARO, QRO.
TEL. 17 35 37 EXT. 112

ING. GABRIEL FLORES SANCHEZ
JEFE DEPTO. ESP. INTERNALS.
TELMEX
MARINA NACIONAL 365 P.B. OF.114
COL. VERONICA ANZURES
MEXICO, D.F.
TEL. 222 63 97

ING. ANGELICA MORENO ARGUELLO
COORDINADORA ACADEMICA
UNAM
ANTONIO PLAZA 17
COL. ALGARIN
06880 MEXICO, D.F.
TEL. 519 46 29

ING. VICTOR VALENCIA

LIC. PARRA

ING. CARLOS ZARAGOZA

ING. JORGE GONZALEZ Y GONZALEZ

ING. MIGUEL SOLIS

ING. RAMON OCHOA

ING. ENRIQUE LUENGAS H.

ING. JOSE RAMIREZ VIDAL

CURSOS ABIERTOS
IV CURSO INTERNACIONAL EN TELECOMUNICACIONES
MODULO III: REDES DIGITALES: ACTUALIDAD Y PERSPECTIVAS
DEL 15 AL 23 DE JUNIO DE 1995
DIRECTORIO DE ASISTENTES

VICTOR ANIZAR HERNANDEZ
DOCENTE/ING. DE DISEÑO
ENEP ZARAGOZA
JUAREZ 60
COL. SAN ALVARO
02090 MEXICO, D.F.
TEL. 341 2552

LUZ. A. ARISTIZABAL QUINTERO
DOCENTE
UNIV. AUTONOMA DE MANIZALES
ANTIGUO ESTACION DEL FF.CC.
MANIZALEZ - ULDAS - COLOMBIA
TEL. 810 339

JOSE T. BALBUENA CRUZ
PERSONA FISICA
PRADOS DE AHUEHUETES 4
FRACTO. PRADOS DE ARAGON
57170 ESTADO DE MEXICO
TEL. 799 19 59

SOFIA BRITO OCAMPO
RESP. PROY. CORROS. RESTROSPEC-
TIVA
CENTRO CULTURAL,
CIUDAD UNIVERSITARIA
04510 MEXICO, D.F.
TEL. 622 68 35

ALBERTO CALZADILLA OLVERA
JEFE AREA MANTO. ELECTRICO
GRUPO HYTT, S. A. DE C.V.
ANT. CARR. MEXICO-QRO.
COL. SANTIAGO TLAUTLA
42860 TEPEJI DEL RIO, HGO.
TEL. 91 773 30570, 30 553

EDUARDO ALVAREZ GUZMAN
JEFE DEPTO. DE COMPUTO AVANZADO
FACULTAD DE INGENIERIA
CIUDAD UNIVERSITARIA
04510 MEXICO, D.F.
TEL. 622 09 55

NELSON AVILA MORALES
ASISTENTE DIRECTOR OPERACIONES
EMPRESA HONDUREÑA DE TEL.
TEGUCIGALPA, HONDURAS

JAVIER BENITEZ MACIAS
TECNICO ACADEMICO
ENP PLANTEL No. 1
PROL. ALDAMA S/N
COL. LAS PERITAS
16020 MEXICO, D.F.
TEL. 653 13 85

BENJAMIN CACERES YAÑEZ
CATEDRATICO
U.M.S.A.
AV. VILLAZON S/N
LA PAZ, BOLIVIA
TEL. 83 08 63 - 359 584

RICARDO CASTAÑEDA MARTINEZ
ING. EN SOPORTE A EQ. DE COMPUTO
CENTRO DE INSTRUMENTOS, UNAM
CIUDAD UNIVERSITARIA
04510 MEXICO, D.F.
TEL. 622 86 50

MARCIAL CONTRERAS BARRERA
TECNICO ACADEMICO
UNAM D.G.B.
CIUDAD UNIVERSITARIA
04510 MEXICO, D.F.
TEL. 622 16 06

JAVIER CHAIREZ BALDERAS
TECNICO
FES ZARAGOZA
J.C. BONILLA 66
COL. EJERCITO DE ORIENTE
DEL. IZTACALCO, MEXICO, D.F.
TEL. 623 06 13

EDUARDO FLORES QUINTERO
PROGRAMADOR
INST. DE INV. ECONOMICAS
TORRE II DE HUMANIDADES C.U.
CIUDAD UNIVERSITARIA
04510 MEXICO, D.F.
TEL. 623 00 94

DIANA D. GOMEZ COTERO
GERENTE DE INSTALACIONES
GRUPO TELEDINAMICA
SANTA MA. LA RIVERA 121
COL. SANTA MA. LA RIVERA
TEL. 729 30 00

JOAQUIN GONZALEZ MARIN
PROFESOR
FACULTAD DE INGENIERIA, UNAM
CIUDAD UNIVERSITARIA
04510 MEXICO, D.F.
TEL. 602 13 06

ARMANDO M. CORONA VAZQUEZ
JEFE DE DISCIPLINA
COM. FED. DE ELECTRICIDAD
MISSISSIPPI 71
COL. CUAUHEMOC
06500 MEXICO, D.F.
TEL. 229 44 00 EXT. 8248

RUBEN DOMINGUEZ TREJON
DOCENTE
FACULTAD DE INGENIERIA, UNAM
CIUDAD UNIVERSITARIA
04510 MEXICO, D.F.
TEL. 622 80 86 AL 88

PEDRO GARCIA SOLIS
LABORATORISTA
CCH VALLEJO
EJE CENTRAL LAZARO CARDENAS/N
COL. MAGADALENA DE LAS SALINAS
07760 MEXICO, D.F.
TEL. 587 49 91

ERIK FCO. GOMEZ VAZQUEZ
ANALISTA TECNICO
RADIOMOVIL DIPSA, S.A. DE C.V.
AV. EJERCITO NACIONAL 378
COL. AMPLIACION GRANADA
11520 MEXICO, D.F.
TEL. 625 40 01

H. JOEL HERNANDEZ SIMON
COORDINADOR PROY. A
BANCO NAL. DE CREDITO RURAL, SNC
AV. MEXICO COYOACAN 318
COL. GENERAL ANAYA
DEL COYOACAN, MEXICO, D.F.
TEL. 723 13 00 EXT. 1014 y 1022

MARIO IBAÑEZ NAJERA
 TECNICO ACADEMICO
 DIR. GRAL. DE PREPARATORIAS
 ADOLFO PRIETO 722
 COL. DEL VALLE
 03100 MEXICO, D.F.
 TEL. 687 68 86

MOGUEL ANGEL LOPEZ SANCHEZ
 JEFE DE DEPTO. DE COMPUTO
 INST. DE INV. BIBLIOGRAFICAS
 CIUDAD UNIVERSITARIA
 04510 MEXICO, D.F.
 TEL. 622 68 33

BEATRIZ MELENDEZ VENANCIO
 ACADEMICO
 FACULTAD DE INGENIERIA, UNAM
 CIUDAD UNIVERSITARIA
 04510 MEXICO, D.F.
 TEL. 622 31 13

LUIS MIGUEL MONCAYO LOPEZ
 ANALISTA DE SISTEMAS
 FES ZARAGOZA
 J.C. BONILLA 66
 COL. EJERCITO DE ORIENTE
 DEL. IZTAPALAPA, MEX. D.F.
 TEL. 623 06 16

GUILLERMINA MONTELA ALMAZAN
 PROFESOR
 ENP PLANTEL No. 4
 AV. OBSERVATORIO 170
 COL. TACUBAYA
 DEL. H. HIDALGO, MEXICO, D.F.
 TEL. 515 74 70

JOSE ANGEL JUAN PEREZ
 GERENTE GENERAL
 DATA INGENIERIA MEXICANA, S.A.
 1° CERRADA DE ADOLFO PRIETO 23
 COL. DEL VALLE
 03100 MEXICO, D.F.
 TEL. 687 73 85

ROBERTO MARTINEZ TORRES
 GERENTE GENERAL
 DATA INGENIERIA MEXICANA, S.A.
 1° CERRADA DE ADOLFO PRIETO 23
 COL. DEL VALLE
 03100 MEXICO, D.F.
 TEL. 687 73 85

IVAN MARGAREJO LOMELIN
 PROFESOR
 ENP PLANTEL No. 4
 AV. OBSERVATORIO 170
 COL. TACUBAYA
 DEL. M. HIDALGO, MEXICO, D.F.
 TEL. 515 74 70

SABINA GARFIAS MIJANGOS
 TECNICO EN ELECTRONICA
 C.C. DE LA ATMOSFERA, UNAM
 CIUDAD UNIVERSITARIA
 04510 MEXICO, D.F.

WENCESLAO MORENO CEOLAN
 CHILE

DANIEL M. ORTEGA DIAZ
 INVESTIGADOR DE SISTEMAS
 INFONAVIT
 BARRANCA DEL MUERTO 280
 COL. GUADALUPE INN. MEXICO, D.F.
 01029 MEXICO, D.F.
 TEL. 651 58 58 87

LEONEL PEREZ BAUTISTA
 PROFESOR DE LABORATORIO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 CIUDAD UNIVERSITARIA
 04510 MEXICO, D.F.
 TEL. 585 68 10 57

JAVIER PERNAS BUSSO
 JEFE DE REDES
 CORREO ARGENTINO
 SARMIENTO 151 CAP. KCD
 1000 BUENOS AIRES, ARGENTINA
 TEL. 544 315 32 79

JOSE A. PRIETO ANDRADE
 JEFE DE ADMON. TELECOMUNICACIONES
 GRUPO HYTT, SA. DE CV.
 ANTIGUA CARR. MEX.-QRO. KM. 11
 42860 SANTIAGO TLAVELA
 TEPEJI DEL RIO
 TEL. 379 85 90

LIVIA ADRIANA RAMIREZ MATHEUS
 JEFE DE INFORMÁTICA
 INST. VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES
 CAR. PANAMERICANA KM 11 ALTOS
 DE PIPE EDO. MIRANDA, VENEZUELA
 TEL. 282 50 11 234

SEGUNDO ROBLES CASTRO
 ASISTENTE
 EMETEL ECUADOR
 LUIS URDANETA 422
 CHECOJOGUAL ECUADOR
 TEL. 566020, 565020

ERNESTO PADILLA VALDEZ
 SISTEMAS
 NYSSSEN, SERVICIO SOCIAL
 ALONSO CANO 122
 COL. ALFONSO XIII
 MEXICO, D.F.
 TEL. 559 91 51 81

VICTOR M. PEREZ CRUZ
 LABORATORISTA
 FES ZARAGOZA
 PUERTO DE PROS
 COL. EJERCITO DE ORIENTE
 TEL. 710 15 59 93

TATIANA PICCINI ANTON
 JEFE DE RADIOCOMUNICACIONES
 INICTEL
 AV. SAN LUIS 1717
 SAN BORJA, LIMA PERU

RUBEN ROBLES GONZALEZ
 INGENIERO
 INTEL PANAMA
 VIA ESPAÑA EDIFICIO AVESA
 659 PANAMA
 TEL. 69 91 11 11

URIEL REYES LIRA
 MARCOS 88
 COL. SIMON BOLIVAR
 15410 MEXICO, D.F.
 TEL. 751 60 57 11

SERGIO RODRIGUEZ PACHECO
 PROYECTISTA DE REDES TELEF.
 PERSONA FISICA
 GRAL. J. AMARO MZ. 16 LT. 18
 AMPLIACION CARACOL
 15630 MEXICO, D.F.
 TEL. 558 57 14

ELIZABETH ROMERO FUERTE
 PROFESOR
 DIEEC FAC. DE INGENIERIAS
 CIUDAD UNIVERSITARIA
 04510 MEXICO, D.F.
 TEL. 622 31 19

VICENTE SANCHEZ LUNA
 OPERADOR TECNICO
 TV UNAM
 CIUDAD UNIVERSITARIA
 04510 MEXICO, D.F.
 TEL. 653 29 45

EDUARDO ULLOA MURILLO
 PRUT. 4
 ICE INST. COST DE ELECTRICIDAD
 SAN JOSE COSTA RICA
 TEL. 506 22 07 104

SERGIO VALTIERRA GARCIA
 ACADEMICO
 FAC. DE INGENIERIA, UNAM
 CIUDAD UNIVERSITARIA
 04510 MEXICO, D.F.
 TEL. 683 07 145

JAIME ROMERO GALICIA
 TECNICO ACADEMICO
 DIR. GRAL. BIBLIOTECAS, UNAM
 CIUDAD UNIVERSITARIA
 04510 MEXICO, D.F.
 TEL. 622 16 04

PAOLA LUCIA TELLEZ BALLESTEROS
 LIC. STA. TERESA 100
 INSURGENTES CUICUILCO
 14010 MEXICO, D.F.
 TEL. 606 29 34

ROQUE VALENZUELA ESPINOZA
 SUBCOORD. DE PROYECTOS
 CONALEP
 AV. CONALEP 5
 COL. LAZARO CARDENAS
 METEPEC, EDO. DE MEXICO
 TEL. 91 72 71 08 00

CARLOS VELASCO ROMERO
 AYUDANTE DE PROFESOR
 FAC. DE INGENIERIA, UNAM
 CIUDAD UNIVERSITARIA
 04510 MEXICO, D.F.
 TEL. 594 33 083