



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

CURSOS ABIERTOS

IX CURSO INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

MÓDULO IV

**REDES DIGITALES:
"ACTUALIDAD Y PERSPECTIVA"**

TEMA

MODULACIÓN POR CÓDIGOS DE PULSOS

**CONFERENCISTA
M. en C. ERNESTO E. QUIROZ MORONES
PALACIO DE MINERÍA
MAYO 2000**

MODULACION POR CODIGOS DE PULSOS

M. C. Ernesto E. Quiroz M.

Profesor Investigador del CITEDI-IPN

Junio de 1998



PCM: PULSE CODE MODULATION

OBJETIVOS:

- ◆ Técnica para digitalización de voz
- ◆ Unidad fundamental de transmisión digital: 64 Kbps
- ◆ Jerarquía PDH (Plesiochronous Digital Hierarchy)

VENTAJAS DE LA DIGITIZACIÓN DE VOZ

- ◆ Se requiere detectar solo dos niveles (bits)
- ◆ Regeneración de la señal
- ◆ Las señales codificadas son fácilmente cifrables
- ◆ Multiplexión
- ◆ Conmutación y transmisión con otras fuentes digitales.

Desventajas

- ◆ Ocupa mayor ancho de banda que el original analógico.
- ◆ Necesidad de sincronización.

Técnicas de Digitalización de voz

- ◆ Cuantizadores instantáneos: PCM.
- ◆ PCM Adaptivo Diferencial: ADPCM
- ◆ Métodos de Codificación Lineal Predictiva: MPE-LPC, CELP, etc.
- ◆ Moduladores Delta.
- ◆ Codificadores de Sub-banda

Modulación por códigos de pulsos: PCM

- ♦ Primer sistema de codificación de voz desarrollado.

Sistema sencillo.

Codificadores PCM instantáneos.

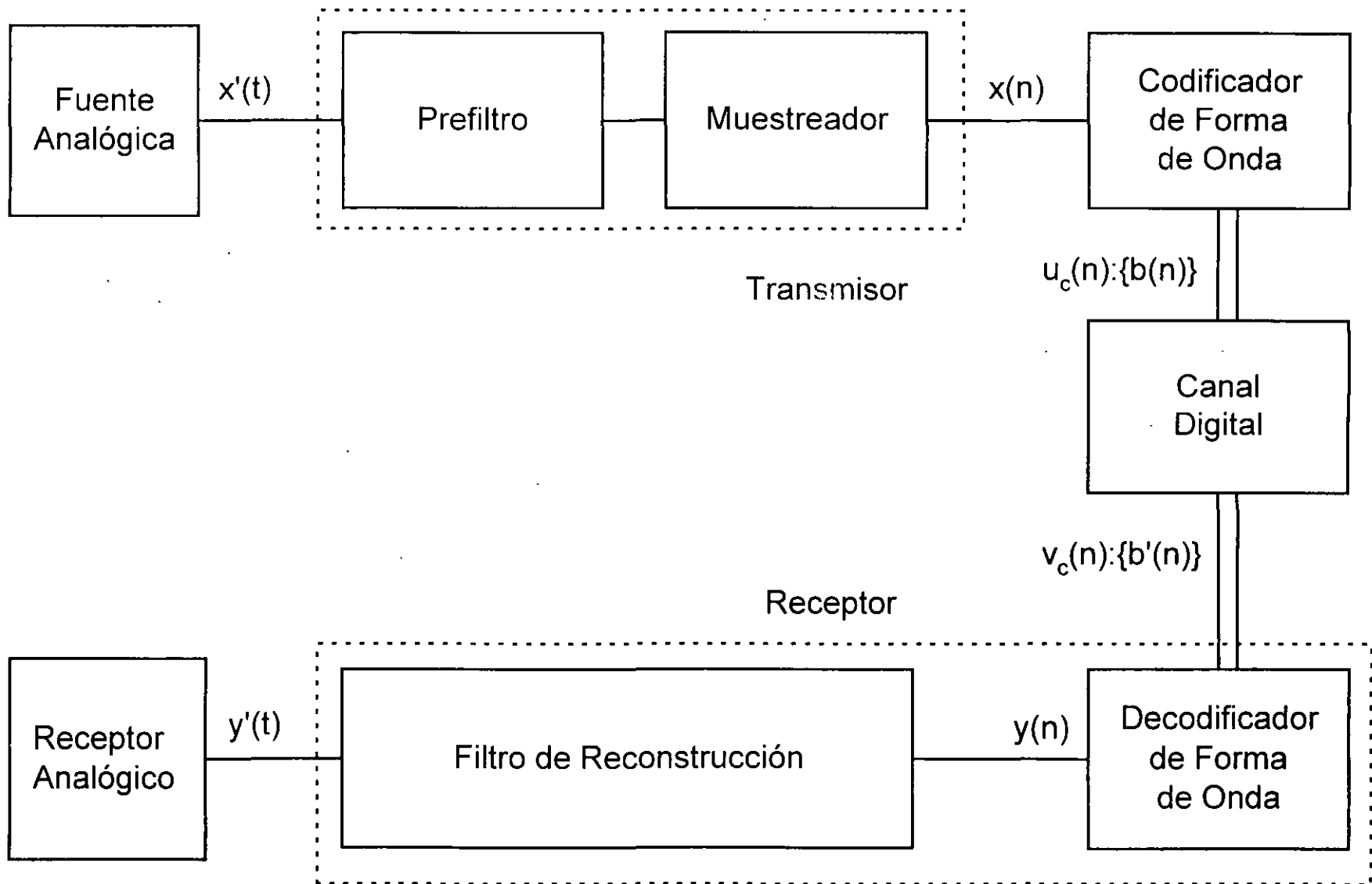
Estándar para métodos de digitalización.

Todos los codificadores implican codificación o decodificación PCM.

SISTEMA PCM

- ◆ La transformación de una forma de onda continua en una señal digital discreta involucra las operaciones de muestreo, cuantización y codificación.
- ◆ La conversión en transmisión se realiza mediante un convertidor analógico/digital (ADC); y el proceso contrario en la recepción medio de un convertidor digital/analógico (DAC).

Diagrama a bloques de un sistema PCM



MUESTREO

Teorema de muestreo (Nyquist)

- ◆ Si una señal $x(t)$ pasabajas limitada en banda ($f_{\max} = f_x$) es muestreada a $f_m \geq 2f_x$, es posible reconstruirla completamente a partir de sus muestras instantáneas.
- ◆ A la tasa mínima $2f_x$ se le denomina frecuencia de Nyquist

Análisis espectral de la señal muestreada

Podemos interpretar el muestreo como la multiplicación de un tren de pulsos periódicos $s(t)$ (función muestreo), con la señal del mensaje $f(t)$.

$$f(t) \rightarrow \otimes \rightarrow f_s(t) = f(t)s(t)$$

\uparrow
 $s(t)$

Espectro del producto: $f(t) s(t) = f_s(t)$

$$f_s \longleftrightarrow F_s(\omega)$$

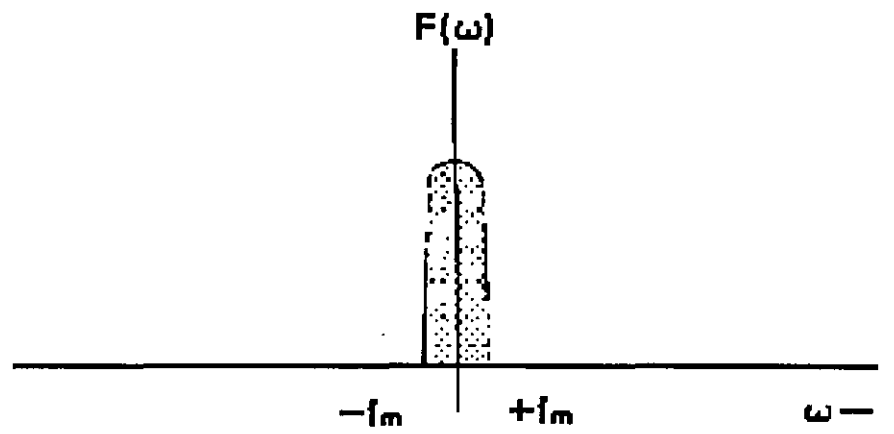
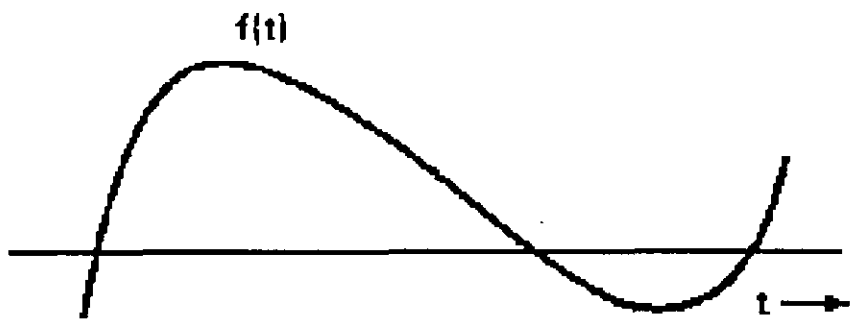
$$f(t)S(t) \longleftrightarrow \frac{1}{2\pi} F(\omega)^* S(\omega)$$

$$F_s(\omega) = \frac{1}{2\pi} 2\pi Ad F(\omega) * \sum_{n=-\infty}^{\infty} \frac{\text{sen } n\pi d}{n\pi d} \delta(\omega - n\omega_o)$$

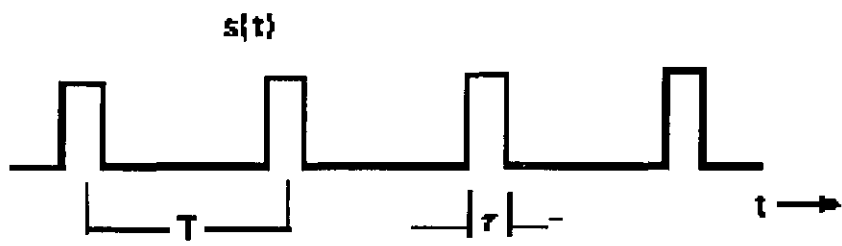
$$= Ad F(\omega) * \sum_{n=-\infty}^{\infty} \frac{\text{sen } n\pi d}{n\pi d} \delta(\omega - n\omega_o)$$

$$= Ad \sum_{n=-\infty}^{\infty} \frac{\text{sen } n\pi d}{n\pi d} F(\omega) * \delta(\omega - n\omega_o)$$

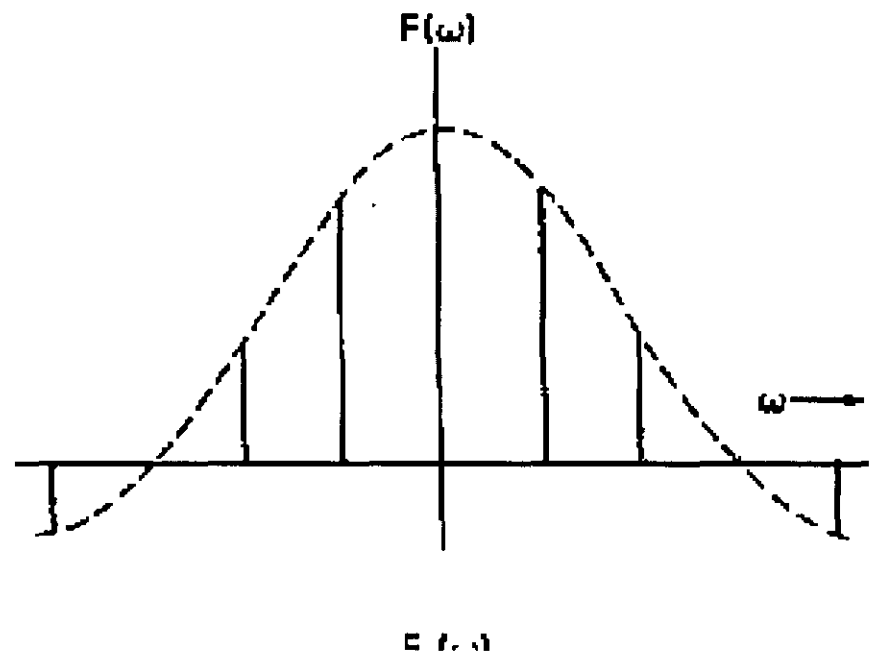
$$= Ad \sum_{n=-\infty}^{\infty} \frac{\text{sen } n\pi d}{n\pi d} F(\omega - n\omega_o)$$



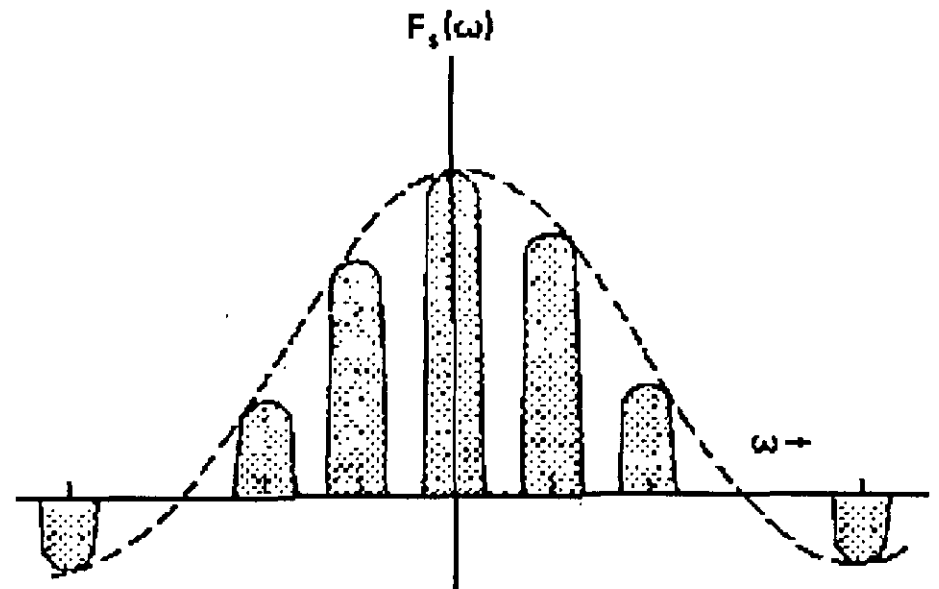
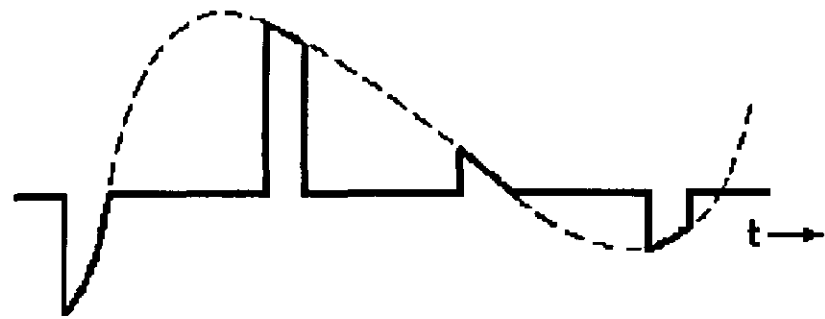
(a)



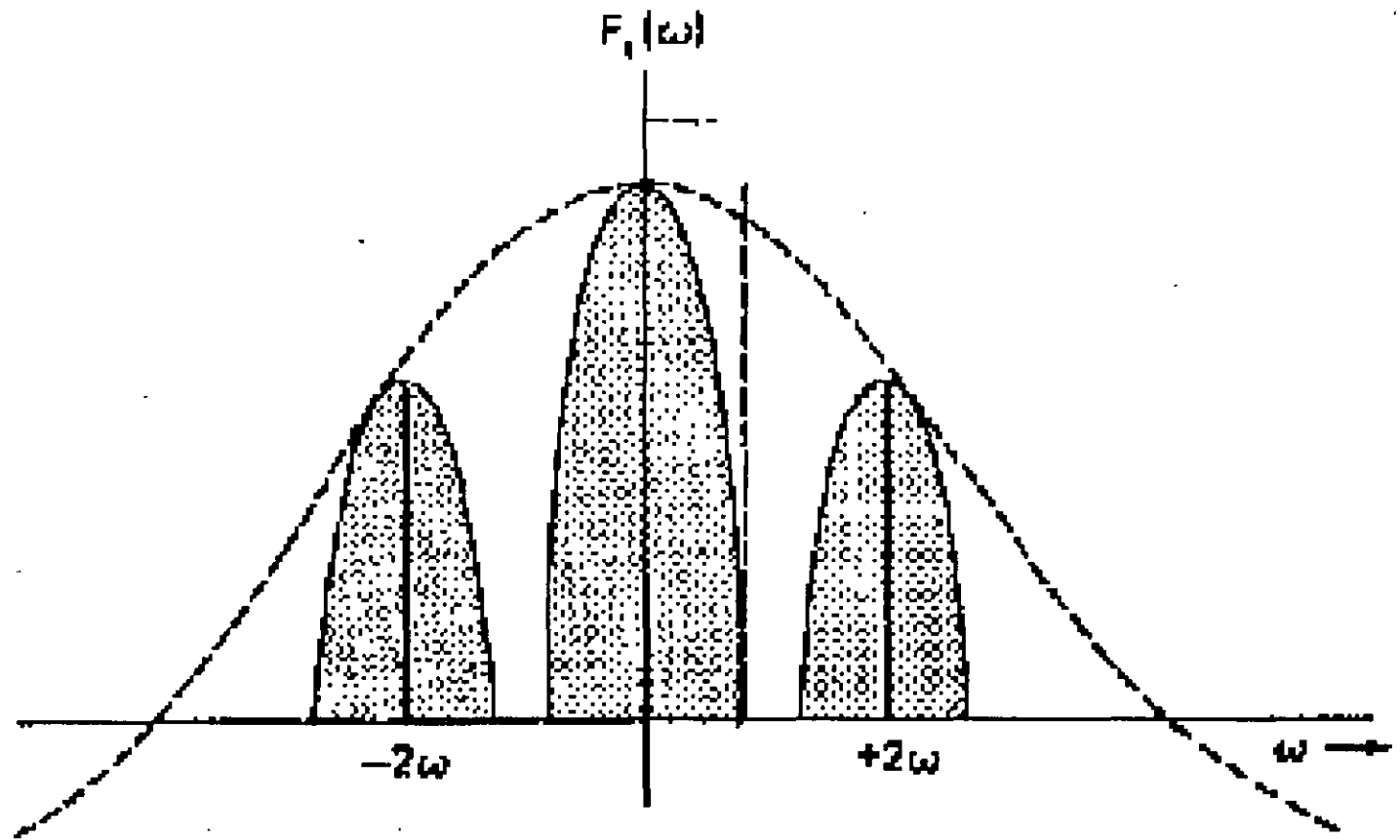
(b)



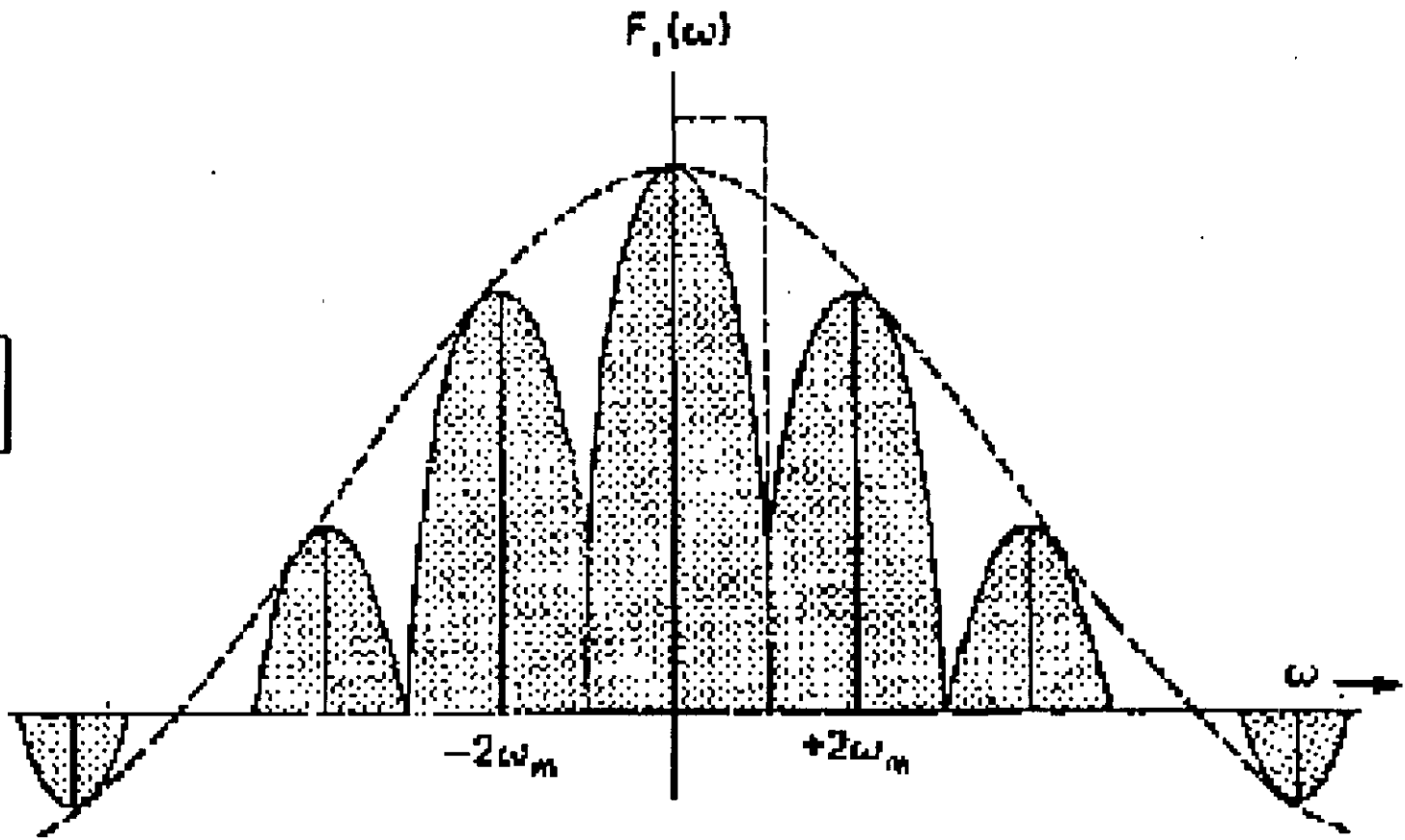
$$f_s(t) = f(t)s(t)$$



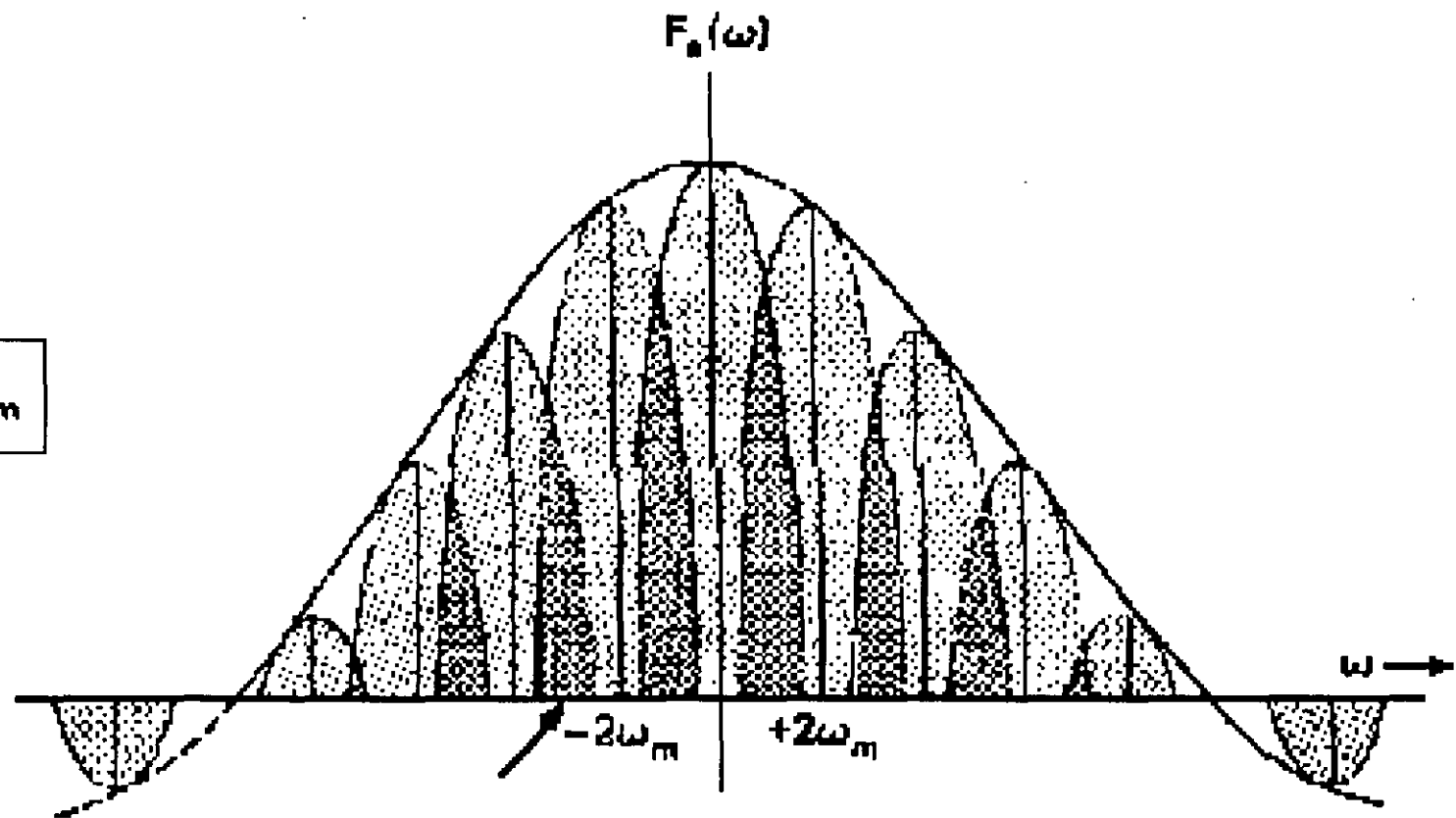
$$\omega_0 > 2\omega_m$$



$$\omega_0 = 2\omega_m$$

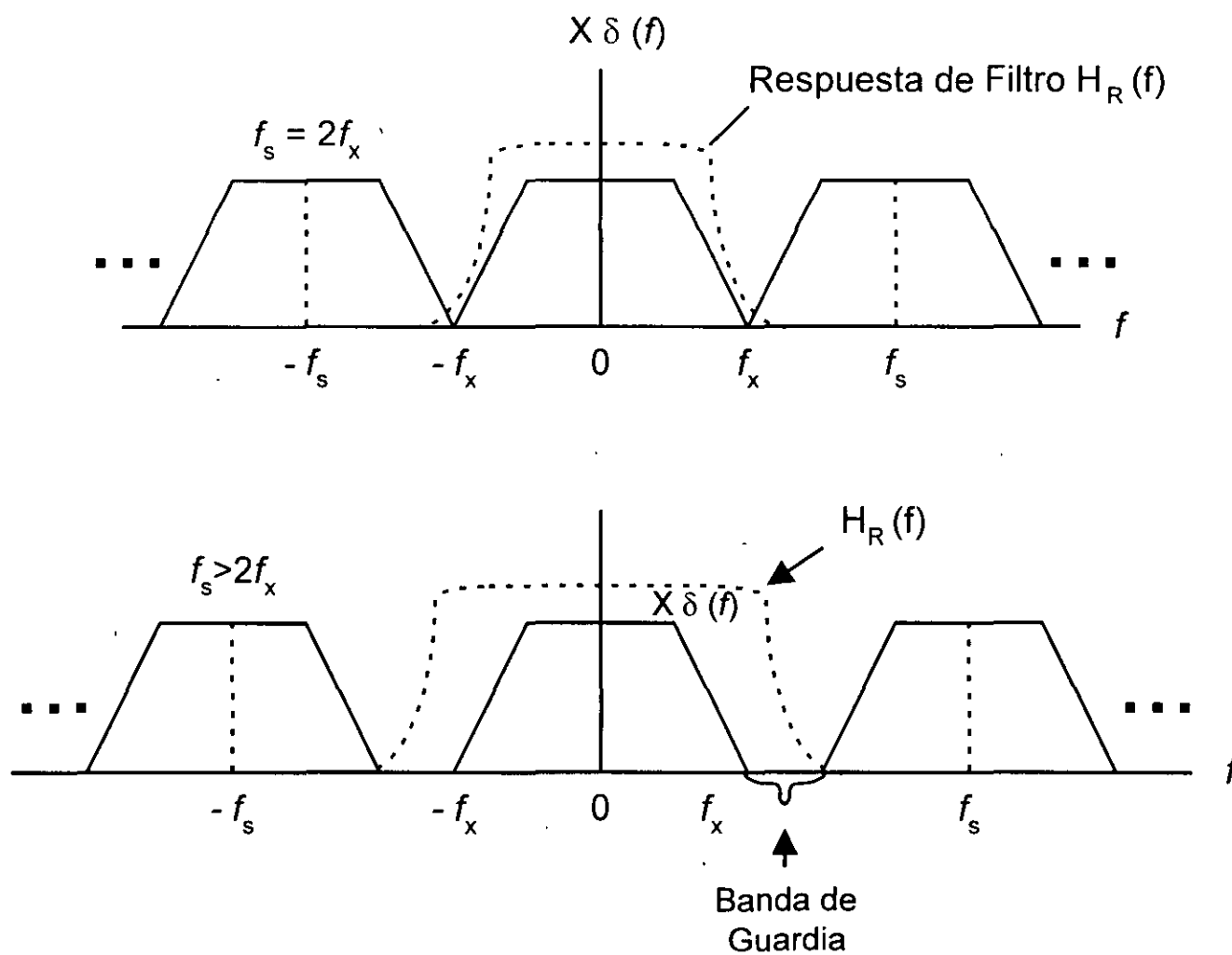


$$\omega_0 < 2\omega_m$$



Traslape

Bandas de guardia en el muestreo y recuperación



CUANTIZACION

- ◆ Puesto que las muestras de la señal $f_s(t)$ pueden adquirir un continuo de valores entre sus magnitudes mínima y máxima, enviar los valores en forma codificada requeriría una enorme cantidad de bits. En la práctica es necesario representarlas por un número finito de valores predeterminados (256 pasos de cuantización).

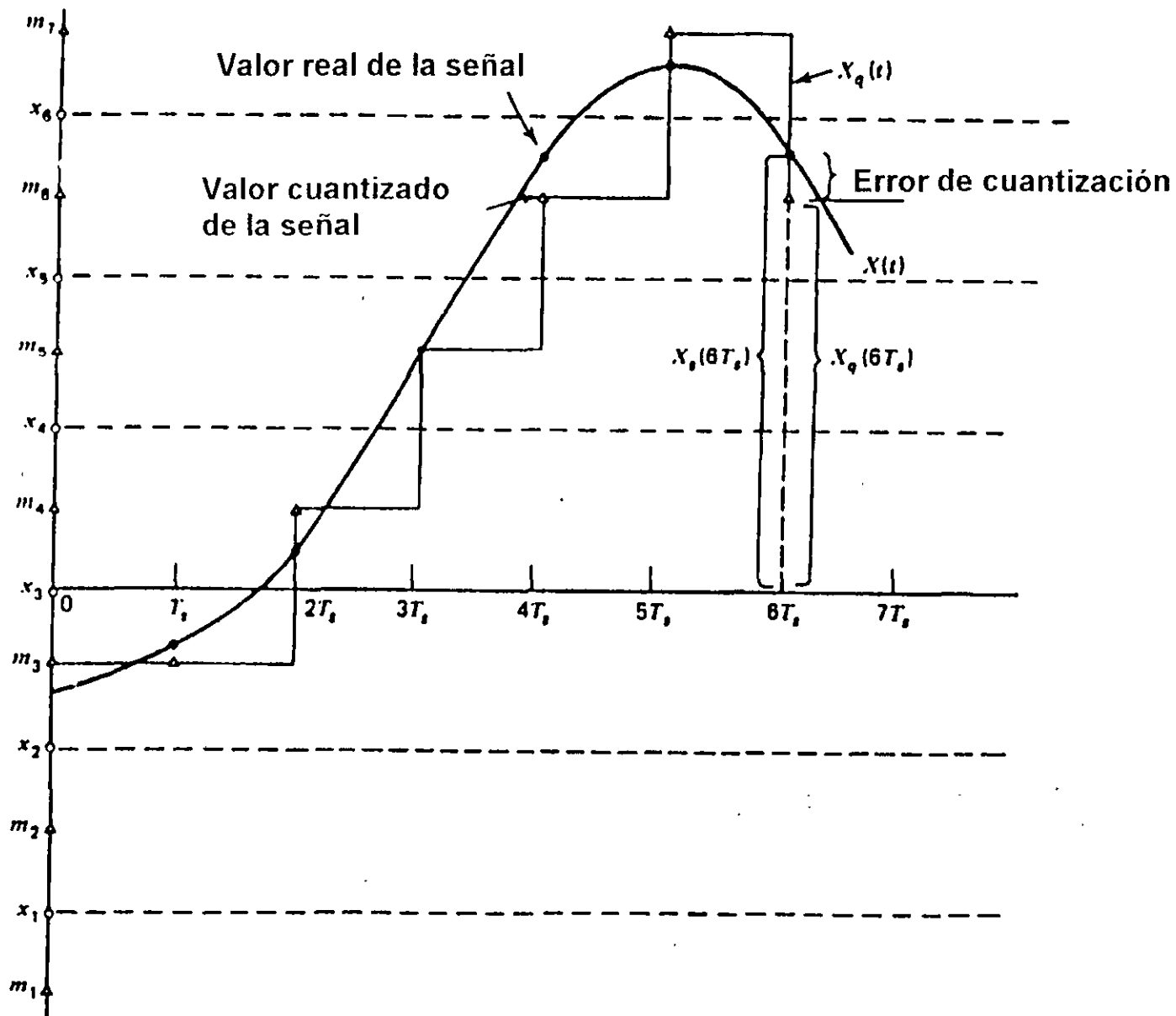
CUANTIZACION

Puesto que las muestras de la señal $f_s(t)$ pueden adquirir un continuo de valores entre sus magnitudes mínima y máxima, enviar los valores en forma codificada requeriría una enorme cantidad de bits. En la práctica es necesario representarlas por un número finito de valores predeterminados (256 pasos de cuantización).

Cuantización uniforme

- ◆ El rango de la variable aleatoria continua X se divide en Q intervalos de igual longitud (Δ). El valor cuantizado de X será el punto medio del intervalo. Si "a" y "b" son los valores mínimo y máximo de X :

$$\Delta = \frac{b - a}{Q}$$

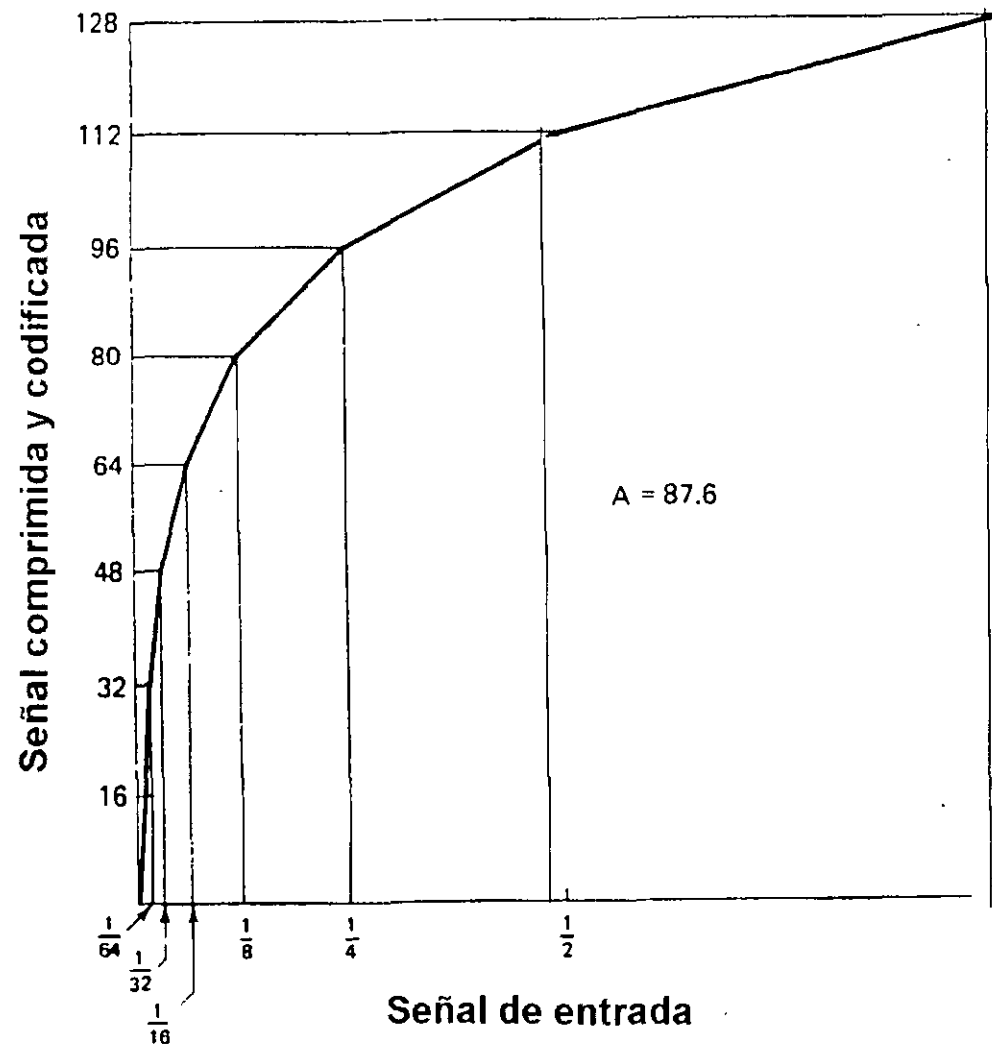


Cuantización no uniforme

- ◆ La cuantización uniforme utiliza un tamaño de escalón fijo Δ y una probabilidad de ocurrencia igual para cualquier valor de amplitud en el rango permitido.
- ◆ En el caso de voz la probabilidad de ocurrencia de amplitudes pequeñas es mucho mayor que de amplitudes grandes.

- ◆ Experimentalmente se ha encontrado que la fdp de la amplitud de voz es aproximadamente exponencial.
- ◆ En consecuencia sería apropiado proveer muchos niveles de cuantización (Δ pequeña) en la región de poca amplitud, y unos pocos niveles (Δ grandes) en la región de amplitudes grandes.

Función de transferencia del compresor.



Leyes de compresión

♦ *a) Ley μ*

$$V_c = \frac{\log(1 + \mu V_i)}{\log(1 + \mu)}$$

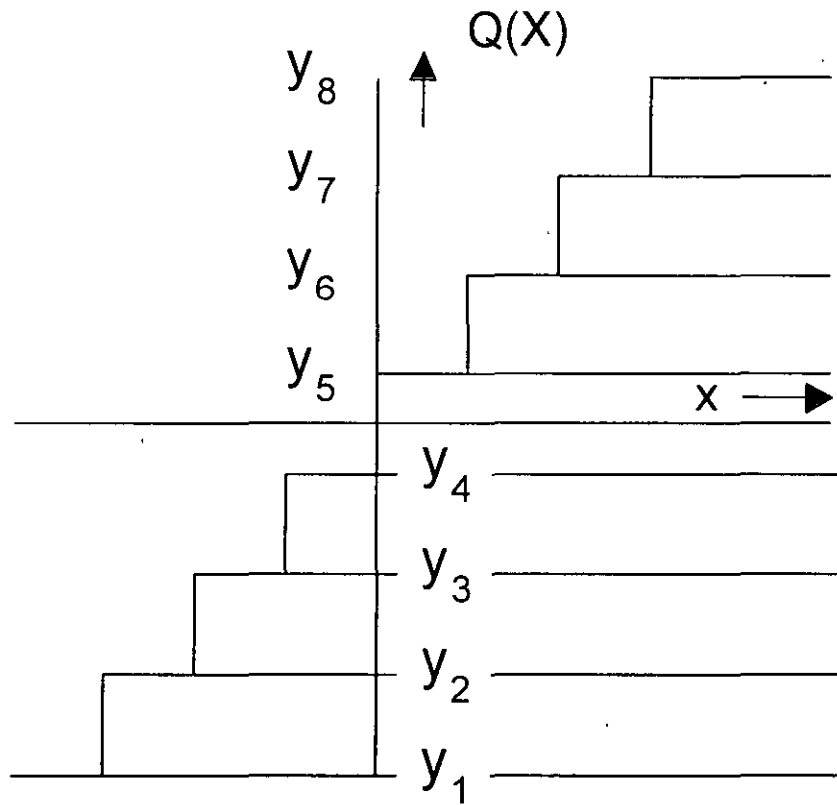
♦ *b) Ley A*

$$V_c = \frac{AV_i}{1 + \log A}, \quad 0 \leq V_i \leq \frac{1}{A}$$

$$V_c = \frac{1 + \log(AV_i)}{1 + \log A}, \quad \frac{1}{A} \leq V_i \leq 1$$

Codificación

La codificación es la operación que asigna en forma biunívoca una palabra-código de un alfabeto binario, a un nivel de cuantización.



	NBC	FBC (SMC)	TCC	GC (RBC)
y_8	111	111	011	100
y_7	110	110	010	101
y_6	101	101	001	111
y_5	100	100	000	110
y_4	011	000	111	010
y_3	010	001	110	011
y_2	001	010	101	001
y_1	000	011	100	000

Código del segmento	Código de Nivel	Nivel de cuantización
000	0000	0
	0001	1
	⋮	⋮
	1111	15
001	0000	16
	0001	17
	⋮	⋮
	1111	31
⋮	⋮	⋮
110	0000	96
	0001	97
	⋮	⋮
	1111	111
111	0000	112
	0001	113
	⋮	⋮
	1111	127

Tasa de transmisión digital PCM

a	Frecuencia máxima de voz	3.4 KHz
b	Frecuencia de muestreo	8 KHz
c	Número de muestras por señal de voz	8,000 / s
d	Número de bits de una palabra PCM	8 bits
e	Velocidad binaria de un canal	$(8,000 / s) 8 \text{ bits} = 64 \text{ Kbits} / s$
f	Período de una trama	$1 / 8,000 = 125 \text{ mseg}$

Multiplexión PCM

Características específicas		PCM30	PCM24
a	Nombre comercial	E1	T1
b	Ley de codificación	Ley A	Ley μ
c	Número de intervalos de tiempo de canal por trama	32	24
d	Número de bits por trama	8 bits x 32 = 256 bits	8 bits x (24) + 1 = 193 bits
e	Velocidad binaria de la señal multiplex de tiempo	8.000 / s x 256 bits = 2.048 Kbits / s	8.000 / s x 193 bits = 1.544 Kbits / s
f	Duración de un intervalo de tiempo de canal de 8 bits	$\frac{125_{\mu\text{s}} \times 8}{256}$ aprox. 3,9 μseg	$\frac{125_{\mu\text{s}} \times 8}{193}$ aprox. 5,2 μseg



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

CURSOS ABIERTOS

IX CURSO INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

MÓDULO IV

**REDES DIGITALES:
"ACTUALIDAD Y PERSPECTIVA"**

TEMA

P.C.M. ROUTING BASICS

(ANEXO)

**PALACIO DE MINERÍA
MAYO 2000**

Routing Basics

Background

Routing is moving information across an internetwork from source to destination. Along the way, at least one intermediate node is typically encountered. Routing is often contrasted with bridging which seems to accomplish precisely the same thing. The primary difference between the two is that bridging occurs at Layer 2 (the link layer) of the OSI reference model, while routing occurs at Layer 3 (the network layer). This distinction provides routing and bridging with different information to use in the process of moving information from source to destination. As a result, routing and bridging accomplish their tasks in different ways and, in fact, there are several different kinds of routing and bridging. For more information on bridging, see Chapter 3, "Bridging Basics."

The topic of routing has been covered in computer science literature for over two decades, but routing only achieved commercial popularity in the mid-1980s. The primary reason for this time lag is the nature of networks in the 1970s. During this time, networks were fairly simple, homogeneous environments. Only recently has large-scale internetworking become popular.

Routing Components

Routing involves two basic activities: determination of optimal routing paths and the transport of information groups (typically called *packets*) through an internetwork. In this publication, the latter of these is referred to as *switching*. Switching is relatively straightforward. Path determination, on the other hand, can be very complex.

Path Determination

A *metric* is a standard of measurement—for example, path length—that is used by routing algorithms to determine the optimal path to a destination. To aid the process of path determination, routing algorithms initialize and maintain *routing tables*, which contain route information. Route information varies depending on the routing algorithm used.

Routing algorithms fill routing tables with a variety of information. Destination/next hop associations tell a router that a particular destination can be gained optimally by sending the packet to a particular router representing the "next hop" on the way to the final destination. When a router receives an incoming packet, it checks the destination address and attempts to associate this address with a next hop. Figure 2-1 shows an example of a destination/next hop routing table.

Figure 2-1 Destination/Next Hop Routing Table

To reach network:	Send to:
27	Node A
57	Node B
17	Node C
24	Node A
52	Node A
16	Node B
26	Node A

S1283a

Routing tables can also contain other information, such as information about the desirability of a path. Routers compare metrics to determine optimal routes. Metrics differ depending on the design of the routing algorithm being used. A variety of common metrics will be introduced and described later in this chapter.

Routers communicate with one another (and maintain their routing tables) through the transmission of a variety of messages. The *routing update* message is one such message. Routing updates generally consist of all or a portion of a routing table. By analyzing routing updates from all routers, a router can build a detailed picture of network topology. A *link-state advertisement* is another example of a message sent between routers. Link-state advertisements inform other routers of the state of the sender's links. Link information can also be used to build a complete picture of network topology. Once the network topology is understood, routers can determine optimal routes to network destinations.

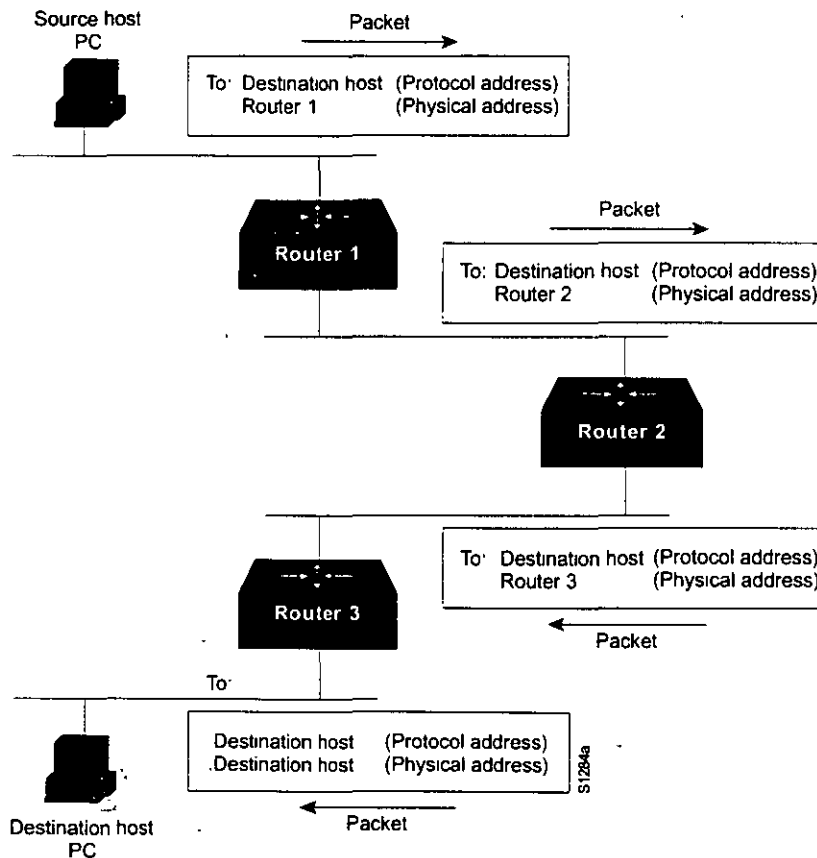
Switching

Switching algorithms are relatively simple and are basically the same for most routing protocols. In most cases, a host determines that it must send a packet to another host. Having acquired a router's address by some means, the source host sends a packet addressed specifically to a router's physical (Media Access Control [MAC]-layer) address, but with the protocol (network-layer) address of the destination host.

On examining the packet's destination protocol address, the router determines that it either knows or does not know how to forward the packet to the next hop. If the router does not know how to forward the packet, it typically drops the packet. If the router knows how to forward the packet, it changes the destination physical address to that of the next hop and transmits the packet.

The next hop may or may not be the ultimate destination host. If not, the next hop is usually another router, which executes the same switching decision process. As the packet moves through the internetwork, its physical address changes but its protocol address remains constant. This process is illustrated in Figure 2-2.

Figure 2-2 Switching Process



The preceding discussion describes switching between a source and a destination end system. The International Organization for Standardization (ISO) has developed a hierarchical terminology that is useful in describing this process. Using this terminology, network devices without the ability to forward packets between subnetworks are called *end systems* (ESs), while network devices with these capabilities are referred to as *intermediate systems* (ISs). ISs are further divided into those that can communicate within routing domains (*intradomain ISs*) and those that communicate both within and between routing domains (*interdomain ISs*). A *routing domain* is generally considered to be a portion of an internetwork under common administrative authority, regulated by a particular set of administrative guidelines. Routing domains are also called *autonomous systems*. With certain protocols, routing domains can also be divided into *routing areas*, but intradomain routing protocols are still used for switching both within and between areas.

Routing Algorithms

Routing algorithms can be differentiated based on several key characteristics. First, the particular goals of the algorithm designer affect the operation of the resulting routing protocol. Second, there are various types of routing algorithms. Each algorithm has a different impact on network and router resources. Finally, routing algorithms use a variety of metrics that affect calculation of optimal routes. The following sections analyze these routing algorithm attributes.

Design Goals

Routing algorithms often have one or more of the following design goals:

- Optimality
- Simplicity and low overhead
- Robustness and stability
- Rapid convergence
- Flexibility

Optimality

Optimality refers to the ability of the routing algorithm to select the “best” route. The best route depends on the metrics and metric weightings used to make the calculation. For example, one routing algorithm might use number of hops and delay, but might weight delay more heavily in the calculation. Naturally, routing protocols must strictly define their metric calculation algorithms.

Simplicity

Routing algorithms are also designed to be as simple as possible. In other words, the routing algorithm must offer its functionality efficiently, with a minimum of software and utilization overhead. Efficiency is particularly important when the software implementing the routing algorithm must run on a computer with limited physical resources.

Robustness

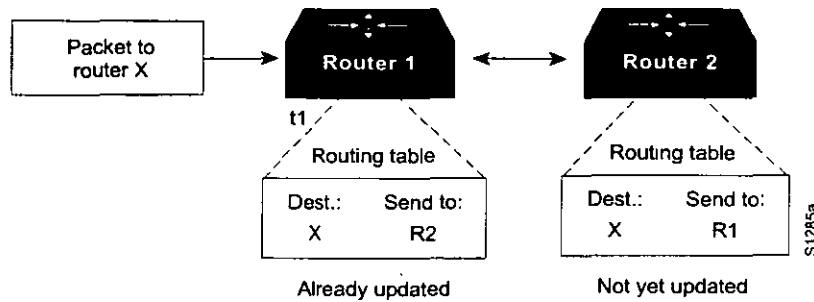
Routing algorithms must be robust. In other words, they should perform correctly in the face of unusual or unforeseen circumstances such as hardware failures, high load conditions, and incorrect implementations. Because routers are located at network junction points, they can cause considerable problems when they fail. The best routing algorithms are often those that have withstood the test of time and proven stable under a variety of network conditions.

Rapid Convergence

Routing algorithms must converge rapidly. Convergence is the process of agreement, by all routers, on optimal routes. When a network event causes routes to either go down or become available, routers distribute routing update messages. Routing update messages permeate networks, stimulating recalculation of optimal routes and eventually causing all routers to agree on these routes. Routing algorithms that converge slowly can cause routing loops or network outages.

Figure 2-3 shows a routing loop. In this case, a packet arrives at Router 1 at time t_1 . Router 1 has already been updated and so knows that the optimal route to the destination calls for Router 2 to be the next stop. Router 1 therefore forwards the packet to Router 2. Router 2 has not yet been updated and so believes that the optimal next hop is Router 1. Router 2 therefore forwards the packet back to Router 1. The packet will continue to bounce back and forth between the two routers until Router 2 receives its routing update or until the packet has been switched the maximum number of times allowed.

Figure 2-3 Slow Convergence and Routing Loops



Flexibility

Routing algorithms should also be flexible. In other words, routing algorithms should quickly and accurately adapt to a variety of network circumstances. For example, assume that a network segment has gone down. Many routing algorithms, on becoming aware of this problem, will quickly select the next-best path for all routes normally using that segment. Routing algorithms can be programmed to adapt to changes in network bandwidth, router queue size, network delay, and other variables.

Types

Routing algorithms can be classified by type. For example, algorithms can be:

- Static or Dynamic
- Single-Path or Multipath
- Flat or Hierarchical
- Host-Intelligent or Router-Intelligent
- Intradomain or Interdomain
- Link State or Distance Vector

Static or Dynamic

Static routing algorithms are hardly algorithms at all. Static routing table mappings are established by the network administrator prior to the beginning of routing. They do not change unless the network administrator changes them. Algorithms that use static routes are simple to design and work well in environments where network traffic is relatively predictable and network design is relatively simple.

Because static routing systems cannot react to network changes, they are generally considered unsuitable for today's large, constantly changing networks. Most of the dominant routing algorithms in the 1990s are dynamic.

Dynamic routing algorithms adjust, in real time, to changing network circumstances. They do this by analyzing incoming routing update messages. If the message indicates that a network change has occurred, the routing software recalculates routes and sends out new routing update messages. These messages permeate the network, stimulating routers to rerun their algorithms and change their routing tables accordingly.

Routing Algorithms

Dynamic routing algorithms may be supplemented with static routes where appropriate. For example, a *router of last resort* (a router to which all unroutable packets are sent) may be designated. This router acts as a repository for all unroutable packets, ensuring that all messages are at least handled in some way.

Single-Path or Multipath

Some sophisticated routing protocols support multiple paths to the same destination. These multipath algorithms permit traffic multiplexing over multiple lines; single-path algorithms do not. The advantages of multipath algorithms are obvious; they can provide substantially better throughput and reliability.

Flat or Hierarchical

Some routing algorithms operate in a flat space, while others use routing hierarchies. In a flat routing system, all routers are peers of all others. In a hierarchical routing system, some routers form what amounts to a routing backbone. Packets from nonbackbone routers travel to the backbone routers, where they are sent through the backbone until they reach the general area of the destination. At this point, they travel from the last backbone router through one or more nonbackbone routers to the final destination.

Routing systems often designate logical groups of nodes called domains, autonomous systems, or areas. In hierarchical systems, some routers in a domain can communicate with routers in other domains, while others can only communicate with routers within their domain. In very large networks, additional hierarchical levels may exist. Routers at the highest hierarchical level form the routing backbone.

The primary advantage of hierarchical routing is that it mimics the organization of most companies and therefore supports their traffic patterns very well. Most network communication occurs within small company groups (domains). Intradomain routers only need to know about other routers within their domain, so their routing algorithms can be simplified. Depending on the routing algorithm being used, routing update traffic can be reduced accordingly.

Host-Intelligent or Router-Intelligent

Some routing algorithms assume that the source end-node will determine the entire route. This is usually referred to as *source routing*. In source-routing systems, routers merely act as store-and-forward devices, mindlessly sending the packet to the next stop.

Other algorithms assume that hosts know nothing about routes. In these algorithms, routers determine the path through the internetwork based on their own calculations. In the first system, the hosts have the routing intelligence. In the latter system, routers have the routing intelligence.

The trade-off between host-intelligent and router-intelligent routing is one of path optimality versus traffic overhead. Host-intelligent systems choose the better routes more often, because they typically discover all possible routes to the destination before the packet is actually sent. They then choose the best path based on that particular system's definition of optimal. The act of determining all routes, however, often requires substantial discovery traffic and a significant amount of time.

Intradomain or Interdomain

Some routing algorithms work only within domains; others work within and between domains. The nature of these two algorithm types is different. It stands to reason, therefore, that an optimal intradomain routing algorithm would not necessarily be an optimal interdomain routing algorithm.

Link State or Distance Vector

Link state algorithms (also known as *shortest path first* algorithms) flood routing information to all nodes in the internetwork. However, each router sends only that portion of the routing table that describes the state of its own links. Distance vector algorithms (also known as *Bellman-Ford* algorithms) call for each router to send all or some portion of its routing table, but only to its neighbors. In essence, link state algorithms send small updates everywhere, while distance vector algorithms send larger updates only to neighboring routers.

Because they converge more quickly, link state algorithms are somewhat less prone to routing loops than distance vector algorithms. On the other hand, link state algorithms require more CPU power and memory than distance vector algorithms. Link state algorithms can therefore be more expensive to implement and support. Despite their differences, both algorithm types perform well in most circumstances.

Metrics

Routing tables contain information used by switching software to select the best route. But how, specifically, are routing tables built? What is the specific nature of the information they contain? How do routing algorithms determine that one route is preferable to others?

Routing algorithms have used many different metrics to determine the best route. Sophisticated routing algorithms can base route selection on multiple metrics, combining them in a single (hybrid) metric. All of the following metrics have been used:

- Path Length
- Reliability
- Delay
- Bandwidth
- Load
- Communication Cost

Path Length

Path length is the most common routing metric. Some routing protocols allow network administrators to assign arbitrary costs to each network link. In this case, path length is the sum of the costs associated with each link traversed. Other routing protocols define *hop count*, a metric that specifies the number of passes through internetworking products (such as routers) that a packet must take en route from a source to a destination.

Reliability

Reliability, in the context of routing algorithms, refers to the reliability (usually described in terms of the bit-error rate) of each network link. Some network links may go down more often than others. Once down, some network links may be repaired more easily or more quickly than other links. Any reliability factors can be taken into account in the assignment of reliability ratings. Reliability ratings are usually assigned to network links by network administrators. They are typically arbitrary numeric values.

Routed vs. Routing Protocols

Delay

Routing delay refers to the length of time required to move a packet from source to destination through the internetwork. Delay depends on many factors, including the bandwidth of intermediate network links, the port queues at each router along the way, network congestion on all intermediate network links, and the physical distance to be travelled. Because it is a conglomeration of several important variables, delay is a common and useful metric.

Bandwidth

Bandwidth refers to the available traffic capacity of a link. All other things being equal, a 10-Mbps Ethernet link would be preferable to a 64-kbps leased line. Although bandwidth is a rating of the maximum attainable throughput on a link, routes through links with greater bandwidth do not necessarily provide better routes than routes through slower links. If, for example, a faster link is much busier, the actual time required to send a packet to the destination may be greater through the fast link.

Load

Load refers to the degree to which a network resource (such as a router) is busy. Load can be calculated in a variety of ways, including CPU utilization and packets processed per second. Monitoring these parameters on a continual basis can itself be resource intensive.

Communication Cost

Communication cost is another important metric. Some companies may not care about performance as much as they care about operating expenditures. Even though line delay might be longer, they will send packets over their own lines rather than through public lines that will cost money for usage time.

Routed vs. Routing Protocols

Confusion about the terms *routed* protocol and *routing* protocol is common. Routed protocols are protocols that are routed over an internetwork. Examples of such protocols are the *Internet Protocol (IP)*, *DECnet*, *AppleTalk*, *NetWare*, *OSI*, *Banyan VINES*, and *Xerox Network System (XNS)*. Routing protocols are protocols that implement routing algorithms. Put simply, they route routed protocols through an internetwork. Examples of these protocols include *Interior Gateway Routing Protocol (IGRP)*, *Enhanced Interior Gateway Routing Protocol (EIGRP)*, *Open Shortest Path First (OSPF)*, *Exterior Gateway Protocol (EGP)*, *Border Gateway Protocol (BGP)*, *OSI Routing*, *Advanced Peer-to-Peer Networking*, *Intermediate System to Intermediate System (IS-IS)*, and *Routing Information Protocol (RIP)*. Routed and routing protocols are discussed in detail later in this publication.



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

CURSOS ABIERTOS

IX CURSO INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

MÓDULO IV

**REDES DIGITALES:
"ACTUALIDAD Y PERSPECTIVA"**

TEMA

CONMUTACIÓN EN REDES DE TELECOMUNICACIONES

**CONFERENCISTA
M. en C. ERNESTO E. QUIROZ MORONES
PALACIO DE MINERÍA
MAYO 2000**

CONMUTACION EN REDES DE TELECOMUNICACIONES

M. C. Ernesto E. Quiroz M.

Profesor Investigador del CITEDI-IPN
Junio de 1998



CITEDI

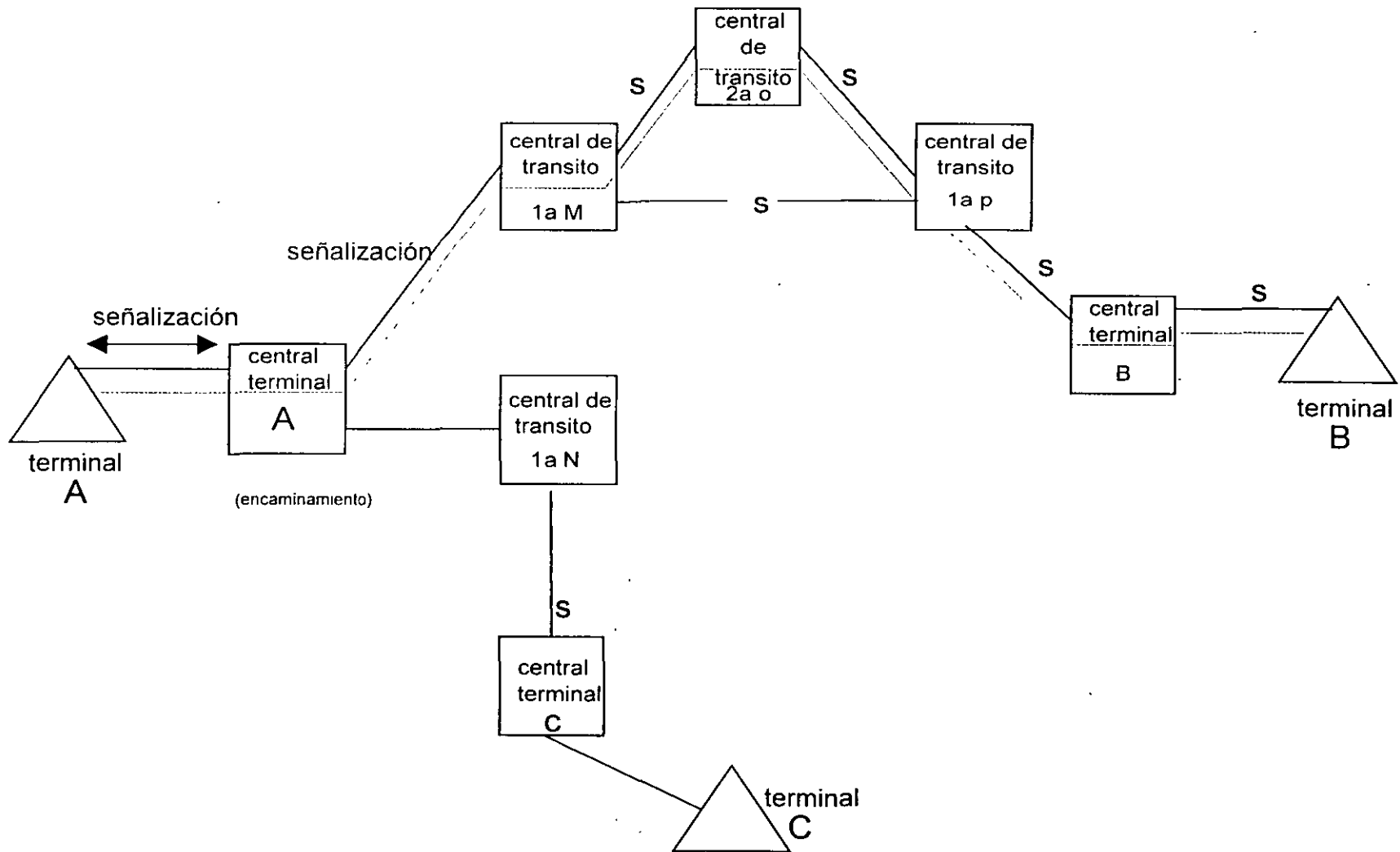


M.C. Ernesto Quiroz M.

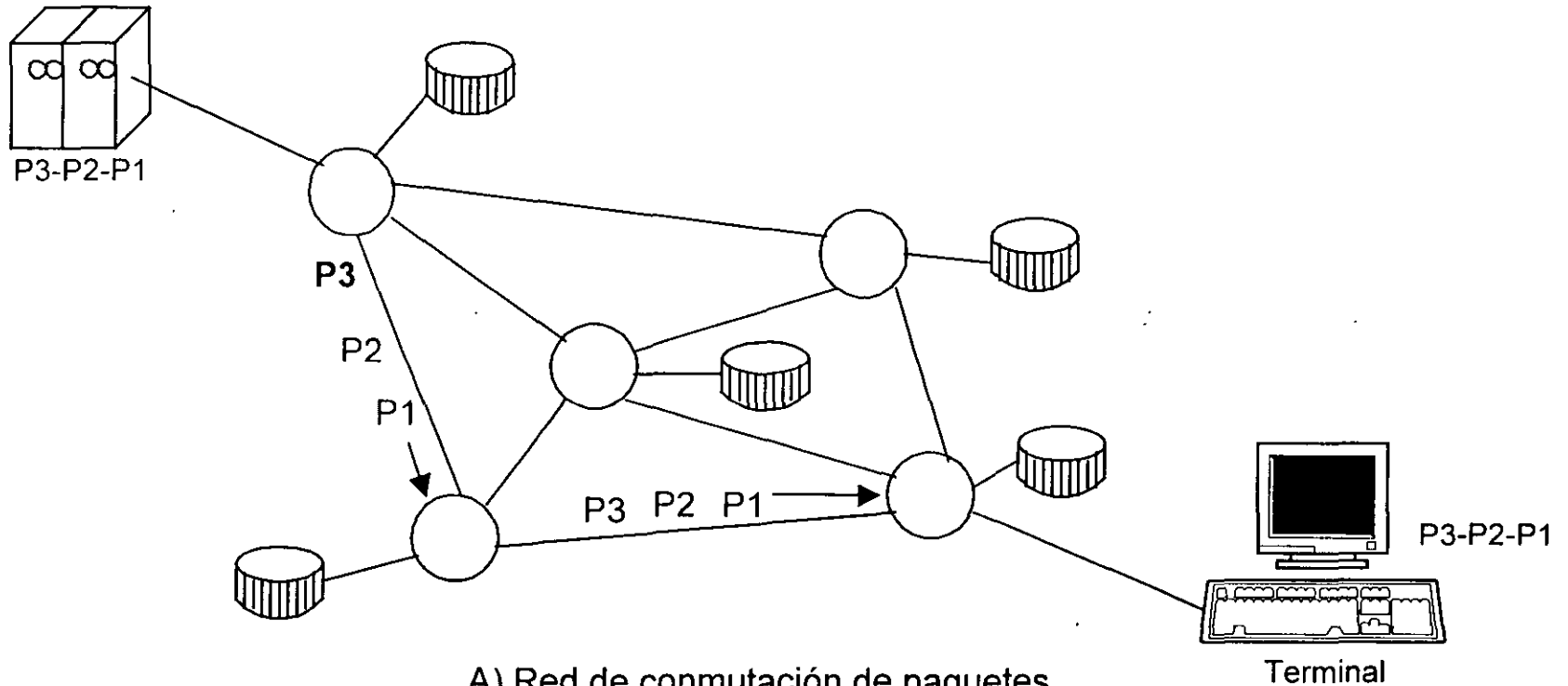
ESQUEMAS DE CONMUTACION

- ◆ Conmutacion de circuitos
- ◆ Conmutación de paquetes
 - Modo Datagrama
 - Circuito Virtual Permanente
 - Circuito Virtual Conmutado

CONMUTACIÓN DE CIRCUITOS

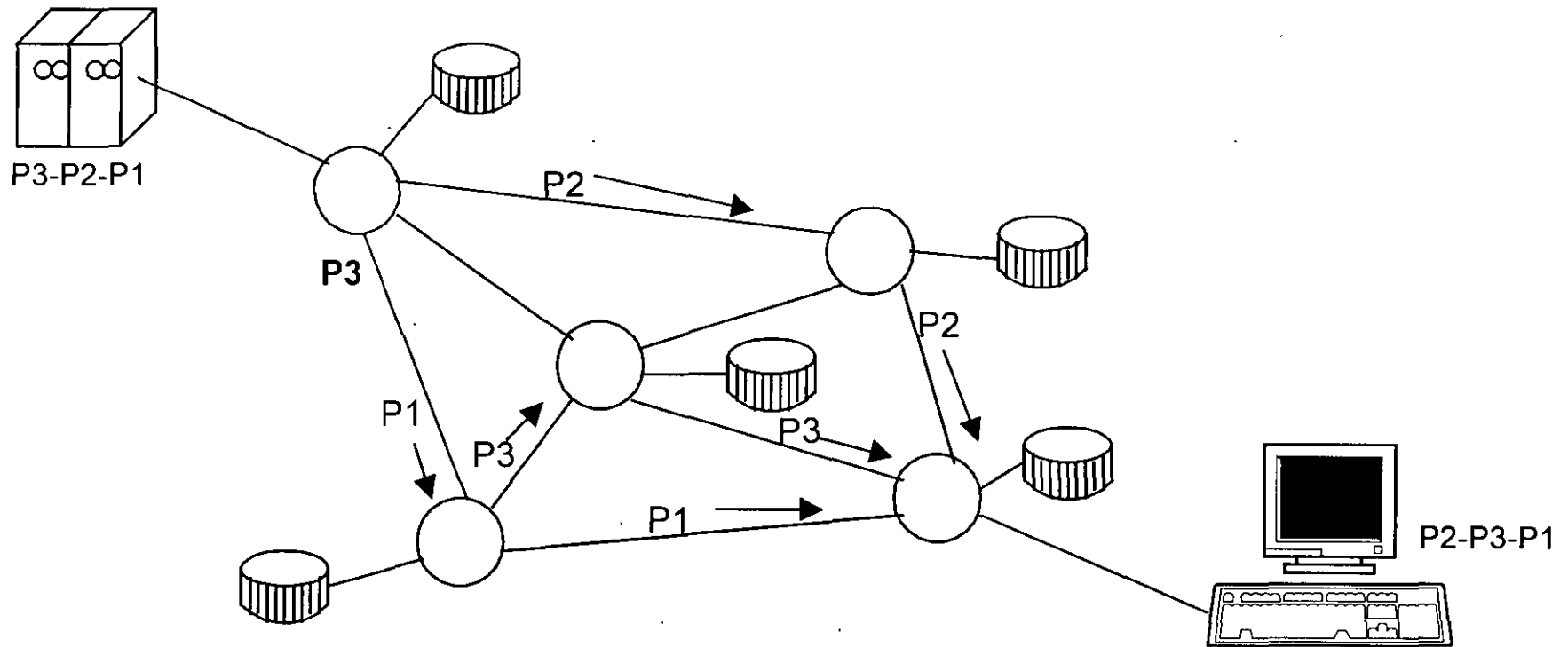


CONMUTACION DE PAQUETES



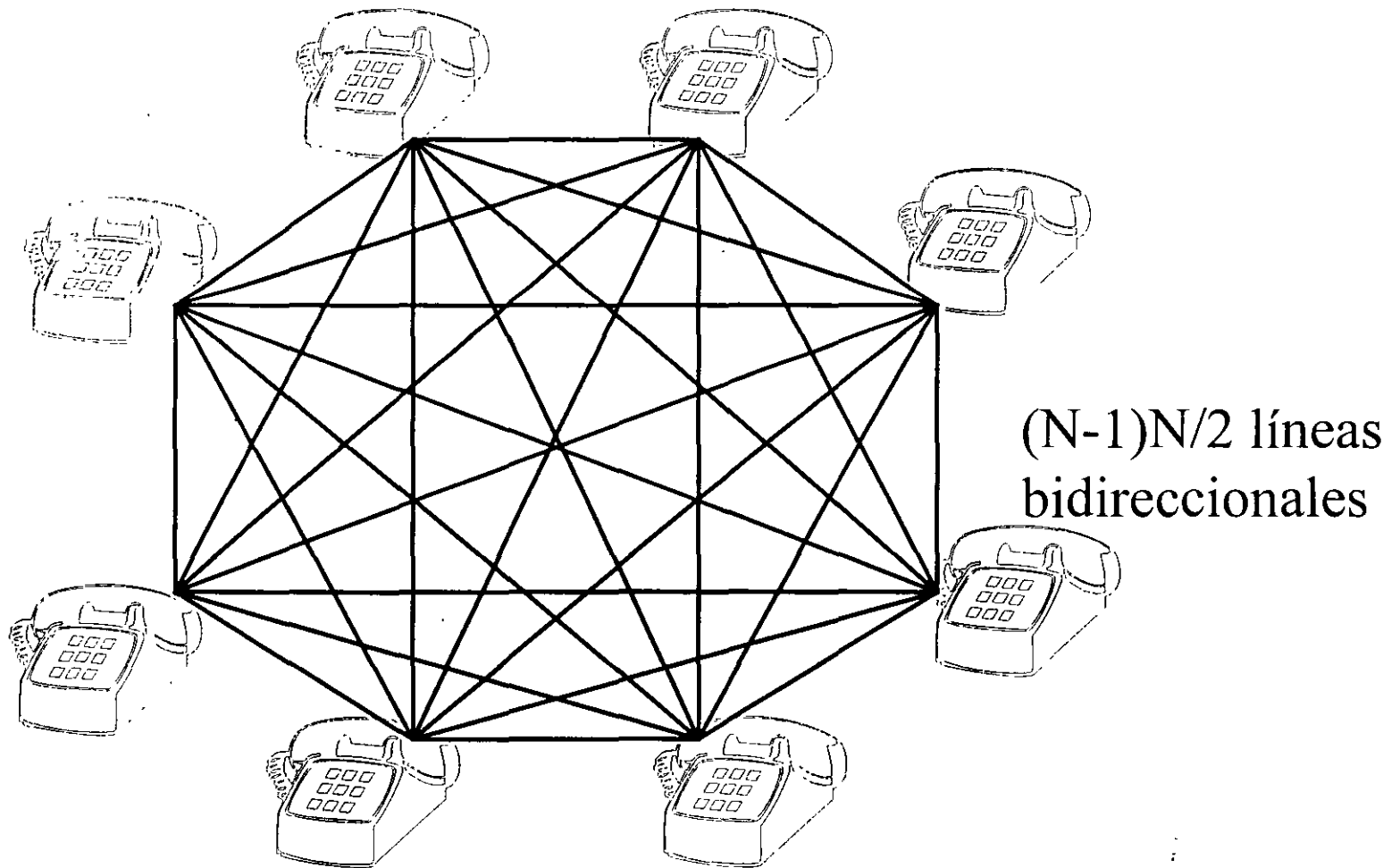
A) Red de conmutación de paquetes.
Modo circuito virtual.

CONMUTACION DE PAQUETES



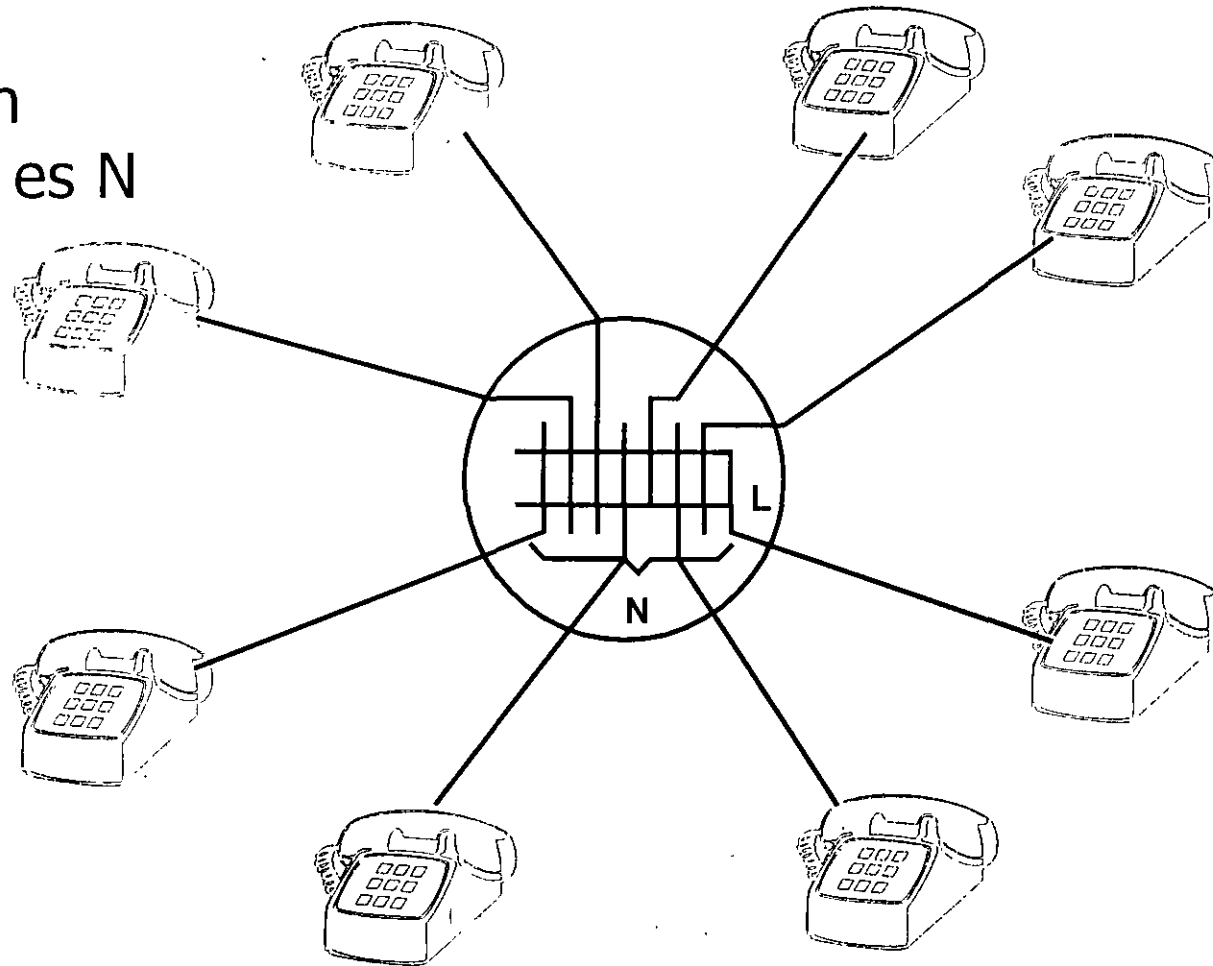
B) Red de conmutación de paquetes.
Modo datagrama.

LA NECESIDAD DE LA CONMUTACIÓN



CONMUTADOR

- ◆ El número de líneas de transmisión requeridas es N



FUNCIONES BASICAS DE LOS SISTEMAS DE CONMUTACION DIGITAL

- ◆ Interconexión
- ◆ Control
- ◆ Señalización con las terminales de abonado
- ◆ Señalización con otras centrales
- ◆ Explotación
- ◆ Sincronización
- ◆ Temporización

SISTEMA JERARQUICO

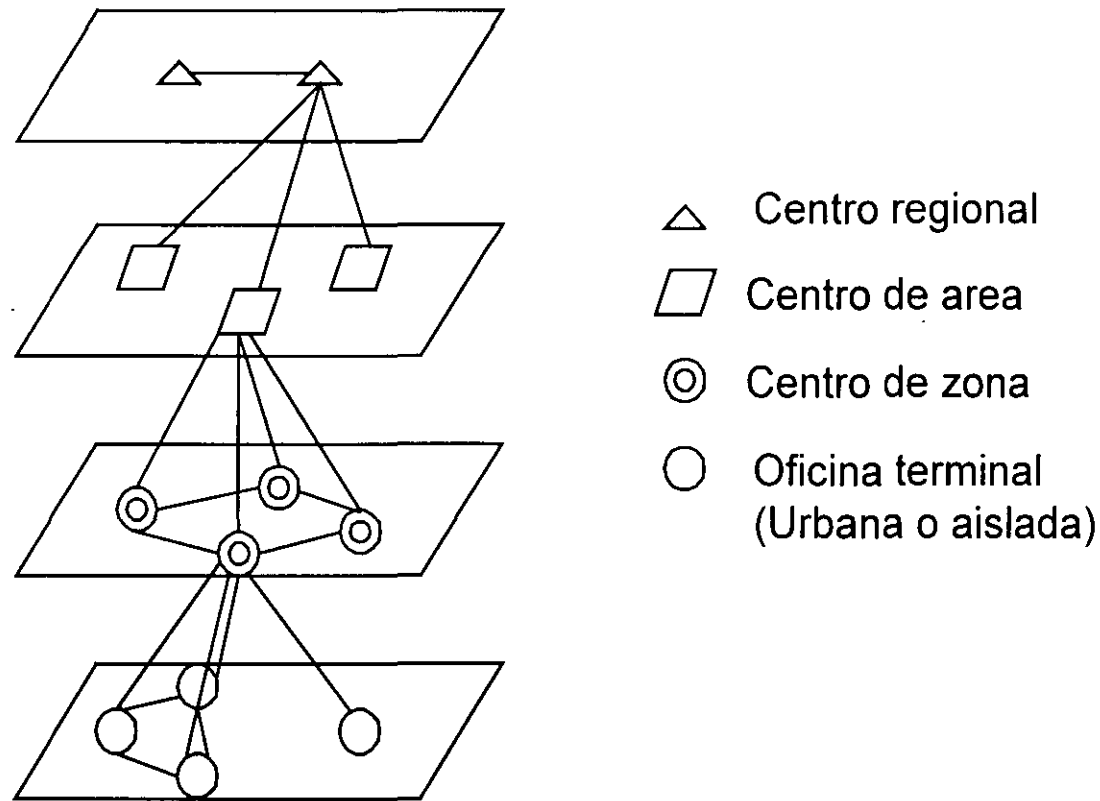
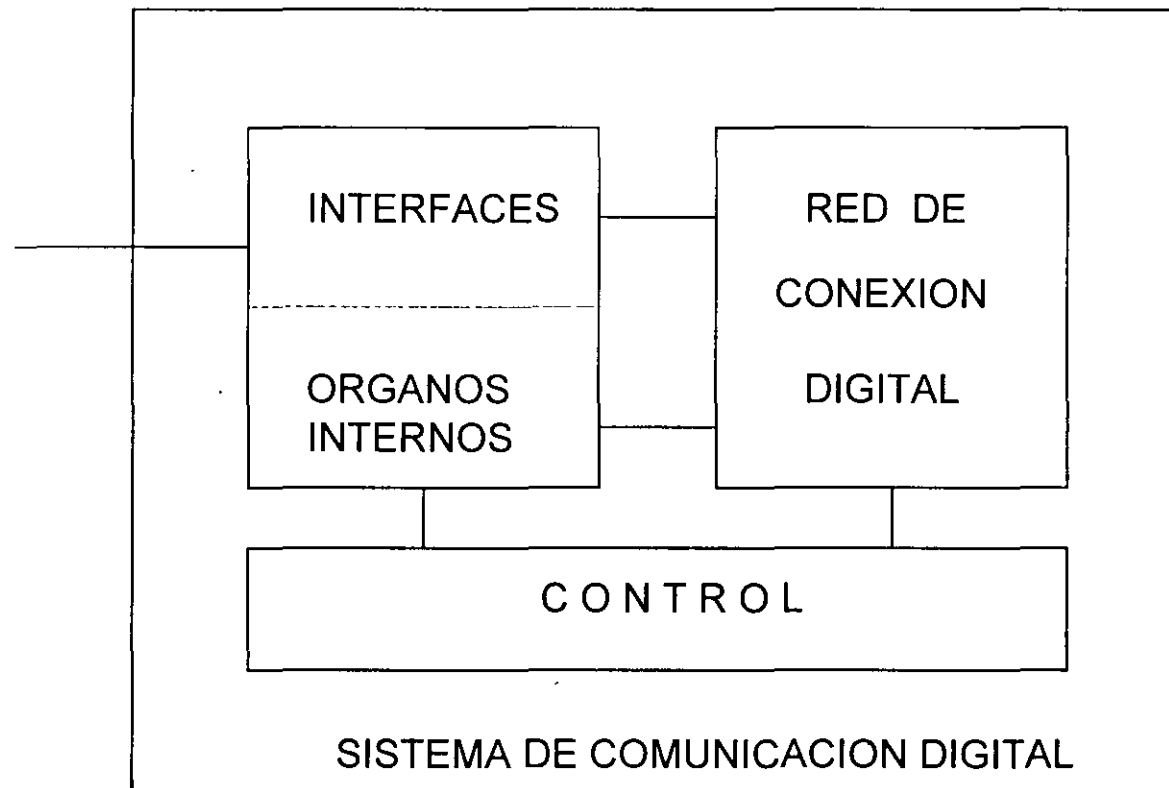


Fig.1.7 Estructura de la red telefónica

CONMUTACION DIGITAL

Una de las funciones básicas de un sistema de conmutación es la de función de ***interconexión***, un sistema de conmutación debe ser capaz de suministrar vías de comunicación entre todos los abonado de una central dada, y en coordinación con otras centrales, comunicar abonados más distantes. Esto se lleva a cabo a través de la red de conexión.

COMPONENTES DE UN SISTEMA DE CONMUTACIÓN DIGITAL



INTERFACES

- ◆ Conectan al sistema de conmutación con el mundo exterior
- ◆ Líneas de abonado
- ◆ Troncales
- ◆ conexión con operadoras.

ORGANOS INTERNOS

- ◆ Soportan funciones para el establecimiento de conexiones y para la explotación del sistema de conmutación digital
- ◆ Emisores y receptores de señales para las interfaces
- ◆ Organos de conferencia
- ◆ Organos de prueba de las interfaces.

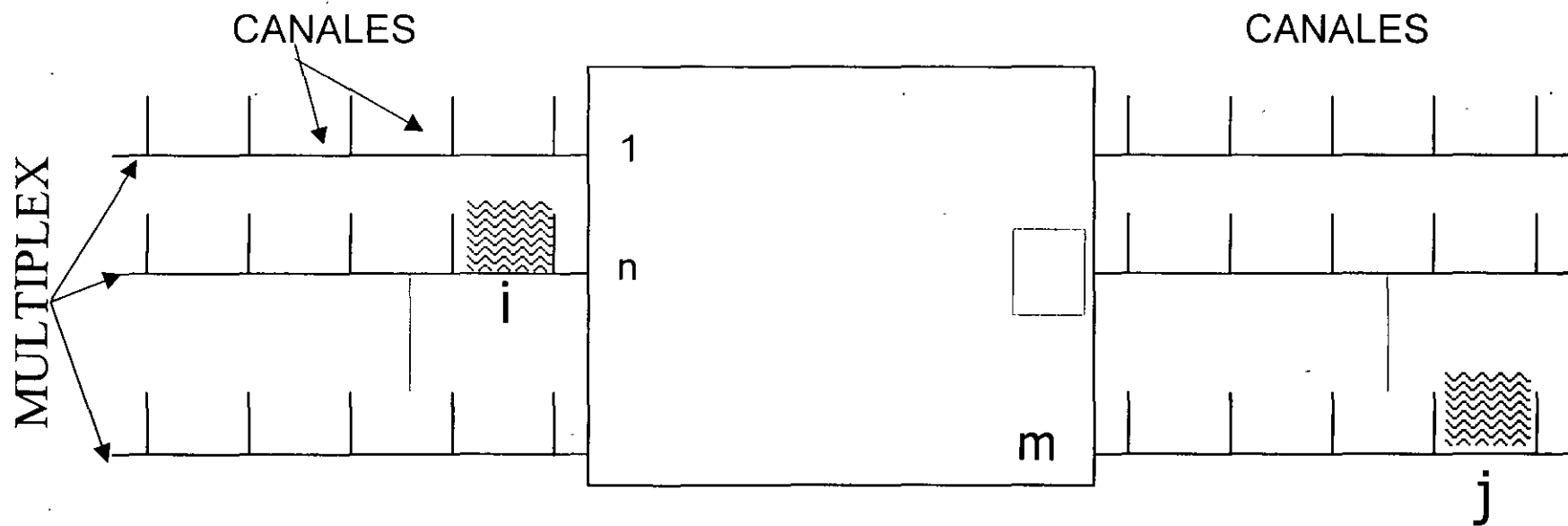
CONTROL

- ◆ Es el cerebro del sistema
- ◆ Participa en prácticamente todas las funciones del sistema de conmutación
- ◆ Constituido por un conjunto de procesadores
- ◆ Métodos de redundancia, de reparto de tráfico y de reparto de funciones.

RED DE CONEXION DIGITAL

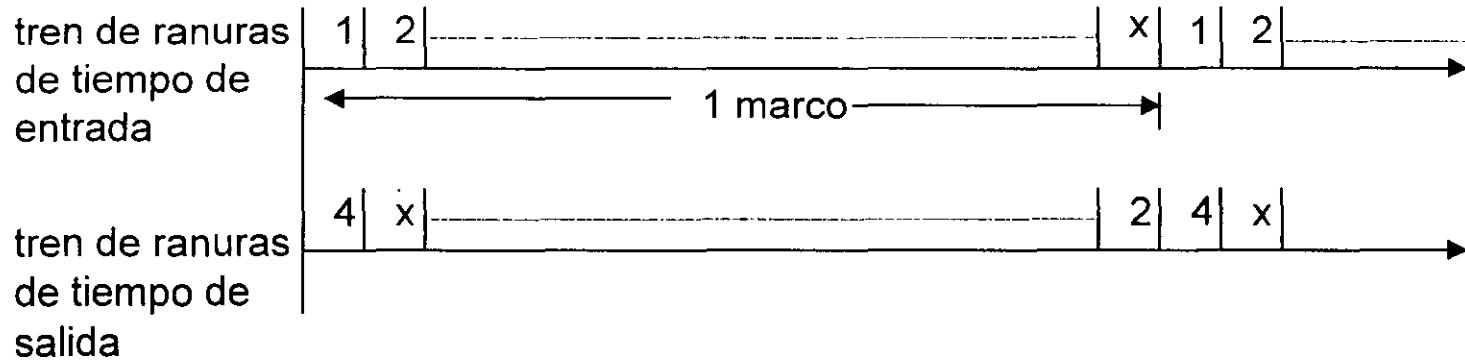
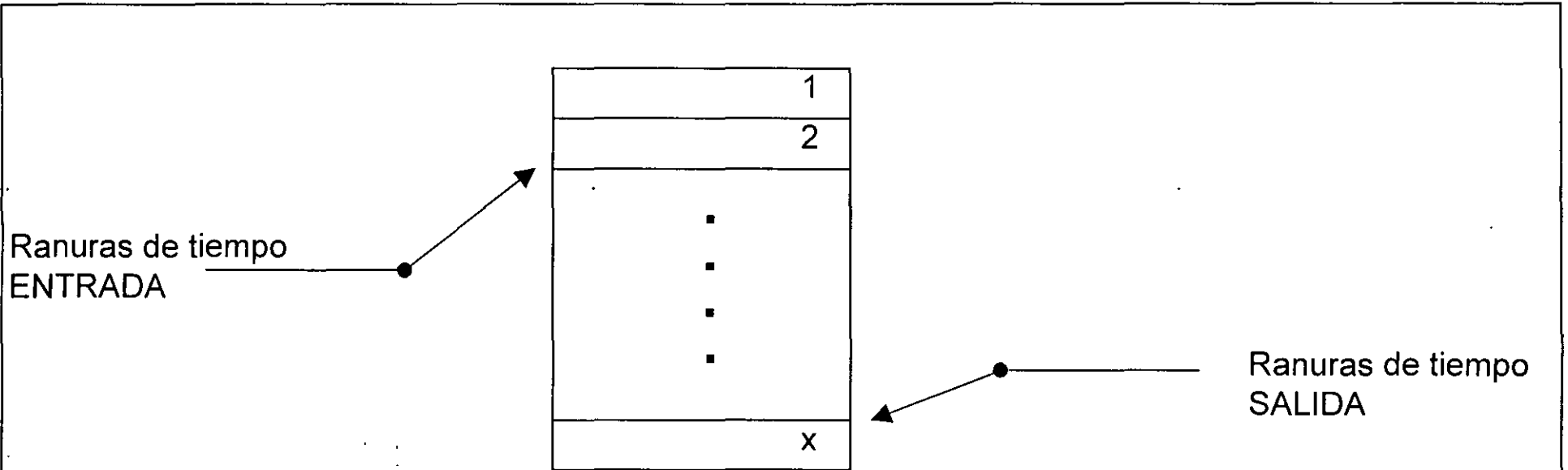
- ◆ Establece las conexiones entre los demás bloques del sistema
- ◆ Establece una trayectoria de comunicación para un par de usuarios a través de la central.
- ◆ Utiliza dos tipos de etapas de conmutación:
 - Etapa espacial (Space switch)
 - Etapa temporal (Time switch)

CONMUTADOR DIGITAL

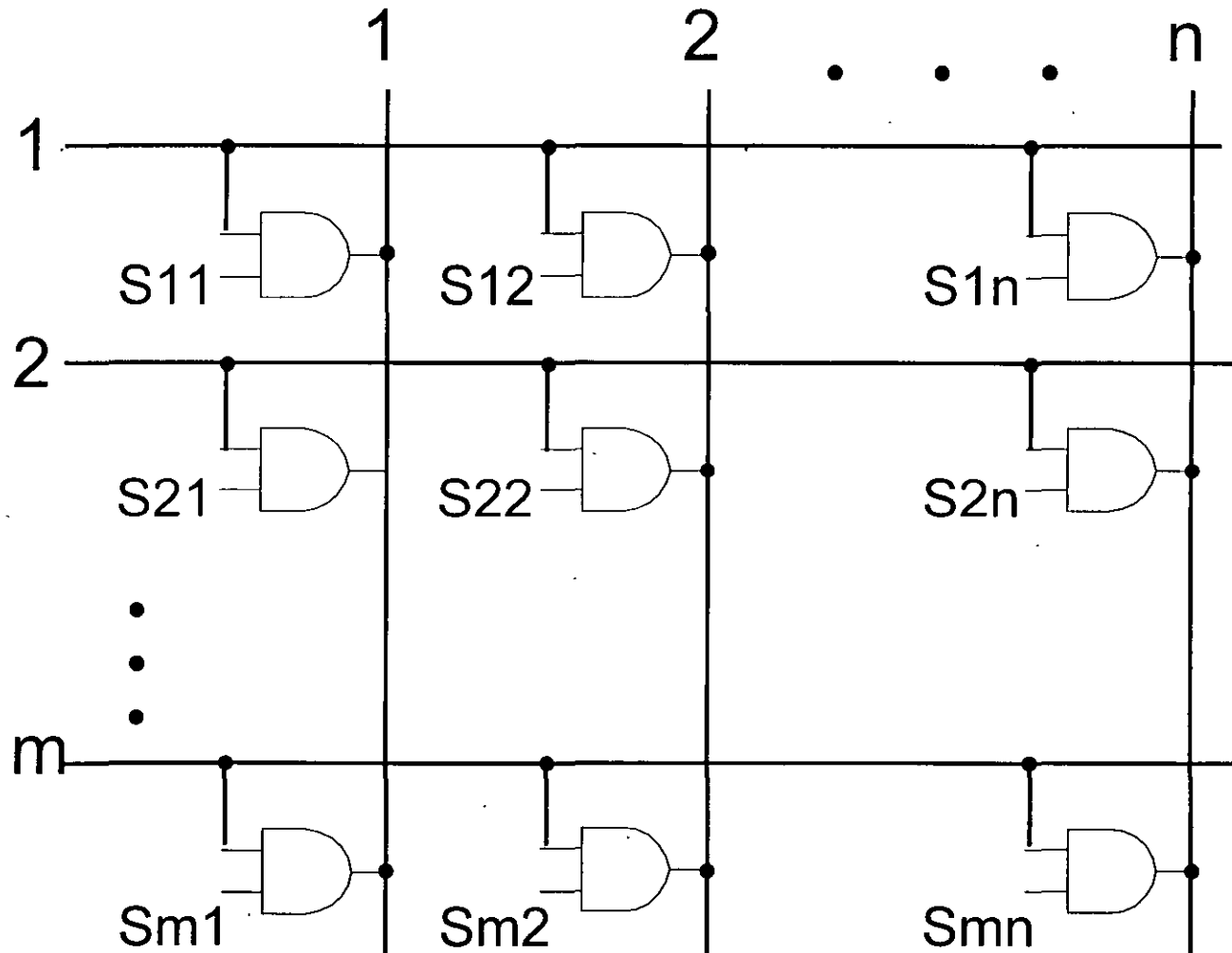


Arquitecturas de red

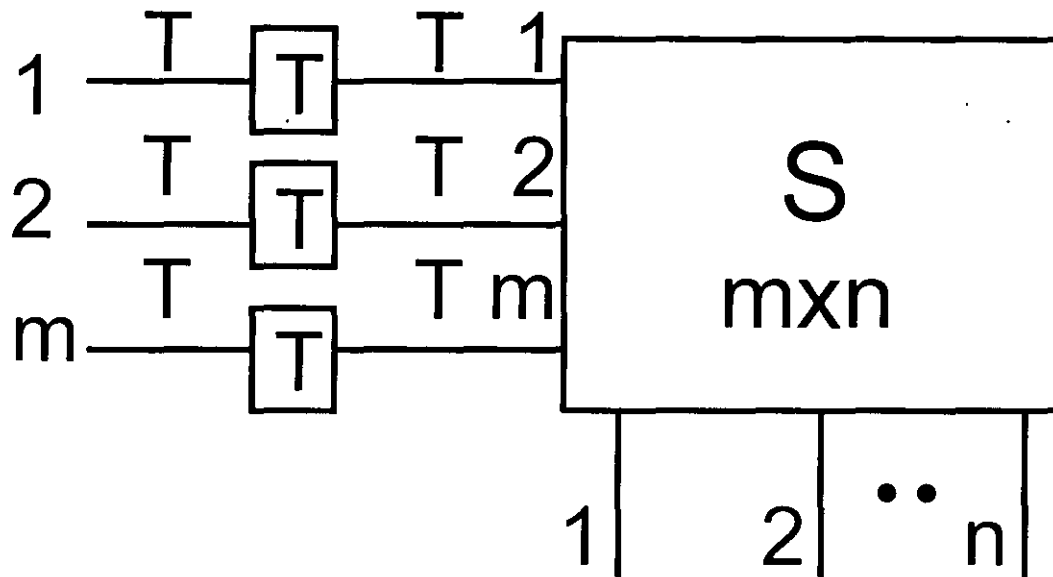
- ◆ Pueden contener intercambiadores de ranuras de tiempo, conmutación por división de tiempo, o una combinación de ambos
 - a) Solo T
 - b) Solo S
 - c) T-S
 - d) S-T
 - g) Combinaciones as complejas de S y T



Etapa T: Intercambiador de ranuras de tiempo



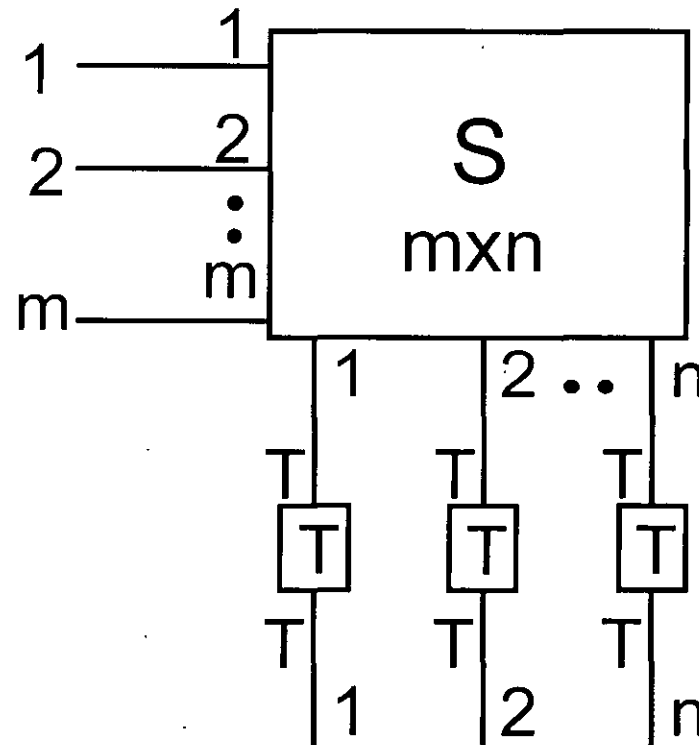
Etapa S: Intercambiador de Múltiplex



mT Ranuras de tiempo entrada
 nT Ranuras de tiempo salida

Fig 3.20 Arquitectura de una red tiempo-espacio

Tiempo-espacial



mT Ranuras de tiempo entrada
 nT Ranuras de tiempo salida

Fig 3.21 Arquitectura de una red espacio-tiempo

TEMAS RELACIONADOS

- ◆ Bloqueo en el Conmutador
- ◆ Señalización
 - Señalización de abonado
 - Señalización entre centrales
 - Sistema de Señalización No. 7 (SS7)
- ◆ Ingeniería de tráfico

SISTEMAS BASADOS EN CONMUTACION DE CIRCUITOS

- ◆ POTS: Plain Old Telephone Network
- ◆ PSTN: Public Switched Telephone Network
- ◆ Telefonía Celular (Tema 11)
- ◆ PCS: Personal Communication Systems (Tema 12)
- ◆ ISDN: Integrated Services Digital Network (Tema 6)



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

CURSOS ABIERTOS

IX CURSO INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

MÓDULO IV

**REDES DIGITALES:
"ACTUALIDAD Y PERSPECTIVA"**

TEMA

CONMUTACIÓN DE PAQUETES

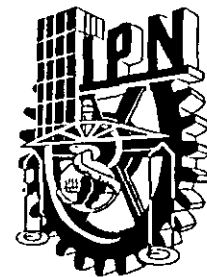
**CONFERENCISTA
M. en C. ERNESTO E. QUIROZ MORONES
PALACIO DE MINERÍA
MAYO 2000**

CONMUTACION DE PAQUETES

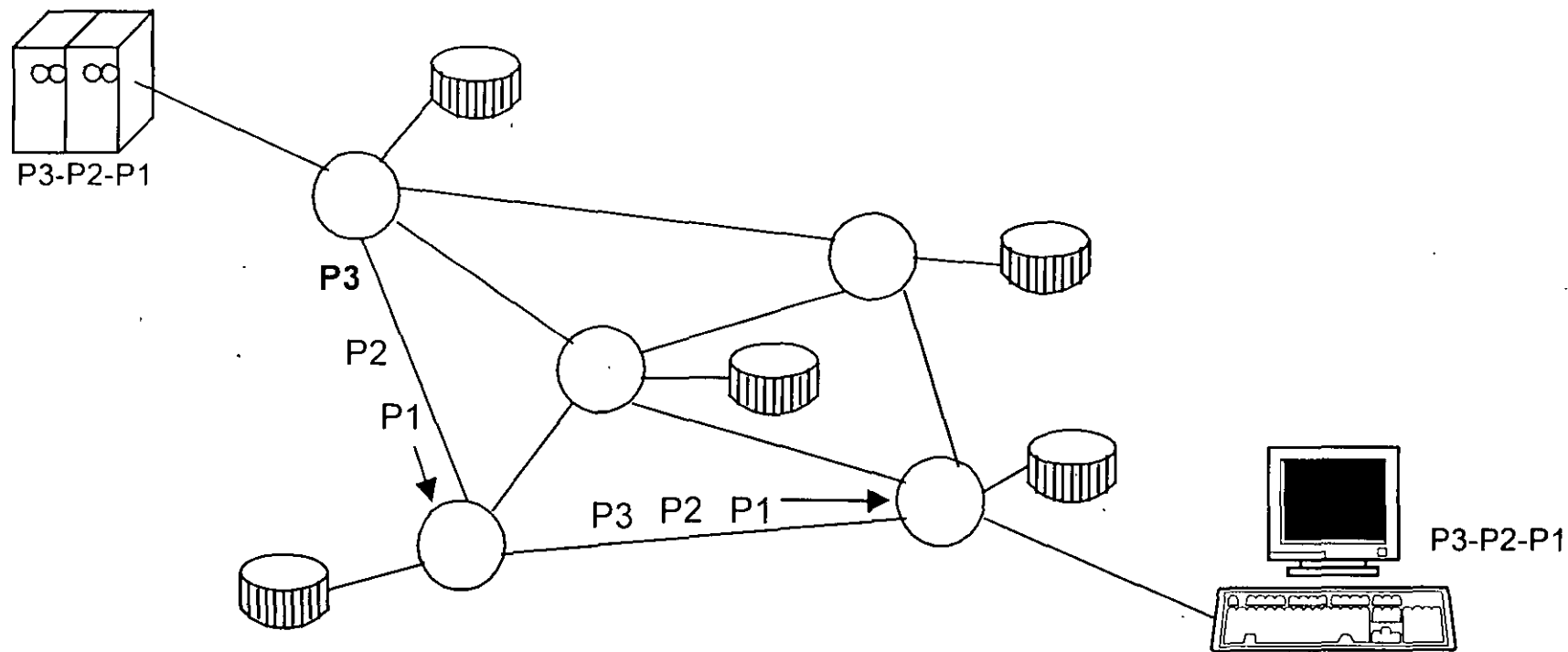
M. C. Ernesto E. Quiroz M.

Profesor Investigador del CITEDI-IPN

Junio de 1998

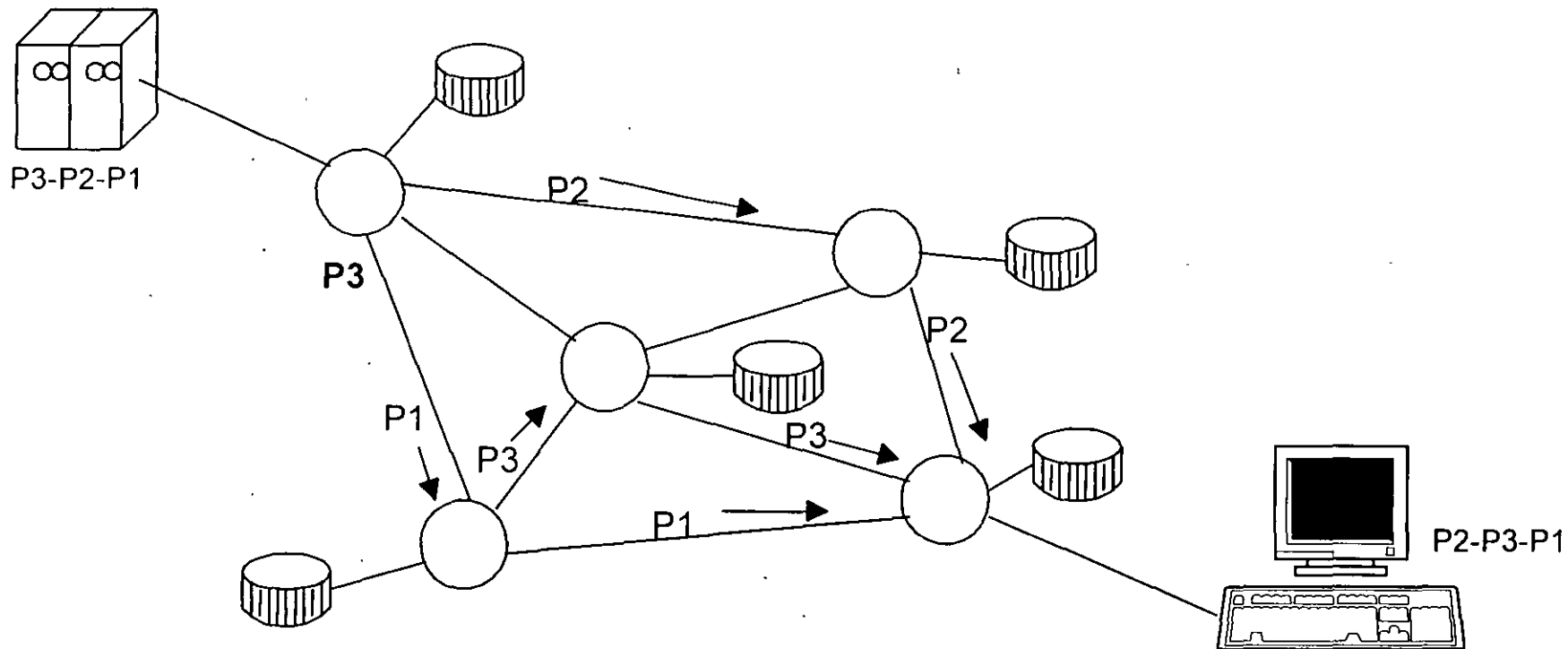


CIRCUITO VIRTUAL



A) Red de conmutación de paquetes.
Modo circuito virtual.

MODO DATAGRAMA



B) Red de conmutación de paquetes.
Modo datagrama.

	Conmutación de Circuitos	Conmutación de paquetes
Tiempo de establecimiento de la llamada	Aceptable para servicio telefónico. Relativamente largo para datos.	No existe fase de establecimiento. (Solo en circuito virtual conmutado)
Retardo de transmisión	Prácticamente despreciable.	Existe en toda comunicación (del orden de cientos de msg o de sg). En caso de alto tráfico puede llegar a ser importante.
Asignación de circuitos	Unico y exclusivo para cada comunicación.	Circuito compartido por diversas comunicaciones simultáneas.
Transmisión de información de identificación de destino	Sólo durante la fase de establecimiento.	Es necesario incluir alguna "identificación de destino" en cada paquete de la comunicación.
Necesidad de capacidad de almacenamiento en la red	No.	Sí, localizada en los nodos de conmutación de la red.
Situación con gran cantidad de tráfico ofrecido	Incremento de la probabilidad de bloqueo.	No existe bloqueo. Se incrementan notablemente los retardos.
Flexibilidad de la red	Posibilidad de encaminamientos alternativos.	Gran flexibilidad en utilización de la red.

MODELO DE REFERENCIA OSI

(Open Systems Interconnection)

- ◆ Lograr interoperabilidad entre sistemas de datos de distintos fabricantes.
- ◆ Es un conjunto completo de estándares (interfaces, servicios, formatos).
- ◆ Separa las distintas tareas necesarias para comunicar dos sistemas independientes.
- ◆ Define 7 niveles de funciones específicas.

Capas del Modelo OSI

Nivel	Nombre	Función
7	Aplicación	Datos Normalizados
6	Presentación	Interpretación de los datos
5	Sesión	Diálogos de control
4	Transporte	Integridad de los mensajes
3	Red	Enrutamiento de los mensajes
2	Enlace	Detección de errores
1	Físico	Conexión de equipos

CAPA FISICA

- ◆ Nivel de comunicación física a través de un canal.
- ◆ Se encarga de la transmisión de los bits (0's ó 1's).
- ◆ Define las reglas para garantizar la recepción correcta de las señales correspondientes a los símbolos binarios.
- ◆ Provee los medios mecánicos, eléctricos, funcionales y de procedimiento para establecer, mantener y liberar conexiones físicas.

CAPA DE ENLACE

- ◆ Asegura la integridad de los paquetes que se transportan.
- ◆ Basa su operación en el manejo de tramas
- ◆ Recibe bits del nivel físico
 - Ordena en tramas
 - Verifica que no contenga errores
 - Revisa la secuencia de las tramas
- ◆ Segmenta en tramas los mensajes del nivel superior.

CAPA DE RED

- ◆ Responsable de la comunicación entre dos nodos adyacentes de la red.
- ◆ Provee direcciones destino a los mensajes.
- ◆ Convierte direcciones y nombres lógicos \Leftrightarrow físicos.
- ◆ Evalúa la mejor ruta que debe seguir el paquete.

CONMUTACION DE PAQUETES POR X.25

- ◆ Estandar de la ITU-T para acceder una red de conmutación de paquetes (RCP).
- ◆ Especifica las características de conexión entre un DTE (usuario) y un DCE (red).
- ◆ El enlace DTE-DCE se efectúa a través de un circuito dedicado, en forma síncrona, en modo paquete.
- ◆ Funciona dentro de las 3 primeras capas del modelo OSI.

Nivel 1

- ◆ Especifica un circuito dedicado Full-Dúplex (par de alambres, bidireccional).
- ◆ Punto a punto.
- ◆ Síncrono.
- ◆ Tasa digital = 19.2 Kbps

Nivel 2

- ◆ Basado en el protocolo LAPB (Link Access Procedures Balanced).
- ◆ Permite iniciar la conexión en cualquier extremo (DTE ó DCE).
- ◆ Verifica que las tramas lleguen libres de errores y con una secuencia correcta.
- ◆ Utiliza tres formatos de trama.
 - Trama de información
 - Trama de supervisión
 - Trama sin número

Campos de una trama LAPB

BANDERA 1	DIRECCION 1	CONTROL 1
DATOS Variable		
FCS 1	BANDERA 1	

Nivel 3

- ◆ Segmenta la información de usuario en paquetes.
- ◆ Cada paquete de datos recibe un número consecutivo.
- ◆ Integra a cada paquete la dirección del DTE destino.
- ◆ Da acceso a los servicios de la RCP
 - Circuito Virtual Conmutado
 - Circuito Virtual Pemanente
 - Datagrama

DISPOSITIVOS ADAPTADORES¹⁵

- ◆ El PAD (Packet Assembler/Disassembler) es un adaptador de un dispositivo (no X.25) a la RCP.
- ◆ También puede actuar como concentrador de varios usuarios a la RCP.
- ◆ Los usuarios pueden acceder un PAD por una conexión directa, línea privada o conmutada.
- ◆ Provee conversión de velocidad, código y protocolo para acomodar los datos de varios usuarios.

OTRAS ARQUITECTURAS DE CONMUTACION DE PAQUETES

- ◆ Frame Relay
- ◆ ATM (Asynchronous Transfer Mode)

FRAME RELAY

- ◆ Interconexión principalmente de LANs
- ◆ Para aplicaciones de datos, fax y voz
- ◆ Basado en transmisión de tramas de longitud variable
- ◆ Tasas de transmisión hasta 2.048 Mbps
- ◆ Poco sobreprocesamiento
- ◆ Manejo de ancho de banda en demanda

ATM

- ◆ Interconexión de LANs y WANs
- ◆ Soporte para una amplia variedad de servicios (datos, voz, video, audio, etc).
- ◆ Basado en la transmisión de celdas de longitud fija
- ◆ Tasas de transmisión hasta 622.08 Mbps
- ◆ Altas velocidades de conmutación
- ◆ Manejo de ancho de banda en demanda

CONCLUSIONES

- ◆ Las primeras RCP se basaron en el estandar X.25.
- ◆ Servicio de datos únicamente.
- ◆ Transmisión de tramas de longitud variable.
- ◆ Tasa digital de hasta 19.2 Kbps.

Características FR y ATM

FRAME RELAY

- ◆ Interconexión de LANs
- ◆ Servicios de Datos, Voz y Fax
- ◆ Transmisión de "tramas" de longitud variable
- ◆ Tasas de transmisión hasta 2.048 Mbps.

ATM

- ◆ Interconexión de LANs y WANs
- ◆ Servicios de Datos, Voz, Video, Audio
- ◆ Transmisión de "celdas" de longitud fija
- ◆ Tasas de transmisión hasta 622.08 Mbps.



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

CURSOS ABIERTOS

IX CURSO INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

MÓDULO IV

**REDES DIGITALES:
"ACTUALIDAD Y PERSPECTIVA"**

TEMA

SINCRONIZACIÓN DE REDES DIGITALES

**CONFERENCISTA
ING. GABRIEL FLORES S.
PALACIO DE MINERÍA
MAYO 2000**

SINCRONIZACION DE REDES DIGITALES

CURSO DE REDES DIGITALES

ING. GABRIEL FLORES S.

MEXICO.DF.

INDICE

1. OBJETIVOS

2. TERMINOLOGIA

3. METODOS DE SINCRONIZACIÓN

4. LINEAMIENTOS GENERALES

5. ANEXO: RECOMENDACIONES CCITT (actualmente UIT-T).

1. OBJETIVOS:

- Establecer y analizar los principales parámetros que afectan la sincronización de la red, tales como la tasa de deslizamientos, la fluctuación de fase, la degradación de los relojes: para mantenerlos dentro de límites aceptables.
- Definir y establecer los métodos de sincronización mas adecuados para mantener una red de telecomunicaciones dentro de especificaciones aceptadas internacionalmente.
- Evitar la progresiva degradación de la información debido a el envejecimiento de los componentes de la red, controlando su envejecimiento.

2.- TERMINOLOGIA.

2.1 Reloj de referencia primario:

- Dispositivo que proporciona una señal de temporización con una desviación de frecuencia a largo plazo mantenida en un valor de 1×10^{-6} ó mejor con verificación respecto al Tiempo Universal Coordinado (UTC).

2.2 Nodo de red síncrona:

- Punto geográfico en que están interconectados uno ó más equipos digitales síncronos.

2.3 Nodo de tránsito:

- Nodo de red síncrona que enlaza con otros nodos y no directamente con el equipo de usuario.

2.4 Nodo local.

- Nodo de red síncrona que enlaza el interfaz directamente con el equipo de usuario.

2.5 Nodo esclavo o subordinado:

- Reloj cuya salida de temporización está enganchada en fase a la señal de temporización recibida de un reloj de calidad superior.

2.6 Incertidumbre:

- Expresa la magnitud de la posible desviación del valor medido con respecto al valor real o nominal de una señal
- Frecuentemente se distinguen dos componentes, la incertidumbre sistemática y la incertidumbre aleatoria.
- La Incertidumbre sistemática se estima generalmente sobre la base de las características del parámetro y es equivalente al término "Exactitud".
- La Incertidumbre aleatoria se expresa en términos estadísticos como es la desviación típica o standar o por un múltiplo de esta. (Varianza).
- Es equivalente al término "PRECISION".
- La Incertidumbre global comprende ambas partes, la sistemática y la aleatoria y es equivalente a la exactitud total.

2.7 Exactitud:

- Es la capacidad de un reloj para generar una frecuencia tan cercana como sea posible al valor nominal. Está dada por la relación.

$$\left| \frac{\Delta f}{f} \right|$$

En donde:

f= Frecuencia nominal (Hz).

Δf = Variación de la frecuencia (Hz).

2.8 Estabilidad:

- Es el grado con que un reloj produce una misma frecuencia durante un período de tiempo una vez establecida la operación continua. Se mide a intervalos de tiempo, usando la relación.

$$\left| \frac{\Delta f}{f} \right| \cdot \frac{1}{T_0 - T_1}$$

En donde:

T0 = Tiempo inicial

T1= Tiempo final

2.9 Deslizamiento:

- Repetición o supresión de un bloque de bits en un tren de bits sincrónico o plesiocrónico debido a una discrepancia en las velocidades de lectura y de escritura en la memoria de los nodos digitales.

2.10 Tasa de deslizamiento:

- Se define como la cantidad de bits perdidos o duplicados que ocurren en un cierto intervalo de tiempo y es proporcional a la diferencia de exactitudes de los relojes de los equipos enlazados. Se especifica en deslizamiento/Unidad de tiempo.

2.11 Instante significativo:

- Momento en el que las condiciones significativas de una señal digital (0 ó 1) son reconocidas por un dispositivo apropiado.

2.12 Fluctuación de fase (Jitter):

- Variación a corto plazo de los instantes significativos de una señal digital de su posición ideal en el tiempo. (Numéricamente, para frecuencias mayores a 10 Hz.).

2.13 Fluctuación lenta de fase (wander):

- Es la variación a largo plazo de los instantes significativos de una señal digital de su posición ideal en el tiempo (Para frecuencias menores de 10 Hz.).

2.14 Máximo error de intervalo de tiempo (MEIT):

- Es la máxima variación entre crestas del retardo temporal de una señal de temporización dada, con respecto a una señal de temporización ideal comprendida en un periodo de tiempo ideal.

2.15 Intervalo unitario o intervalo unidad (IU):

- Diferencia nominal de tiempo entre instantes significativos consecutivos de una señal isócrona.

2.16 Nodo de sincronización:

- Es un punto de la red de sincronización en donde se originan y/o terminan señales de temporización, se considera inherente a los nodos de conmutación digital o bien un equipo dedicado para tal propósito.

2.17 Red plesiócrona:

- Red en la cual los relojes que controlan los Nodos de Sincronización son independientes y los instantes significativos de las señales que se manejan se mantienen con una variación dentro de límites muy estrechos.

2.18 Red Síncrona:

- Es una red en la cual los relojes están controlados para que idealmente trabajen a la misma frecuencia o al mismo promedio dentro de límites establecidos de diferencia de fase.

2.19 Control unilateral.

- Control establecido entre dos Nodos de sincronización, tal que la frecuencia del reloj de uno de estos Nodos es influenciado por información de temporización derivada del reloj del otro Nodo.

2.20 Método maestro-esclavo (ME):

- En este método existe un Nodo de Sincronización cuyo reloj está actuando como maestro de los demás. Los relojes restantes están subordinados a este reloj.

2.21 Método maestro-esclavo jerárquico (MEJ):

- Método de Sincronización despótico en el que todos los relojes de los nodos de sincronización están dispuestos en una jerarquía y a cada reloj se le asigna una etiqueta de identificación conforme a su posición en ella.
- En caso de fallar el enlace con el reloj maestro, se selecciona automáticamente como nuevo maestro al reloj que se designe como de rango inmediato inferior.

2.22 Memoria elástica:

- Dispositivo de almacenamiento temporal de datos que permite compensar las fluctuaciones de fase.
- Lo anterior se realiza, ya sea aumentando o disminuyendo el tiempo de almacenamiento, según sea la velocidad de los bits entrantes. Cuando la velocidad de los bits entrantes y salientes a la memoria son idénticas, ésta guardará durante un tiempo nominal los bits. Cuando la velocidad de los bits entrantes disminuye el tiempo nominal de almacenamiento se reduce, aumentando la velocidad de salida; el proceso contrario sucede cuando la velocidad de los bits entrantes aumenta.

4.- LINEAMIENTOS GENERALES.

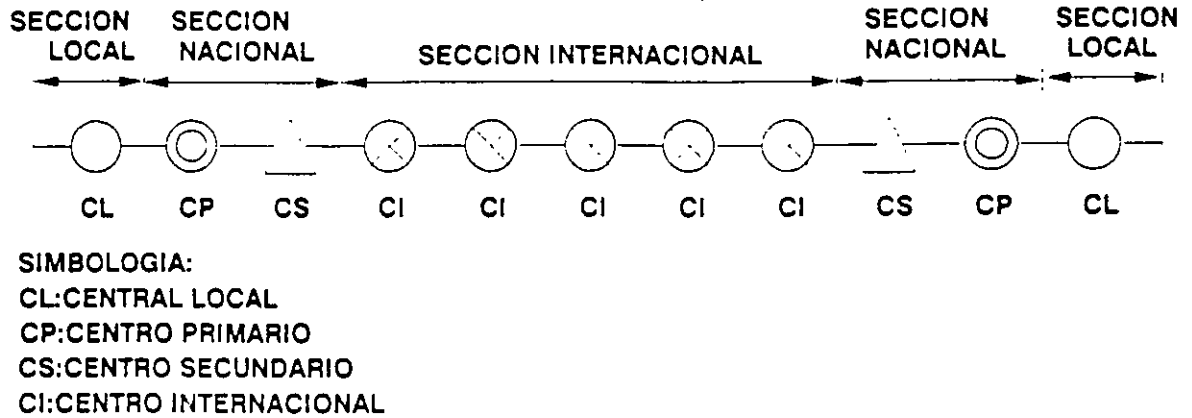
4.1 Objetivos de la tasa de deslizamientos controlados.

- La calidad de funcionamiento desde el punto de vista de la tasa de deslizamientos de extremo a extremo debe satisfacer las exigencias de los servicios telefónicos y no telefónicos en una conexión digital a 64 kbps para una Red Digital Integrada (RDI).
- La tasa global de deslizamientos para una conexión efectuada a través del número máximo de centrales establecida por los Planes Fundamentales de Conmutación y Transmisión de la RDI se indican en la tabla 4.1, para diferentes categorías de calidad.

TABLA 4.1		
CATEGORIA DE CALIDAD	OBJETIVOS DE LA TASA MEDIA DE DESLIZAMIENTOS.	PROPORCION DEL TIEMPO TOTAL \geq 1 AÑO
SATISFACTORIA (S)	\leq 5 DESLIZAMIENTOS EN 24 Hs	> 98.9%
ACEPTABLE (A)	> 5 DESLIZAMIENTOS EN 24 Hs Y \leq 30 DESLIZAMIENTOS EN 1 Hra.	< 1%
INACEPTABLE (I)	> 30 DESLIZAMIENTOS EN 1 Hra.	< 0.1%

4.1.1 Conexiones de referencia.

- La estructura de red para la RDI- , se basa en la conexión ficticia de referencia indicada en el Plan fundamental de Conmutación esto se muestra en la figura 4.1.1.



CONEXION DE REFERENCIA DE LA RED DIGITAL.

FIGURA 4.1.1

4.1.2 Distribución de las degradaciones.

- La probabilidad de que, en una red varias secciones experimenten tasas excesivas de deslizamientos que afecten simultáneamente a una conexión, es pequeña. Esto es considerado en el proceso de atribución de objetivos. La tabla 4.1.2 muestra la distribución de los objetivos para las diferentes secciones de una conexión.

TABLA 4.1.2			
SECCION DE LA RED	PROPORCION ATRIBUIDA A CADA OBJETIVO	OBJETIVO COMO PROPORCION DEL TIEMPO TOTAL	
	SATISFACTORIA	ACEPTABLE	INACEPTABLE
INTERNACIONAL	8,0 %	0,08 %	0,008 %
NACIONAL	6,0 %	0,06 %	0,006 %
LOCAL	40,0 %	0,4 %	0,04 %

- La Tabla 4.1.2 muestra en forma detallada la distribución de los deslizamientos entre secciones y también entre centrales.
- Las aplicaciones, por sección de Red, se muestran en los capítulos respectivos de este documento.

DISTRIBUCION POR SECCIONES

CATEGORIA DE CALIDAD	SECCION LOCAL	SECCION NACIONAL	SECCION INTERNACIONAL	SECCION NACIONAL	SECCION LOCAL
	40 % Dto/Hrs	5 % Dto/Hrs	8 % Dto/Hrs	8 % Dto/Hrs	40 % Dto/Hrs
SATISFACTORIO (S)	1/12 (0.0833)	1/80 (0.0125)	1/60 (0.0166)	1/80	1/12
ACEPTABLE (A)	$> 1/12 \leq 12$	$> 1/80 \leq 1.8$	$> 1/60 \leq 2.4$	$> 1/80 \leq 1.8$	$> 1/12 \leq 12$
INACEPTABLE (I)	> 12	> 1.8	> 2.4	> 1.8	> 12

OBJETIVOS GLOBALES	(S)	≤ 5 Dto/24 Hrs
	(A)	> 5 Dto/24 Hrs Y ≤ 30 Dto/Hrs
	(I)	> 30 Dto/Hrs

DISTRIBUCION ENTRE CENTRALES

CATEGORIA DE CALIDAD	SECCION LOCAL	SECCION NACIONAL	SECCION INTERNACIONAL	SECCION NACIONAL	SECCION LOCAL
	1 CENTRAL Dto/Hrs	2 CENTRALES Dto/Hrs	5 CENTRALES Dto/Hrs	2 CENTRALES Dto/Hrs	1 CENTRAL Dto/Hrs
SATISFACTORIO (S)	1/12	0.0063 1 Dto/6.6 Dias	0.0033 1 Dto/12.5 Dias	0.0063	1/12
ACEPTABLE (A)	$> 1/12 \leq 12$	$> 0.0063 \leq 0.9$	$> 0.0033 \leq 0.48$	$> 0.0063 \leq 0.9$	$> 1/12 \leq 12$
INACEPTABLE (I)	> 12	> 0.9	> 0.48	> 0.9	> 12

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

TABLA 4.1.2

4.2 Características de los relojes.

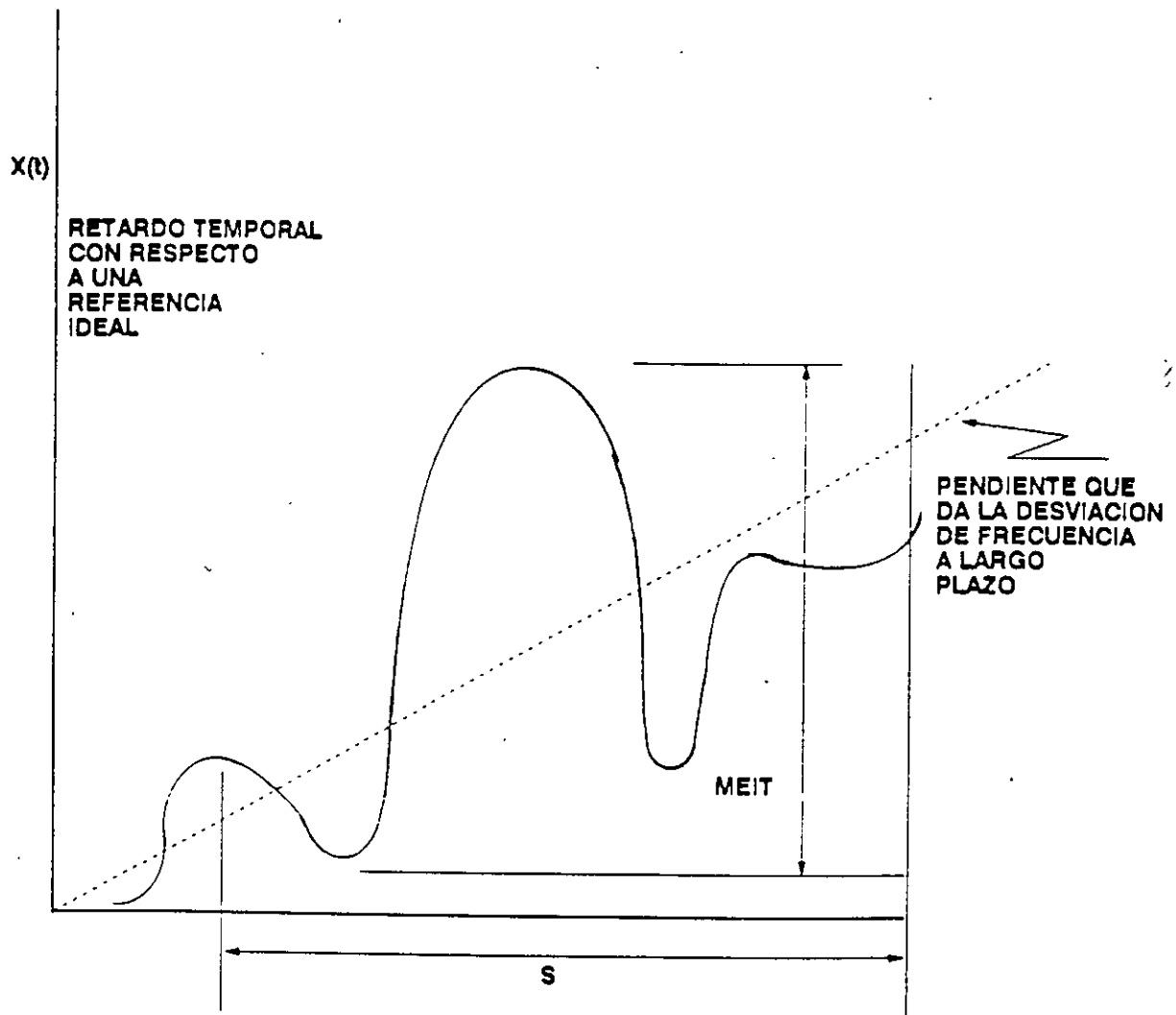
- En la RDI- los relojes se clasifican según se muestra en la tabla 4.2

TABLA 4.2		
TIPO DE RELOJ.	EXACTITUD	ESTABILIDAD (1/DIA)
I	1×10^{-11}	1×10^{-12} *
II	1×10^{-10}	1×10^{-10}
III	1×10^{-9}	1×10^{-9}

4.3 Características de los relojes de referencia primarios (Reloj Tipo I).

4.3.1 Máximo error de intervalo de tiempo (MEIT) (MTIE).

- Es la máxima variación pico-pico del retardo de tiempo de una señal de temporización dada con respecto a una señal de temporización ideal dentro de un período de tiempo particular. Esto es:
 $MTIE (s) = \text{Max. } X (t) - \text{Min. } X (t) \text{ para toda } T \text{ dentro de } S.$
- La desviación de frecuencia a largo plazo ($\Delta f/f$) o valor de exactitud está determinada por el cociente entre el MEIT y el intervalo de observación S cuando S aumenta, esto es:

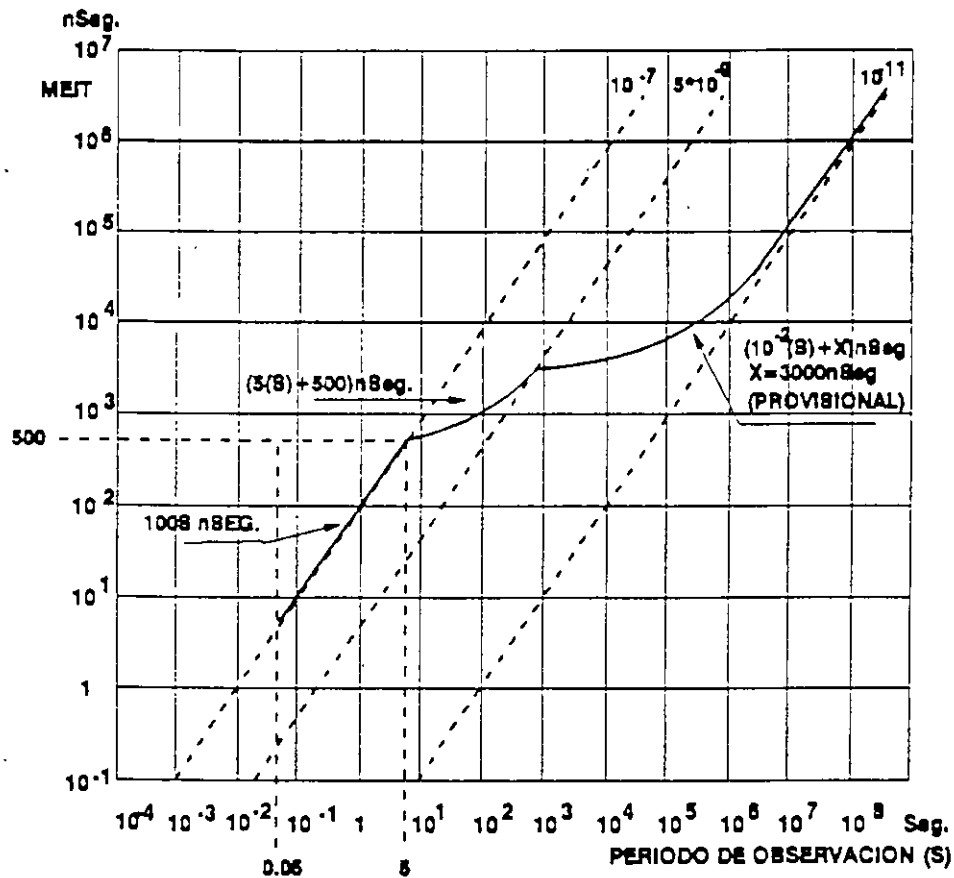


DEFINICION DE MAXIMO ERROR DE INTERVALO DE TIEMPO (MEIT)

FIGURA 1/4.3.1

- El MEIT expresa la máxima variación de fase a largo plazo admisible en un reloj de referencia primario (con salida sinusoidal o por impulsos).
- El MEIT en un periodo de S segundos no excederá los siguientes límites:
 - a) $(100 S)$ nseg. para $0.05 < S \leq 5$
 - b) $(5S + 500)$ nseg. para $5 < S \leq 500$
 - c) $(0.015 + X)$ nseg. para $S > 500$ y $X = 3000$ nseg.

La especificación global se muestra en la figura 2/4.3.1.



MAXIMO ERROR DE INTERVALO DE TIEMPO (MEIT) PERMITIDO DEBIDO A VARIACIONES DE FASE A LARGO PLAZO COMO UNA FUNCION DEL PERIODO DE OBSERVACION (S) PARA RELOJ DE REFERENCIA PRIMARIA

FIGURA 2/4.3.1

4.3.2 Desviación de frecuencia a largo plazo.

- El reloj de referencia ~~primario~~ deberá estar diseñado para "Desviaciones de frecuencia a largo plazo" no mayores de 1×10^{-11} .
- La desviación de frecuencia a largo plazo de 1×10^{-11} es cerca de dos órdenes de magnitud mayor que la incertidumbre del Tiempo Universal Coordinado (UTC). Por lo tanto, el UTC deberá ser la referencia para la desviación de frecuencia a largo plazo. (Veáse CCIR reporte 898).
- Para cumplir con lo anterior se requiere que los relojes de referencia primarios sean construidos con tecnología de Haz de Cesio.

4.3.3 Estabilidad de fase.

- Puede describirse por sus variaciones de fase que a su vez se dividen en un cierto número de componentes a saber:
 - a) Discontinuidades de fase, debido a perturbaciones transitorias.
 - b) Variaciones de fase a largo plazo. Comprende la fluctuación lenta de fase (Wander) y desviación integrada de frecuencia.
 - c) Variaciones de fase a corto plazo (también conocido como fluctuación de fase (Jitter)).

4.3.3a Descontinuidad de fase.

- Debido a que el/los nodo(s) de referencia primarios necesitan una fiabilidad muy alta, ~~se~~ *requiere* equipo duplicado o triplicado a fin de asegurar la continuidad de salida. Sin embargo, toda conmutación de un reloj a otro en el nodo de referencia o entre nodos de referencia primarios no deberá causar más que un alargamiento o acortamiento de la anchura del intervalo de la señal de temporización y no causará una discontinuidad superior a 1/8 del intervalo unitario a la salida del reloj. Así, si, la señal de salida es de 2.048 KHz., la discontinuidad de fase no deberá ser superior a 61.07 nseg.

4.3.3b Variaciones de fase a largo plazo.

- La variación de fase a largo plazo máxima permitida en la salida de un reloj de referencia primario es expresada como el MEIT, especificado en el inciso 4.3.1 de este documento.

4.3.3c Variaciones de fase a corto plazo.

- Se encuentra en estudio el Jitter del reloj de referencia primario.

4.4 Caracterización de los relojes subordinados (Relojes tipo II y III).

4.4.1 Máximo error relativo de intervalo de tiempo (MERIT) (MRTIE).

- El MERIT es análogo al MEIT definido en el inciso 4.3.1 de este documento, pero está referido a un oscilador práctico de alta calidad en vez del UTC.

4.4.2 Estabilidad de fase.

- Puede describirse por sus variaciones de fase que a su vez se dividen en un cierto número de componentes a saber.
 - a) Discontinuidad de fase. Debido a perturbaciones transitorias.
 - b) Variaciones de fase a largo plazo. Comprende la fluctuación lenta de fase (Wander) y la desviación integrada de frecuencia.
 - c) Variaciones de fase a corto plazo. También conocido como fluctuación de fase (Jitter).

4.4.2a Discontinuidad de fase.

- En los casos, infrecuentes de comprobación o reconfiguración internas en el reloj subordinado, deben satisfacerse las siguientes indicaciones:
 - a) Las variaciones de fase durante un período de hasta 2^{11} IU, no debe exceder $1/8$ de IU.
 - b) Para períodos mayores a 2^{11} IU, la variación de fase para cada intervalo ó 2^{11} IU, no deberá excederse $1/8$ de IU, hasta un total de $1\mu\text{seg}$.

Donde el valor IU es el inverso de la velocidad binaria.

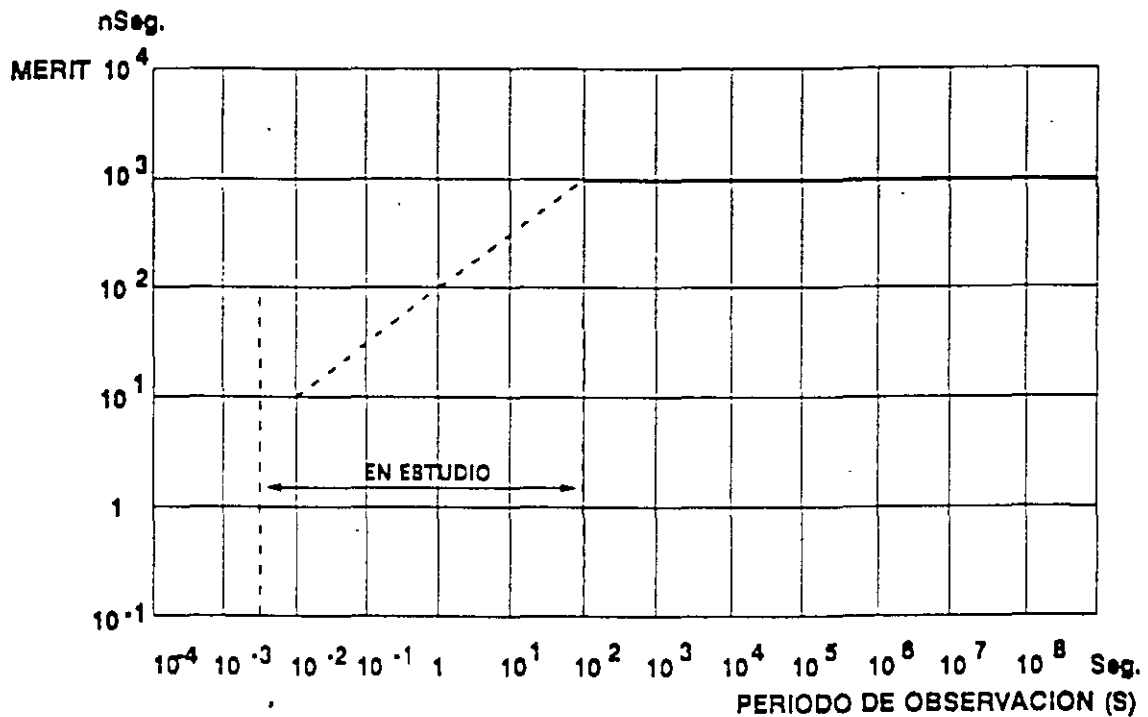
4.4.2b Variaciones de fase a largo plazo.

- Considerando que la estabilidad de fase de los relojes subordinados deben tomar en cuenta su entorno real, es necesario especificar las categorías de funcionamiento del reloj, que podemos clasificar como:
 - i) Ideal
 - ii) Forzado
 - iii) Mantenido.



4.4.2.bi Funcionamiento ideal.

- Esta categoría de funcionamiento refleja el comportamiento de un reloj en condiciones en que no existen degradaciones de la o las referencias de entrada.
- El MERIT a la salida del reloj subordinado no debe en ningún periodo de S segundos, exceder los siguientes límites:
 - 1) $0.05 < S < 100$
 - 2) 1000 nseg para $S \geq 100$
- La especificación global se muestra en la fig 4 4.2bi



MAXIMO ERROR RELATIVO DE INTERVALO DE TIEMPO PERMITIDO
DEBIDO A VARIACIONES DE FASE A LARGO PLAZO VS PERIODO
DE OBSERVACION (S) PARA RELOJES ESCLAVOS BAJO CONDICIONES
DE OPERACION IDEALES.

FIGURA 4.4.2.b.i

4.4.2.bii Funcionamiento forzado.

- Esta categoría de funcionamiento refleja el comportamiento real de un reloj considerando la influencia de las condiciones reales (forzadas) de funcionamiento. Las condiciones forzadas incluyen los efectos de la fluctuación de fase, las actividades de conmutación de protección, las ráfagas de errores.
- El resultado de estas condiciones forzadas, son causa de degradaciones de la temporización

4.4.2.biii Funcionamiento mantenido.

- Esta categoría de funcionamiento refleja el funcionamiento del reloj subordinado en las ocasiones infrecuentes que pierde la referencia durante un periodo de tiempo significativo.
- El MERIT a la salida del reloj subordinado no debe, en ningún periodo de S segundos, exceder los siguientes límites:
- $(aS + bS + c) \text{ nseg. para } S \geq 100$
- Donde las variables a, b y c toman los valores indicados en la tabla 4.4.2.biii

VARIABLE	RELOJ DE TRANSITO	RELOJ LOCAL
a	0.5 (1)	10 (3)
b	1.16×10^{-5} (2)	2.3×10^{-4} (4)
c	1000 (5)	1000 (6)

NOTAS:

(1) CORRESPONDE A UN DESPLAZAMIENTO DE FRECUENCIA INICIAL DE 5×10^{-10}

(2) CORRESPONDE A UN DERIVA DE FRECUENCIA DE $1 \times 10^{-9}/\text{Dia}$.

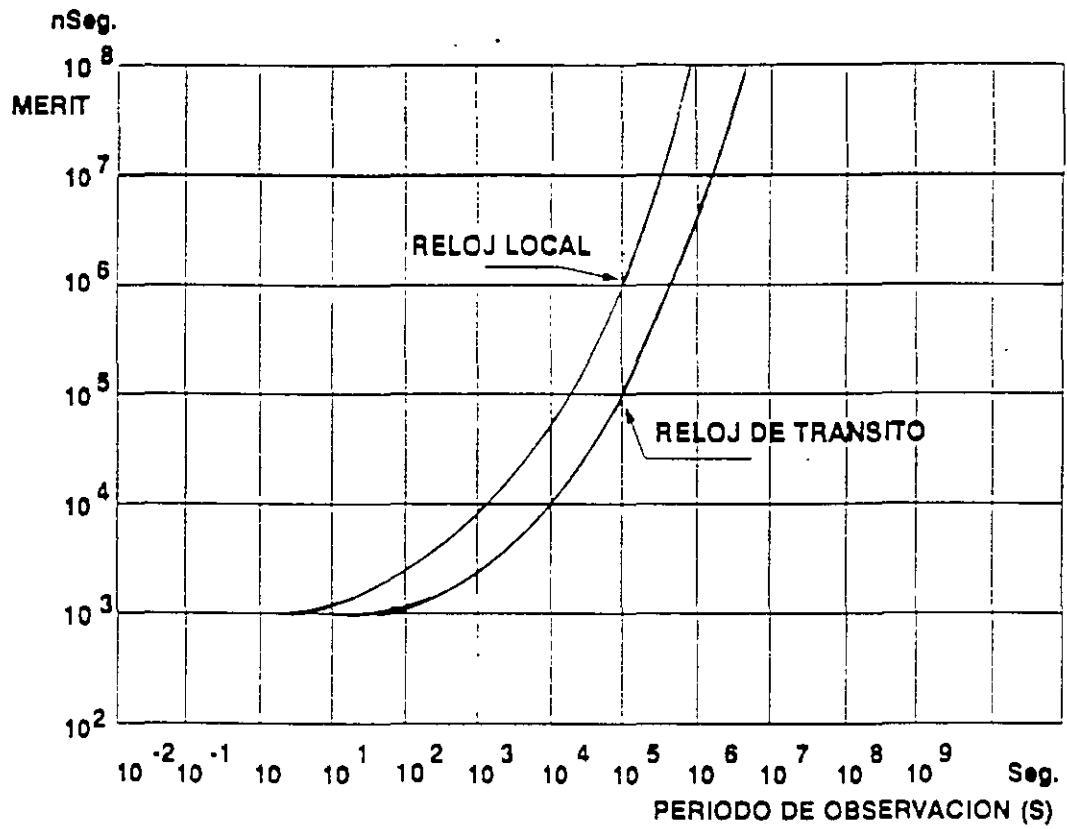
(3) CORRESPONDE A UN DESPLAZAMIENTO DE FRECUENCIA INICIAL DE 1×10^{-8}

(4) CORRESPONDE A UNA DERIVA DE FRECUENCIA DE 2×10^{-8}

(5) EFECTO DE LA TEMPERATURA.

(6) TIENE EN CUENTA CUALQUIER MERIT QUE PUEDA HABER EXISTIDO AL COMIENZO DEL FUNCIONAMIENTO "MANTENIDO" Y LOS EFECTOS DE LA RECONFIGURACION INTERNA.(Y DE LA DISTRIBUCION DE LA TEMPORIZACION) EN CUALQUIER CASO,ES NECESARIO UNA TRANSICION GRADUAL ENTRE EL FUNCIONAMIENTO "IDEAL" Y EL "MANTENIDO".

- La especificación global resultante se resume en la figura 4.4.2.b.iii.



MERIT ADMISIBLE DEBIDO A LAS VARIACIONES DE FASE A LARGO PLAZO EN FUNCION DEL PERIODO DE OBSERVACION (S) PARA UN RELOJ SUBORDINADO EN FUNCIONAMIENTO MANTENIDO.

FIGURA 4.4.2.b.iii

4.5 Fluctuación de fase (FF) y fluctuación lenta de fase (FLF).

- La fluctuación de fase comprende la fluctuación de fase (Jitter) y fluctuación lenta de fase (Wander).

4.5.1 Límites de fluctuación de fase FF en redes digitales.

- En la tabla 4.5.1 se muestran los niveles máximos admisibles de la fluctuación de fase (FF) en interfaces jerárquicos de una red digital. Estos valores son compatibles con la tolerancia mínima de FF que deben proporcionar todos los accesos de entrada del equipo requerido.

TABLA 4.5.1					
VALOR DEL PARAMETRO	LIMITE DE RED		ANCHURA DE BANDA DEL FILTRO DE MEDICION		
	B1	B2	FILTRO PASABANDA CON UNA FRECUENCIA DE CORTE INFERIOR 11 O 13 Y UNA FREC.DE CORTE SUPERIOR 14		
	IU_{pp}	IU_{pp}	11 (Hz)	13 (KHz)	14 (KHz)
VELOCIDAD BINARIA (KBPS)	11 - 14	13 - 14			
64	0.25	0.05	20	3	20
2048	1.5	0.2	20	18	100
8448	1.5	0.2	20	3	400
34368	1.5	0.15	100	10	800
139264	1.5	0.075	200	10	3500

IU = INTERVALO UNITARIO , TOMA LOS SIGUIENTES VALORES :

PARA 64 KBPS, 1IU=15.6micro seg.

PARA 2048 KBPS, 1IU=488nseg

PARA 8448 KBPS, 1IU=118nseg

PARA 34368 KBPS, 1IU=29.1nseg.

PARA 139,264 KBPS, 1IU=7.18nseg.

- El montaje para la medición de los valores indicados en la tabla 4.5.1., se muestran en la figura 4.5.1. La respuesta de frecuencia de los filtros asociados a los aparatos de medida deben tener un régimen de decremento de 20Db/década. La recomendación 0.171 describe con detalle el aparato de medida.

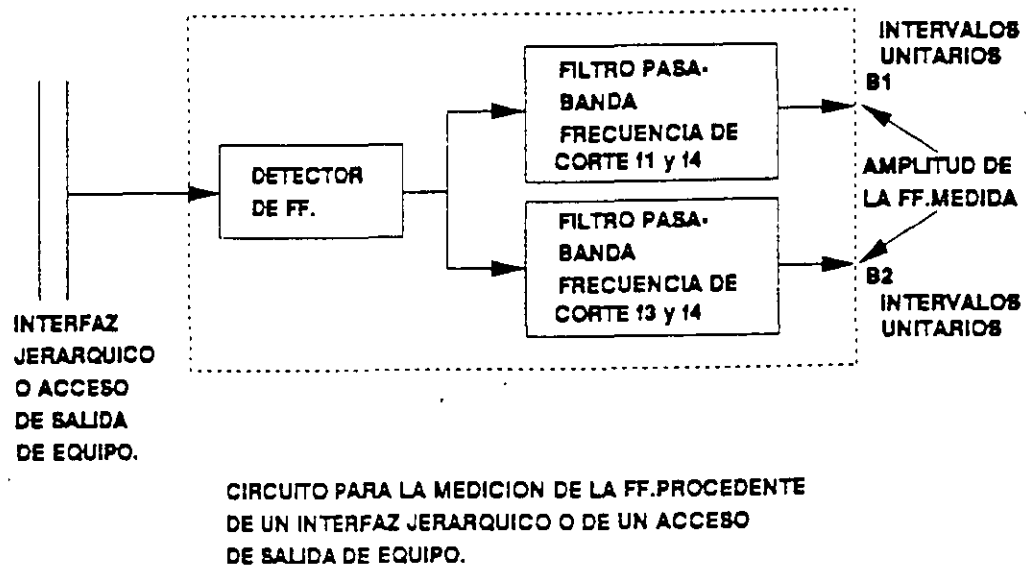


FIGURA 4.5.1

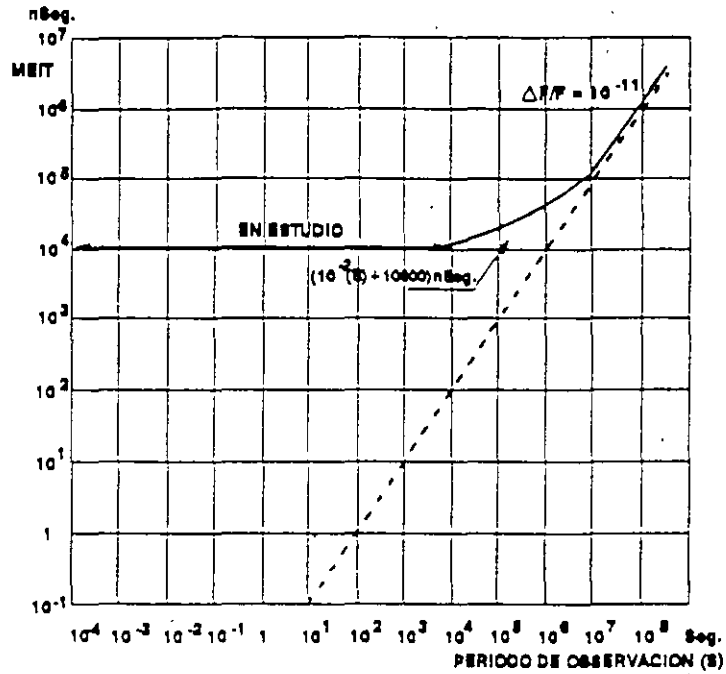
4.5.2 Límites de fluctuación lenta de fase (FLF) en redes digitales.

- El límite de red máximo para FLF en todas las interfaces jerárquicas no se tiene definido estos valores, dependen básicamente de las características del medio de transmisión y del envejecimiento de los circuitos del reloj de la central.
- Los accesos de entrada deben tolerar la FLF de acuerdo con los requerimientos de la tolerancia de entrada indicada en el inciso (3.1.1 Rec. Rev. Doc. 170692).
- Para interfaces en nodos de red, los siguientes límites son aplicables.
- El MTIE (Rec. G.811) sobre un período de S segundos, no deberá exceder los siguientes valores:

$$1) S < 10^4 \text{ seg.}$$

$$2) 10^{-11} \cdot S \text{ seg} + 10\mu\text{seg.}$$

- La especificación completa se ilustra en la figura 4.5.2 (Fig. 2/G.823).
- Nota: El MTIE total de 10μseg adicional al tiempo promedio, puede sólo ocurrir en la salida del último nodo en la cadena de nodos.



MAXIMO ERROR DE INTERVALO DE TIEMPO (MEIT) PERMITIDO
VERSUS PERIODO DE OBSERVACION (S) PARA LA SALIDA
DE UN NODO DE RED.

4.5.3 Limites de fluctuación de fase en equipo digital.

- Para equipos digitales individuales tales como multiplexores, regeneradores radios digitales, etc. es necesario especificar la calidad de funcionamiento respecto a la fluctuación de fase (FF) de tres maneras:
 1. Tolerancia de fluctuación de fase en los accesos de entradas digitales, ver 4.5.3.1.
 2. Fluctuación de fase máxima a la salida en ausencia de una fluctuación de fase a la entrada, ver 4.5.3.2.
 3. Características de transferencia de la fluctuación de fase, ver 4.5.3.3.

4.5.3.1 Tolerancia de fluctuación de fase en los accesos de entradas digitales.

- Por conveniencia para su medición, la tolerancia de FF y FLF requerida se define en función de la amplitud y la frecuencia de una FF sinusoidal que, al modular una señal de prueba, no causa una degradación apreciable del funcionamiento del equipo. Así pues, todos los accesos de entrada digital de los equipos deben estar en condiciones de tolerar una señal digital cuyas características eléctricas cumplen la Rec. G.703 pero modulada por una FLF sinusoidal que tiene una relación amplitud frecuencia definida en la figura 4.5.3.1 y en la tabla 4.5.3.1.
- Lo anterior debe cumplirse cualquiera que sea el contenido de información de la señal digital. Para pruebas, el contenido binario equivalente de la señal modulada por la FF debe ser una frecuencia binaria pseudoaleatoria como se indica en la tabla 4 5 3.1.

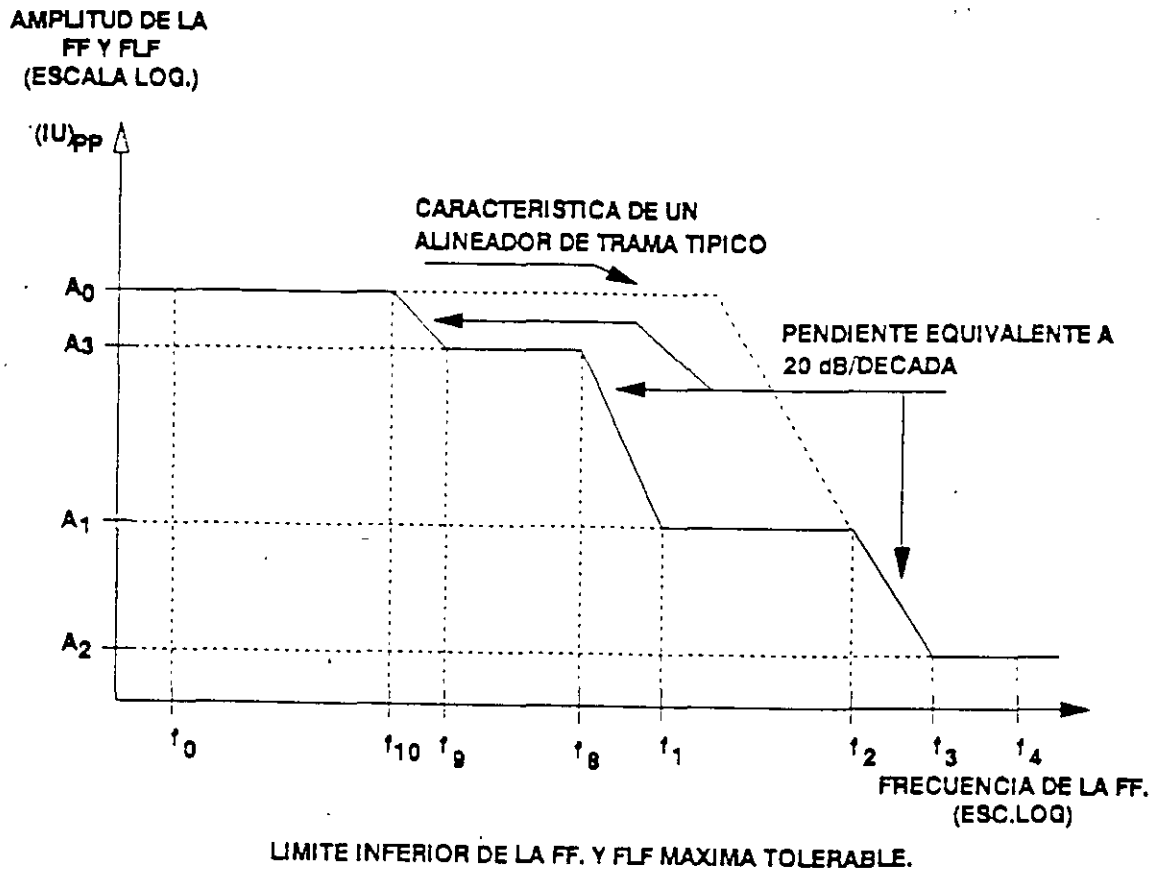


FIGURA 4.5.3.1

TABLA 4.5.3.1

VELO- CIDAD BINARIA (KBPS)	AMPLITUD				FRECUENCIA								SEÑAL DE PRUEBA PSEUDO- ALEATORIA
	RJ pp				FLF.				FF.				
	A ₀	A ₃	A ₁	A ₂	f ₀ Hz	f ₁₀ Hz	f ₉ Hz	f ₈ Hz	f ₁ Hz	f ₂ KHz	f ₃ KHz	f ₄ KHz	
64	1.15	*	0.25	0.05		*	*	*	20	0.6	3	20	2 ¹¹⁻¹ (Rec. O.152)
2048	36.9 (18µS)	18 **	1.5	0.2	1.2 x	4.88*10 ⁻³ **	0.01 **	1.667 **	20	2.4 (93Hz)	18 (700Hz)	100	2 ¹⁵⁻¹ (Rec. O.151)
8448	152 (18µS)	*	1.5	0.2	10 ⁻⁵	*	*	*	20	0.4 (10.7)	3 (80)	400	2 ¹⁵⁻¹ (Rec. O.151)
34308	618.6 (18µS)	*	1.5	0.15	*	*	*	*	100	1	10	800	2 ²³⁻¹ (Rec. O.151)
139264	2506.6 (18µS)	*	1.5	.075	*	*	*	*	200	0.5	10	3500	2 ²³⁻¹ (Rec. O.151)

* : VALORES EN ESTUDIO.

** : ESTOS VALORES NO SE UTILIZAN CUANDO EL ENLACE TRANSPORTA SEÑAL DE SINCRONIZACION

RJ : INTERVALO UNITARIO

PARA INTERFACES, EN REDES NACIONALES LOS VALORES EN PARENTESIS PARA F₂ Y F₃, PUEDEN SER UTILIZADOS.

VALOR DE LOS PARAMETROS PARA LAS TOLERANCIAS DE ENTRADA DE FF.Y FLF.

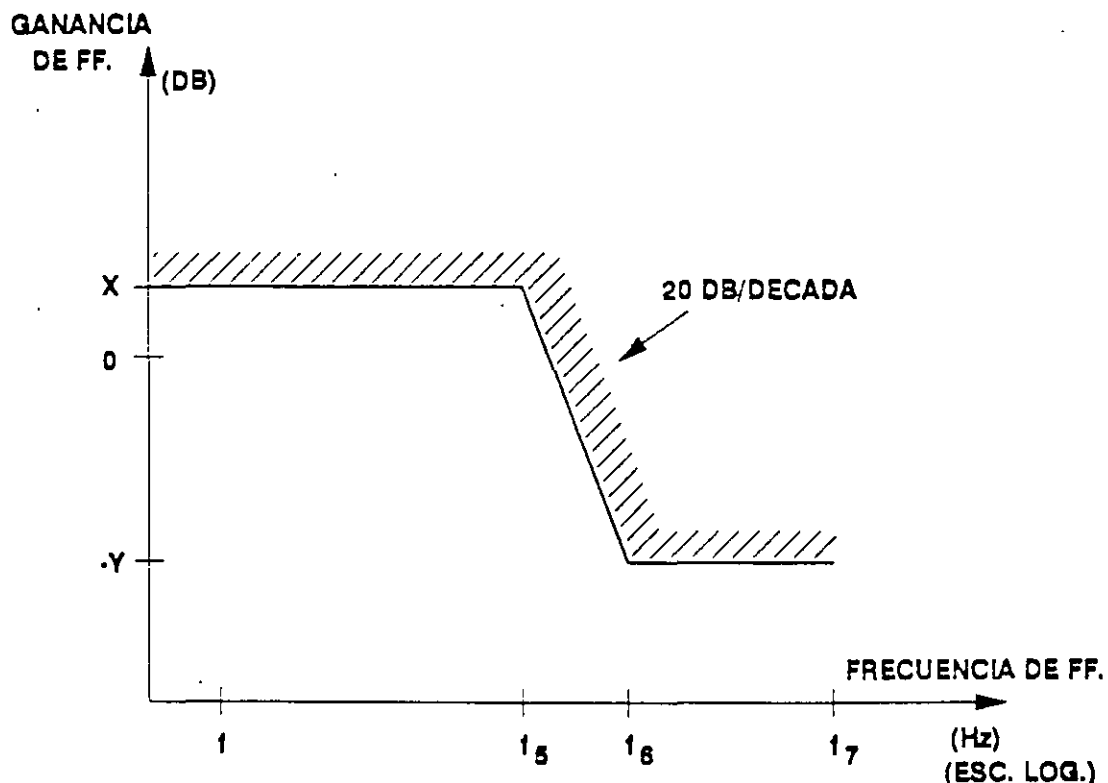
- Se considera que los efectos de la FLF son predominantes en frecuencias abajo de f₁. En muchos equipos de transmisión, tales como sistema de línea digital y muldex sincronicos que utilizan técnicas de justificación, son transparentes a estos cambios de fase de muy baja frecuencia. Sin embargo, es necesario admitir la FLF en la entrada de ciertos equipos (Por ejemplo conmutadores digitales y MULDEX sincronicos)
- A diferencia de la parte de la plantilla contenida entre f₁ y f₄ y que reflejan la FF máxima permisible en una red digital, la parte de la plantilla a bajo de f₁, no está destina a representar la FLF máxima admisible que puede producirse en la práctica. Por debajo de la frecuencia f₁, la plantilla se establece de forma que, en caso necesario, el valor de el nivel de almacenamiento de la memoria a la entrada de un equipo, facilite la admisión de la FLF generada en una gran proporción de conexiones reales.
- Una entrada que sincroniza a un nodo y otro que no sincroniza el nodo, pueden derivar sus respectivas temporizaciones de el mismo reloj de referencia, pero sobre diferentes trayectorias, y pueden por lo tanto, en un caso extremo tener una desviación con fase opuesta. La esperada desviación de fase relativa máxima es de 18µseg, la cual debe ser absorbida por el equipo.
- Un intervalo corto inverso del TIE relativo entre la señal de entrada y la señal de temporización interna de el equipo terminal después de la ocurrencia de un deslizamiento controlado, no debe causar otro deslizamiento. Con el objeto de prevenir tales deslizamientos, el equipo debe ser diseñado con una histéresis adecuada para este fenómeno. Esta histéresis debe ser al menos de 18 microsegundos

4.5.3.2 Fluctuación de fase máxima a la salida en ausencia de una fluctuación de fase a la entrada.

- Es necesario limitar el nivel de la FF; producida dentro de los diferentes equipos. En las recomendaciones sobre sistemas específicos se definen los niveles máximos de FF que pueden generarse en ausencia de una ff a la entrada. Los límites efectivos aplicados dependen del tipo de equipo y deberán respetarse cualquiera que sea el contenido de información de la señal digital. En cualquier caso, los límites no sobrepasan nunca el límite máximo de red permitido (ver tabla 4.5.1).

4.5.3.3 Características de transferencia de la fluctuación de fase y de la fluctuación lenta de fase

- La función de transferencia de la fluctuación de fase se define como el valor de la ganancia de la FF versus, la frecuencia de la FF donde la ganancia es la razón de el valor de entrada y el valor de salida de la amplitud de la FF para una tasa de bit's dado. Cuando la FF está presente en el puerto de entrada del equipo digital, en muchos casos, algunas partes de la FF se transmite a el correspondiente puerto de salida digital. Muchos tipos de equipo digital atenúan inherentemente los componentes de la FF de frecuencia elevada presentes a la entrada.
- Para controlar la FF en una cascada homogénea de equipos digitales, es importante restringir el valor de la ganancia de la FF. La transferencia de la FF para un equipo digital particular, puede ser medido usando una señal digital modulada por la FF sinusoidal.
- La figura 4.5.3.3 muestra la plantilla general de las características de transferencia de la FF.



CARACTERISTICA TIPICA DE TRANSFERENCIA DE FLUCTUACION DE FASE.

FIGURA 4.5.3.3

4.5.4 Secciones digitales.

4.5.4.1 Con el fin de asegurar que no se rebase el límite de red máximo dentro de una red digital, es necesario controlar la fluctuación de fase producida por los sistemas de transmisión.

- Los límites de la fluctuación de fase para las secciones digitales se dan en la Rec. G.921 (U17-7) en estas se incluye lo siguiente:

Tolerancia.

- Límite inferior de la fluctuación de fase admisible a la entrada. Se deben satisfacer los requisitos especificados en la fig. 4.5.3.1 y la tabla 4.5.3.1.

Función de transferencia.

- Características de transferencia de la fluctuación de fase. La ganancia máxima de la función de transferencia de la ff no deberá ser superior a 1dB

- FF Generada.

- Fluctuación de fase a la salida en ausencia de fluctuación de fase a la entrada. La fluctuación de fase máxima pico a pico, en ausencia de fluctuación de fase a la entrada, para cualquier condición válida de la señal, no deberá exceder del límite indicado en la tabla 4.5.4

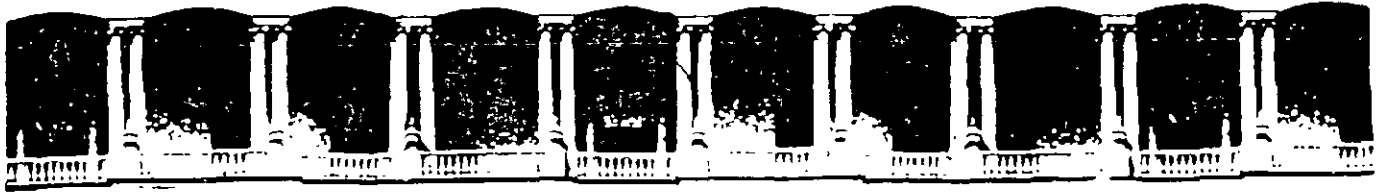
TABLA 4.5.4						
VELOCIDAD BINARIA (KBPS)	LONGITUD DE LA S.D.F.R. (Km)	FF MÁXIMA A LA SALIDA PARA LONGITUDES DE SECCION DIGITAL NO SUPERIOR A LA DE LA S.D.F.R.		ANCHURA DE BANDA DEL FILTRO DE MEDICION		
		IU _{PP}		FILTRO PASABANDA CON UNA FRECUENCIA DE CORTE INFERIOR f ₁ O f ₃ Y UNA FRECUENCIA DE CORTE SUPERIOR f ₄		
		LIMITE DE BAJA FRECUENCIA (f ₁ -f ₄)	LIMITE DE ALTA FRECUENCIA (f ₃ -f ₄)	f ₁ (Hz)	f ₃ (KHz)	f ₄ (KHz)
2048	50	0.75	0.2	20	18 (700Hz)	100
8448	50	0.75	0.2	20	3 (80)	400
34368	50	0.75	0.15	100	10	800
34368	280	0.75	0.15	100	10	800
139284	280	0.75	0.075	200	10	3500

S.D.F.R.:SECCION DIGITAL FICTICIA DE REFERENCIA.

IU :INTERVALO UNITARIO.

FF.:FLUCTUACION DE FASE.

FF MAXIMA A LA SALIDA EN AUSENCIA DE FF A LA ENTRADA,
PARA LONGITUDES DE SECCION DIGITAL NO SUPERIORES A LA S.D.F.R.



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

CURSOS ABIERTOS

IX CURSO INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

MÓDULO IV

**REDES DIGITALES:
"ACTUALIDAD Y PERSPECTIVA"**

TEMA

MULTIPLEXAJE

**CONFERENCISTA
ING. GABRIEL MÉNDEZ HERNÁNDEZ
PALACIO DE MINERÍA
MAYO 2000**

MULTIPLEXAJE

ACTUALIDAD Y PERSPECTIVA

MULTIPLEXAJE

- ↳ INTRODUCCIÓN
- ↳ DESCRIPCIONES
- ↳ MULTIPLEXORES PDH
- ↳ ACTUALIDAD Y PERSPECTIVA

MULTIPLEXORES PDH

INTRODUCCIÓN

EN LA PRESENTE SECCIÓN SE ABORDARÁ EL TEMA DE MULTIPLEXAJE DIGITAL CONSIDERANDO LAS DIFERENTES JERARQUIAS QUE EXISTEN EN LA ACTUALIDAD EN LA JERARQUIA PLESIOCRONA, ASI MISMO SE PRESENTA UNA SIPNOSIS DE LAS PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS TECNICAS QUE DEFINEN A LOS DIFERENTES MULTIPLEXORES.

MULTIPLEXORES PDH

DEFINICIONES

4007 **frame**

F: trame

S: trama

A cyclic set of consecutive time slots in which the relative position of each time slot can be identified.

4008 **multiframe**

F: multitrame

S: multitrama

A cyclic set of consecutive frames in which the relative position of each frame can be identified

MULTIPLEXORES PDH

DEFINICIONES

2024 **jitter**

F: gigue

S: fluctuación de fase

Short-term non-cumulative variations of the significant instants of a digital signal from their ideal positions in time.

2025 **wander**

F: dérapage

S: fluctuación lenta de fase

Long-term non-cumulative variations of the significant instants of a digital signal from their ideal positions in time.

MULTIPLEXORES PDH

DEFINICIONES

2.6 Timing

6001 timing signal

F: signal de rythme

S: señal de temporización

A cyclic signal used to control the timing of operations.

6002 timing recovery [timing extraction]

F: récupération du rythme

S: recuperación de la temporización [extracción de la temporización]

The derivation of a timing signal from a received signal.

6003 retiming

F: réajustement du rythme

S: reajuste de la temporización

Adjustment of the intervals between the significant instants of a digital signal, by reference to a timing signal.

6004 time-slot

F: créneau temporel [intervalle de temps]

S: intervalo de tiempo [sector de tiempo, celda de tiempo]

Any cyclic time interval that can be recognized and defined uniquely

MULTIPLEXORES PDH

DEFINICIONES

6008 frame alignment time-slot

F: créneau temporel de verrouillage de trame

S: intervalo de tiempo de alineación de trama

A time slot occupying the same relative position in every frame and used to transmit the frame alignment signal.

MULTIPLEXORES PDH

DEFINICIONES

6014 **isochronous**

F: isochrone

S: isócrono

The essential characteristic of a time-scale or a signal such that the time intervals between consecutive significant instants either have the same duration or durations that are integral multiples of the shortest duration

NOTE - In practice, variations in the time intervals are constrained within specified limits.

6015 **anisochronous**

F: anisochrone

S: anisócrono

The essential characteristic of a time-scale or a signal such that the time intervals between consecutive significant instants do not necessarily have the same duration or durations that are integral multiples of the shortest duration

6016 **synchronous [mesochronous]**

F: synchronie [mésochrone]

S: sincrono [mesócrono]

The essential characteristic of time-scales or signals such that their corresponding significant instants occur at precisely the same average rate

NOTE - The timing relationship between corresponding significant instants usually varies between specified limits

MULTIPLEXORES PDH

DEFINICIONES

6019 **plesiochronous**

F: plésiochrone
S: plesiócrono

The essential characteristic of time-scales or signals such that their corresponding significant instants occur at nominally the same rate, any variation in rate being constrained within specified limits.

NOTES

- 1 Two signals having the same nominal digit rate, but not stemming from the same clock or homochronous clocks, are usually plesiochronous
- 2 There is no limit to the time relationship between corresponding significant instants.

6020 **heterochronous**

F: hétérochrone
S: heterócrono

The essential characteristic of time-scales or signals such that their corresponding significant instants occur at different nominal rates.

NOTES

- 1 Two signals having different nominal digit rates, and not stemming from the same clock or from homochronous clocks are usually heterochronous
- 2 Terms 6014 to 6020 are based on the following Greek roots:
 - iso = equal
 - homo = same
 - plesio = near
 - hetero = different.

MULTIPLEXORES PDH

DEFINICIONES

CODIGO AMI

ES UN CODIGO TEMARIO EN EL CUAL LAS MARCAS SE VAN ALTERNANDO EN POLARIDAD EN FORMA CONSECUTIVA.

- 1) CADA MARCA "1" EN LA SEÑAL BINARIA ES CODIFICADA ALTERNATIVAMENTE COMO UN PULSO POSITIVO SEGUIDO DE UN PULSO NEGATIVO.
- 2) CADA ESPACIO ES REPRESENTADO POR UN NO PULSO

CODIGO HDB3

HDB-3 ES UN CODIGO DE 3 NIVELES EN DONDE CUALQUIER SECUENCIA BINARIA EN LINEA NO INCLUYE MAS DE 3 ESPACIOS CONSECUTIVOS, ES IDENTICO AL CODIGO AMI (INVERSIÓN ALTERNA DE MARCAS) EN DONDE EN EL CODIGO HDB3 ADEMÁS UNA CADENA DE 4 ESPACIOS EN LA SEÑAL BINARIA SE CODIFICA YA SEA COMO 000V O 100V SIENDO V UNA MARCA QUE VIOLA LA REGLA DE INVERSIÓN ALTERNA DE MARCAS TENIENDO LA MISMA POLARIDAD QUE LA MARCA ANTERIOR.

VIOLACIONES SUCESIVAS DEBEN ALTERNARSE EN POLARIDAD PARA QUE NO EXISTA UN COMPONENTE DE DC EXISTA EN LA LINEA.

LA SECUENCIA 100V SE UTILIZA CUANDO UNA MARCA ANTERIOR TIENE LA MISMA POLARIDAD QUE LA VIOLACIÓN PRECEDENTE O ES POR SI MISMA UNA VIOLACIÓN.

LA SECUENCIA 000V SE UTILIZA CUANDO LA MARCA INMEDIAMENTE ANTERIOR ES DE LA POLARIDAD OPUESTA A LA DE LA VIOLACIÓN PRECEDENTE Y NO ES UNA VIOLACIÓN POR SI MISMA.

MULTIPLEXORES PDH

DEFINICIONES

CODIGO HDB3

VENTAJAS:

LA MAXIMA DENSIDAD DE POTENCIA DEL ESPECTRO EN FRECUENCIA DE LA SEÑAL SE SITUA ALREDEDOR DE LA MITAD DE LA FRECUENCIA DE SINCRONIA.

LA FRECUENCIA DE SINCRONIA NO APARECE EN EL ESPECTRO

NO EXISTE UNA COMPONENTE DE DC.

SECUENCIAS LARGAS DE CEROS SON ELIMINADAS PARA FACILITAR LA RECUPERACIÓN DE LA SEÑAL DE SINCRONIA.

SU REDUNDANCIA PERMITE OBTENER LA DETECCIÓN DE ERRORES EN EL EXTREMO DE RECEPCIÓN.

MULTIPLEXORES PDH

DEFINICIONES

CODIGO CMI

INVERSION DE MARCA CODIFICADA, ES UNA CODIFICACIÓN DE 2 NIVELES SIN RETORNO A CERO (NRZ) EN ESTE CASO:

- ↳ BINARIO 0 ES CODIFICADO DE FORMA TAL QUE LOS NIVELES DE AMPLITUD A1 Y A2 SE ALCANZAN CONSECUTIVAMENTE, CADA UNA DURANTE UN MEDIO INTERVALO DE TIEMPO.
- ↳ BINARIO 1 ES CODIFICADO YA SEA POR EL NIVEL DE AMPLITUD A1 O EL NIVEL DE AMPLITUD A2 DURANTE UN INTERVALO COMPLETO DE UNIDAD DE TIEMPO DE FORMA TAL QUE LOS NIVELES SE ALTERNAN PARA LOS 1 BINARIOS SUCEIVOS.

MULTIPLEXORES PDH DEFINICIONES

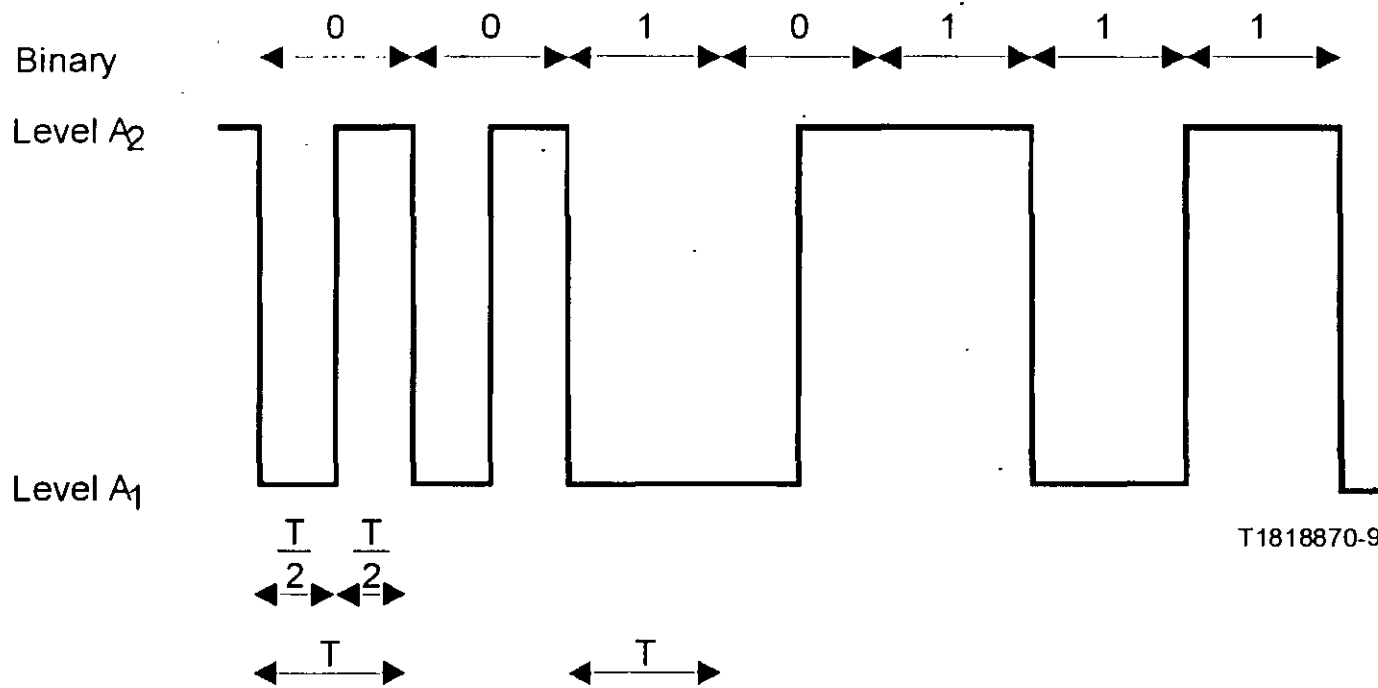


FIGURE 18/G.703

Example of CMI coded binary signal

MULTIPLEXORES DEFINICIONES

MULTIPLEXORES POR DIVISION DE FRECUENCIA:

EN ESTE TIPO DE MULTIPLEXORES SE DIVIDE LA UTILIZACIÓN DEL MEDIO DE TRANSMISIÓN EN FRECUENCIA PARA ENVIAR EN CADA BANDA DE FRECUENCIA LA INFORMACIÓN DE UNO DE LOS CANALES A MULTIPLEXAR.

MULTIPLEXORES POR DIVISION DE TIEMPO:

EN ESTE TIPO DE MULTIPLEXORES SE DIVIDE EL TIEMPO DE UTILIZACIÓN DEL MEDIO DE TRANSMISIÓN PARA ENVIAR EN CADA INTERVALO DE TIEMPO LA INFORMACIÓN DE UNO DE LOS CANALES A MULTIPLEXAR.

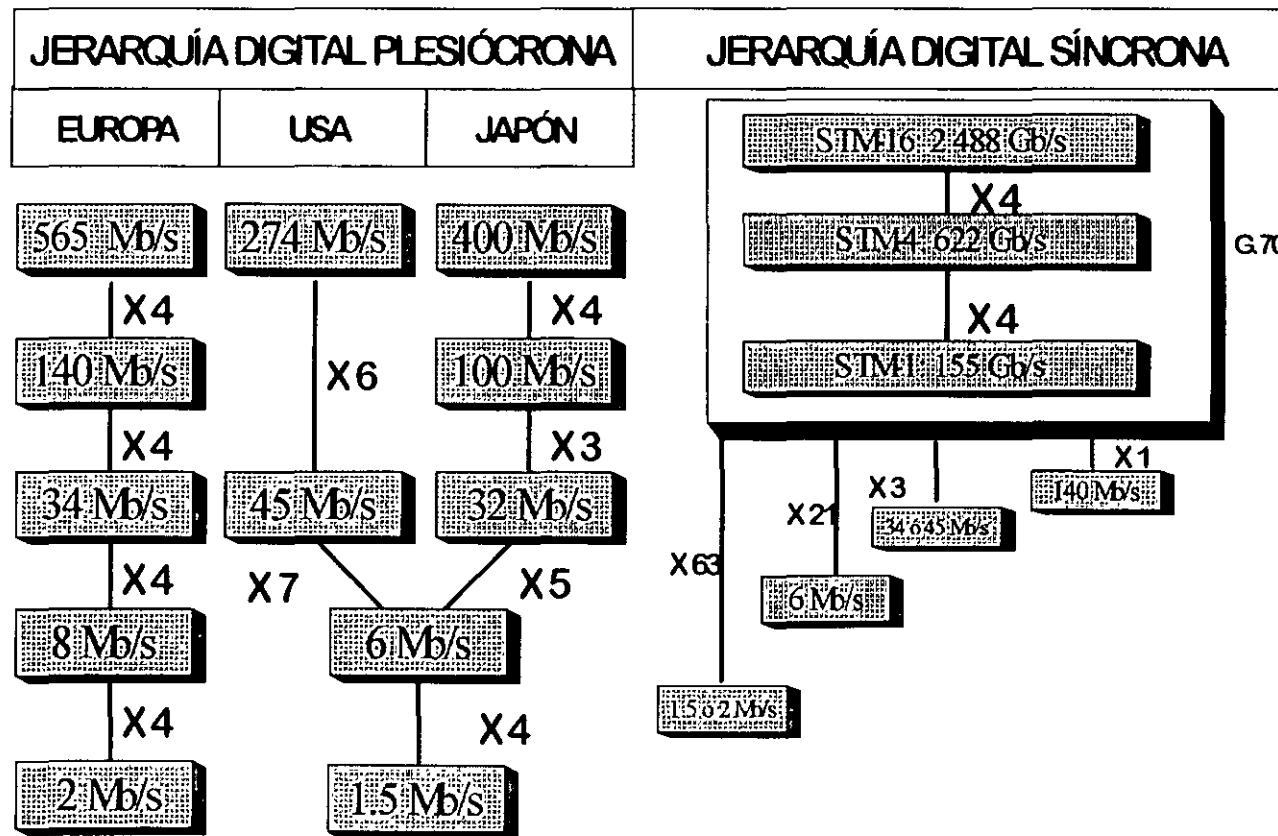
LOS MULTIPLEXORES PDH SON DEL TIPO TDM REALIZANDO LA MULTIPLEXACIÓN DE BIT A BIT DE CADA UNO DE LOS AFLUENTES O TRIBUTARIOS.

LOS AFLUENTES DE LOS MULTIPLEXORES PDH CORRESPONDEN A SEÑALES DIGITALES QUE SE ENCUENTRAN NORMALIZADAS DENTRO DE UNA JERARQUIA DIGITAL, EXISTIENDO 2 VERTIENTES LA AMERICANA BASADA EN SEÑALES DE 1544Kbit/s Y LA EUROPEA BASADA EN SEÑALES DE 2048Kbits/s ESTAS SEÑALES PUEDEN PROVENIR DE MULTIPLEXORES MIC, MULTIPLEXORES DE DATOS CODIFICADORES DE VIDEO U OTROS.

MULTIPLEXORES PDH JERARQUIAS

Nivel de Jerarquía Digital	velocidades binarias jerarquía (kbit/s) para redes con la jerarquía digital basada en un primer orden de:		
	1544K bit/s		2048K bit/s
1	1544		2048
2	6312		8448
3	32 064	44 736	34368
4	97 728		139264

MULTIPLEXORES PDH JERARQUIAS



MULTIPLEXORES PDH NIVELES JERARQUICOS A 2MB/S

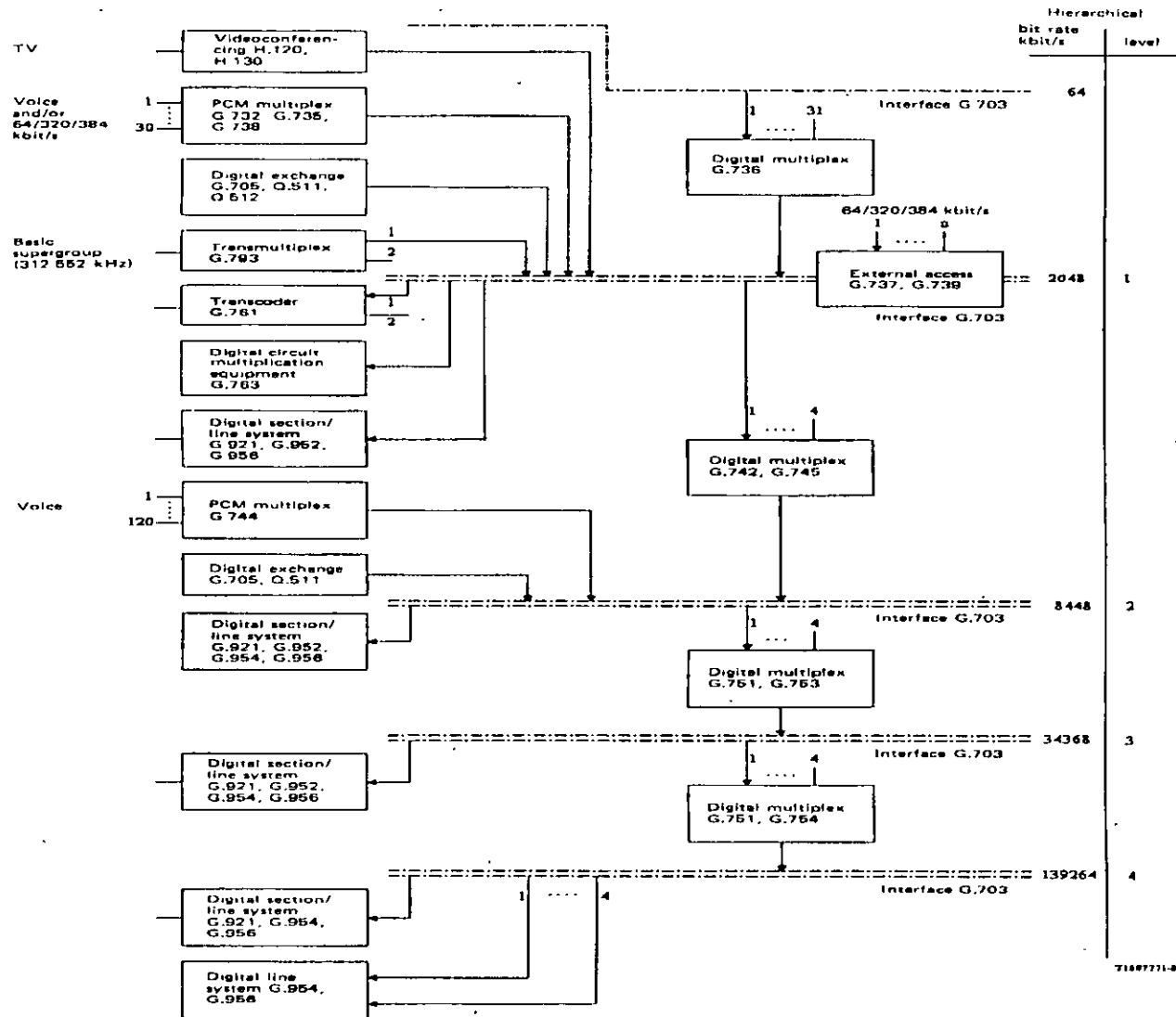


FIGURE 2/G.702
Hierarchical bit rates for networks with the digital hierarchy based on the first level bit rate of 2048 kbit/s

MULTIPLEXORES PDH NIVELES JERARQUICOS A 1.5MB/S

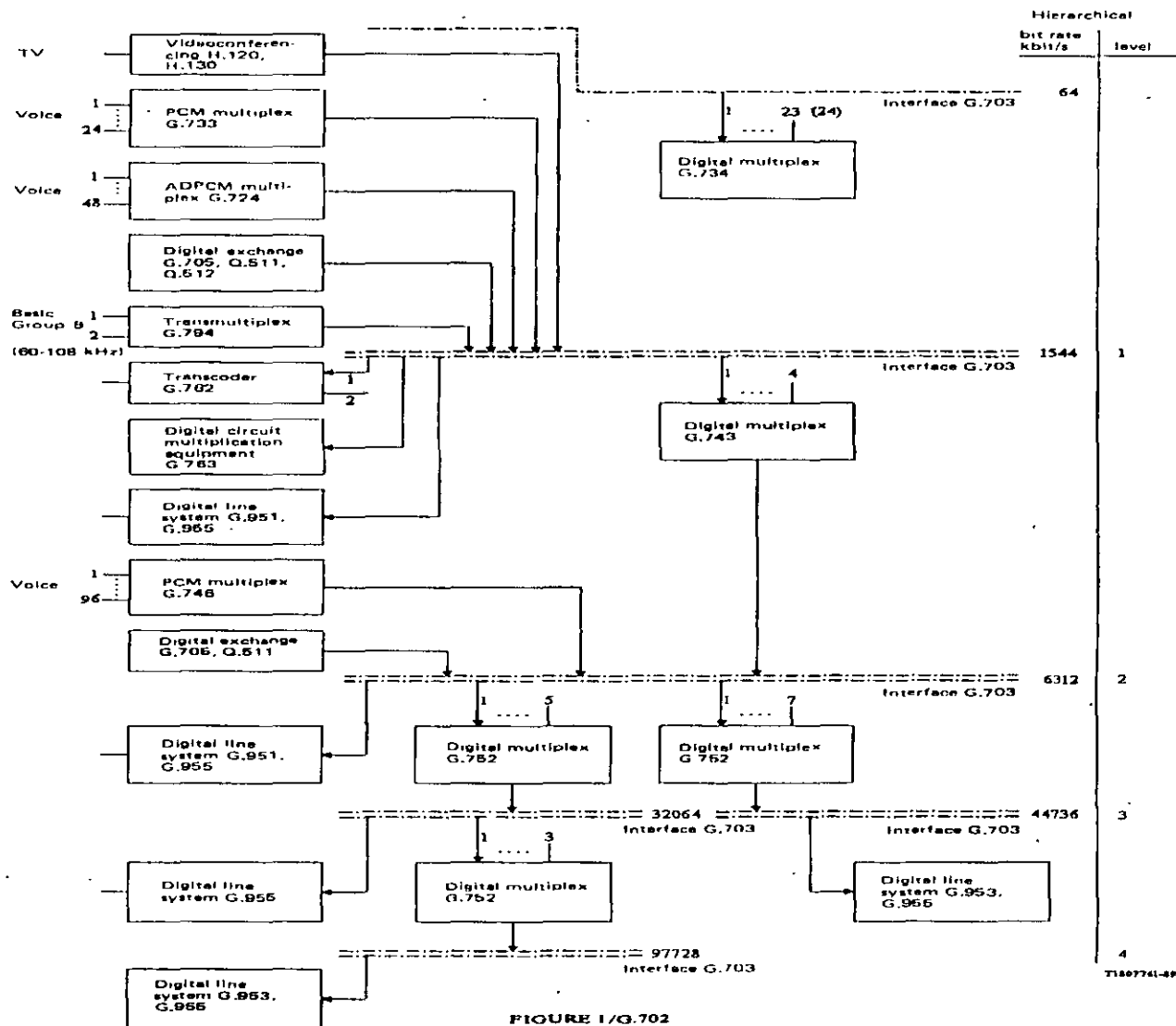


FIGURE 1/G.702
Hierarchical bit rates for networks with the digital hierarchy based on the first level bit rate of 1544 kbit/s

MULTIPLEXORES PDH

MULTIPLEXOR DE PRIMER ORDEN

MULTIPLEX MIC DE PRIMER ORDEN 2048Kbit/s.

ESTE EQUIPO MULTIPLEXA 30 SEÑALES, SEÑALES DE VOZ MODULADAS MEDIANTE TECNICA MIC (PCM) O DATOS EMPAQUETADOS A 64KB/S O NX64KBIT/S, FORMANDO UNA TRAMA DE 30 INTERVALOS DE TIEMPO AL QUE SE LE AÑADEN UN INTERVALO MAS PARA SINCRONIA Y UNO MAS PARA SEÑALIZACIÓN.

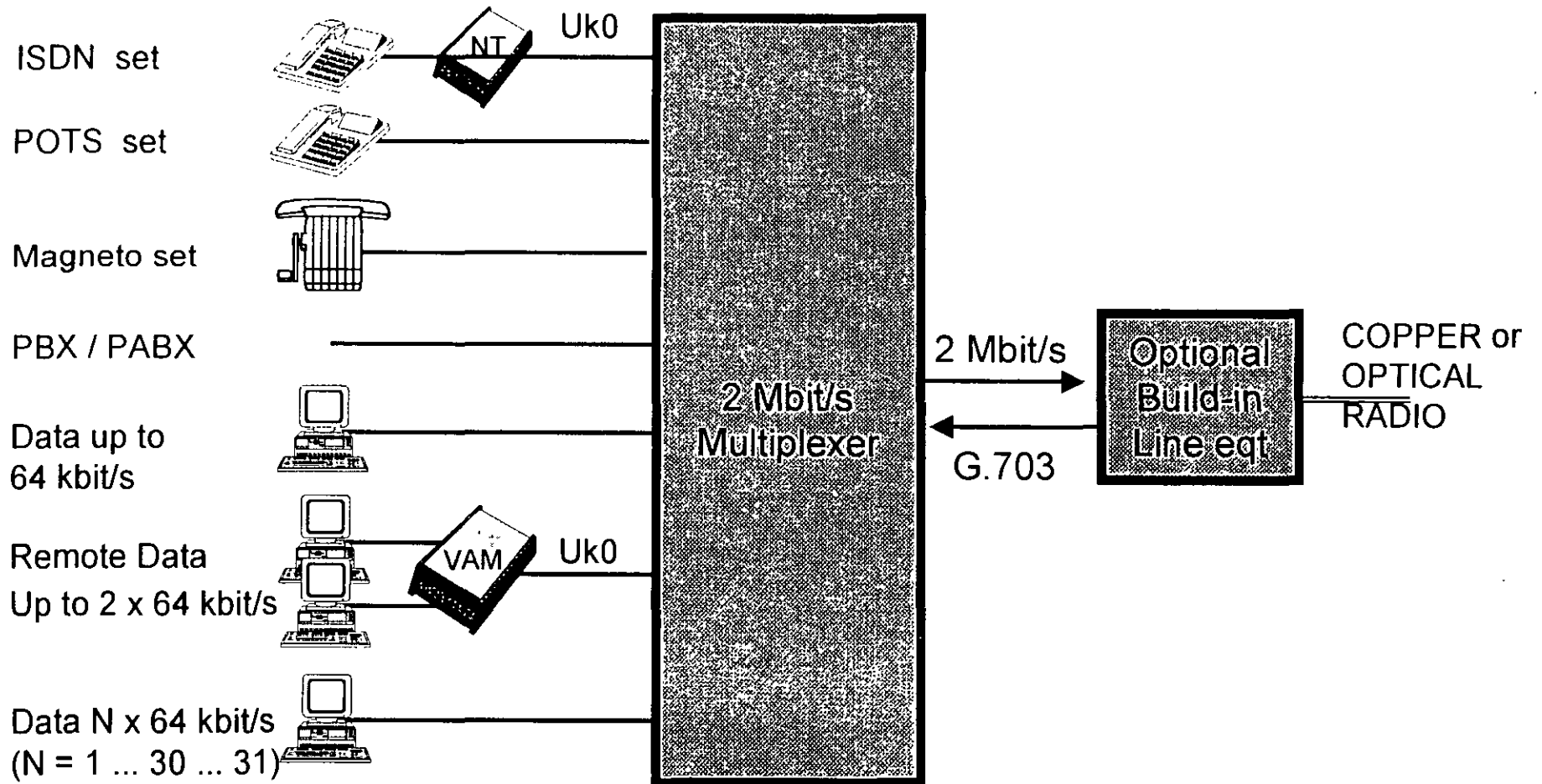
CARACTERÍSTICAS GENERALES

CAUDAL NOMINAL DE LA SEÑAL MULTIPLEXADA	2048 Kbit/s +/- 50 x 10 ⁻⁶
CAPACIDAD EQUIVALENTE DE CANALES A 64Kbit/s	30
ESTRUCTURA DE TRAMA	CONFORME A REC. G.704 CONFORME A REC. G.732

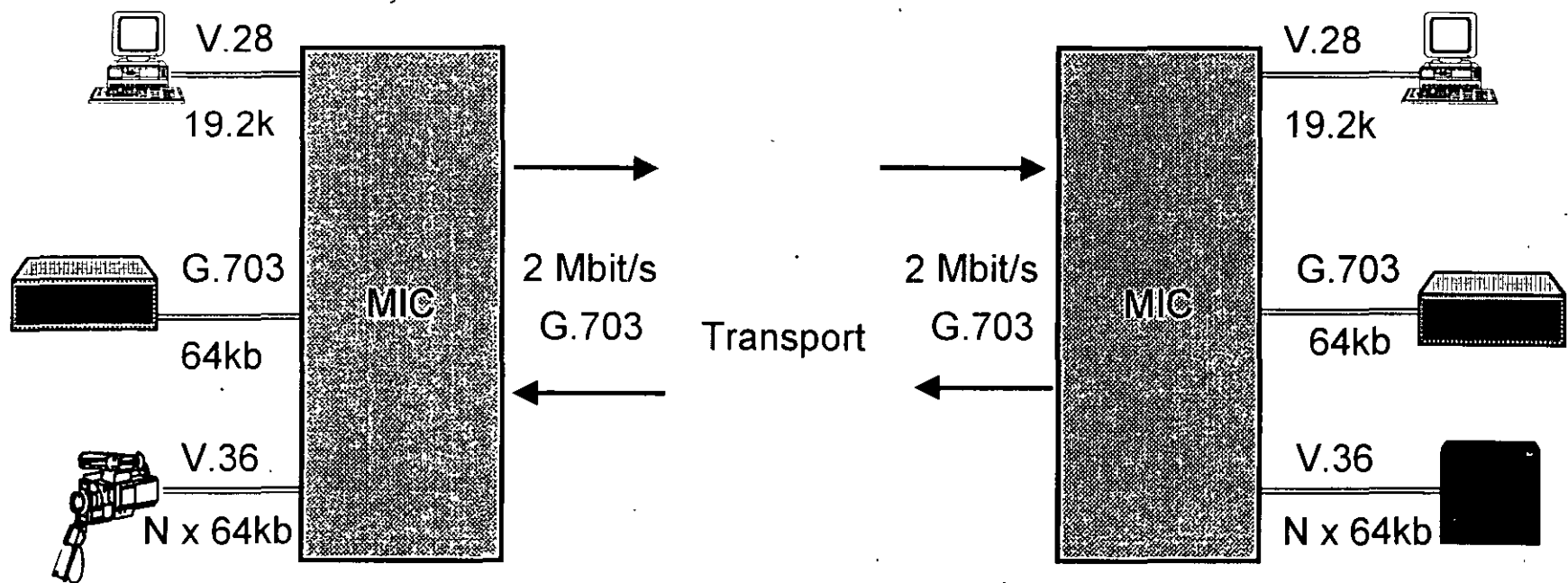
INTERFAZ DIGITAL A 2048Kbit/s

IMPEDANCIA	120 OHMS par simétrico 75 Ohms cable Coaxial
CODIGO	HDB3
ATENUACION ADMISIBLE A LA ENTRADA A 1024Kbit/s	6dB

MULTIPLEXORES PDH MULTIPLEXOR DE PRIMER ORDEN



MULTIPLEXORES PDH MULTIPLEXOR DE PRIMER ORDEN



MULTIPLEXORES PDH

INTRODUCCIÓN

JUSTIFICACIÓN POSITIVA:

EN REDES ASINCRONAS LOS RELOJES DE 2048Kbit/s DE LOS EQUIPOS SON INDEPENDIENTES. LAS FRECUENCIA DE SINCRONIA TIENE EL MISMO VALOR NOMINAL, SIN EMBARGO PUEDEN VARIAR DENTRO DE LIMITES ESPECIFICADOS.

PARA PODER REALIZAR UNA MULTIPLEXACIÓN POR DIVISIÓN DE TIEMPO LA SEÑALES DEBEN SER ANTES SINCRONIZADAS, PARA ELLO LAS SEÑALES SON CONVERTIDAS A UNA VELOCIDAD LIGERAMENTE MAYOR DE SU VALOR NOMINAL Y LA DIFERENCIA ES COMPENSADA AÑADIENDO BITS DE JUSTIFICACIÓN O DE RELLENO LO CUAL ES CONOCIDO COMO JUSTIFICACIÓN POSITIVA.

PARA QUE EN LA RECEPCIÓN ESOS BITS PUEDAN SER RECONOCIDOS Y ELIMINADOS PARA PODER RECONSTRUIR LA SEÑAL EN FORMA EXACTA, LOS BITS DE JUSTIFICACIÓN DEBEN TENER UNA POSICIÓN ESPECIFICA DENTRO DE LA TRAMA.

LA PRESENCIA O AUSENCIA DE BITS DE JUSTIFICACIÓN ES DEFINIDA MEDIANTE BITS DE CONTROL DE JUSTIFICACIÓN QUE NORMALMENTE SON 3. UNA SEÑAL 111 INDICA QUE EXISTEN BITS DE JUSTIFICACIÓN MIENTRAS QUE UNA SEÑAL 000 INDICA AUSENCIA.

EN LA RECEPCIÓN SE APLICA UN CRITERIO DE MAYORIA PARA DEFINIR SI EXISTE O NO BITS DE JUSTIFICACIÓN.

MULTIPLEXORES PDH

INTRODUCCIÓN

JUSTIFICACIÓN POSITIVA:

UNA MEMORIA BUFFER ES USADA ADEMÁS DE UN COMPARADOR DE FASE PARA PROCESAR CADA SEÑAL. LOS DATOS DE ENTRADA SE ESCRIBEN A UNA VELOCIDAD F_e Y SON LEIDOS A UNA VELOCIDAD LIGERAMENTE MAYOR, LA MEMORIA TENDRÁ A VACIARSE PARA COMPENSAR LA DIFERENCIA EN TEMPORIZACIÓN EL DISPOSITIVO PERIODICAMENTE REALIZARÁ UNA OPERACIÓN DE JUSTIFICACIÓN QUE INVOLUCRA LA REPETICIÓN DE LA LECTURA DE UN BIT. ESTA OPERACIÓN ES REQUERIDA POR EL COMPARADOR DE FASE Y SE REALIZA EN UN TIEMPO ESPECÍFICO DENTRO DE LA TRAMA MEDIANTE LA CANCELACIÓN DE UN INTERVALO DE TIEMPO CARACTERÍSTICO EN LA SEÑAL DE TEMPORIZACIÓN DE LECTURA.

LO ANTERIOR INCLUYE DISCONTINUIDADES DEBIDO A LA ESTRUCTURA DE TRAMA COMO SON LA INSERCIÓN DE LA PALABRA DE ALINEAMIENTO DE TRAMA, LOS BITS DE SERVICIO, LOS BITS DE CONTROL DE JUSTIFICACIÓN Y LOS PROPIOS BITS DE JUSTIFICACIÓN.

MULTIPLEXORES PDH

INTRODUCCIÓN

VARIACIONES DE FASE (JITTER):

LAS VARIACIONES DE FASE SON UNA CARACTERÍSTICA DE LAS SEÑALES DIGITALES, SU PRINCIPAL ORIGEN ES DURANTE LA TRANSMISIÓN DE LAS SEÑALES SOBRE LOS SISTEMAS DE LINEA.

LAS VARIACIONES DE FASE SE DEBEN AL FENOMENO DE TIEMPO DE ESPERA: DURANTE LA SOLICITUD DE JUSTIFICACIÓN EN LA TRANSMISIÓN PUEDE OCURRIR EN CUALQUIER MOMENTO SIN EMBARGO ESTA SE REALIZA SOLO DURANTE UN TIEMPO ESPECIFICO DURANTE LA TRAMA. EN LA RECEPCIÓN LOS CIRCUITOS DE AMARRE EN FASE QUE RECONSTITUYEN LA SEÑAL PUEDEN REDUCIR LAS VARIACIONES DE FASE PERO NO PUEDEN ELIMINAR LOS COMPONENTES DE MUY BAJA FRECUENCIA .

MULTIPLEXORES PDH

INTRODUCCIÓN

SEÑAL DE INDICACIÓN DE ALARMA AIS :

CUANDO UNA FALLA OCURRE EN LA TRANSMISIÓN DE LA SEÑALES ESTAS SON SUBSTITUIDAS POR UNA SEÑAL DE INDICACIÓN DE ALARMA, EL CONTENIDO DE ESTA SEÑAL ES DE TODOS "1". :

LA RECEPCIÓN DE UNA SEÑAL AIS INDICA QUE UN DEFECTO HA SIDO DETECTADO EN ALGUN PUNTO DENTRO DE LA TRANSMISIÓN DE LA SEÑAL POR LO QUE SE EVITA QUE EL DEFECTO SEA DETECTADO EN TODOS LOS PUNTOS DE TRANSITO DE LA SEÑAL.

MULTIPLEXORES PDH

INTRODUCCIÓN

MULTIPLEXACIÓN DIGITAL:

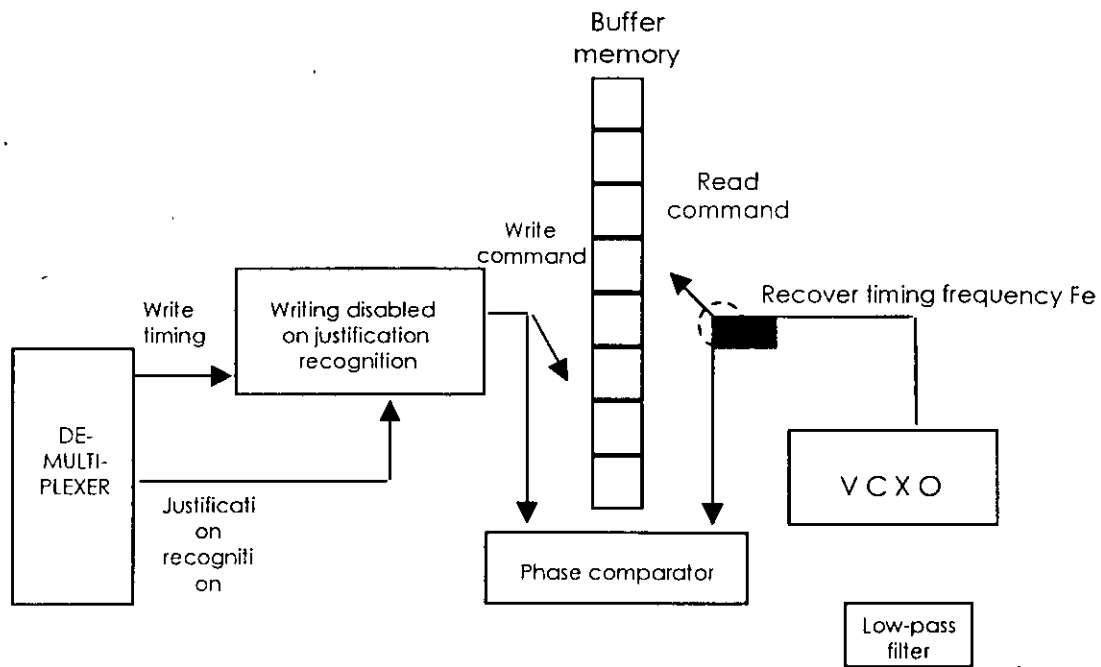
LA MULTIPLEXACIÓN SE REALIZA MEDIANTE LA INTERCALACIÓN CICLICA DE LOS CANALES BITS DE MARCA SE INTRODUCEN A INTERVALOS REGULARES PARA CONFERIR UNA ESTRUCTURA PERIÓDICA PERMITIENDO EN LA RECEPCIÓN LA IDENTIFICACIÓN DE LOS CANALES

UNA SEÑAL MULTIPLEXADA CONTIENE:

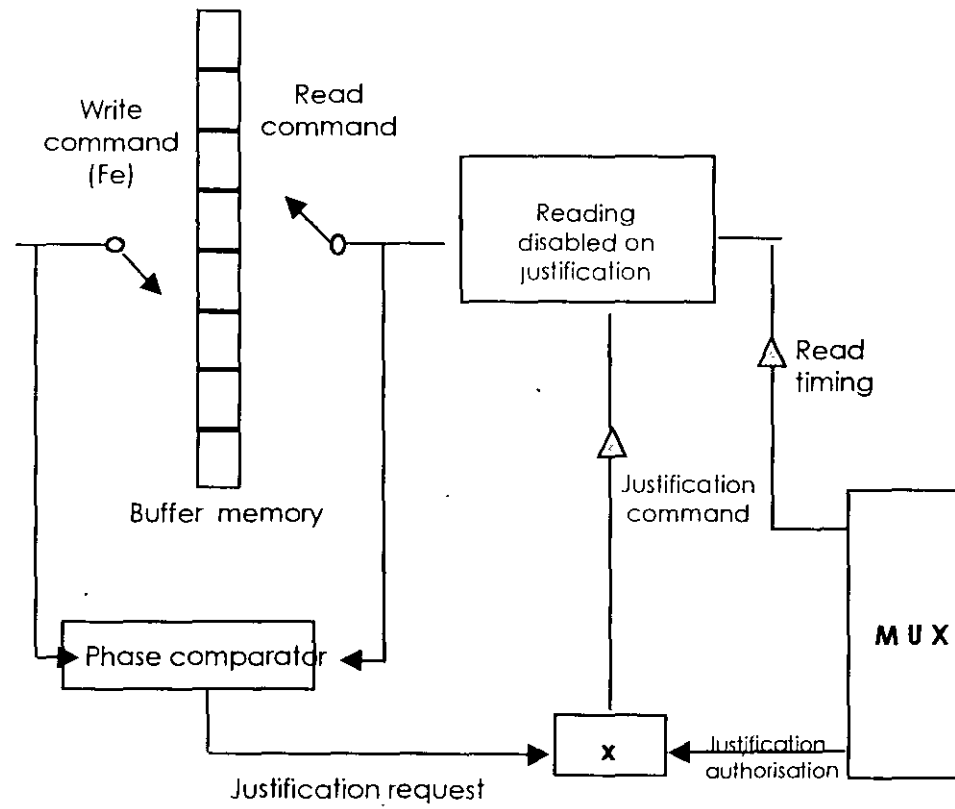
- ↳ LOS BITS DE MARCA QUE CORRESPONDEN A LA PALABRA DE ALINEAMIENTO DE TRAMA.
- ↳ LOS BITS DE SERVICIO
- ↳ LOS BITS DE DATOS DE LAS 4 SEÑALES DE ENTRADA INTERCALADOS.
- ↳ LOS BITS DE JUSTIFICACIÓN Y LOS DE CONTROL DE JUSTIFICACIÓN.

UNA TRAMA DE UNA SEÑAL DE 8448Kbit/s ESTA FORMADA POR 848 BITS Y SE DIVIDE EN 4 SECTORES DE 212 BITS. EL PRIMER SECTOR CONTIENE LA PALABRA DE ALINEAMIENTO DE TRAMA Y LOS BITS DE SERVICIO LOS SECTORES S2, S3 Y S4 CONTIENEN LOS BITS DE CONTROL DE JUSTIFICACIÓN, ADEMAS EN EL SECTOR S4 SE UBICAN LOS BITS DE JUSTIFICACIÓN.

MULTIPLEXORES PDH



MULTIPLEXORES PDH



MULTIPLEXORES PDH

JERARQUIA MULTIPLEXORES 2MB/S

MULTIPLEX DE 2-8 (SEGUNDO ORDEN)

ESTE EQUIPO MULTIPLEXA 4 SEÑALES AFLUENTES PLESIÓCRONAS A 2048 Kbit/s EN UNA SEÑAL RESULTANTE A 8448 Kbit/s Y EN EL SENTIDO INVERSO DEMULTIPLEXA UNA SEÑAL DE 8448Kbit/s EN 4 SEÑALES AFLUENTES DE 2048Kbit/s.

MULTIPLEX DE 8-34 (TERCER ORDEN)

ESTE EQUIPO MULTIPLEXA 4 SEÑALES AFLUENTES PLESIÓCRONAS A 8448 Kbit/s EN UNA SEÑAL RESULTANTE A 8448 Kbit/s Y EN EL SENTIDO INVERSO DEMULTIPLEXA UNA SEÑAL DE 8448Kbit/s EN 4 SEÑALES AFLUENTES DE 34368Kbit/s.

MULTIPLEX DE 34-140 (CUARTO ORDEN)

ESTE EQUIPO MULTIPLEXA 4 SEÑALES AFLUENTES PLESIÓCRONAS A 34368 Kbit/s EN UNA SEÑAL RESULTANTE A 8448 Kbit/s Y EN EL SENTIDO INVERSO DEMULTIPLEXA UNA SEÑAL DE 8448Kbit/s EN 4 SEÑALES AFLUENTES DE 139264Kbit/s.

MULTIPLEXORES PDH

MULTIPLEXORES DE SEGUNDO ORDEN

MULTIPLEX DE 2-8

ESTE EQUIPO MULTIPLEXA 4 SEÑALES AFLUENTES PLESIÓCRONAS A 2048 Kbit/s EN UNA SEÑAL RESULTANTE A 8448 Kbit/s Y EN EL SENTIDO INVERSO DEMULTIPLEXA UNA SEÑAL DE 8448Kbit/s EN 4 SEÑALES AFLUENTES DE 2048Kbit/s.

CARACTERÍSTICAS GENERALES

CANTIDAD DE AFLUENTES	4
VELOCIDAD NOMINAL DE LOS AFLUENTES	2048 Kbit/S +/- 50×10^{-6}
CAUDAL NOMINAL DE LA SEÑAL MULTIPLEXADA	8448 Kbit/s. +/- 30×10^{-6}
CAPACIDAD EQUIVALENTE DE CANALES A 64Kbit/s	120.
ESTRUCTURA DE TRAMA	CONFORME A REC. G.742

INTERFAZ DIGITAL A 2048Kbit/s

IMPEDANCIA	120 OHMS par simétrico 75 Ohms cable Coaxial
CODIGO	HDB3
ATENUACION ADMISIBLE A LA ENTRADA A 1024Kbit/s	6dB

INTERFAZ DIGITAL A 8448Kbit/s

IMPEDANCIA	75 Ohms cable Coaxial
CODIGO	HDB3
ATENUACION ADMISIBLE A LA ENTRADA A 4224Kbit/s	6dB

FLUCTUACIONES DE FASE	CONFORME A REC. G.823
COMPORTAMIENTO DE ERRORES	CONFORME A REC G.821.

MULTIPLEXORES PDH

MULTIPLEXORES DE SEGUNDO ORDEN

ESTRUCTURA DE TRAMA 8448Kbit/s	bits dentro de la trama
SECTOR S1	Bits 1 a 212
Palabra de alineamiento de trama (1111010000)	1 a 10
Bits de reserva	11 y 12*
Bits de los flujos de entrada	13 a 212
SECTOR S2	213 a 424
Bits de control de Justificación	1 a 4
Bits de los flujos de entrada	5 a 212
SECTOR S3	425 a 636
Bits de control de Justificación	1 a 4
Bits de los flujos de entrada	5 a 212
SECTOR S4	637 a 848
Bits de control de Justificación	1 a 4
Bits de Justificación de los flujos de entrada	5 a 8
Bits de los flujos de entrada	9 a 212
Longitud de trama	848
cantidad de bits por flujo de entrada por trama	206
máxima velocidad de justificación por flujo de entrada (una justificación por trama)	9.962Kbit/s
Frecuencia de solicitud de justificación a máxima justificación	0.424

Bit No 11 se utiliza para transmitir una indicación de alarma al equipo multiplexor distante. Tiene un valor de 1 en caso de alarma.

Bit No 12 esta reservado para uso nacional y se fija a 1 en caso de cruce fronteras.

MULTIPLEXORES PDH

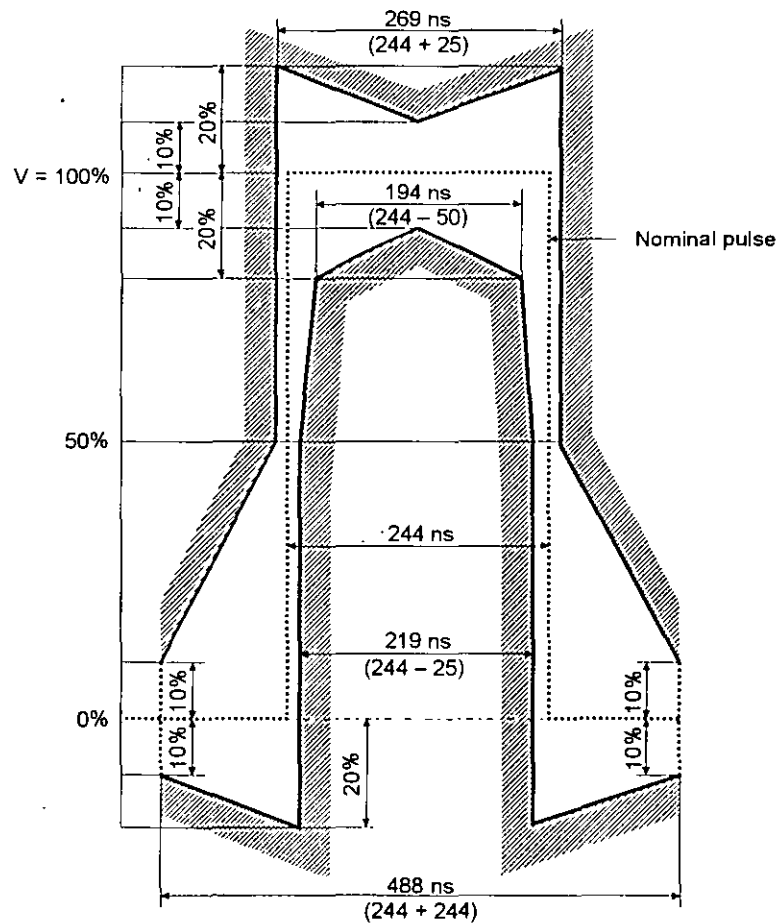
MULTIPLEXORES DE SEGUNDO ORDEN

TABLE 6/G.703

Pulse shape (nominally rectangular)	All marks of a valid signal must conform with the mask (see Figure 15/G.703) irrespective of the sign. The value V corresponds to the nominal peak value.	
Pair(s) in each direction	One coaxial pair (see § 6.4)	One symmetrical pair (see § 6.4)
Test load impedance	75 ohms resistive	120 ohms resistive
Nominal peak voltage of a mark (pulse)	2.37 V	3 V
Peak voltage of a space (no pulse)	0 ± 0.237 V	0 ± 0.3 V
Nominal pulse width	244 ns	
Ratio of the amplitudes of positive and negative pulses at the centre of the pulse interval	0.95 to 1.05	
Ratio of the widths of positive and negative pulses at the nominal half amplitude	0.95 to 1.05	
Maximum peak-to-peak jitter at an output port	Refer to § 2 of Recommendation G.823	

MULTIPLEXORES PDH

MULTIPLEXORES DE SEGUNDO ORDEN



T1818840-9

FIGURE 15/G.703

Mask of the pulse at the 2048 kbit/s interface

MULTIPLEXORES PDH

MULTIPLEXORES DE SEGUNDO ORDEN

TABLA 2/G.742 CONDICIONES DE FALLA Y ACCIONES CONSECUENTES

Parte del Equipo	Condición de Falla	Acciones consecuentes				
		Generación de indicación de alarma para mantenimiento inmediato	Generación de Indicación de alarma al multiplexor remoto	Aplicación de AIS		
				Para todas las tributarias	A la señal compuesta	En el intervalo de tiempo de la señal compuesta
Multiplexor Demultiplexor	Falla de Fuente de Alimentación	Si		Si de ser práctico	Si de ser práctico	
Multiplexor solamente	Pérdida de la señal de entrada de tributario	Si				Si
Demultiplexor solamente	Pérdida de señal de entrada a 8448Kbit/s	Si	Si	Si		
	Pérdida de la señal de alineamiento	Si	Si	Si		
	Indicación de alarma recibida desde el equipo multiplexor remoto	Si	Si	Si		

MULTIPLEXORES PDH

MULTIPLEXOR TERCER ORDEN

MULTIPLEX DE 8-34

ESTE EQUIPO MULTIPLEXA 4 SEÑALES AFLUENTES PLESIÓCRONAS A 8448 Kbit/s EN UNA SEÑAL RESULTANTE A 8448 Kbit/s Y EN EL SENTIDO INVERSO DEMULTIPLEXA UNA SEÑAL DE 8448Kbit/s EN 4 SEÑALES AFLUENTES DE 34368Kbit/s.

CARACTERÍSTICAS GENERALES

CANTIDAD DE AFLUENTES	4
VELOCIDAD NOMINAL DE LOS AFLUENTES	8448.Kbit/s. +/- 30×10^{-6}
CAUDAL NOMINAL DE LA SEÑAL MULTIPLEXADA	34368 Kbit/s. +/- 20×10^{-6}
CAPACIDAD EQUIVALENTE DE CANALES A 64Kbit/s	480.
ESTRUCTURA DE TRAMA	CONFORME A REC. G.751

INTERFAZ DIGITAL A 8448Kbit/s

IMPEDANCIA	CONFORME A G.703
CODIGO	75 Ohms cable Coaxial
ATENUACION ADMISIBLE A LA ENTRADA A 4224Kbit/s	HDB3
	6dB

INTERFAZ DIGITAL A 34368Kbit/s

IMPEDANCIA	CONFORME A G.703
CODIGO	75 Ohms cable Coaxial
ATENUACION ADMISIBLE A LA ENTRADA A 17184Kbit/s	HDB3
	12dB

FLUCTUACIONES DE FASE

COMPORTAMIENTO DE ERRORES

CONFORME A REC. G.823
CONFORME A REC G.821.

MULTIPLEXORES PDH

MULTIPLEXOR TERCER ORDEN

ESTRUCTURA DE TRAMA 34368Kbit/s	bits dentro d la trama
<p>SECTOR S1</p> <p>Palabra de alineamiento de trama (1111010000)</p> <p>Bits de reserva</p> <p>Bits de los flujos de entrada</p> <p>SECTOR S2</p> <p>Bits de control de Justificación</p> <p>Bits de los flujos de entrada</p> <p>SECTOR S3</p> <p>Bits de control de Justificación</p> <p>Bits de los flujos de entrada</p> <p>SECTOR S4</p> <p>Bits de control de Justificación</p> <p>Bits de Justificación de los flujos de entrada</p> <p>Bits de los flujos de entrada</p>	<p>Bits 1 a 384</p> <p>1 a 10</p> <p>11 y 12*</p> <p>13 a 384</p> <p>385 a 768</p> <p>1 a 4</p> <p>5 a 384</p> <p>769 a 1152</p> <p>1 a 4</p> <p>5 a 384</p> <p>1153 a 1536</p> <p>1 a 4</p> <p>5 a 8</p> <p>9 a 384</p>
<p>Longitud de trama</p> <p>cantidad de bits por flujo de entrada por trama</p> <p>máxima velocidad de justificación por flujo de entrada (una justificación por trama)</p> <p>Frecuencia de solicitud de justificación a máxima justificación</p>	<p>1536</p> <p>378</p> <p>22375Kbit/s</p> <p>0.436</p>
<p>Bit No 11 se utiliza para transmitir una indicación de alarma al equipo multiplexor distante. Tiene un valor de 1 en caso de alarma.</p> <p>Bit No 12 esta reservado para uso nacional y se fija a 1 en caso de cruce fronteras.</p>	

MULTIPLEXORES PDH MULTIPLEXOR TERCER ORDEN

TABLE 7/G.703

Pulse shape (nominally rectangular)	All marks of a valid signal must conform with mask (Figure 16/G.703) irrespective of the signal rate
Pair(s) in each direction	One coaxial pair (see § 7.4)
Test load impedance	75 ohms resistive
Nominal peak voltage of a mark (pulse)	2.37 V
Peak voltage of a space (no pulse)	0 V ± 0.237 V
Nominal pulse width	59 ns
Ratio of the amplitudes of positive and negative pulses at the centre of the pulse interval	0.95 to 1.05
Ratio of widths of positive and negative pulses at the nominal half amplitude	0.95 to 1.05
Maximum peak-to-peak jitter at an output port	Refer to § 2 of Recommendation G.823

MULTIPLEXORES PDH MULTIPLEXOR TERCER ORDEN

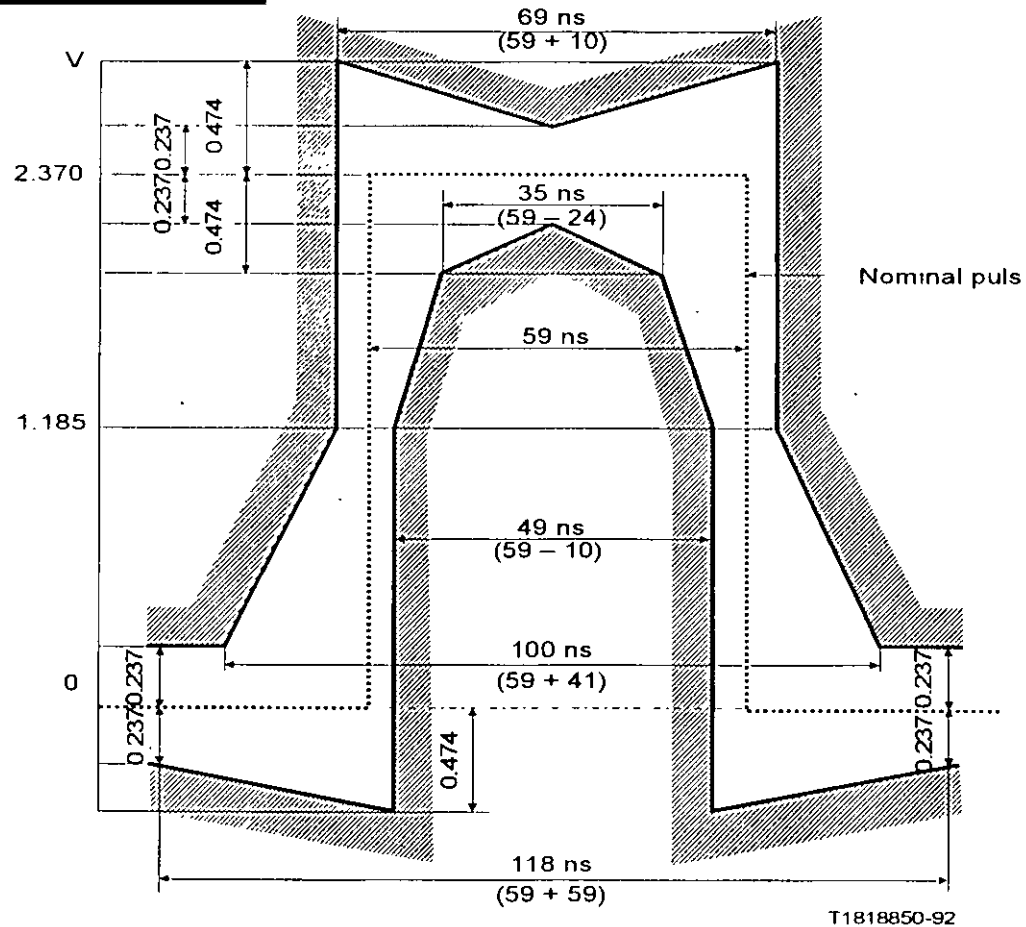


FIGURE 16/G.703
Pulse mask at the 8448-kbit/s interface

MULTIPLEXORES PDH MULTIPLEXOR TERCER ORDEN

TABLA 2/G.753 CONDICIONES DE FALLA Y ACCIONES CONSECUENTES

Parte del Equipo	Condición de Falla	Acciones consecuentes				
		Generación de indicación de alarma para mantenimiento inmediato	Generación de indicación de alarma al multiplexor remoto	Aplicación de AIS		
				Para todas las tributarias	A la señal compuesta	En el intervalo de tiempo de la señal compuesta
Multiplexor Demultiplexor	Falla de Fuente de Alimentación	Si		Si de ser práctico	Si de ser práctico	
Multiplexor solamente	Pérdida de la señal de entrada de tributario	Si				Si
Demultiplexor solamente	Pérdida de señal de entrada a 34368K bit/s	Si	Si	Si		
	Pérdida de la señal de alineamiento	Si	Si	Si		
	Indicación de alarma recibida desde el equipo multiplexor remoto	Si	Si	Si		

MULTIPLEXORES PDH

MULTIPLEXOR CUARTO ORDEN

MULTIPLEX DE 34-140

ESTE EQUIPO MULTIPLEXA 4 SEÑALES AFLUENTES PLESIÓCRONAS A 34368 Kbit/s EN UNA SEÑAL RESULTANTE A 8448 Kbit/s Y EN EL SENTIDO INVERSO DEMULTIPLEXA UNA SEÑAL DE 8448Kbit/s EN 4 SEÑALES AFLUENTES DE 139264Kbit/s

CARACTERÍSTICAS GENERALES

CANTIDAD DE AFLUENTES	4
VELOCIDAD NOMINAL DE LOS AFLUENTES	34368 Kbit/s. +/- 20 x 10 ⁻⁶
CAUDAL NOMINAL DE LA SEÑAL MULTIPLEXADA	139264 Kbit/s. +/- 15 x 10 ⁻⁶
CAPACIDAD EQUIVALENTE DE CANALES A 64Kbit/s	1920.
ESTRUCTURA DE TRAMA	CONFORME A REC. G 751

INTERFAZ DIGITAL A 34368Kbit/s

IMPEDANCIA	CONFORME A G.703
CODIGO	75 Ohms cable Coaxial
ATENUACION ADMISIBLE A LA ENTRADA A 17184Kbit/s	HDB3
	12dB

INTERFAZ DIGITAL A 139264Kbit/s

IMPEDANCIA	CONFORME A G.703
CODIGO	75 Ohms cable Coaxial
ATENUACION ADMISIBLE A LA ENTRADA A 69632Kbit/s	CMI
	18dB

FLUCTUACIONES DE FASE

COMPORTAMIENTO DE ERRORES

CONFORME A REC. G 823

CONFORME A REC G.821.

MULTIPLEXORES PDH

MULTIPLEXOR CUARTO ORDEN

ESTRUCTURA DE TRAMA 139264Kbit/s	bits dentro de la trama
SECTOR S1	Bits 1 a 488
Palabra de alineamiento de trama (111110100000)	1 a 12
Bits de servicio cambia a 1 en presencia de una alarma	13
bits de servicio fijos a 1	14 16
Bits de los flujos de entrada	13 a 488
SECTOR S2	499 a 976
Bits de control de Justificación	1 a 4
Bits de los flujos de entrada	5 a 488
SECTOR S3	977 a 1464
Bits de control de Justificación	1 a 4
Bits de los flujos de entrada	5 a 488
SECTOR S4	1465 a 1952
Bits de control de Justificación	1 a 4
Bits de los flujos de entrada	5 a 488
SECTOR S5	1953 a 2440
Bits de control de Justificación	1 a 4
Bits de los flujos de entrada	5 a 488
SECTOR S6	2441 2928
Bits de control de Justificación	1 a 4
Bits de Justificación de los flujos de entrada	5 a 8
Bits de los flujos de entrada	9 a 488
Longitud de trama	2928

MULTIPLEXORES PDH

MULTIPLEXOR CUARTO ORDEN

TABLE 8/G.703

Pulse shape (nominally rectangular)	All marks of a valid signal must conform with the mask Figure 17/G.703), irrespective of the sign
Pair(s) in each direction	One coaxial pair (see § 8.4)
Test load impedance	75 ohms resistive
Nominal peak voltage of a mark (pulse)	1.0 V
Peak voltage of a space (no pulse)	0 V ± 0.1 V
Nominal pulse width	14.55 ns
Ratio of the amplitudes of positive and negative pulses at the center of a pulse interval	0.95 to 1.05
Ratio of the widths of positive and negative pulses at the nominal half amplitude	0.95 to 1.05
Maximum peak-to-peak jitter at an output port	Refer to § 2 of Recommendation G.823

MULTIPLEXORES PDH MULTIPLEXOR CUARTO ORDEN

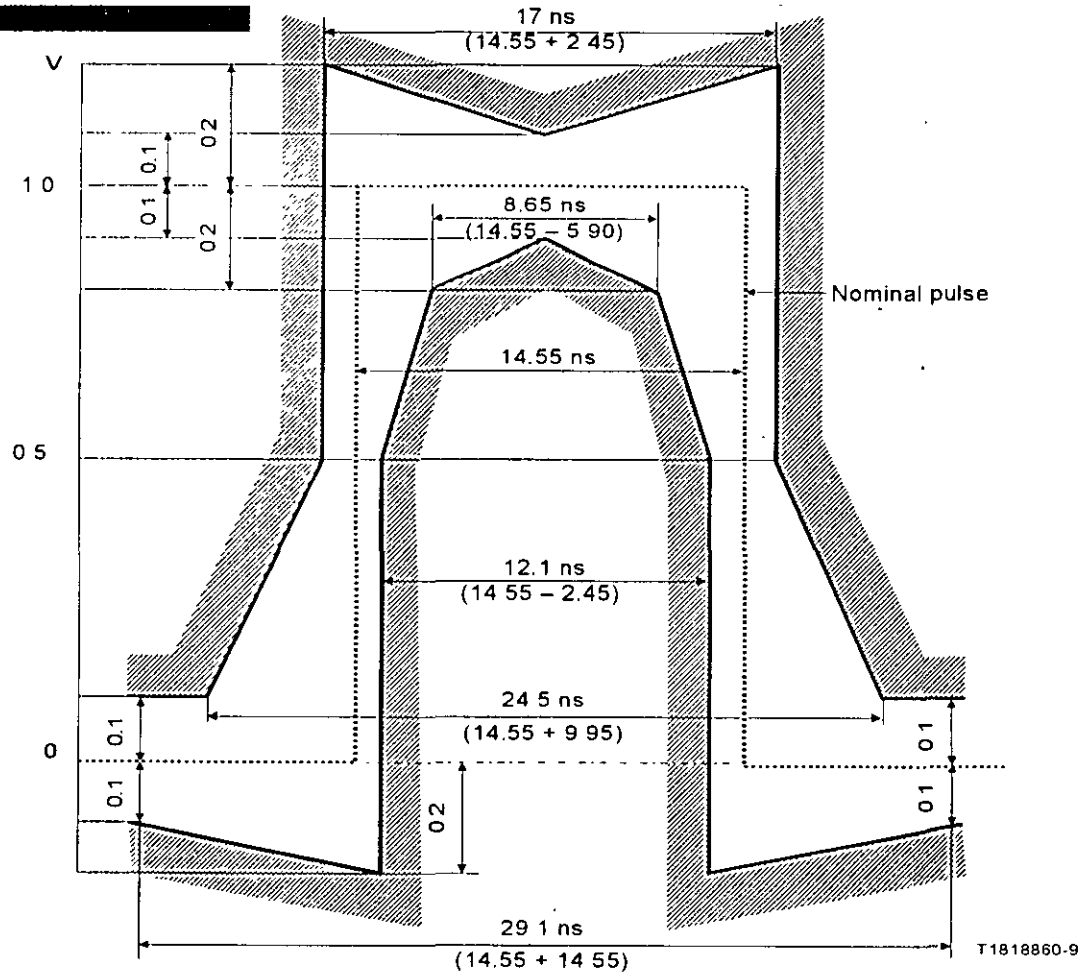


FIGURE 17/G 703
Pulse mask at the 34.368-kbit/s interface

MULTIPLEXORES PDH

MULTIPLEXOR CUARTO ORDEN

TABLA 3/G.751 CONDICIONES DE FALLA Y ACCIONES CONSECUENTES

Parte del Equipo	Condición de Falla	Acciones consecuentes				
		Generación de indicación de alarma para mantenimiento inmediato	Generación de Indicación de alarma en la señal de 139264K bit/s al multiplexor remoto	Aplicación de AIS		
				En todas las tributarias a la salida del demultiplexor	A la señal compuesta de 139264 K bit/s a la salida del multiplexor	En el intervalo de tiempo de la señal compuesta
Multiplexor Demultiplexor	Falla de Fuente de Alimentación	Si		Si de ser práctico	Si de ser práctico	
Multiplexor solamente	Pérdida de la señal de entrada de tributario	Si				Si
Demultiplexor solamente	Pérdida de señal de entrada a 139264K bit/s	Si	Si	Si		
	Pérdida de la señal de alineamiento en la señal 139264K b/s	Si	Si	Si		
	Indicación de alarma recibida desde el equipo multiplexor remoto de 139264 kbit/s					

Para el multiplexor de 4 tributarias de 34368Kbit/s

MULTIPLEXORES PDH

MULTIPLEXOR CUARTO ORDEN

TABLA 4/G.751 CONDICIONES DE FALLA Y ACCIONES CONSECUENTES

Parte del Equipo	Condición de Falla	Acciones consecuentes						
		Generación de indicación de alarma para mantenimiento inmediato	Generación de Indicación de alarma en la señal de 139264Kbit/s al multiplexor remoto	Generación de Indicación de alarma en la señal de 34368kbit/s al multiplexor remoto	Aplicación de AIS			
					En las 16 tributarias de 8448bit/s a la salida del demultiplexor	En las 4 tributarias de 8448kbit/s a la salida del demultiplexor	A la señal compuesta de 139264 Kbit/s a la salida del multiplexor	En el intervalo de tiempo de la señal compuesta
Multiplexor Demultiplexor	Falla de Fuente de Alimentación	Si			Si de ser práctico		Si de ser práctico	
Multiplexor solamente	Pérdida de la señal de entrada de tributario	Si						Si
Demultiplexor solamente	Pérdida de señal de entrada a 139264Kbit/s	Si	Si		Si			
	Pérdida de la señal de alineamiento en la señal 139264Kb/s	Si	Si		Si			
	Indicación de alarma recibida desde el equipo multiplexor remoto de 139264 kbit/s							
	Pérdida de la señal de alineamiento en la señal 34368Kb/s	Si		Si		Si		
	Indicación de alarma recibida desde el equipo multiplexor remoto de 34368 kbit/s							

Para el multiplexor de 16tributarias de 8448Kbit/s

MULTIPLEXORES PDH ACTUALIDAD Y PERSPECTIVA

HOY EN DIA LOS MULTIPLEXORES PDH DE ALTO ORDEN SON AMPLIAMENTE UTILIZADOS EN LAS ADMINISTRACIONES TELEFÓNICAS A FIN DE CONTAR CON:

UN MEJOR APROVECHAMIENTO DE SU INFRAESTRUCTURA DE FIBRA OPTICA.

PARA EL ESTABLECIMIENTO DE ENLACES VIA RADIO.

ULTIMAMENTE SE ESTAN UTILIZANDO PARA EL ESTABLECIMIENTO DE ENLACES DE BAJA CAPACIDAD COMO SON DE 2, 8 Y 34Mb/s Y EN MENOR MEDIDA EN ENLACES DE 140Mbit/s.

MULTIPLEXORES PDH

ACTUALIDAD Y PERSPECTIVA

LA NECESIDAD DE CONTAR CON:

UNA MAYOR FLEXIBILIDAD EN EL MANEJO DE BANDA EN ENLACES QUE REQUIERE DE COLECCIÓN EN DIFERENTES PUNTOS DE UNA RED, ASÍ COMO DE SU DISTRIBUCIÓN.

- ↳ UNA ESTANDARIZACIÓN QUE PERMITA LA INTERCONECTIVIDAD ENTRE DIFERENTES FABRICANTES.
- ↳ EL CONTAR CON HERRAMIENTAS DE ADMINISTRACIÓN CENTRALIZADA DE LA RED INCORPORADA A LOS EQUIPOS.
- ↳ DISPONER DE UN ANCHO DE BANDA SUPERIOR QUE PERMITA EL CRECIMIENTO DE LA DEMANDA DE TRÁFICO Y QUE SIMPLIFIQUE SU ACCESO
- ↳ HA DADO ORIGEN A LA APARICIÓN DE NUEVAS TECNOLOGÍAS DE MULTIPLEXACIÓN EN LA TRANSMISIÓN QUE SON LA SONET (RED ÓPTICA SINCRONA PARA EL ESTÁNDAR AMERICANO) Y LA SDH (JERARQUÍA DIGITAL SINCRONA PARA EL ESTÁNDAR EUROPEO).



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

CURSOS ABIERTOS

IX CURSO INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

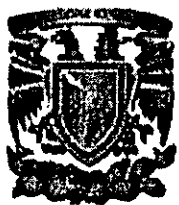
MÓDULO IV

**REDES DIGITALES:
"ACTUALIDAD Y PERSPECTIVA"**

TEMA

INTRODUCCIÓN A LA INTERFAZ V5

**CONFERENCISTA
ING. IGNACIO ORTIZ MENDOZA
PALACIO DE MINERÍA
MAYO 2000**



UNAM

Interfaz V5

Lucent Technologies
Bell Labs Innovations



Introducción a la Interfaz V5

por

**Switching Wireless Access Team
Lucent Technologies - Bell Laboratories
Ing. Ignacio Ortiz Mendoza**



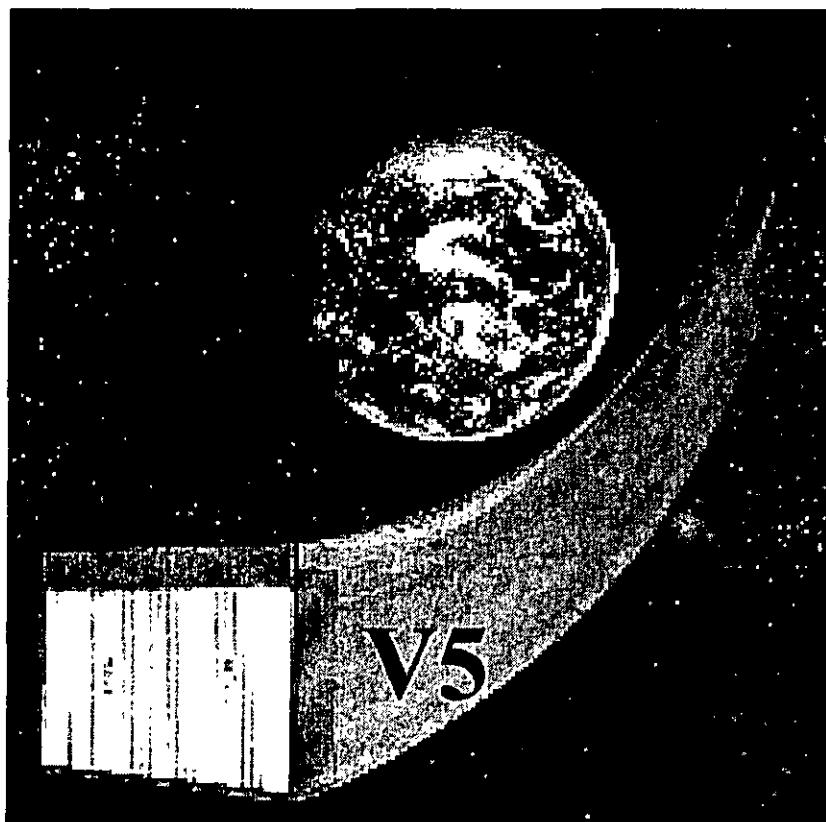
UNAM

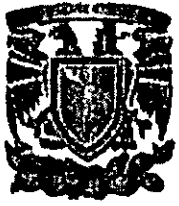
Interfaz V5

Lucent Technologies
Bell Labs Innovations



Interfaces V5





UNAM

Interfaz V5

Lucent Technologies
Bell Labs Innovations



Introducción

- o ¿Qué es la interfaz V5?
- o Aspectos Técnicos.
- o Resumen y Conclusiones



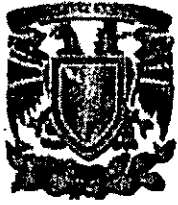
UNAM

Interfaz V5

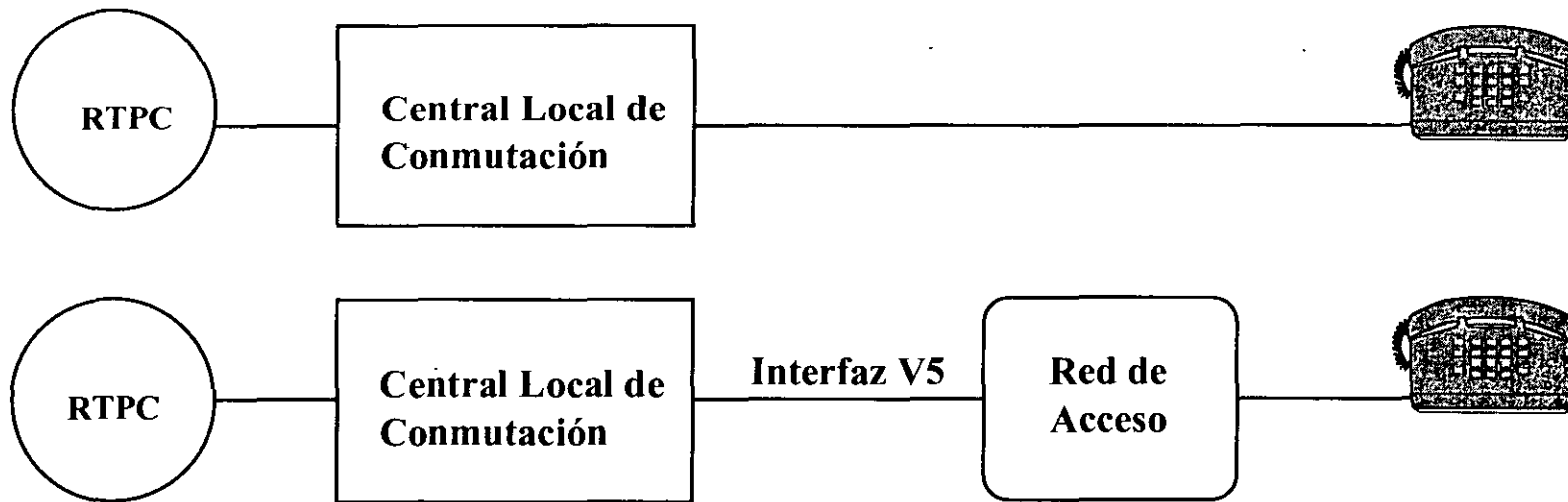
Lucent Technologies
Bell Labs Innovations



¿Qué es la interfaz V5?



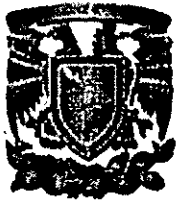
Diferencias en la implementación de V5



RTPC = PSTN

RTPC = Red Telefónica Pública Conmutada

PSTN = Public Switch Telephone Network



UNAM

Interfaz V5

Lucent Technologies
Bell Labs Innovations

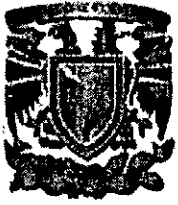


¿Qué es la interface V5?

o Serie de estándares publicados por ETSI/ITU que proveen una **Interfaz Abierta** entre la Central Local (LE) y la Red de Acceso (AN)

- El AN es dueño del puerto
- El LE es dueño del servicio

o Protocolo basado en Mensajes Digitales



UNAM

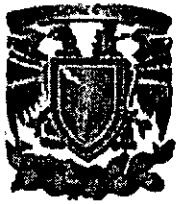
Interfaz V5

Lucent Technologies
Bell Labs Innovations



¿Qué es la interface V5? (cont.)

- o Ofrece Transparencia de Servicios (PSTN e ISDN).
- o Es independiente del Interfaz de Usuario.
- o Es independiente de la tecnología del AN.
- o Es independiente de la tecnología o arquitectura del LE.



UNAM

Interfaz V5

Lucent Technologies
Bell Labs Innovations



Responsabilidades del AN y LE

AN

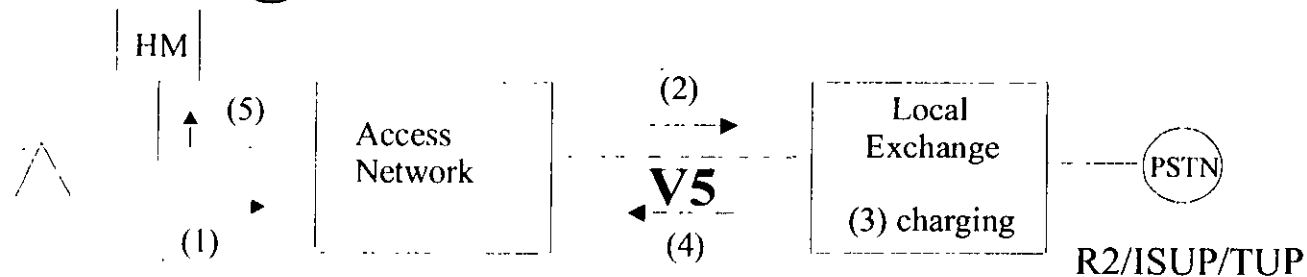
- Terminación de Puntas.
- Puerto Físico del Suscriptor.
- Pruebas y Mantenimiento de la Línea.

LE

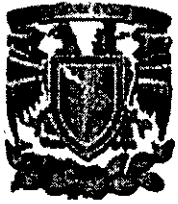
- Procesamiento y enrutamiento de la llamada.
- Conmutación
- Puerto Lógico del Subscriptor.
- Administrar Servicios Suplementarios.
- Tonos y Mensajes
- Tarificación y Facturación
- Señalización entre centrales.



Ejemplo de Registrador de Llamadas



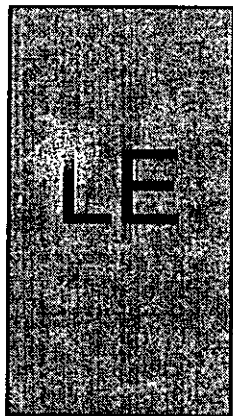
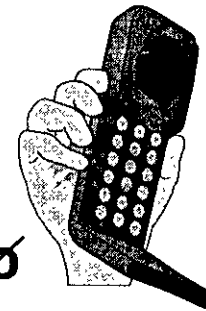
1. Llamada originada a través de una línea PSTN.
2. El AN detecta el flujo de corriente, forma un mensaje digital V5 indicando la petición de originación hacia el LE.
3. El LE determina la razón de tasación.
4. El LE transmite la información al AN por medio de mensajes de V5.
5. El AN es responsable de incrementar el contador de pulsos (utilizando la polaridad correcta).



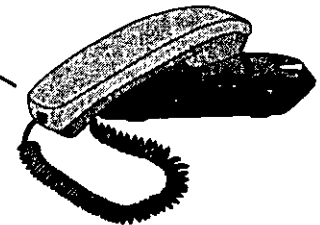
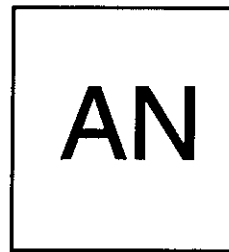
Tipos de Acceso

Medio: Cobre
Fibra Óptica
Microonda

Media: Cobre
Fibra
Coaxial
Inalámbrico



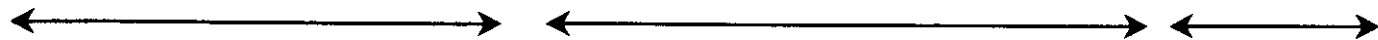
V5

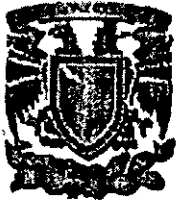


Red de Distribución

Red de Acceso

Equipo Terminal





UNAM

Interfaz V5

Lucent Technologies
Bell Labs Innovations



Estándares V5

Estándares:

- **V5.1 (ITU G.964 and ETS 300 324-1)**
- **V5.2 (ITU G.965 and ETS 300 347-1)**

Servicios Soportados:

- **Servicios Suplementarios para PSTN (POTS).**
- **Acceso Básico ISDN (BRA)**
- **Acceso Primario ISDN (PRA)**
- **Conexiones ISDN Semi-Permanentes.**
- **Conexiones ISDN Permanentes.**



Comparación entre V5.1 y V5.2

	<u>V5.1</u>	<u>V5.2</u>
Relación de Concentración	1:1	~8:1 ^a
Canales B / E1	~28-30 ^b	~200 ^a
Máximo número de E1s	1	16
Servicio PSTN (POTS)	✓	✓
ISDN BRA	✓	✓
ISDN PRA		✓

^a 1% bloquéo, 0.1 Erlang/Sub, y 4 E1s/Interface V5.2.

^b Depende del número de canales de comunicación proveídos.



UNAM

Interfaz V5

Lucent Technologies
Bell Labs Innovations



-
- o 1-16 E1s por interfaz V5.2 y 1 E1 por interfaz V5.1.
 - o Cada E1 transporta 32 canales.
 - o TS0 es utilizado para sincronización.
 - o De 1 a 3 ranuras de tiempo o canales son reservados para el control canales. (TS16, TS31, TS15)
 - o Los 28 a 30 canales libres son llamados “Canales Portadores (Bearer)” y se utilizan para la transmisión de voz y datos.



UNAM

Interfaz V5

Lucent Technologies
Bell Labs Innovations



Características de V5.1

- o No existe concentración. Un solo enlace E1 por interfaz.
- o Canales Portadores (Bearer): PCM a 64 kBits/s y canales B para servicio ISDN Básico.
- o Canales de Comunicación: Señalización POTS, Señalización de Canal-D (ISDN) y Protocolos de Control.
- o Conexiones Analógicas y líneas ISDN Semi-Permanentes
- o Líneas ISDN Permanentes



UNAM

Interfaz V5

Lucent Technologies
Bell Labs Innovations



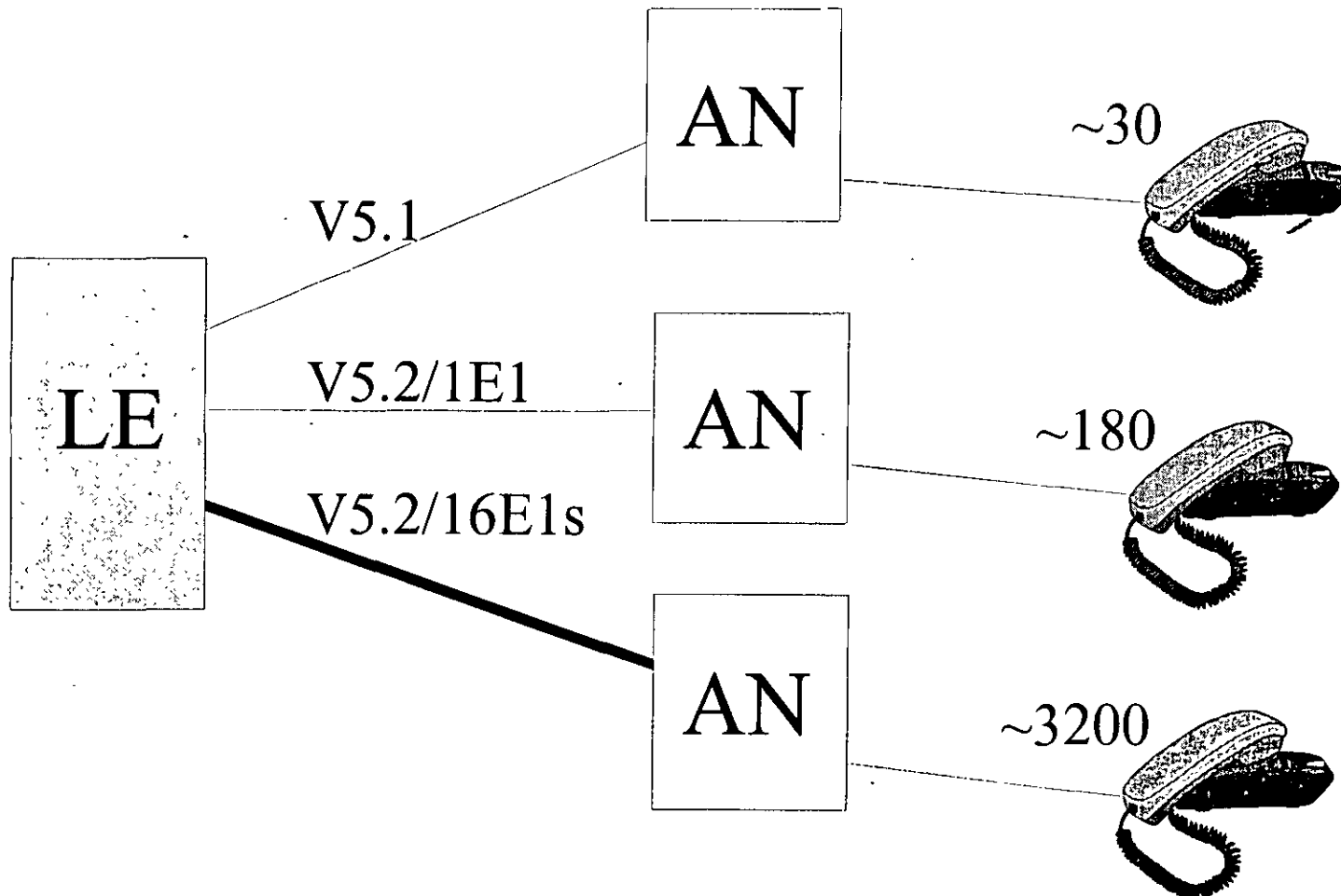
Características de V5.2

Soporta características de V5.1 junto con las siguientes características:

- o Concentración, Múltiples enlaces E1
 - Hasta 16 enlaces E1s por Interface
- o Concentración de Canales Portadores (Bearer Channels)
- o Protocolo de Control de Enlace
- o Protocolo de Protección



Comparación de Interfaces V5





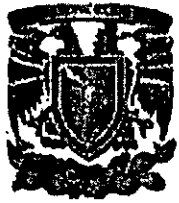
UNAM

Interfaz V5

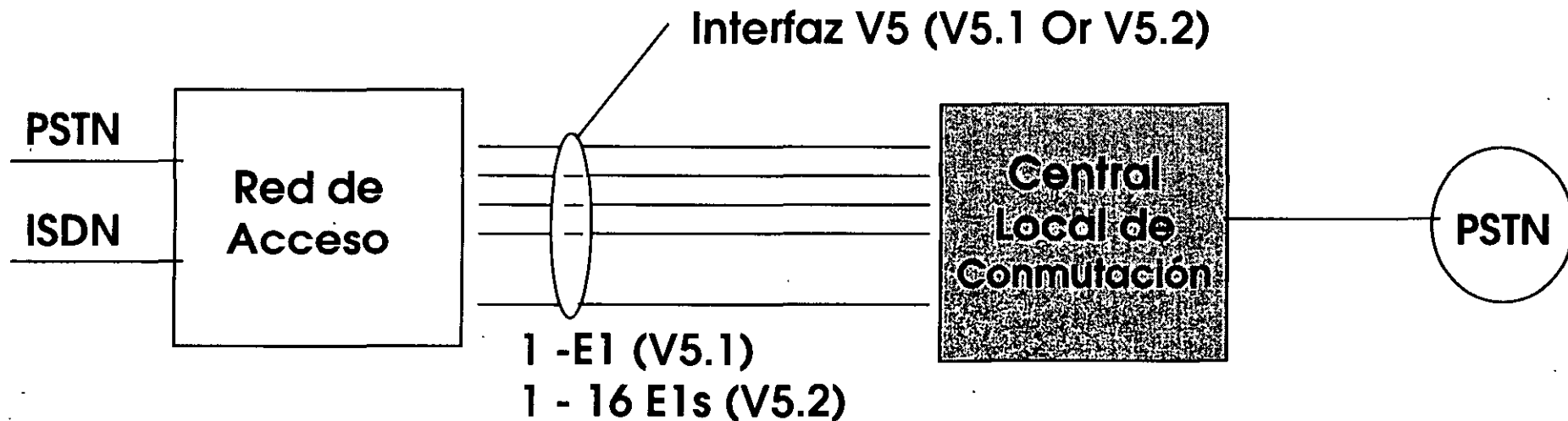
Lucent Technologies
Bell Labs innovations



ASPECTOS TÉCNICOS DE LA INTERFAZ V5



Diseño de la Interfaz V5



- o Mensajes estructurados en 3 capas
- o Definición de dos tipos de canales: Portadores (Bearer) y de Comunicación.
- o Transporte de dos tipos de información: Canales Portadores y (Bearer) y de Canales de Control



UNAM

Interfaz V5

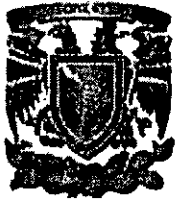
Lucent Technologies
Bell Labs Innovations



Diseño de la interfaz V5 (cont.)

Canales Portadores (Bearer)

- o 28 - 30 Canales disponibles (dependiendo del número de canales de comunicación)**
- o Proveé la trayectoria de voz para PSTN e ISDN**
- o Transportación de tonos tales como DTMF, modem y fax (pero no los tonos / pulsos de marcación)**



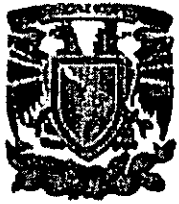
Diseño de la interfaz V5 (cont.)

Canales de Comunicación (C-channels)

1 - 3 canales por enlace

Trayectos de comunicación (C-paths) son los tipos de información sobre un canal de comunicación (C-channel):

- enlace de datos (datalink) transportador de la señalización PSTN para todo los suscriptores PSTN.
- señalización de canal-D ISDN para uno o mas suscriptores ISDN.
- transmisión de paquetes por el canal-D ISDN para uno o mas suscriptores ISDN.
- enlace de datos transportador del Protocolo de Control (Común y Puertos).
- enlace de datos transportador del Protocolo de Control de Enlace.
- enlace de datos transportador del Protocolo de Conexión de Canal Portador (BCC).
- cada uno de los dos enlaces de datos transportadores del Protocolo de Protección.
- canales-C lógicos transportadores de uno o mas trayectos de comunicación.
- canales-C físicos (ranuras de tiempo de 64 kbit/s) transportando canales-C lógicos.



UNAM

Interfaz V5

Lucent Technologies
Bell Labs Innovations

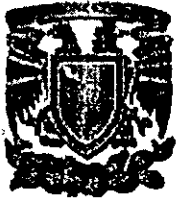


Diseño de la interfaz V5 (cont.)

Estructura de mensajes en 3 capas

Capa 1 (Capa Física)

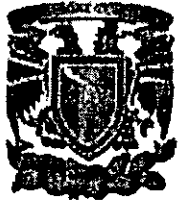
- **Terminación de los canales portadores (bearer) y Canales-C asociados a un enlace E1.**
- **Características eléctricas y alineación de tramas para una transmisión libre de errores, ITU-T G.703, G.704, G.706**



V5 Interface Design (cont.)

Capa 2 (Capa de Enlace de Datos)

- o Interpretación y clasificación de información enviada o recibida por los canales-C utilizando el subprotocolo LAPV5 el cual:
 - o Asigna la Función de Envoltorio EF-adrrs (identifica el tipo de trama V5 siendo procesado) y dirección V5DL-adrrs (identifica el enlace de datos que transportará la información V5 al protocolo apropiado de la capa 3)
 - o 0-8175 - Señalización ISDN
 - o (V5DL-adrrs no asignados - información procesada en el protocolo LAPD en la capa 2)
 - o 8176 - Señalización PSTN
 - o 8177 - Protocolo de Control Común y Puertos de Usuario
 - o 8178 - Protocolo BCC
 - o 8179 - Protocolo de Protección
 - o 8180 - Protocolo de Control de Enlaces



UNAM

Interfaz V5

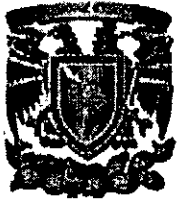
Lucent Technologies
Bell Labs Innovations



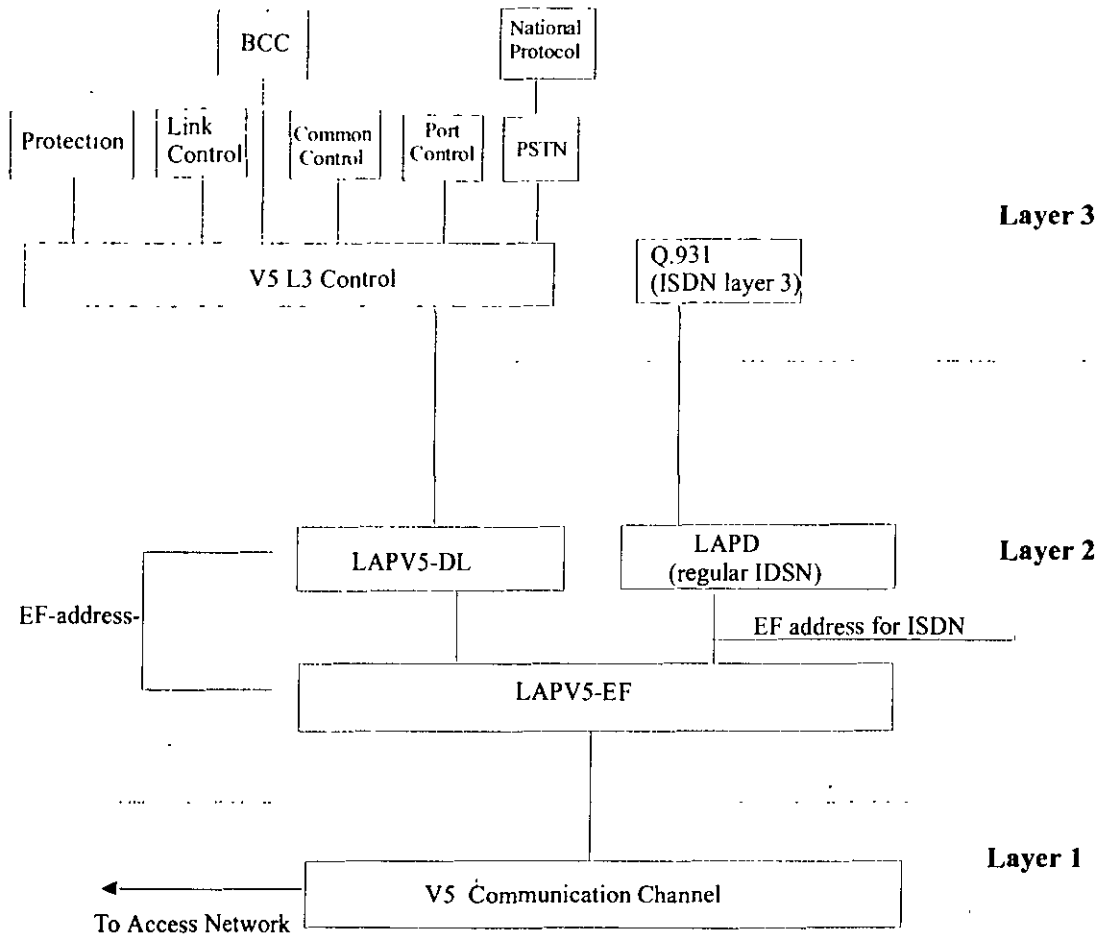
Diseño de la interfaz V5 (cont.)

Capa 3 (Capa de Red)

- **Procesa información específica a un protocolo de información**
 - **Basado en la asignación de enlace de datos de la capa 2, el subprotocolo V5L3 envía la información específica al protocolo V5 apropiado**
 - **Ejemplo: información BCC es enviado por el protocolo BCC protocol**
 - **La información de señalización LAPD ISDN recibida de la capa 2 es procesada por el estandar Q.931**



Software Layers for V5.2





UNAM

Interfaz V5

Lucent Technologies
Bell Labs Innovations

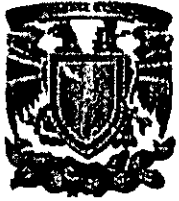


Diseño de la interfaz V5 (cont.)

Los Protocolos de control - administran y controlan los puertos PSTN e ISDN de la interfaz V5 como un sola entidad.

Se encuentra subdividida en 5 distintos protocolos

- o Control del Puerto de Usuario (PSTN y ISDN)**
- o Común Control**
- o Conexión de Canales Portadores (Bearer channels)**
- o Control de Enlace**
- o Protección**



Diseño de la interfaz V5 (cont.)

Protocolo de Control de Puerto: administra los diferentes estados del puerto PSTN e ISDN:

- procedimiento de bloqueo y desbloqueo para puertos de usuario PSTN,**
 - bloqueo y desbloqueo así como procedimientos de activación y desactivación para un usuario ISDN.**
- o Es soportado a través de dos mensajes, los cuales se envían y reconocen información de información de control para el puerto de usuario.**



UNAM

Interfaz V5

Lucent Technologies
Bell Labs Innovations



Diseño de la interfaz V5 (cont.)

Protocolo Común de Control - utilizado para el intercambio de información referente a la interfaz V5:

-- El LE podrá solicitar al AN o vice-versa la identificación de la interfaz V5.

- o Se basa en dos mensajes los cuales comunican y confirman funciones de común control (no específicas a un puerto).**



UNAM

Interfaz V5

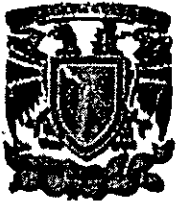
Lucent Technologies
Bell Labs Innovations



Diseño de la interfaz V5 (cont.)

Conexión de Canal Portador (BCC) - provee el algoritmo que permite al LE ordenar al AN el establecimiento y liberación de canales portadores

- o Permite concentración en la Interfaz V5.2 por medio de la selección y liberación de ranuras de tiempo en base a cada llamada.**
- o Los procedimientos de BCC son aplicados al inicio de cada llamada PSTN o ISDN conmutada.**
- o Se sustenta por medio de once mensajes los cuales comunican y confirman la información del Canal Portador.**



UNAM

Interfaz V5

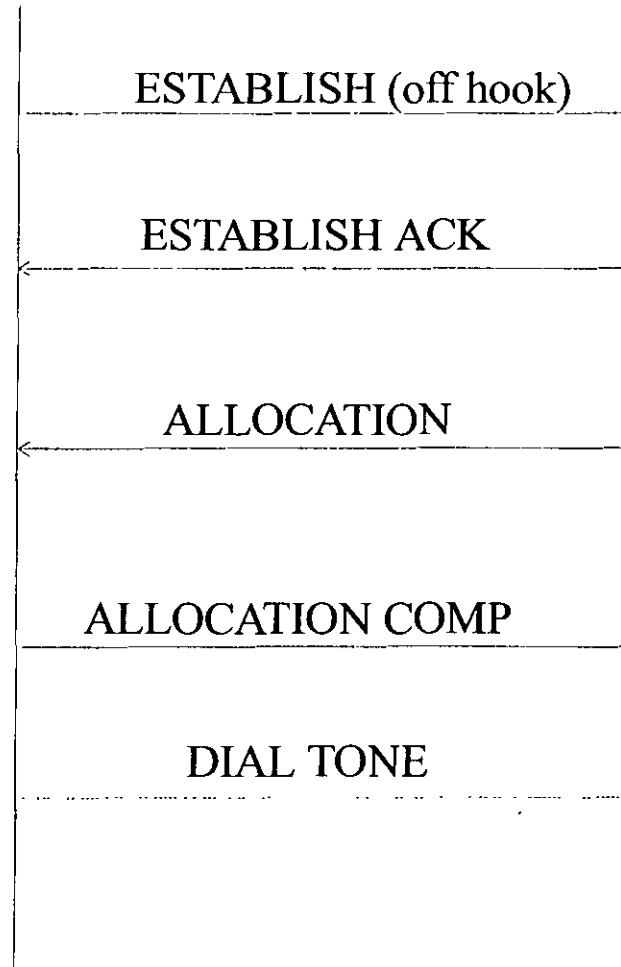
Lucent Technologies
Bell Labs Innovations



Mensajes BCC

AN

LE

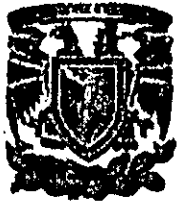




Diseño de la interfaz V5 (cont.)

Protocolo de Control de Enlace - administra cada enlace en la interfaz V5.2. Este protocolo controla:

- o Estado e Identificación del Enlace. (ya sea por demanda o por temporización) asegura que el LE y AN tengan una visión consistente del mismo enlace.**
- o Bloqueo y desbloqueo del enlace el cual puede ser originado por el LE o el AN.**
- o Procedimiento de desbloqueo del enlace completamente simétrico.**
- o Verificación de la continuidad del enlace.**
- o Coordinación de funciones de control.**
- o Dos mensajes sustentan la comunicación y reconocimiento información del control del enlace.**



UNAM

Interfaz V5

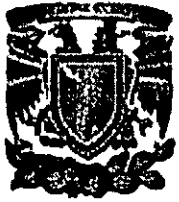
Lucent Technologies
Bell Labs Innovations



Diseño de la interfaz V5 (cont.)

Protocolo de Protección - permite la conmutación de canales-C lógicos hacia diferentes canales-C en un evento de fallo.

- o La ranura de tiempo 16 de un enlace primario designado, contiene el Protocolo de Protección junto con otros protocolos de canal-C.**
- o La ranura de tiempo 16 en un enlace secundario como respaldo del enlace primario transporta el Protocolo de Protección.**
- o Ocho mensajes son utilizados para la comunicación y reconocimiento de los procedimientos “switch-over” de enlaces.**



UNAM

Interfaz V5

Lucent Technologies
Bell Labs Innovations



Diseño de la interfaz V5 (cont.)

Administrador del Sistema - responsable de vigilar y mantener una interfaz V5 estable utilizando 6 componentes:

- ***Administrador de Interfaz V5 Sincronizado*** - responsable de la operación y control de la interfaz V5.
 - Por medio del Protocolo Común de Control, mantiene comunicación con su entidad par en el AN.
- ***Administrador PSTN del Estado de Puertos*** - responsable de los cambios de estados sincronizados de los suscriptores de puertos PSTN.
 - Por medio del Protocolo Común de Puertos, mantiene comunicación con su entidad par en el AN.
- ***Administrador ISDN del Estado de Puertos*** - responsable de los cambios de estados sincronizados de los suscriptores de puertos ISDN.
 - Por medio del Protocolo Común de Puertos, mantiene comunicación con su entidad par en el AN.



UNAM

Interfaz V5

Lucent Technologies
Bell Labs Innovations



Diseño de la interfaz V5 (cont.)

Administrador del Sistema (cont.)

- ***Administrador de Recursos*** - controla la solicitud de canales portadores y negocia el uso de canales con el AN.
 - Por medio del protocolo BCC, mantiene comunicación con su entidad par en el AN

- ***Administrador de Enlace*** - utilizado en la identificación e indicación de estado del enlace
 - Por medio del Protocolo de Control de Enlaces, mantiene comunicación con su entidad par en el AN.

- ***Administrador de Protección*** - responsable del “switch over”
 - Por medio del Protocolo de Protección, mantiene comunicación con su entidad par en el AN



UNAM

Interfaz V5

Lucent Technologies
Bell Labs Innovations



PSTN PROTOCOL IMPLEMENTATION

PROTOCOL PSTN - comunica información referenta al estado de las líneas analógicas para el acceso de un suscriptor utilizando mensajes específicos V5.

- o Utilizado en conjunto con el Sistema Nacional de Señalización en el LE.
- o Sustentado por nueve mensajes los cuales comunican y confirman información referente a un suscriptor:
 - **ESTABLISH**: indica solicitud de originación o terminación de trayecto.
 - **ESTABLISH ACK**: reconocimiento y ejecución de solicitud de acción.
 - **SIGNAL**: comunicar al LE la condición de las líneas PSTN, u ordena al AN: establecer condiciones de línea específicas. También podrá comunicar el pulso de un dígito o un pulso de tasación solicitado.



UNAM

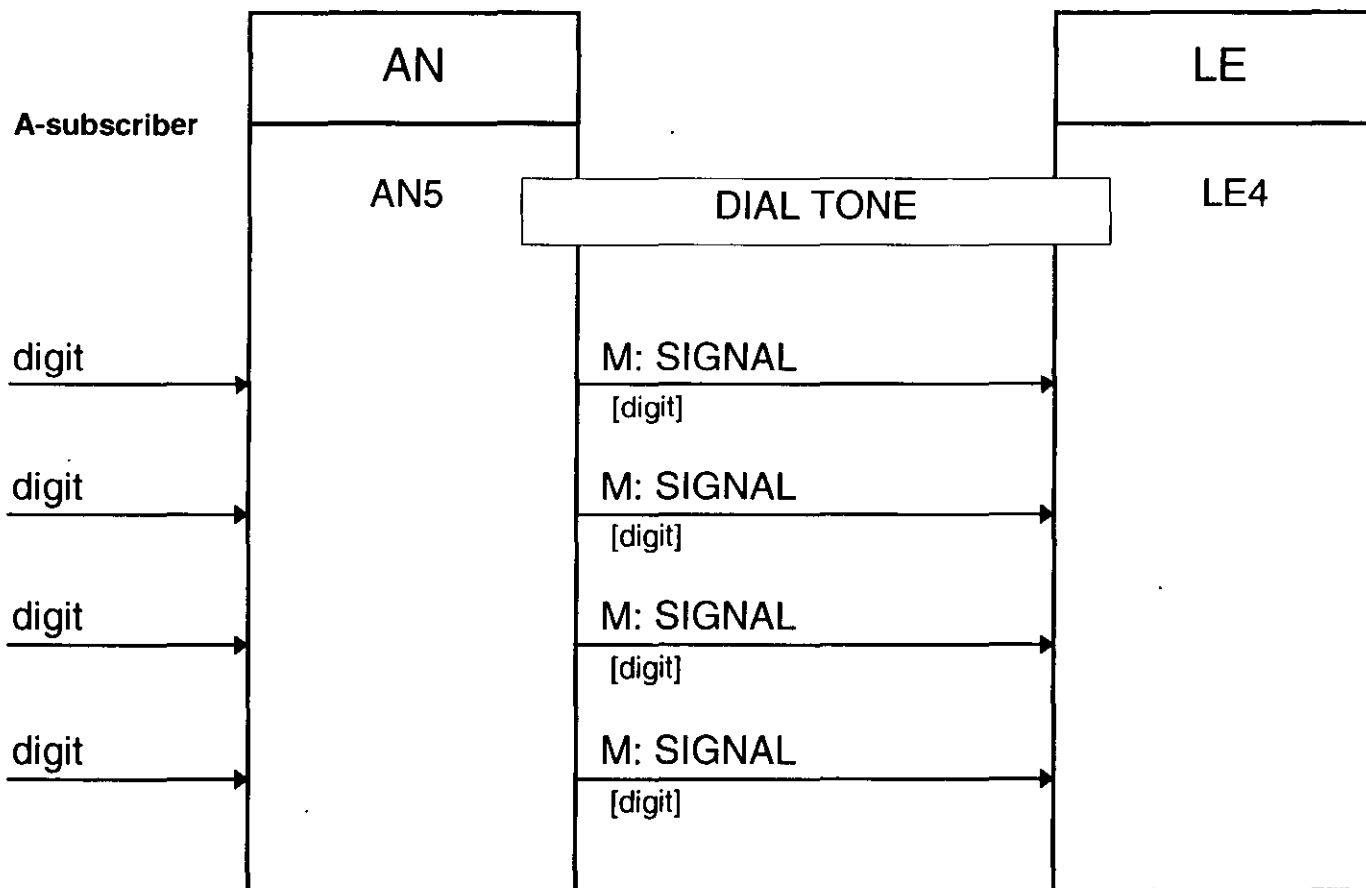
Interfaz V5

Lucent Technologies
Bell Labs Innovations

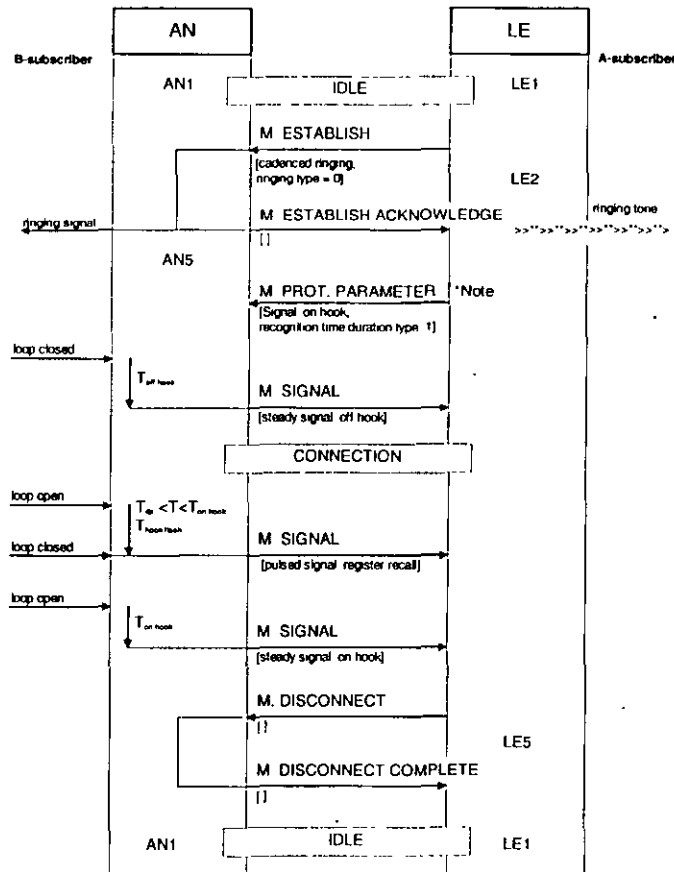
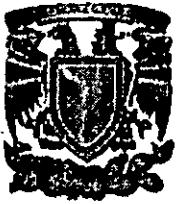


PSTN PROTOCOL (cont.)

- **SIGNAL ACK**: reconocimiento de los mensajes "SIGNAL" y "PROTOCOL PARAMETER".
- **DISCONNECT**: indica liberación de trayectoria de llamada
- **DISCONNECT COMPLETE**: reconocimiento del mensaje "DISCONNECT".
- **STATUS ENQUIRY**: solicitud del estado físico de la entidad del protocolo PSTN en el LE.
- **STATUS**: indica el estado físico de la entidad del protocolo PSTN en el LE.
- **PROTOCOL PARAMETER**: utilizado por LE para cambiar el parámetro de protocolo en el AN (ejemplo. Momento en que es posible recibir el pulso de "flash hook").



Escenario de Marcación por Pulsos



*Note: LE Activates FLASH for AN Customer Based on Line Assignment in LE

Suscriptor AN activa un servicio utilizando "Flash (R)"





UNAM

Interfaz V5

Lucent Technologies
Bell Labs Innovations



CONCLUSIONES

- o **Lucent Technologies se compromete a cumplir los estándares ETSI/ITU y definidos por nación con respecto evolucionan.**
- o **Lucent Technologies es también proveedor de varios productos de Redes de Acceso, de los cuales varios implementan interfaces V5.1 y/o V5.2.**



UNAM

Interfaz V5

Lucent Technologies
Bell Labs Innovations



CONCLUSIONES

- o **Lucent Technologies apoya el desarrollo de estudiantes y profesionistas en su carrera.**

- o **Lucent Technologies aprecia y agradece a la UNAM su invitación al curso**
“Redes Digitales Actualidad y Perspectiva”



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

CURSOS ABIERTOS

IX CURSO INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

MÓDULO IV

**REDES DIGITALES:
"ACTUALIDAD Y PERSPECTIVA"**

TEMA

RED DIGITAL DE SERVICIOS INTEGRADOS

**CONFERENCISTA
ING. MA. DEL CARMEN ANGELICA MORENO ARGÜELLO
PALACIO DE MINERÍA
MAYO 2000**

Red Digital de Servicios Integrados

ANGÉLICA MORENO ARGÜELLO

Junio, 1999

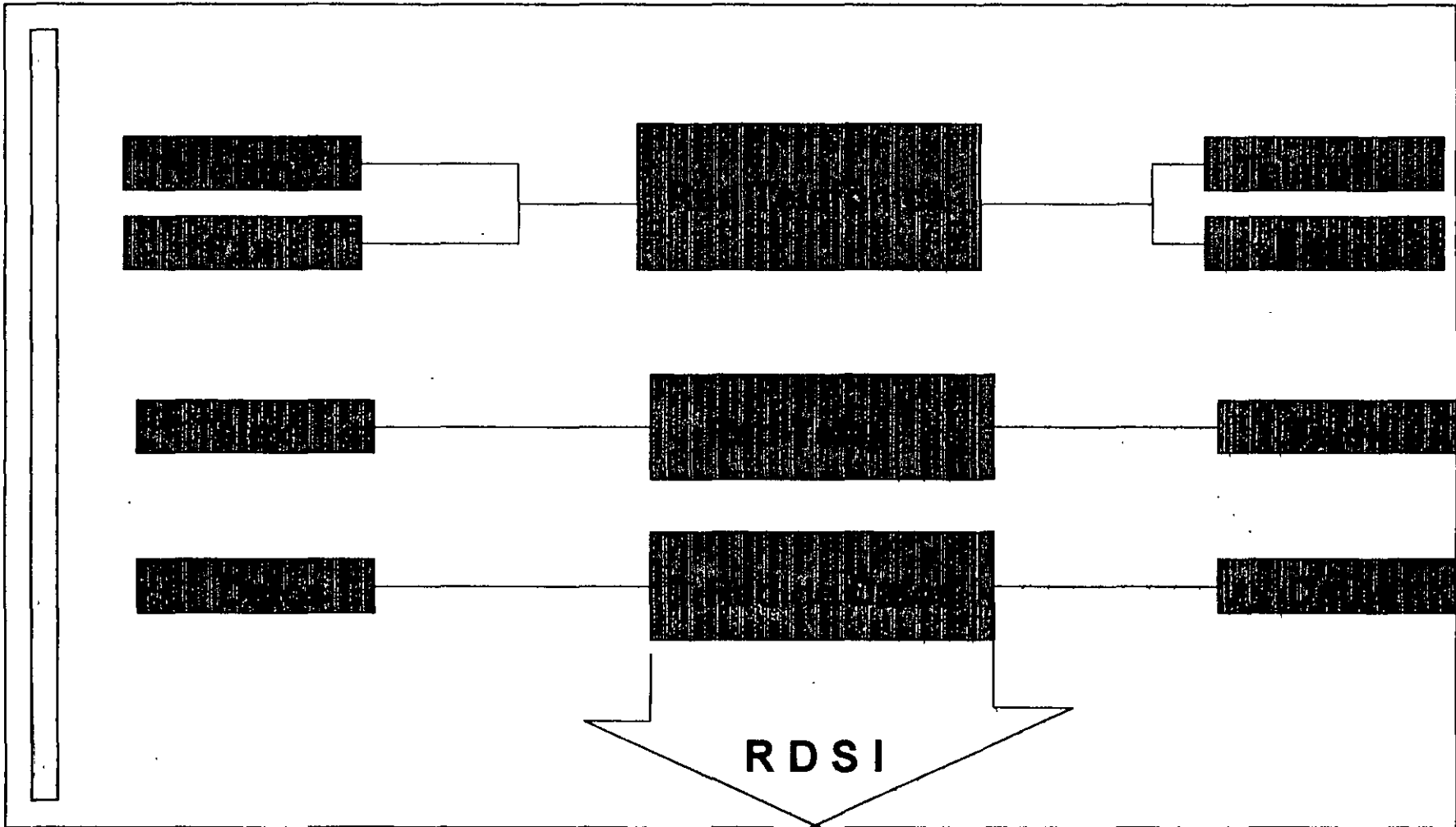
RDSI- ISDN

- **¿Qué es una RDSI?**
- **Ventajas de una RDSI**
- **Normalización en RDSI**
- **Clasificación de RDSI**
- **¿Qué necesitamos para tener una RDSI?**

Una Red Digital de Servicios Integrados

- Es una Red que permite **Conectividad Digital Extremo a Extremo**, para una amplia gama de Servicios “**Con Voz**” y “**Sin Voz**” en la misma Red. La prestación de esos Servicios deberá hacerse mediante el uso de un conjunto limitado de Tipos de Conexión y Configuraciones de Interfases Usuario- Red.

Antes de RDSI



Ventajas que ofrece RDSI

- **Mejor funcionamiento y costo efectivo menor que cualquier red especial actual.**

Ventajas que ofrece RDSI

Continuación...

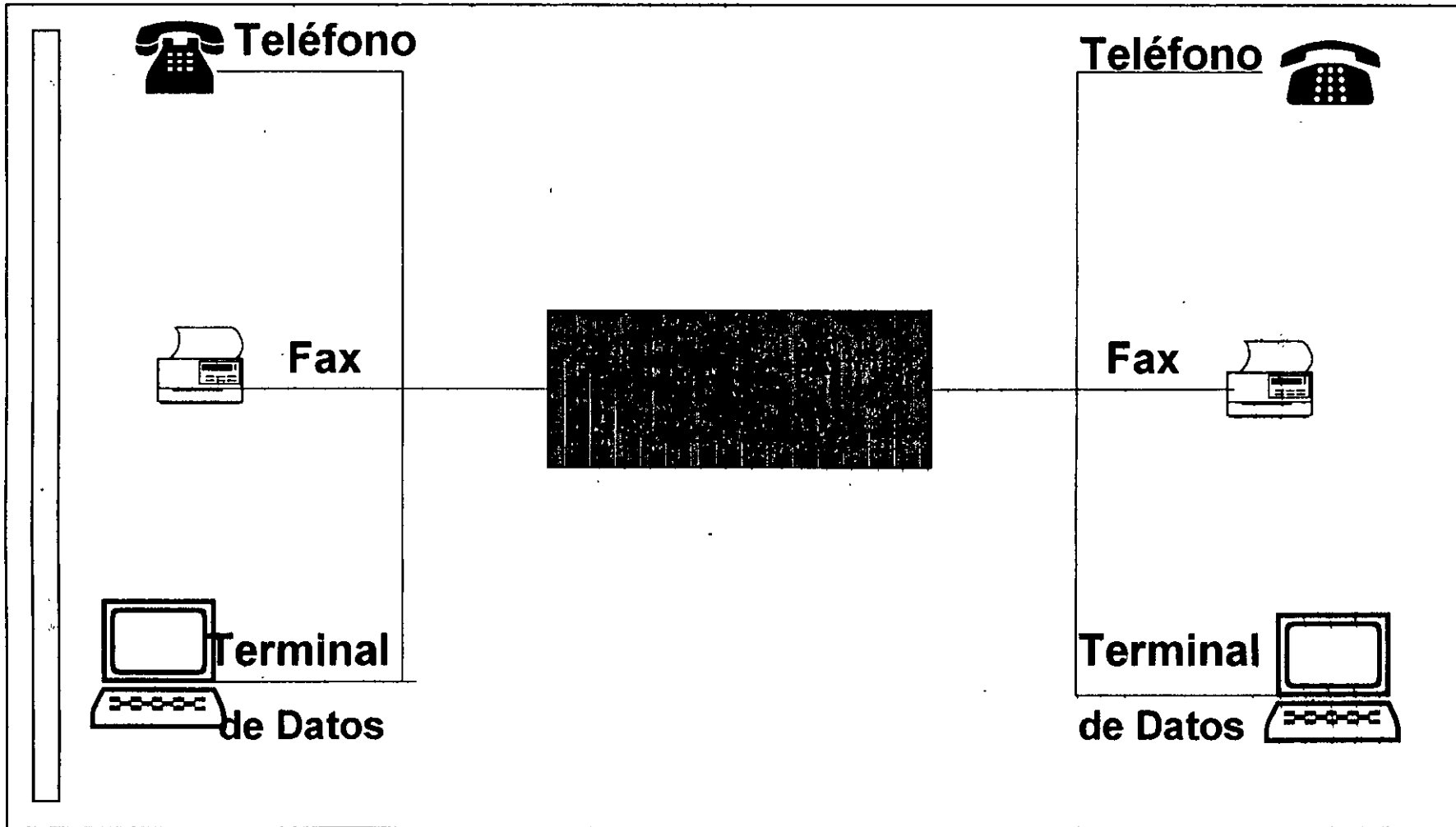
- **Comunicación mas eficiente y amplia, esto se refiere a la posibilidad de emplear terminales multifuncionales y todos los servicios en un enchufe común, una sola linea y un solo número para llamada.**

Ventajas que ofrece RDSI

Continuación.

- **Altas velocidades de transmisión(64Kbps) para la mayoría de los servicios de “no voz” comparados con las de los sistemas comunmente disponibles**

Después de RDSI



RDSI- ISDN

- **¿Qué es una RDSI?**
- **Ventajas de una RDSI**
- **Normalización en RDSI**
- **Clasificación de RDSI**
- **¿Qué necesitamos para tener una RDSI?**

Organizaciones de Estandarización en R D S I

- **I T U International Telecommunication Union**
- **International Standards Organization**
- **CEPT European Conference of Posts and Telecommunications Administrations**
- **ETSI European Telecommunications Standards Institute**
- **ANSI American National Standards Institute**
- **EIA Electronic Industries Association**
- **BELLCORE Bell Communications Research**

Normalización en RDSI

sus objetivos principales son:

- **“La Normalización de los Servicios Ofrecidos a los Usuarios”** Con el fin de que éstos Servicios sean **Compatibles en el plano Internacional**

Normalización en RDSI

sus objetivos principales son:

- **“La Normalización de las Interfases Usuario-Red”** Con el fin de que el equipo Terminal sea Transportable, además de Facilitar el aspecto del inciso anterior.

Normalización en RDSI

sus objetivos principales son:

- **“La Normalización de las Capacidades de Red”** Con el fin de hacer posible el Interfuncionamiento **Usuario-Red y Red-Red** para lograr los objetivos de los incisos anteriores.

Normalización

- **“La Normalización de los Servicios Ofrecidos a los Usuarios”**
- **“La Normalización de las Capacidades de Red”**
- **“La Normalización de las Interfases Usuario-Red”**

Clasificación RDSI

- **Banda Angosta (Narrowband)** Conocida como **RDSI** ó **ISDN** ésta ofrece servicios con 64Kbps y emplea el par de cobre utilizado para telefonía convencional.
- **Banda Ancha (Wideband and Broadband)** Conocida como **RDSI-BANCH** ó **B-ISDN** ésta ofrece servicios mayores a 2Mbps y emplea fibra óptica, radio digital ó coaxial.

Tipos de Canales en RDSI

- **B** Son los canales que están destinados a llevar **Información**
- **D** Son los canales que están destinados a llevar **Señalización**
- **H** Son canales destinados a llevar **Información** en sistemas de Banda Ancha

Tipos de Canales RDSI

■ **B** **64Kbps**

■ **D** **16Kbps / 64Kbps**

Tipos de Canales RDSI en *Banda Angosta*

- H0 384Kbps \approx 6B
- H11 1536Kbps \approx 24B
- H12 1920Kbps \approx 30B

Tipos de Canales RDSI en *Banda Ancha*:

- H2 30 a 45Mbps
- H21 30,720Kbps
- H22 33,792Kbps
- H32 44,160Kbps
- H3 60 a 70Mbps
- H4 120 a 140Mbps

Un Canal de 64Kbps permite:

- **64Kbps = 8Kbytes/s = 8000 caracteres/s**
- **Desplegar una pantalla completa (24 líneas de 80 caracteres cada una) en 0.25 segundos**
- **El contenido de un libro de 200 páginas puede ser transferido en un minuto.**

Tipos de Acceso en RDSI

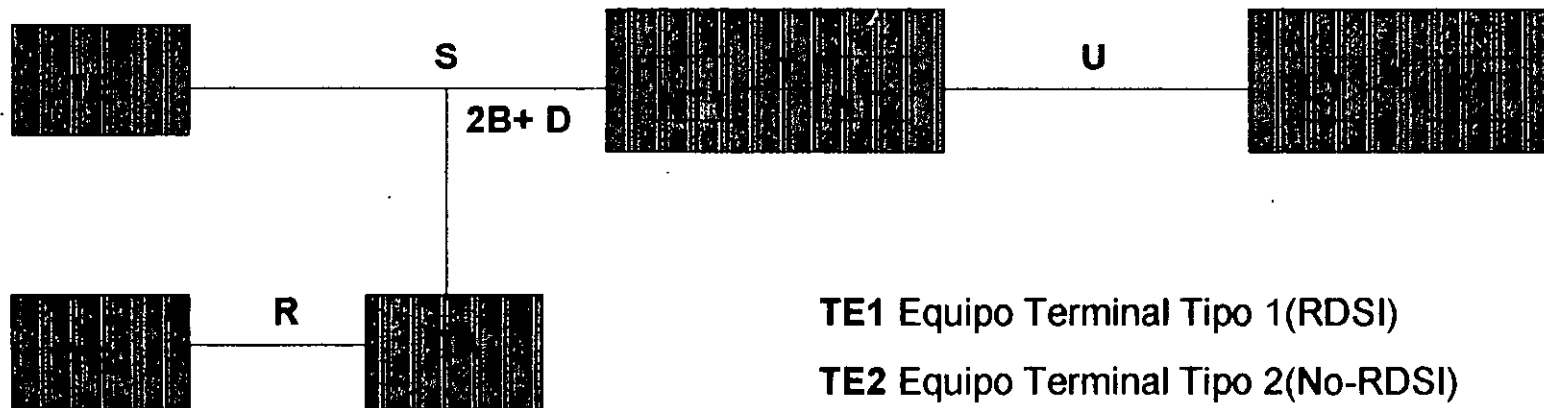
■ Acceso Básico 2B + D

canal B = 64Kbps y en éste caso
canal D = 16Kbps

■ Acceso Primario 30B + D

canal B = 64Kbps y en éste caso
canal D = 64Kbps

Grupos Funcionales y Puntos de Referencia



TE1 Equipo Terminal Tipo 1(RDSI)

TE2 Equipo Terminal Tipo 2(No-RDSI)

TA Adaptador de Terminal

NT1 Terminador de Red Tipo 1

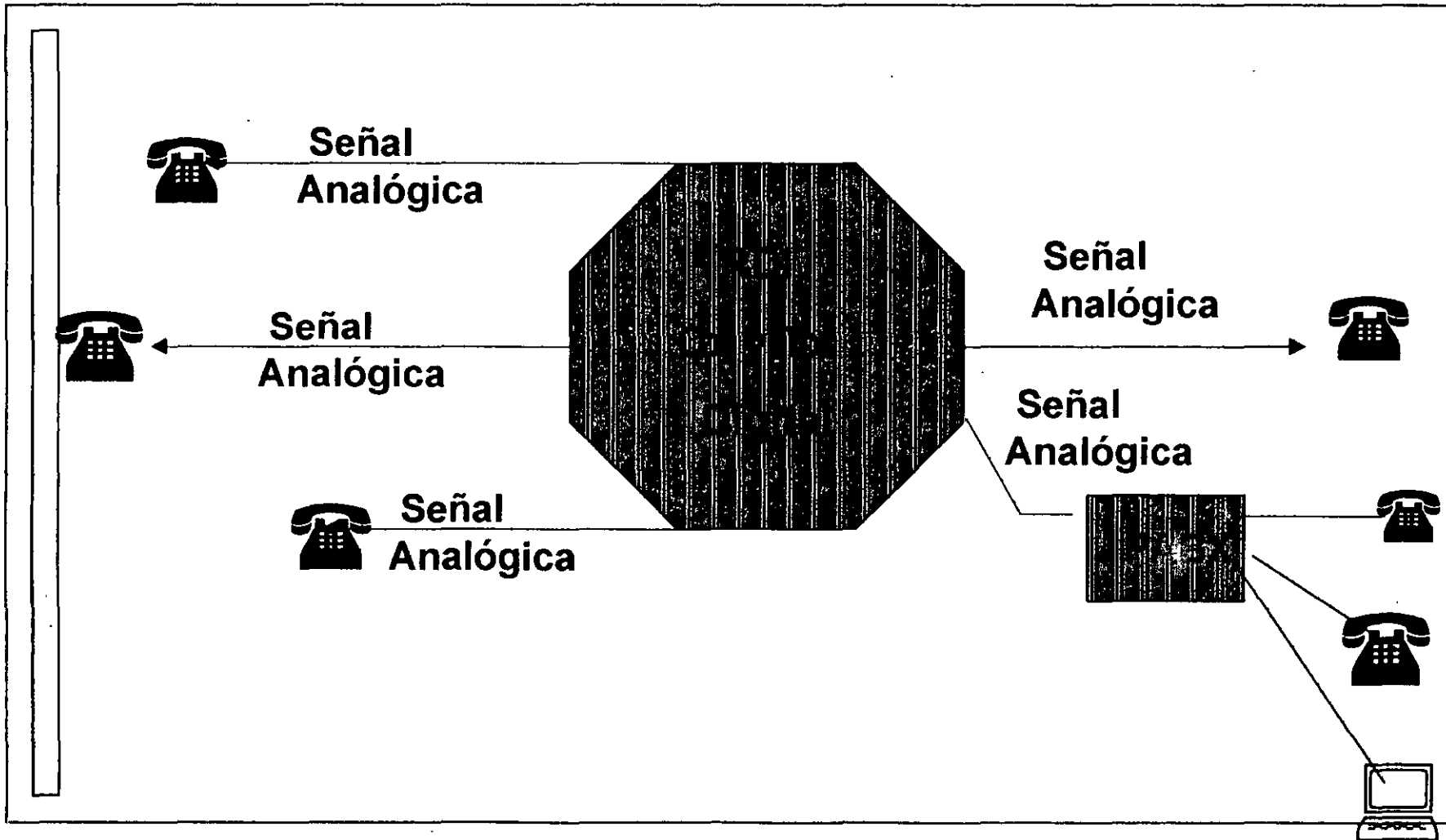
NT2 Terminador de Red Tipo 2 (PABX ó LAN ; $30B+ D$)

R,S,T,U,V Puntos de Referencia

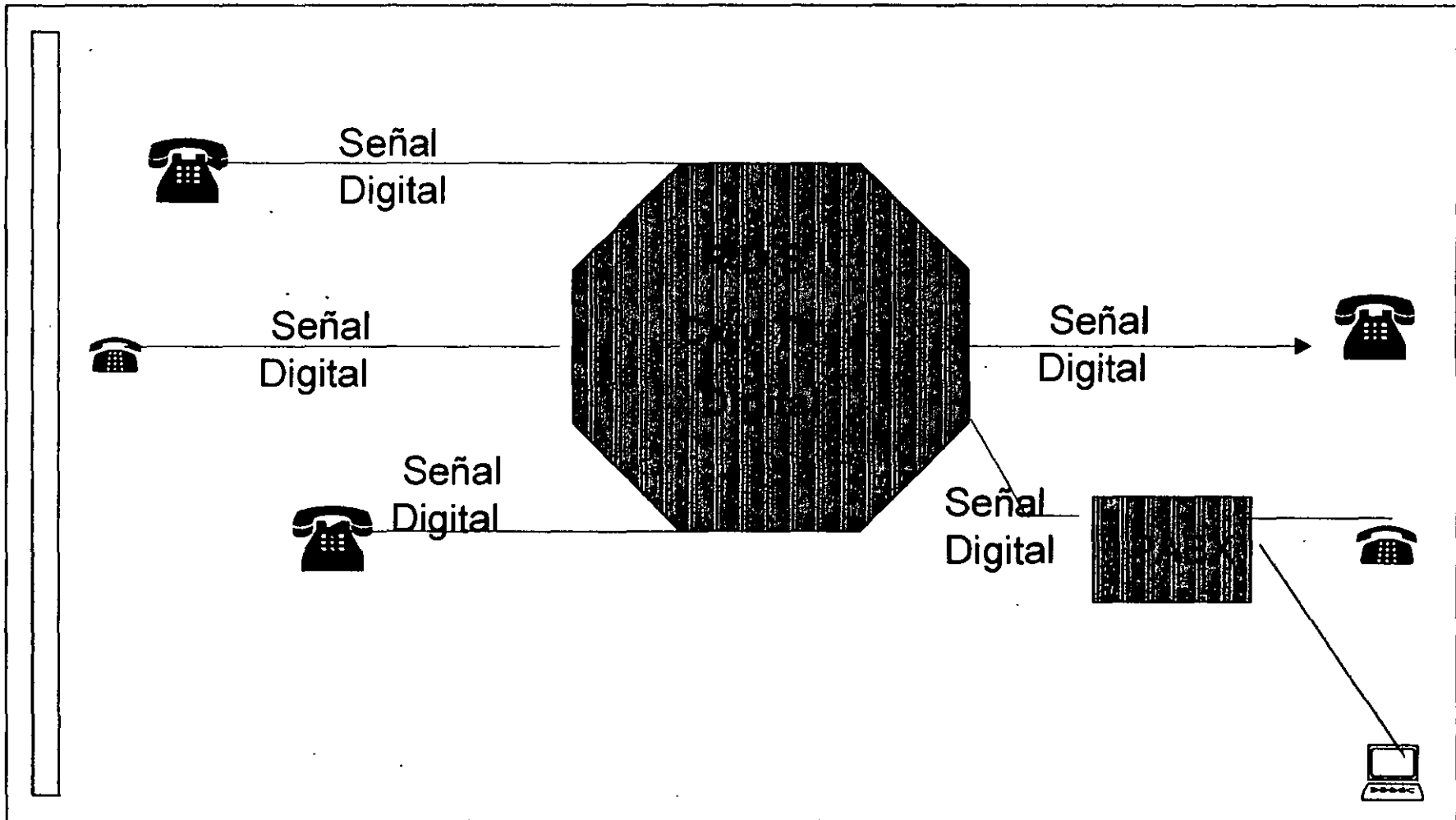
¿Que se necesita para tener RDSI?

- **Red Digital Integrada**
- **Sistema de Señalización por Canal Común**
- **Conmutación de Circuitos**
- **Conmutación de Paquetes**

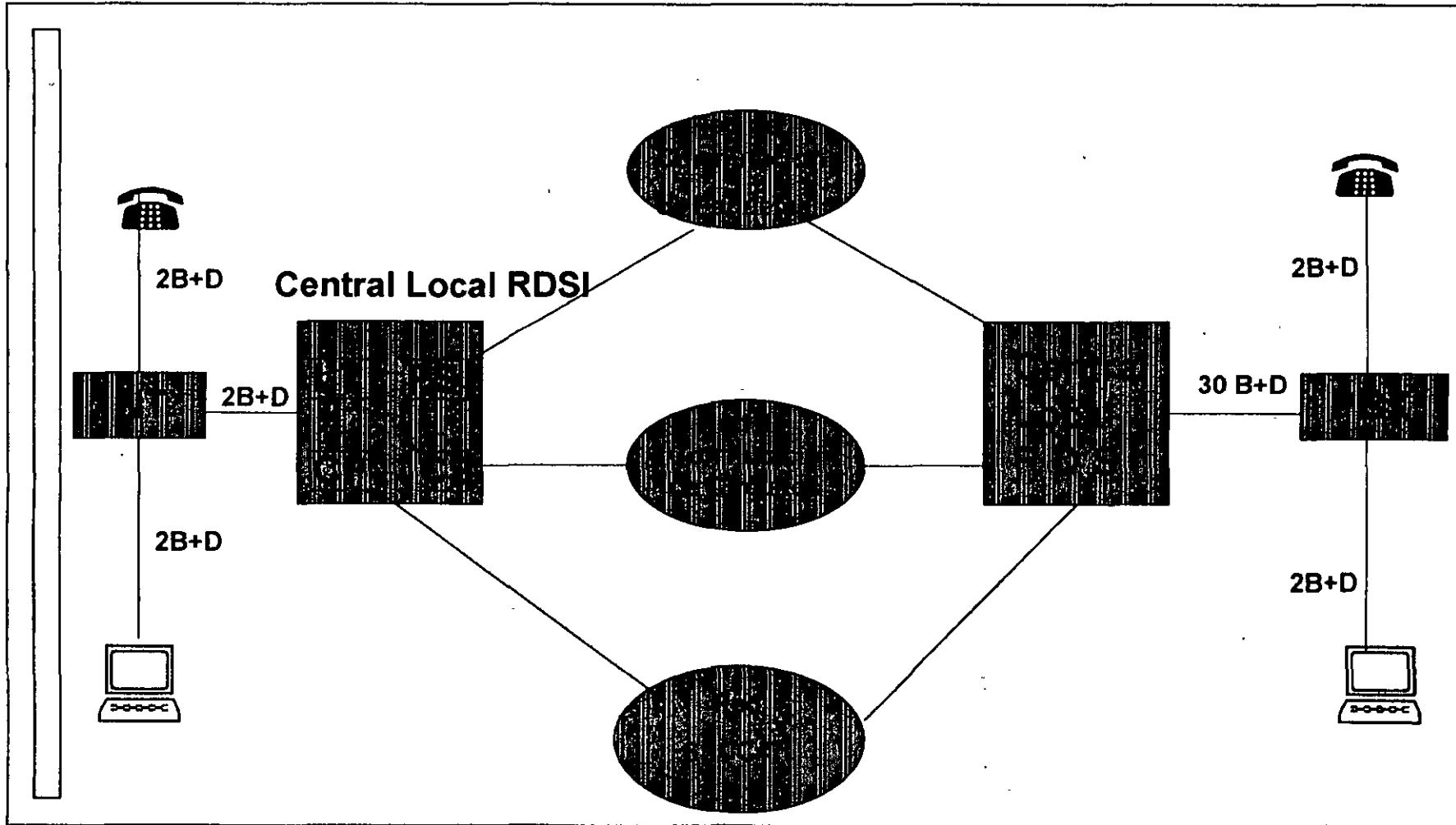
Red Digital Integrada



Red Digital de Servicios Integrados



Modelo RDSI



CURRICULUM VITAE

María del Carmen Angélica Moreno Argüello, Nació en la Ciudad de México. **Ingeniero Mecánico Electricista** en el Área de Comunicaciones y Electrónica, egresada de la Facultad de Ingeniería de la UNAM, cursó los estudios de la Maestría en Ingeniería Eléctrica área Telecomunicaciones en la División de Estudios de Posgrado de la Facultad de Ingeniería (**DEPFI-UNAM**).

Se ha desarrollado en el área de Telecomunicaciones colaborando como Investigador en el Centro de Investigación y Desarrollo de **TELMEX**, participando ahí como responsable en la *Primer Videoconferencia en México*. Responsable de Proyectos en Telecomunicaciones como **Canal 40 XHTVM**, en Grupo **IUSACELL-IUSANET** como Gerente de Transmisión de Video y Datos realizó la habilitación de la *Primer Sala Pública de Videoconferencia en México*. Participó en la puesta en marcha de las Oficinas de la Compañía fabricante de Equipos de Videoconferencia **PictureTel** en México como Directora de Mercadotecnia y Soporte Técnico.

Ha realizado estudios en el extranjero en las áreas de **Comunicaciones en Edificios Inteligentes en España** y **Equipos de Medición en Red Digital de Servicios Integrados en Alemania**. Cursa actualmente el Diplomado "**Educación Abierta y a Distancia**" en la Coordinación de Educación Abierta y Educación a Distancia de la **UNAM**.

En el aspecto Docente ha venido participando como Profesor en la Facultad de Ingeniería de la UNAM en las materias **Redes de Teleinformática y Temas Selectos de Comunicaciones**.

Es **Coordinadora Académica** de los Módulos Redes Digitales y Comunicaciones Vía Microondas en el Curso Internacional de Telecomunicaciones de la División de Educación Continua de la **Facultad de Ingeniería de la UNAM**. Ha colaborado también en Instituciones como **Universidad Iberoamericana (UIA)** Campus Santa Fé (Diplomado de Comunicaciones para Ericsson), **Universidad De Las Americas (UDLA)** Campus Puebla, **Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM)** Campus Ciudad de México y **Fundación Rosenblueth** con Presentaciones de Conferencias sobre Redes de Banda Ancha, Redes Digitales de Servicios Integrados, Redes de Fibra Óptica y Redes de Alta Velocidad.

Es miembro de la **Sociedad de Exalumnos de la Facultad de Ingeniería SEFI**, donde ocupa el cargo de **Consejero**. Es miembro activo del Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos **IEEE** donde fué **Presidente de la 5ª Reunión de Otoño de Comunicaciones y Computación ROC&C 1994**, Presidente del Capítulo de Comunicaciones Sección México en 1993 y Presidente del Capítulo de Computación Sección México en 1992. Es miembro activo de **AIUME** actualmente ocupa el cargo de Profesorero bienio 1999-2001 y ha sido Directora del Instituto de Teleinformática Bienio 1997-1998, Director del Instituto de Telecomunicaciones Bienio 1995-1996, Prosecretario Bienio 1993-1994.



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

CURSOS ABIERTOS

IX CURSO INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

MÓDULO IV

**REDES DIGITALES:
"ACTUALIDAD Y PERSPECTIVA"**

TEMA

**RDSI
INTERFACES S & U**

**CONFERENCISTA
ING. JUAN CARLOS MALDONADO MEDINA
PALACIO DE MINERÍA
MAYO 2000**

RDSI

Interfaces S y U



Conceptos Básicos



Puntos de Referencia



Interfaces

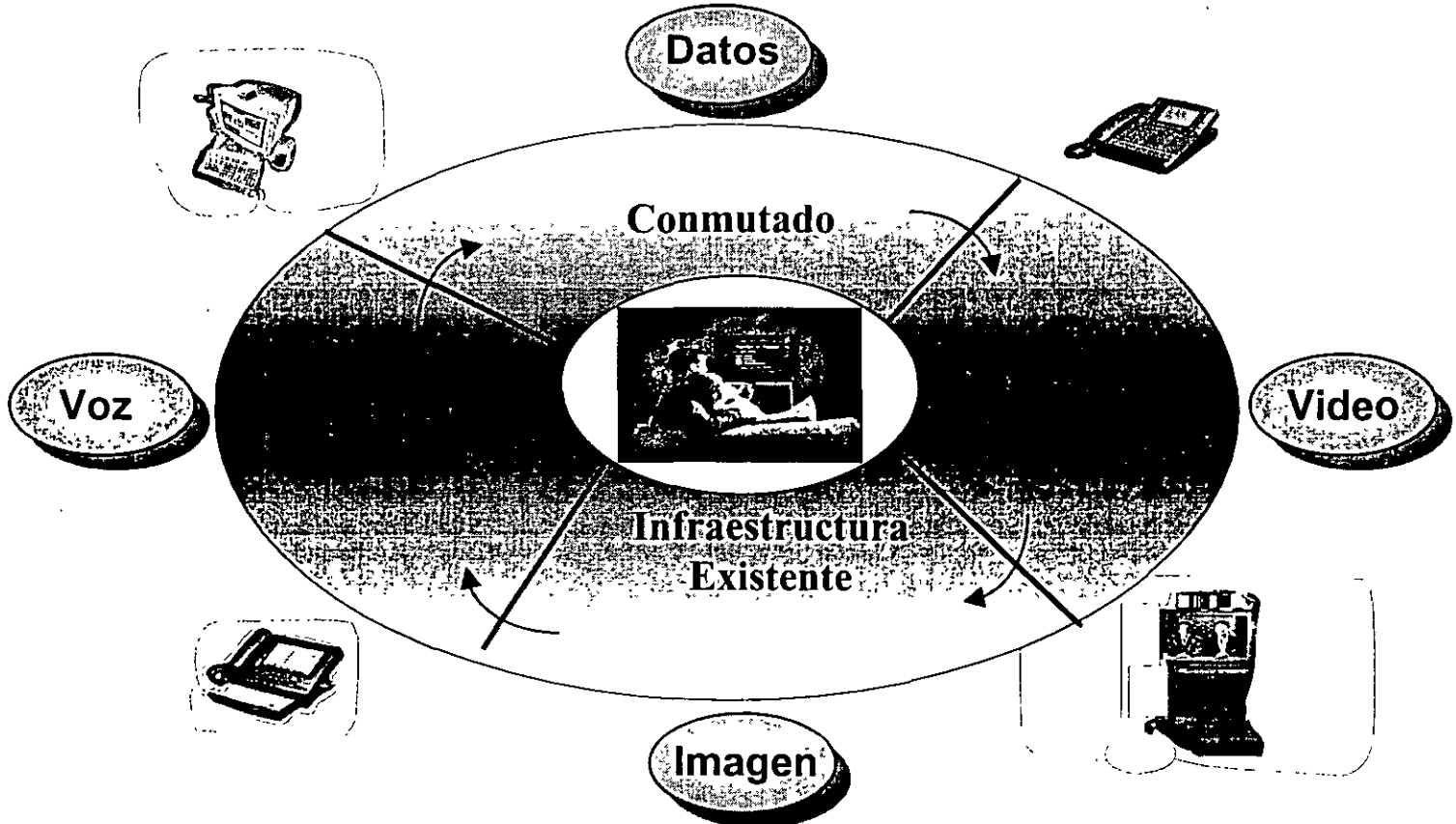


Ejemplos de Aplicaciones

RDSI Conceptos
BASICOS

Red Digital de Servicios Integrados

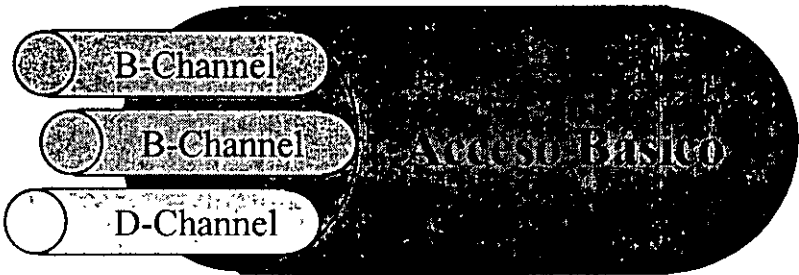
La RDSI es el Medio para Integrar Servicios de Voz, Datos, Video y Audio en forma Conmutada y Totalmente Digital, utilizando la Infraestructura Telefónica Existente.



“Tan Simple como hacer una llamada ”

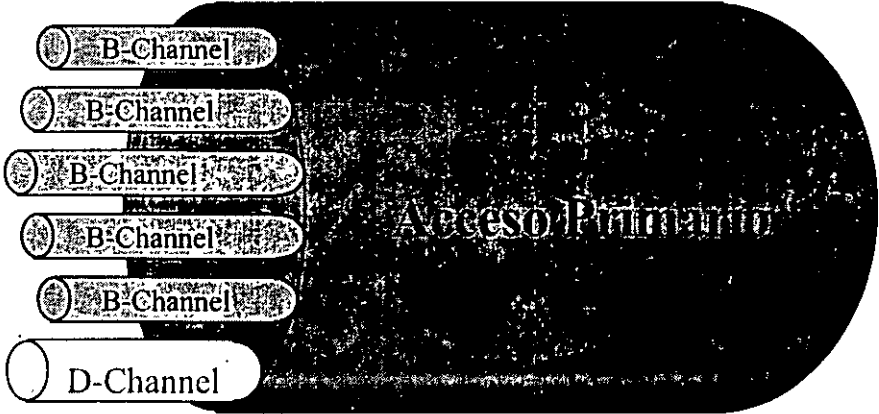
▼ Acceso Basico

- 144 Kbit/s
- 2B + D

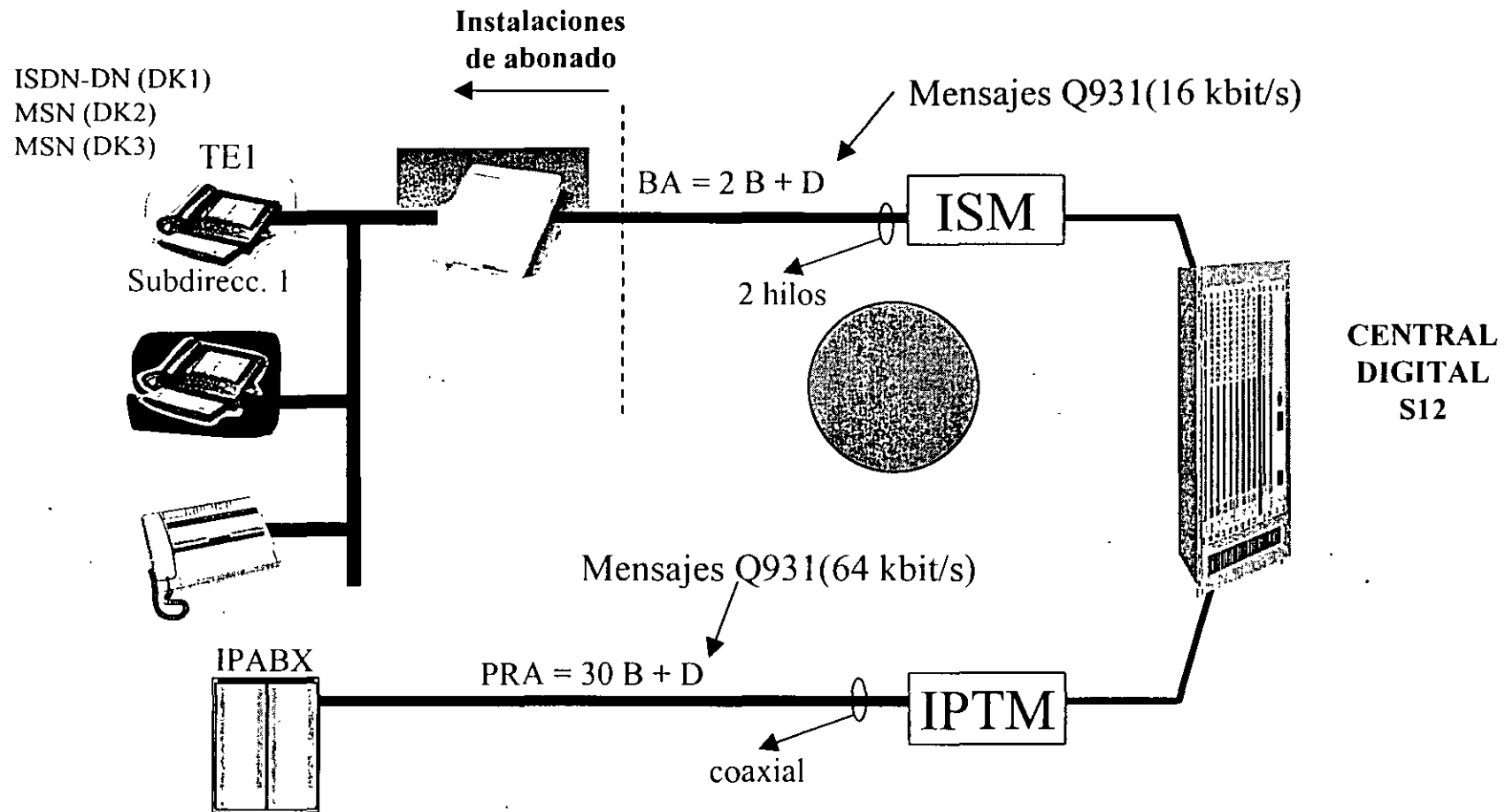


▼ Acceso Primario

- ETSI : 30 B+D
2048 Kbit/s
- USA : 23 B+D
1544 Kbit/s



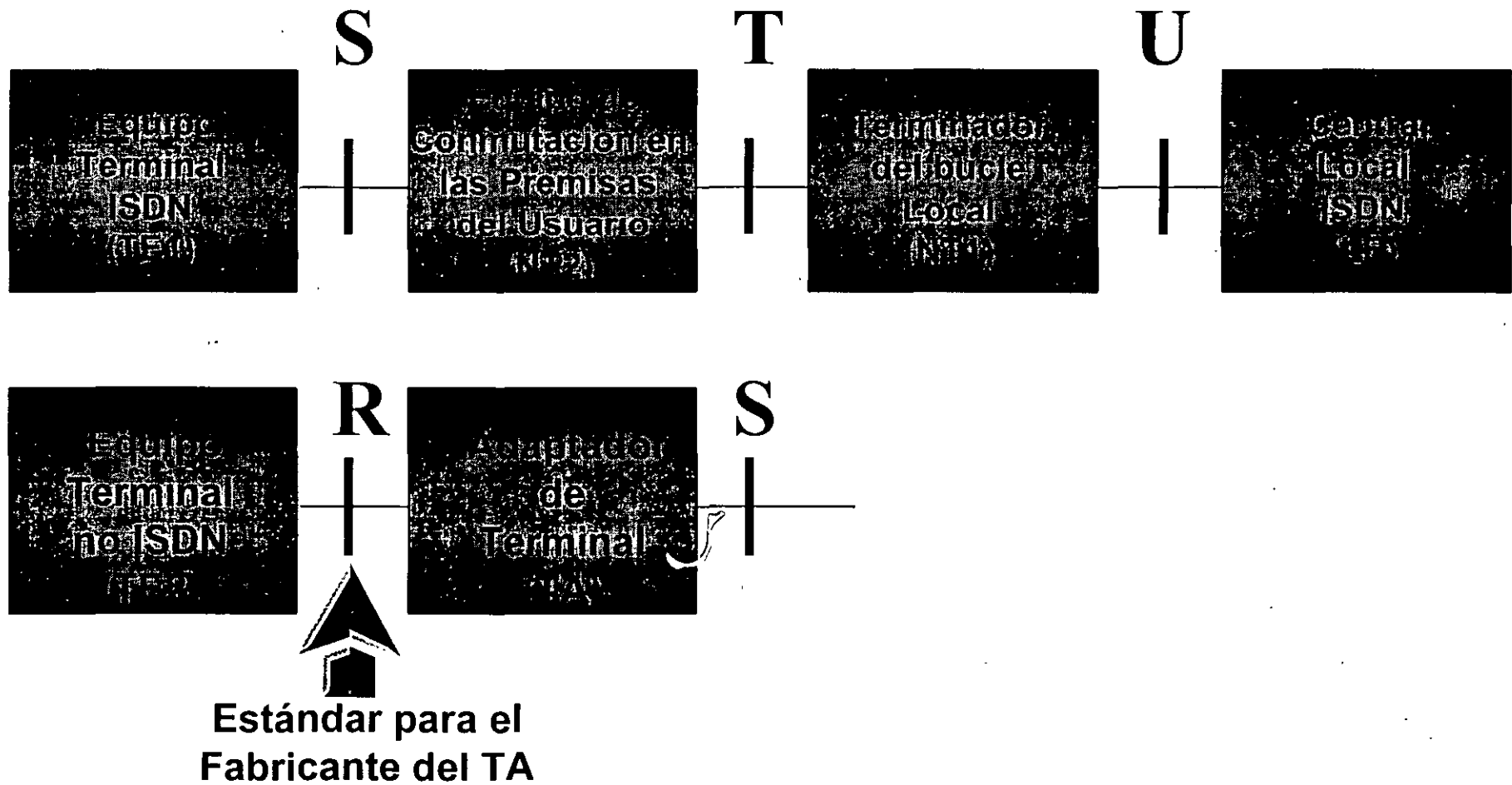
Conexión de Accesos Básico y Primario





ALCATEL

**PDST Puntos de
Kerencia**



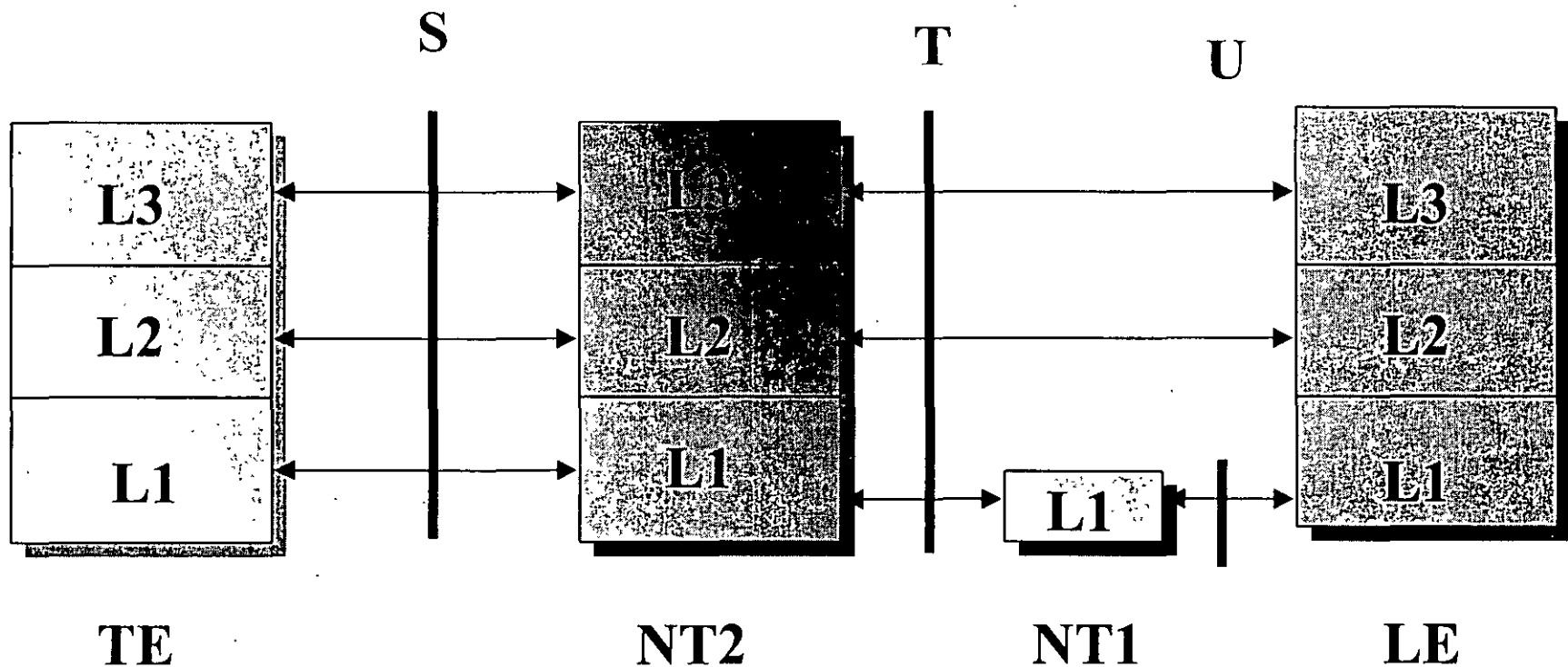
Punto de Referencia R: está entre equipo terminal no-ISDN (TE2) y un TA.

Punto de Referencia S: está entre el equipo de usuario ISDN (TE1 o TA) y el equipo de terminación de red (NT2 o NT1).

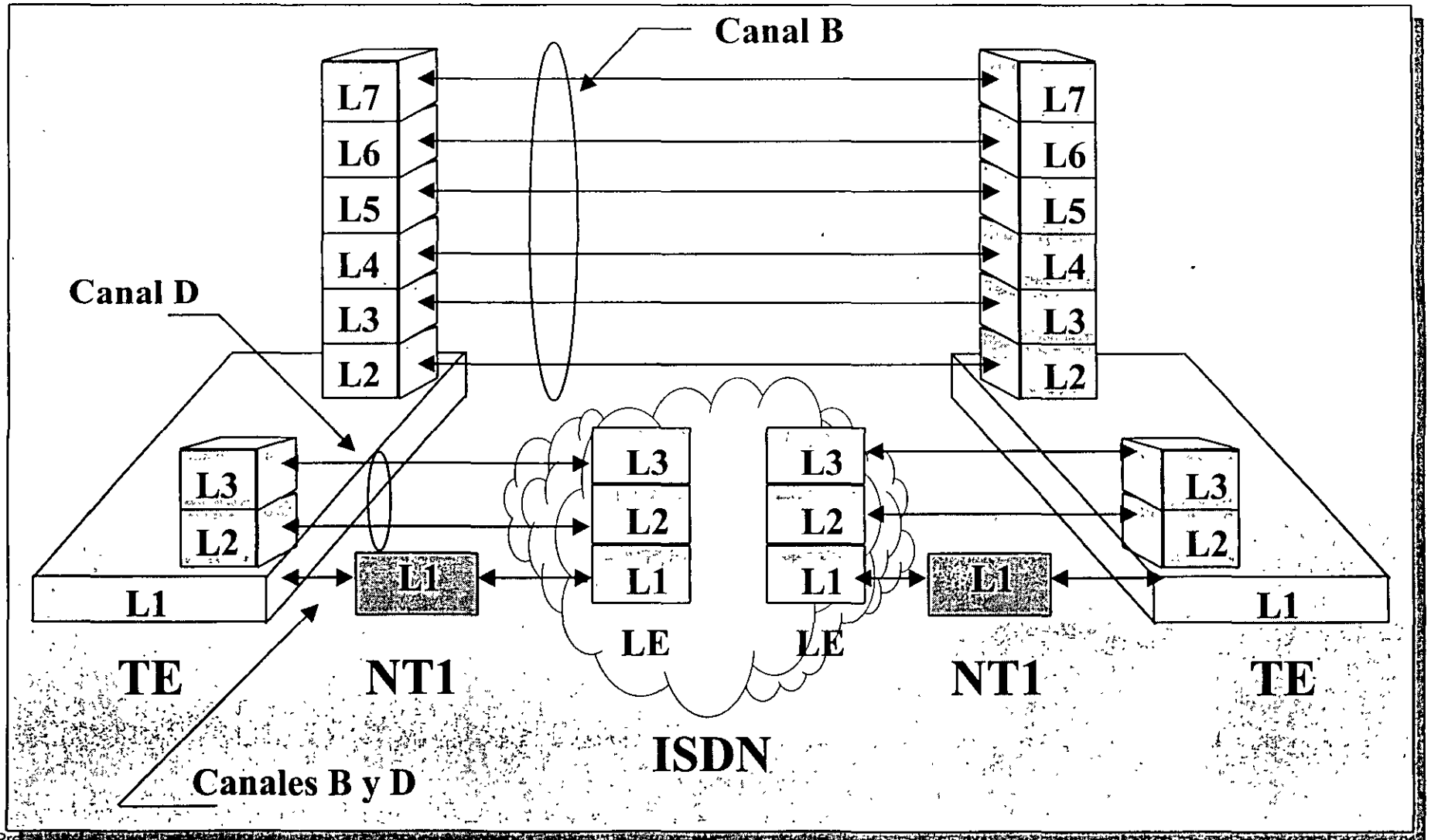
Punto de Referencia T: está entre el equipo de conmutación del lado usuario (NT2) y el terminador del bucle local (NT1). En ausencia del NT2, la interfaz usuario-red es comúnmente llamada el punto de referencia S/T.

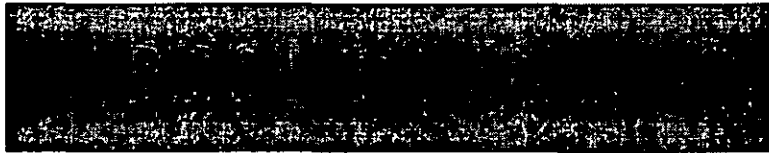
Punto de Referencia U: está entre el NT1 y la central local ISDN.

Aunque no se muestra en la figura, algunos fabricantes definen un Punto de Referencia V entre el LT y el ET dentro de la central local. Este punto de referencia es una característica dependiente de la implementación de la central, la cual es transparente al usuario.

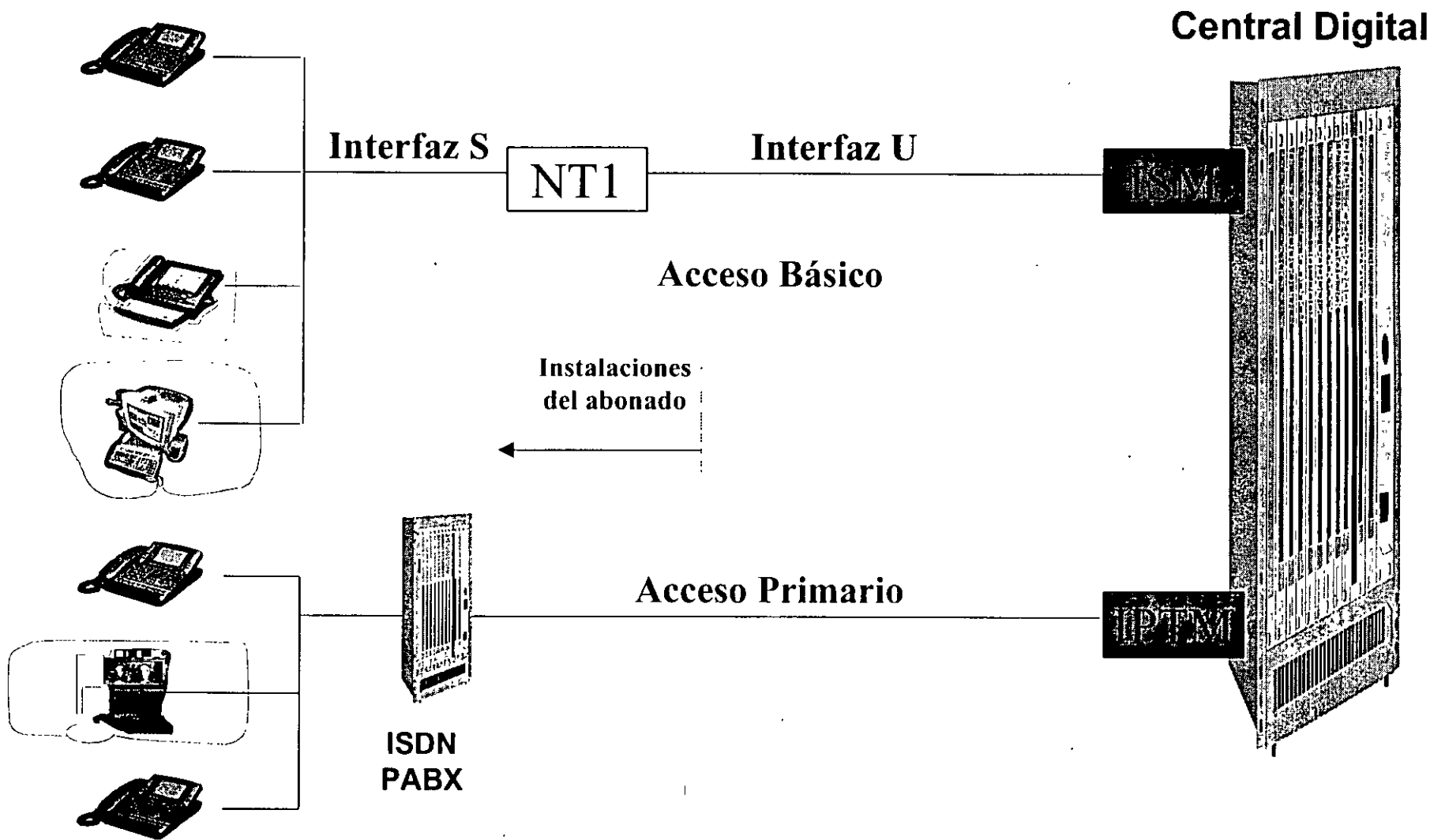


Arquitectura de Protocolos de los Canales B y D



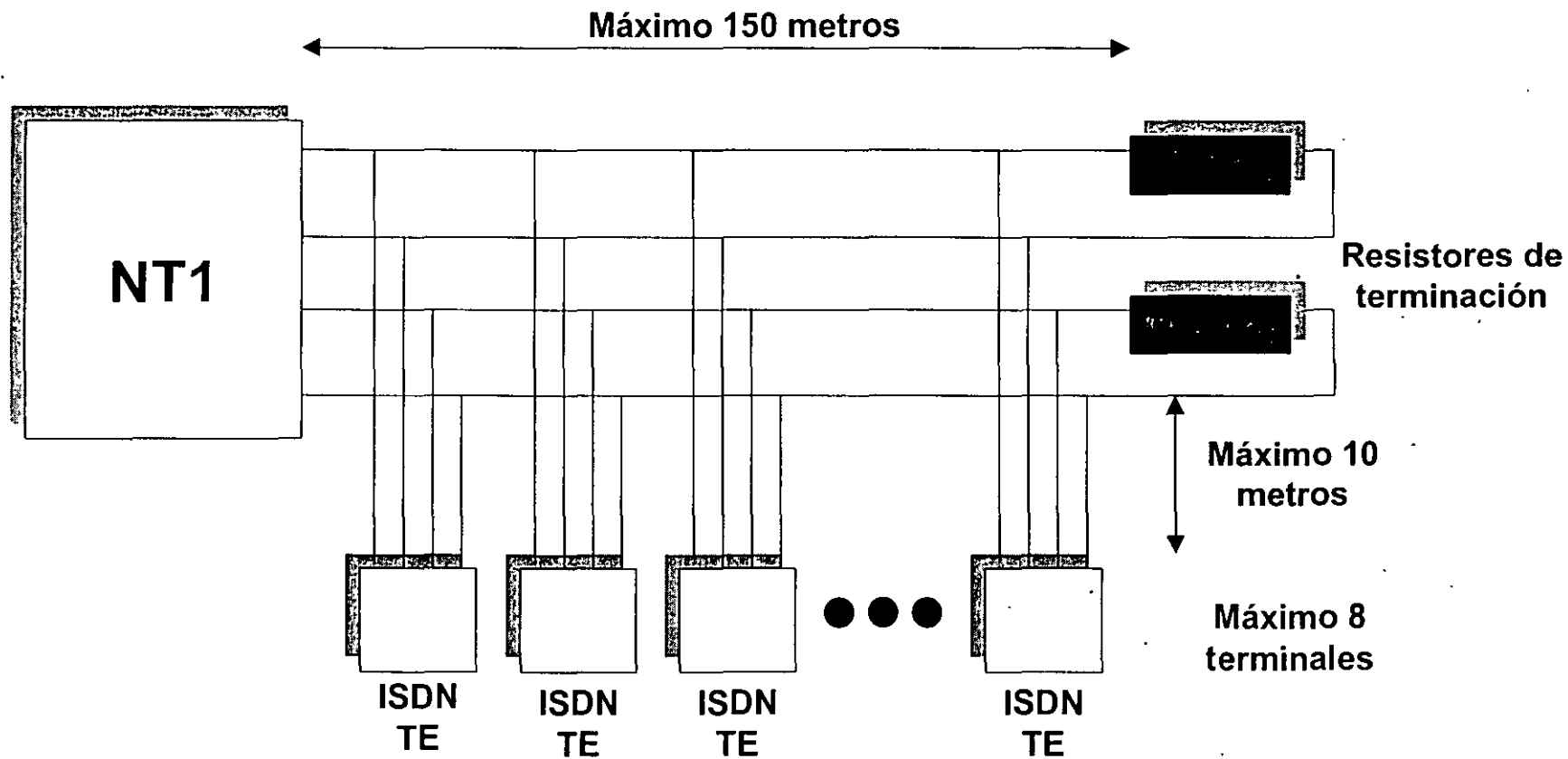


Ejemplo de la RDSI Básica

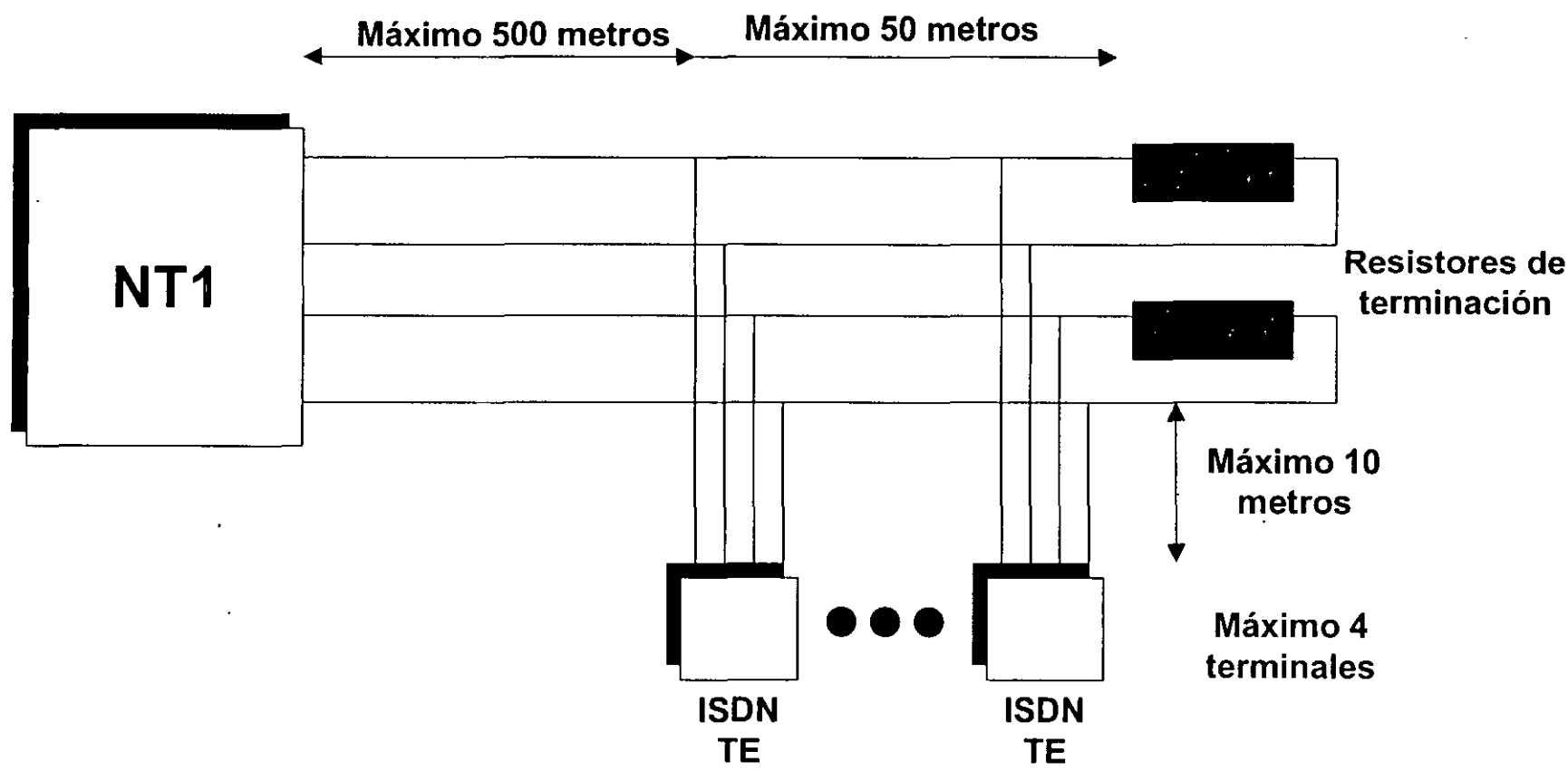


- ▼ La interfaz S tiene una configuración a cuatro hilos y permite la conexión de hasta ocho terminales RDSI (TE's).
- ▼ Una fuente de energía "fantasma" puede ser transportada entre los pares de transmisión y recepción para terminales que requieran energía.
- ▼ El código de línea en la interfaz S es el 2B1Q, el cual es una variación del código AMI, donde un "1" digital es representado por un nivel de 0V, mientras que un "0" digital es representado por un pulso, ya sea positivo o negativo.
- ▼ La impedancia nominal de la interfaz S es de 100 ohms.
- ▼ Generalmente el bus S es terminado con una resistencia de 100 ohms en cada par de hilos.

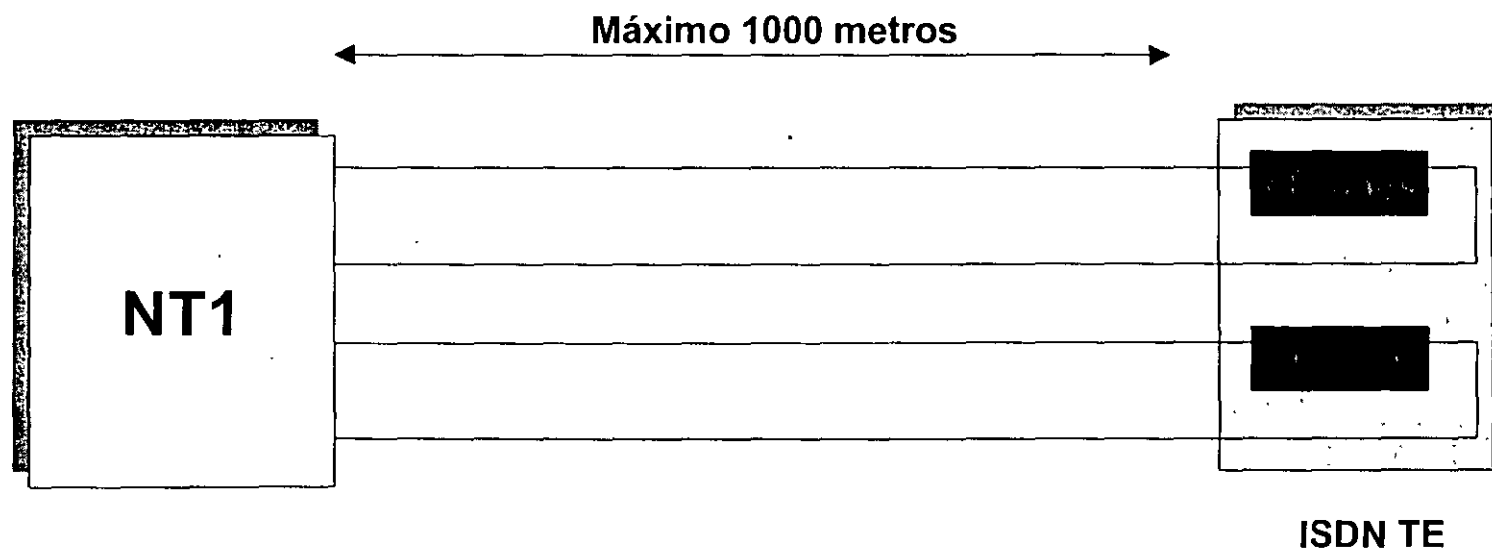
Configuración de Bus Pasivo Corto Punto a Multipunto



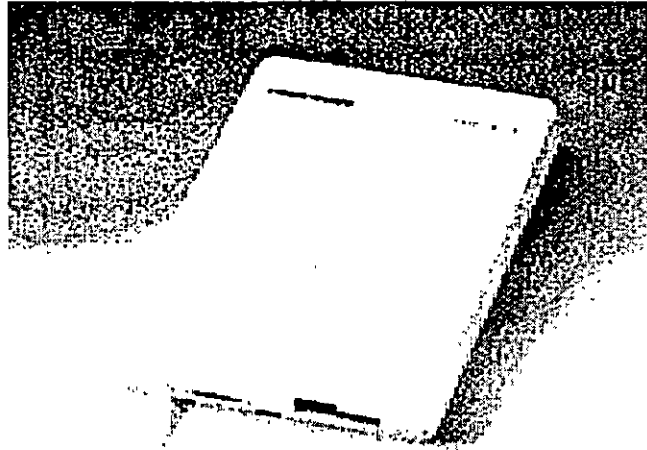
Configuración de Bus Pasivo Extendido Punto a Multipunto



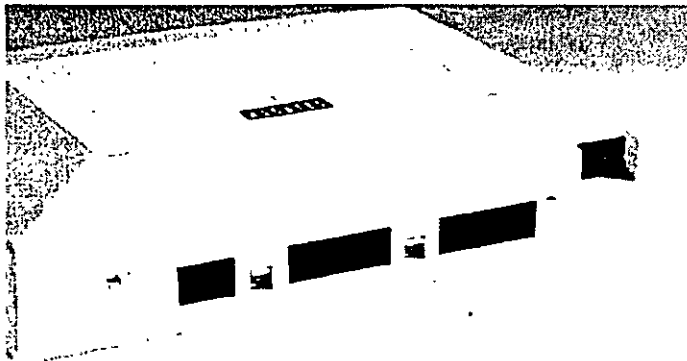
Configuración Punto a Punto



- ▼ La interfaz U es conocida como 2B+D, la cual contiene 2 canales B (Bearer) y un canal D (Delta) y ha sido diseñada para operar efectivamente utilizando la red de acceso telefónico existente.
- ▼ Los canales B son utilizados para cualquier tipo de comunicación de circuito conmutado, tales como: voz, datos conmutados, video, etc.
- ▼ Los canales B son asignados para todo el tiempo que dura la llamada, y cada uno de ellos tiene un ancho de banda de 64 Kbps.
- ▼ El canal D es utilizado principalmente para señalización, aunque ya existen aplicaciones como el AO/DI en la cual transporta información de usuario. El canal D tiene un ancho de banda de 16 Kbps.
- ▼ El bus U tiene una configuración de dos hilos y proporciona transmisión full duplex.



NT 1580/ID4
2 Interfaces So RDSI



NT-Twin
2 Interfaces Analógicas
1 Interfaz So RDSI

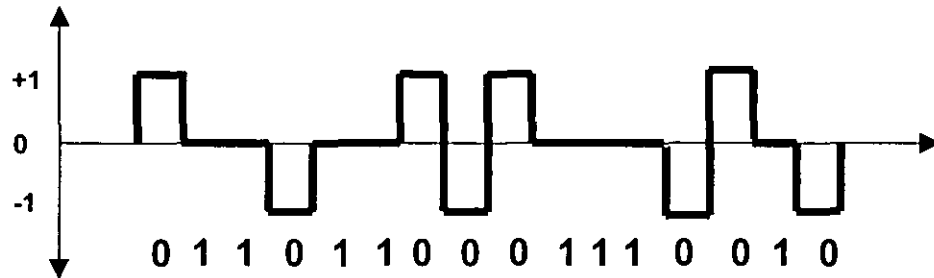
- El código de línea en el sistema BRA es 4B3T o 2B1Q.
- Con el 4B3T, 4 dígitos binarios (bits) son convertidos en tres dígitos ternarios (3 estados).
- Con el 2B1Q, 2 dígitos binarios (bits) son convertidos en un dígito cuaternario (4 estados).



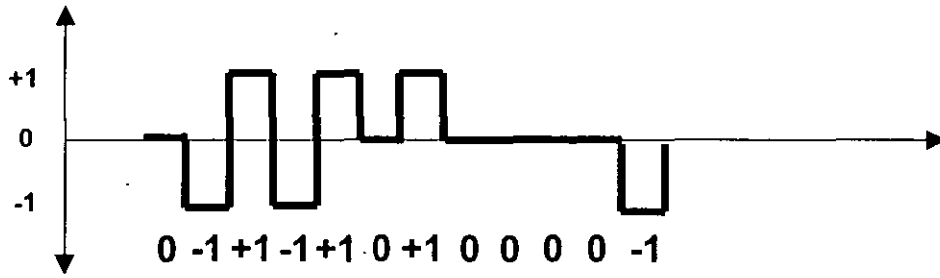
DIGITOS BINARIOS	DIGITO CUATERNARIO
0000	0 0 0
001	0 0 +1
0010	0 0 -1
0011	0 +1 0
0100	0 -1 0
0101	0 +1 -1
0110	0 -1 +1
0111	+1 0 0
●	●
●	●
1011	-1 0 +1

DIGITOS BINARIOS	DIGITO CUATERNARIO	NIVEL DE VOLTAJE
00	- 3	- 2.5 V
01	- 1	- 0.833 V
10	+ 3	2.5 V
11	+ 1	0.833 V

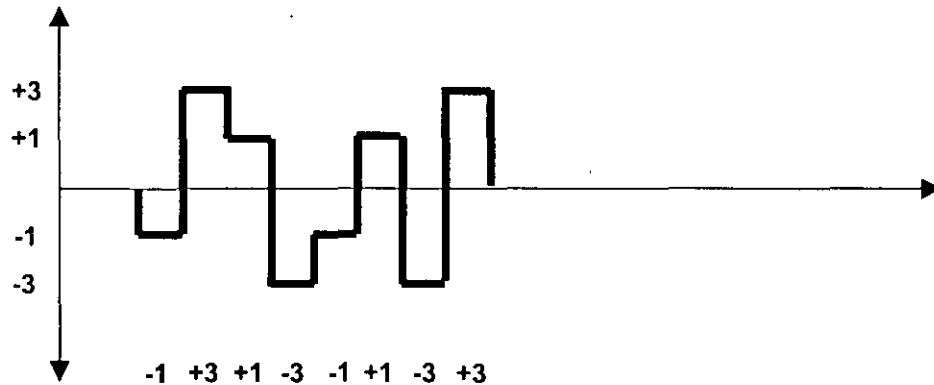
Ejemplos de Codificación de Línea



Código AMI

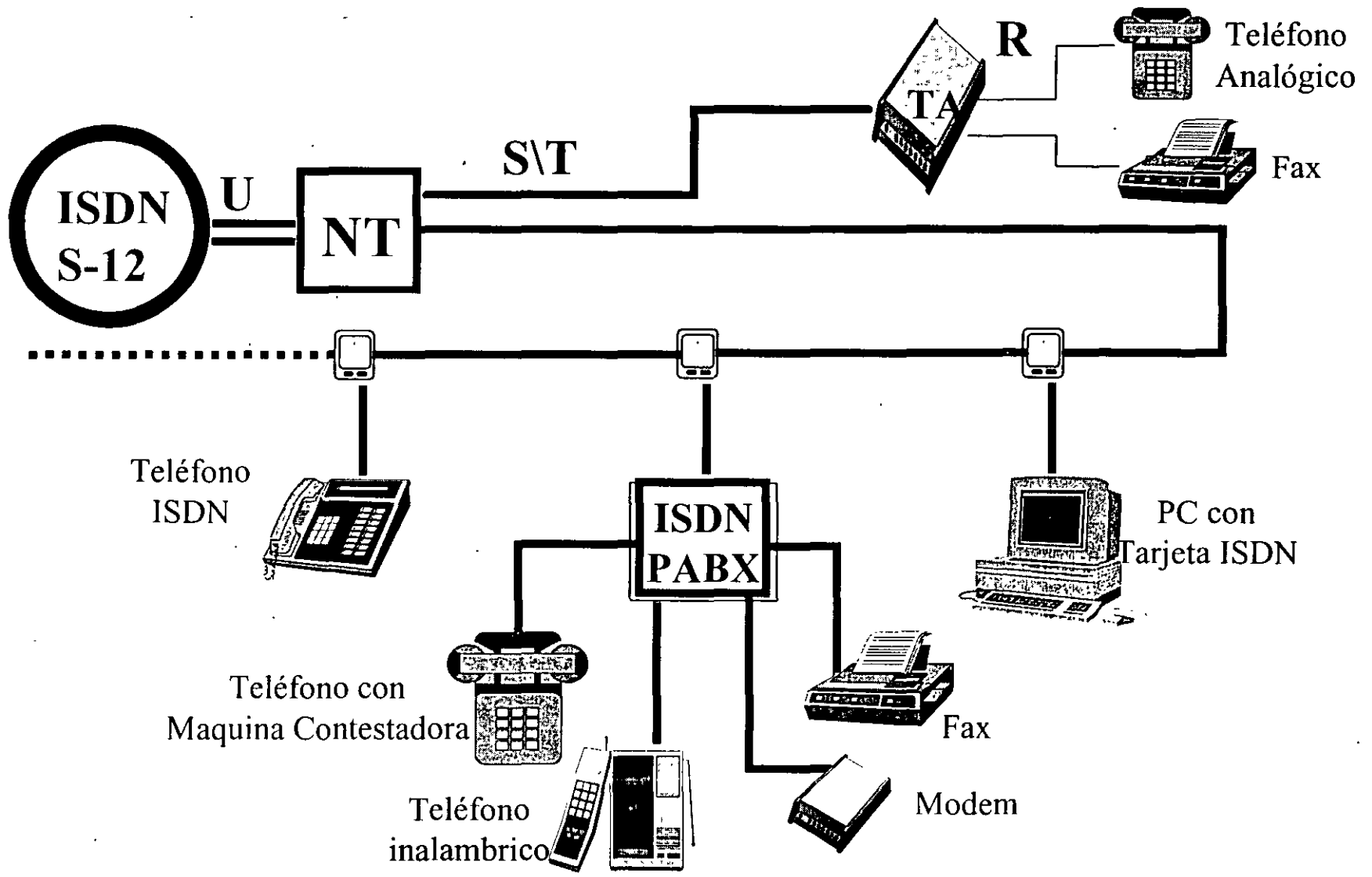


Código 4B3T



Código 2B1Q

Sistema del Bus de Interconexión



RDSI Ejemplos de Aplicaciones



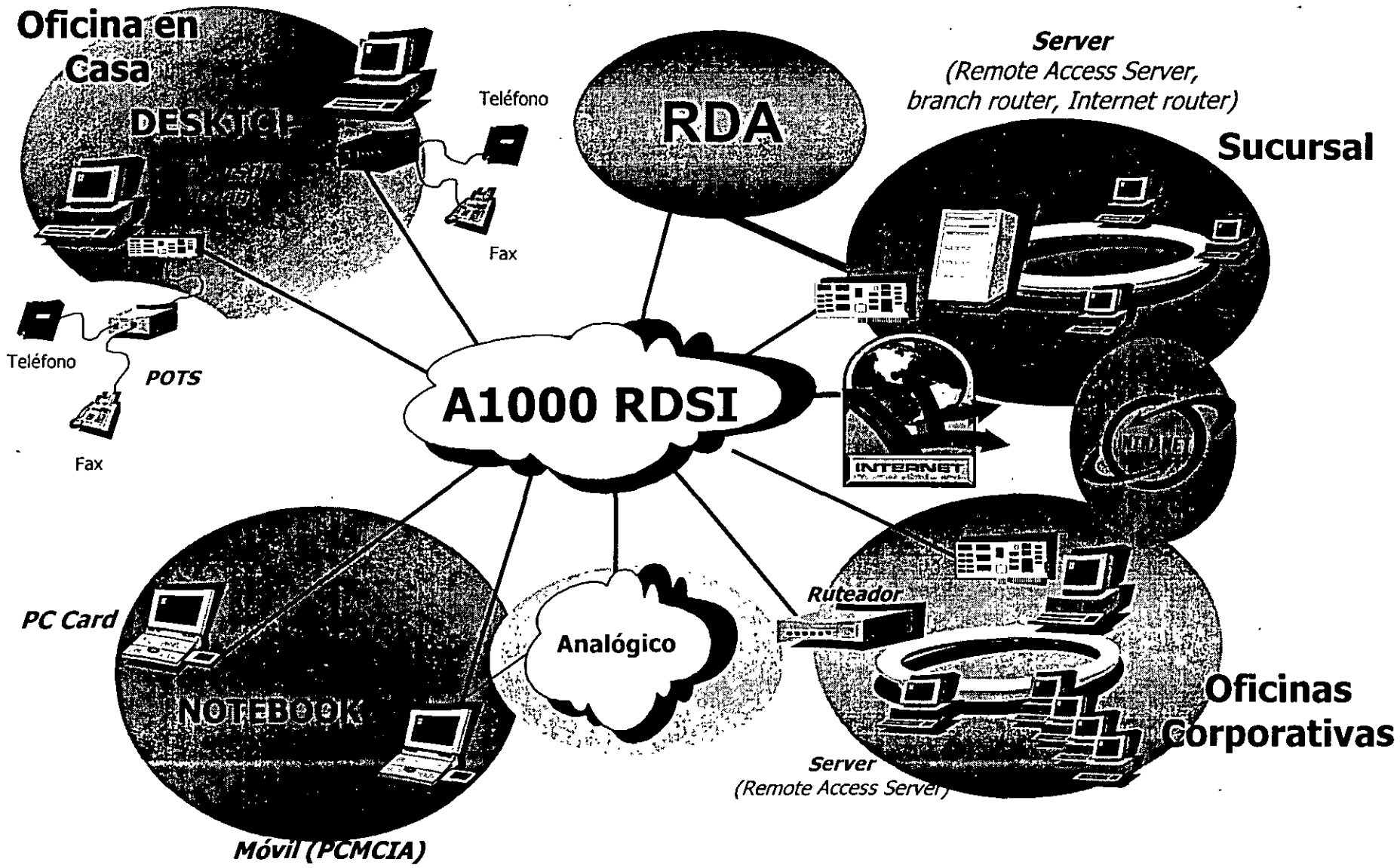
- VENTAJAS:**
- AHORRO EN TIEMPO**
 - AHORRO EN GASTOS DE VIAJE**
 - MENORES COSTOS DE OPERACION**
 - ACCESIBLE A TODO EL PERSONAL**
 - SIN RESTRICCIÓN DE TIEMPO**
 - INFORMACION PRECISA Y EN TIEMPO REAL**

Videoconferencia de Escritorio

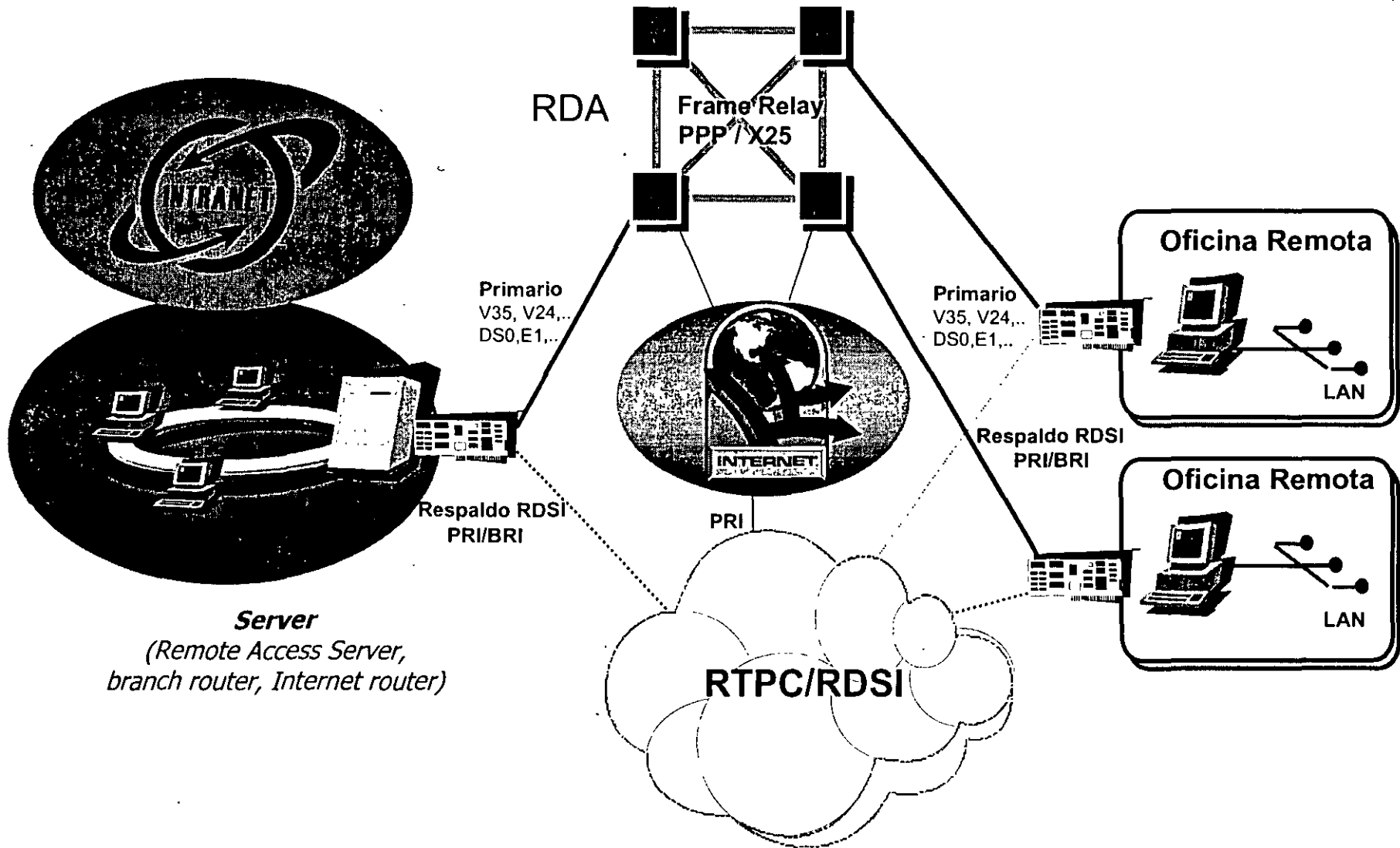


- VENTAJAS:**
- AHORRO EN GASTOS DE VIAJE**
 - CONSULTAS INMEDIATAS A CUALQUIER PUNTO**
 - ACCESO A BASES DE DATOS**
 - COMPARTICION Y TRANSFERENCIA DE ARCHIVOS (APLICACIONES)**
 - MENORES GASTOS DE OPERACION**
 - SIN RESTRICCION DE HORARIO**

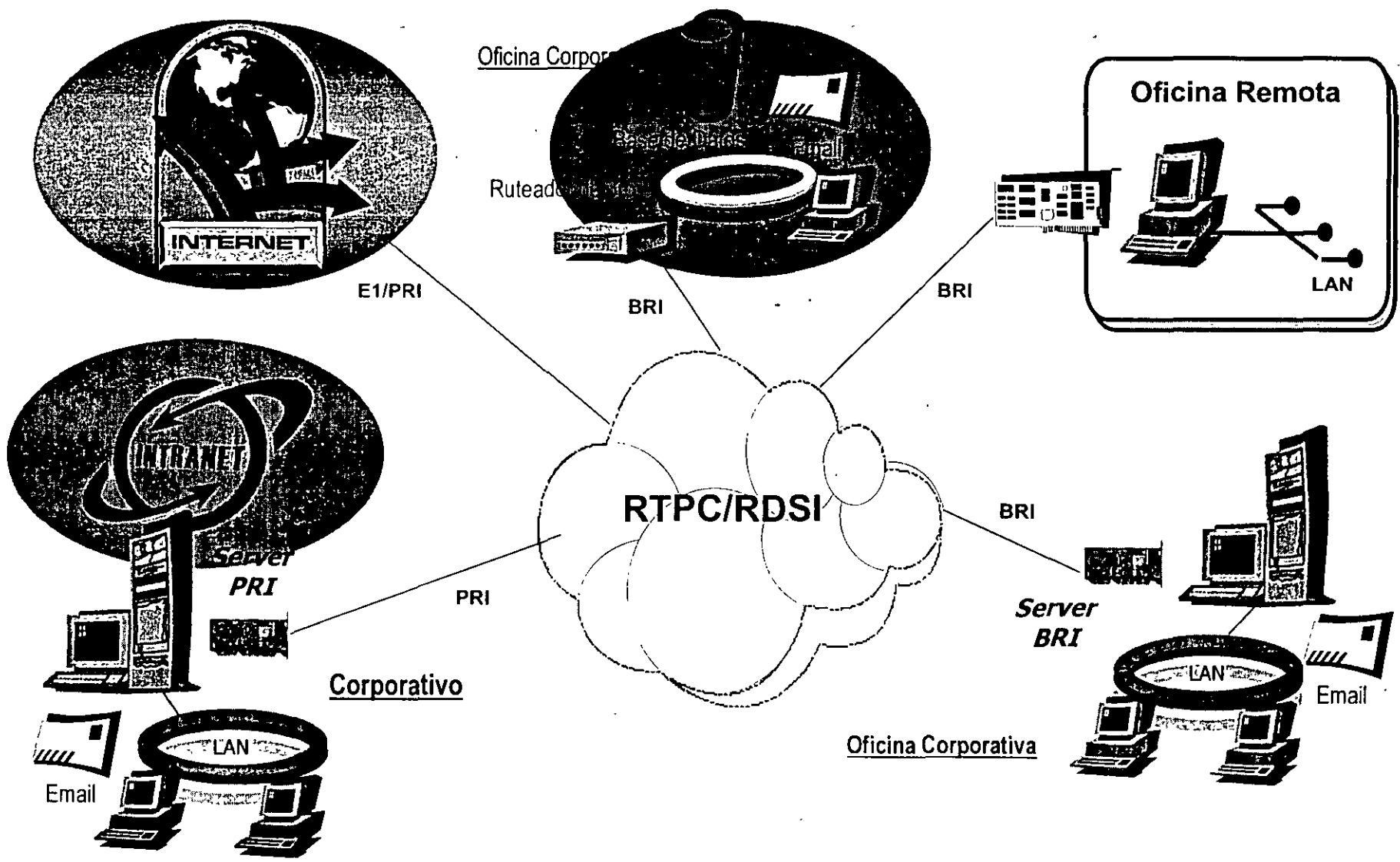
Configuración de Redes de Datos



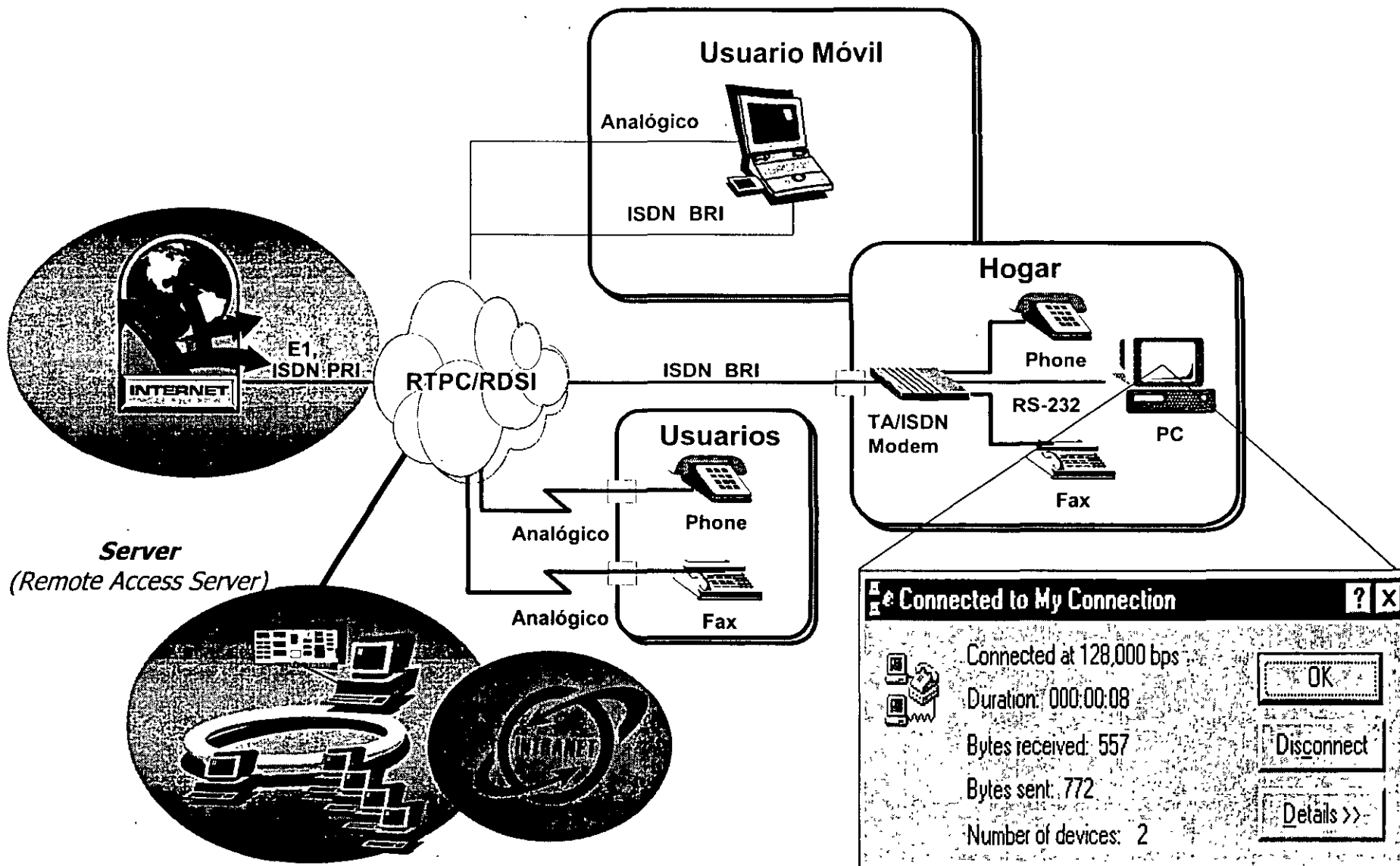
Respaldo a Líneas Privadas



Interconexión de LAN a LAN



Acceso Remoto Fijo y Móvil





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

CURSOS ABIERTOS

IX CURSO INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

MÓDULO IV

**REDES DIGITALES:
"ACTUALIDAD Y PERSPECTIVA"**

TEMA

INTERFASES "S" Y "U"

**CONFERENCISTA
ING. RODOLFO CASTAÑEDA SEGURA
PALACIO DE MINERÍA
MAYO 2000**

INTERFACES “S” Y “U”

Rodolfo Castañeda Segura

CICESE

D. de Electrónica y Telecomunicaciones

CONTENIDO

1. MODELO DE REFERENCIA OSI	1
2. CAPA FISICA DE LA RDSI	5
2.1. CODIGOS DE LINEA	6
2.2. ACCESOS RDSI	9
2.2.1. INTERFAZ DE ACCESO BASICO (BRI).	10
2.2.2. INTERFAZ DE ACCESO PRIMARIO (PRI).	18
2.3. INTERFAZ U	20
2.3.1. TECNICAS DE TRANSMISION EN LA LINEA DE ABONADO (INTERFAZ U)	20
3. CAPA DE ENLACE DE DATOS.	25
4. CAPA DE RED.	27
4.1. Aspectos Generales	27
4.2. Funciones de la capa 3	27
4.3. Procedimientos para el control de llamadas	28
4.3.1. Procedimientos para llamadas por conmutación de circuitos.	28
4.3.2. Procedimientos para llamadas por conmutación de paquetes.	28
4.4. Estructura de los mensajes	28

1. MODELO DE REFERENCIA OSI

La RDSI ha adoptado un esquema estratificado, basado en el modelo de siete capas de Interconexión de Sistemas Abiertos (OSI) de la Organización Internacional de Normas (ISO), para los protocolos de intercambio de información dentro y a través de la red [CCITT, 1989b]. Este modelo se muestra en la Figura 1.1. La estructuración en capas, permite, por un lado, subdividir el problema global de la implementación de protocolos en varias piezas que resultan, obviamente, menos difíciles de realizar que el problema visto como un todo, además de que se obtiene, como consecuencia directa, que cada pieza sea altamente independiente de las demás, de tal forma que se puede alterar el funcionamiento de cualquiera de ellas para aprovechar los nuevos avances en las técnicas de programación o de desarrollo de circuitos sin afectar a las otras capas [Gallardo & Sánchez, 1992].

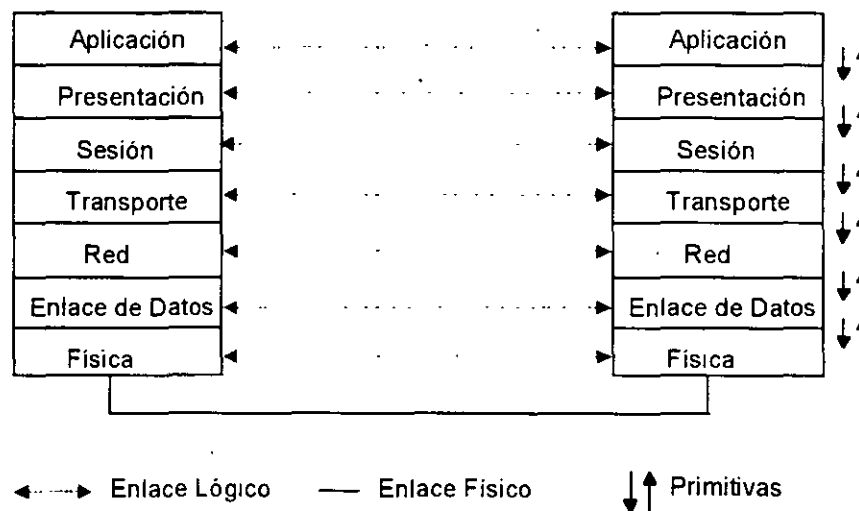


Figura 1.1 Modelo de Referencia OSI

Las características fundamentales de los esquemas estratificados son la definición de procedimientos estandarizados que permiten el intercambio lógico de información entre entidades de un mismo nivel, la creación de fronteras bien delimitadas entre las capas y la posibilidad de interacción directa únicamente entre capas adyacentes.

Dos entidades de una misma capa que pertenecen a sistemas diferentes en lados opuestos de la interfaz y que deben intercambiar información para realizar un objetivo común se denominan *entidades par*

Cada capa puede estar constituida por una o varias entidades que realizan las funciones requeridas. Los mensajes definidos para la comunicación entre entidades de capas adyacentes, de un mismo sistema, se conocen como *primitivas de servicio*. Las primitivas son meramente conceptuales y no está especificado cómo han de realizarse [Gallardo & Sánchez, 1992]. Hay cuatro tipos diferentes de primitivas de acuerdo al sentido en que se transmiten y a la función que llevan a cabo: éstas son identificadas con los siguientes nombres: petición, indicación, respuesta y confirmación. Los tipos de primitivas y su dirección se muestran en la Figura 1.2.

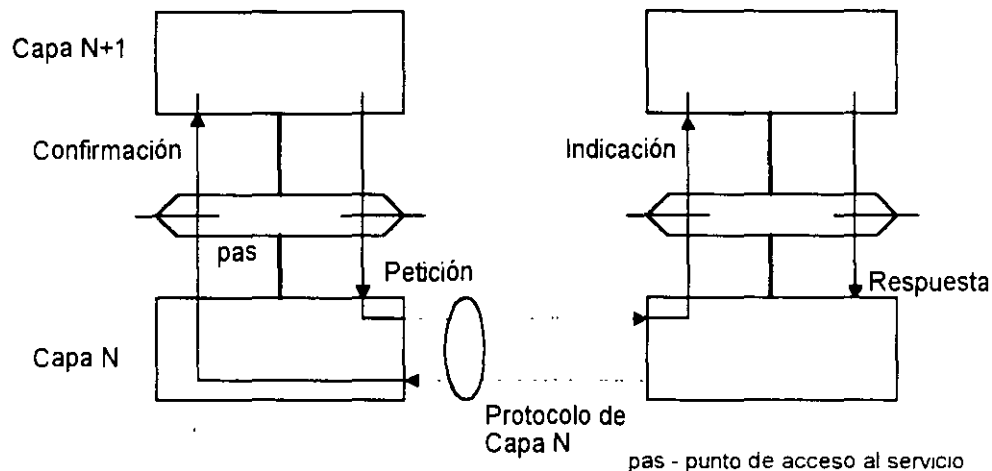


Figura 1.2. Tipos de primitivas intercambiadas entre capas adyacentes

El tipo de *primitiva petición* se utiliza cuando una capa solicita un servicio a la capa inferior. El tipo de *primitiva indicación* lo utiliza la capa que proporciona un servicio para notificar a la capa superior cualquier situación relacionada con este servicio: generalmente es el resultado de una actividad desencadenada por una primitiva de tipo petición en la entidad par, o bien, puede implicar la incapacidad de la capa inferior para proporcionar el servicio. El tipo de *primitiva respuesta* lo utiliza una capa para acusar recibo de una primitiva de tipo indicación procedente de la capa inferior. El tipo de *primitiva confirmación* lo utiliza la capa que proporciona un servicio para confirmar que se ha completado la actividad que le ha sido solicitada mediante una primitiva de tipo petición.

La frontera entre entidades adyacentes en un mismo sistema recibe el nombre de *interfaz* y cuenta con un *protocolo de interfaz* que opera a través de ella. La interfaz se utiliza para acceder los servicios prestados por la capa inferior a través de un *punto de acceso al servicio* (PAS).

Como se había mencionado antes, la comunicación entre dos entidades del mismo nivel pero de sistemas distintos, se lleva a cabo por medio de *protocolos entre entidades pares*. La comunicación entre entidades pares se realiza utilizando el protocolo de la capa en cuestión pero son necesarios, para lograrla, los servicios de las capas inferiores. Cada capa trata la información procedente de la capa superior como un bloque que no va a procesar, únicamente a transportar. Al construir una trama de salida cada capa añade uno o más campos, que reciben el nombre de *encabezado* [Terpán, 1993]. Estos campos son utilizados para la comunicación con la capa par correspondiente, la cual, al recibir la información procedente de su capa inferior, interpreta y retira el encabezado y transmite el resto de la información hacia arriba hasta que la información original de usuario alcanza su destino.

Los dos tipos de protocolo descritos anteriormente se muestran en la Figura 1.3.

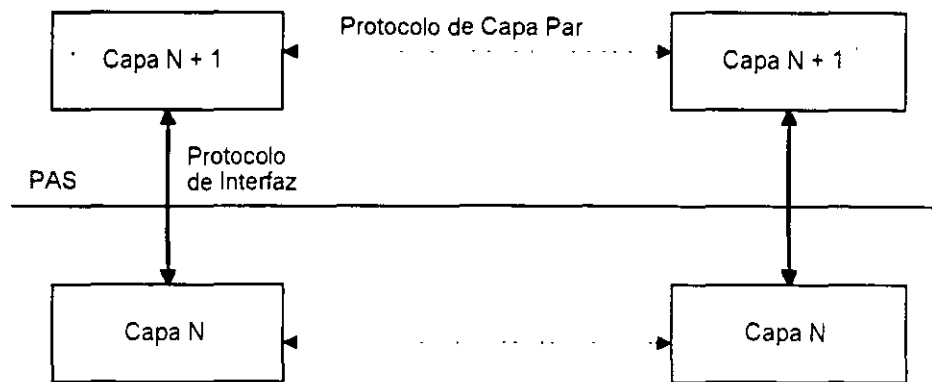


Figura 1.3. Protocolos de interfaz y de entidades pares en el modelo referencia OSI

Hasta el momento, el CCITT/UIT ha definido las capas 1, 2 y 3 para la RDSI, las cuales se encuentran íntimamente asociadas con las capas correspondientes del modelo OSI y su relación se muestra en la Figura 1.4. En dicha figura se muestran de una manera separada los protocolos que le corresponden a los canales B y D

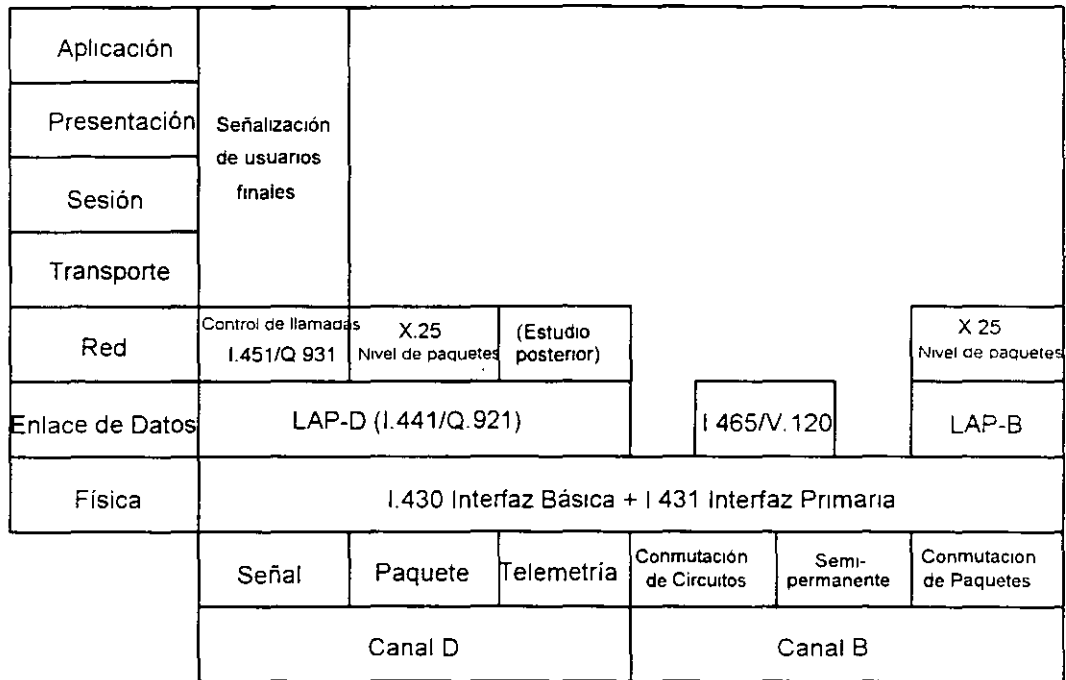


Figura 1.4. Arquitectura de protocolos RDSI para la interfaz usuario-red.

2. CAPA FISICA DE LA RDSI

La capa física RDSI se presenta al usuario como puntos de referencia S o T. Esta capa es la encargada de todo lo que se refiere a las conexiones eléctricas y mecánicas. se encarga también de las funciones y procedimientos para activar y desactivar las conexiones físicas. Se especifica en las recomendaciones I.430 (Acceso básico), e I.431 (Acceso primario) del CCITT

Las funciones incluidas en la capa físicas (capa 1 de la OSI) son las siguientes

- Codificación de datos digitales para la transmisión a través de la interfaz
- Transmisión full-duplex de los canales de datos B
- Transmisión full-duplex de los canales de datos D
- Multicanalización de canales para formar la estructura de transmisión de acceso básico o primario
- Activación y desactivación del circuito físico
- Alimentación de energía desde de la terminación de la red hacia la terminal
- Identificación de la terminal
- Aislamiento de terminales con fallas
- Acceso de contención al canal D

Los servicios que proporciona a la capa 2 son los siguientes:

- Capacidad de transmisión de los canales B y D, así como funciones de temporización y sincronización.
- Procedimientos de activación/desactivación de ET y/o TR
- Arbitraje de acceso al canal D de los ET en conexiones multipunto
- Procedimiento y funciones de mantenimiento
- Indicación a las capas superiores acerca del estado de la capa 1

2.1. CODIGOS DE LINEA

En la RDSI los datos analógicos o digitales se transmiten utilizando señales digitales. Una señal digital es una secuencia de pulsos de voltaje transmitidos secuencialmente y se utiliza para representar un flujo de datos binarios.

La selección de un código de línea para cualquier sistema de transmisión 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 de 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 (BER) del orden de 10^{-7} para toda la planta externa del par metálico.

Para proporcionar accesos básicos de una forma económica la LDA debe de 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 las instalaciones de la LDA. Así, para el Acceso básico de la RDSI, una LDA tiene que ser utilizada directamente de la planta telefónica existente.

Uno de los objetivos de la utilización de códigos de línea es reducir al máximo 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:

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

En la Figura 2.1 se presentan los códigos de línea utilizados en sistemas de transmisión del tipo RDSI, y en la Tabla 2-1 se presentan los formatos de la codificación de las señales digitales.

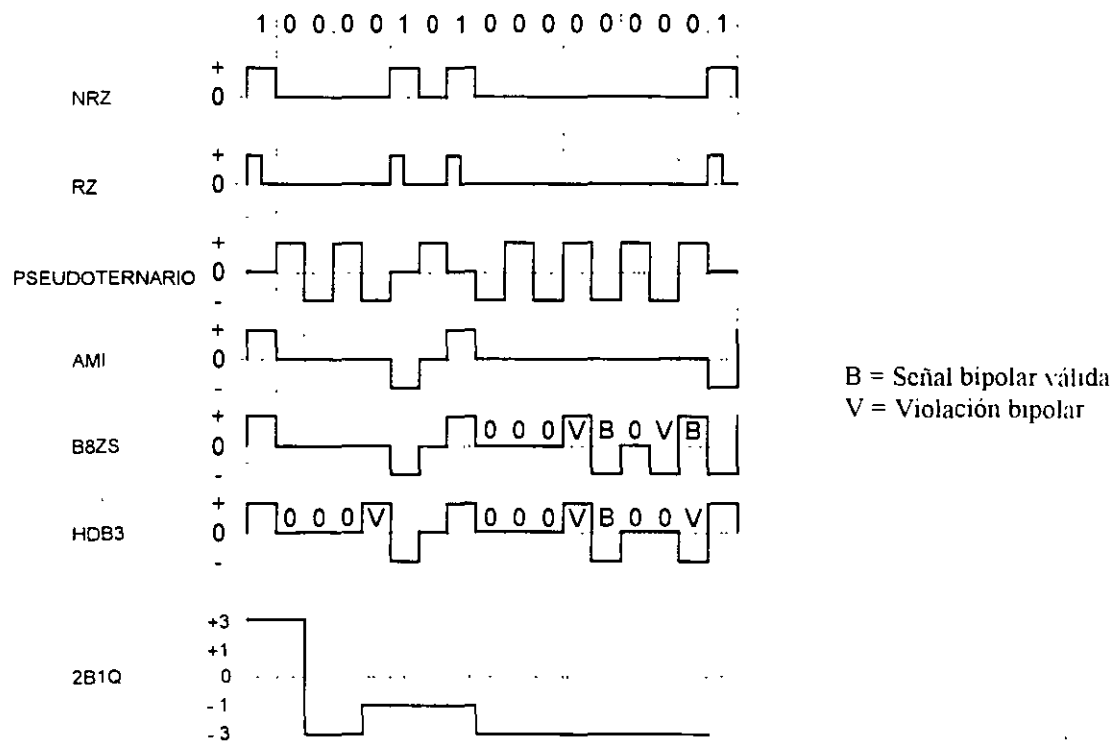


Figura 2.1 Códigos de línea

Tabla 2-1 Definición de formatos de codificación de señales digitales

Nonreturn to zero (NRZ)

0 = Nivel alto

1 = Nivel bajo

Bipolar AMI

0 = Ausencia de señal de línea

1 = Nivel positivo o negativo, alternando para unos sucesivos

Pseudoternaria

0 = Nivel positivo o negativo, alternando para ceros sucesivos

1 = Ausencia de señal de línea

B8ZS

Es igual que el código bipolar excepto que cualquier hilera de ocho ceros consecutivos se reemplaza con una hilera que contiene dos violaciones de códigos

HDB3

Es igual que el código bipolar excepto que cualquier hilera de cuatro ceros consecutivos se reemplaza con una hilera que contiene una violación de código

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. Utiliza el siguiente esquema de codificación

Par de bits DIBITS	Salida codificada
10	+ 3
11	+ 1
01	- 1
00	- 3

2.2. ACCESOS RDSI

La arquitectura RDSI ha definido 3 tipos de interfaz usuario-red para acceder o conectarse a ésta y cubrir la diversidad de aplicaciones requeridas por el usuario [Ibarra, 1993]. La arquitectura RDSI ha definido 3 tipos de interfaz usuario-red para acceder o conectarse a ésta y cubrir la diversidad de aplicaciones requeridas por el usuario. De esta manera en base a los requerimientos del usuario, se le puede asignar una interfaz específica, que cubra sus necesidades, logrando una mejor eficiencia, flexibilidad, baja complejidad y bajo costo [Dicenet, 1987].

Los dos principales tipos de interfaz son la Interfaz de Acceso Básico (BRI) y la Interfaz de Acceso Primario (PRI). Una forma práctica de identificar la diferencia que existe entre estos dos tipos de accesos se muestra en la Figura 2.2, 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 Modulation) de 2.048 o 1.544 Mbps [A. Moreno, 1995].

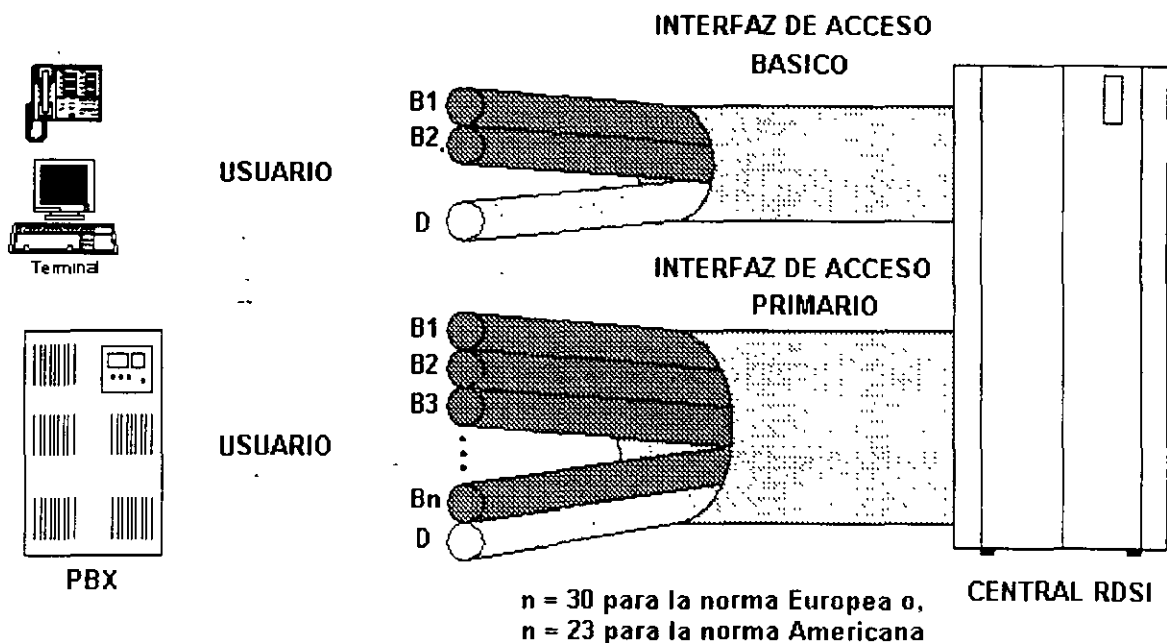


Figura 2.2 Tipos de Acceso a la RDSI.

El tercer tipo de interfaz es la de Acceso de Banda Ancha, ésta proporciona los requerimientos para transmisión de imágenes en movimiento, televisión de alta definición y definición estándar, videoconferencia, etc. Otras aplicaciones incluyen transferencia de archivos a muy alta velocidad y multicanalizadores multimedia que combinen datos de una variedad de fuentes de alta velocidad. La velocidad de datos puede alcanzar varios cientos de Mbps [Ibarra, 1993].

Las características de la interfaz física y su funcionamiento difieren para el acceso básico y el acceso primario de la interfaz usuario-red

2.2.1. INTERFAZ DE ACCESO BÁSICO (BRI).

Como se vio anteriormente las normas RDSI definen el acceso del usuario a la RDSI a través de canales B y D para crear las diferentes configuraciones de canales (BRI y PRI). Estas configuraciones de canal se pueden pensar como tubos, cada tubo lleva varios canales los cuales están "multiplexados en tiempo" sobre la línea de transmisión. El circuito de Acceso Básico es normalmente la línea que llega a la casa u oficina del usuario (línea del subscriber). Este va a reemplazar los circuitos utilizados actualmente por la red telefónica. Es una línea digital en la que no se envían tonos de marcación de dígitos, voltajes de timbrado, etc. En lugar de enviar éstos, se manda un mensaje que lleva los dígitos marcados, o para indicarle al teléfono que tumbre o deje de timbrar.

Un BRI consiste de 2 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. Con bits adicionales de overhead o control (sincronía, mantenimiento), la velocidad total en la interfaz S/T es de 192 Kbps. El protocolo de capa 1 para la interfaz de acceso básico está especificado en la recomendación I.430 [CCITT, 1989a], la cual define la comunicación entre el ET y el TR a través del punto de referencia S/T.

Esta interfaz puede utilizar una configuración punto a punto o punto a multipunto, esta última teniendo dos opciones: ducto pasivo corto y ducto pasivo extendido, y tienen las siguientes características:

- *Configuración punto a punto.* La conexión punto a punto, limitada a 6 dB de atenuación está compuesta por un solo equipo terminal (ET) conectado al terminador de red (TR), del cual, pueden estar separados hasta 1 Km, y puede conectarse sin tomar en cuenta la polaridad.
- *Ducto pasivo corto.* En esta configuración la ubicación de los terminales está restringido por la dispersión de los pulsos transmitidos simultáneamente en el mismo par. Esta configuración permite conectar hasta 8 equipos terminales a un solo terminador de red en un ducto de 100 a 200 mts., según la impedancia del cable, pudiendo estar los ETs y el TR en cualquier punto del ducto.
- *Ducto pasivo extendido.* Esta configuración permite que hasta 8 ETs se conecten al final del ducto, agrupadas a no más de 50 mts. entre ellas, con cables de conexión menor a 10 mts. y pueden ubicarse hasta 500 mts. del TR.

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

La Figura 2.3 muestra la configuración punto a multipunto de la BRI. La conexión física del o los ETs al TR requiere de 2 pares de cables, un par para cada dirección de transmisión.

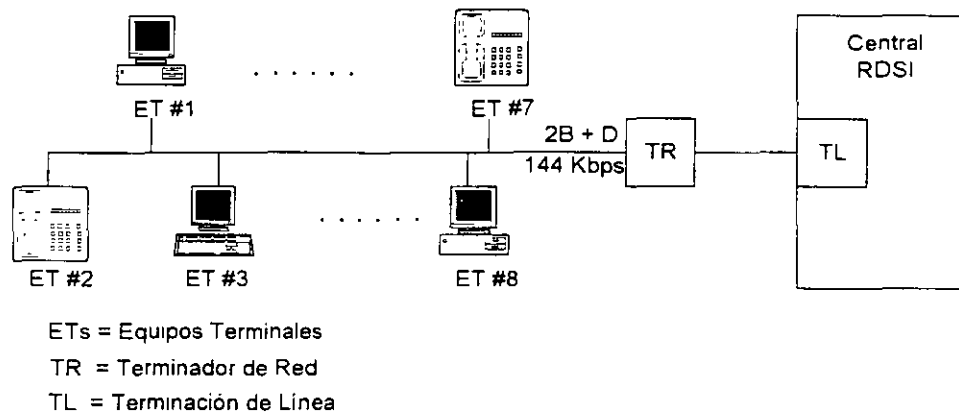


Figura 2.3 Configuración punto a multipunto de la Interfaz de Acceso Básico.

Los dos canales B pueden usarse independientemente para diferentes tipos de transmisión. Por 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.

En la actualidad el BRI es el mismo para todos los países, pero existe una variación en lo que se refiere al contenido del canal B que afecta a equipos que tienen acceso a comunicación de voz como lo es el caso del teléfono, conmutadores privados, y equipos de prueba. La diferencia se basa en el esquema de codificación de la voz que se utilice (ley A o ley μ). La ley μ se utiliza en EUA, Canadá y Japón. La ley A se utiliza en rutas internacionales, Europa, África y Latinoamérica.

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.

A continuación se describirán algunos de los aspectos de la interfaz básica como conector físico, estructura de trama (incluyendo código de línea), y la forma de activación y desactivación de la interfaz.

2.2.1.1. CODIFICACION DE LINEA

Se utiliza para ambos sentidos de transmisión un *código de línea pseudoternario* (tres niveles de voltaje y sólo dos niveles lógicos) con anchura de pulso del 100% (el nivel de voltaje en la línea no varía en el tiempo correspondiente a la duración de un bit). La codificación se efectúa de tal forma que el uno binario se representa por la ausencia de señal (voltaje) en la línea (alta impedancia), mientras que el cero binario se representa por un pulso positivo o negativo de $750 \text{ mV} \pm 10\%$ [Stallings, 1992]. Los ceros binarios se alternarán en polaridad, salvo excepciones necesarias para identificar el inicio y el final de la trama. Un cero que no respeta la alternación de polaridades se conoce como una violación de código [Gallardo & Sánchez, 1992] (Véase Figura 2.4).

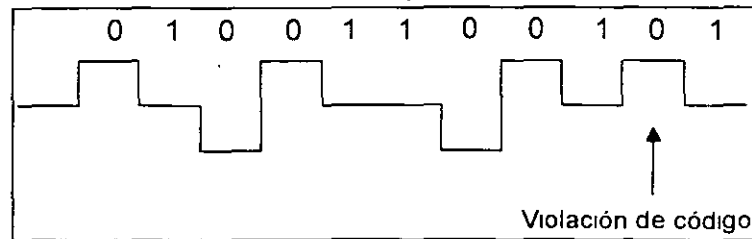


Figura 2.4 Código de línea pseudoternario con alternación de polaridades en los ceros

El terminador de red (TR) derivará su temporización (tanto de bit, como de octeto y de trama) a partir de la señal recibida de la red y utilizará esta temporización para sincronizar la señal que transmita hacia los equipos terminales (ET's) conectados a él. Un equipo terminal deberá obtener sus temporizaciones a partir de la señal recibida desde el terminador de red

2.2.1.2. CONECTOR FISICO

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 2.5 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)

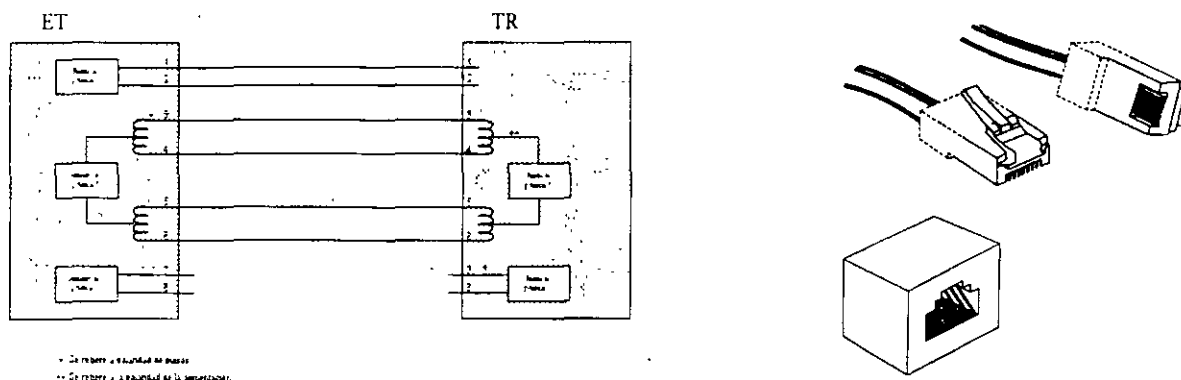


Figura 2.5 Conector físico RDSI

2.2.1.3. ESTRUCTURA DE TRAMA Y MULTICANALIZACION

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 interfaz "S". Un par de hilos es usado para transmitir y el otro par es usado para recibir.

Las estructuras de trama serán diferentes en cada sentido de la transmisión. Un tipo de tramas es transmitido del ET al TR (dirección de usuario a central) y otro tipo de tramas es transmitido del TR al ET (dirección central a usuario), como se ilustra en la Figura 2.6.

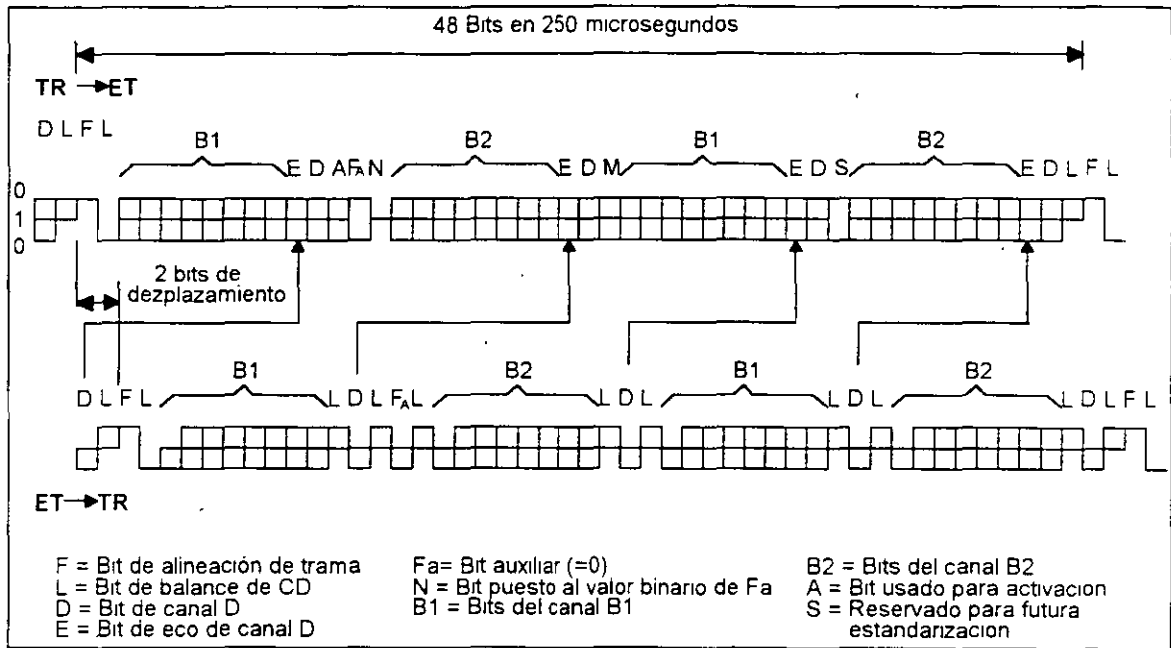


Figura 2.6 Estructuras de trama para los puntos de referencia S y T a velocidad básica

El primer bit de cada trama transmitida desde un ET hacia el TR se retardará dos periodos de bit con respecto al primer bit de la trama recibida del TR. Ambos tipos de tramas consisten de 48 bits transmitidas cada 250 μ seg (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 4000 tramas por segundo)

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 un 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 a la 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 ducto, 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.
- Código de Inversión de línea Alternada de Espacios (ASI) con un 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: 100 mW

- Activación y desactivación por señalización dentro de la trama (bit A)
- Configuraciones: punto a punto, ducto pasivo corto y ducto 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

2.2.1.4. ACTIVACION Y DESACTIVACION

Hay mecanismos de activación y desactivación que permiten minimizar el consumo de potencia de los dispositivos cuando no hay comunicación en curso. Los cambios de estado se dan de acuerdo a ciertos mensajes recibidos por la entidad de capa 1, ya sea mediante primitivas de capas superiores o a través de señales especiales que se transmiten por la línea de interconexión entre el ET y el TR

La comunicación entre la capa 1 y la capa 2 para efectos de activación y de desactivación se establece mediante las primitivas:

- Petición FI-ACTIVACION (FI-AR).
- Indicación FI-ACTIVACION (FI-AI).
- Indicación FI-DESACTIVACION (FI-DI)

La comunicación entre la capa 1 y la entidad de gestión se establece mediante las primitivas

- Indicación GFI-ACTIVACION (GFI-AI)
- Petición GFI-DESACTIVACION (GFI-DR).
- Indicación GFI-ERROR (GFI-EI)

Las señales que se usan para controlar los procedimientos de activación-desactivación, conocidas como señales INFO, se muestran en la Tabla 2-2.

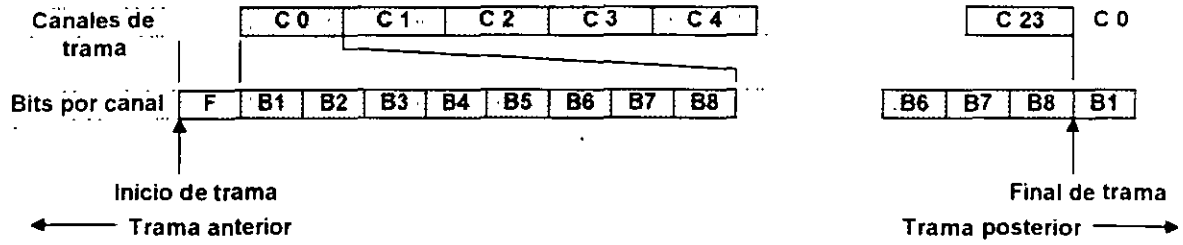
Tabla 2-2 Señales INFO, para la activación y desactivación del nivel físico de la interfaz "S".

NOMBRE	DEFINICION	DIRECCION
INFO 0	Ausencia de señal	ET ↔ TR
INFO 1	Señal continua a una velocidad de 192 Kbps y con el siguiente esquema cíclico: cero positivo, cero negativo y seis unos	ET → TR
INFO 2	Trama con todos los bits de los canales B, D y E (eco de canal D) puestos a cero. El bit A se pone también a cero.	ET ← TR
INFO 3	Trama sincronizada y con datos operacionales en los canales B y D.	ET → TR
INFO 4	Trama con datos operacionales en los canales B, D y E (eco de canal D). El bit A se pone a uno	ET ← TR

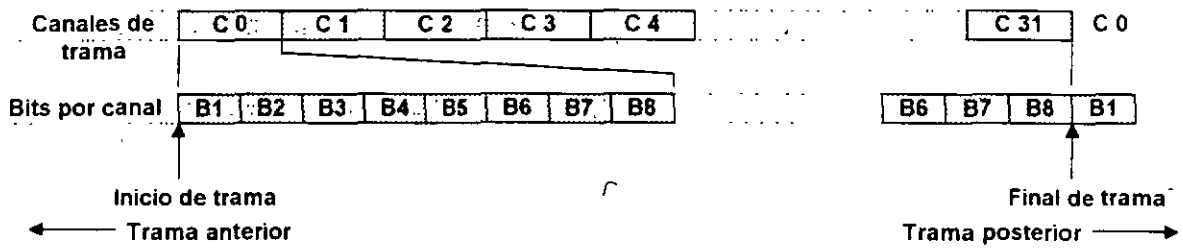
2.2.2. INTERFAZ DE ACCESO PRIMARIO (PRI).

Como se vió anteriormente el acceso básico ofrece un servicio de 64 Kbps ya sea de voz o datos. Este limitado ancho de banda no es suficiente para la comunicación entre dos oficinas terminales, o inclusive entre un conmutador privado y una oficina terminal, esto hace necesario la utilización de una interfaz con un mayor ancho de banda, esta interfaz es la que se conoce como Acceso Primario (PRI).

Actualmente, existen dos tipos de Accesos Primarios. El PRI Europeo usa 30 canales B y un canal D a 64 Kbps cada uno (más un overhead de 64 Kbps) para una velocidad total de 2.048 Mbps y se le llama CEPT, en EUA, Corea del Sur, y Japón, el PRI funciona a 1.544 Mbps (23 canales B y un canal D a 64 Kbps cada uno más overhead de 8 Kbps) y se conoce como T1. El overhead para ambos PRIs sirve para funciones tales como sincronización de trama y administración de red.



a) Interfaz a 1.544 Mbps (193 bits, 125 μ s)



b) Interfaz a 2.048 Mbps (256 bits, 125 μ s)

2.3. INTERFAZ 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 interfaz.

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".

En el diseño de esta interfaz se tienen básicamente 2 problemas:

- Transmisión "full-duplex" en 2 hilos de información digital
- 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.

2.3.1. TECNICAS DE TRANSMISION EN LA LINEA DE ABONADO (INTERFAZ U)

2.3.1.1. TRANSMISION A 4 HILOS

Esta técnica de transmisión no tiene posibilidades en la práctica ya que todos los suscriptores existentes en la actual red telefónica se conectan con un solo par. Solamente se conectan a 4 hilos cuando la conexión es de 2 048 Mbps (por ejemplo, la conexión de un PABX) Véase Figura 2 7

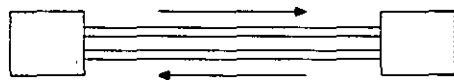
2.3.1.2. DIVISION DE FRECUENCIA

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 ejemplo código bipolar de orden 1 en una dirección y de orden 2 en la otra dirección) o usando el mismo código en ambas direcciones pero modulando la información transmitida en una de las direcciones.

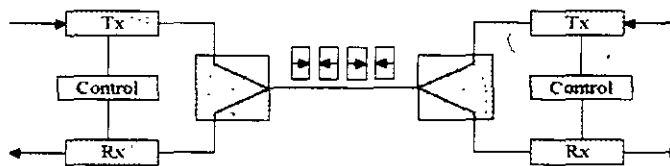
La separación de la información en el lado de recepción es realizada mediante filtros. La distancia que se puede alcanzar está condicionada por las señales de alta frecuencia que tengan gran cantidad de energía, debido a la diafonía en el lado lejano (FEXT, Far-end crosstalk), la cual es producida por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

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 Figura 2.7

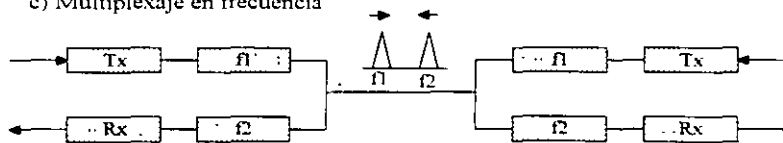
a) Transmisión a cuatro hilos



b) TCM (Time Compression Multiplexing) o PING PONG



c) Multiplexaje en frecuencia



d) Cancelación de eco

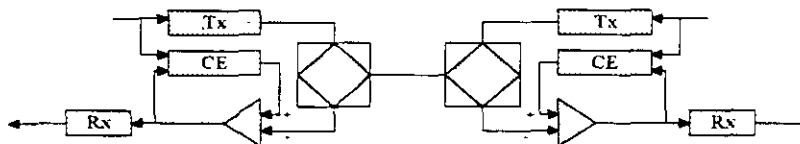


Figura 2.7. Métodos de transmisión en la línea de abonado (interfaz U)

2.3.1.3. TCM (Time Compression Multiplexing) o 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.

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

Donde

V = Velocidad de propagación en los cables (aproximadamente. 200.000 Km/s)

N = Número de elementos binarios en el bloque

F = Velocidad de línea

th = 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

2.3.1.4. 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 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 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 desacople 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 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, desbalanceo en el transmisor o 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 las 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, ecualización, 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 Figura 2.7.

Una vez que ya se tiene un panorama general de lo que es la Red Digital de Servicios Integrados, en la Figura 2.8 se muestra el modelo RDSI en el que se pueden observar los 2 tipos de interfaz de acceso a la RDSI, así como los grupos funcionales, y los puntos de referencia.

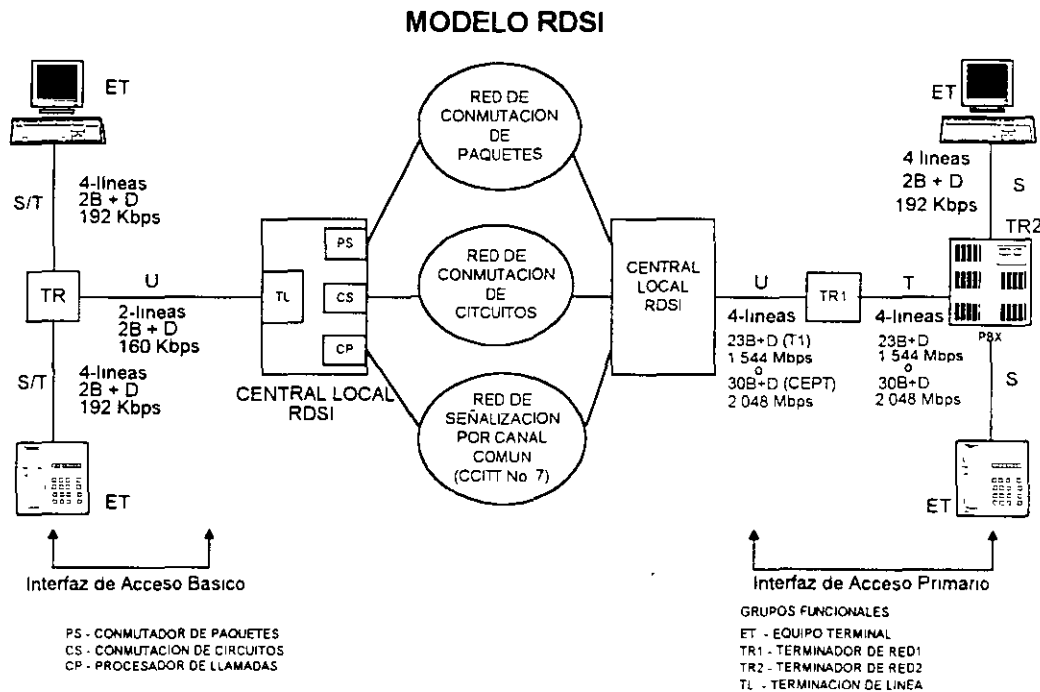


Figura 2.8 Modelo RDSI

3. CAPA DE ENLACE DE DATOS.

La capa 2 para el canal D es definida en las recomendaciones I 440 (Q 920) e I 441 (Q 921) del CCITT. Estos protocolos reciben comúnmente el nombre de LAPD (Procedimiento de Acceso al Enlace en el canal D) y tienen como finalidad controlar el intercambio de información entre las entidades pares de capa 3 a través de la interfaz usuario-red. También controlan la interacción de la capa de enlace de datos (capa 2) con la capa de red (capa 3) y la capa física (capa 1). La estructura de trama LAPD para el canal D se muestra en la Figura 3.1 [Terpán, 1993]

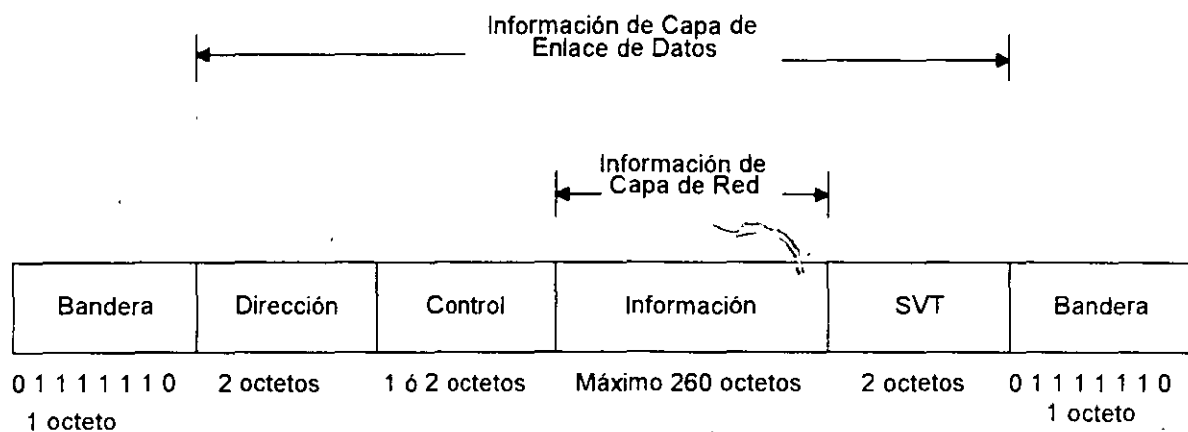


Figura 3.1 Estructura de trama LAPD para el canal D.

El protocolo LAPD provee los siguientes servicios a la capa de red:

- Presta servicios a varias entidades de capa 3, las cuales se diferencian entre sí por medio del campo de dirección de la trama de capa 2.
- Proporciona delimitación de tramas por medio de banderas HDLC (01111110) y transparencia en la transmisión de la información por medio de la inserción y extracción de ceros para asegurarse que no se repita, de manera involuntaria, la secuencia de bandera y ésta se pueda interpretar como un mensaje erróneo. Este procedimiento inserta un cero después de cada 5 unos consecutivos.
- Proporciona un mecanismo de control de secuencia para garantizar el orden de las tramas transportadas a través de la interfaz.
- Proporciona procedimientos de detección y recuperación de errores en la conexión de capa 2.
- Proporciona control de flujo manejando tramas que solicitan la suspensión temporal o la reanudación del envío de tramas de información y proporciona control de error a través del acuse de recibo de tramas recibidas exitosamente solicitando retransmisión de tramas recibidas con error.

El campo de dirección de la estructura de trama identifica, en 16 bits, el origen o destino de la trama por medio del Identificador de Punto de Acceso al Servicios (SAPI) y del Identificador de Punto Extremo Terminal (TEI), define, asimismo, si la trama corresponde a una instrucción o a una respuesta (C/R). El SAPI tomará un valor 0 para la interacción con la capa de red y un valor 63 para la interacción con la entidad de gestión. El TEI puede tomar valores entre 0 y 127, siendo los 64 primeros (0-63) asignados de manera no automática; del 64 al 126 asignados automáticamente y el 127 usado para difusión, (en enlaces punto a multipunto) [Gallardo, 1991].

El campo de control puede tener 3 formatos distintos:

- **Tramas I de información numerada:** este formato es utilizado para la transferencia de información proveniente de capa 3. Utiliza contadores para llevar una secuencia de tramas enviadas y una secuencia de tramas recibidas sin error.
- **Tramas S** que manejan funciones de supervisión: con este tipo de tramas se acusa recibo, se pide una retransmisión o se solicita la suspensión temporal del envío de tramas I.
- **Tramas U (no-numeradas):** se utilizan para la transmisión de información no numerada para realizar funciones de control de enlace de datos.

La longitud del campo de control es de 2 octetos para los formatos I y S, siendo de un octeto para el formato U.

El campo de información se encuentra presente en todas las tramas I y en las tramas UI (tramas de Información No-numeradas). Cuando este campo existe es de longitud variable, de un máximo de 260 octetos, y contiene información de capa 3.

El campo de Secuencia de Verificación de Trama (SVT) lleva información del Código de Redundancia Cíclica de 16 bits (CRC-16) definido por el CCITT y calculado de acuerdo al polinomio generador $x^{16} + x^5 + x^2 + 1$.

4. CAPA DE RED.

4.1. Aspectos Generales

Las especificaciones generales de esta capa se definen en la recomendación Q 930(I.450) del CCITT. La descripción detallada se define en la recomendación Q.931(I.451) del CCITT.

El protocolo de capa 3 proporciona los medios para establecer, mantener y terminar conexiones de la red en una RDSI entre entidades de aplicación. Además proporciona funciones de enrutamiento y direccionamiento.

Los tipos posibles de conexiones son:

- Conexiones por conmutación de circuitos utilizando los canales B.
- Conexiones para señalización entre usuarios utilizando el canal D.
- Conexiones por conmutación de paquetes usando el canal D, o el canal B.

4.2. Funciones de la capa 3

Las funciones soportan procedimientos para el control de una llamada básica, y para el control de una llamada en conjunto con servicios adicionales proporcionados por la red. Se dividen en dos categorías: La primera contiene aquellas funciones que controlan directamente el establecimiento de las conexiones, y la segunda incluye las funciones relacionadas con el transporte de mensajes adicionales a las funciones proporcionadas por la capa 2.

Dentro de las funciones más importantes se pueden listar las siguientes:

- Proceso de primitivas para comunicarse con la capa 2
- Generación e interpretación de mensajes de capa 3 para la comunicación entre entidades del mismo nivel.
- Administrador de temporizadores y entidades lógicas
- Administración de acceso a recursos de la red
- Enrutamiento y retransmisión
- Control de conexión de red
- Detección de error
- Secuenciación
- Reinicio

4.3. Procedimientos para el control de llamadas

4.3.1. Procedimientos para llamadas por conmutación de circuitos.

Este tipo de conexiones se controlan mediante el intercambio de mensajes de capa 3 (ver Tabla 4-1) entre las dos entidades del mismo nivel. Estos mensajes se envían por el canal D, y permiten la asignación de un canal B para el envío del flujo de información.

4.3.2. Procedimientos para llamadas por conmutación de paquetes.

4.3.2.1. Servicio por conmutación de paquetes utilizando el canal B.

La RDSI proporciona un canal B en una conexión semipermanente o conmutada entre una terminal de usuario, y la función de manejo de paquetes de la RDSI.

Para lograr la conexión conmutada primeramente se utiliza la señalización normal RDSI para el establecimiento de un enlace conmutado.

Posteriormente se utilizará el canal B para el envío de paquetes de acuerdo a los protocolos de capa 2 y 3 de X.25.

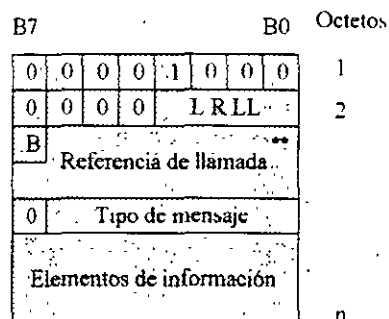
4.3.2.2. Servicio por conmutación de paquetes utilizando el canal D.

El canal D permite a las terminales de usuarios RDSI acceder a la función de manejo de paquetes RDSI estableciendo una conexión de enlace de datos a esa función la cual puede ser utilizada posteriormente para soportar comunicación de paquetes de acuerdo al protocolo de capa 3 de X.25.

4.4. Estructura de los mensajes

La estructura de los mensajes consiste de elementos comunes a todos los tipos de mensajes, y de elementos de información obligatorios y adicionales los cuales son específicos a cada tipo de mensaje.

El campo de información de la trama de capa 2 contiene al protocolo de capa 3. El formato de los mensajes se muestra en la Figura 4.1



- L R LL = Long. de referencia de llamada
- B = bandera de ref. de llamada
- 0 = Mensaje enviado del lado origen
- 1 = Mensaje enviado del lado destino
- ** 1 octeto para acceso básico
- 2 octetos para acceso primario

Figura 4.1 Formato de los mensajes de capa 3

El discriminador de protocolos identifica el protocolo de capa 3. Este protocolo puede ser uno especificado por el CCITT, o cualquier otro protocolo. A este campo le siguen una serie de cuatro ceros, después sigue el campo que indica la longitud que tendrá el campo de referencia.

Después aparece el campo de referencia de llamada el cual se utiliza para identificar cada llamada en la interfaz usuario-red local. Los valores de este campo los asigna la entidad origen al inicio de cada llamada. Este campo se remueve una vez que se ha completado o suspendido la llamada.

El campo de tipo de mensaje es un octeto que permite identificar la función del mensaje que se envía. los diferentes mensajes son los mostrados en las Tabla 4-1 y Tabla 4-2

Al final aparece el campo de elementos obligatorios o elementos adicionales de información el cual identifica cada uno de los elementos de información posibles que son necesarios en cada mensaje.

Tabla 4-1 Mensaje de capa 3 para el control de llamadas en conmutación de circuitos

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
000 ----- 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 - CONgEstron CONtrol - FACility - INfOrMation - NOTIFY - STATUS - STATUS ENQuiry

Tabla 4-2 Mensaje de capa 3 para el control de llamadas en conmutación de paquetes

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

LITERATURA CITADA.

CCITT. 1989a. Blue Book: IXth Plenary Assembly. Melbourne. 14-25 November. 1988. International Telecommunication Union. Geneva. Volume III. Fascicle III.8. Recommendation I.411. I.412. I.430. I.431 p 157-168.

CCITT. 1989b. Blue Book: IXth Plenary Assembly. Melbourne. 14-25 November. 1988. International Telecommunication Union. Geneva. Volume VIII. Fascicle VIII.4. Recommendation X.200 p 3-56

Dicenet. G. Design and Prospects for the ISDN. 1987. Artech House. Norwood. Ma. 288 pp

Gallardo López. J.R., J. Sánchez García. 1992. Introducción a la RDSI. Transcripción de algunas recomendaciones del CCITT. Informe Técnico. CICESE. 71 pp.

Gallardo López J.R., 1991. Protocolos de RDSI de acceso básico para el punto de referencia S/T. Desarrollo del nivel 2. Tesis de Maestría. CICESE. 143 pp

Ibarra Aguirre. G., 1993. Concentrador de accesos básicos para la RDSI. Desarrollo de la capa física. Tesis de Maestría. CICESE. 80 pp.

Moreno. A. RDSI Conceptos. 1995. Notas del IV Curso Int en Telecomunicaciones. Módulo Redes Digitales. Div de Educación Continua. UNAM. 46 pp

Stallings. W. 1992. ISDN and Broadband ISDN. Macmillan Publishing Company. 633 pp

Terpán Acuña. A.M., 1993. Protocolos de RDSI en el punto de referencia S/T Nivel 3 para llamadas en modo circuito. CICESE. 134 pp



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

CURSOS ABIERTOS

IX CURSO INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

MÓDULO IV

**REDES DIGITALES:
"ACTUALIDAD Y PERSPECTIVA"**

TEMA

ADLS

LA SOLUCIÓN PARA ACCESO DE ALTA VELOCIDAD

**CONFERENCISTA
ING. RAÚL DELGADO RIVERA
PALACIO DE MINERÍA
MAYO 2000**

ADSL

La Solución para

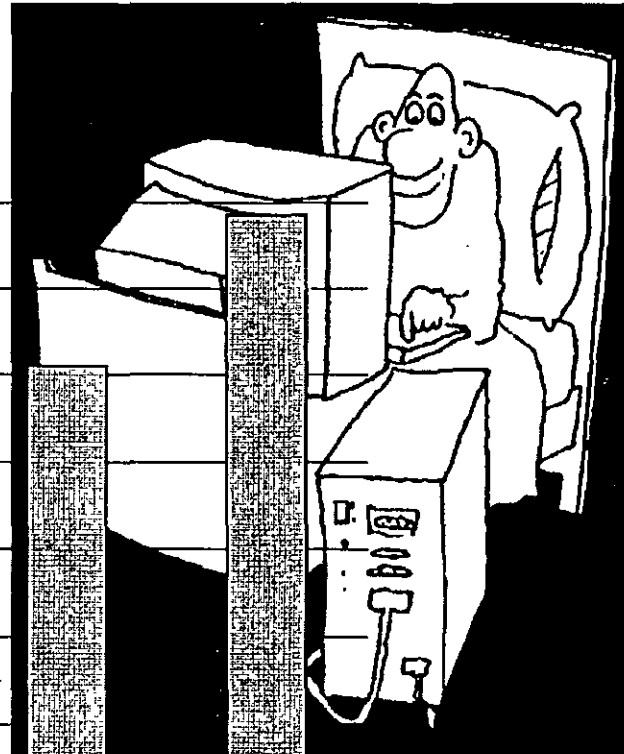
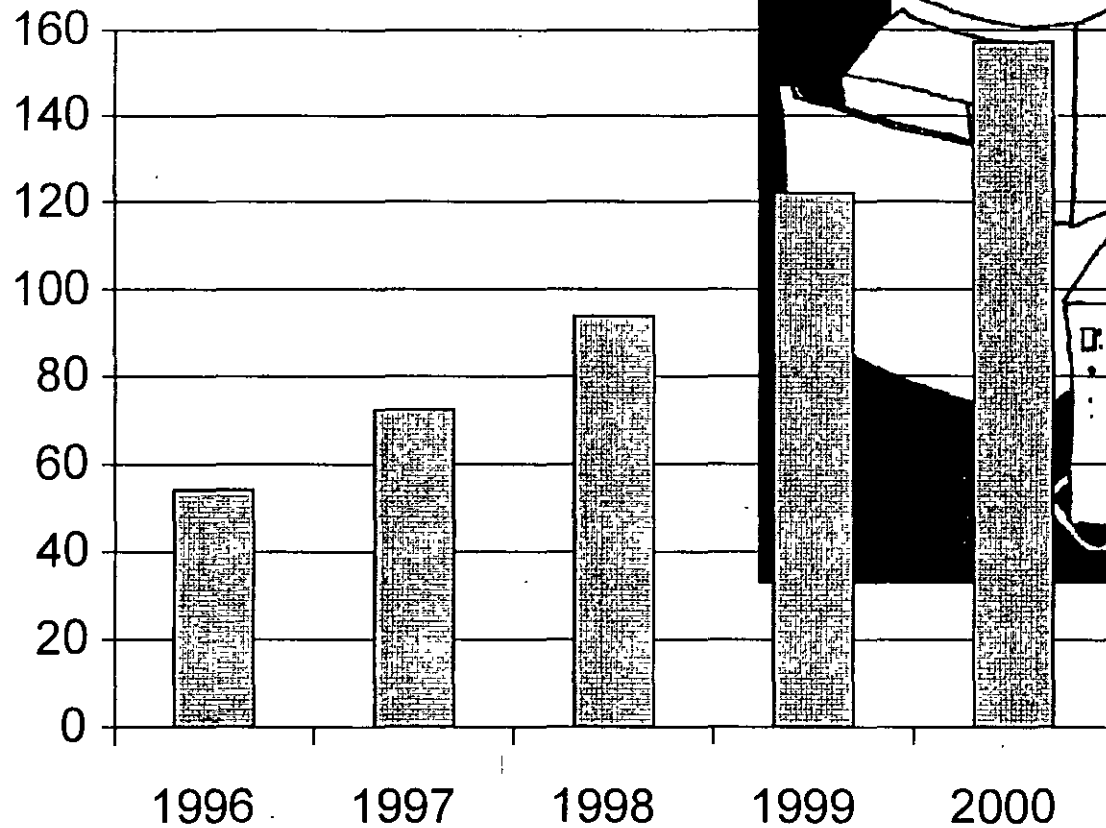
Acceso de Alta Velocidad

A L Δ T E L

Servicios On-Line

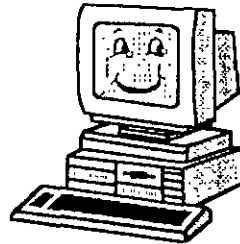
Servicios "On-Line" (OLS) El Mercado

Usuarios (millones)

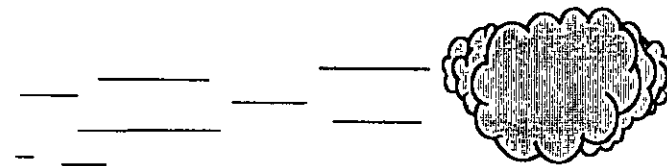
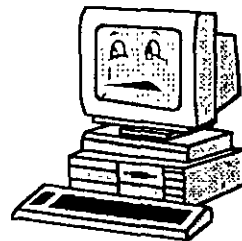


Servicios "On-Line" Los Factores Clave de Éxito

▼ Uso amigable



▼ Acceso rápido



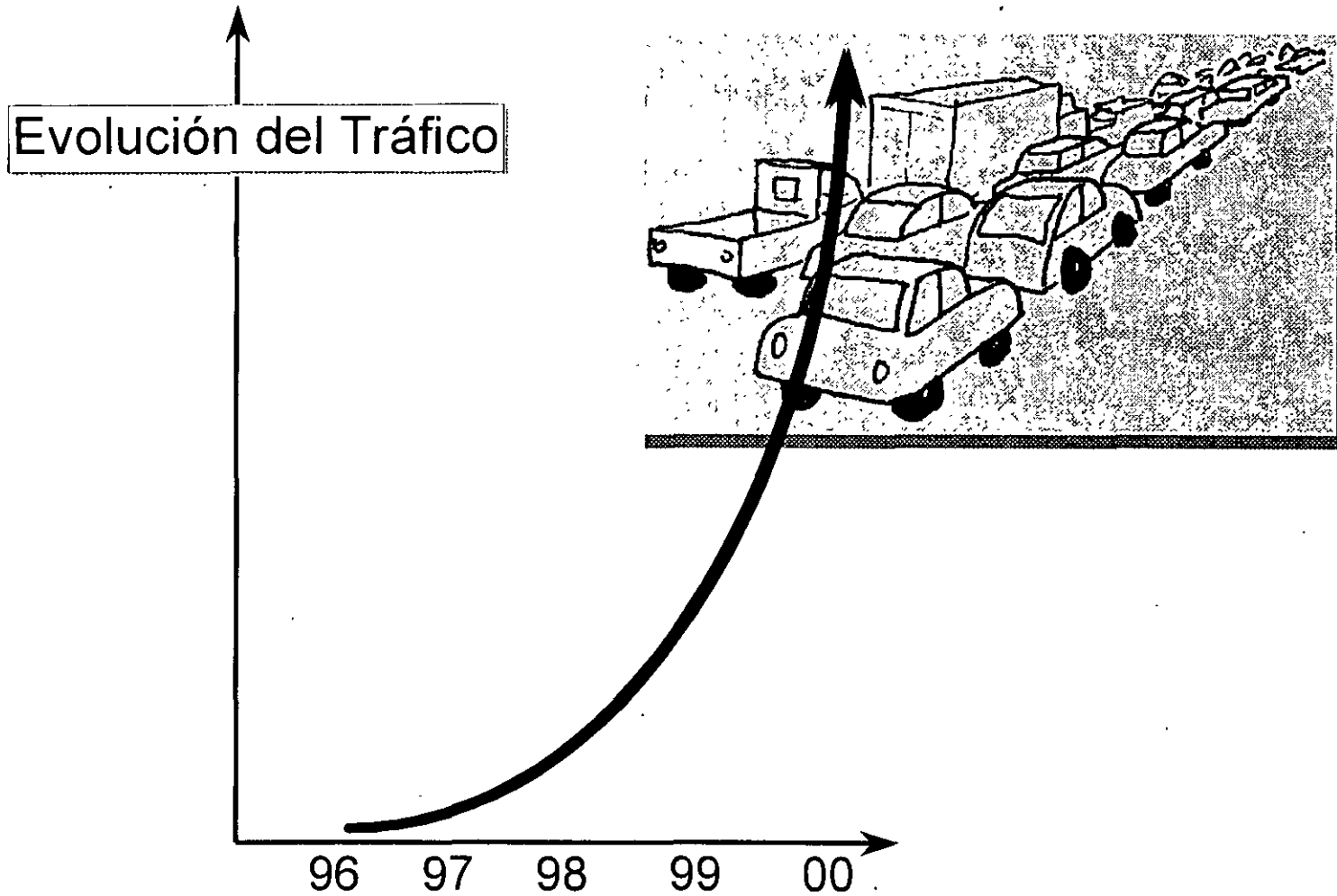
▼ Información útil



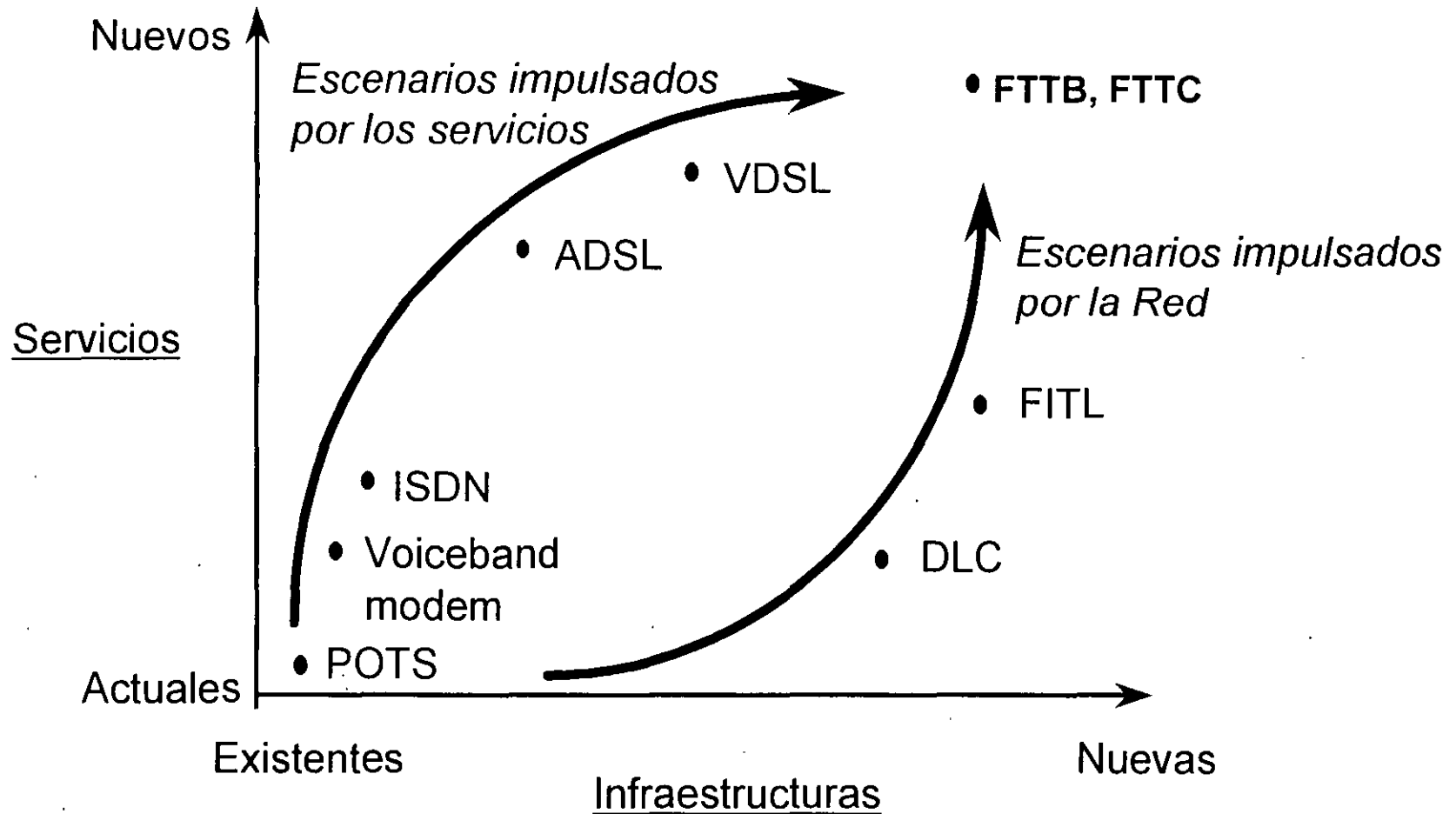
▼ Integración en entornos de TI



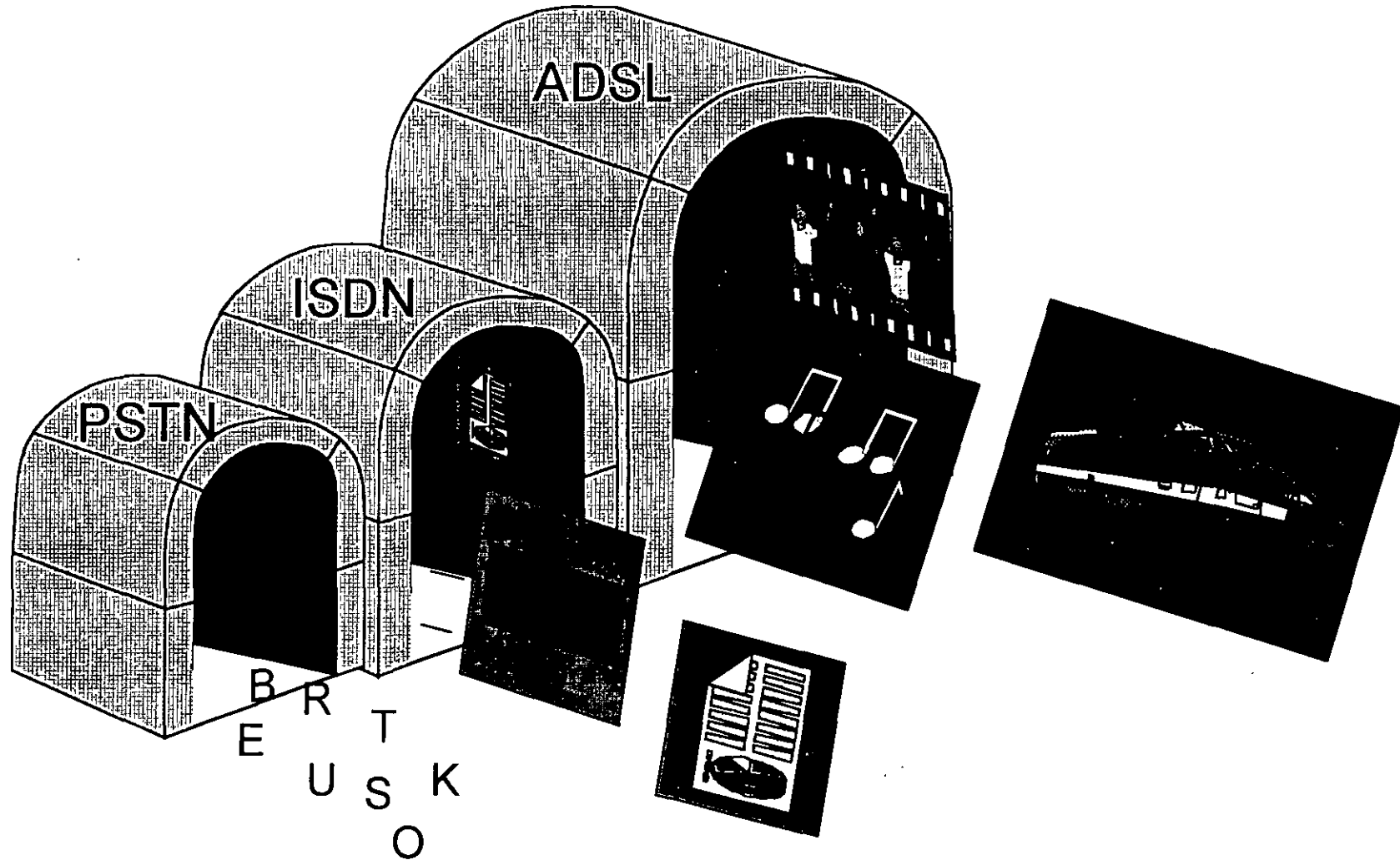
Servicios "On-Line" Requerimientos de Red



Escenarios de Evolución : Red Telefónica



Banda-ancha en Acceso



A L Δ T E L

ADSL

¿Por qué es importante ADSL?

- ▼ La planta de cobre es el mayor activo de los operadores de Telecomunicaciones
- ▼ La velocidad en el desarrollo del servicio es clave
- ▼ Permite competir con los operadores de cable en los servicios “On-Line” de alta velocidad
- ▼ Los modems ADSL existen HOY
- ▼ No requiere instalaciones de cable adicionales
 - Bajo costo de instalación
 - Rápida conexión de nuevos usuarios

Características clave de ADSL

▼ Permite obtener ingresos adicionales a los Operadores de Telecomunicación

- Ofreciendo acceso de altas prestaciones a servicios "On-Line" (Internet, VoD) sobre el mismo par de cobre
- Con un coste estrictamente proporcional al número de abonados conectados
 - La baja inversión inicial limita los riesgos financieros
 - Adecuado para un despliegue rápido de servicios
- Sin impacto en el servicio telefónico suministrado por la misma línea
- Con capacidad suficiente para servicios de Video
- Compitiendo con los operadores de cable en los servicios On-Line de alta velocidad.

▼ Permite descargar el tráfico Internet de la red de Telefonía

- Desvía el tráfico Internet (On-Line en general) antes de pasar por las centrales

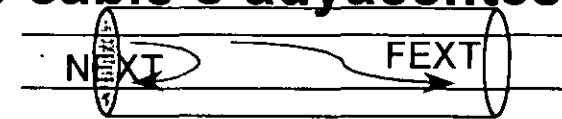
Inconvenientes del Bucle

▼ Atenuación y distorsión dependientes de la frecuencia

→ Interferencia entre símbolos ("ISI")

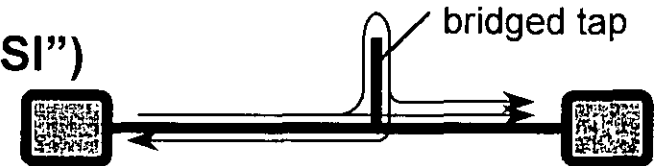
▼ Acoplamiento entre líneas del mismo cable o adyacentes

→ Diafonía



▼ Conexiones y transiciones de sección

→ Reflexiones : Distorsión de pulsos ("ISI")



▼ Ruido Impulsivo : ráfagas de corta duración ($10 \mu\text{s}$ - 1ms)

▼ Desadaptación de Impedancias entre la híbrida y la línea

● Reflexiones (eco)

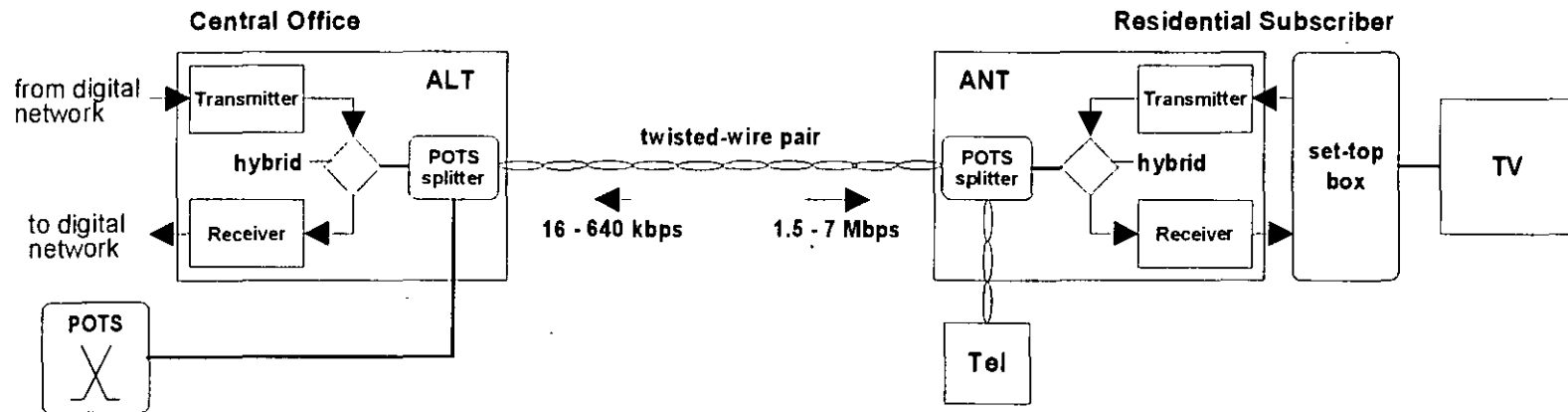
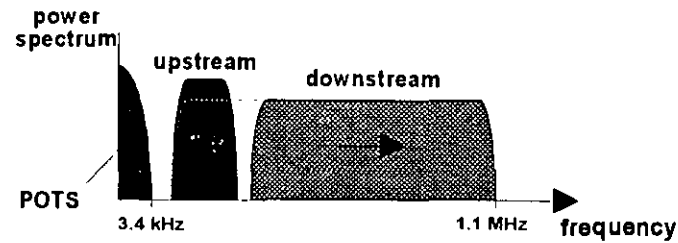
▼ Interferencias de RF : difusión AM & radio-aficionados

● Transceptor con gran capacidad de adaptación

A L Δ T E L

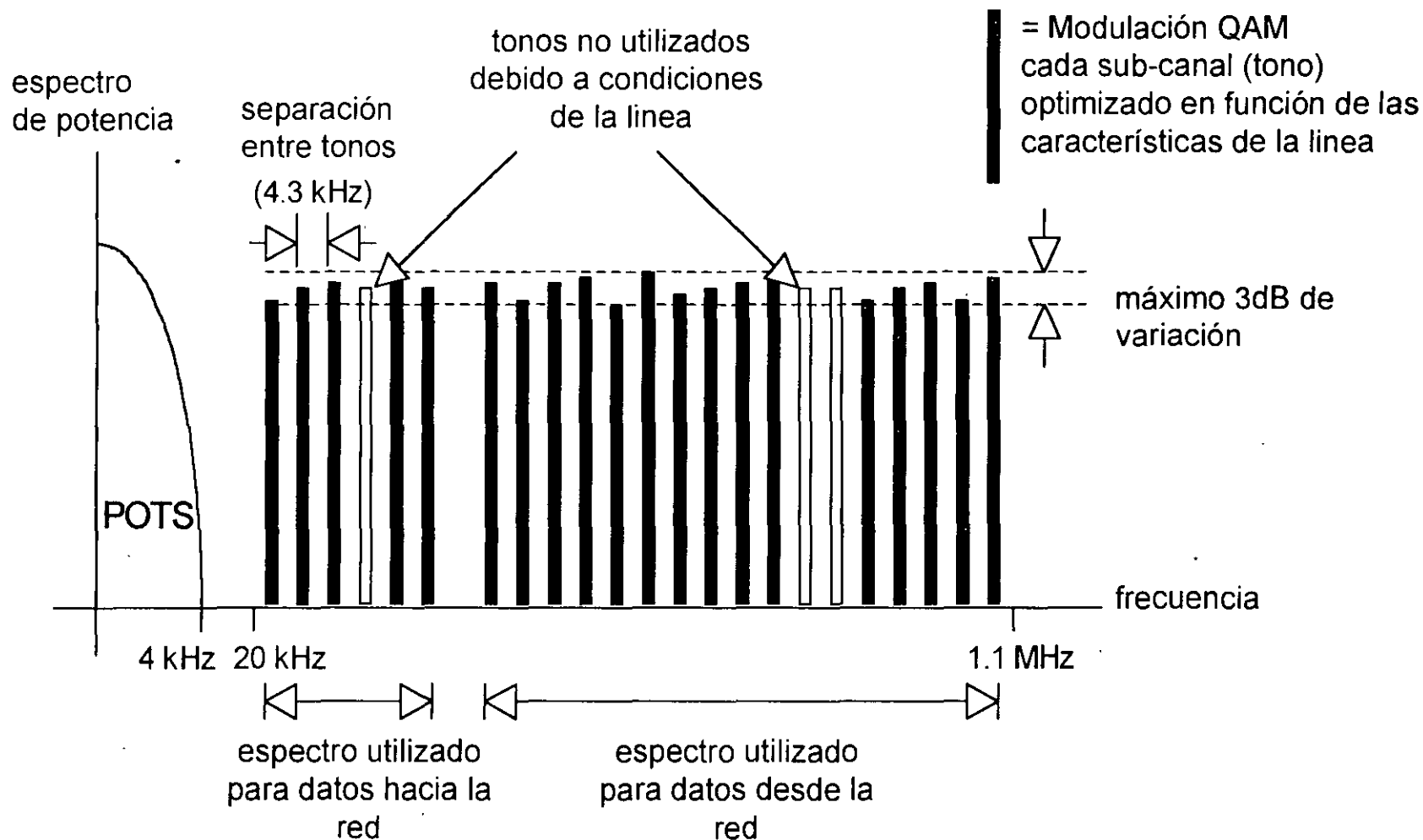
Solución de ADSL

Configuración de referencia ADSL (parámetros ANSI)



ALT : ADSL Line Termination
 ANT : ADSL Network Termination

Espectro DMT (FDM) - Parámetros ANSI



▼ General:

- Definido como estandar ANSI
- Existen varias compañías con desarrollos DMT (Alcatel, Analog Devices, Motorola, Texas Instruments, Metalink)
 - Garantiza mayor competencia -> precios

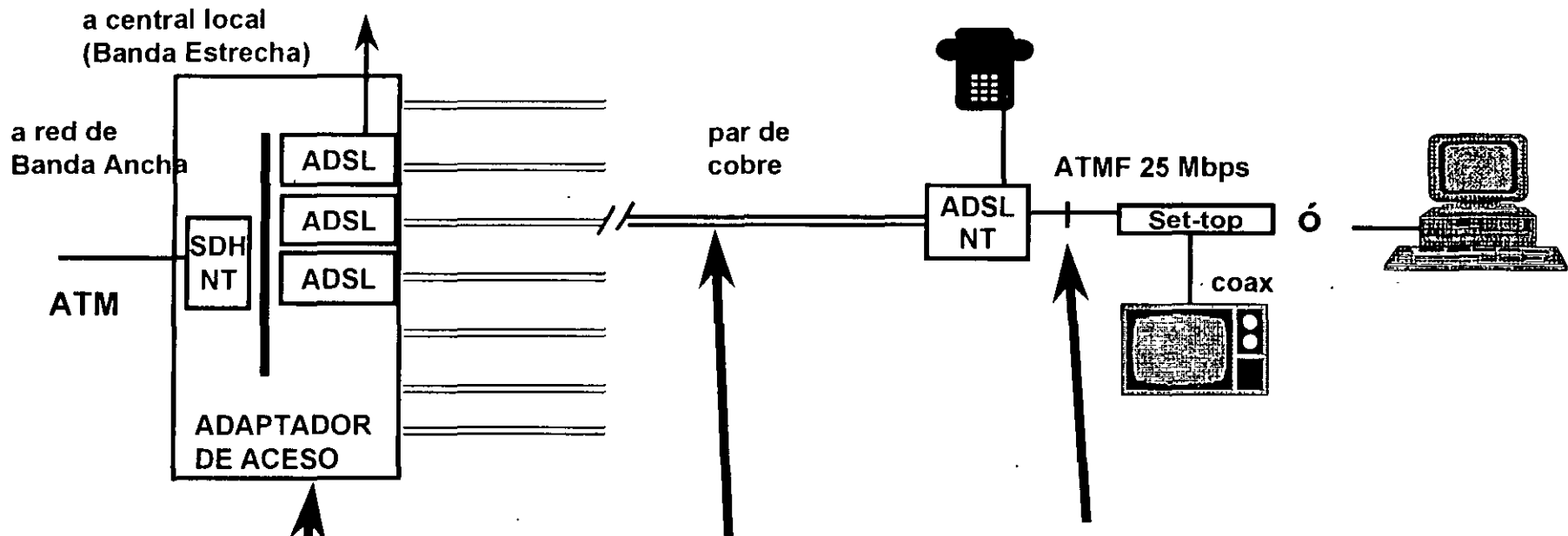
▼ Tecnológicas:

- Permite mayores velocidades para culaquier linea dada
 - Permite la mejor adaptación a las características de la linea, las interferencias de RF y especialmente al ruido impulsivo
- Permite mayores velocidades para bucles cortos
- Permite reconfiguración en operación
 - se obtienen mejores características EMI (Interferencial Electro-Magnéticas)

- ▼ **Lo más adecuado para adaptarse a los requerimientos de servicio actualmente en evolución:**
 - **Mezcla eficiente de ancho de banda requerido por diferentes servicios, (sin granularidad)**
 - admite evolución en tecnologías de compresión
 - admite evolución en requerimientos de calidad de servicio
 - **Transparencia de protocolos**
 - **Soporte eficiente de servicios con trafico a ráfagas**
 - **Soporte eficiente de anchos de banda asimétricos**
- ▼ **Lo más adecuado para la capacidad de las diferentes tecnologías de acceso:**
 - **Llenado eficiente de la capacidad de ancho de banda de las tecnologías de acceso**
 - **Esquema coherente de Multiplexacion / Demultiplexación y Concentración en los diferentes puntos de flexibilidad.**

ADSL

Los beneficios de ATM extremo a extremo



Multiplexación directa ATM desde el "bitrate" ADSL a SDH 155Mbps

El mejor uso de la capacidad de la línea en cada caso

Flexibilidad de servicio

- ancho de banda requerido
- transparencia de protocolos
- asimetría del servicio
- tráfico a ráfagas

ADSL con “Bitrate” Variable Combinando DMT y ATM

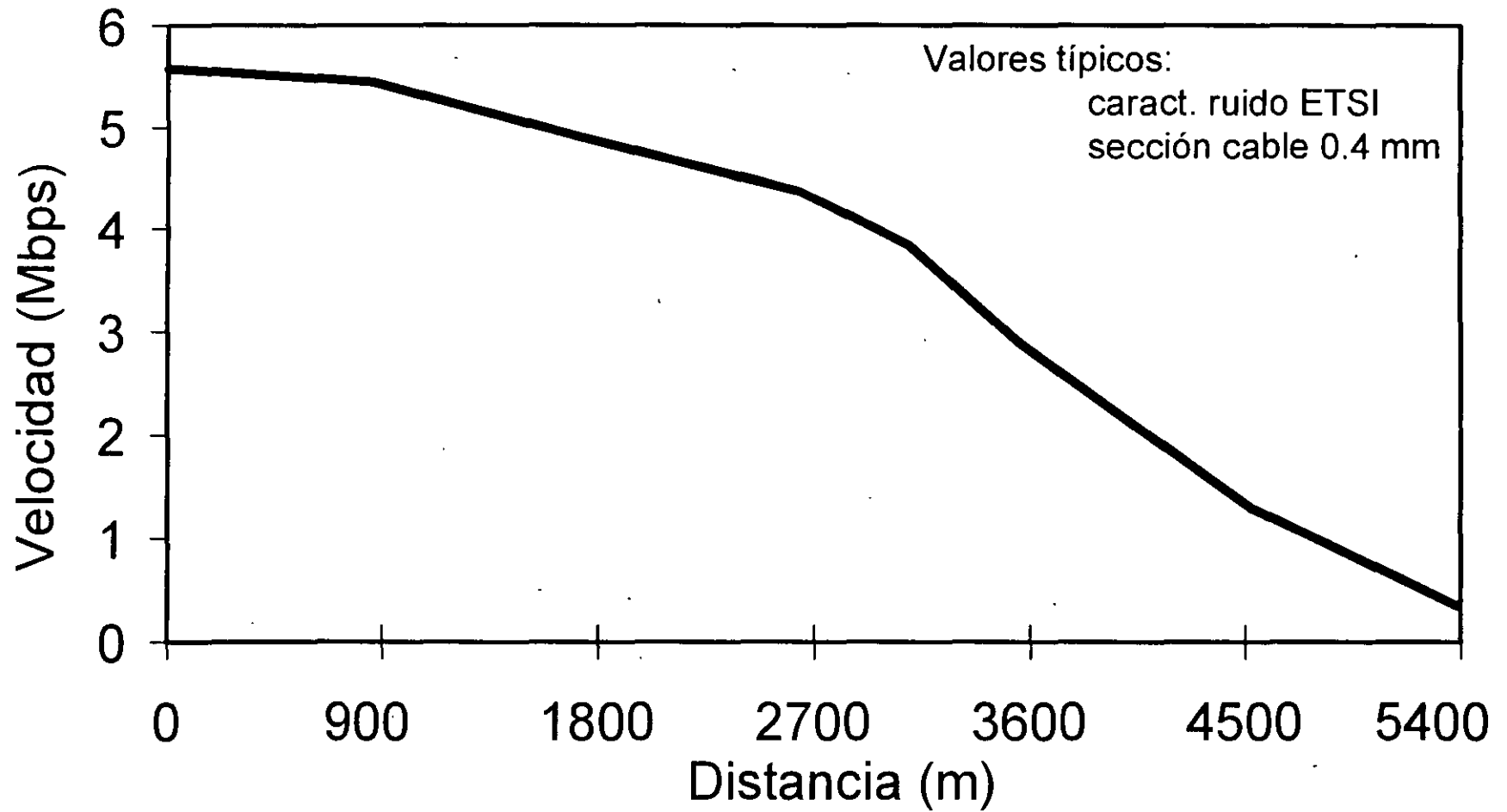
▼ DMT

- Permite obtener el máximo “bitrate” de cualquier línea física, teniendo en cuenta la calidad del bucle y las interferencias
- Determinación automática del máximo “bitrate” durante la inicialización del modem
- Determinación automática de la forma del espectro de frecuencia para evitar las interferencias con otros servicios

▼ ATM

- Aprovecha completamente el “bitrate” físico ofrecido por el modem DMT
 - Como una opción, el “bitrate” ofrecido se puede limitar a nivel ATM para ofrecer varias clases de servicio
- ➔ La combinación DMT - ATM proporciona flexibilidad de “bitrate”, aprovechando la máxima capacidad de transferencia de la línea
- ➔ Permite ofrecer una parte del “bitrate” como servicio básico (dependiendo de la estrategia comercial del operador, ej. 1Mbps), ofreciendo el resto en base a disponibilidad
- ➔ Permite explotar líneas con capacidad inferior a 2Mbps (líneas largas, ruidosas)

“bitrate” en ADSL de Alcatel





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

CURSOS ABIERTOS

IX CURSO INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

MÓDULO IV

**REDES DIGITALES:
“ACTUALIDAD Y PERSPECTIVA”**

TEMA

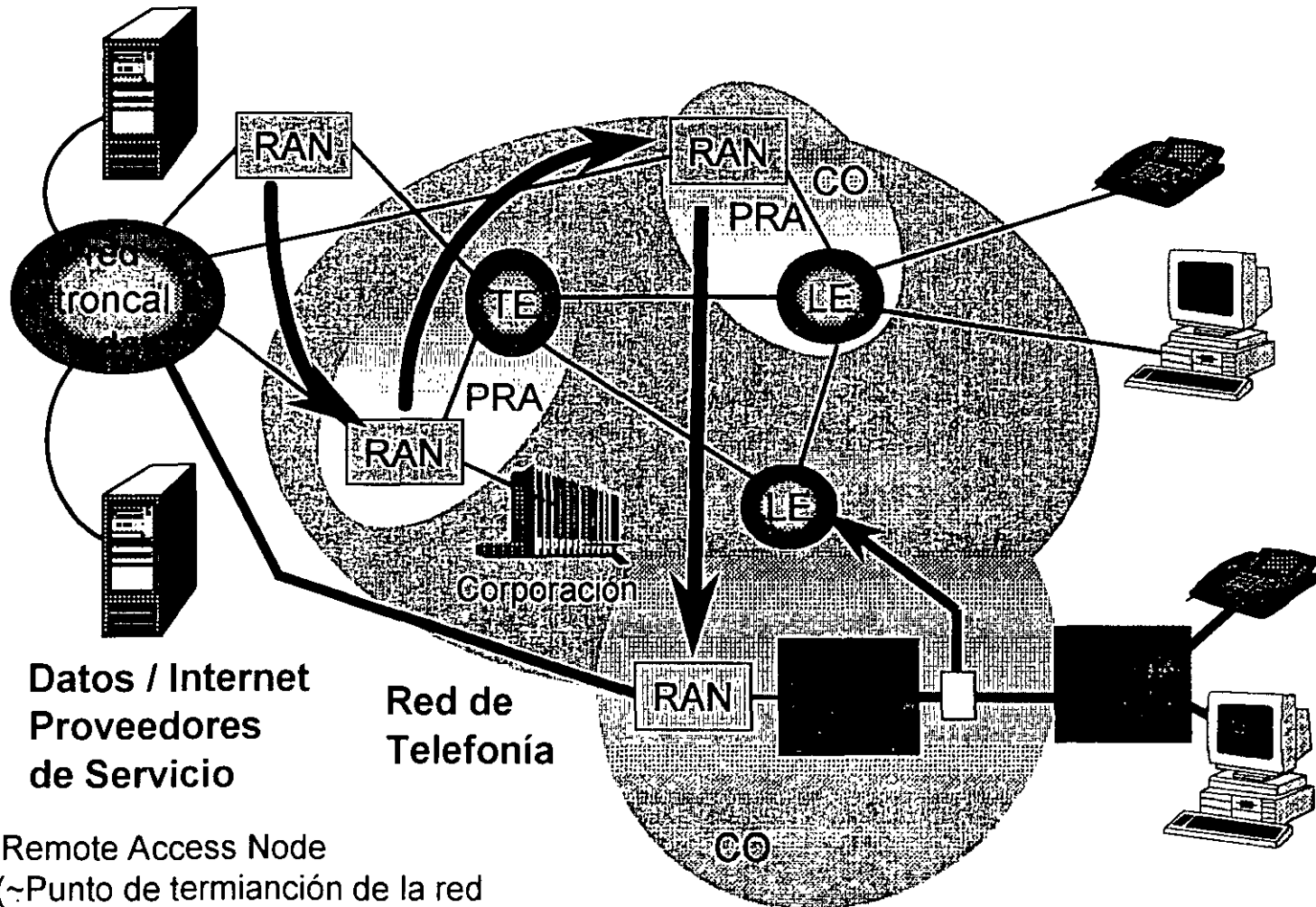
APLICACIONES ADLS

**CONFERENCISTA
ING. RAÚL DELGADO RIVERA
PALACIO DE MINERÍA
MAYO 2000**

A L Δ T E L

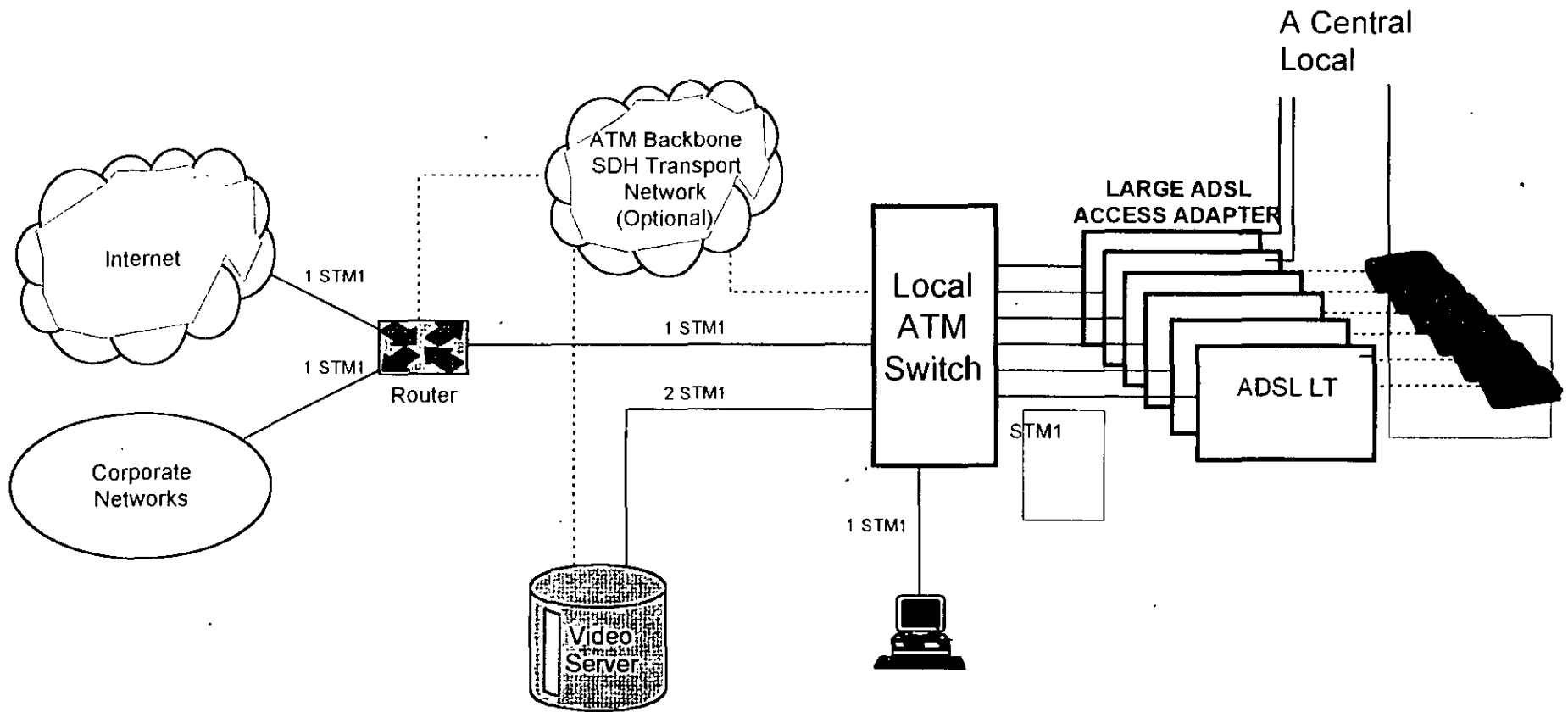
Aplicaciones ADSL

Evolución de la Arquitectura de Red para servicios "On-Line"

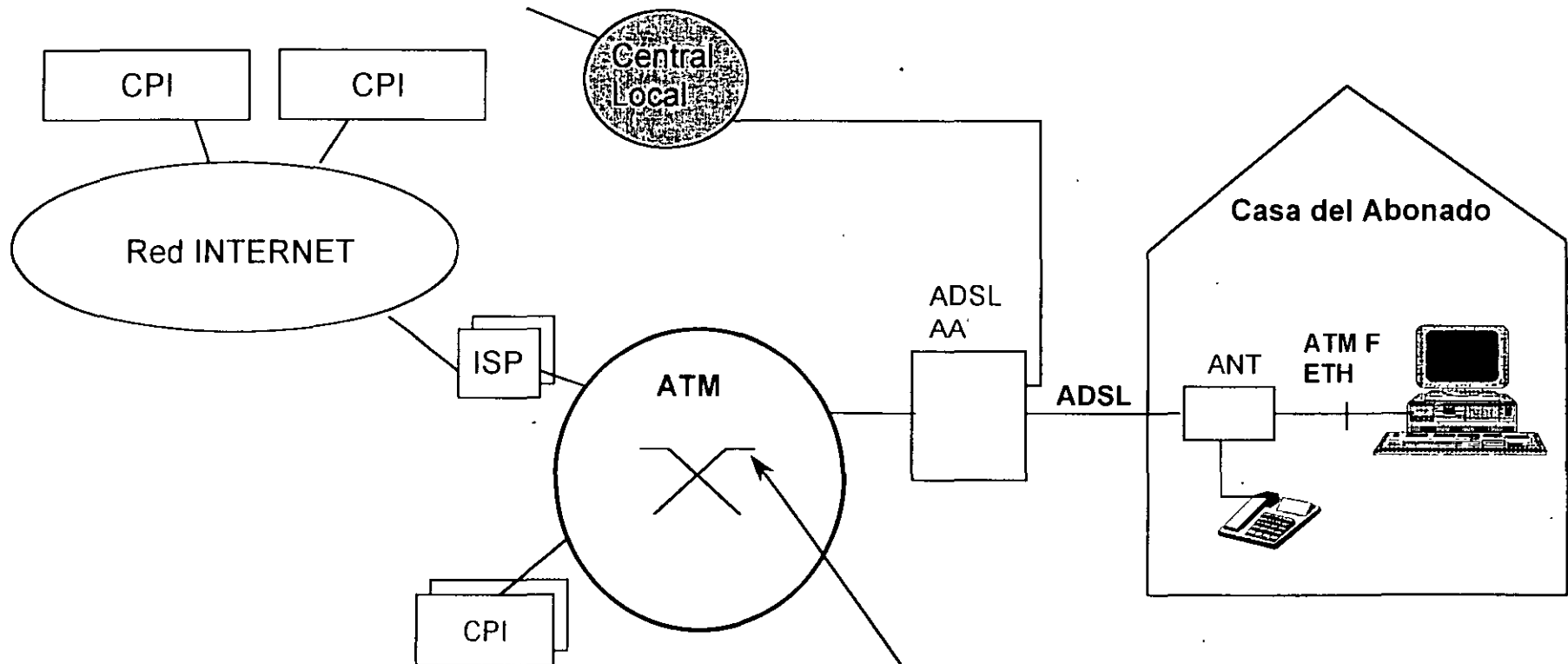


RAN: Remote Access Node
(~Punto de terminación de la red de acceso a Internet)

Aplicaciones ADSL: Internet y Vídeo



Aplicaciones ADSL: Acceso a Servicios On-Line Internet

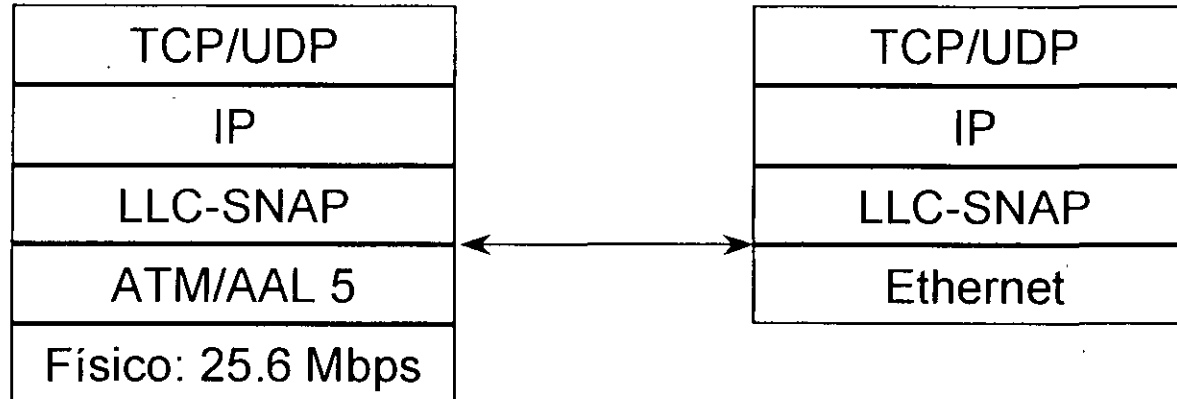


- Conexiones virtuale ATM punto a punto
- Permanente
 - Semi-permanente
 - Conmutada

ADSL como Solución a Internet

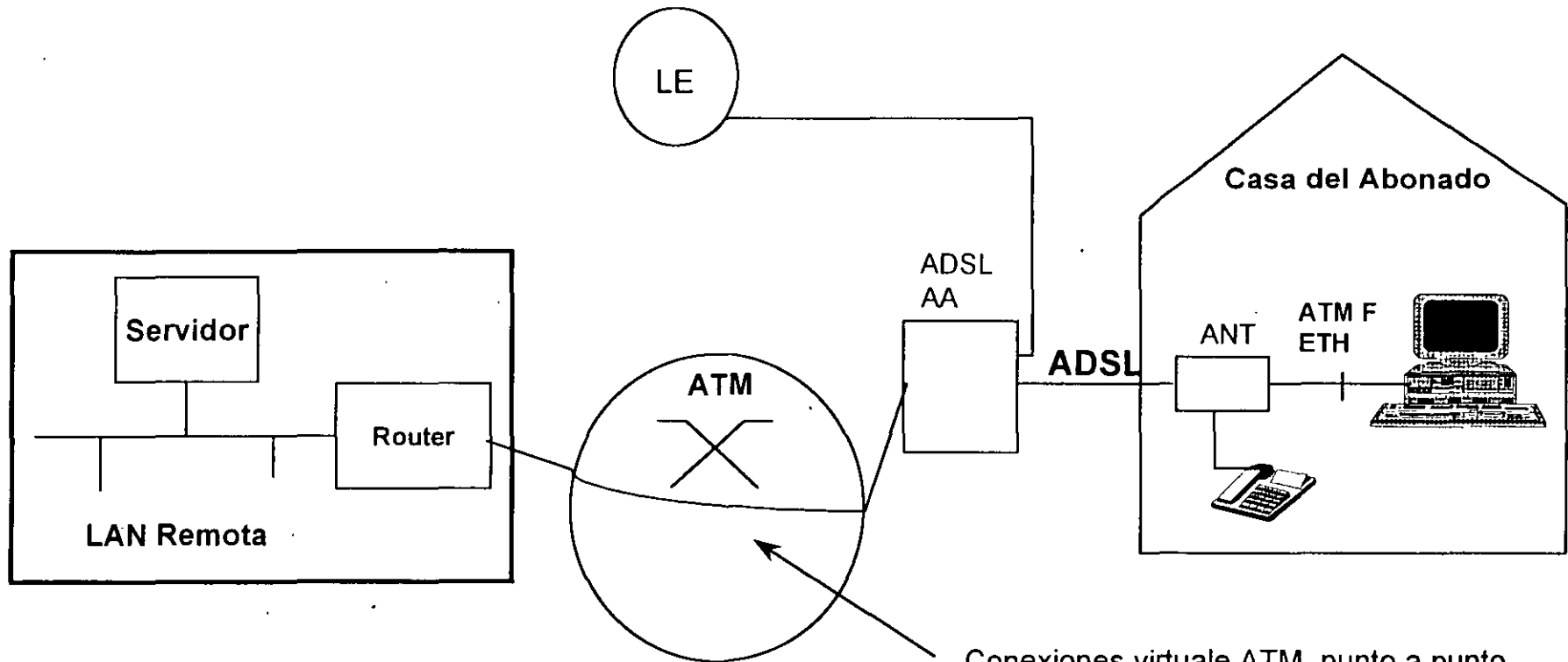
- ▼ **Multiplica la velocidad de acceso por un factor de 200**
 - Rompe la barrera para servicios Multi-Media en Internet
 - Promueve el uso de las telecomunicaciones para Trabajo en Casa
- ▼ **Saca el tráfico Internet de la Red Telefónica Conmutada**
 - Evita la saturación de las centrales con llamadas de larga duración
 - Permite diferentes esquemas de tarificación para servicios de voz y datos
- ▼ **Proporciona un segundo servicio en la línea sobre el mismo par de cobre**

IP sobre ATM



- ATM / AAL5 / Protocolo Punto-a-punto

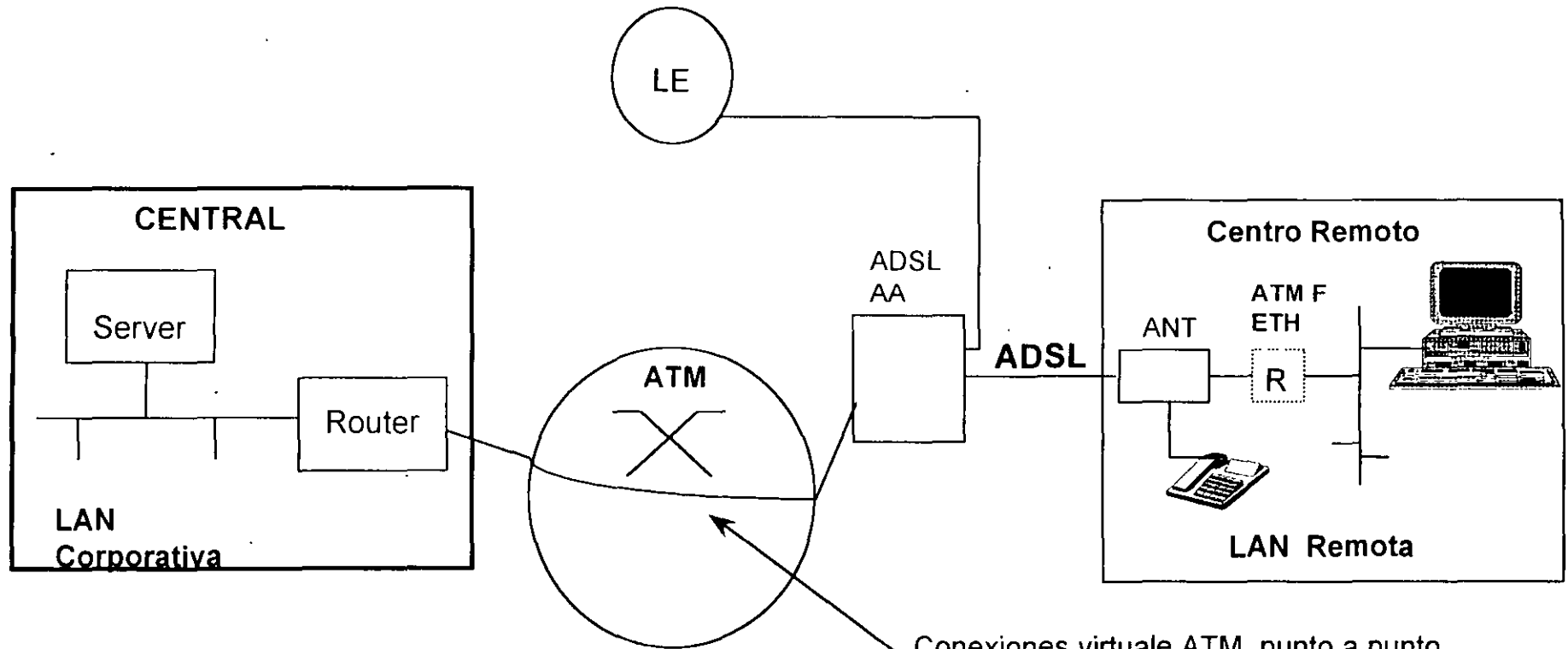
Aplicaciones ADSL: Trabajo en Casa



Conexiones virtuale ATM punto a punto

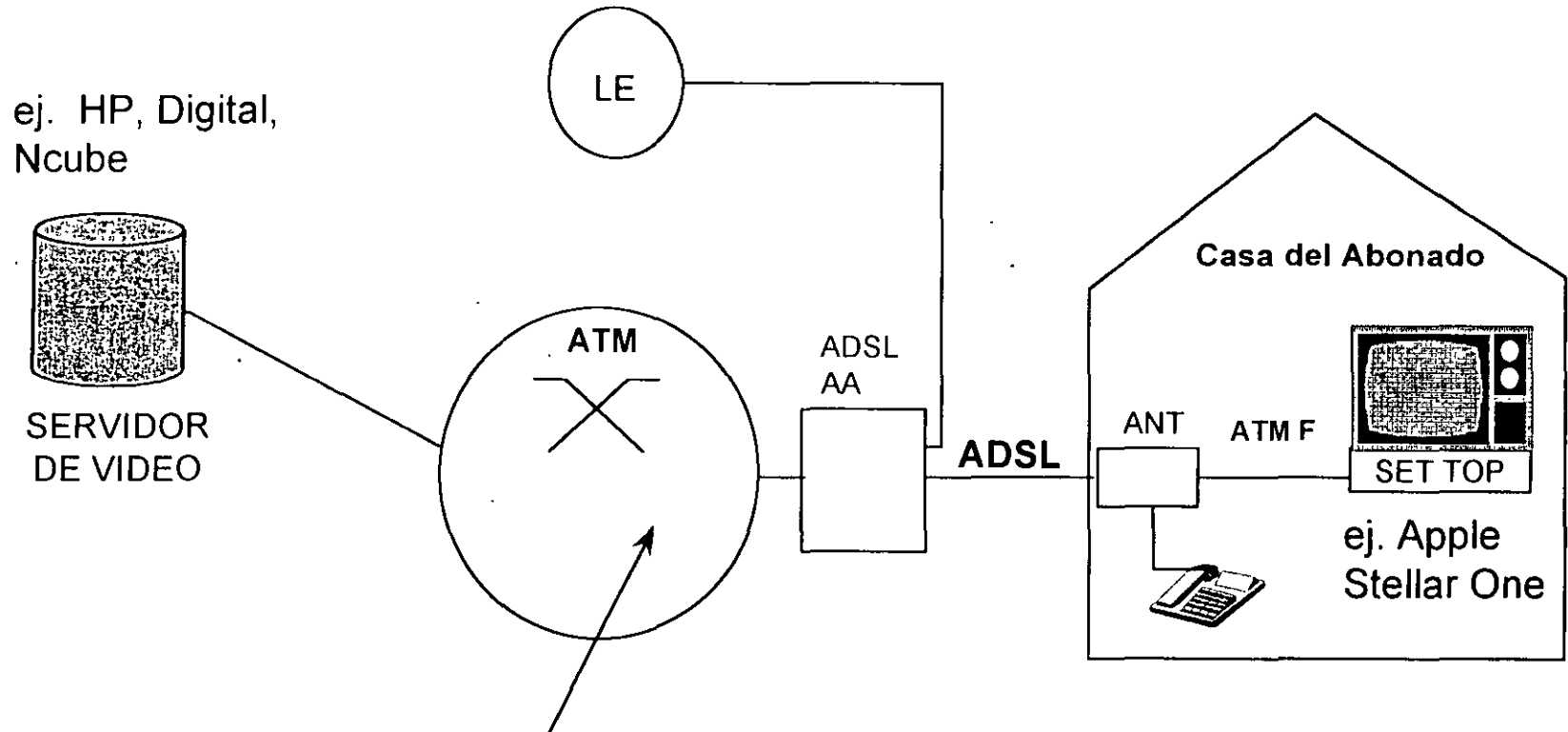
- Permanente
- Semi-permanente
- Conmutada

Aplicaciones ADSL: Corporación con Centros Distribuidos



- Conexiones virtuale ATM punto a punto
- Permanente
 - Semi-permanente
 - Conmutada

Aplicaciones ADSL: Multimedia y Video Bajo Demanda (VOD)



Conexiones virtuale ATM punto a punto

- Permanente
- Semi-permanente
- Conmutada

- ▼ **El crecimiento de los servicios Internet y Multi-media impone nuevos requisitos a las redes de telecomunicacion**
 - Mayor capacidad de conmutación
 - Mayor ancho de banda en el acceso
- ▼ **ADSL proporciona una solución a los operadores de red**
 - capacidad 200 veces superior a los modems y 40 veces superior que el Acceso Básico RDSI
 - La tecnología está ya probada
 - Impacto limitado en la infraestructura existente
 - Rápida reacción a los “Cable-modems”
- ▼ **La combinación de ATM y ADSL crea las redes para todos los servicios (“Full Service Network”)**
- ▼ **Las soluciones basadas en ADSL/ATM extremo a extremo están disponibles HOY.**



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

CURSOS ABIERTOS

IX CURSO INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

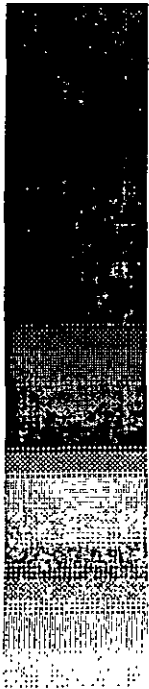
MÓDULO IV

**REDES DIGITALES:
“ACTUALIDAD Y PERSPECTIVA”**

TEMA

**APLICACIONES ATM EN MÉXICO
CONSIDERACIONES PARA UN PROYECTO DE
INGENIERÍA DRAF**

**CONFERENCISTA
ING. ARTURO ALALUF OLIVARES
PALACIO DE MINERÍA
MAYO 2000**



Aplicaciones ATM en México

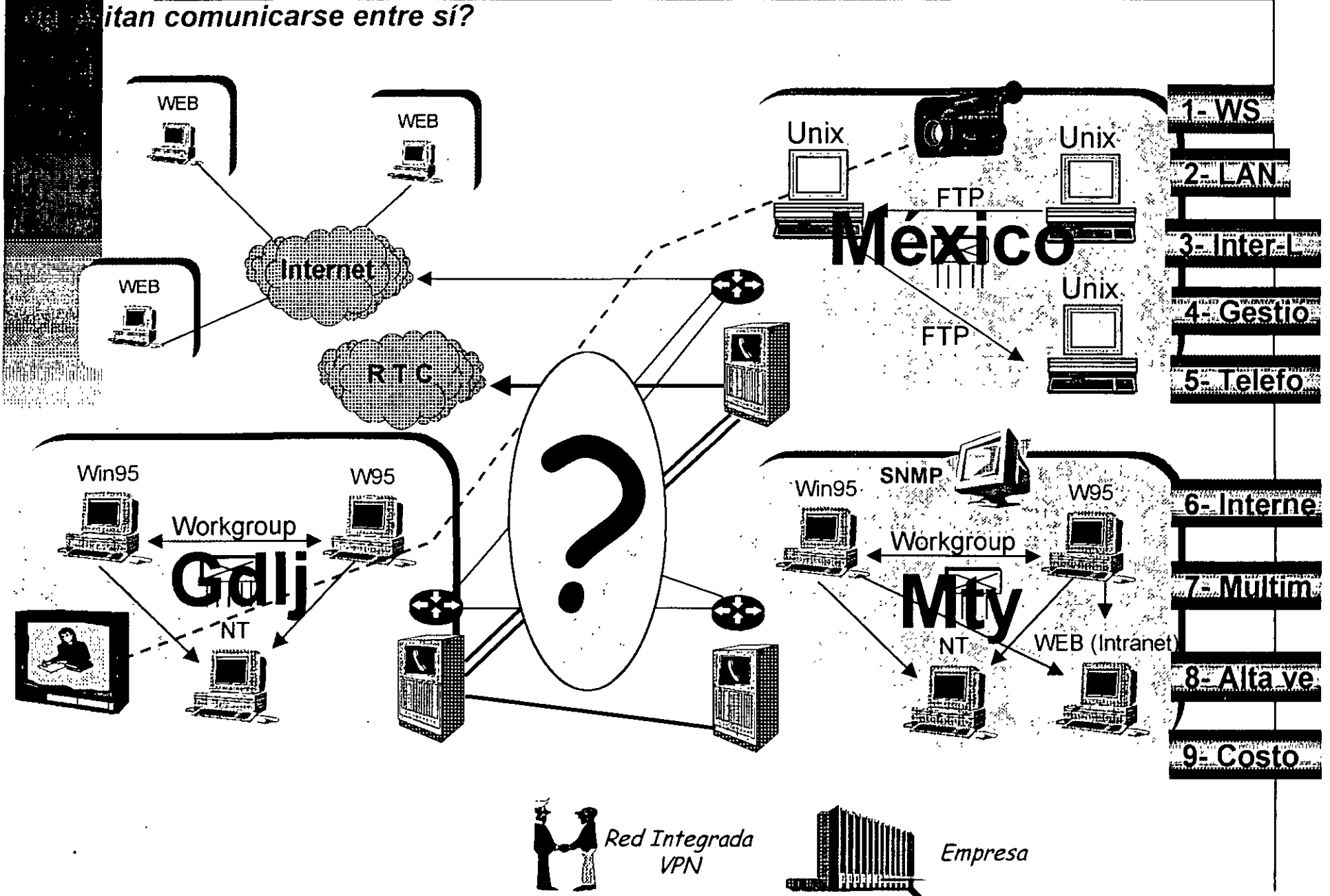
Consideraciones para un Proyecto de Ingeniería

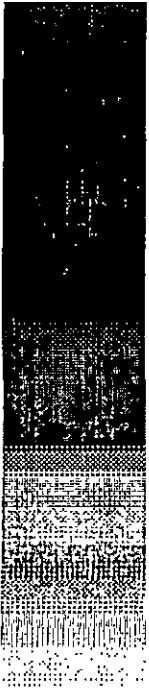
DRAFT

May 15, 1999

istemas de información
 ¿pueden comunicarse entre sí?

DRAFT



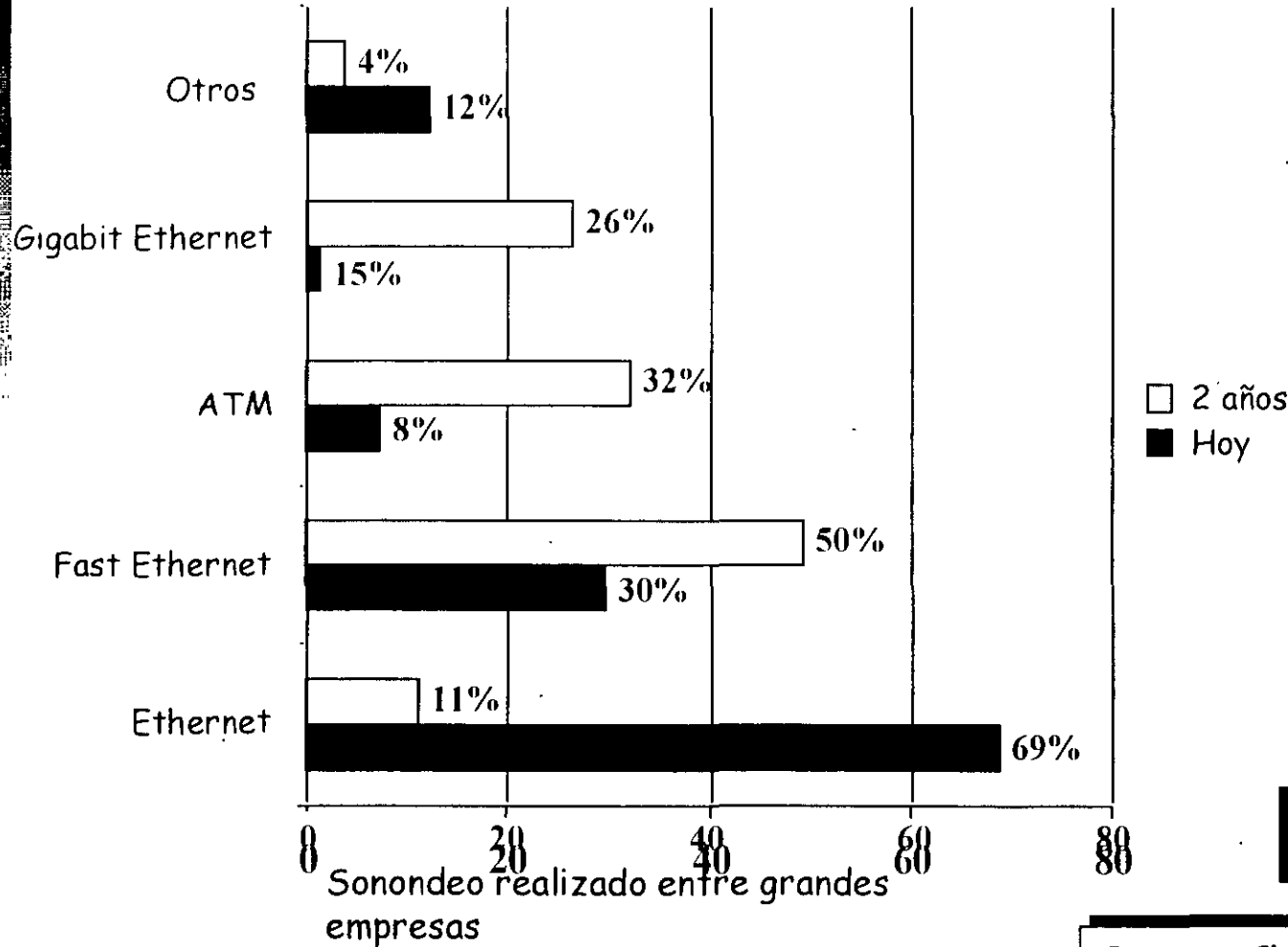


ATM, una técnica prometedora

Ventajas - Puntos débiles

DRAFT

Mercado del LAN « Backbone » Proporción de utilización por tecnología



Un mercado ATM en fuerte crecimiento



Source: CNS Registrations, 1998



Operadores



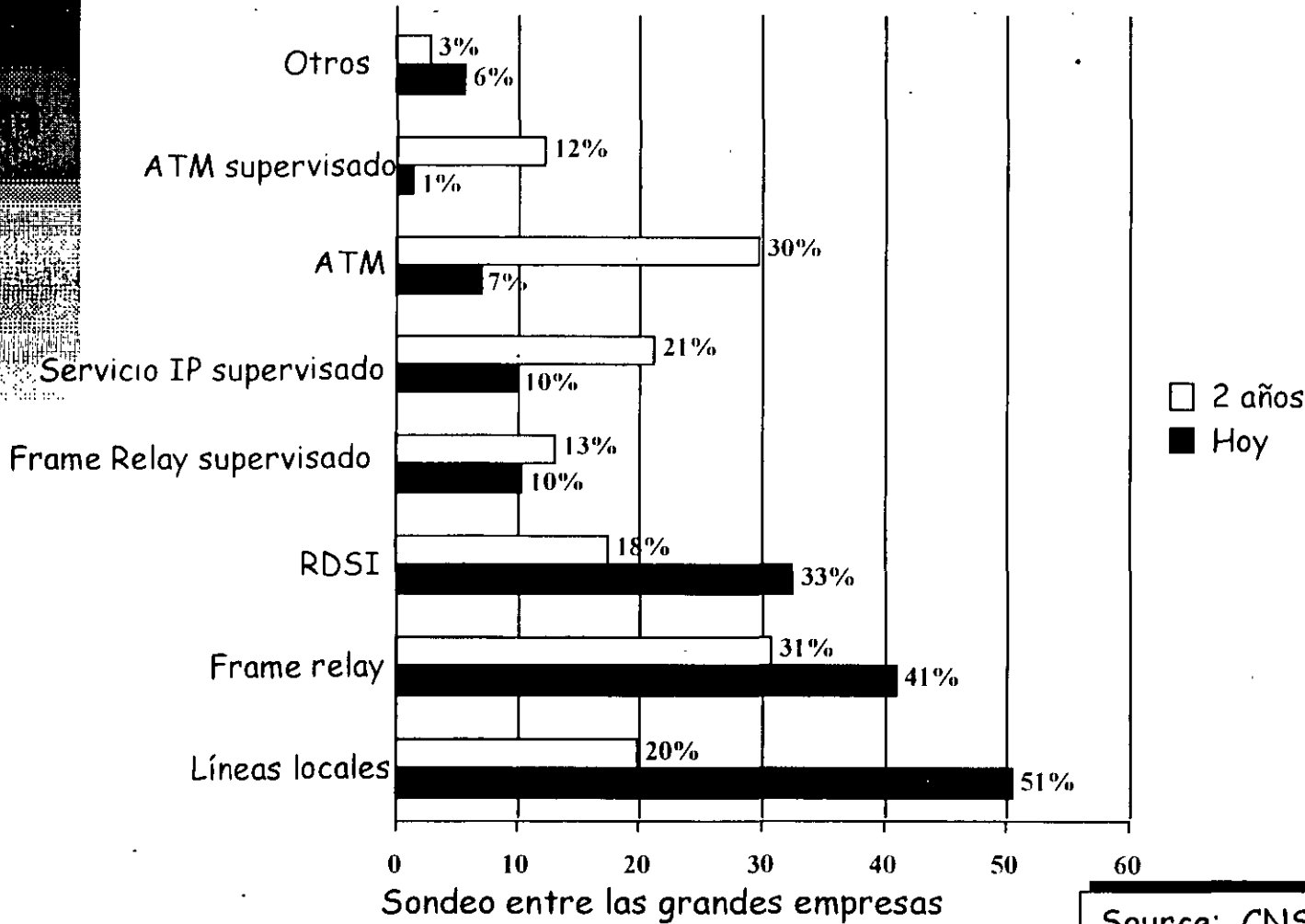
Integradores potenciales



Empresas

Estado del WAN « Backbone »

Proporción de utilización por tecnología



Un mercado ATM en fuerte crecimiento



Source: CNS Registrations, 1998



Operadores



Intéegradores Patenciales



Empresas

DRAFT



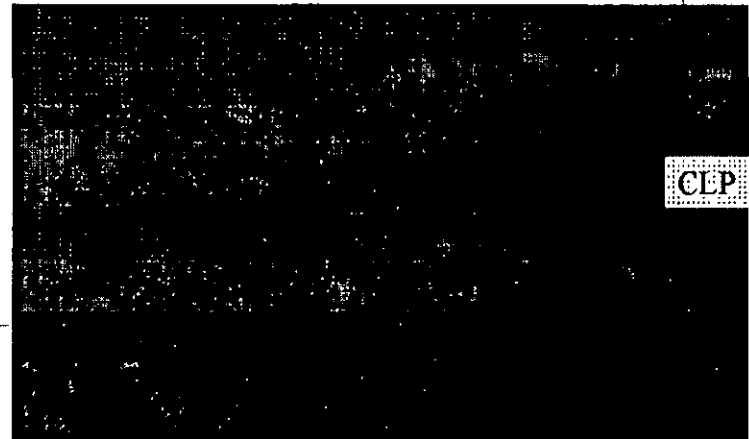
ATM :una tecnología adecuada para altas velocidades

- **paquetes de tamaño fijo: células de 53 octetos**
 - *La implementación hardware es totalmente factible*

- **modo conectado**
 - *adecuado para velocidades altas*

5 octets

48 octets



DRAFT

ATM : tecnología adecuada para perfiles de tráfico muy diferentes - Contratos de tráfico

- **Principio :**

- *el usuario declara los descriptores de tráfico de la conexión: define el contrato de tráfico*
- *la red decide si la conexión puede ser aceptada*
 - *Connection Admission Control (CAC)*
- *si acepta la conexión , la red se compromete en un nivel de calidad de servicio*

DRAFT

ATM : tecnología adecuada para perfiles de tráfico muy diferentes - Contratos de tráfico

- ***una vez que es aceptada la conexión, la red verifica la conformidad del tráfico con el contrato***
 - *Usage Parameter Control (UPC)*
 - *La red puede descartar celdas (células) no conformes con el contrato de tráfico definido (con o sin tagging -bit CLP)*

DRAFT

Distintos contratos de tráfico (ATC)

- **Contratos con velocidad constante**
 - *DBR (Deterministic Bit Rate) o CBR (Constant Bit Rate)*
 - *el Peak Cell Rate es garantizado*
- **Contratos con velocidad variable**
 - *SBR (Statistical Bit Rate) o VBR (Variable Bit Rate)*
 - *se especifican y se garantizan una velocidad máxima y una velocidad promedio*
 - *posibilidad para el operador de red de gestionar su red con multiplex estadístico*

DRAFT

Distintos contratos de tráfico (ATC)

- **Contratos con control en bucle (loop)**
 - *ABR (Available Bit Rate) para fuentes capaces de adaptar su velocidad en función de la disponibilidad de los recursos de la red (Ressource management cells)*
- **Contratos de tipo Best Effort**
 - *UBR (Unspecified Bit Rate)*

DRAFT

Con distintos niveles de calidad

- *Cada tipo de tráfico está asociado con un compromiso de nivel de calidad:*
 - *en términos de integridad del mensaje (CLR) Cell Loss Rate*
 - *en cuanto al tiempo de tránsito o retardo (CTD) Cell Time Delay*

*... lo cual permite manejar
distintos niveles de precios.*

DRAFT

Compatibilidad con los sistemas de existentes y los servicios

- ***Posibilidad de mapeo de ATM sobre sistemas de transmisión PDH o SDH***
- ***homogeneidad del transporte de la información***
 - ***para las necesidades de los servicios : soporte de voz, de video, de datos , de IP***
 - ***para adecuarse a las necesidades de gestión de red: mecanismos de aceptación de conexión en función de los recursos de la red, del contrato de servicio del cliente (CAC y policing)***
 - ***coexistencia entre los mecanismos de protección de la capa de transporte y los mecanismos de reenrutamiento dinámicos ATM.***

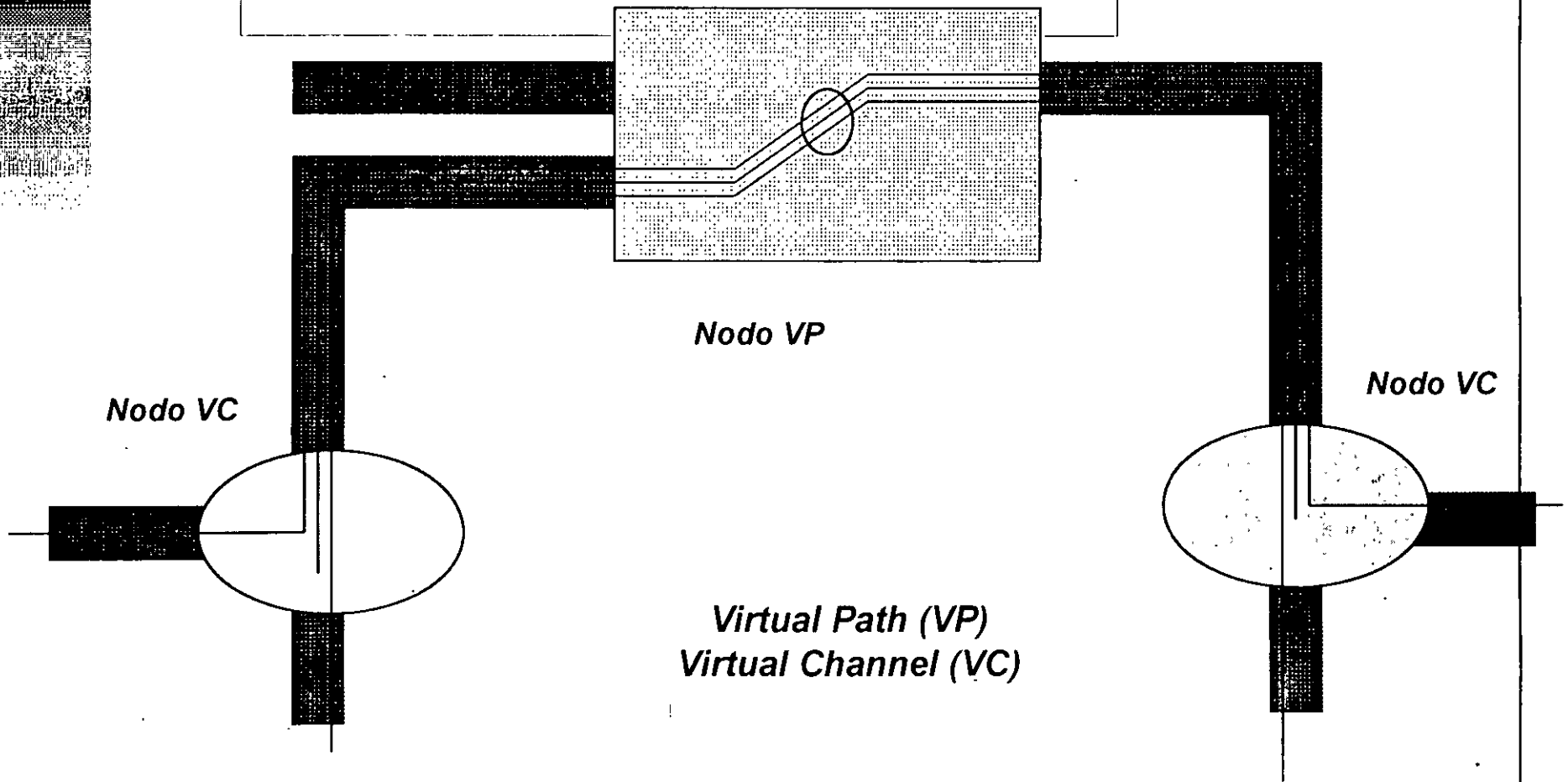
DRAFT

Compatibilidad con los sistemas de existentes y los servicios

- ***flexibilidad en las velocidades ofrecidas***
 - *ofrece granularidad fina desde algunos kbit/s hasta centenas de Mbit/s*
 - *un solo nivel de multiplexado*
 - *multiplexado estadístico*
- ***flexibilidad temporal***
 - *conexiones permanentes*
 - *conexiones permanentes con posibilidad de modificar el ancho de banda en función de un calendario (periódico o no)*
 - *conexión inmediata sobre pedido (PVP /PVC a partir del sistema de administración de red) o por conmutación (por señalización SVC)*

DRAFT

- *ATM : flexibilidad para la gestión de las conexiones*



DRAFT

Equipos ATM

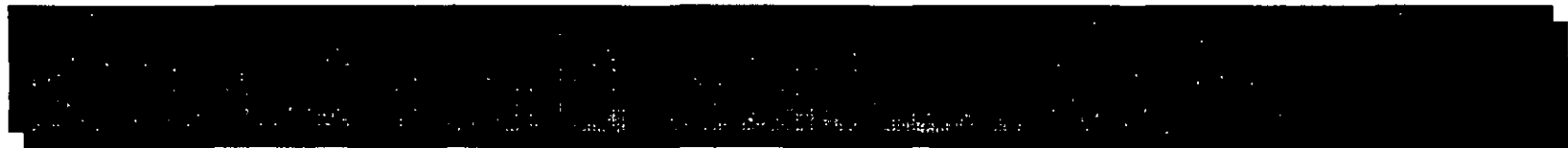
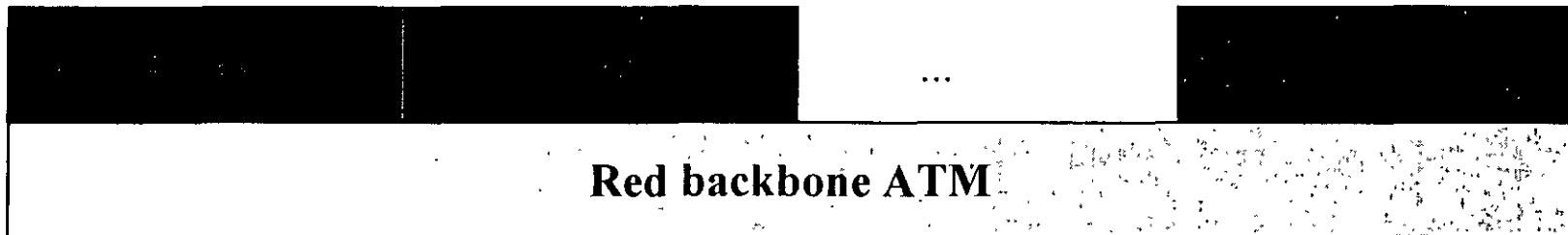
	<i>crossconnect VP</i>	<i>Crossconnects de VC</i>
	<i>Conmutador VP</i>	<i>Conmutador VC</i>

- *Proveedores de dos orígenes distintos*
 - *Proveedores de los operadores de telecomunicaciones : Ejm..Ericsson, Alcatel, Siemens, Lucent...*
 - *Proveedores del mundo de la data y redes privadas : Newbridge, GDC, Ascend, Cisco...*
- *Convergencia entre crossconnects y equipo de conmutación en un solo equipo multiplexor/conmutador de VP/VC*
 - *Matriz de conmutación de 1 Gbit/s para los equipos del cliente (CPE) y de varias decenas de Gbits para los equipos de los Operadores.*

DRAFT

Hacia una red integrada de banda ancha

ATM es la tecnología adecuada para construir una red integrada, única capaz de soportar diferentes servicios (Datos, Video, Voz...)





ATM, una técnica prometedora

Ventajas - Puntos débiles

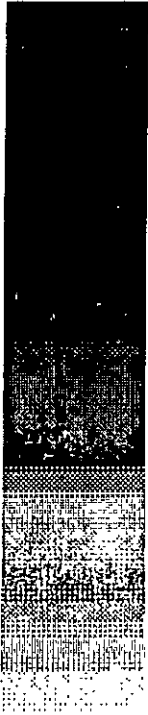
Debilidades del ATM

- *Complejidad*
- *Normalización « lenta » (ITU-T . ATM Forum)--> las necesidades de interfuncionamiento entre las redes públicas de telecomunicaciones y las redes de datos ocupará una buena parte del esfuerzo de normalización.*
- *No existe un « estandar de facto »*
- *La implantación de la conmutación de voz en forma masiva (usando SVC´s) aún tomará tiempo. El asunto se resolverá con potencia y velocidad de procesamiento. (No obstante los equipos actuales logran ya establecer o levantar de 1000 a 3000 SVC´s facturados por segundo lo cual significa que ya es tiempo de considerar ésta tecnología en las redes telefónicas para un número importante de « llamadas »)*

DRAFT

Debilidades del ATM

- ***Otras tecnologías reconocen los méritos del ATM y tratan introducir los mismos conceptos***
 - *calidad diferenciada*
 - *calidad garantizada*
 - *red multi servicios (datos, voz, video)*
- ***Por lo cual evolucionan también hacia una mayor complejidad ...y costos (IP con QoS....)***

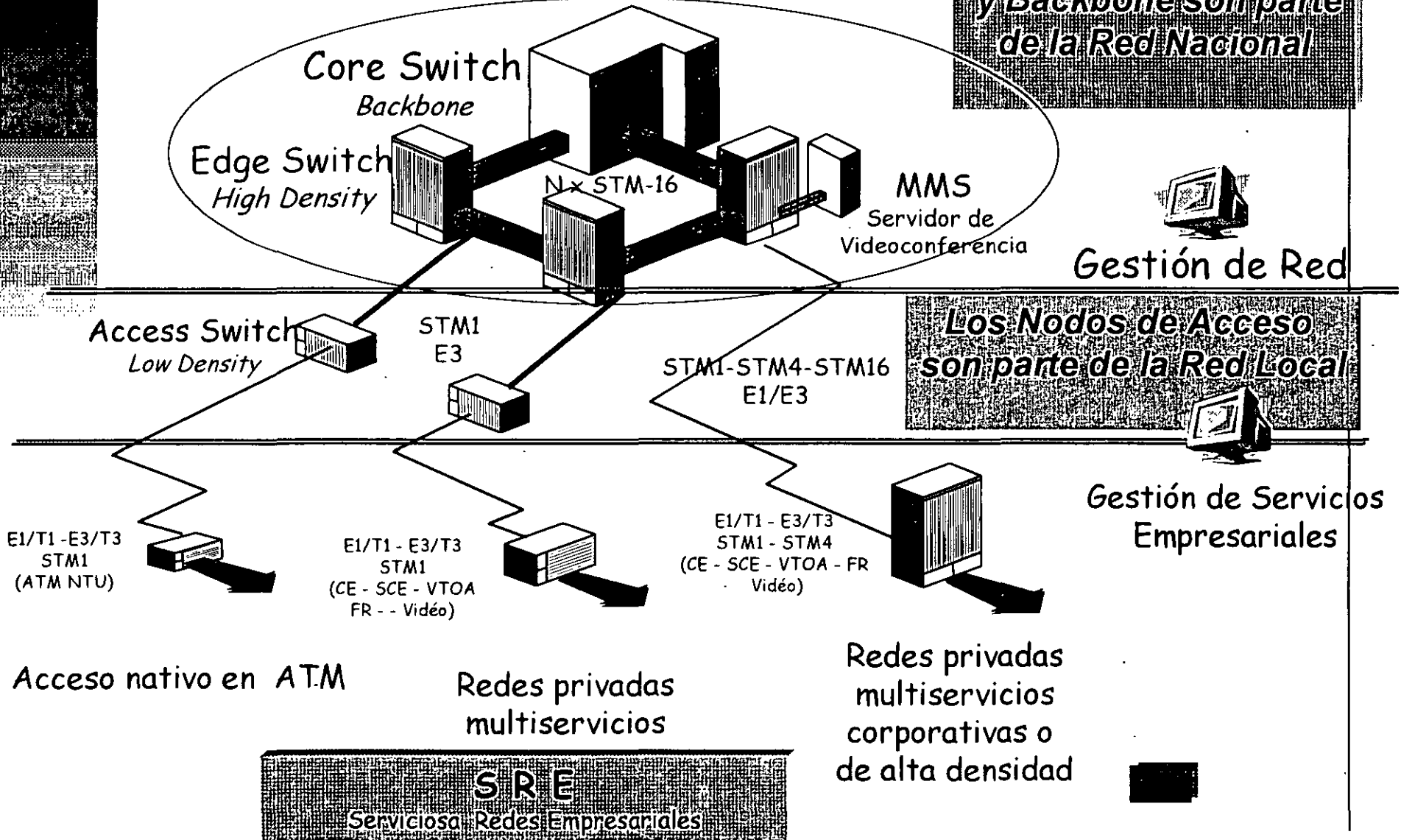


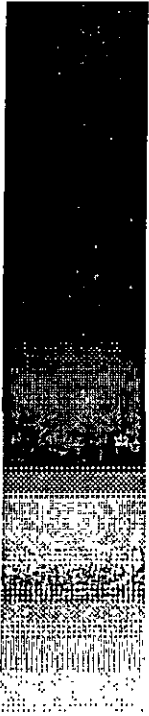
Arquitectura Genérica de una Red ATM para la convergencia de las Redes Telefónicas con las Redes de Datos

*Servicios - Arquitectura - Equipos
Gestión y Explotación*

DRAFT

Arquitectura genérica ATM

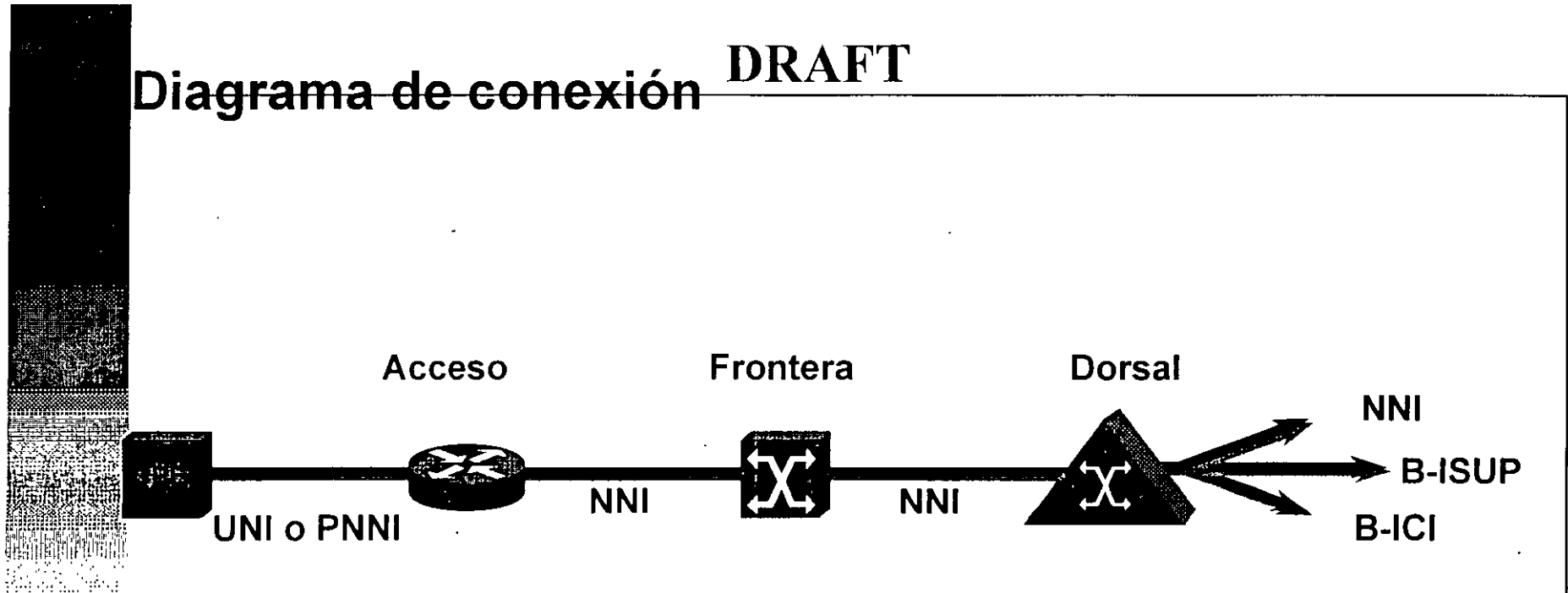




Escenarios de interfuncionamiento entre Redes Telefónicas y Redes de Datos utilizando ATM como integrador de tecnologías

*Servicios - Arquitectura - Equipos
Gestión y Explotación*

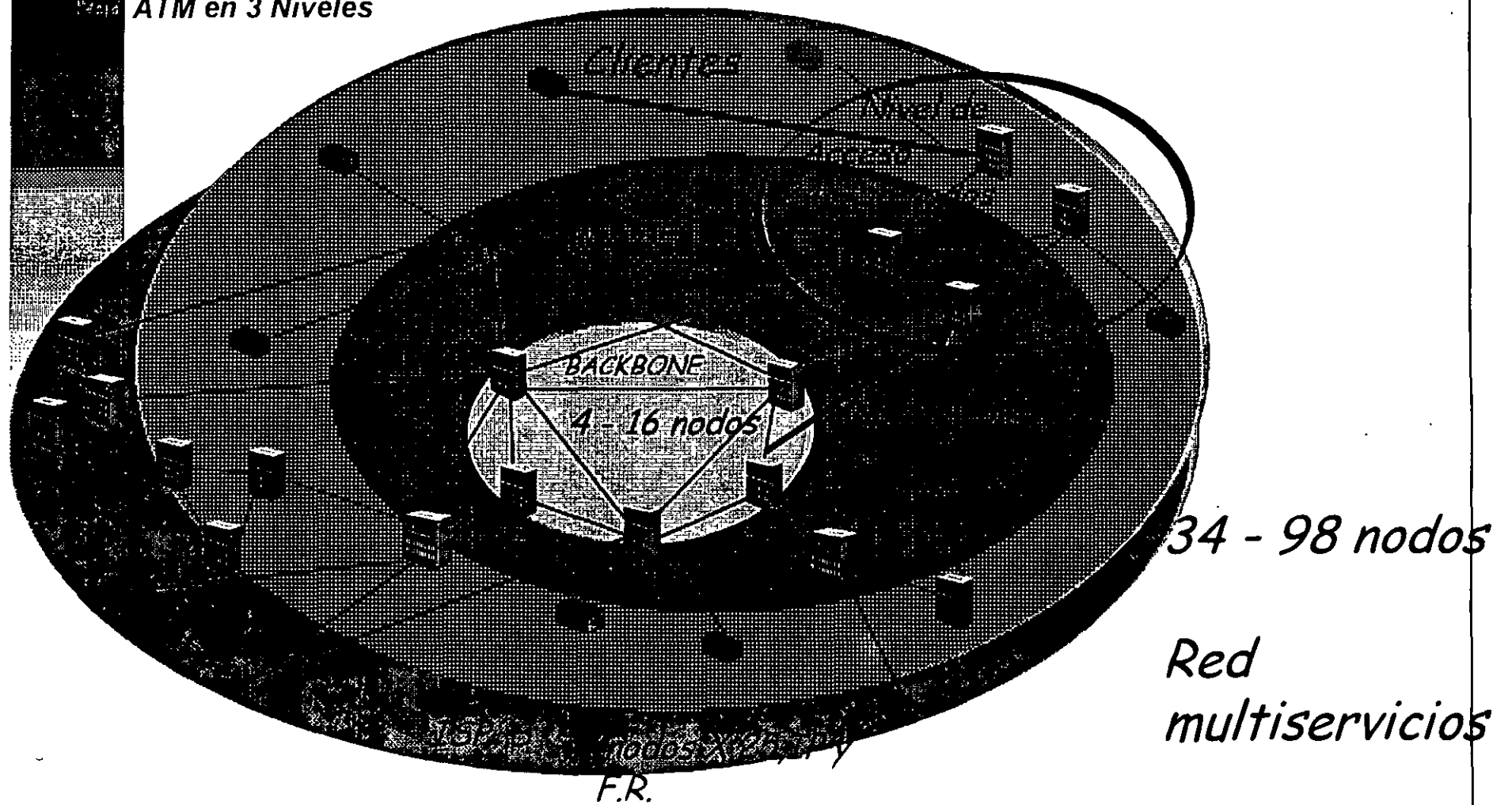
Diagrama de conexión **DRAFT**



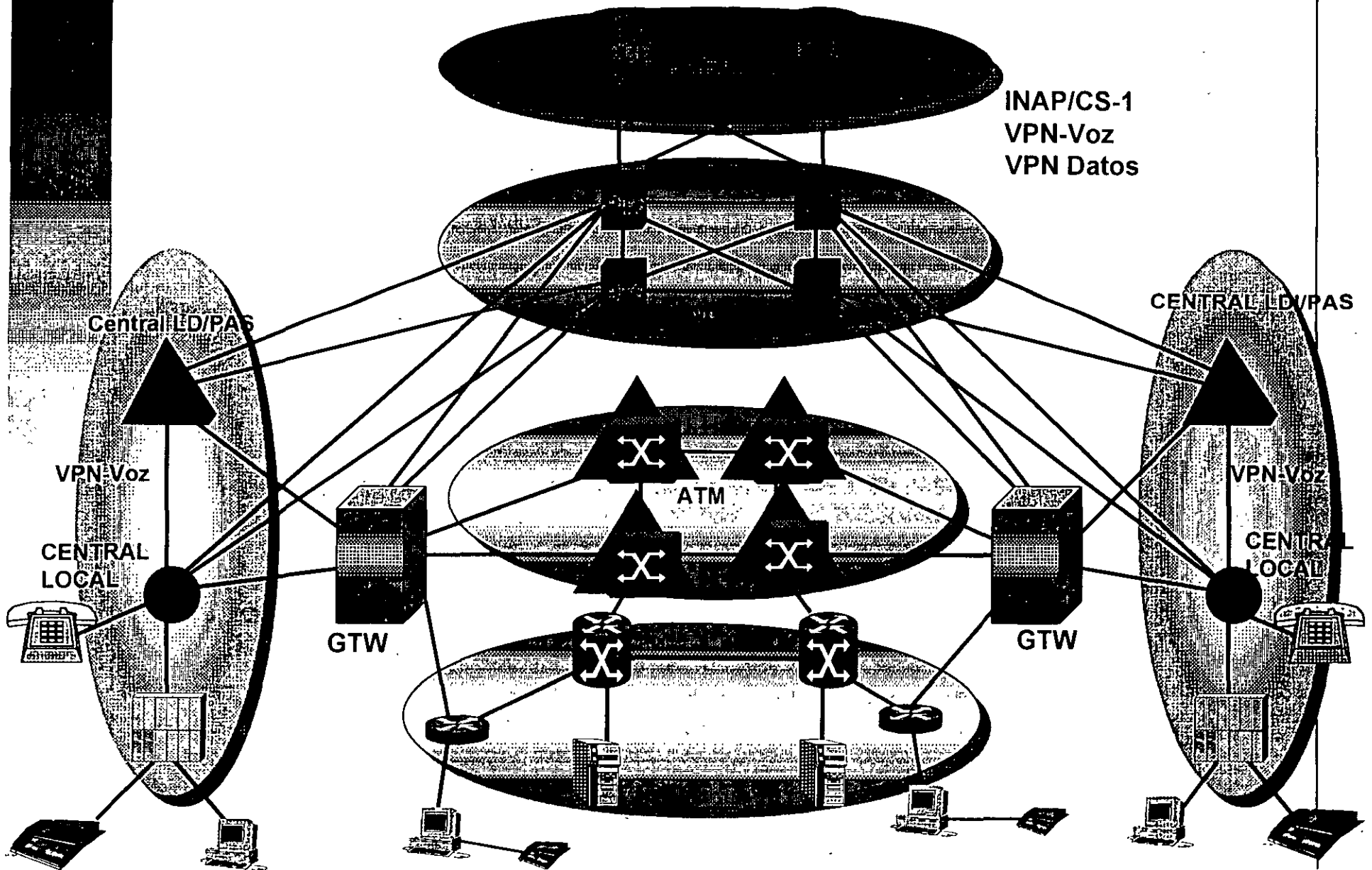
- Para el caso de interconexión con otras redes de ATM inicialmente se utiliza el Protocolo NNI pudiendo evolucionar a B-ICI.
- La interconexión con centrales telefónicas se realiza con B-ISUP.
- La interconexión con los Giga Routers se realiza con NNI.

DRAFT

ATM en 3 Niveles

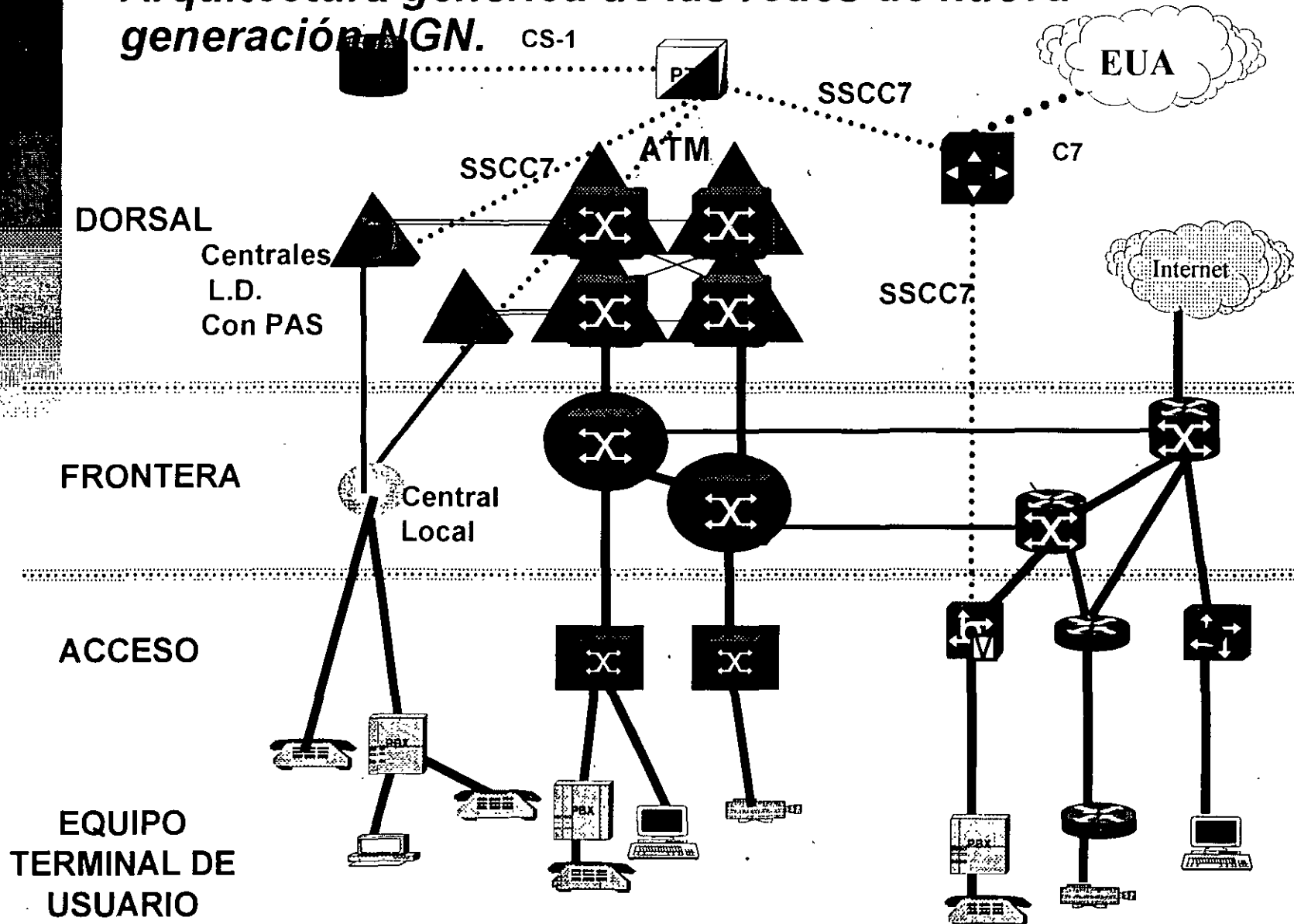


Interconexión de una Red Inteligente con las redes de datos



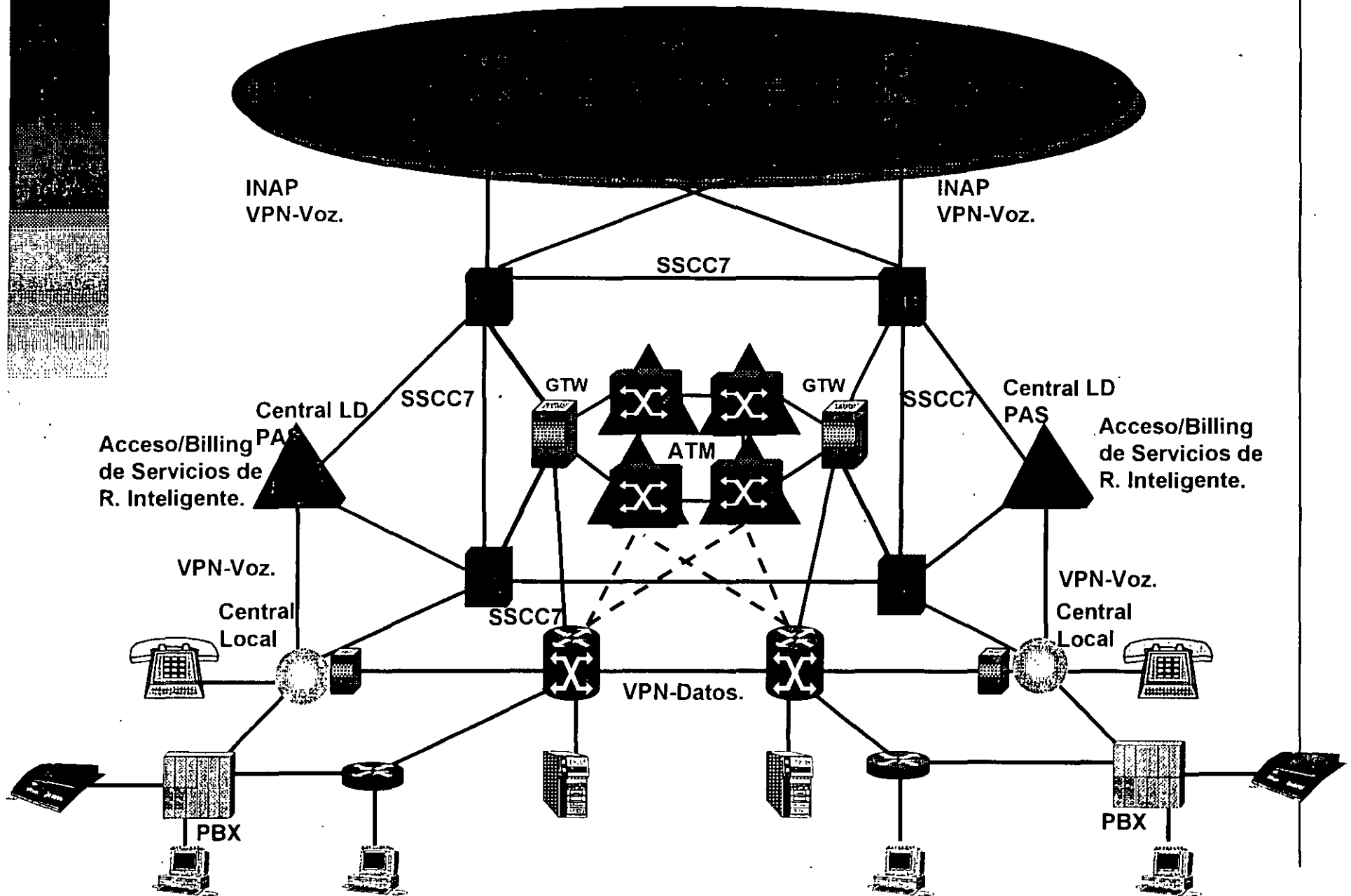
DRAFT

Arquitectura genérica de las redes de nueva generación NGN. CS-1



Ejemplos típicos de interfuncionamiento con ATM en la evolución hacia la NGN

DRAFT



DRAFT

Ejemplos de Servicios de un Backbone ATM

- *Oferta nacional*
 - *conexiones VP y VC*
 - *Conexiones permanentes*
 - *CoS : IMS 13H en HO, GTR 4H, Parametros I.356 Clase 1 (DBR)*
 - *Contratos de tráfico DBR con « stringent CDV »*
 - *Contratos de tráfico VBR con MBS= 38 cells*

DRAFT

Ejemplo de Servicios listos para soportarse desde 1999

- *Oferta Multi-accesos ATM (OMA)*
- *Transporte de IP*
- *Emulación de circuitos*

DRAFT

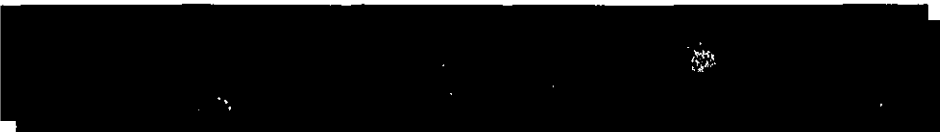
Red Backbone ATM

Un solo backbone para soportar los distintos servicios .

1999 :

- *Oferta Multi-servicios sobre ATM*
- *Video :*
- *IP baja velocidad*

2000:

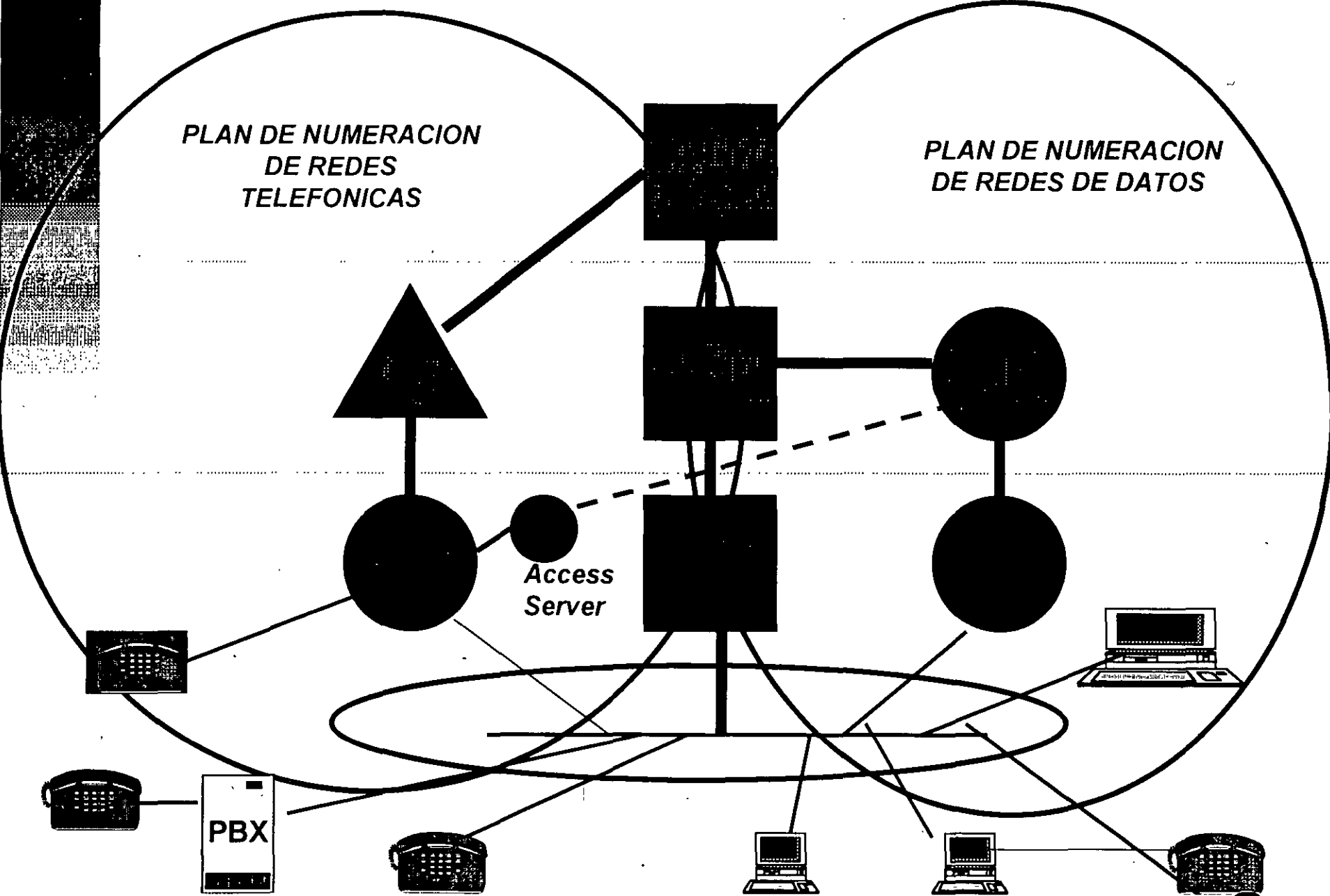
- *IP baja y alta velocidad*
 - *Enlaces dedicados asimétricos (ADSL)*
 - *Conexión de la red ATM con la Red de Paquetes*
 - *Voice Trunking en baja escala*
- 

DRAFT

OMA : Oferta Multiservicios con ATM

- *Cobertura geográfica:*
 - *Las grandes ciudades de México y aquellas poblaciones con gran actividad económica*
 - *Ejm. (México D.F. Monterrey, Guadalajara, Puebla, Tijuana, Hermosillo, Mérida, Querétaro, Chihuahua y 58 ciudades más).*
- *Servicios :*
 - *Interconexión LAN, Interconexión PABX, Servicios ATM via interfaces Frame Relay, Ethernet, **ATM***
 - *VP/VC DBR y VP/VC VBR*
- *Servicios a inicio de 2000 :*
 - *Más flexibilidad : VP/VC reservado , ancho de banda flexible,*
 - *Contratos de trafico todavía más flexibles (VBR con MBS importante, ejm MBS=2000)...*

Concepto de Red de Nueva Generación





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

CURSOS ABIERTOS

IX CURSO INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

MÓDULO IV

**REDES DIGITALES:
"ACTUALIDAD Y PERSPECTIVA"**

TEMA

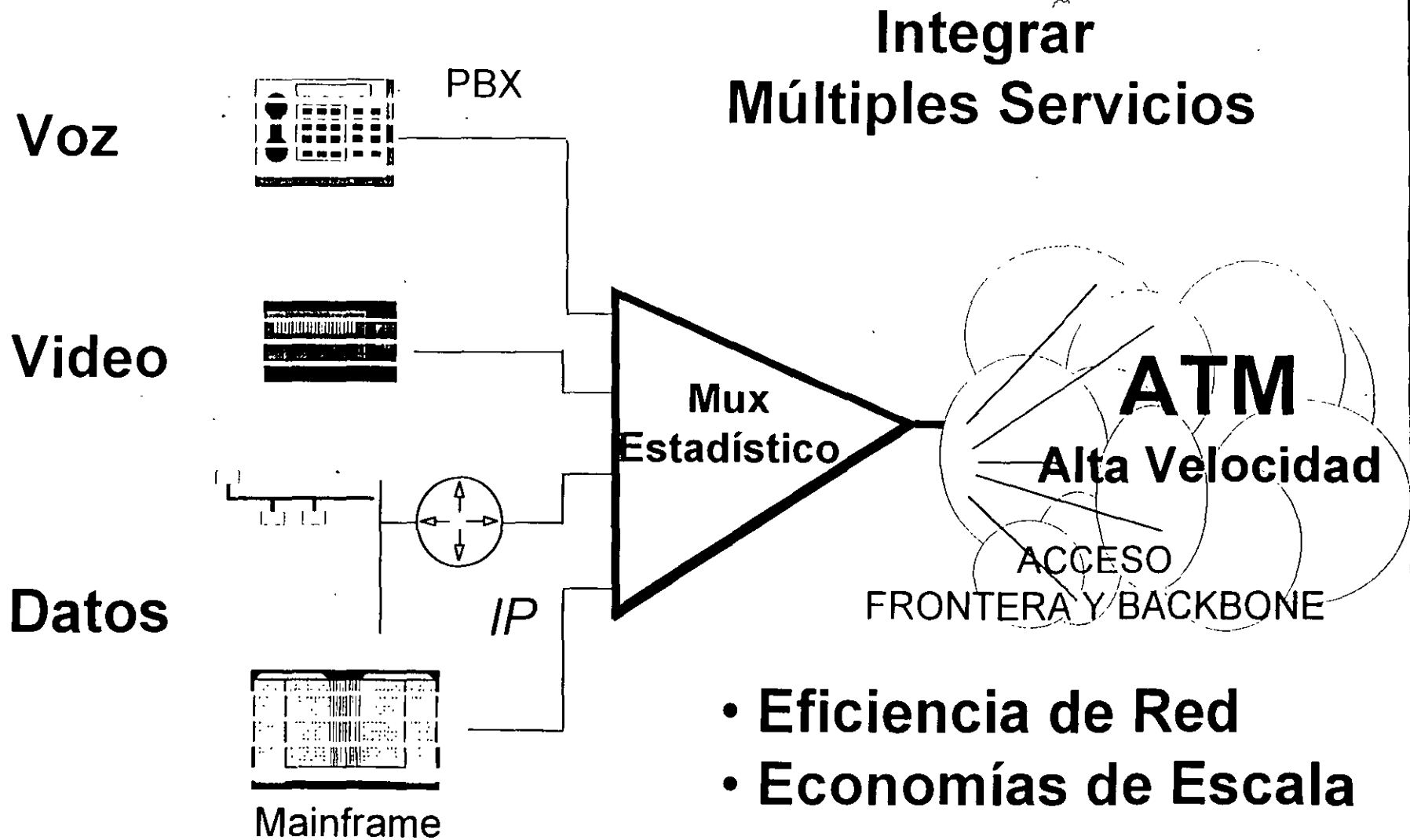
**ATM UNA TECNOLOGÍA COMPETITIVA PARA REDES DE
NUEVA GENERACIÓN**

**CONFERENCISTA
ING. ARTURO ALALUF OLIVARES
PALACIO DE MINERÍA
MAYO 2000**

ATM UNA TECNOLOGIA COMPETITIVA PARA REDES DE NUEVA GENERACION.

- **ATM PERMITE CONSOLIDAR REDES DIGITALES DE DATOS Y DE TELEFONIA A TRAVES DE UNA PLATAFORMA COMUN.**
- **COMBINANDO LOS AVANCES DE LA ELECTRONICA Y DE LA FOTONICA EN LA RED, LAS EMPRESAS DE TELECOMUNICACIONES ASEGURAN SU LIDERAZGO EN SERVICIOS DE VOZ, DATOS Y VIDEO.**

Propósito de las Redes ATM



Propósito de las Redes ATM

**Integrar
Múltiples Servicios**

Voz

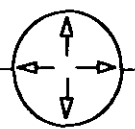


PBX

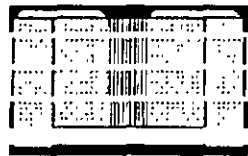
Video



Datos



IP



Mainframe

ATM
DE ACCESO

ATM

Alta Velocidad

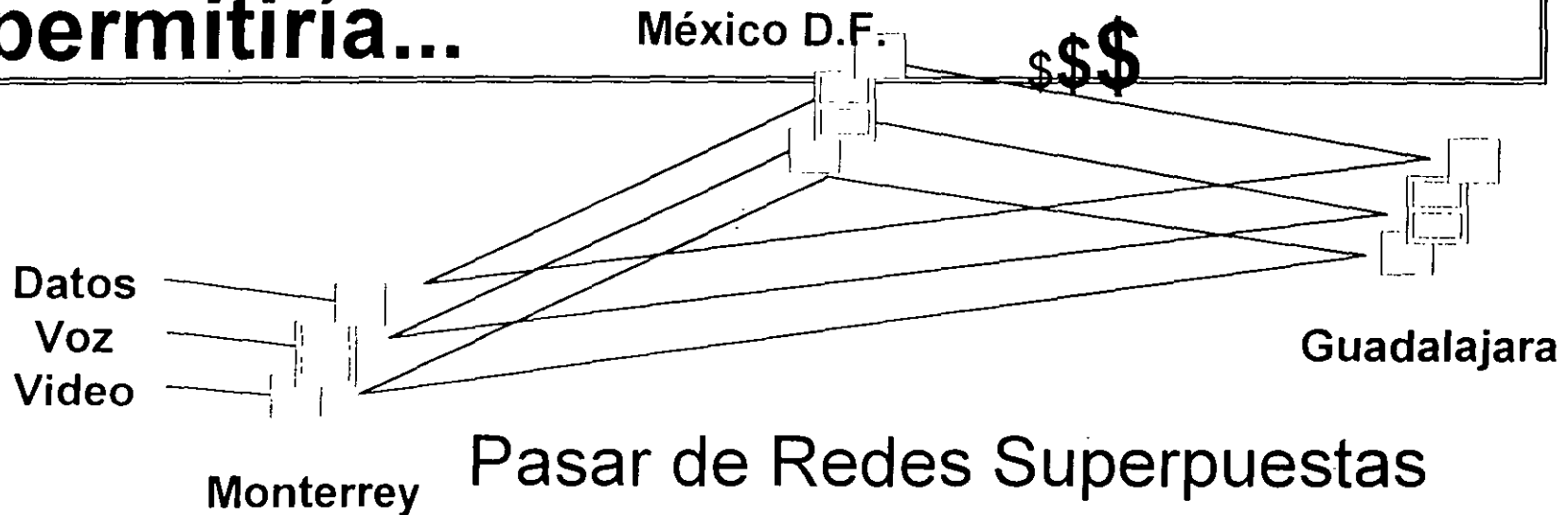
FRONTERA Y BACKBONE

- **Eficiencia de Red**
- **Economías de Escala**

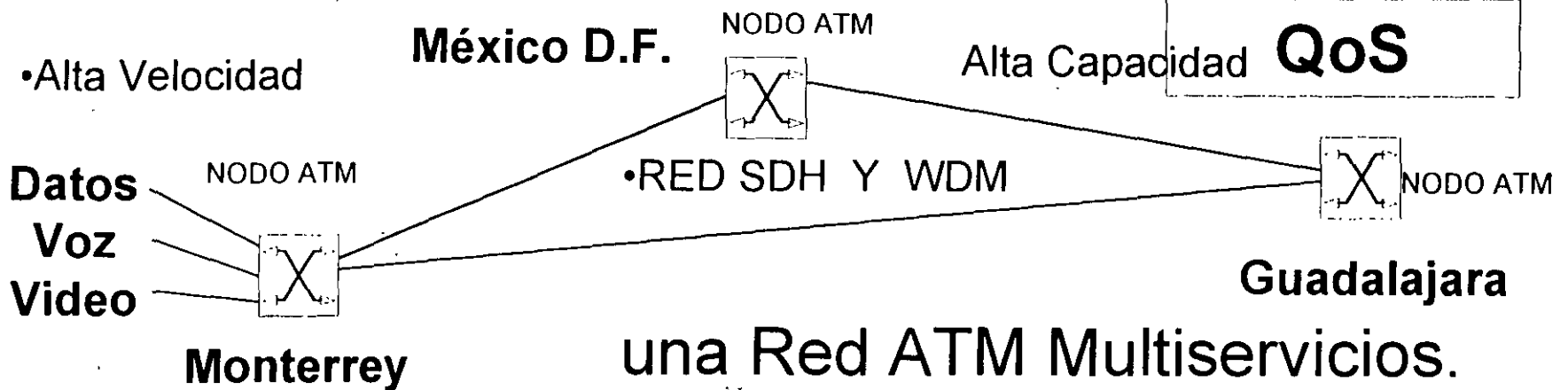
COMO CUIDAR LAS INVERSIONES?...

- Invirtiendo en Tecnología altamente competitiva...
- Que optimice el uso y Evolución de la Red,
- Que reduzca los costos de Operación y Administración,
- Que permita atender con oportunidad, amplitud y calidad los servicios definidos por sus áreas comerciales.
- **ATM CUMPLE CON ESTOS REQUISITOS**

Por ejemplo, un Proyecto ATM nos permitiría...

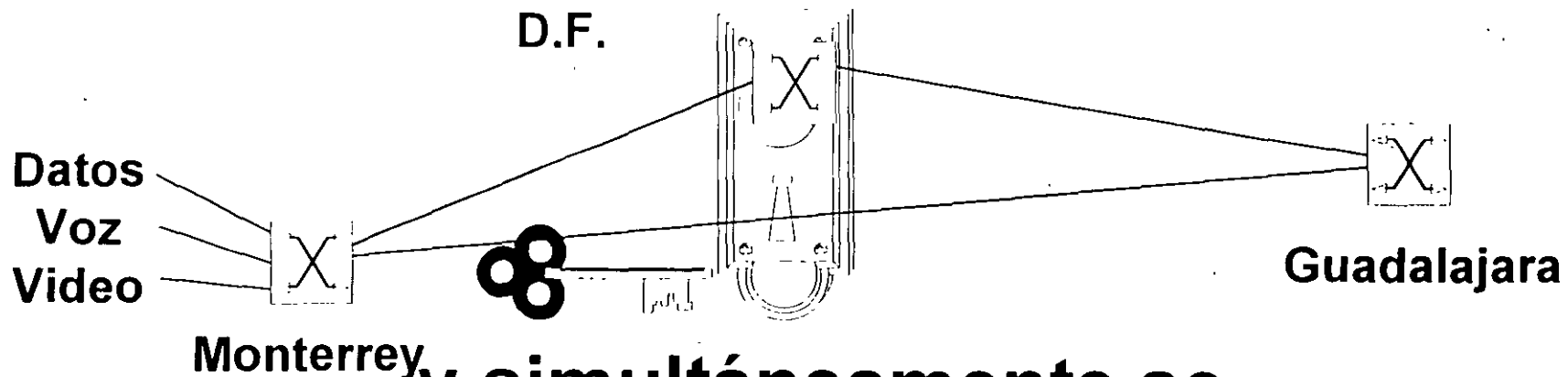


Pasar de Redes Superpuestas con Aplicaciones Específicas, a....



Con una Plataforma ATM ...

**Se Entrega la
Calidad de Servicio (QoS) Acordada
con cada Cliente**

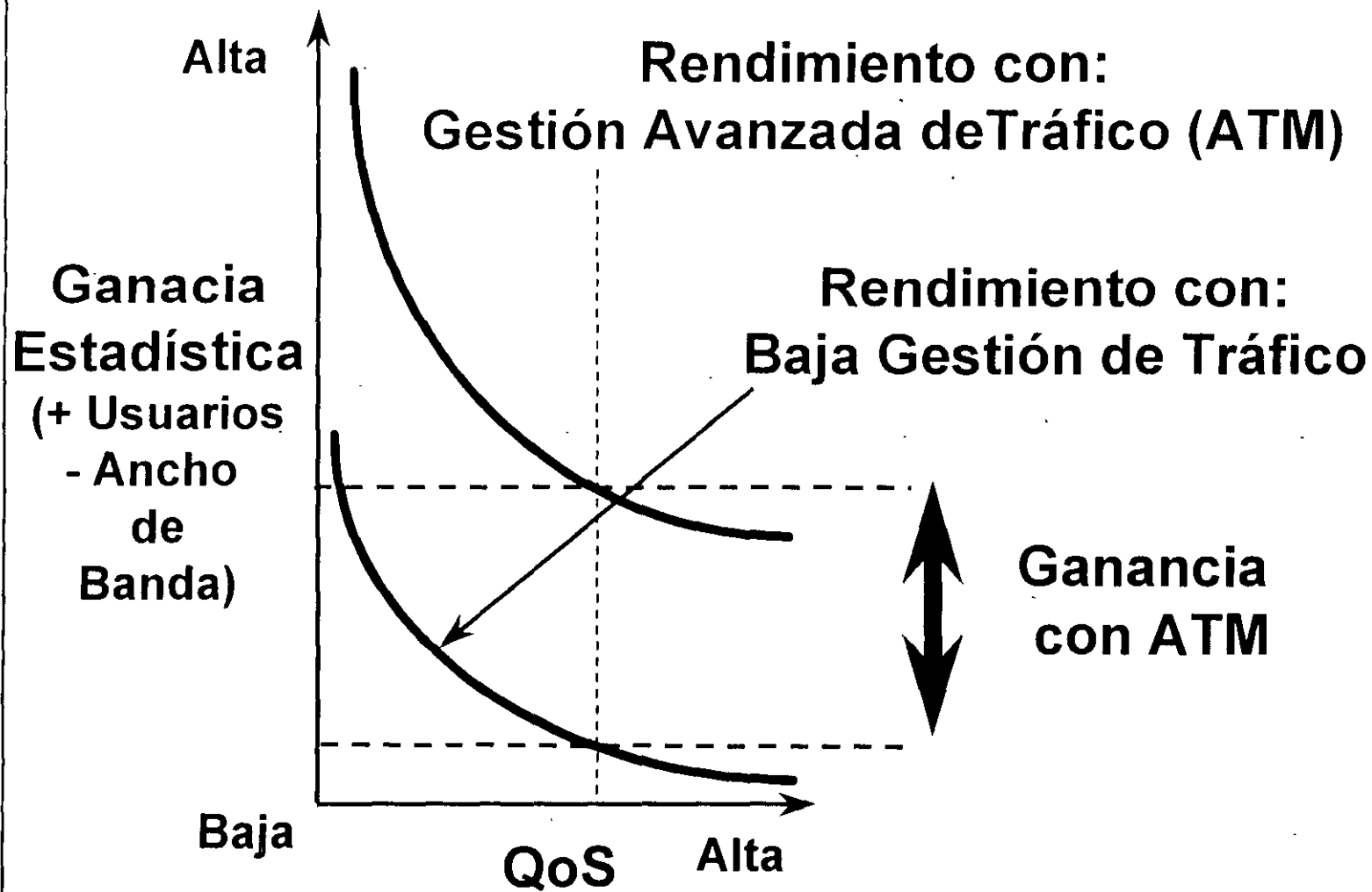


**y simultáneamente se
optimiza el Ancho de Banda
- Eficiencia de la Red-**

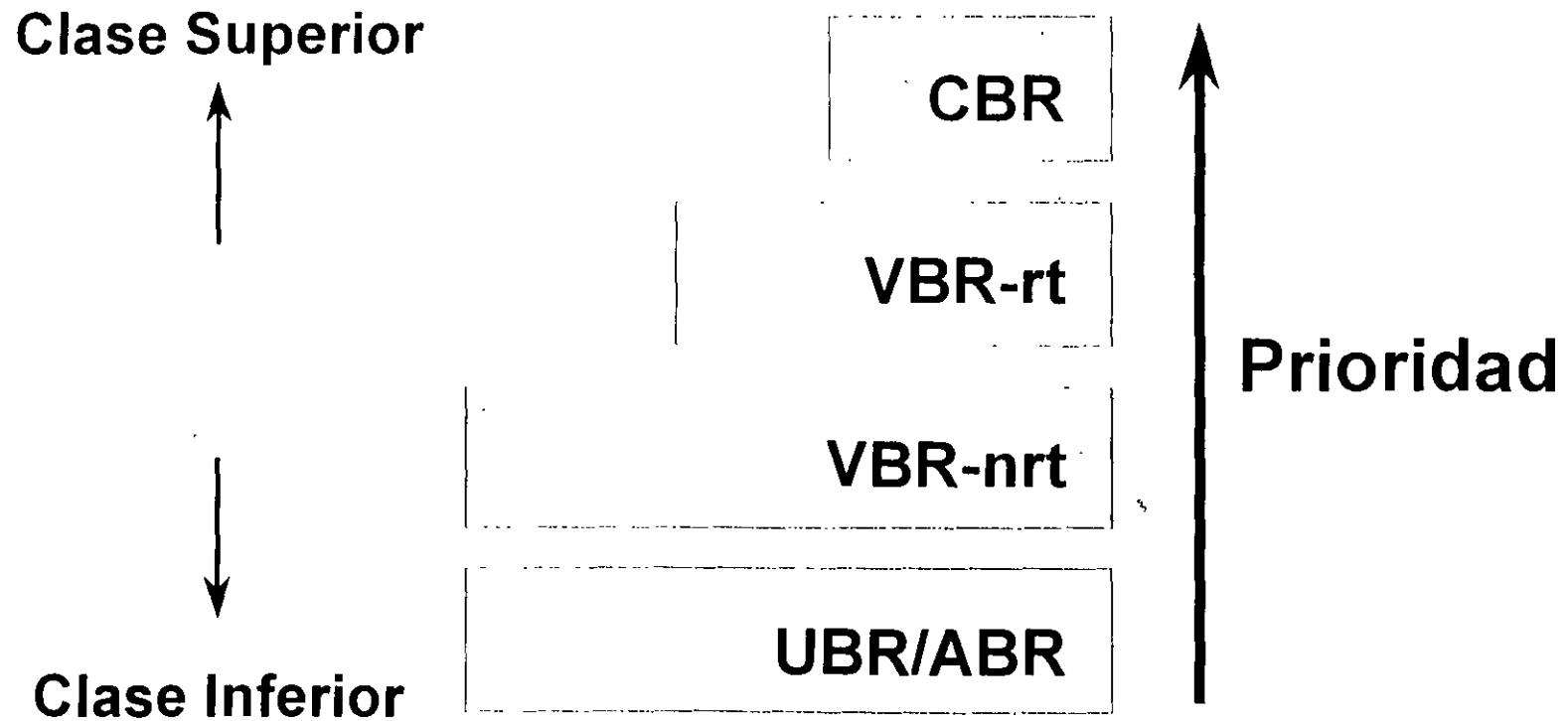
Gestión Avanzada de Tráfico de Red

CON UNA PLATAFORMA ATM ES POSIBLE OFRECER....

Mayor Rendimiento usando Gestión Avanzada de Red

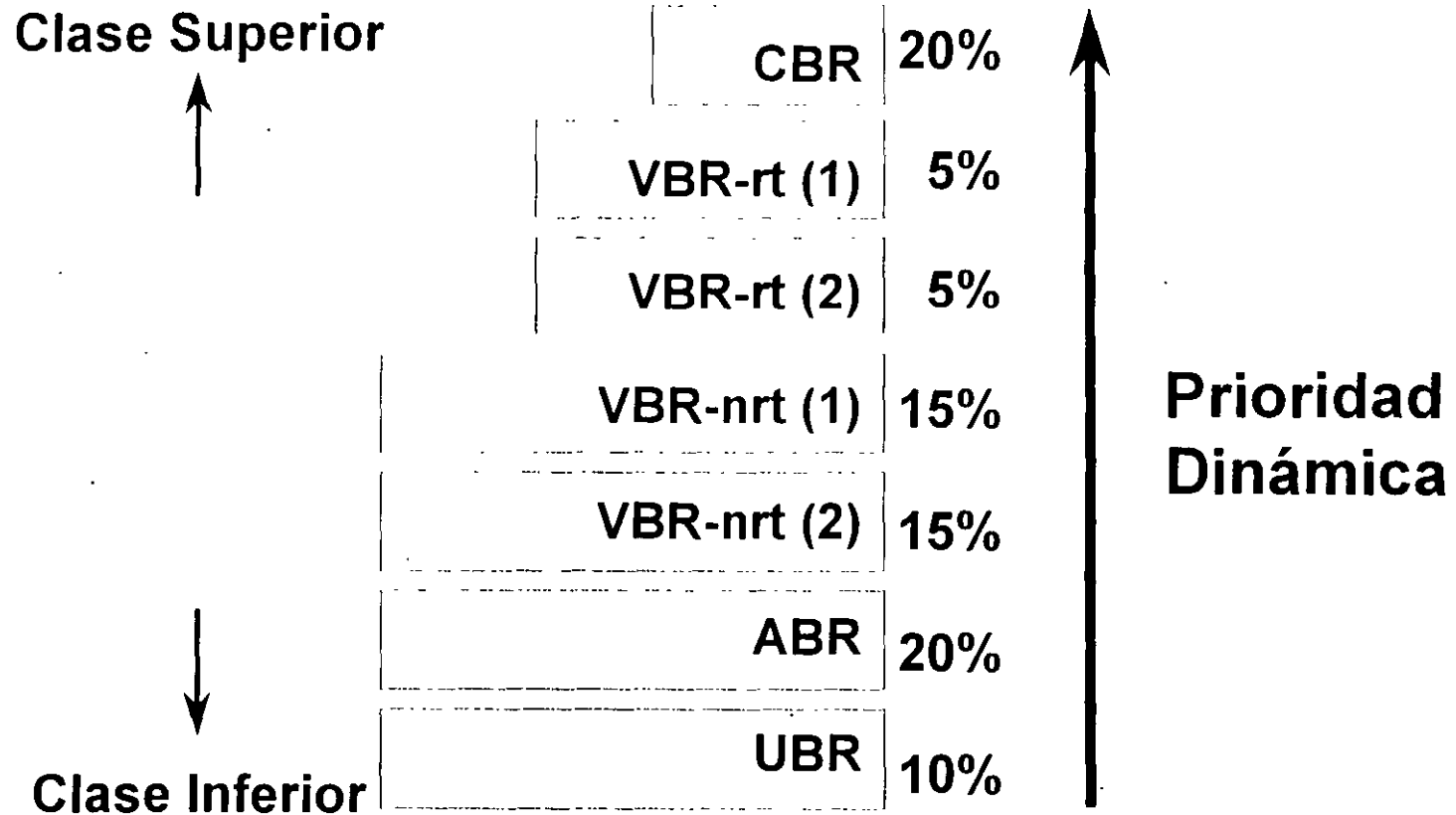


El Modelo Tradicional de Gestión de Tráfico de *IP* necesita evolucionar.....



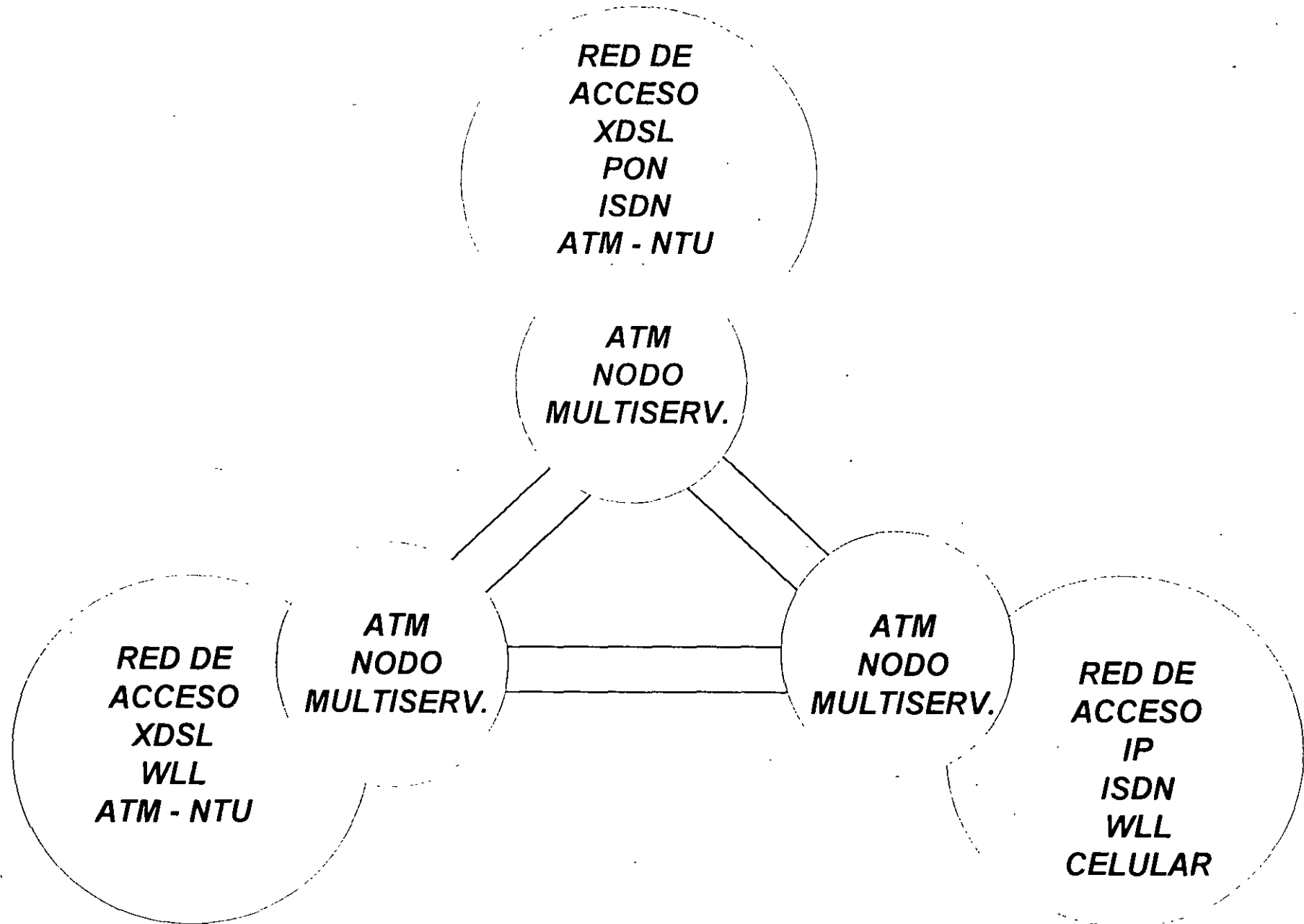
- Servicios de clase superior pueden llegar a complicar la disponibilidad de servicios de clase inferior
- Puede escalar a un problema de congestión

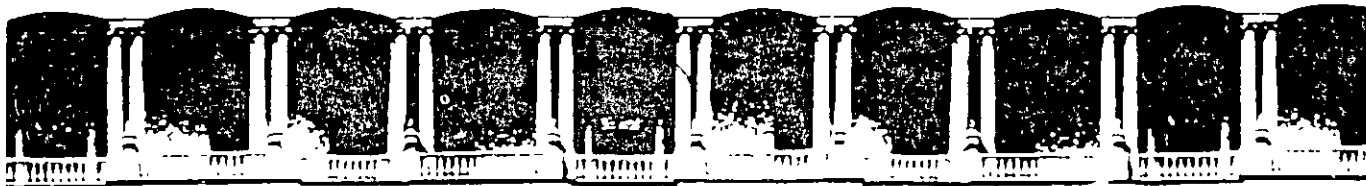
Gestión Avanzada de Tráfico con una Plataforma ATM.....



- Garantiza siempre un Mínimo de Ancho de Banda
- Elimina Ausencia de Servicio a Clases Inferiores
- Reduce Retransmisiones que Provocan Congestión

ATM INTEGRACION GLOBAL DE LA RED





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

CURSOS ABIERTOS

IX CURSO INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

MÓDULO IV

**REDES DIGITALES:
“ACTUALIDAD Y PERSPECTIVA”**

TEMA

**PRINCIPIOS Y ELEMENTOS DE RED SDH PARA UNA
INFRAESTRUCTURA DE TELECOMUNICACIONES**

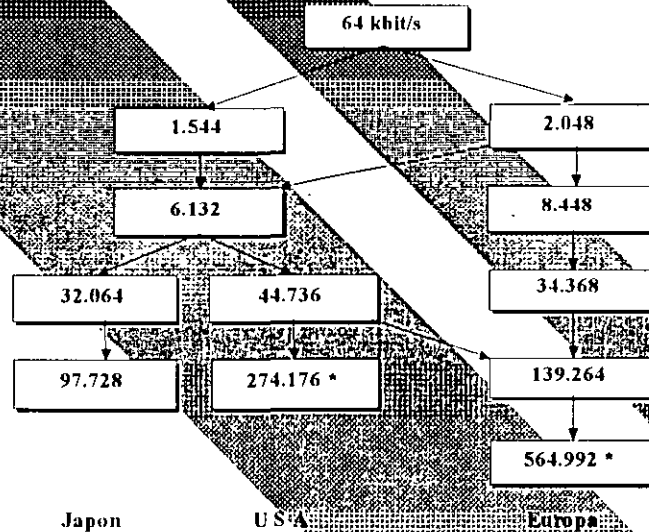
**CONFERENCISTA
ING. RODOLFO BUENDÍA
PALACIO DE MINERÍA
MAYO 2000**



ANÁLISIS Y ELIMINACIÓN DE RED SDH PARA LA INTERESTRUCTURA DE TELECOMUNICACIONES

Ing. Rodolfo Buendía
NORTEL Ingeniería de Transmisión
Tel. (5) 480-8269
Fax. (5) 480-8292
rodolfo_buendia@nt.com

Velocidades de transmisión para PDI



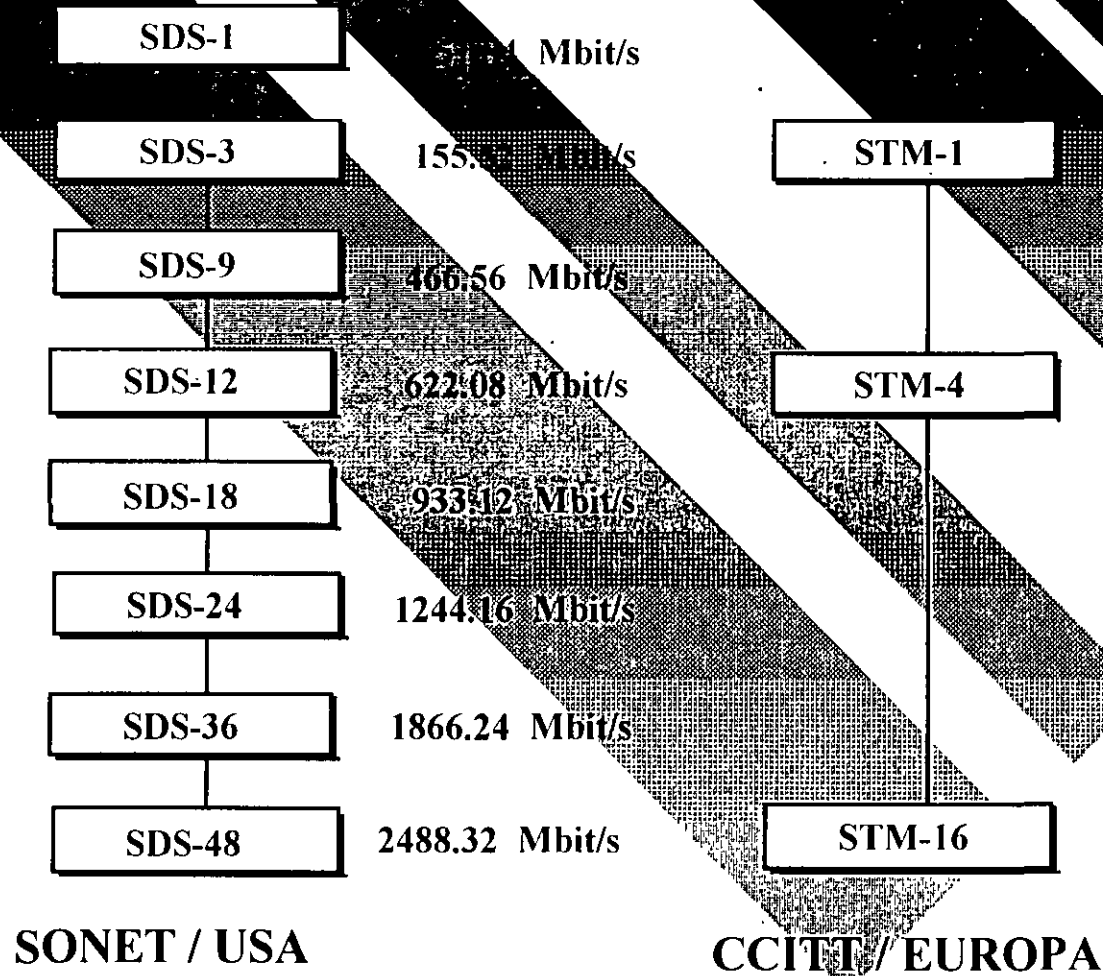
Japon

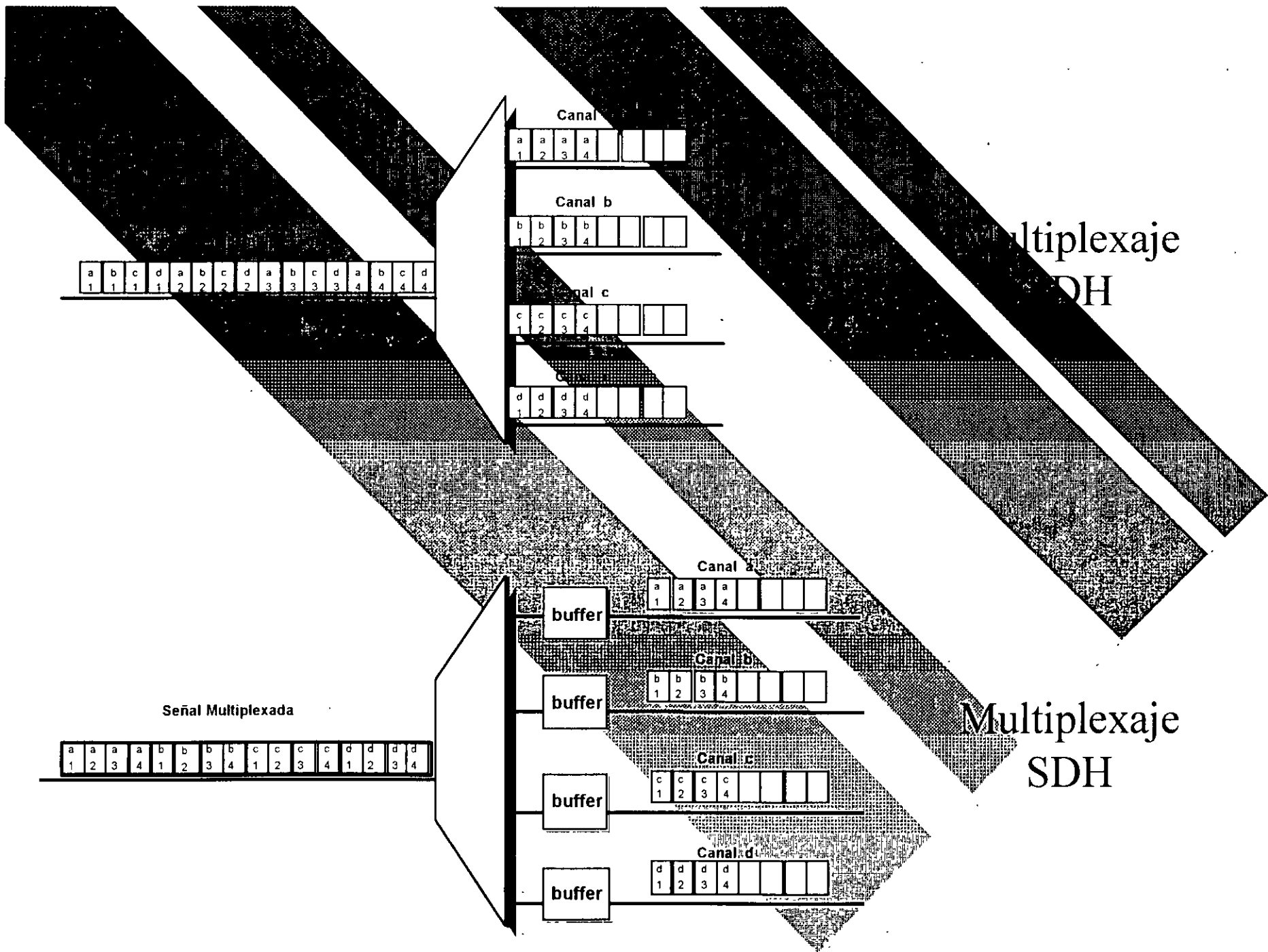
USA

Europa

* = No recomendado por el CCITT como nivel jerárquico

Velocidades de transmisión para SDH



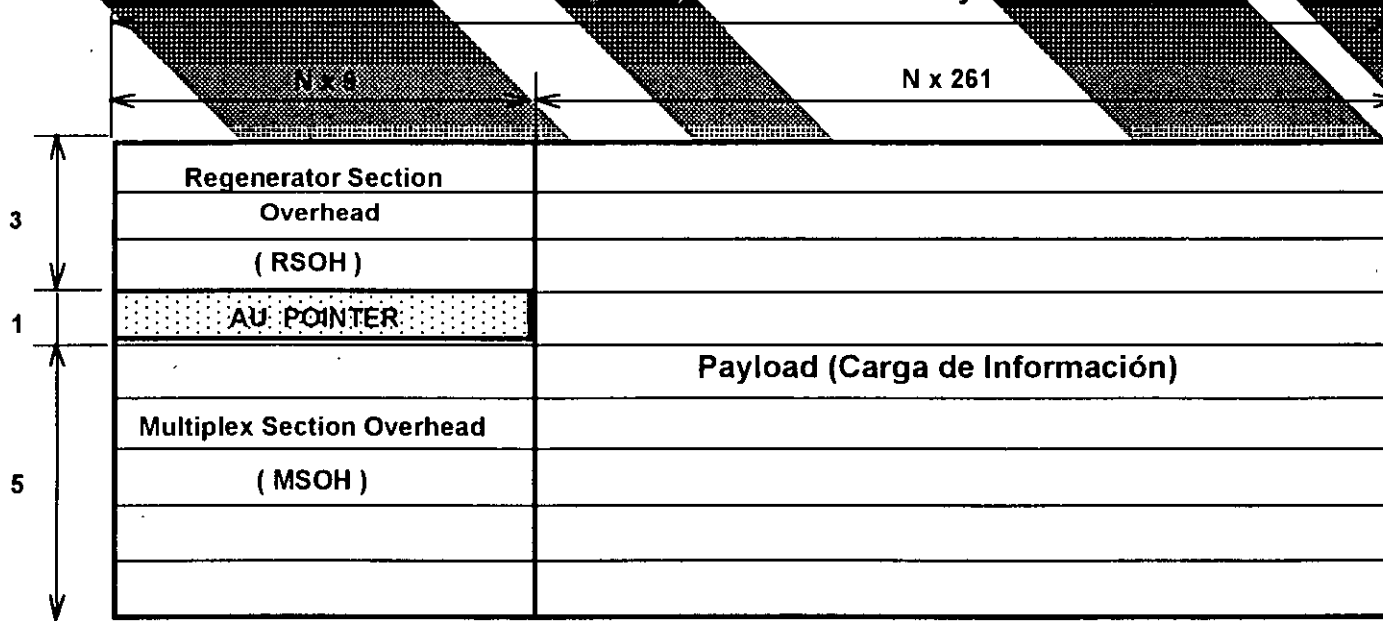


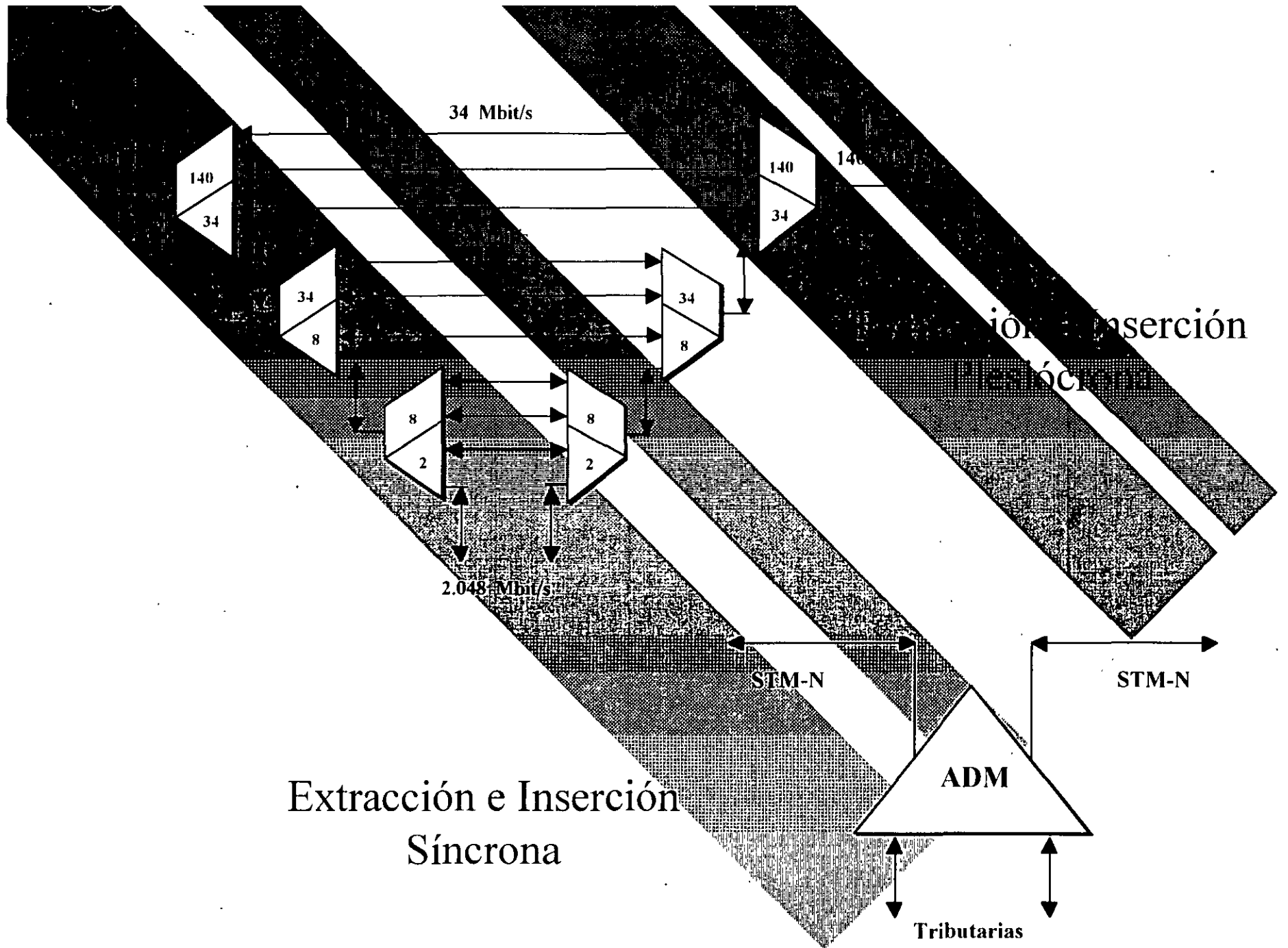
Adaptación de las Velocidades de Transmisión

- En SDH, las velocidades de las señales tributarias tienen que ser igualadas mediante bits de relleno antes de ser multiplexadas.
- En STM, se necesita ningún tipo de igualación de velocidades de señales tributarias al momento de ser insertadas.

Structura TDM

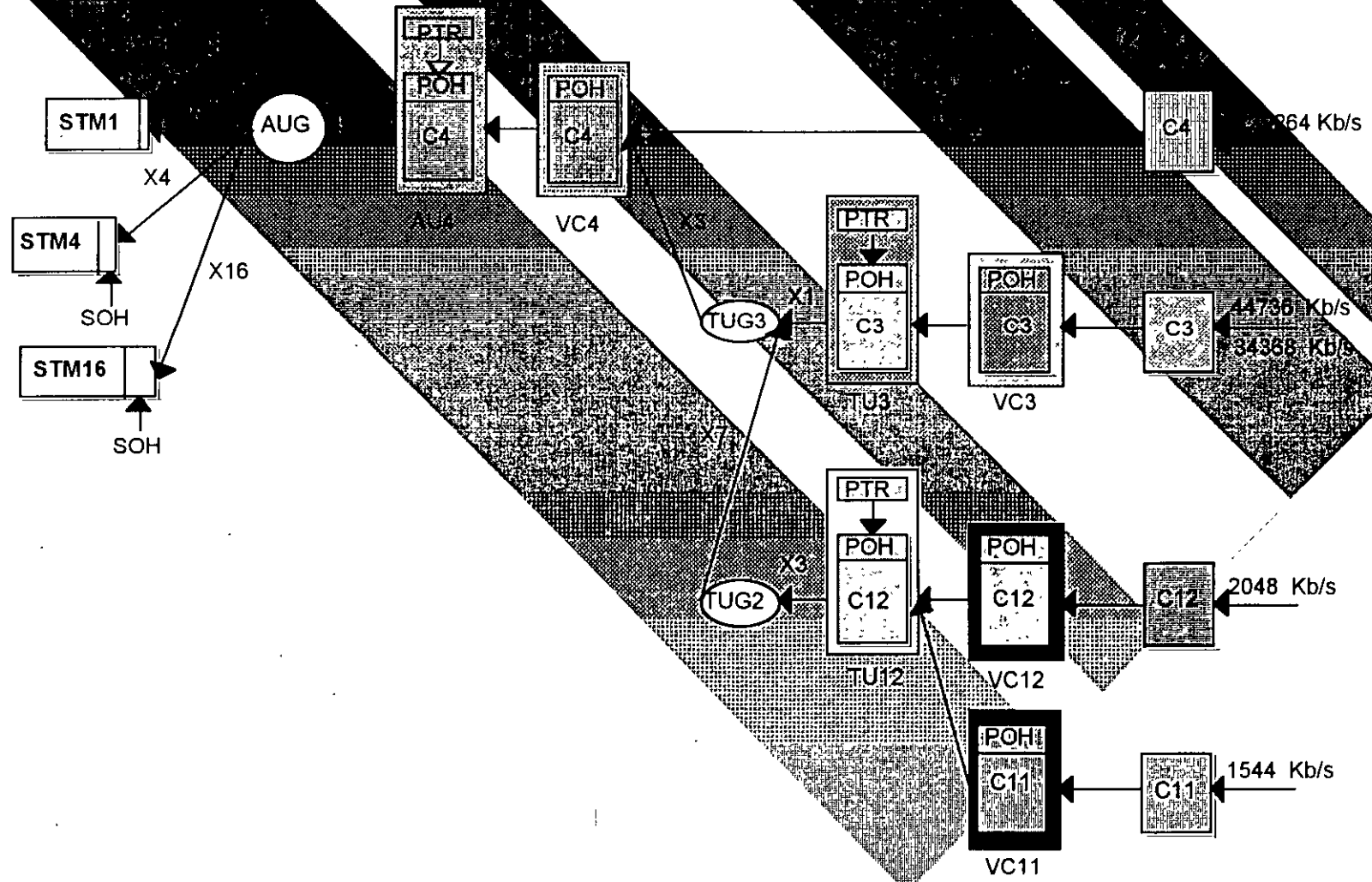
$$M = N \times 270 \text{ palabras} = N \times 2430 \text{ Bytes}$$



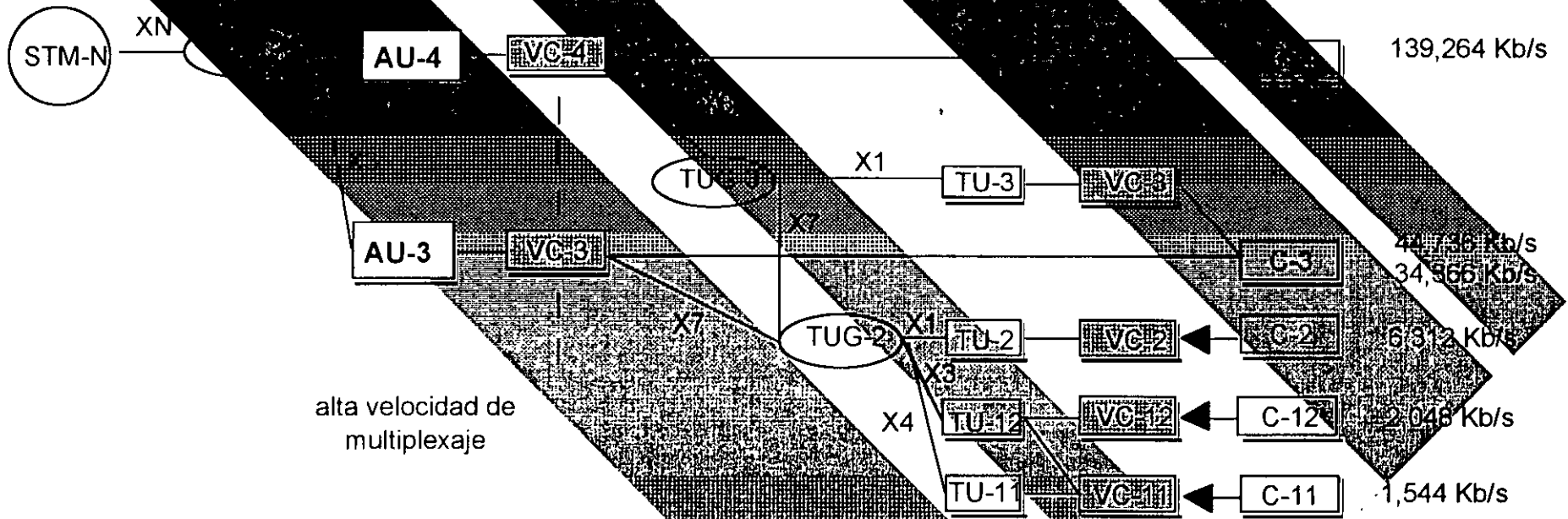


Extracción e Inserción
Síncrona




Elementos de Multiplexación en SDH

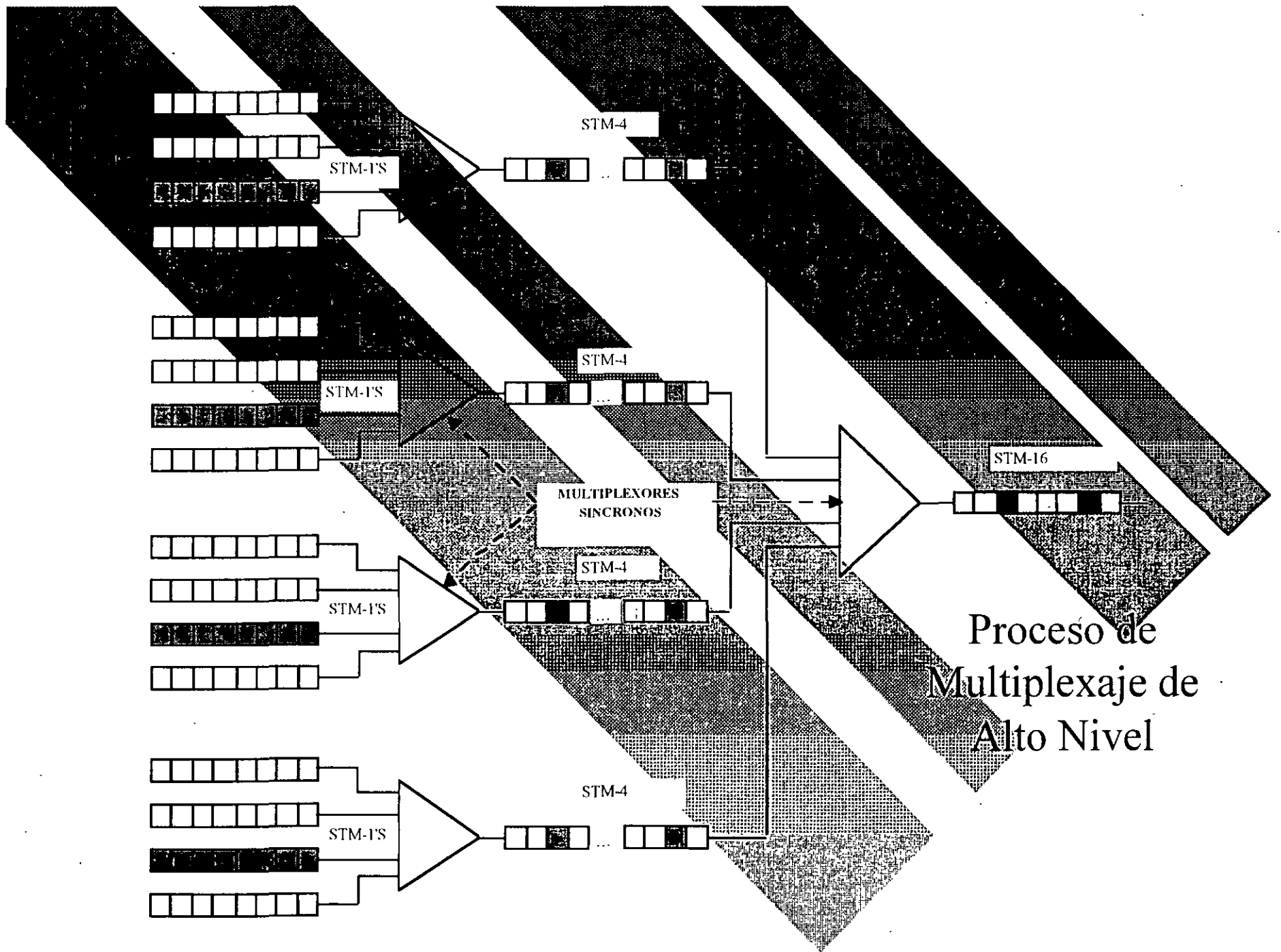


Estructura de multiplexaje

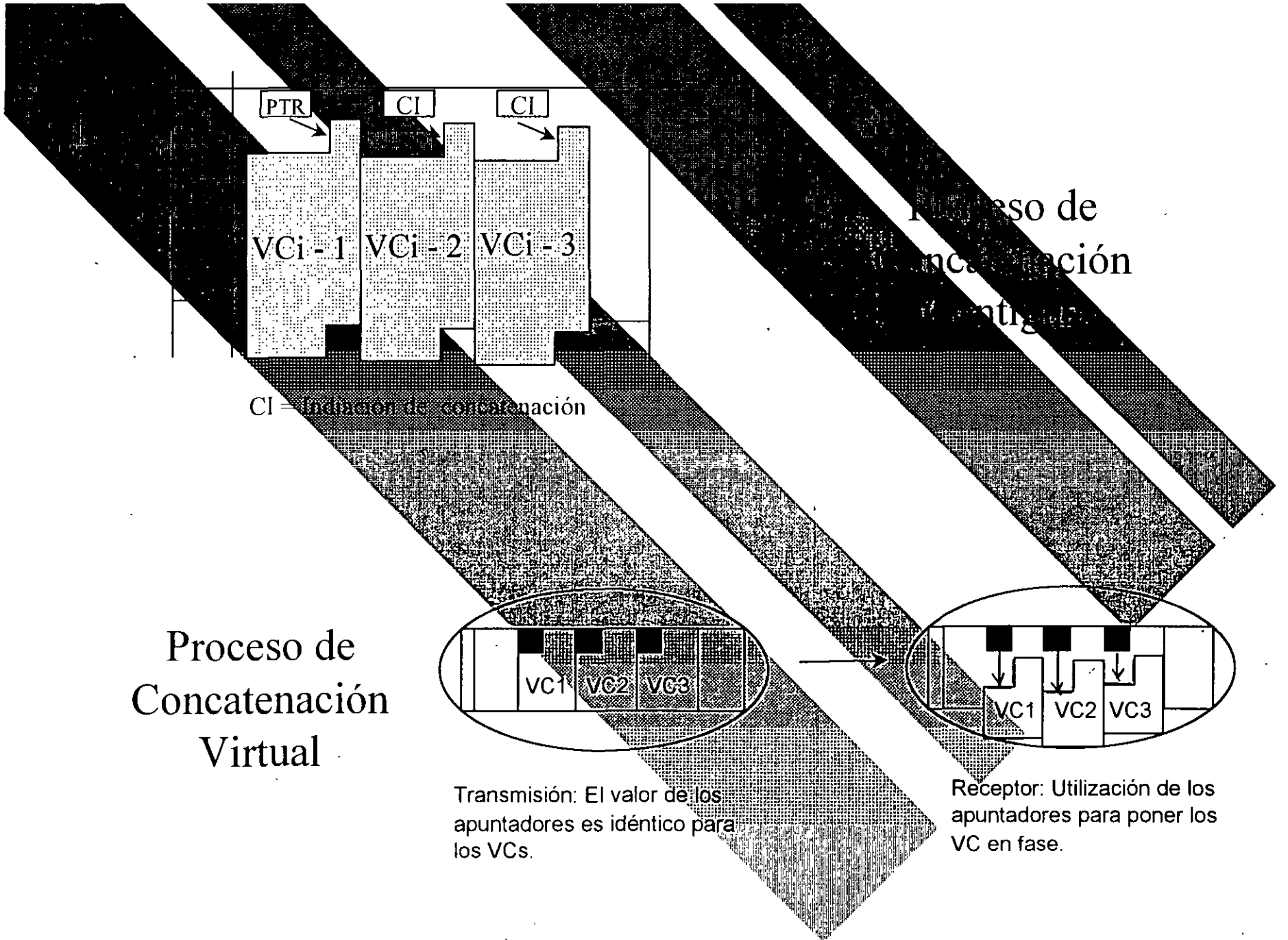


alta velocidad de multiplexaje

-  : VC-X + Apuntador
-  Inserción del POH
-  Inserción del SOH



Proceso de Multiplexaje de Alto Nivel

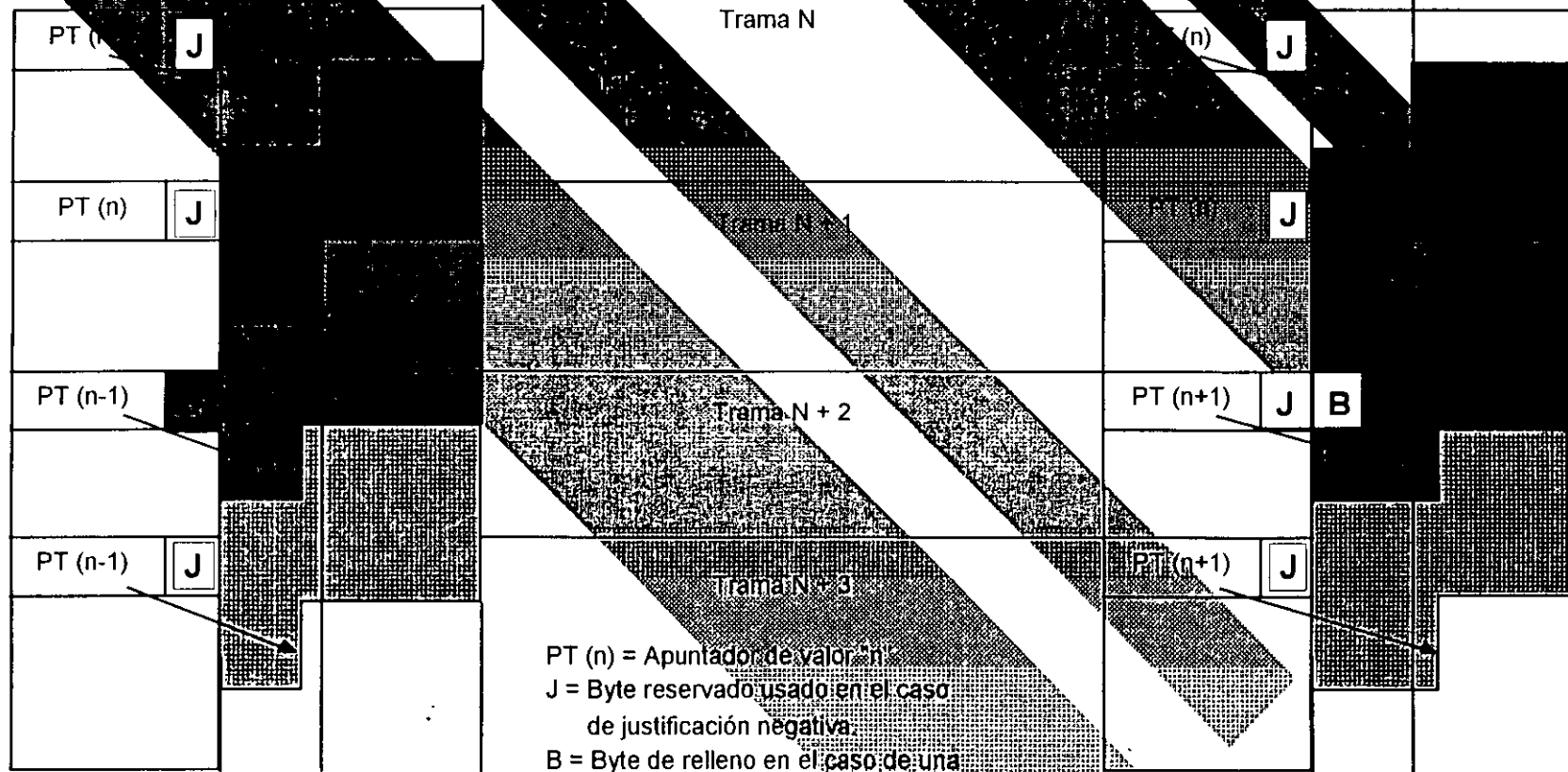


Proceso de Concatenación Virtual

Transmisión: El valor de los
apuntadores es idéntico para
los VCs.

Receptor: Utilización de los
apuntadores para poner los
VC en fase.

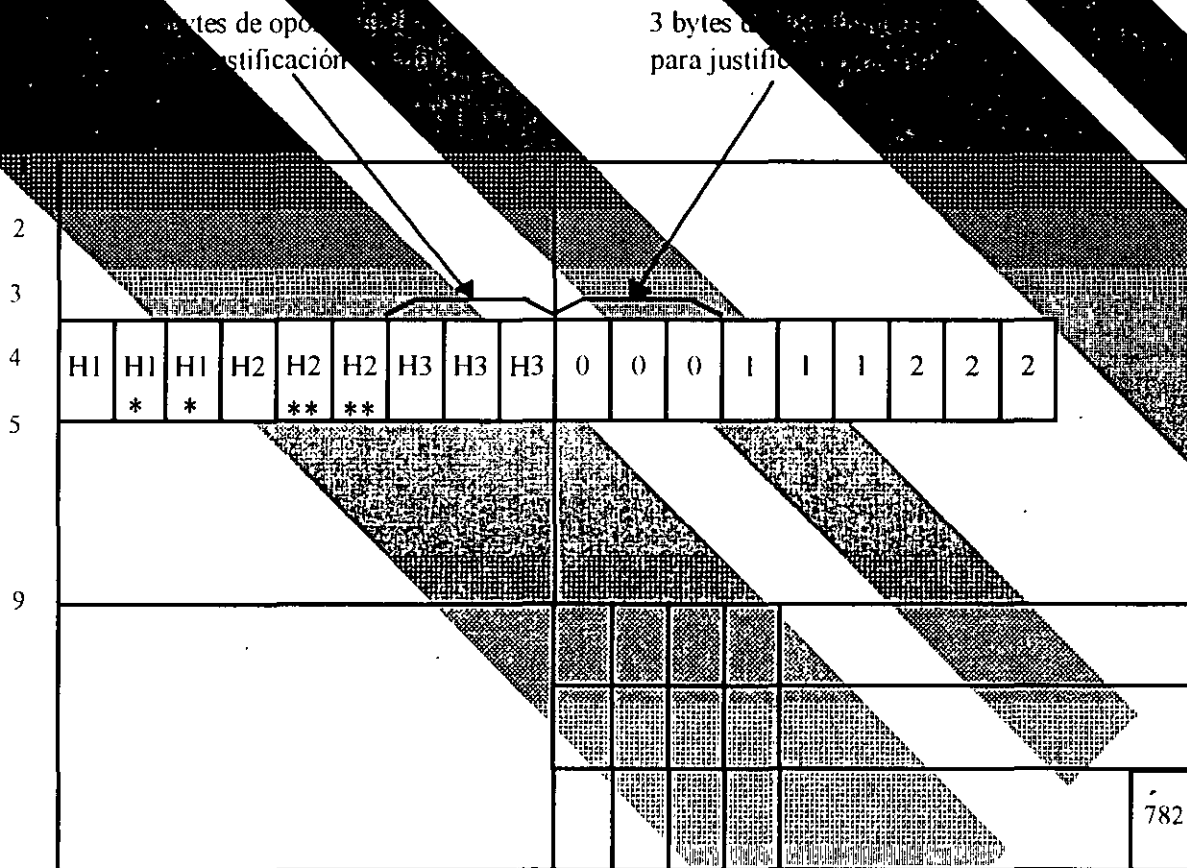
Utilización del puntero



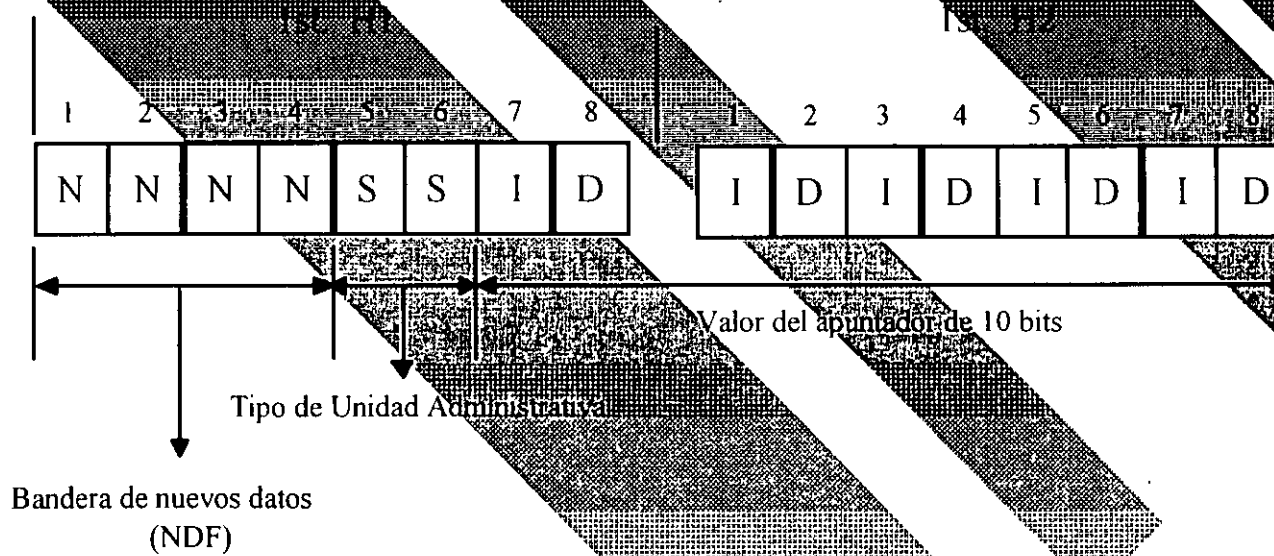
a) Justificación Negativa

b) Justificación Positiva

Bytes de Justificación



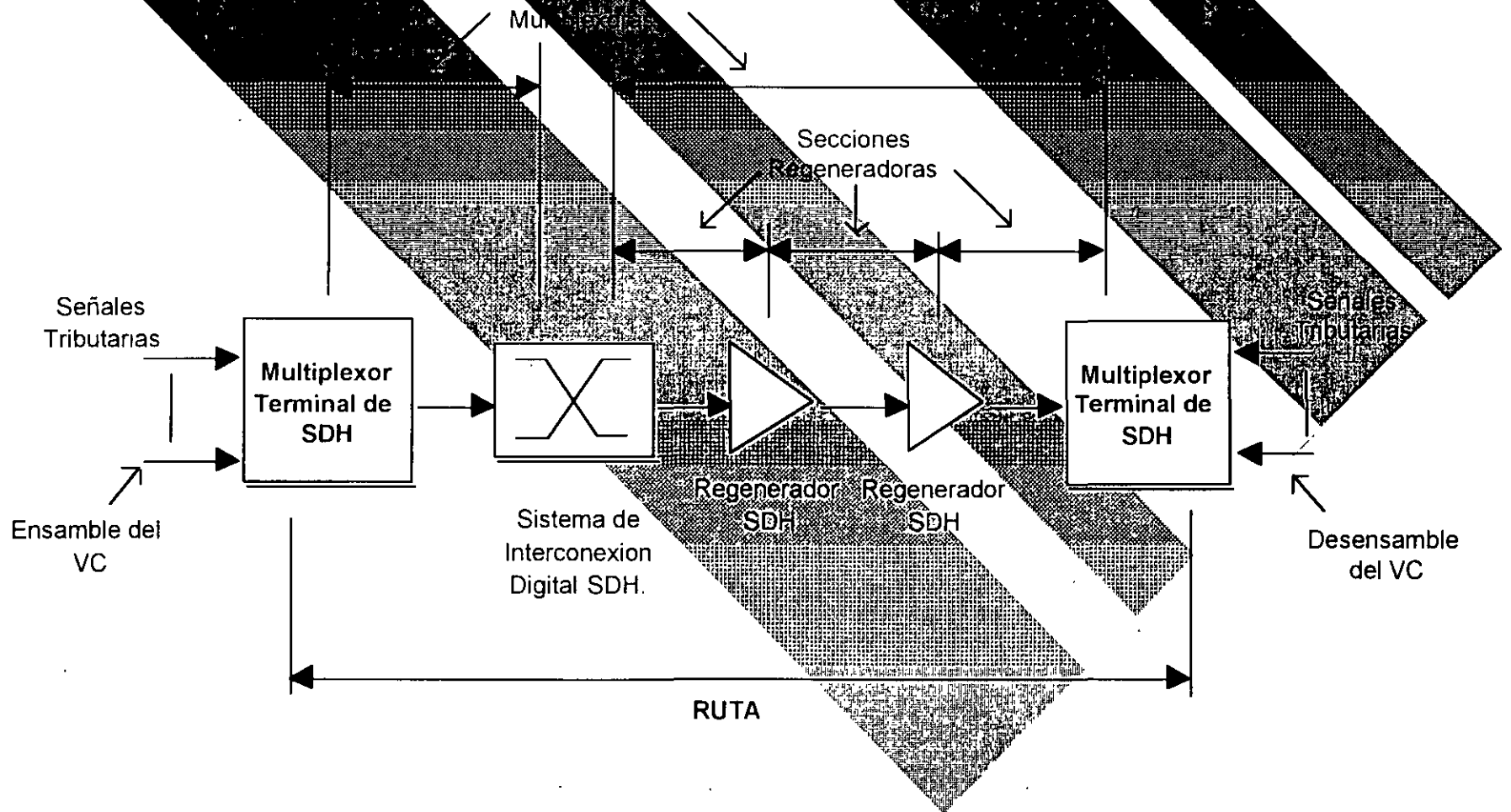
Valor del Indicador de Apuntador



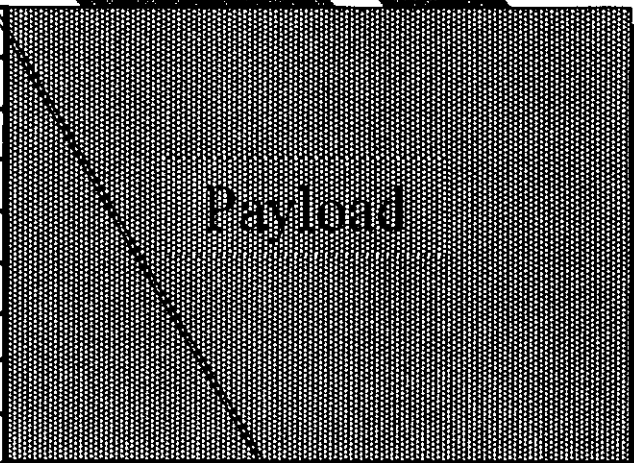
Enmascaramiento de Sección

		A1		A2	A2	C1	
B1			E1			F1	
D1			D2			D3	
Apuntador AU							
B2	B2	B2	K1			K2	
D4			D5			D6	
D7			D8			D9	
D10			D11			D12	
Z1	Z1	Z1	Z2	Z2	Z2	E2	

Selección de regeneración y Multiplexor



A1	A1	A1	A2	A2	A2	C1					J1
B1			E1			F1					B3
D1			D2			D3					C2
Apuntador AU											G1
B2	B2	B2	K1			K2					F2
D4			D5			D6					H4
D7			D8			D9					Z3
D10			D11			D12					Z4
Z1	Z1	Z1	Z2	Z2	Z2	E2					Z5

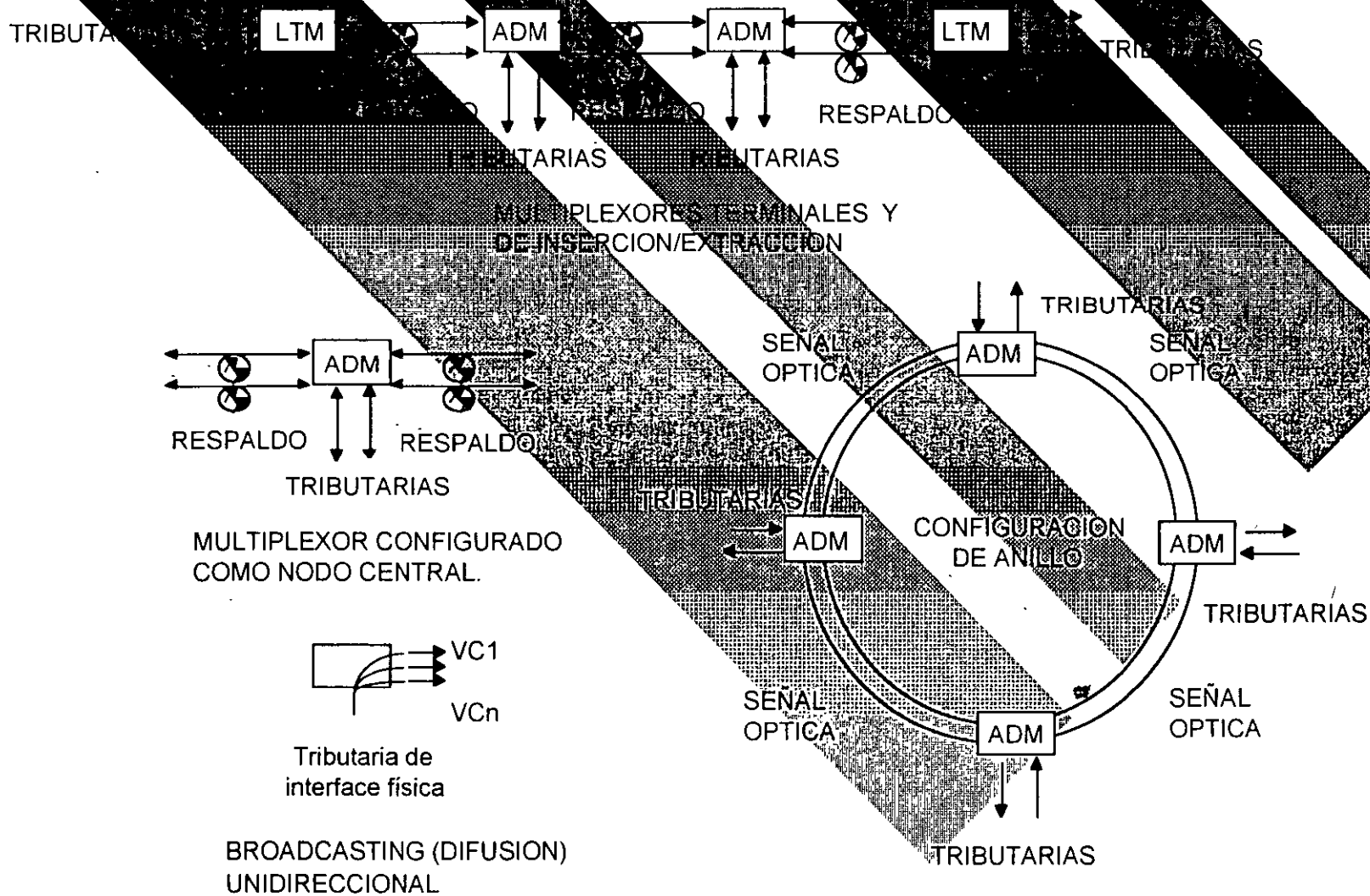


Localización de los bytes en el POH

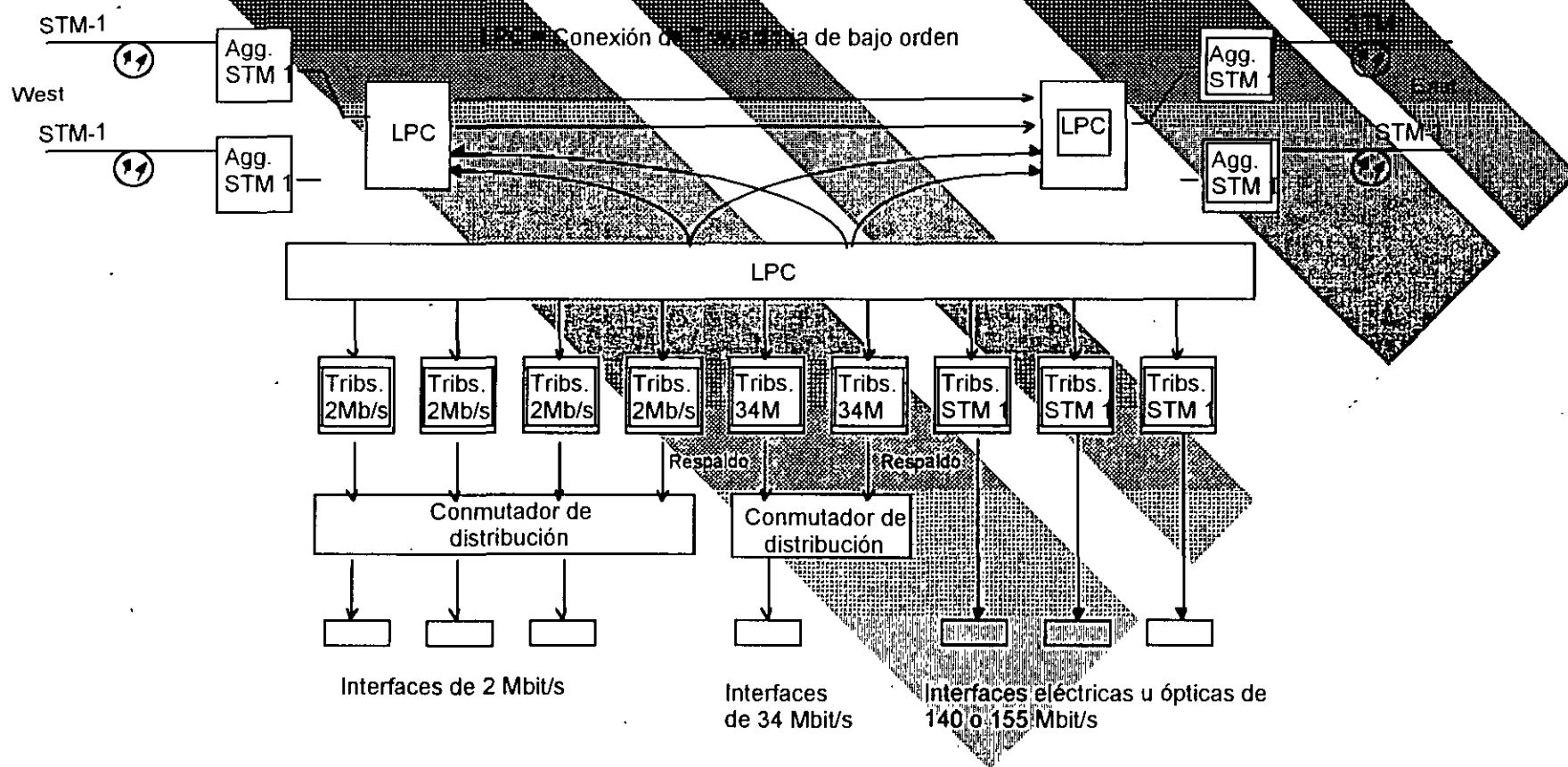
J1	Trazado de Ruta
B3	BIP-8
C2	Etiqueta de Señal
G1	Estado de Ruta
F2	Canal Usuario
H4	Multitrama
Z3	Crecimiento
Z4	Crecimiento
Z5	Crecimiento

Configuración de Equipos

Funcionalidad



gran bloques en un equipo ADM



Multiplexor 1+1 en línea

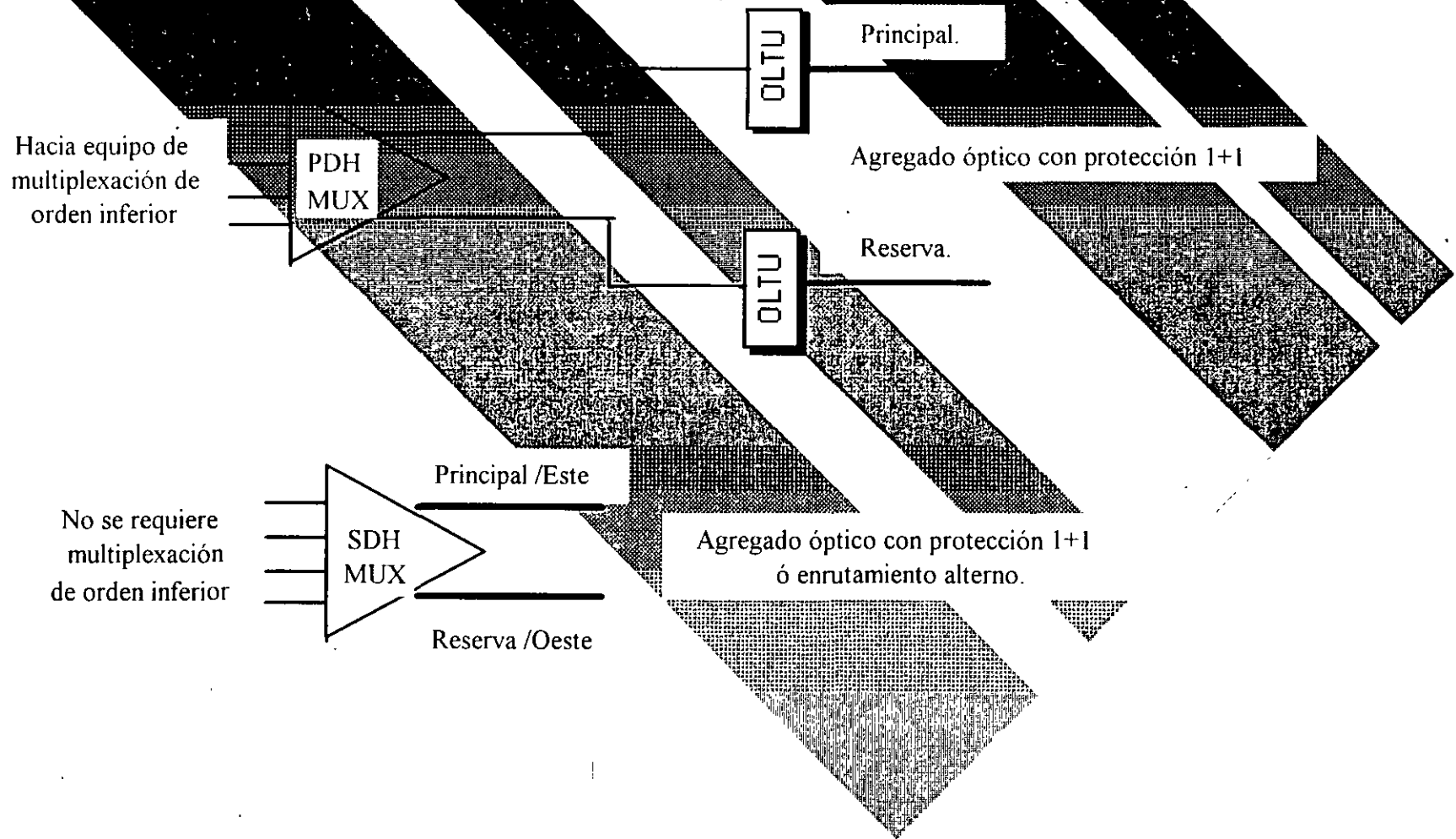


Diagrama a Bloques Funcionales de un L

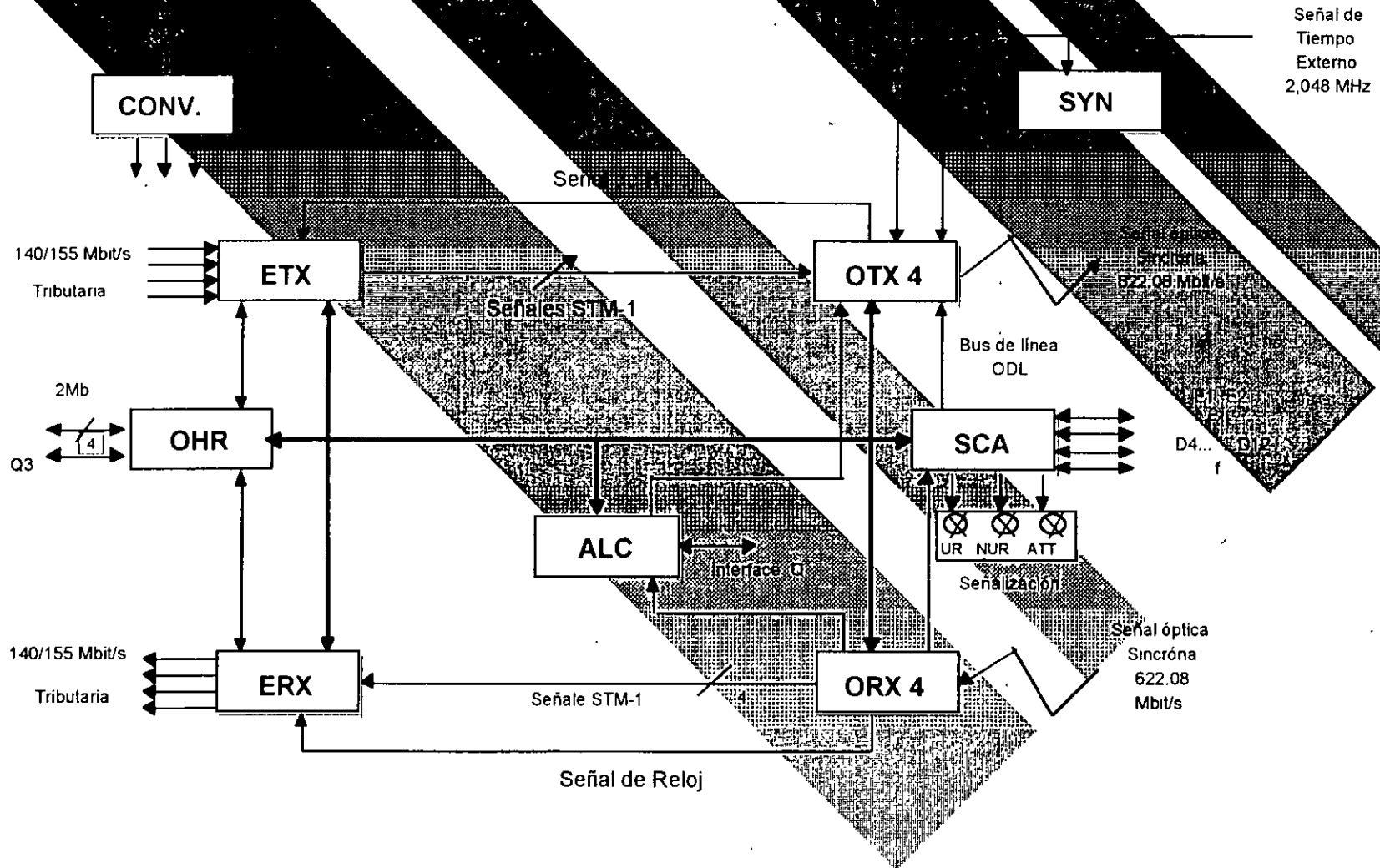


Diagrama Funcional de un Equipo de Cross-connection

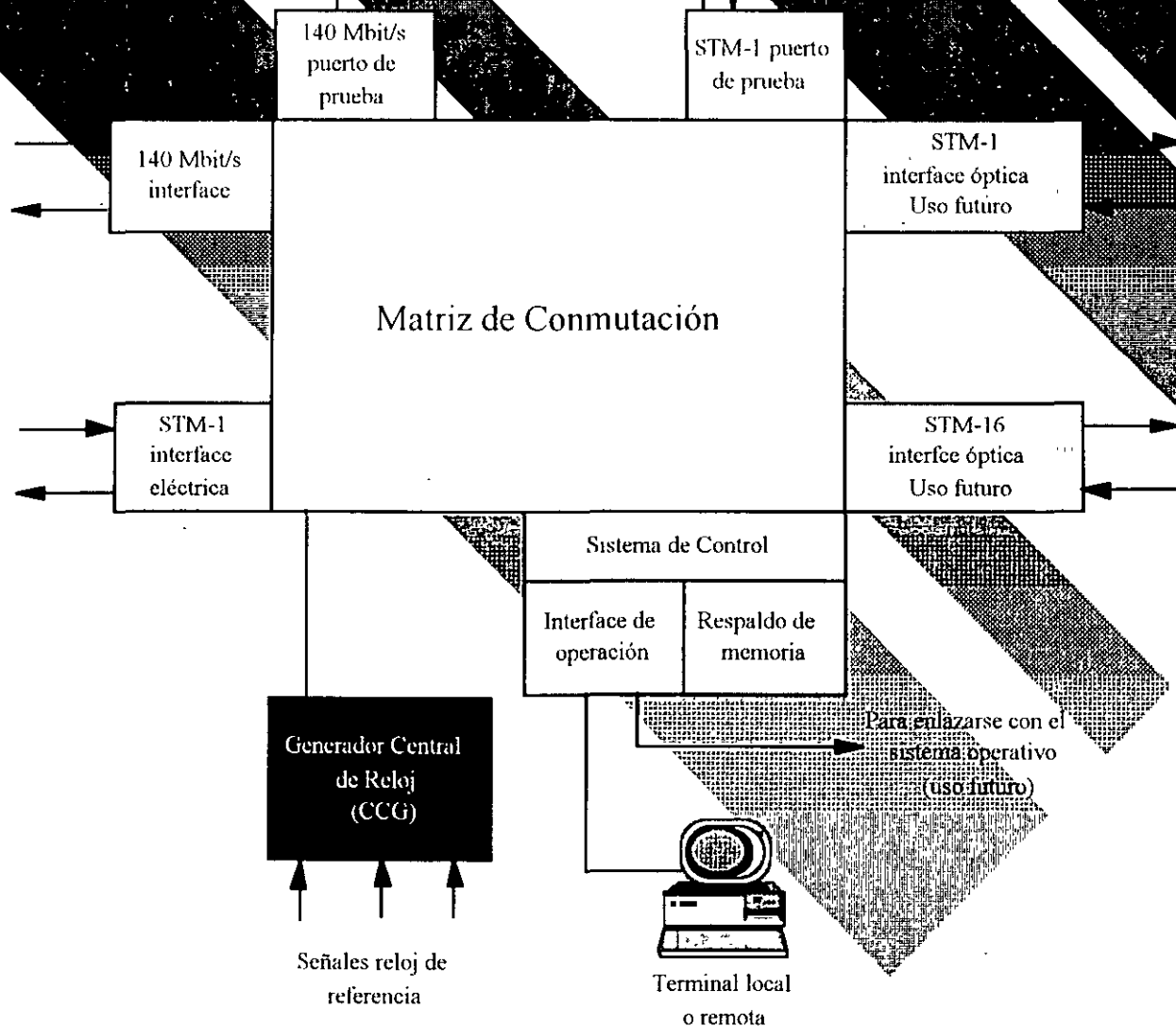
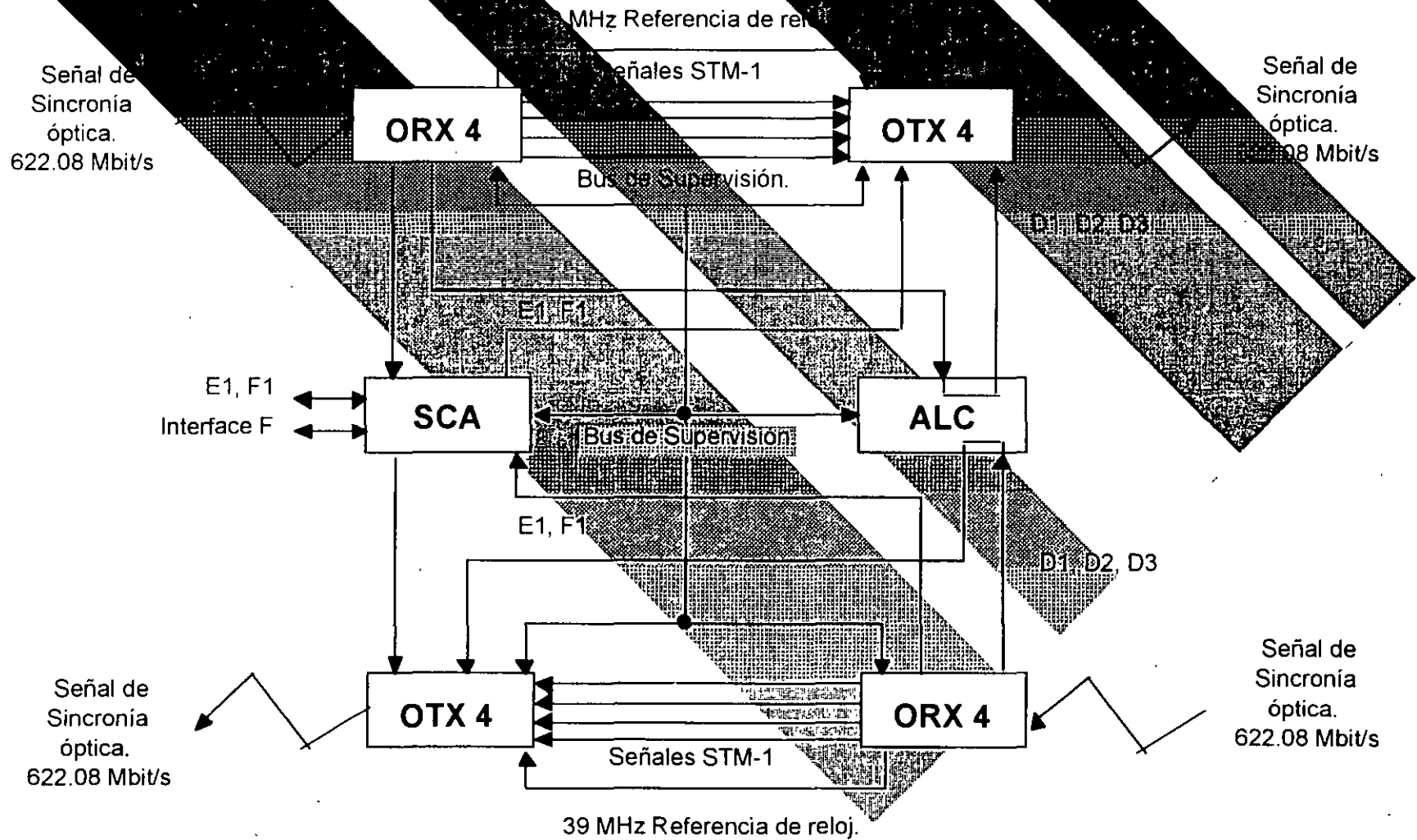
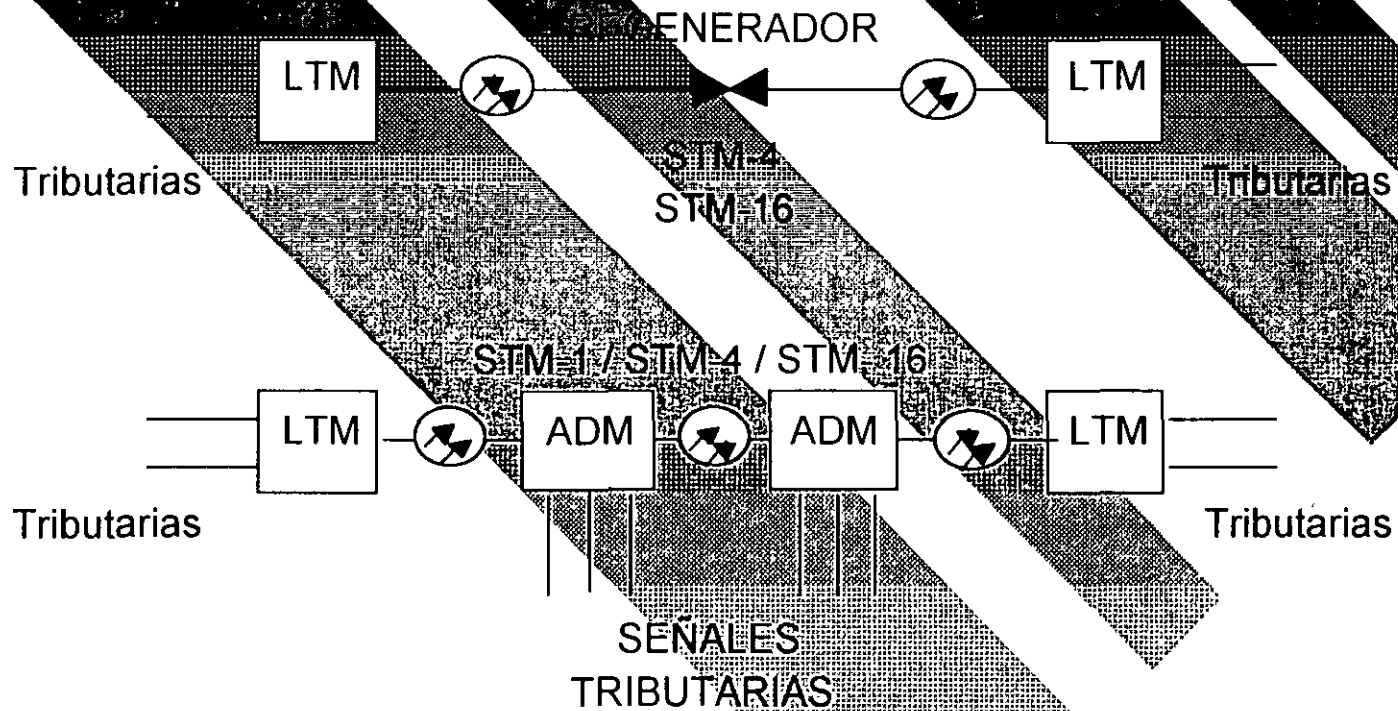


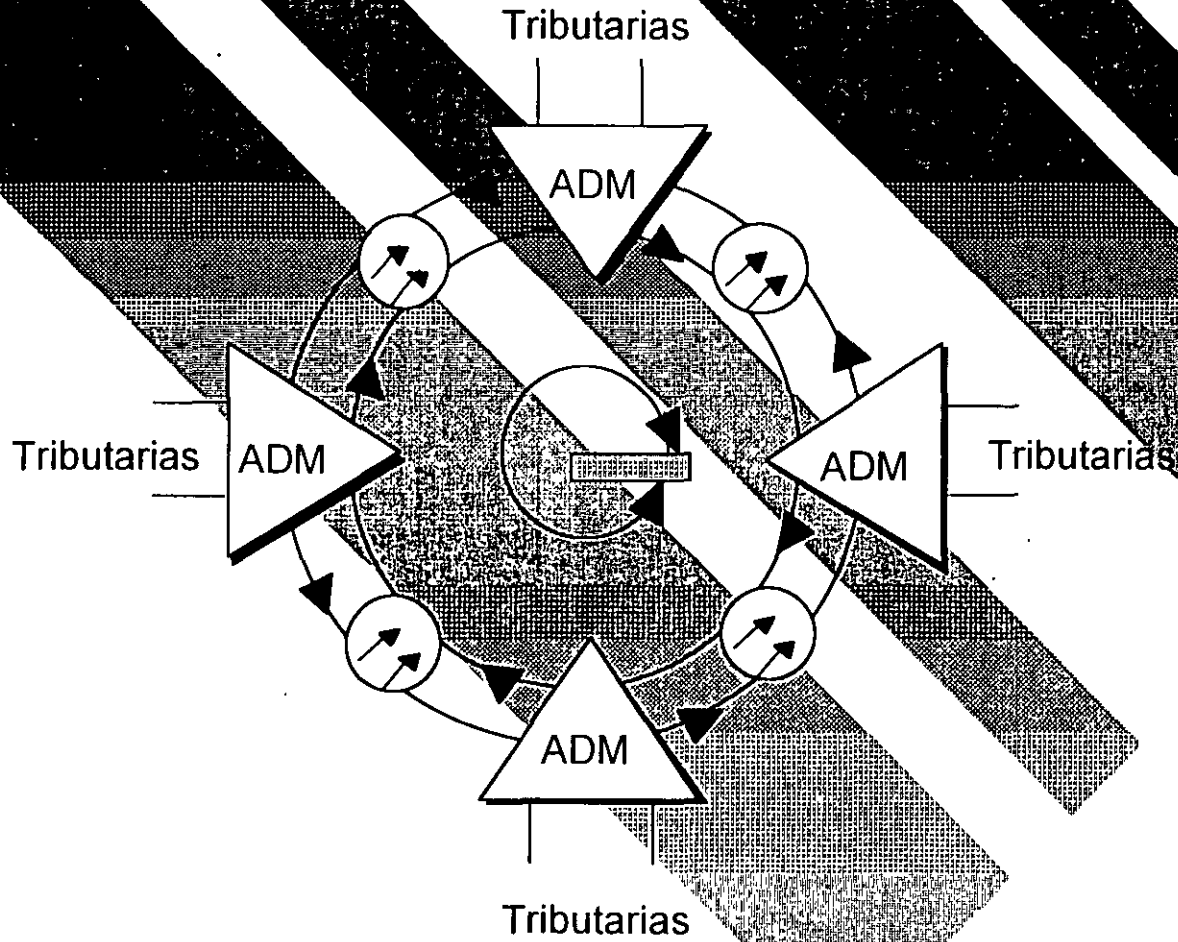
Diagrama de bloques del Regenerador



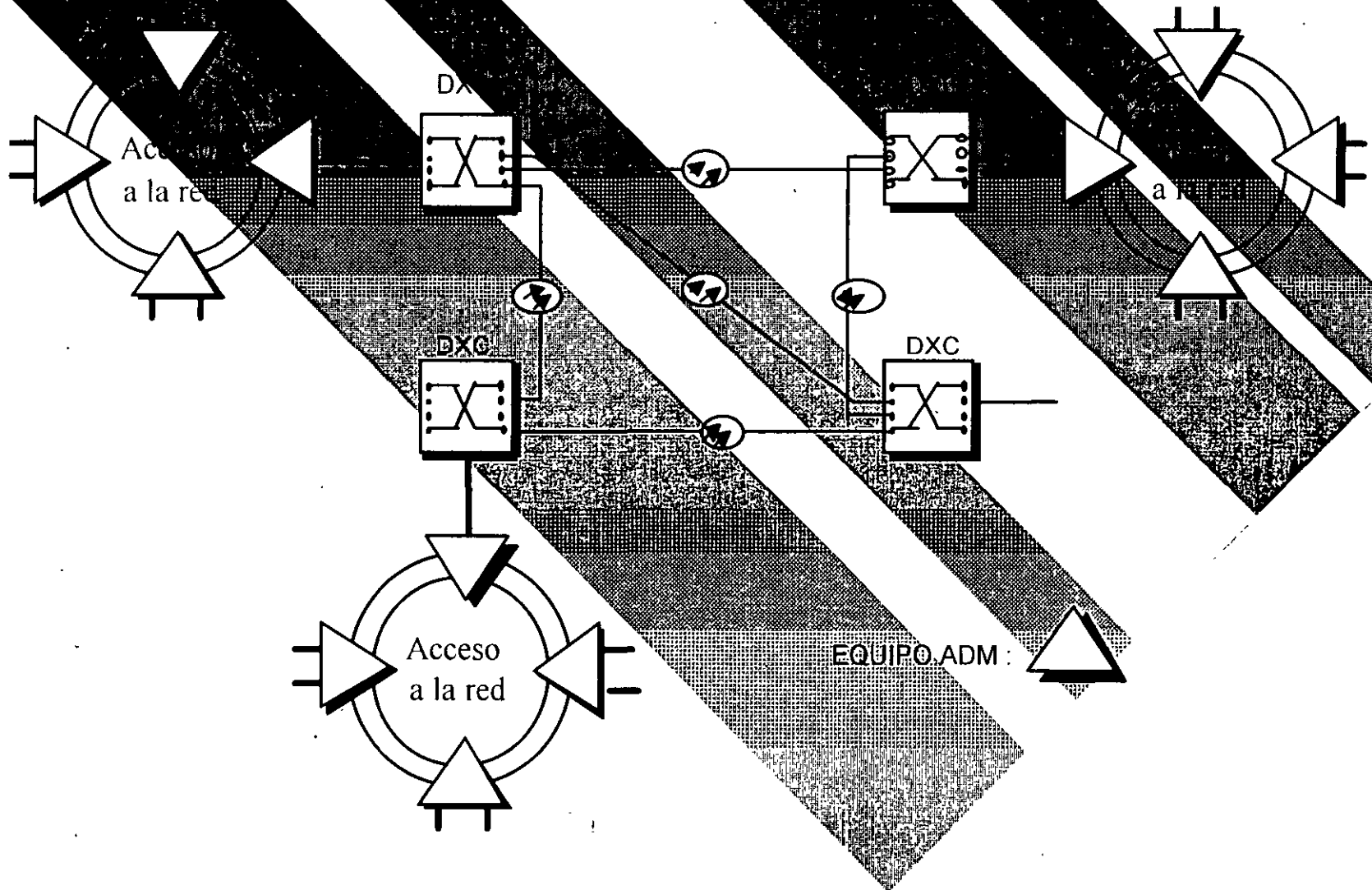
Configuración Punto a Punto o Bus con Generadores o Módulos Intermedios



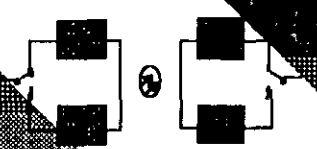
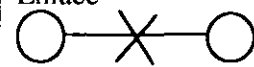
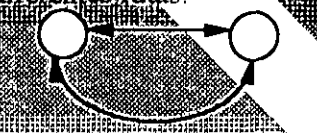
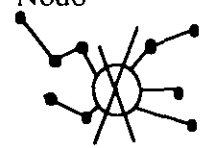
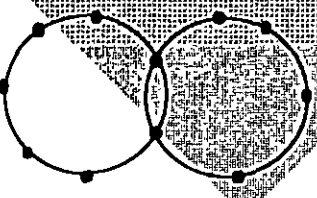
Topología de Anillo



Mallas y Anillos de configuración definida

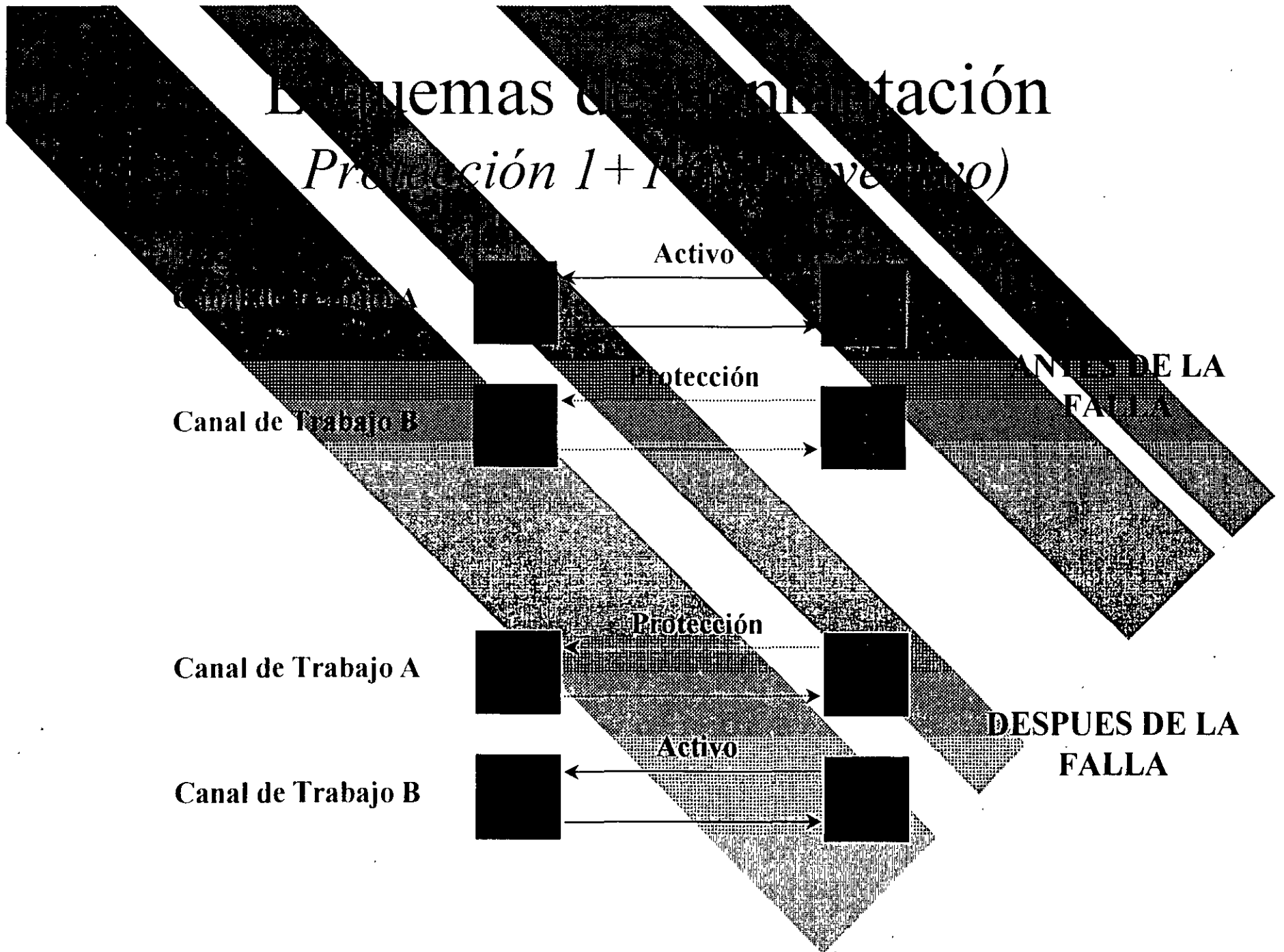


Tipos de Protección y Aplicaciones

Falla	Redundancia	Elementos	Aplicaciones
<p>Componente</p> <p>Tarjeta y cable</p>	<p>Componente</p> <p>Tarjeta y cable</p>	<p>EPS: Compuerta de protección de equipo</p> 	<p>EPS N + 1</p>
<p>Enlace</p>  <p>Causa:</p> <ul style="list-style-type: none"> - excavación - sabotaje 	<p>Ruta</p>	<p>Protección de cable con diferentes rutas.</p> 	<p>APS N + 1</p> <p>APS 1 + 1</p> <p>APS N : 1</p> <p>APS 1 : 1</p>
<p>Nodo</p>  <p>Causa:</p> <ul style="list-style-type: none"> - incendio - falla de energía 	<p>Estación</p>	<p>Protección de nodo</p> 	<p>- Anillo</p> <p>- Malla</p>

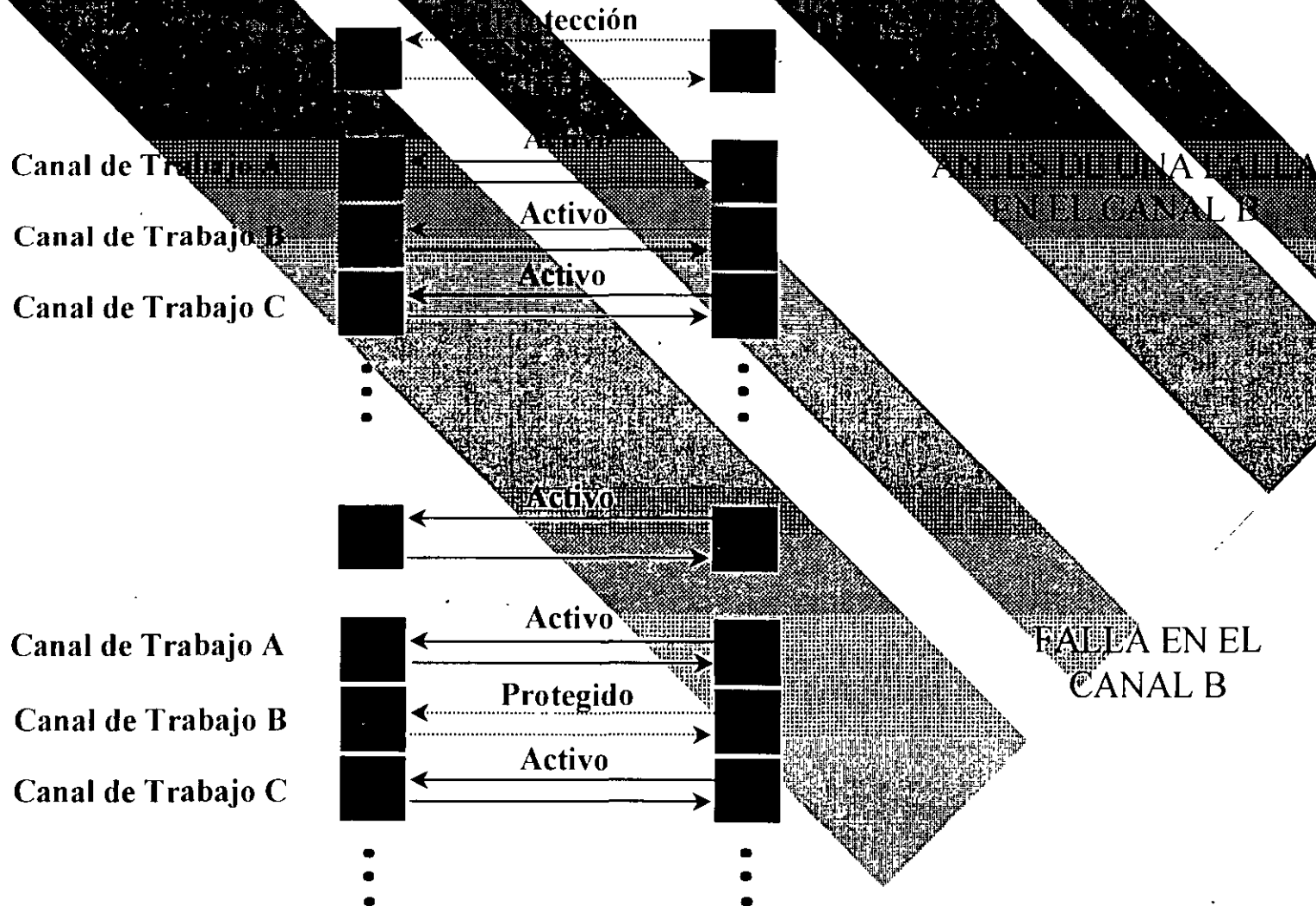
Esquemas de implementación

Protección 1+1 (activo/activo)

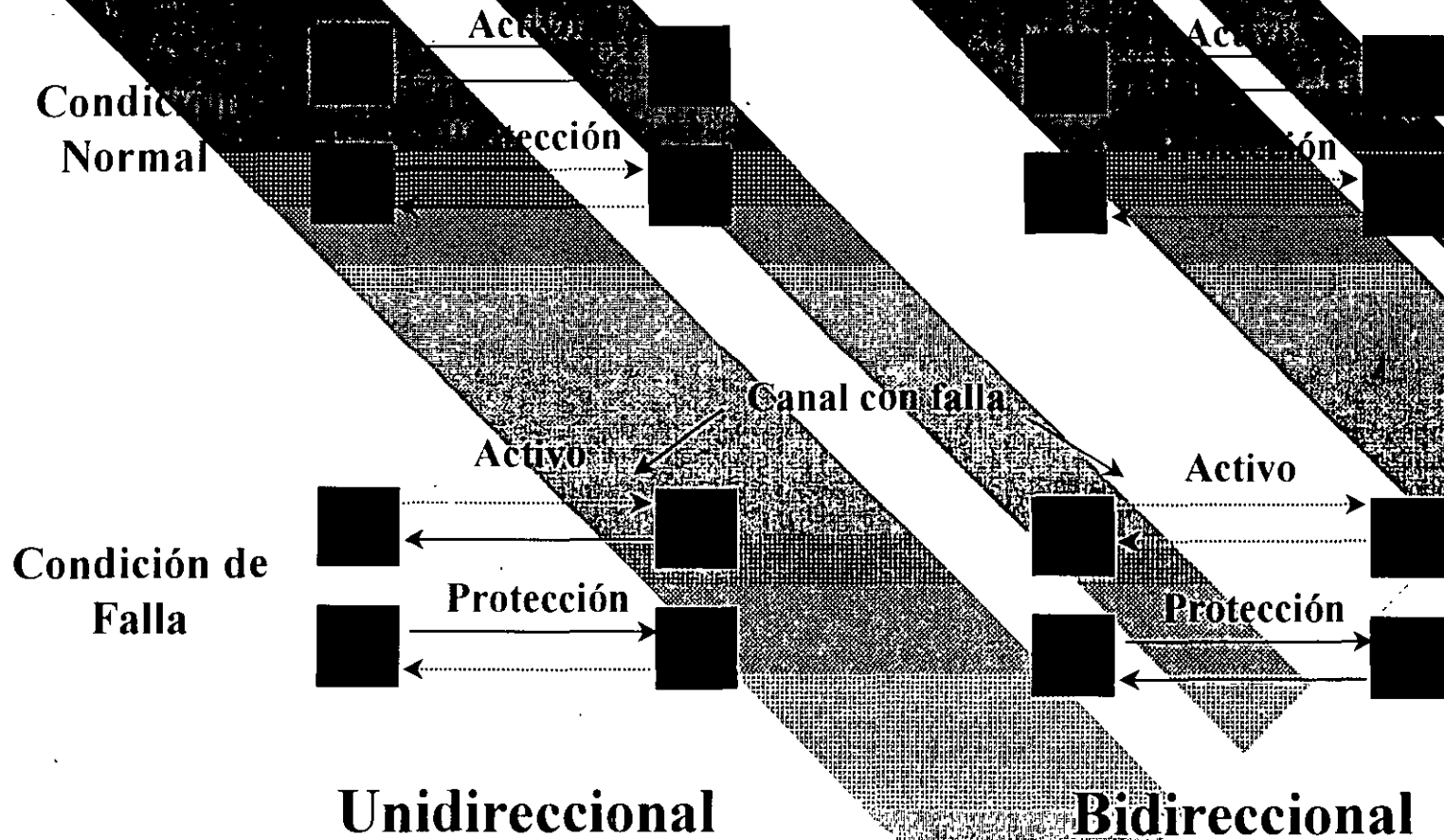


Diagramas de Comunicación

Figura 1.1 (Continuación)



Modos de Comunicación

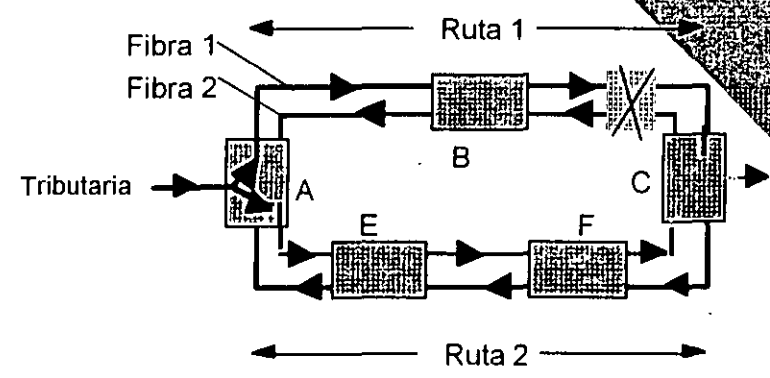


Protección Dedicada

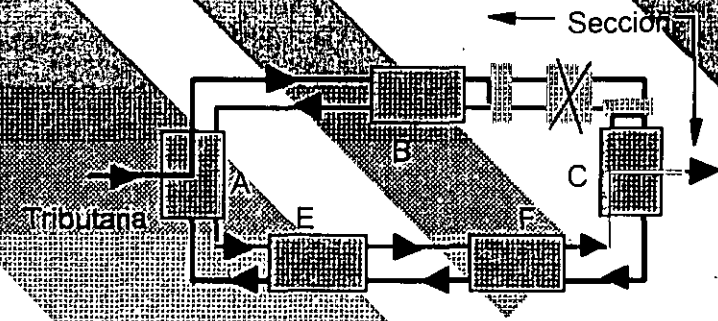
Protección Compartida



Protección de Ruta



Protección de Sección



Modelo de Simulación



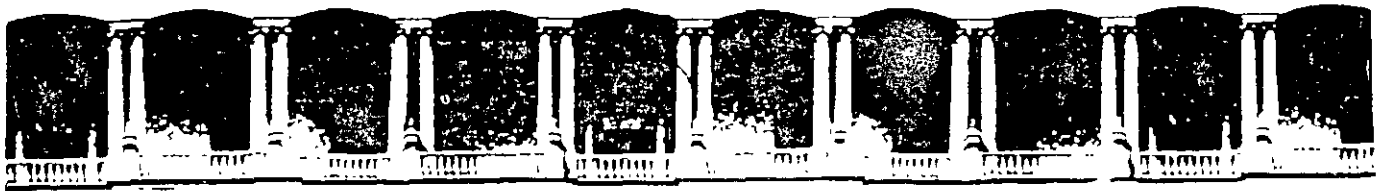
PRS: Fuente de Referencia Primaria - Maestro

SRS: Fuente de Referencia Secundaria - Esclavo

Ventajas de una Red SDH

- Simplificación de la red
- Capacidad de supervivencia
- Control mediante software
- Ancho de banda
- Normalización





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

CURSOS ABIERTOS

IX CURSO INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

MÓDULO IV

**REDES DIGITALES:
"ACTUALIDAD Y PERSPECTIVA"**

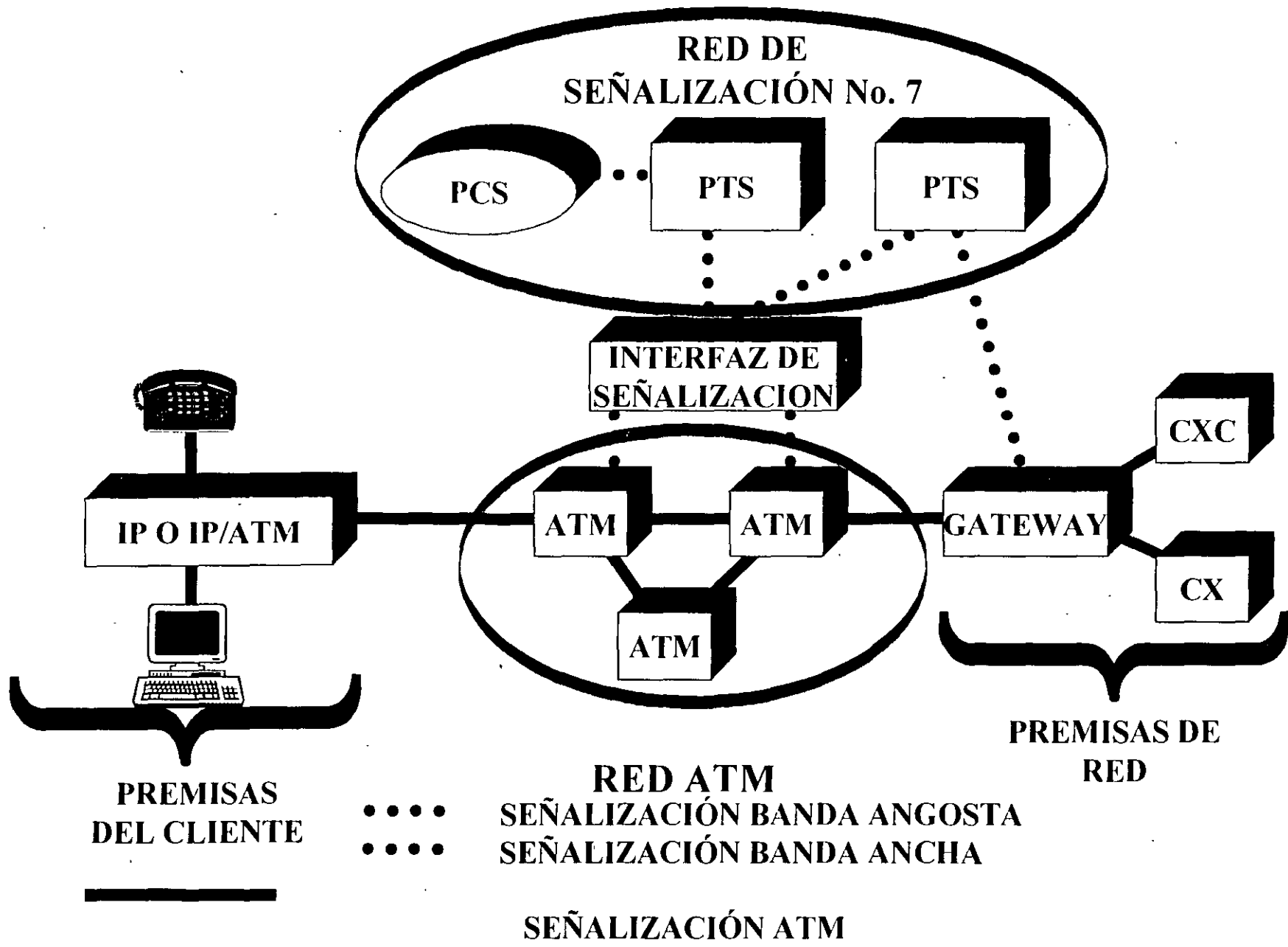
TEMA

RED DE NUEVA GENERACION NGN

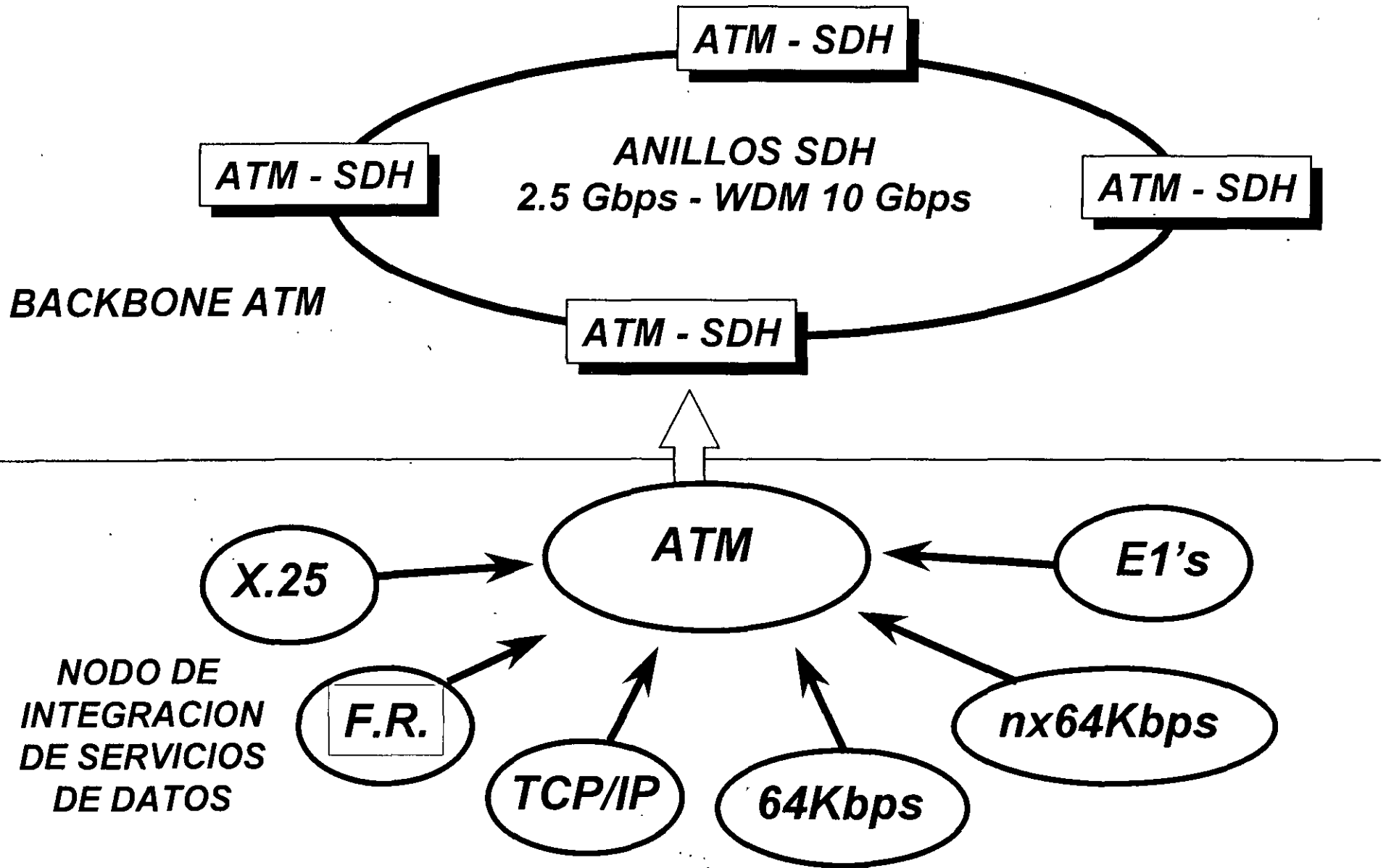
**CONFERENCISTA
ING. ARTURO ALALUF OLIVARES
PALACIO DE MINERÍA
MAYO 2000**

RED DE NUEVA GENERACION NGN

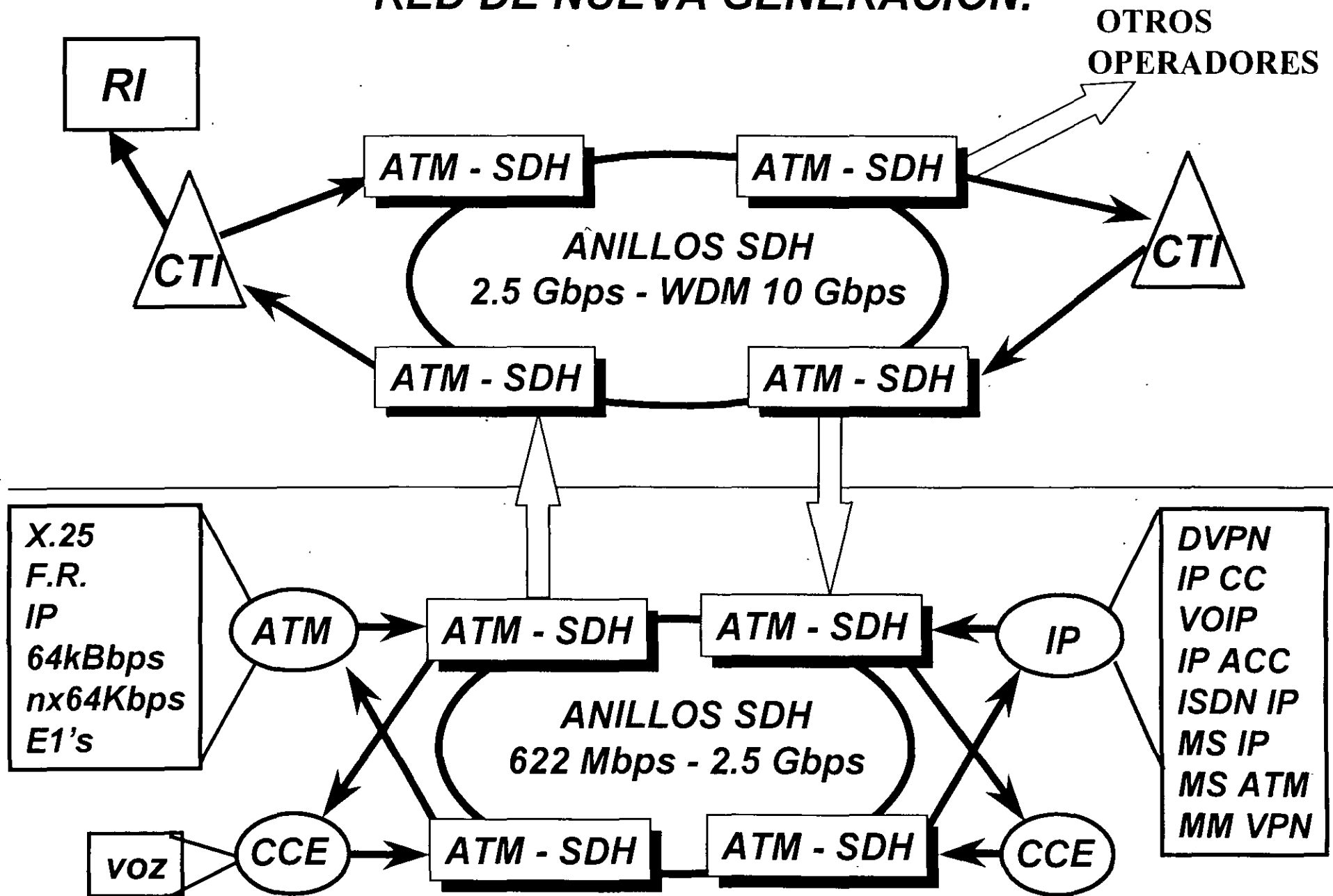
RED DE NUEVA GENERACION



RED DE NUEVA GENERACION



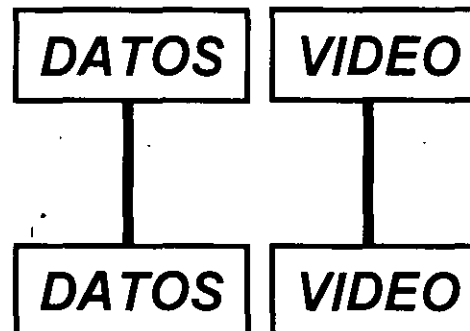
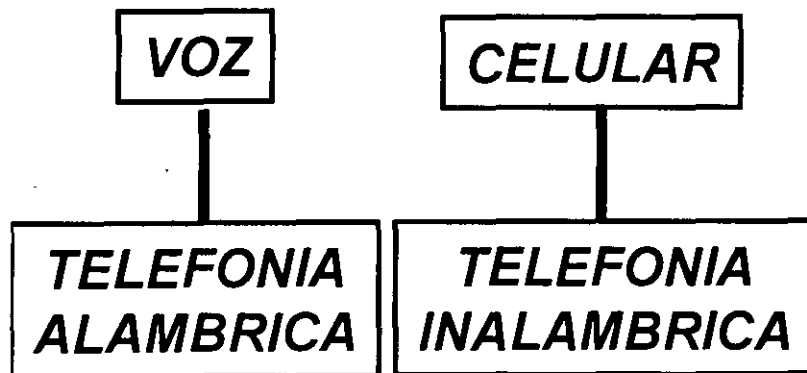
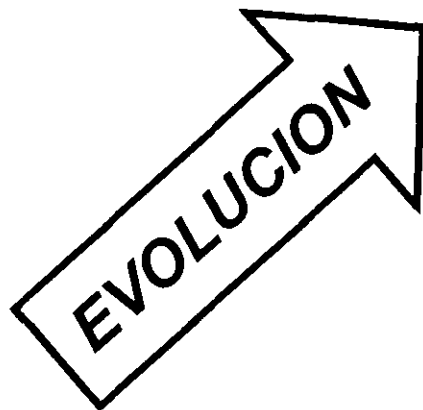
RED DE NUEVA GENERACION.



RED DE NUEVA GENERACION GESTION

VOZ, DATOS Y VIDEO
(SISTEMA DE GESTION INTEGRAL)

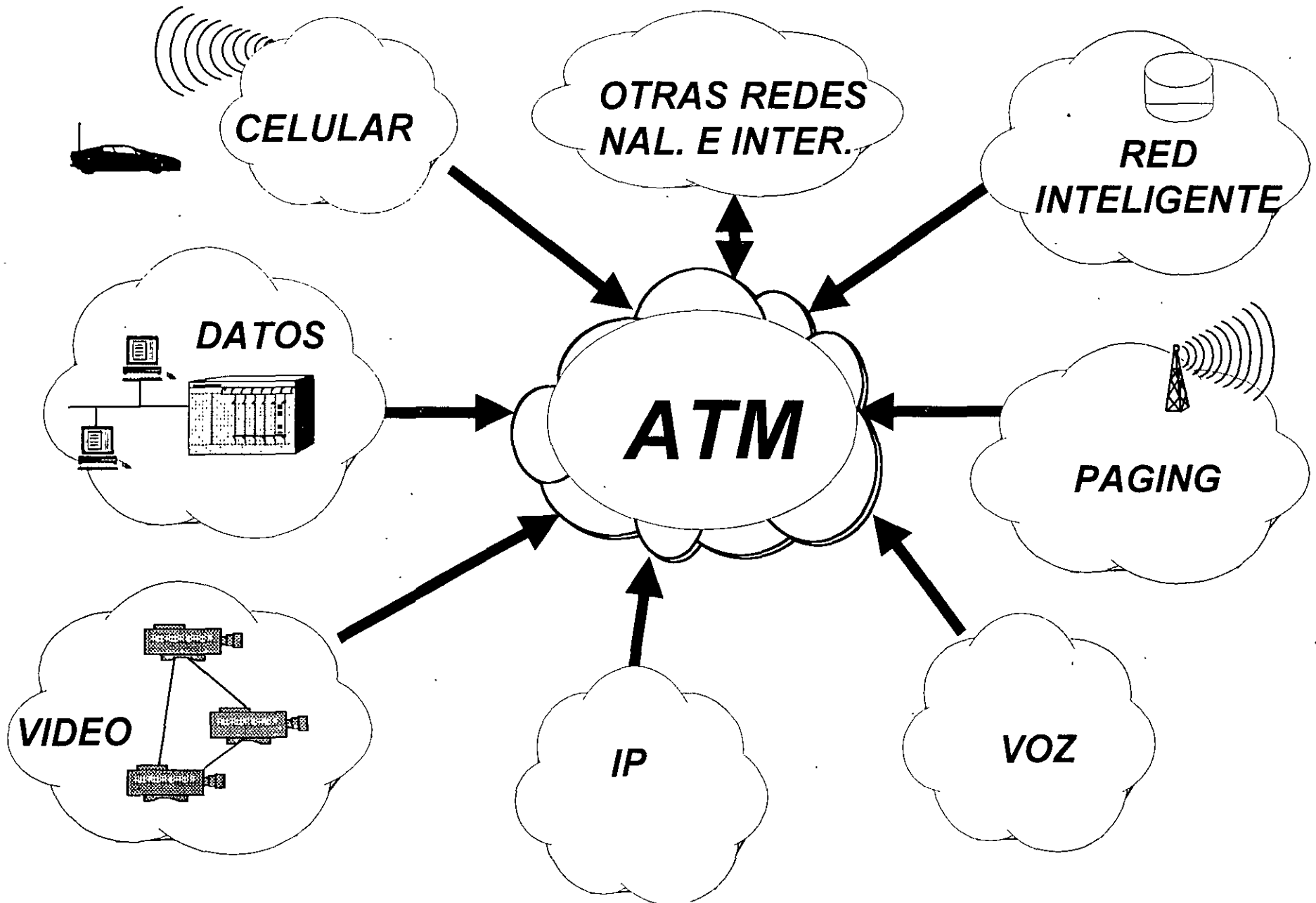
PLATAFORMA MULTISERVICIO
(INFRAESTRUCTURA INTEGRADA)



**SISTEMAS DE
GESTION
INDEPENDIENTES**

**INFRAESTRUCTURAS
INDEPENDIENTES**

RED DE NUEVA GENERACION

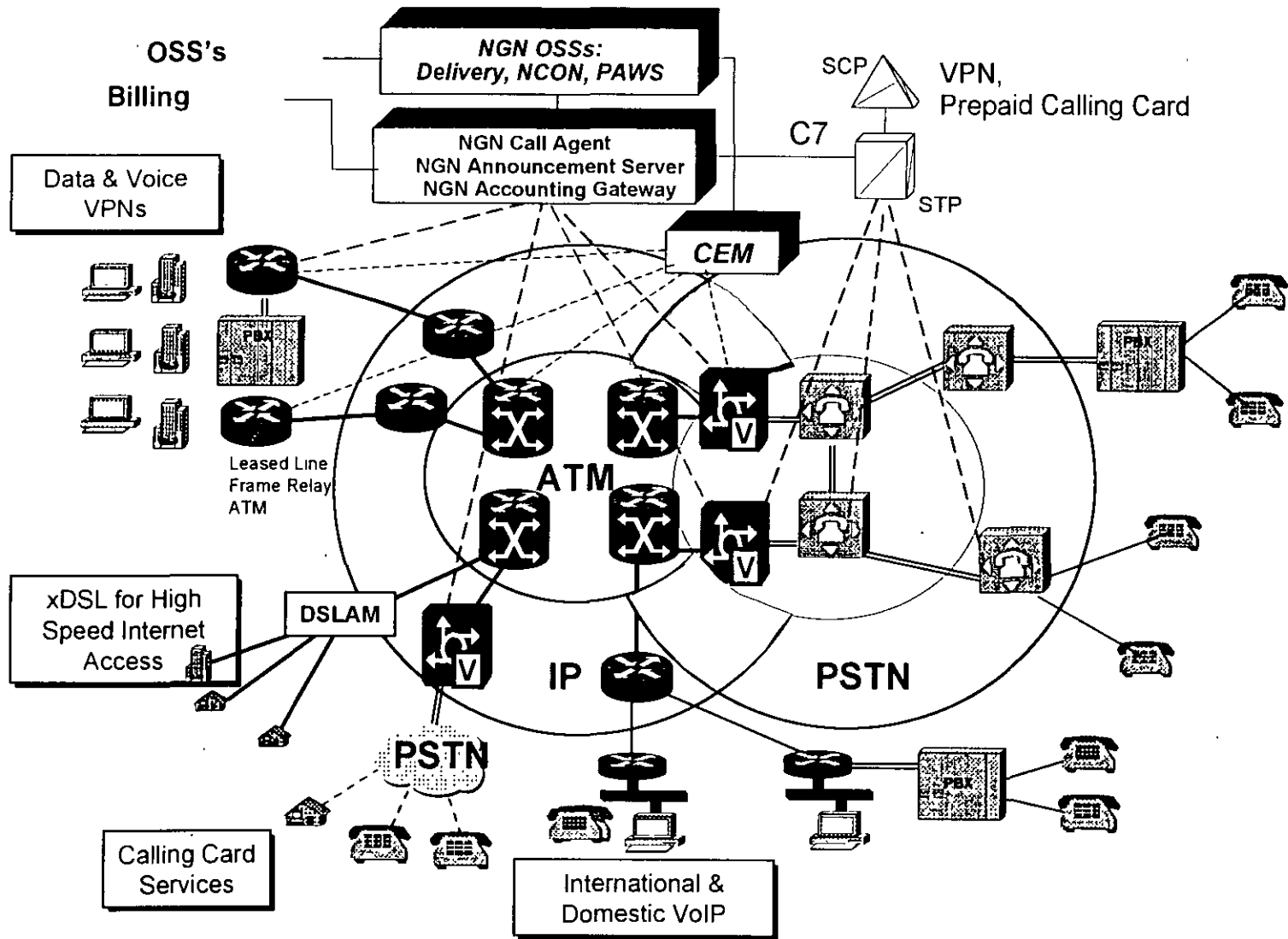


ALCANCE DE LA NGN

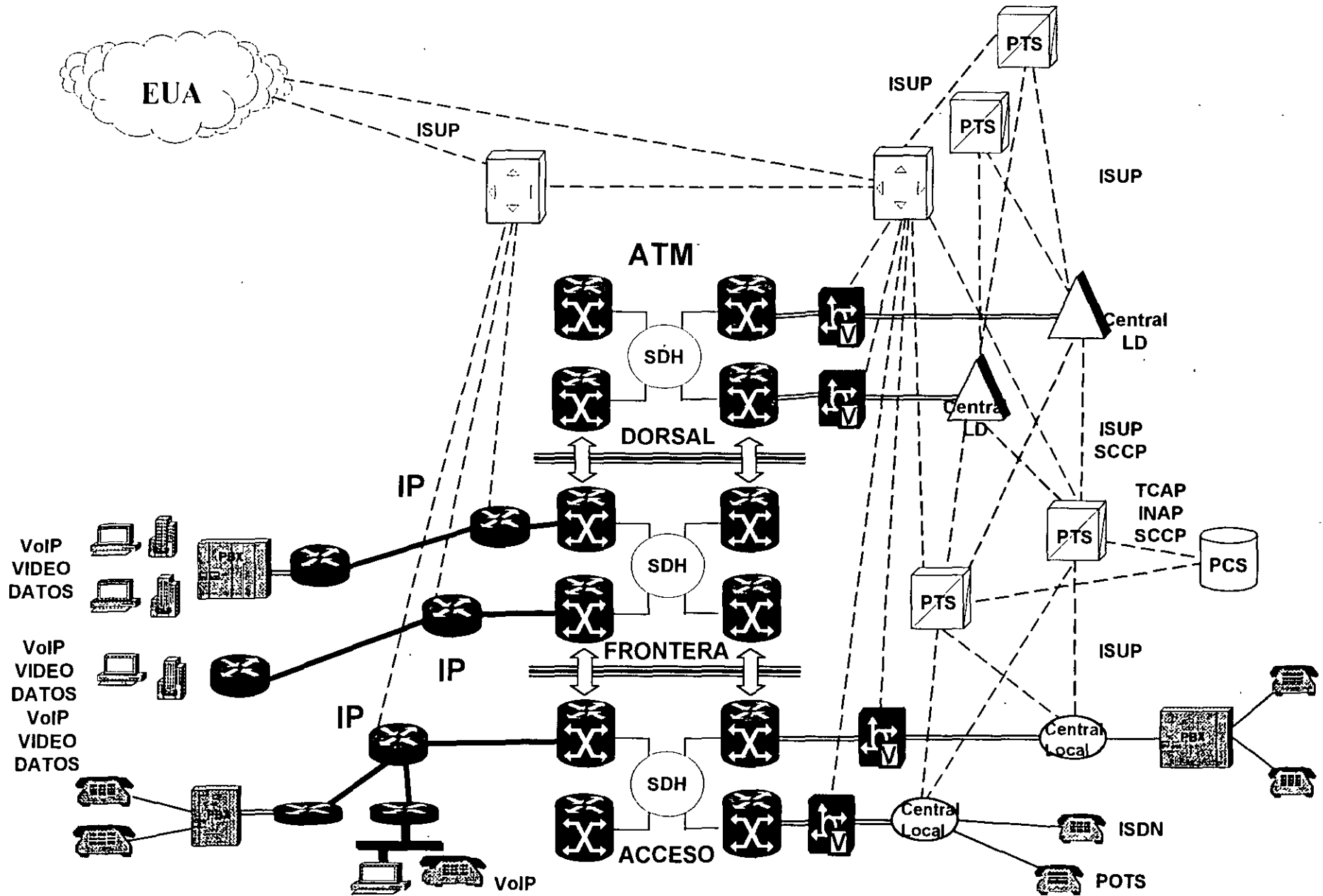
- INCLUYE TODOS LOS SERVICIOS ACTUALES Y QUE SE HAN PREVISTO PARA LAS REDES DE DATOS Y DE TELECOMUNICACIONES.
- ESTA BASADA EN UNA RED ATM/IP PARA EL PROCESAMIENTO E INTERFUNCIONAMIENTO CON LAS REDES ACTUALES.

ALCANCE DE LA NGN

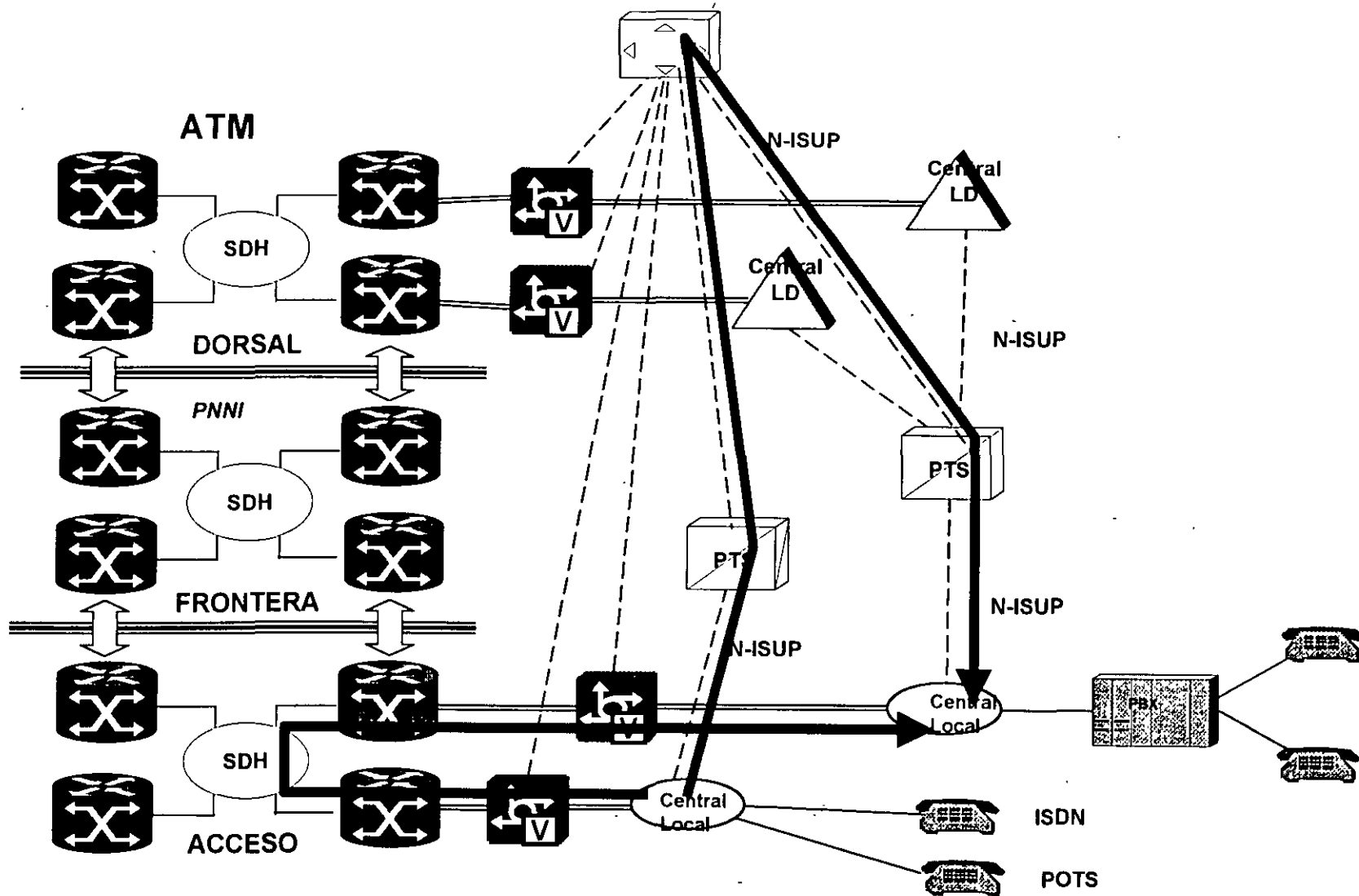
- ESTA BASADA EN WDM Y SDH PARA EL TRANSPORTE .
- APROVECHA LAS CARACTERISTICAS MAS IMPORTANTES DE CADA UNA DE LAS TECNOLOGIAS ATM E IP.
- EN EL ACCESO CONSIDERA LAS TECNOLOGIAS XDSL , WLL, IP Y ATM



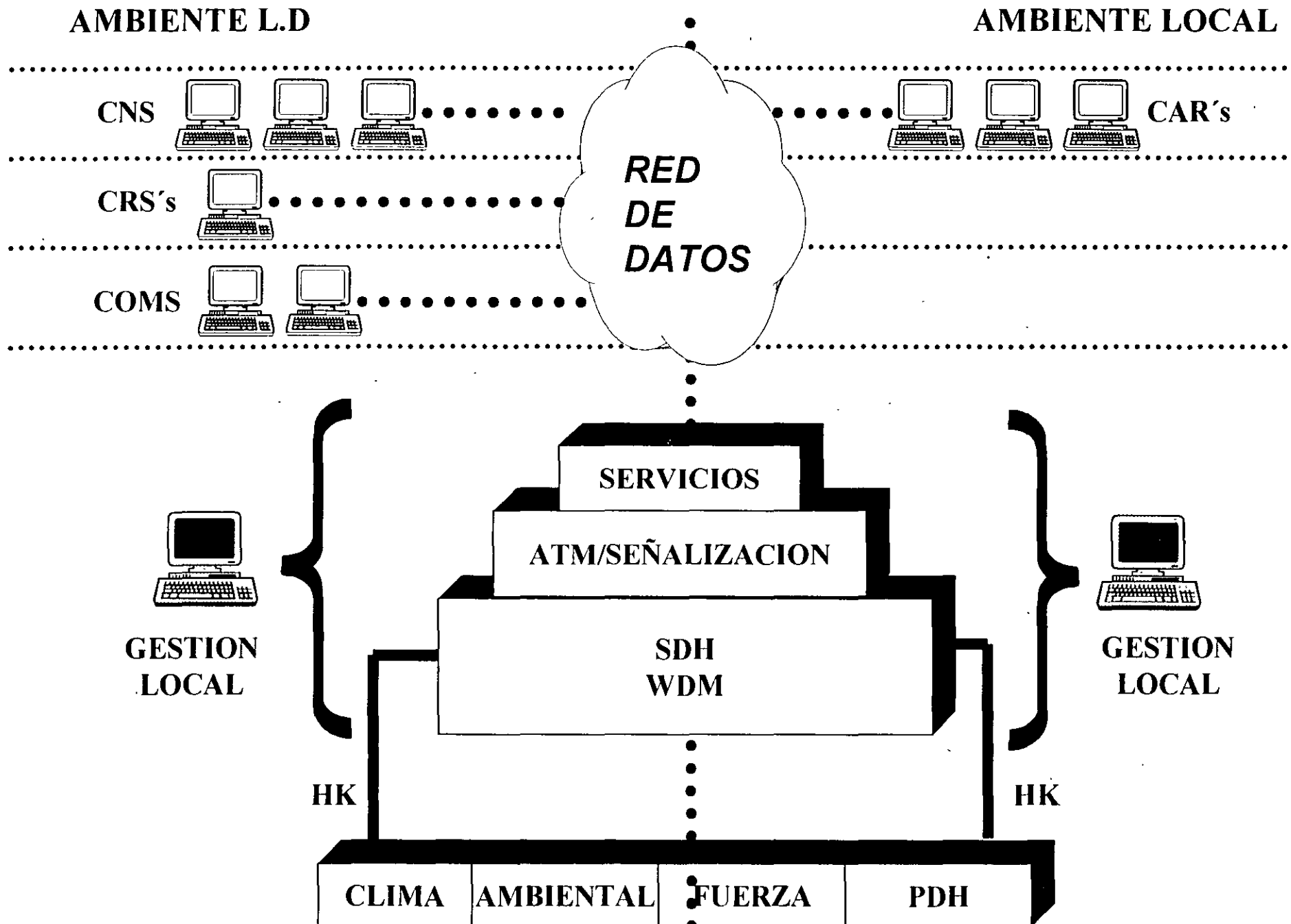
ESCENARIOS DE SEÑALIZACIÓN PARA EL SISTEMA DE S.C.C. No. 7



EJEMPLOS DE PROCESOS DE LLAMADA ENTRE ATM Y EL SISTEMA DE S.C.C. No. 7



EJEMPLOS DE SUPERVISION Y GESTION



SUPERVISION Y GESTION

SERVICIOS

- **FACTURACION.**
- **GESTION DE RED MULTISERVICIO.**
- **INTERACCION CON OTROS OPERADORES DE SERVICIOS.**
- **INTERACCION ENTRE SERVICIOS.**

ATM/SEÑALIZACION

- **INTERACCION CON LA RED DE SERVICIOS EN USO, DESEMPEÑO Y DISPONIBILIDAD.**
- **SOPORTE DE SERVICIOS.**
- **APROVISIONAMIENTO Y MODIFICACION DE FACILIDADES.**
- **CONTROL DE VISTA DE RED.**

SDH WDM

- **GESTION DE RED FOTONICA.**
- **GESTION DE CADA UNO DE LOS ELEMENTOS DE RED PDH, FUERZA Y CLIMA.**



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

CURSOS ABIERTOS

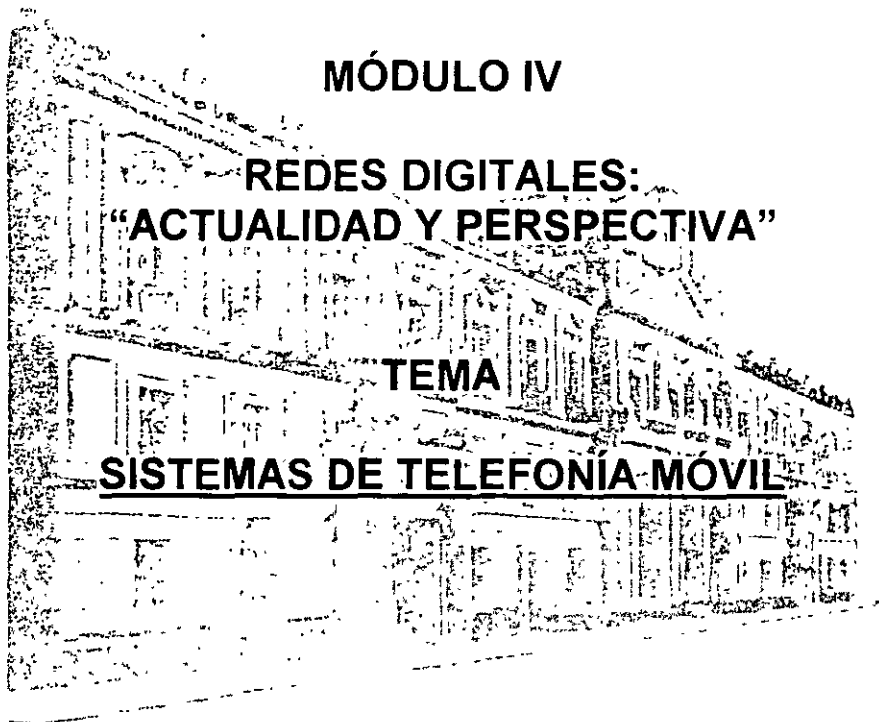
IX CURSO INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

MÓDULO IV

**REDES DIGITALES:
"ACTUALIDAD Y PERSPECTIVA"**

TEMA

SISTEMAS DE TELEFONÍA MÓVIL



**EXPOSITOR
ING. JORGE GONZÁLEZ Y GONZÁLEZ
PALACIO DE MINERÍA
MAYO 2000**

HISTORIA

- 1899** **PRIMERA TRANSMISION DE RADIO
GUILLERMO MARCONI.**
- 1940'S** **LAS POLICIAS DE LAS GRANDES CIUDADES
EN LOS ESTADOS UNIDOS UTILIZAN SISTEMAS
RADIOTELEFONICOS PRIVADOS.**
- 1970'S** **EN LA CIUDAD DE NUEVA YORK CON SOLO 12
CANALES DE RADIO SE DA SERVICIO A 545
USUARIOS.**
- 1980'S** **IMTS
SISTEMAS DE 100 A 200 CANALES PARA
SOPORTAR 3000 A 5000 USUARIOS.**
- 1984** **CELULAR
NACE EL PRIMER SISTEMA CELULAR
SE LANZA COMERCIALMENTE EN CHICAGO.**
- RE-USO DE FRECUENCIA**
 - BAJAS POTENCIAS**

RE-USO DE FRECUENCIAS

- **PARA MINIMIZAR INTERFERENCIA
AISLAMIENTO DE UN SITIO CELULAR CON OTRO QUE
UTILICE EL MISMO GRUPO DE FRECUENCIAS.**

- **DISTANCIA ENTRE SITIOS CELULARES**

$$D/R$$

**D = DISTANCIA ENTRE CELULARES USANDO LA MISMA
FRECUENCIA.**

R = RADIO DE LA CELULA.

**UN VALOR TIPICO DE D/R PARA LOS SISTEMAS CELULARES
ANALOGICOS ES DE 4.6**

$$VGR \quad D = 4.6$$

$$R = 1$$

**ESTO SIGNIFICARIA QUE UN CANAL USADO EN UNA CELULA
CON UN RADIO DE 1 Km. SE PODRIA REUTILIZAR A 4.6 Kms.
DE DISTANCIA.**

LOS SISTEMAS DIGITALES SON MUCHO MAS EXIGENTES.

EXISTEN DOS TIPOS DE SISTEMAS CELULARES:

- **ANALOGICO** ➔ **MODULACION FM**
- **DIGITAL** ➔ **MODULACION "4 PSK**

1990' TENDENCIAS MUNDIALES A DIGITALIZAR LOS SISTEMAS.

"DIGITALIZACION DE LA INTERFAZ DE AIRE"

OPERACION EN MODO DUAL

"DUAL MODE"

SISTEMAS DIGITALES :

MAYOR CAPACIDAD

PRIVACIA

CALIDAD DE AUDIO

(VOCODER)

S N S

TECNOLOGIAS DIGITALES : TDMA = DAMPS = IS-136

METODOS DE ACCESO : CDMA = IS-95

GSM

CANALES DE CONTROL

CANALES DE VOZ o DE TRAFICO.

VOCODERS

DIGITALIZACION DE LA VOZ ➡ 64 KBPS

PARA TRANSMITIR VIA RADIO 64KBPS SE REQUERIRIA UN CANAL DE 64 KHz.

EL CANAL DISPONIBLE DE LAS DIFERENTES TECNOLOGIAS CELULARES ES DE 25 ó 30 KHz.

∴ SE REQUIERE COMPRESION - CODIFICACION

PARA	TDMA	IS-136	COMPRESION 8 : 1
PARA	CDMA	IS-95	COMPRESION VARIABLE 8 : 1 A 64 : 1
PARA	CSM		COMPRESION 5 : 1

EL PROCESO DE COMPRESION - DESCOMPRESION SE LLEVA ALREDEDOR DE 50 A 100 MSEG. PROVOCANDO ECO.

∴ USO DE CANCELADORES DE ECO EN MSC.

**ESTANDARES PARA RADIOTELEFONIA CELULAR:
AMPS - ADVANCE MOBILE PHONE SYSTEM (EIA-553)**

FCC EN 1974 ASIGNA 40 MHz PARA ESTE SERVICIO

FCC EN 1984 ASIGNA 10 MHz ADICIONALES

UPLINK 824 A 849 MHz.

DOWNLINK 869 A 894 MHz.

**ESTO DA UNA CAPACIDAD DE 832 CANALES DUPLEX DE
30KHz.**

BANDA A 25 MHz. 416 CANALES

BANDA. B 25 MHz. 416 CANALES

TELEFONOS CLASE 1 : 3 WATT = 5 dBw = 34 dBm

CLASE 2 : 1.6 WATT = 2 dBw

CLASE 3 : 0.6 WATT = -2 dBw = 28 dBm

**LA POTENCIA DE TRANSMISION DEL MOVIL SE AJUSTA EN
PASOS DE 4 dB.**

LA POTENCIA MINIMA ES DE 6 Mw = -22 dBw = 8 dBm

TACS - TOTAL ACCESS COMMUNICATION SYSTEM

- **INSTALADO EN 1985 EN EL REINO UNIDO.**
- **FRECUENCIAS COMUNMENTE ASIGNADAS A TACS**

UPLINK 890 MHz A 915 MHz.

DOWNLINK 935 MHz A 960 MHz.

25 MHz FULL DUPLEX

45 MHz SEPARACION UP/DOWN LINKS

BW = 25 KHz POR CANAL.

TELEFONOS CLASE 1 : 10 WATTS

CLASE 2 : 3 WATTS

CLASE 3 : 1.2 WATTS

CLASE 4 : 0.6 WATTS

LA POTENCIA DE TRANSMISION DEL MOVIL TAMBIEN SE AJUSTA EN PASOS DE 4 dB.

LA POTENCIA MINIMA TAMBIEN ES DE 6 mW.

J TACS - TACS MODIFICADO PARA JAPON.

N TACS - DE BANDA ANGOSTA BW = 12,5 KHz.

NMT - NORDIC MOBILE TELEPHONE

- **NMT 450** INTRODUcido EN 1981
- **NMT 900** INTRODUcido EN 1986

- **DESARROLLADO POR LOS PAISES NORDICOS:SUECIA**

DINAMARCA

NORUEGA

FINLANDIA

NMT - 450 180 CANALES HASTA 50w
BW = 25 KHz.

ESPARCIMIENTO DUPLEX = 10MHz

NMT - 900 1000 CANALES HASTA 25W
BW = 25 KHz

TELEFONOS	NMT - 450	15 W] MOVILES
		1.5 W	
		0.15 W	
		1.0 W] PORTATILES
		0.1 W	
	NMT-900	6 W] MOVILES
		1 W	
		0.1 W	
		1.0 W] PORTATILES
		0.1 W	

NAMPS - NARROWBAND AMPS

- INTRODUCIDO EN 1991 POR MOTOROLA

BW = 10 KHz

- ESTANDAR IS-88 UNA EVOLUCION DE EAI-553

JMCS - JAPANESE MOBILE CELLULAR SYSTEM (MCS)

- INTRODUCIDO EN JAPON EN 1979

OPERA EN LA BANDA DE 800 MHz.

BW = 25 KHz

CNET

- SISTEMA USADO EN ALEMANIA, PORTUGAL Y SUDAFRICA.
- INTRODUCIDO "TEMPORALMENTE" EN ALEMANIA EN 1985.
- OPERA EN LA BANDA DE 450 MHz.

461.3 A 465.74 MHz.

451.3 A 455.74 MHz.

BW = 20 KHz.

SEPARACION UP/DOWN : 10MHz.

GSM - GLOBAL SYSTEM FOR MOBILE COMMUNICATION

- **CREADO PARA PROPORCIONAR UN ESTANDAR UNICO EN EUROPA.**
- **UTILIZA TECNOLOGIA TDMA.**
- **PRIMER SISTEMA EN OPERACION EN 1991.**
- **SISTEMA QUE HA EVOLUCIONADO PARA USO EN BANDAS :**
 - 900 MHz**
 - 1800 MHz PCN EN EUROPA**
 - 1900 MHz PCS EN AMERICA**
- **ACTUALMENTE EXISTEN ALREDEDOR DE 150 PAISES USANDO GSM.**
- **SISTEMA SOLO DIGITAL NO COMPATIBLE CON TECNOLOGIAS ANALOGICAS.**
- **BW = 200 KHz TDMA - 8 FULL RATE**
- **TDMA - 16 HALF RATE (VOCODER EN DESARROLLO).**
- **GSM BIT RATE = 270 KBPS.**
- **GSM- 900 45 MHz SEPARACION UP/DOWN**
- **GSM - 1900 80 MHz SEPARACION UP/DOWN**

CDMA - IS 95 CODE DIVISION MULTIPLE ACCESS

- **DESARROLLADO POR QUALCOMM.**
- **1995 PRIMER SISTEMA EN OPERACION EN HONG KONG.**
- **BW = 1.23 MHz.**
- **MULTIPLES CONVERSACIONES SIMULTANEAS EN LA MISMA FRECUENCIA DIFERENCIADAS POR CODIGOS.**
- **COMPATIBLE CON AMPS ANALOGICO (EIA - 553)**

IMT - 2000 EL FUTURO

- **INFOCOM VOZ**
DATOS ALTA VELOCIDAD
VIDEO
MULTIMEDIA
- **INFOCOM ES LA CONVERGENCIA DE :**
 - **TELECOMUNICACIONES INALAMBRICAS.**
 - **INTERNET.**



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

CURSOS ABIERTOS

IX CURSO INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

MÓDULO IV

**REDES DIGITALES:
"ACTUALIDAD Y PERSPECTIVA"**

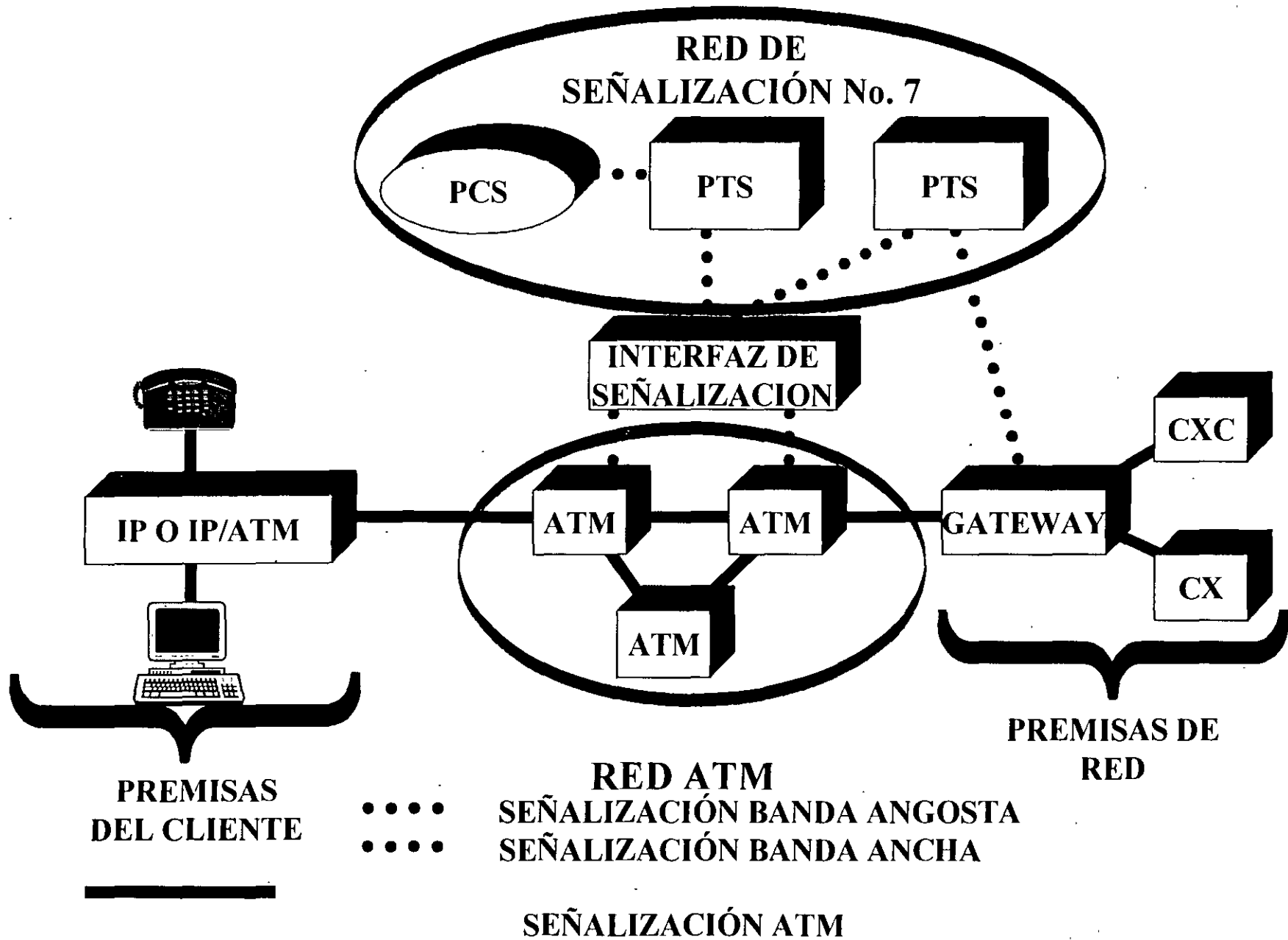
TEMA

RED DE NUEVA GENERACIÓN NGN

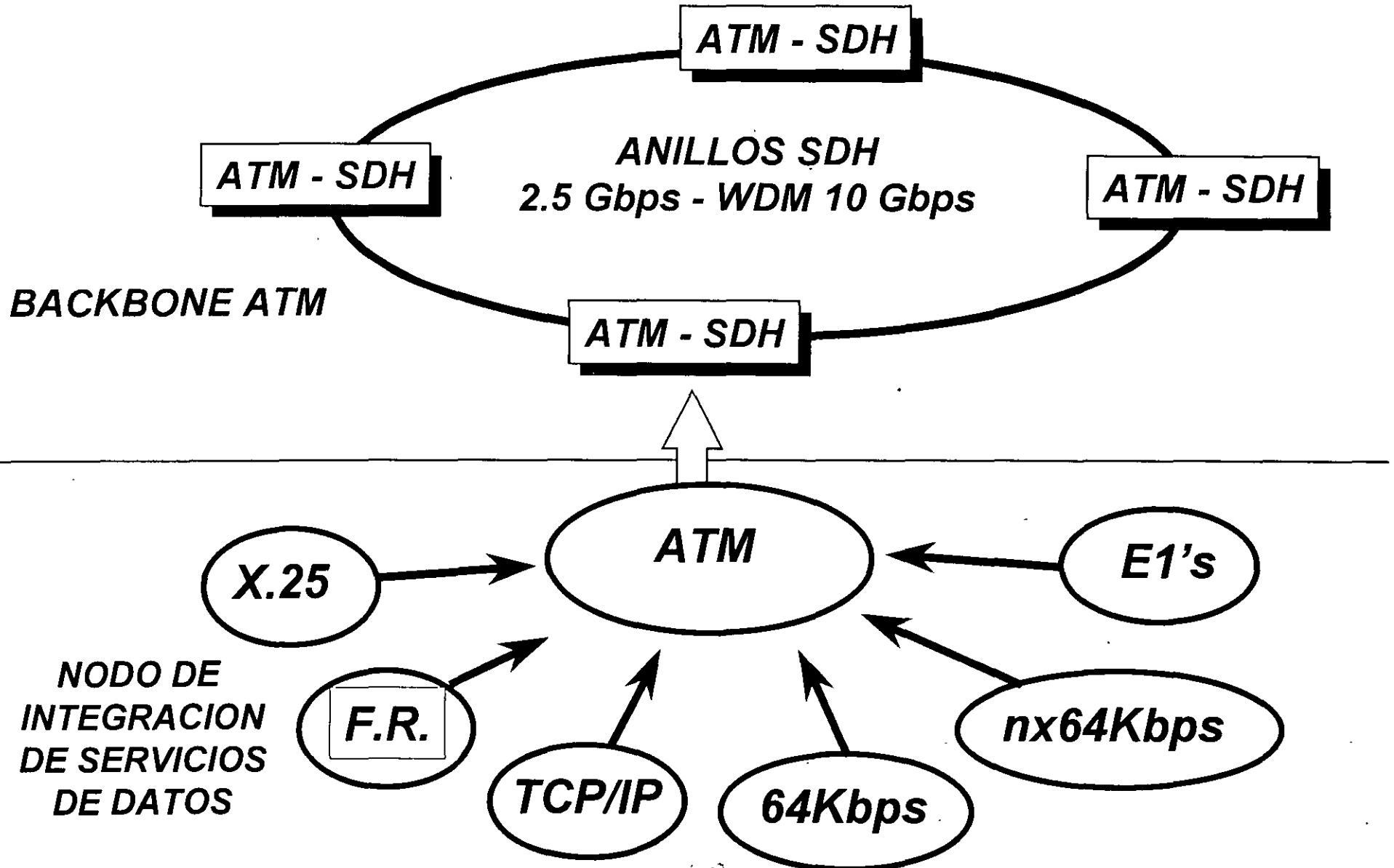
**CONFERENCISTA
ING. ARTURO ALALUF OLIVARES
PALACIO DE MINERÍA
MAYO 2000**

RED DE NUEVA GENERACION NGN

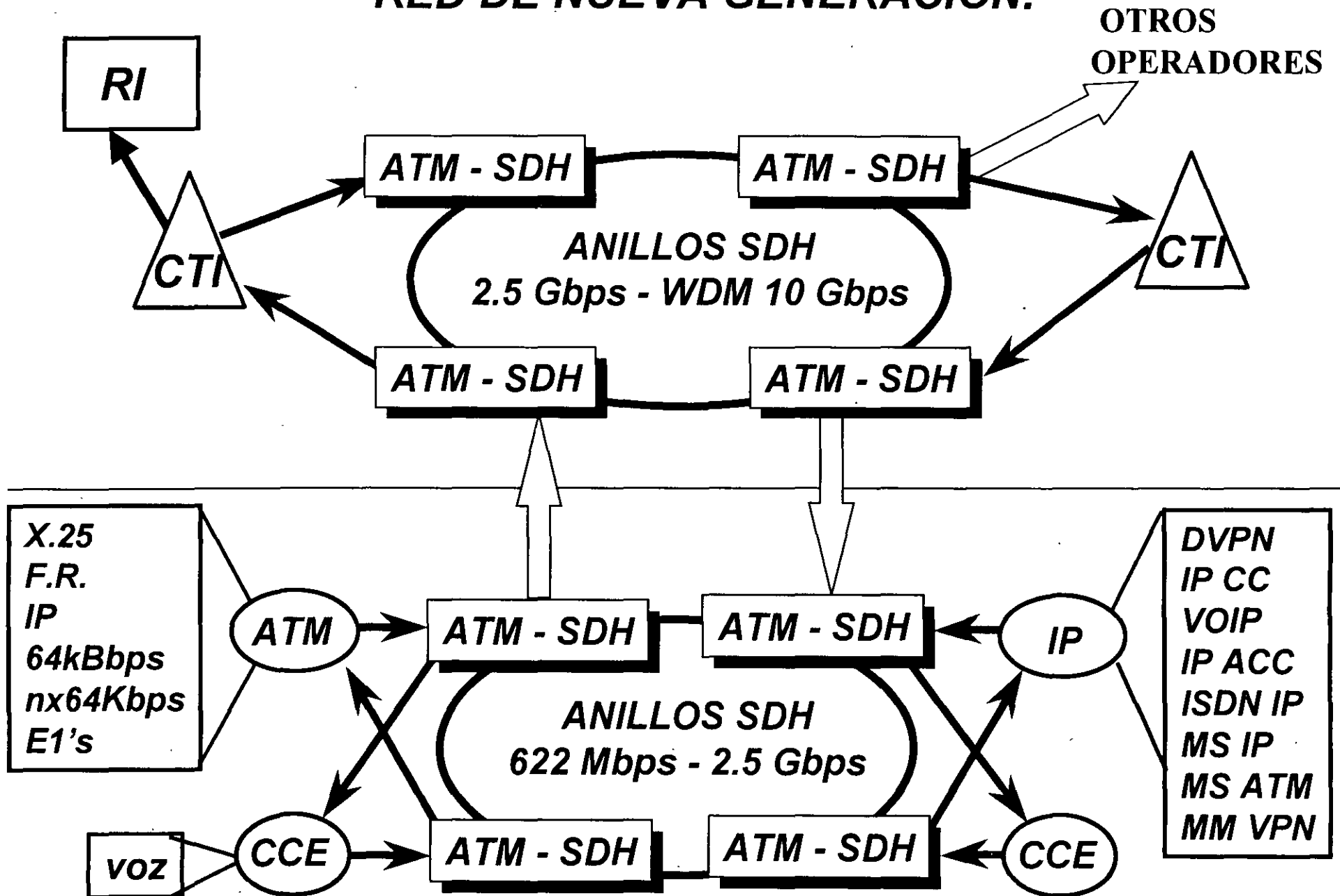
RED DE NUEVA GENERACION



RED DE NUEVA GENERACION



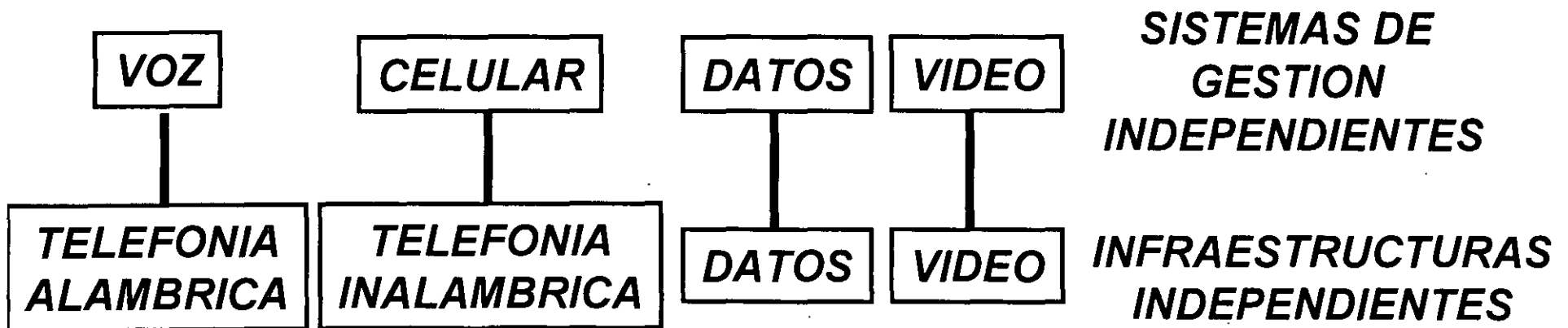
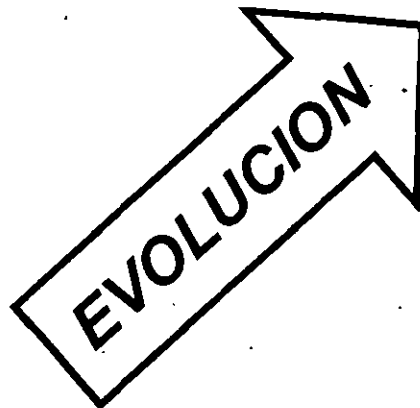
RED DE NUEVA GENERACION.



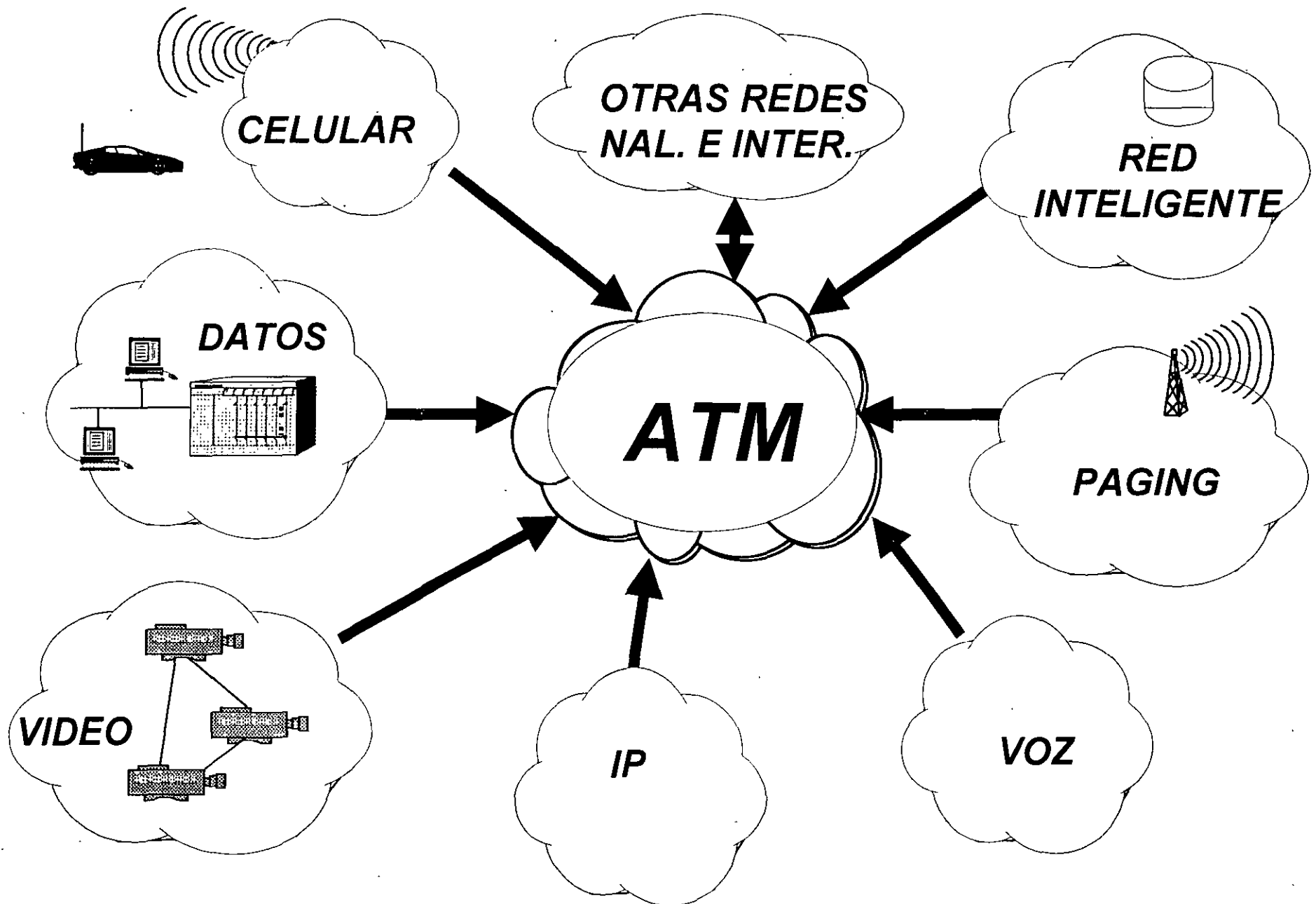
RED DE NUEVA GENERACION GESTION

VOZ, DATOS Y VIDEO
(SISTEMA DE GESTION INTEGRAL)

PLATAFORMA MULTISERVICIO
(INFRAESTRUCTURA INTEGRADA)



RED DE NUEVA GENERACION

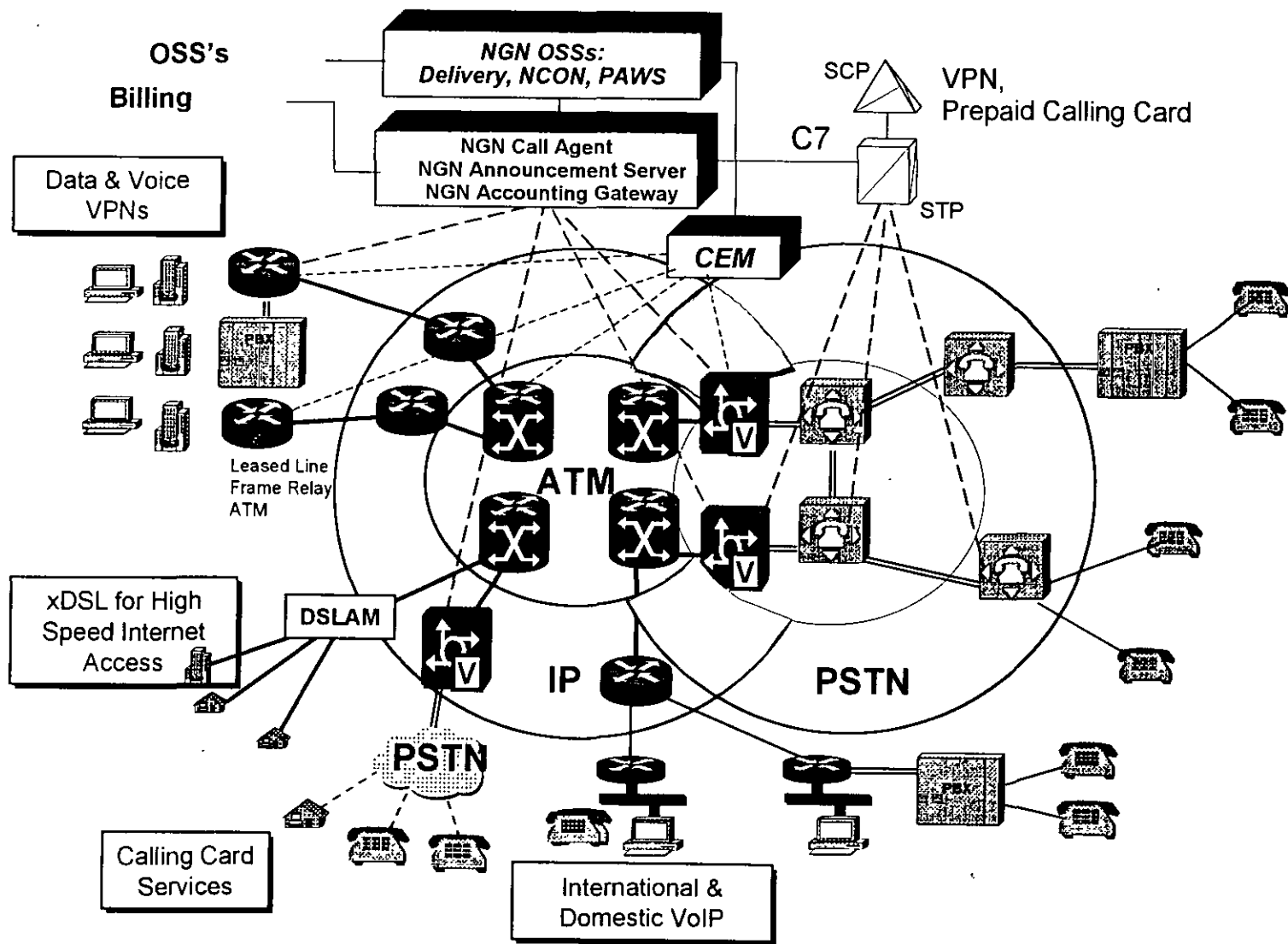


ALCANCE DE LA NGN

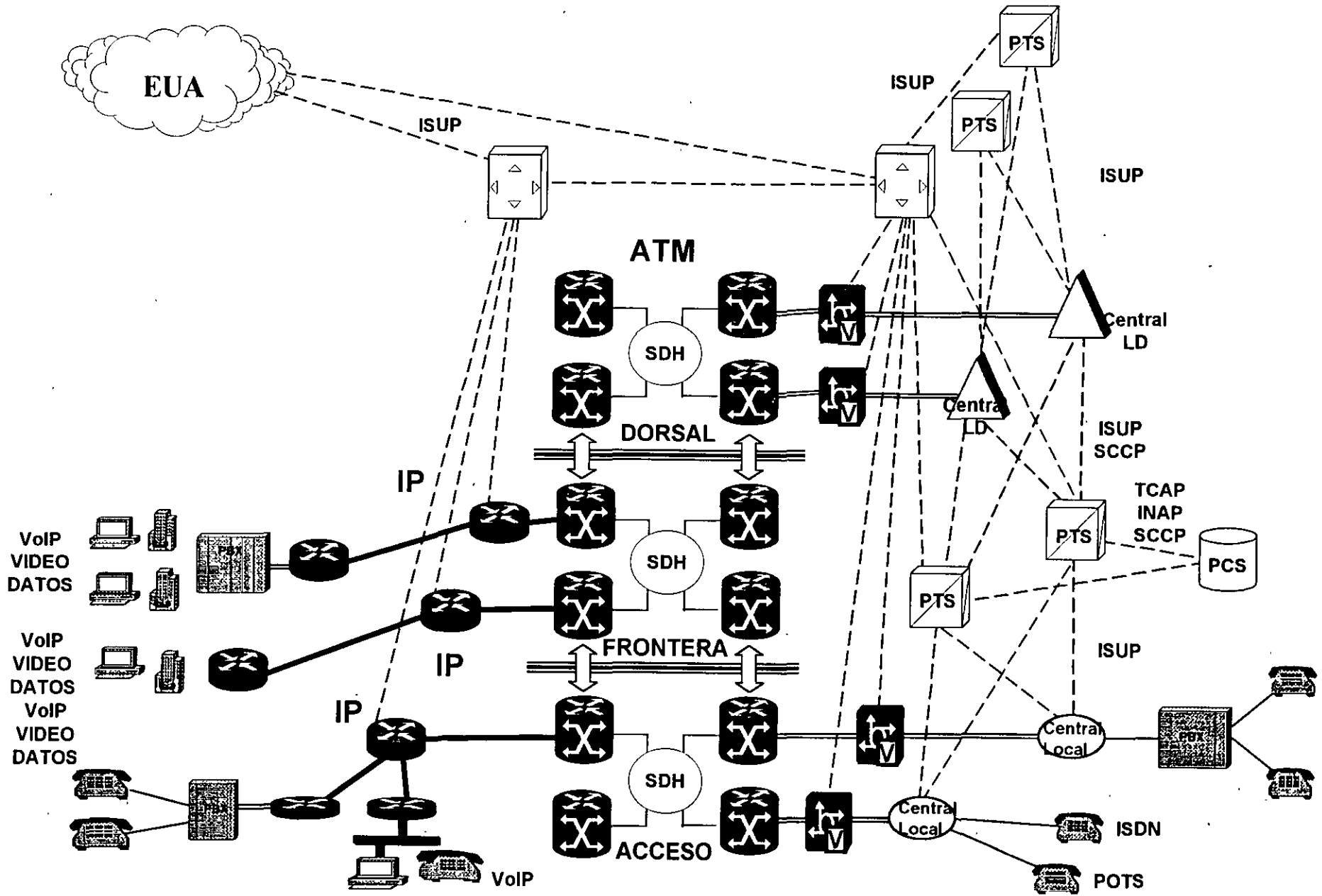
- INCLUYE TODOS LOS SERVICIOS ACTUALES Y QUE SE HAN PREVISTO PARA LAS REDES DE DATOS Y DE TELECOMUNICACIONES.
- ESTA BASADA EN UNA RED ATM/IP PARA EL PROCESAMIENTO E INTERFUNCIONAMIENTO CON LAS REDES ACTUALES.

ALCANCE DE LA NGN

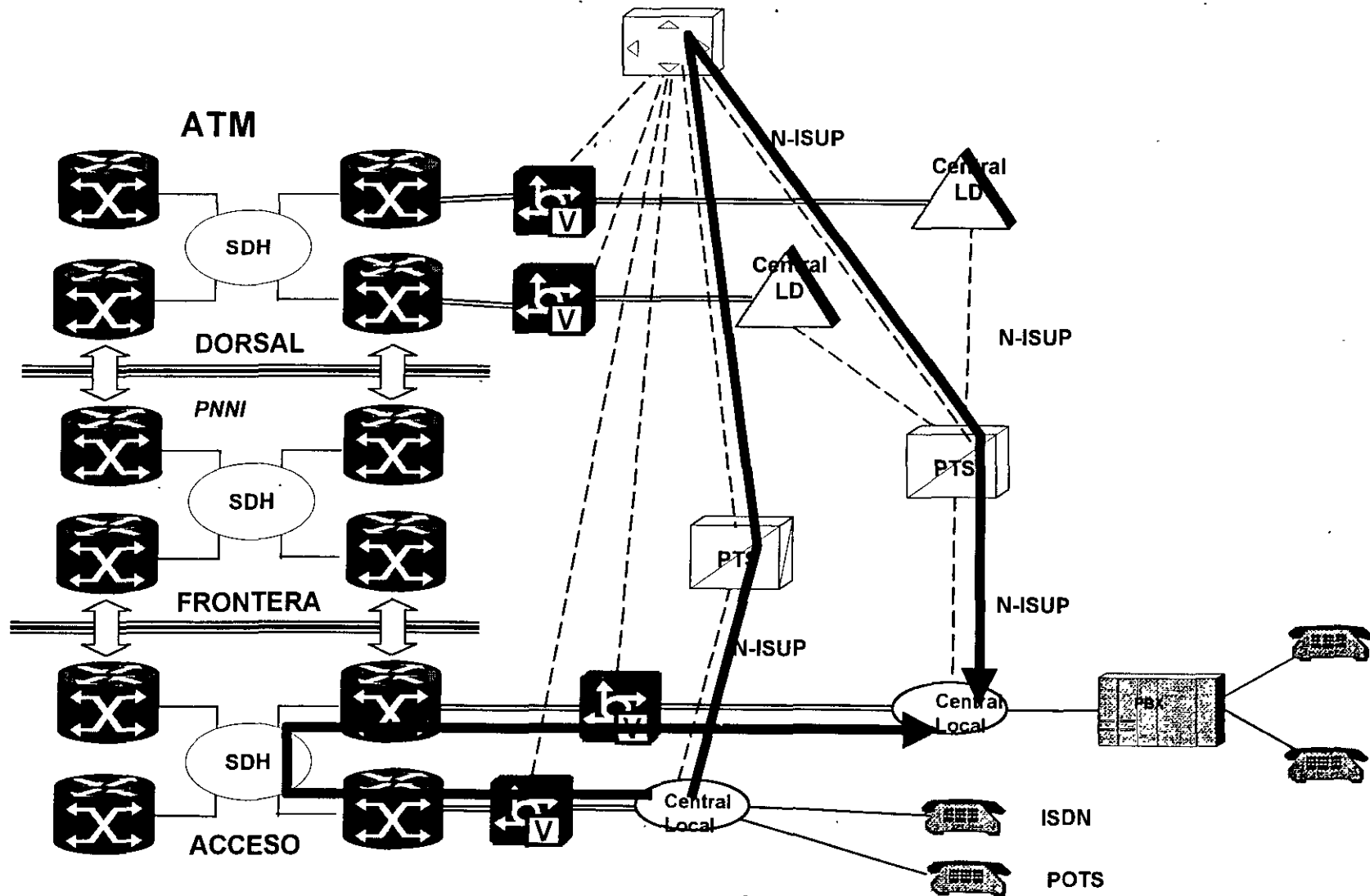
- ESTA BASADA EN WDM Y SDH PARA EL TRANSPORTE .
- APROVECHA LAS CARACTERISTICAS MAS IMPORTANTES DE CADA UNA DE LAS TECNOLOGIAS ATM E IP.
- EN EL ACCESO CONSIDERA LAS TECNOLOGIAS XDSL , WLL, IP Y ATM



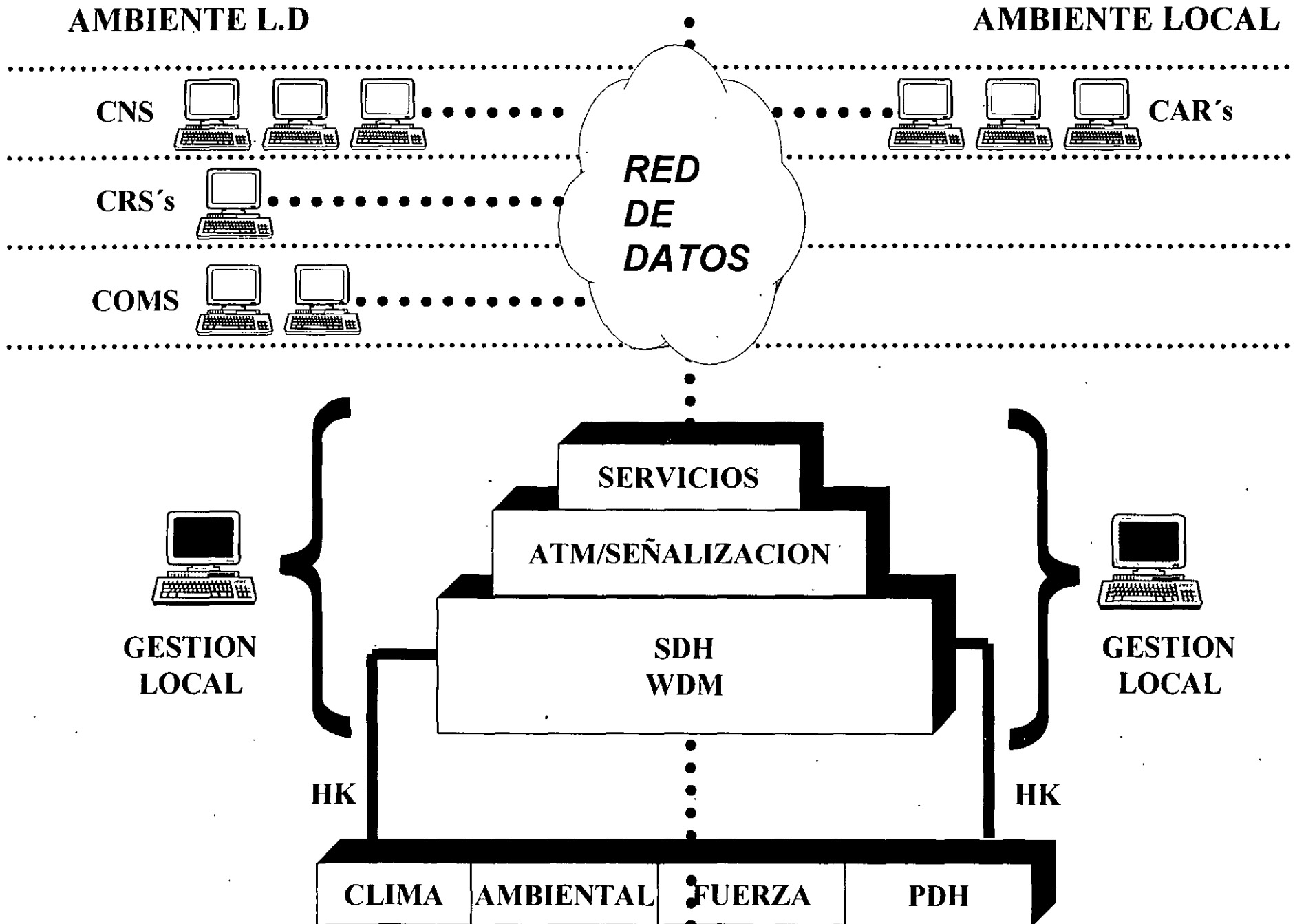
ESCENARIOS DE SEÑALIZACIÓN PARA EL SISTEMA DE S.C.C. No. 7



EJEMPLOS DE PROCESOS DE LLAMADA ENTRE ATM Y EL SISTEMA DE S.C.C. No. 7



EJEMPLOS DE SUPERVISION Y GESTION



SUPERVISION Y GESTION

SERVICIOS

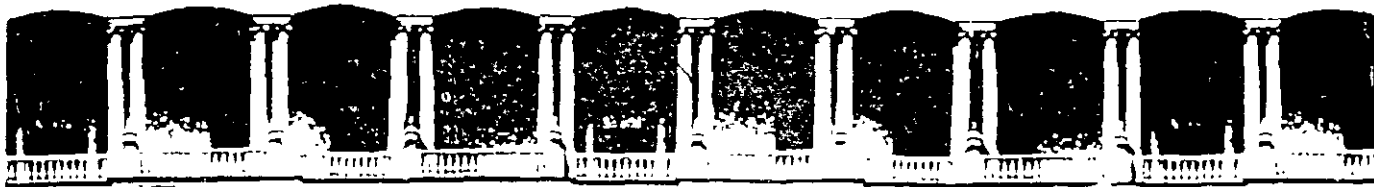
- **FACTURACION.**
- **GESTION DE RED MULTISERVICIO.**
- **INTERACCION CON OTROS OPERADORES DE SERVICIOS.**
- **INTERACCION ENTRE SERVICIOS.**

ATM/SEÑALIZACION

- **INTERACCION CON LA RED DE SERVICIOS EN USO, DESEMPEÑO Y DISPONIBILIDAD.**
- **SOPORTE DE SERVICIOS.**
- **APROVISIONAMIENTO Y MODIFICACION DE FACILIDADES.**
- **CONTROL DE VISTA DE RED.**

SDH WDM

- **GESTION DE RED FOTONICA.**
- **GESTION DE CADA UNO DE LOS ELEMENTOS DE RED PDH, FUERZA Y CLIMA.**



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

CURSOS ABIERTOS

IX CURSO INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

MÓDULO IV

**REDES DIGITALES:
“ACTUALIDAD Y PERSPECTIVA”**

TEMA

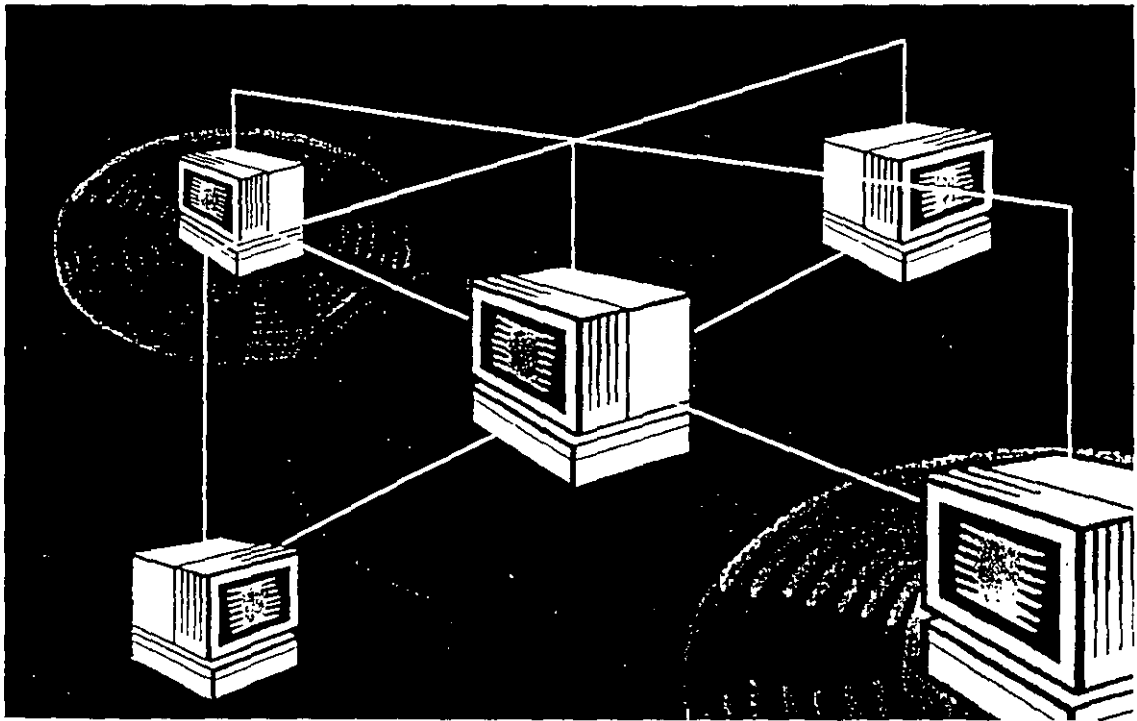
ANALYZING BROADBAND NETWORKS

**CONFERENCISTA
M. en C. ARTURO ELIE ALALUF OLIVARES
PALACIO DE MINERÍA
MAYO 2000**

ANALYZING BROADBAND NETWORKS

Second Edition

ISDN, Frame Relay, SMDS, & ATM



Mark A. Miller, P.E.



THE NETWORK TROUBLESHOOTING LIBRARY

Analyzing
Broadband
Networks
Second Edition

ISDN, Frame Relay, SMDS, & ATM

Mark A. Miller, P.E.



10 ATM Architecture

ATM is a broadband ISDN technology that has been touted as the next revolution in LAN and WAN communication. Volumes have been written about ATM and its emerging role in corporate networks. References [10-1] through [10-6] provide background on cell-switching and ATM technology. References [10-7] through [10-9] are vendor and analyst reports that discuss trends in the ATM marketplace. References [10-10] through [10-12] provide information on carriers' plans to support ATM. Finally, References [10-13] through [10-19] discuss the integration of LAN and WAN technology. This chapter looks at ATM applications, standards, and interfaces. Chapter 11 discusses the ATM protocols in detail.

10.1 ATM Technology

ATM technology comes from ITU standards that address the worldwide telecommunications infrastructure. Two significant developments preceded ATM: in the early 1980s, the ITU defined ISDN, which is now called Narrowband ISDN (N-ISDN), and in the late 1980s, the ITU enhanced N-ISDN, defining broadband ISDN (B-ISDN). N-ISDN defined two access interfaces: a basic rate operating at 144 Kbps, and a primary rate operating at 1.544 Mbps. These interfaces were designed to carry digital voice, data, and control information. B-ISDN offered transmission rates of up to 622 Mbps. ATM is the technology that implements broadband ISDN.

10.1.1 The ATM Concept

Figure 10-1 illustrates how ATM transmits data. The ATM cellstream starts with signals from individual users or sources. Signals may include constant bit-rate service, such as a DS1 line; variable bit-rate service, such as compressed video; or bursty data, such as LAN traffic. ATM then segments the signals into 48-octet payloads and prefaces them with a 5-octet header containing addressing information. The resulting

Chapter 10: ATM Architecture

53-octet packet is called a *cell*. At that point, ATM takes cells from various signal sources, mixes them with cells from other sources, and sends them to the ATM switch (see References [10-20 and 10-21]). The switch multiplexes the cells together. The cells then contend for vacant slots in the outgoing ATM cellstream.

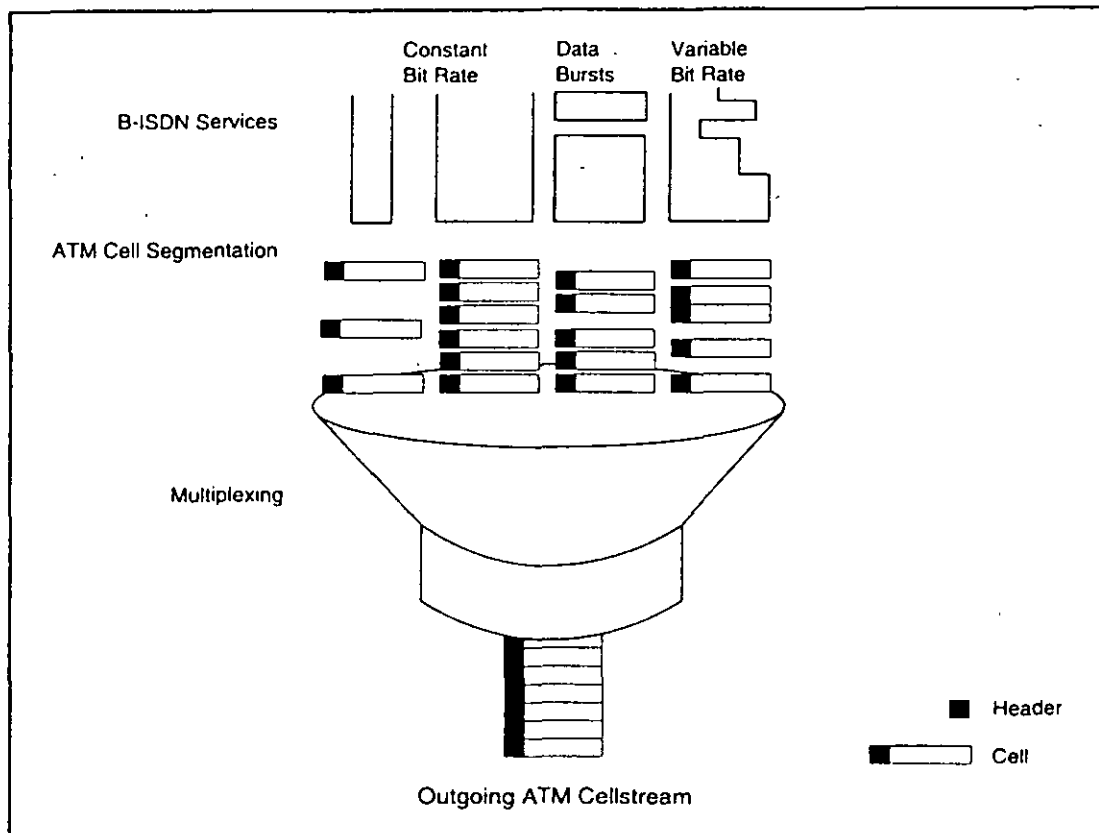


Figure 10-1. The ATM concept.

Courtesy of Hewlett-Packard Company.

ATM is a connection-oriented service, meaning it requires an established connection before it can transmit data. There are two types of ATM connections: PVCs and SVCs. Two labels identify the endpoint connections: a VPI and a VCI.

The transmission delay for each cell depends on the traffic load from the other input datastreams, thus the arrival rate (delay) of each datastream is not periodic. Therefore, the cell transfer is referred to as an *asynchronous* operation or ATM. In contrast, a *synchronous* transfer mode has fixed periods for cell transmission and reception.

10.1.2 ATM Example

Image transfer, one of the most frequently touted ATM applications, is one of the key features of the FISHnet, a fiber-optic system designed by Cablevision Systems Corp. of Woodbury, N.Y., that links physicians and researchers at Brookhaven National Laboratory, SUNY-Stony Brook, plus another Cablevision facility in Hicksville, N.Y. (see Figure 10-2a). FISHnet, which stands for Fiber Optic, Island-Wide, Super High-speed Network, currently provides links for medical and environmental researchers at the Brookhaven and Stony Brook locations.

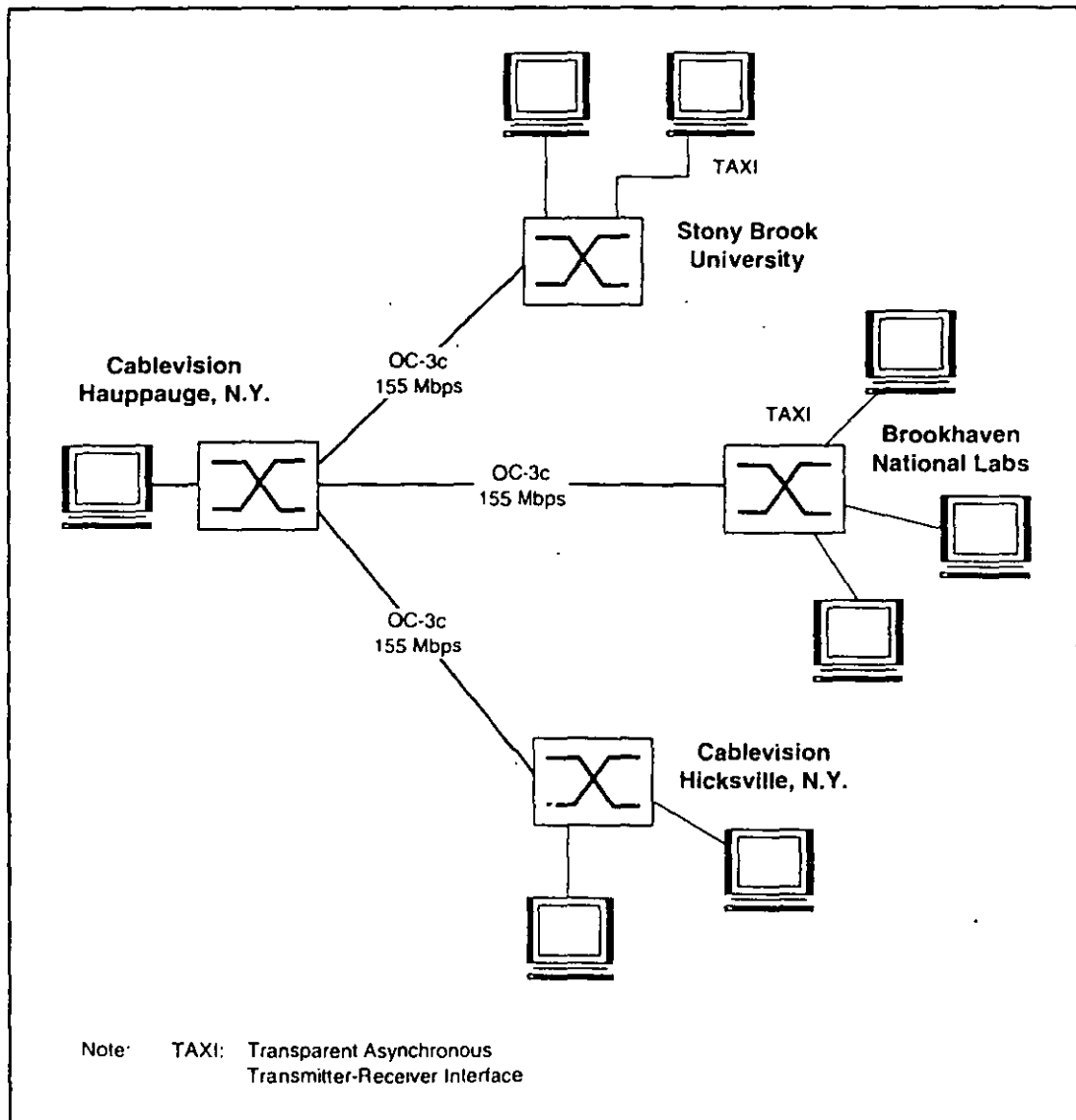


Figure 10-2a. FISHnet phase I.

Chapter 10: ATM Architecture

An optical backbone, operating at the OC-3c rate of 155 Mbps, connects ATM switches from Fore Systems Inc. of Warrendale, Pa., at each location. Sun workstations connect to the ATM switches using a 100 Mbps TAXI interface.

Currently, the FISHnet system lets doctors at Stony Brook Hospital read patient X-rays taken at Brookhaven almost as soon as they have been taken. If the doctor needs additional diagnostics, such as a different X-ray position, the X-ray can be retaken immediately.

It is planned to integrate the experimental ATM network into a larger ATM backbone infrastructure that will be deployed to provide frame relay and ATM services to the business community on Long Island (see Figure 10-2b). Many of these organizations have large investments in legacy LAN architectures. To protect this investment, the system will first implement LAN connectivity into ATM on the WAN, and will only gradually migrate to ATM at the desktop. So, ATM-capable hubs and routers will play an interim role in this connectivity plan. ATM switches will be deployed at each premise only when the application requirements can justify the hardware expense.

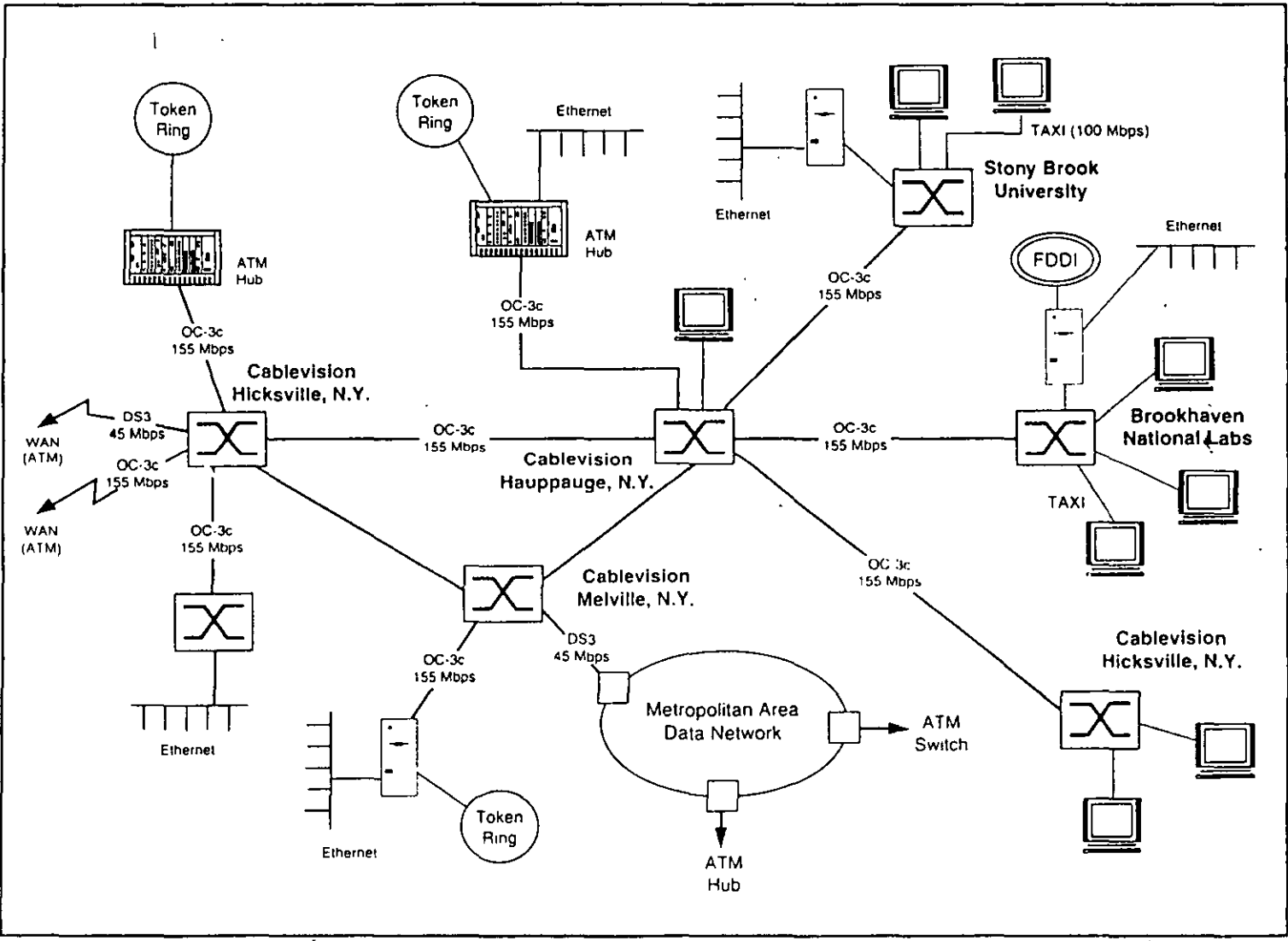


Figure 10-2b. FISNet phase II.

Chapter 10: ATM Architecture

10.2 ATM Standards

Several sources have defined standards for ATM networks: the ITU-T [10-22], the ATM Forum [10-23], Bellcore [10-24], and ANSI.

The key ITU-T standards are as follows:

ITU-T Recommendation	Description
I.113	B-ISDN Vocabulary of Terms
I.121	Broadband Aspects of ISDN
I.150	B-ISDN ATM Functional Characteristics
I.211	B-ISDN Service Aspects
I.311	B-ISDN General Network Aspects
I.321	B-ISDN Protocol Reference Model
I.327	B-ISDN Functional Architecture Aspects
I.361	B-ISDN ATM Layer Specification
I.362	B-ISDN ATM Adaptation Layer Functional Description
I.363	B-ISDN ATM Adaptation Layer Specification
I.371	Traffic Control and Congestion Control in B-ISDN
I.413	B-ISDN User-Network Interface
I.432	B-ISDN User-Network Interface Physical Layer Specification
I.555	Frame Relay and ATM Interworking
I.610	B-ISDN Operations and Maintenance Principles and Functions

The key ANSI standards for B-ISDN are:

ANSI Standard	Description
T1.511	Broadband ISDN—ATM Layer Cell Transfer Performance Parameters
T1.624	Broadband ISDN User-Network Interfaces—Rates and Formats Specifications
T1.627	Broadband ISDN—ATM Layer Functionality and Specification
T1.629	Broadband ISDN—ATM Adaptation Layer 3/4 Common Part Functions and Specifications

Chapter 10: ATM Architecture

T1.630	Broadband ISDN—Constant Bit Rate (CBR) Services
T1.635	Broadband ISDN—ATM Adaptation Layer 5 Common Part Functions and Specifications
T1.636	Broadband ISDN—Signaling ATM Adaptation Layer—Overview Description
T1.637	Broadband ISDN—ATM Adaptation Layer Service Specific Connection Oriented Protocol (SSCOP)
T1.638	Broadband ISDN—Signaling ATM Adaptation Layer—Service Specific Coordination Function at the User Network Interface (SSCF at the UNI)
T1.638	Broadband ISDN—Signaling ATM Adaptation Layer—Service Specific Coordination Function at the Network-Network Interface (SSCF at the NNI)
T1.649	Broadband ISDN—Cell Relay Service Description

The ATM Forum does not develop its own standards, but rather fosters consensus between users and vendors regarding the use of standards such as the ITU-T recommendations. This process ensures a higher probability of interoperability between different vendors' products. The framework for the ATM documents is called the Anchorage Accord, illustrated in Figure 10-3, which describes the various documents' dependencies and inter-relationships. The key ATM Forum documents are as follows:

- ATM User-Network Interface (UNI) Specification, version 3.1
- Physical Layer Specifications for DS1 (1.544 Mbps), 6.312 Mbps, 25.6 Mbps, DS3 (44.736 Mbps), 155.52 Mbps, and others
- ATM DXI Specification, version 1.0
- ATM Broadband Inter-Carrier Interface (B-ICI) Specification, version 2.0
- LAN Emulation over ATM Specification, version 1.0
- Broadband Inter Carrier Interface (B-ICI) Specification, version 2.0
- ATM UNI Signaling Specification, version 4.0
- Traffic Management Specification, version 4.0
- Private Network-Network Interface (PNNI) Specification, version 1.0

Chapter 10: ATM Architecture

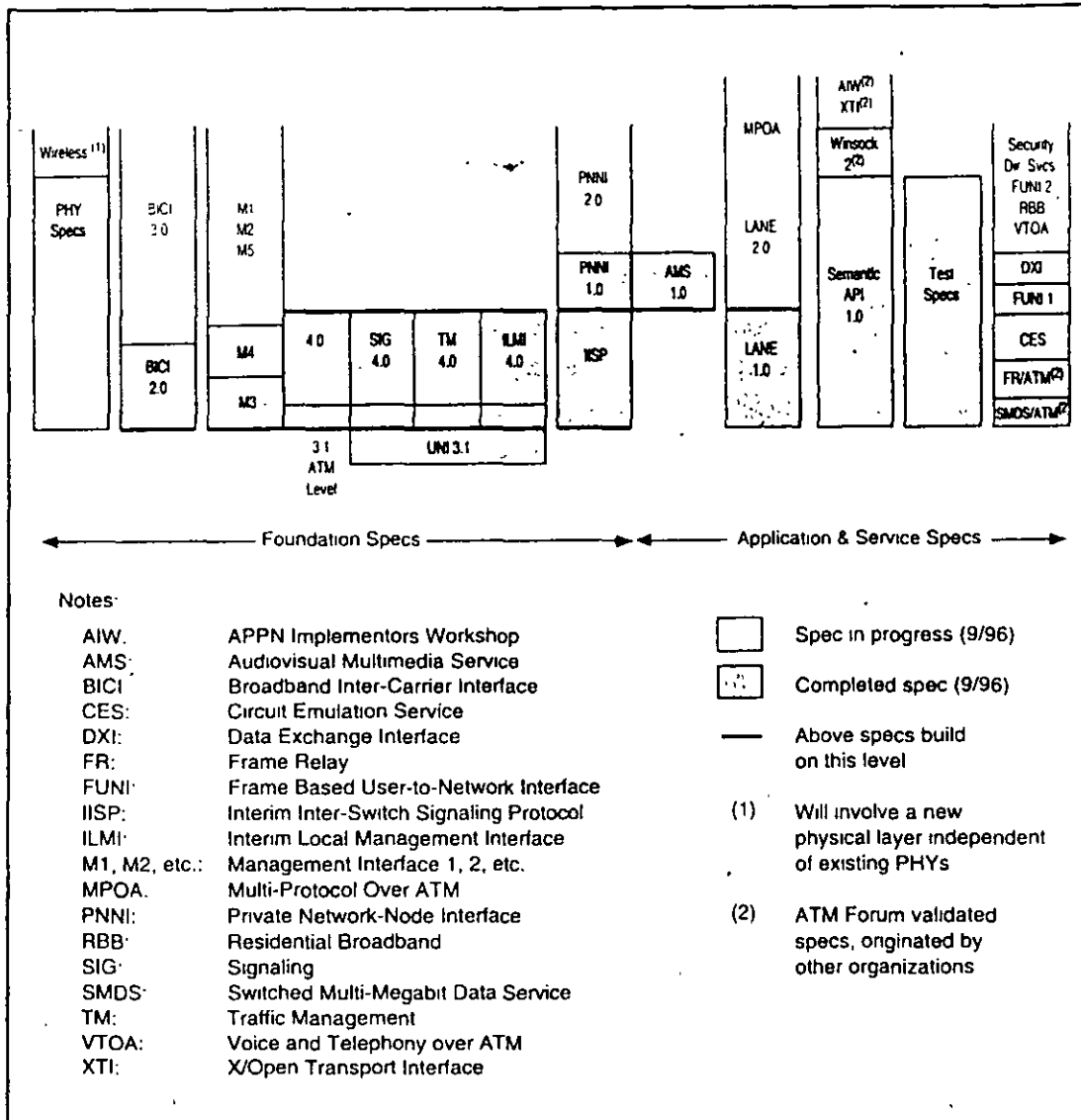


Figure 10-3. Anchorage Accord specification relationships.

Courtesy of the ATM Forum.

10.3 Broadband ISDN Architecture

ITU-T Recommendation I.413 provides the reference configuration for the B-ISDN UNI. The reference configuration specifies various functional entities and the *reference points*, which are interfaces between them (see Figure 10-4). All interfaces, except for the R interface, have a designation beginning with the letter B, indicating broadband technology. The R interface may or may not have broadband capabilities (see References [10-25] and [10-26]).

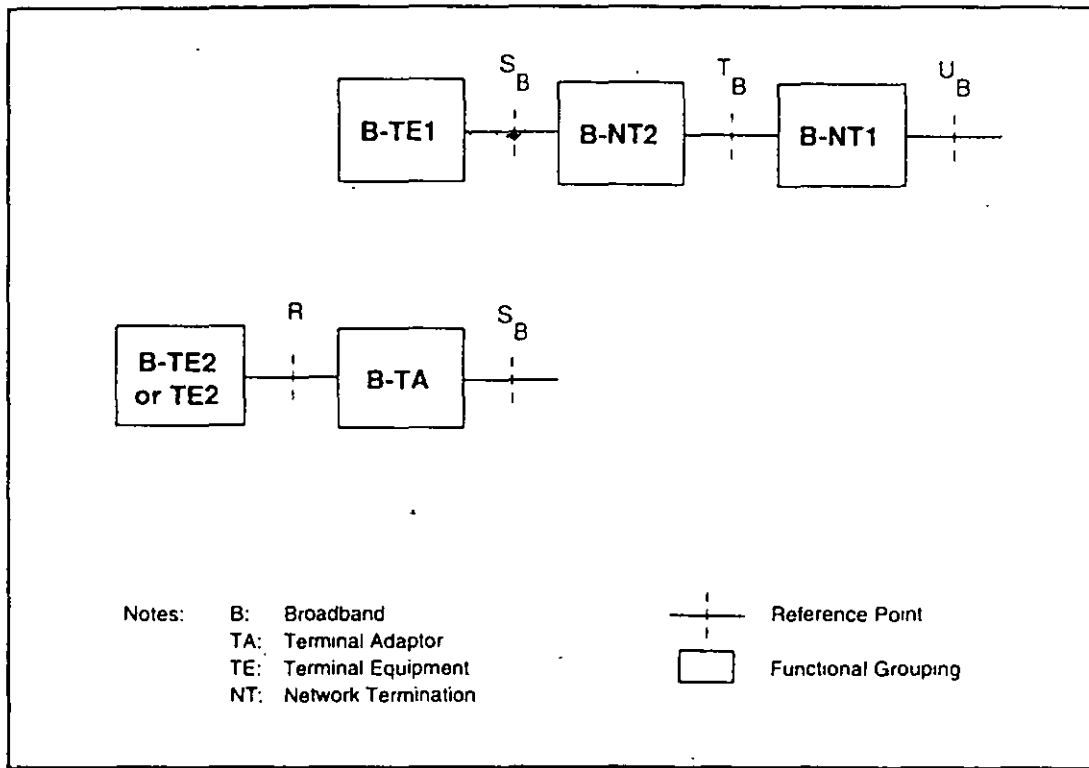


Figure 10-4. B-ISDN functional reference configuration.

Source: TR-NWT-001112, ©1993, Bell Communications Research, Inc., reprinted with permission

10.3.1 B-ISDN Reference Points

The reference points defined for B-ISDN include:

- R, the point between non-B-ISDN equipment (TE2 or B-TE2) and a terminal adaptor (TA)
- S, the point between ISDN user equipment (B-TE1 or B-TA) and the customer premises network-termination equipment (B-NT2)
- T, the point between the customer premises network-termination equipment (B-NT2) and the public network termination (B-NT1)
- U, the point between the public network termination (B-NT1) and the public network

Chapter 10: ATM Architecture

10.3.2 B-ISDN Functional Groups

The B-ISDN functions are grouped to indicate the operations they perform. These groups include:

- B-NT1 (broadband network termination 1), which handles the termination of the transmission line as well as the Operations and Maintenance (OAM) functions, such as a SONET line termination
- B-NT2 (broadband network termination 2), which may include higher-layer functions such as buffering, multiplexing, and signaling, as well as other examples such as PBX, LAN, or terminal controllers
- B-TE1 (broadband terminal equipment 1), which supports B-ISDN protocols
- B-TE2 (broadband terminal equipment 2), which supports a broadband interface other than B-ISDN
- TE2 (terminal equipment 2), which supports an interface other than ISDN
- TA (terminal adapter), which lets a B-ISDN user-network interface serve a B-TE2 or TE2

10.3.3 B-ISDN Architecture Model

The B-ISDN protocol architecture model consists of three planes and four layers (see Figure 10-5a). This model differs from the familiar OSI Reference Model in that it uses three, rather than two, dimensions. You can think of the planes as protocol suites.

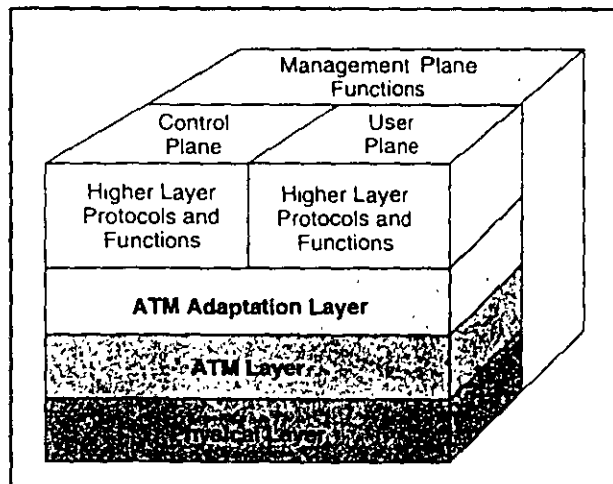


Figure 10-5a. B-ISDN protocol model.

Courtesy of STACKS, The Network Journal.

Chapter 10: ATM Architecture

The planes are designated: user, control, and management. The *user plane* provides user-to-user information transfer and controls required for that transfer, such as flow control and error recovery. The *control plane* provides call-control and connection-control functions such as signaling. Signaling establishes, supervises, and releases calls and connections.

The *management plane* controls the ATM device, such as a switch or a hub. This plane offers two types of functions: plane management and layer management. Because *plane management* deals with the system as a whole (management of the other planes and coordination between the planes), it does not have a layered structure. *Layer management* deals with the resources and parameters residing at each protocol layer, such as OAM information flow.

The layers include: Physical (PHY), ATM, ATM Adaptation (AAL), and Higher. The next section describes these layers in more detail.

10.3.4 ATM Layers and Sublayers

Figure 10-5b illustrates the ATM layers and sublayers. As you'll see, the Physical layer sends and receives bits on the transmission medium, and it sends and receives cells to and from the next highest layer, the ATM layer. The ATM layer then switches these cells to the appropriate circuit to connect with an end system and its specific application or process. The payload within the cell is generated at, or destined for, the AAL, a layer that interfaces the Higher layer functions and processes with the ATM layer.

Chapter 10: ATM Architecture

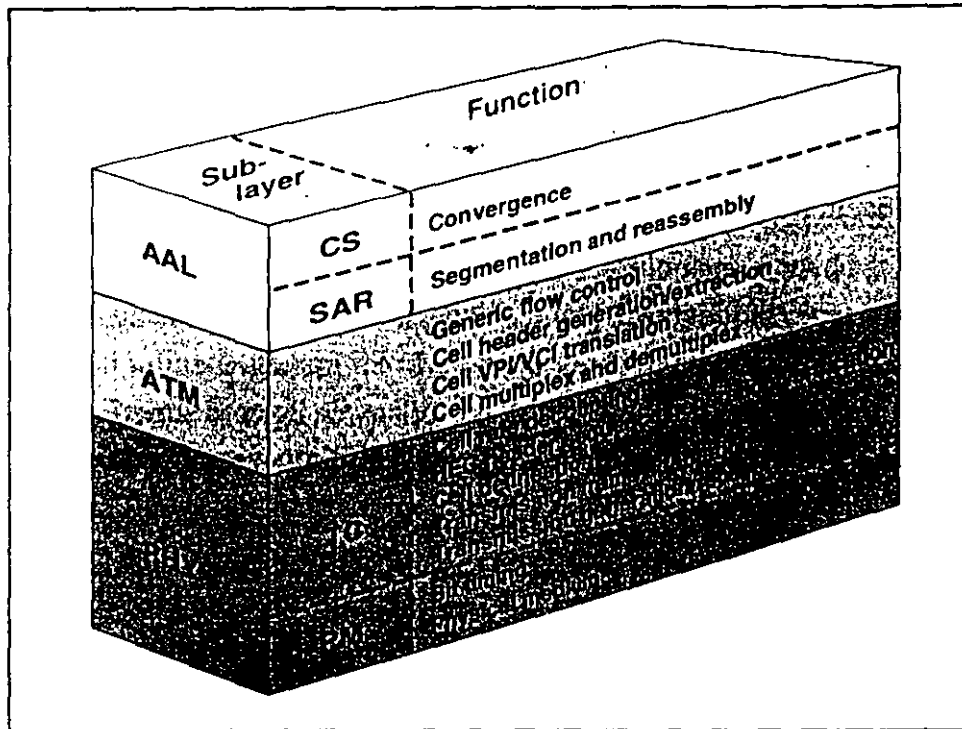


Figure 10-5b. ATM layers and sublayers.

Courtesy of STACKS, The Network Journal.

The Physical layer has two sublayers: Physical Medium (PM) and Transmission Convergence (TC). The PM sublayer provides bit-level transmission. Its functions include the electrical or optical interface into the transmission medium, such as a cable, and the timing and recovery of those bits on the transmission medium.

The TC sublayer has five functions: frame generation, frame adaptation, cell delineation, Header Error Correction (HEC) generation, and cell-rate decoupling. Frame generation creates and recovers the data frame sent by the PM sublayer. Next, cells transmitted by the ATM layer must be adapted to the data-frame format required for the PM sublayer. In the receive direction, the frame-adaptation function extracts the cells from the frame. The cell-delineation function identifies the boundaries of cells so the ATM layer can decode them properly. Next, HEC sequence is calculated and added to the ATM header for transmitted frames. For received frames, the cell head-

Chapter 10: ATM Architecture

ers are checked for errors. If errors are found, they are corrected when possible. If they cannot be corrected, the cell is discarded. Finally, cell-rate decoupling inserts or suppresses idle cells, adapting the transmission rate of the valid ATM cells to the payload capacity of the transmission system.

The ATM layer functions independently of the Physical layer and performs four operations on cells: multiplexing, VPI/VCI translation, header generation, and flow control. In the transmit direction, the ATM layer multiplexes cells from individual virtual paths (VPs) and virtual channels (VCs) into a composite cell flow. In the receive direction, demultiplexing directs cells from the composite cell flow to the appropriate VP or VC. Next, the VPI/VCI fields in the incoming cell may require mapping to new VPI/VCI values. Third, the ATM layer generates an ATM header and adds it to the payload for transmission or extracts the payload from a received cell and passes that payload to the next highest layer. Finally, the ATM layer may generate cells to carry Generic Flow Control (GFC) information.

The AAL maps the higher layers (for example, services that define the signal type used) into the ATM layer (for instance, cells). AAL consists of two sublayers: the Segmentation and Reassembly (SAR) sublayer and the Convergence sublayer (CS). The SAR sublayer segments the variable-length higher-layer information to be transmitted into fixed-length ATM payloads, and reassembles the received payloads into the higher-layer information. The CS performs functions required by the AAL type in use, and is therefore service-dependent. In some cases, CS functions may be subdivided into a Common Part Convergence Sublayer (CPCS), or the lower sublayer; and a Service Specific Convergence Sublayer (SSCS), or the upper sublayer.

10.4 ATM Interfaces

A broadband network may include several interfaces (see Figure 10-6): the UNI, the ATM DXI, the network-node interface (NNI), the private network-node interface (PNNI), and the Broadband Inter-Carrier Interface (B-ICI).

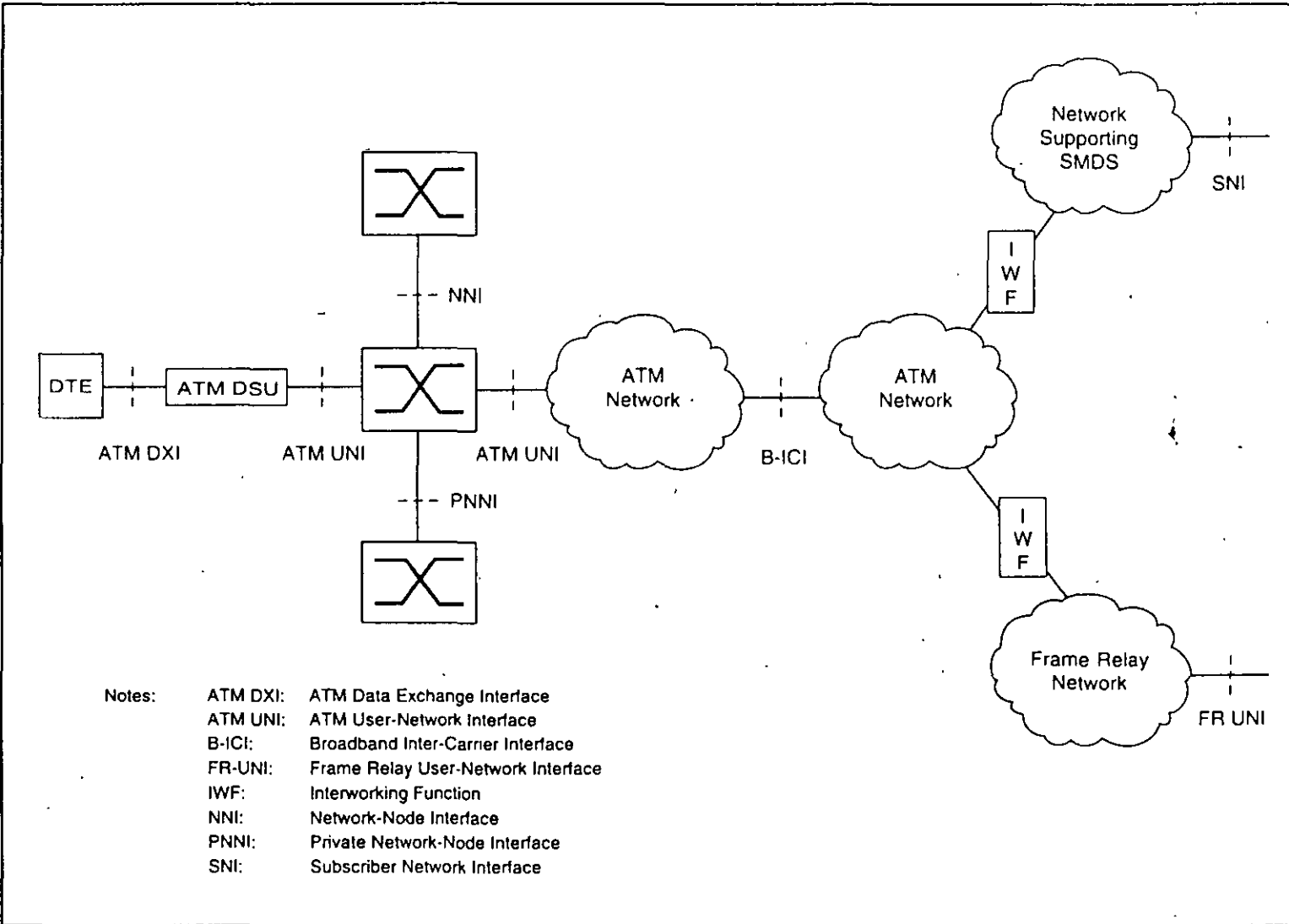


Figure 10-6. ATM interfaces.

Chapter 10: ATM Architecture

The UNI connects the ATM network and premises equipment, which could include an ATM switch. There are two types of UNIs: public and private. A public UNI connects a private ATM switch to a public ATM service provider's network. A private UNI connects ATM users with the ATM switch [10-27].

Some applications divide the ATM protocol functions between the DTE, such as a router, and the hardware interface to the UNI, such as an ATM DSU. The DXI defines the protocol operations between these two devices.

The NNI describes network interconnection within a single carrier's network or between two carrier networks. The PNNI specifies a protocol through which ATM switches that are part of a private ATM network may communicate. The PNNI specification defines two possible configurations: a Private Network-Node Interface, operating between two switches; or a Private Network-to-Network Interface, operating between two groups of switches, or ATM networks. When an NNI interconnects public ATM carriers, it is often referred to as the B-ICI.

When an ATM network connects to either a public or private network, such as frame relay or SMDS, conversions between the two network protocols are required. IWF processes, which the ATM Forum's B-ICI specification defines, perform these conversions.

10.5 ATM Connections: VPIs and VCIs

Whether sent at the UNI or the NNI, each ATM cell contains information that identifies its virtual channel. This identification has two parts, which are both used at the ATM layer: a VPI and a VCI (see References [10-28] through [10-30]).

A *virtual path* is a bundle of virtual channel links, all having the same endpoint. So, the virtual path is like a large telephone cable, where all circuits terminate at a central office. The VPI is either assigned or removed to originate or terminate a virtual path link. These links are concatenated to form a virtual path connection (VPC). Each virtual channel link within a VPC maintains the cell transmission sequence, but does not ensure the integrity of an individual cell.

ITU-T Recommendation I.311 defines the *virtual channel* as "a unidirectional communication capability for the transport of ATM cells." A VCI is either assigned or removed, respectively, to originate or terminate a virtual channel link. Virtual channel links are concatenated to form a virtual channel connection (VCC), an end-to-end cell path at the ATM layer.

Chapter 10: ATM Architecture

The physical transmission path (see Figure 10-7) contains the virtual paths and their VPIs, as well as the virtual channels and their VCIs.

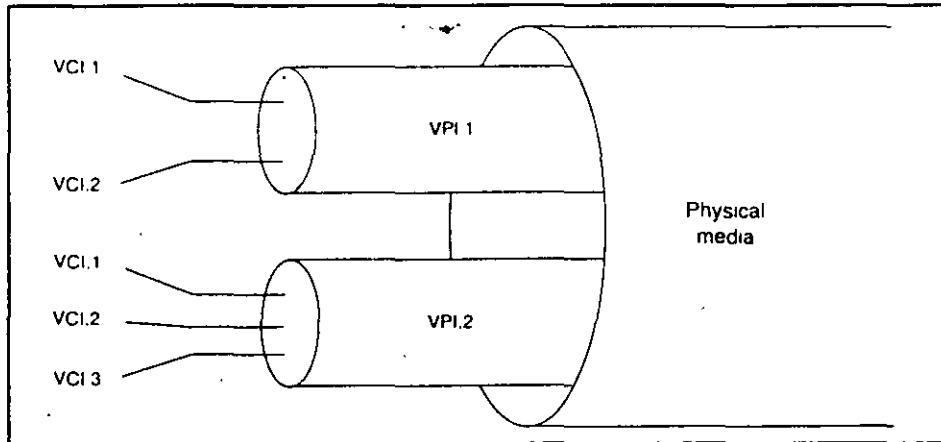


Figure 10-7. The relationship between virtual channels, virtual paths, and physical paths.

Source: De Prycker, Peschi, and Van Landegem, "B-ISDN and the OSI Protocol Reference Model," IEEE Network Magazine, March 1993, © 1993 IEEE.

The ATM layer provides the logical connection between two AAL processes. The virtual channel link connects a terminal equipment (TE) device with an ATM node (see Figure 10-8). The concatenation of two or more virtual channel links forms a VCC. Similarly, VPCs carry bundles of VCCs on an end-to-end basis.

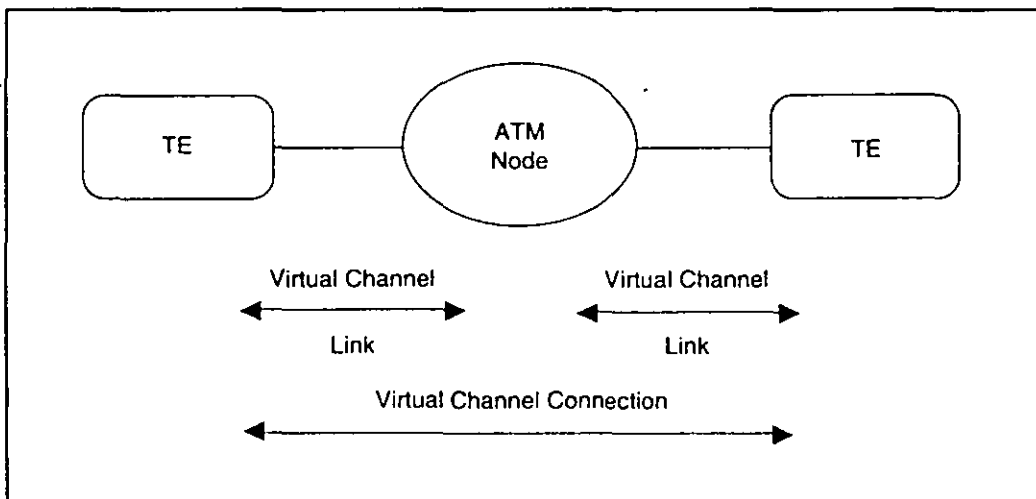


Figure 10-8. Virtual channel link and connection.

Source: De Prycker, Peschi, and Van Landegem, "B-ISDN and the OSI Protocol Reference Model," IEEE Network Magazine, March 1993, © 1993 IEEE.

Chapter 10: ATM Architecture

An ATM node may also simultaneously support multiple end-user services (see Figure 10-9). Each service may require a different data-transfer mechanism, such as variable bit rate or constant bit rate. Thus, different AAL types have been defined. Each end-user service would be addressed by two VCI/VPI pairs: one to transmit and one to receive.

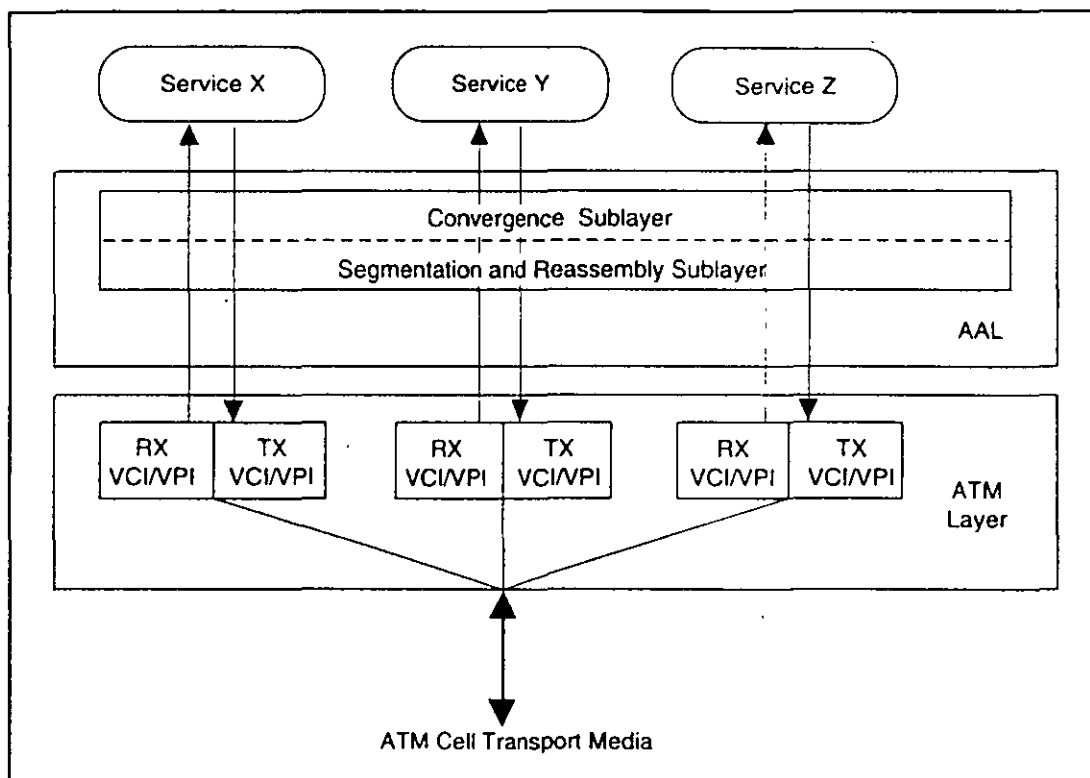


Figure 10.9. Virtual connection end points.

Source: Armitage and Adams, "Packet Reassembly During Cell Loss,"
IEEE Network Magazine, September 1993, © 1993 IEEE.

10.6 ATM Protocols

Specific protocols have been defined for each layer of the ATM architecture. The following sections look at the Physical, ATM, and AAL layers. ITU-T Recommendations I.413 and I.432, the ATM Forum's UNI specification [10-27] plus various physical specifications, and Bellcore's TR-NWT-001112 [10-31] are excellent references for the Physical layer. ITU-T Recommendations I.361, I.362, and I.363, plus Bellcore's GR-1113-CORE [10-32], explain the ATM and ATM Adaptation layers.

Chapter 10: ATM Architecture

10.6.1 The Physical Layer: Physical Medium and Transmission Convergence (TC)

The ATM PHY layer contains two sublayers: TC and the Physical Medium Dependent (PMD). The PMD sublayer provides the physical interface to the cable and deals with bit timing, connectors, and so on. The TC interfaces with the ATM layer. It extracts cells from the incoming PMD bit stream and passes them to the ATM layer, and vice versa.

ITU-T Recommendation I.432 defines two options for the B-ISDN UNI Physical layer. The first specification operates at 155.520 Mbps over two coaxial cables. The second operates at 622.080 Mbps over two single-mode fiber cables.

In the UNI 3.1 Specification, the ATM Forum defines a number of options for the Physical layer interface at either public or private UNIs. These include:

- A public or private UNI for the SONET STS-3c interface at 155.520 Mbps, operating over multimode or single-mode fiber.
- A public or private UNI for the DS3 interface at 44.736 Mbps, operating over coax pairs.
- The Transparent Asynchronous Transmitter/Receiver Interface (TAXI[®]), at 100 Mbps over multimode fiber (private UNI). This interface was developed by Advanced Micro Devices Inc. and uses 4B/5B encoding, based on the encoding scheme used with FDDI.
- A private UNI operating at 155.520 Mbps with an 8B/10B data-encoding scheme, operating over multimode fiber or shielded twisted-pair cables.
- Future development for an interface operating at the E3 rate (34.368 Mbps), based on ITU-T G.703 and G.804.
- Future development for an interface operating at the E4 rate (139.264 Mbps), based on ITU-T G.703 and G.804.

Chapter 10: ATM Architecture

Since the publication of the UNI 3.1 Specification, the ATM Forum has developed other interface specifications:

- A public UNI for the DS1 interface at 44.736 Mbps, operating over twisted pairs.
- A private UNI at 25.6 Mbps, operating over unshielded or shielded twisted pairs.
- A UNI at 6.312 Mbps for the DS-2 interface.
- A UNI for the STS-1 interface operating at 155 Mbps over unshielded twisted pairs (UTP-3 cable).
- A UNI for the STS-3c interface operating at 155 Mbps over unshielded twisted-pairs (UTP-5 cable).
- A UNI for the OC-12 interface operating at 622.08 Mbps.
- The Universal Test and Operations Physical Interface for ATM (UTOPIA).

The above interfaces are documented in individual documents and are available on the Forum's Web and FTP servers [10-23].

10.6.2 The ATM Layer

You can loosely compare the ATM layer and its associated Physical layer with the OSI Physical layer. Both architectures require a physical transmission medium, including the cable type, connectors, and so on, as shown in the lower portion of Figure 10-10. But the ATM layer also includes the VPIs and the virtual connection that perform multiplexing (see upper portion of Figure 10-10). These multiplexing functions have been described as a virtual physical service, because the VCCs with the VPIs and VCIs act as a "virtual wire" between two end points, as described in Reference [10-26].

Chapter 10: ATM Architecture

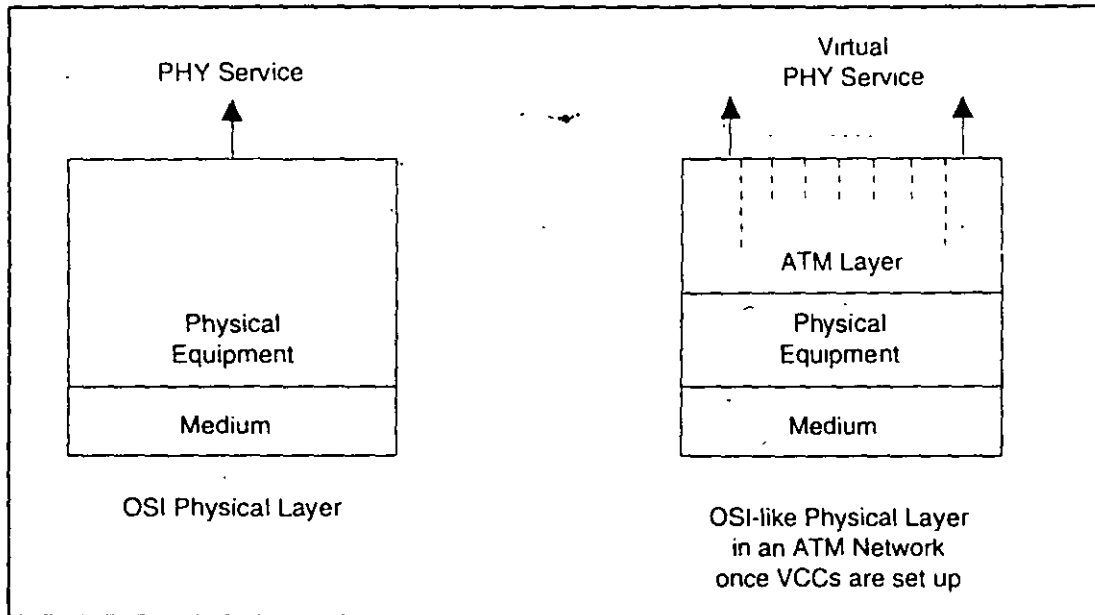


Figure 10-10. OSI and ATM networks: the physical service.

Source: De Prycker, Peschi, and Van Landegem, "B-ISDN and the OSI Protocol Reference Model," IEEE Network Magazine, March 1993, © 1993 IEEE.

10.6.3 ATM Layer Service Categories

Many recently published standards, including the ITU-T I.371 [10-33] and ATM Forum documents, such as the Traffic Management specification [10-34], describe service categories for the ATM layer that enable ATM technology to be used for a wide variety of applications. (In the next section, we will study the ITU-T's classes of service that apply to the ATM Adaptation Layer, or AAL.) Both ATM providers and ATM users benefit when the type of service provided and the type of service supplied are clearly defined.

Chapter 10: ATM Architecture

Attribute	ATM Layer Service Category				
	CBR	rt-VBR	nrt-VBR	UBR	ABR
Traffic Parameters:					
PCR and CDVT ^(4,5)	Specified			Specified ⁽²⁾	Specified ⁽³⁾
SCR, MBS, CDVT ^(4,5)	n/a	Specified		n/a	
MCR ⁽⁴⁾	n/a			n/a	Specified
QoS Parameters:					
Peak-to-Peak CDV	Specified		Unspecified		
MaxCTD	Specified		Unspecified		
CLR ⁽⁴⁾	Specified			Unspecified	(1)
Other Attributes:					
Feedback	Unspecified				Specified ⁽⁶⁾

Abbreviations:

<p>Service Categories</p> <p>CBR: Constant Bit Rate rt-VBR: Real-Time Variable Bit Rate nrtVBR: Non-Real-Time Variable Bit Rate UBR: Unspecified Bit Rate ABR: Available Bit Rate</p>	<p>Traffic Parameters</p> <p>CDVT: Cell Delay Variation Tolerance MBS: Maximum Burst Size MCR: Minimum Cell Rate PCR: Peak Cell Rate SCR: Sustainable Cell Rate</p>
--	--

QoS Parameters

CDV: Cell Delay Variation
CLR: Cell Loss Ratio
CTD: Cell Transfer Delay

Notes:

- (1) CLR is low for sources that adjust cell flow in response to control information. Whether a quantitative value for CLR is specified is network specific.
- (2) May not be subject to CAC and UPC procedures.
- (3) Represents the maximum rate at which the ABR source may ever send. The actual rate is subject to the control information.
- (4) These parameters are either explicitly or implicitly specified for PVCs or SVCs.
- (5) CDVT refers to the Cell Delay Variation Tolerance. CDVT is not signaled. In general, CDVT need not have a unique value for a connection. Different values may apply at each interface along the path of a connection.
- (6) Defined by the Flow Control Model and Service Model for the ABR Service Category.

Figure 10-11. ATM layer service categories.

*Source: Traffic Management Specification Version 4.0, The ATM Forum, April 1996.
Copyright © 1996, The ATM Forum.*

Chapter 10: ATM Architecture

The ATM Service Architecture specifies five different service categories: Constant Bit Rate (CBR), Real-Time Variable Bit Rate (rt-VBR), Non-Real-Time Variable Bit Rate (nrt-VBR), Unspecified Bit Rate (UBR), and Available Bit Rate (ABR), as shown in Figure 10-11. Each of these five categories has a number of traffic parameters, including the Minimum Cell Rate (MCR), Peak Cell Rate (PCR), Sustainable Cell Rate (SCR), Cell Delay Variation Tolerance (CDVT), and Maximum Burst Size (MBS). In addition, there are Quality of Service (QoS) parameters, including Peak-to-Peak Cell Delay Variation (CDV), Maximum Cell Delay Variation (maxCDV), and Cell Loss Ratio (CLR). For ABR service, a feedback mechanism is used to control the flow of the cells; it is described in detail in Reference [10-34]. The specific services are defined below:

- *Constant Bit Rate (CBR) service* provides a fixed bandwidth for the duration of the circuit connection. In addition, a timing relationship is maintained between the source and destination. This service is intended to be used by real-time applications that require constraints on the CTD and the CDV, such as voice, videoconferencing, television, or circuit emulation service (CES).
- *Variable Bit Rate (VBR) service* is divided into two subclasses: real-time VBR (rt-VBR) and non-real-time VBR (nrt-VBR). The rt-VBR is intended for applications that are time-sensitive, such as multimedia, where the cell delay and cell delay variation must be controlled. The nrt-VBR is intended for applications—such as transaction processing or frame relay interworking—that have bursty traffic, but do not require such stringent controls on cell delay.

Chapter 10: ATM Architecture

- *Unspecified Bit Rate (UBR) service* does not guarantee any traffic or QoS parameters. When excess network capacity exists, service is offered to UBR connections, similar to a zero CIR with frame relay. As such, it is referred to as a best-efforts service. Example applications include data or image retrieval or remote terminal functions.
- *Available Bit Rate (ABR) service* is intended to support applications that are able to increase or decrease their information throughput if network circumstances dictate. To implement ABR service requires an end-to-end, rate-based flow control mechanism for the data. The PCR traffic descriptor is negotiated (the user's commitment not to exceed), as is a Minimum Cell Rate (the network's commitment to provide). ABR service is thus designed for non-real-time applications that do not have delay sensitivity. Applications for ABR would include data transfers, such as LAN emulation and distributed file services.

The topic of ATM traffic management has generated a great deal of research in the last few years. References [10-35] through [10-40] are examples of some of the work that has been done in this area.

10.6.4 ATM Adaptation Layer CS and SAR

The AAL translates data from the higher layer into the cell formats carried in the ATM layer. Recommendation I.362 defines four classes of services that the AAL provides, which depend on three parameters: the timing relation between source and destination (required or not required), the bit rate (constant or variable), and the connection mode (connection-oriented or connectionless). The use of these four classes—A, B, C, and D, described below—minimizes the number of AAL protocols (Figure 10-12).

Chapter 10: ATM Architecture

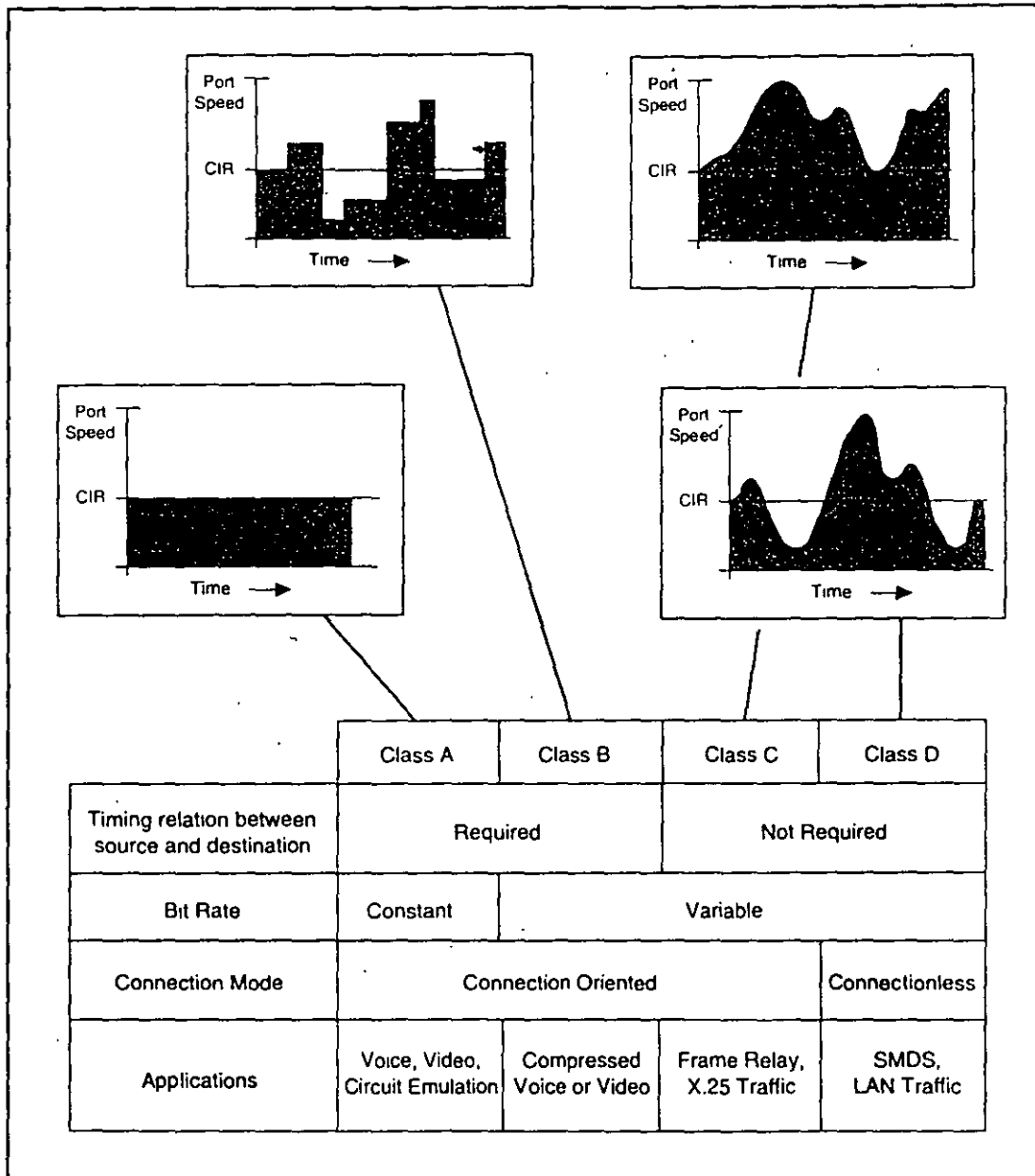


Figure 10-12. AAL service classes.

Courtesy of AT&T.

Chapter 10: ATM Architecture

It should be noted that at the present time, the ATM Forum's ATM layer service categories (CBR, VBR, etc.) are used more frequently than the ITU-T Classes (A, B, etc.) to describe the type of service provided to the application. Nevertheless, the ITU-T classes of service described below are found in many reference documents, and are discussed here for the sake of completeness.

- Class A: Connection-oriented, constant bit-rate data with a timing relationship between source and destination. Examples include PCM encoded voice, constant bit-rate video, and DS1 circuits.
- Class B: Connection-oriented, variable bit-rate data with a timing relationship between source and destination. Examples include compressed audio or video.
- Class C: Connection-oriented, variable bit-rate data with no timing relationship between source and destination. Examples include frame relay or X.25 traffic.
- Class D: Connectionless, variable bit-rate data with no timing relationship between source and destination. Examples include SMDS or LAN traffic.

Four different types of AALs are defined in ITU-T I.363. These have been defined to optimize the transmission of the four classes of traffic:

- Class A: AAL Type 1
- Class B: AAL Type 2 (currently being developed)
- Class C: AAL Type 3/4 and AAL Type 5
- Class D: AAL Type 3/4

The associations between the service classes and AAL types are not restrictive, however. Specific implementations may deviate from the list above.

Chapter 10: ATM Architecture

10.6.5 Layer Operation and Interaction

To see the functions of the Physical, ATM, and AAL layers, follow the transmission of a cell from one ATM layer entity to another (see Figure 10-13 from Reference [10-32]).

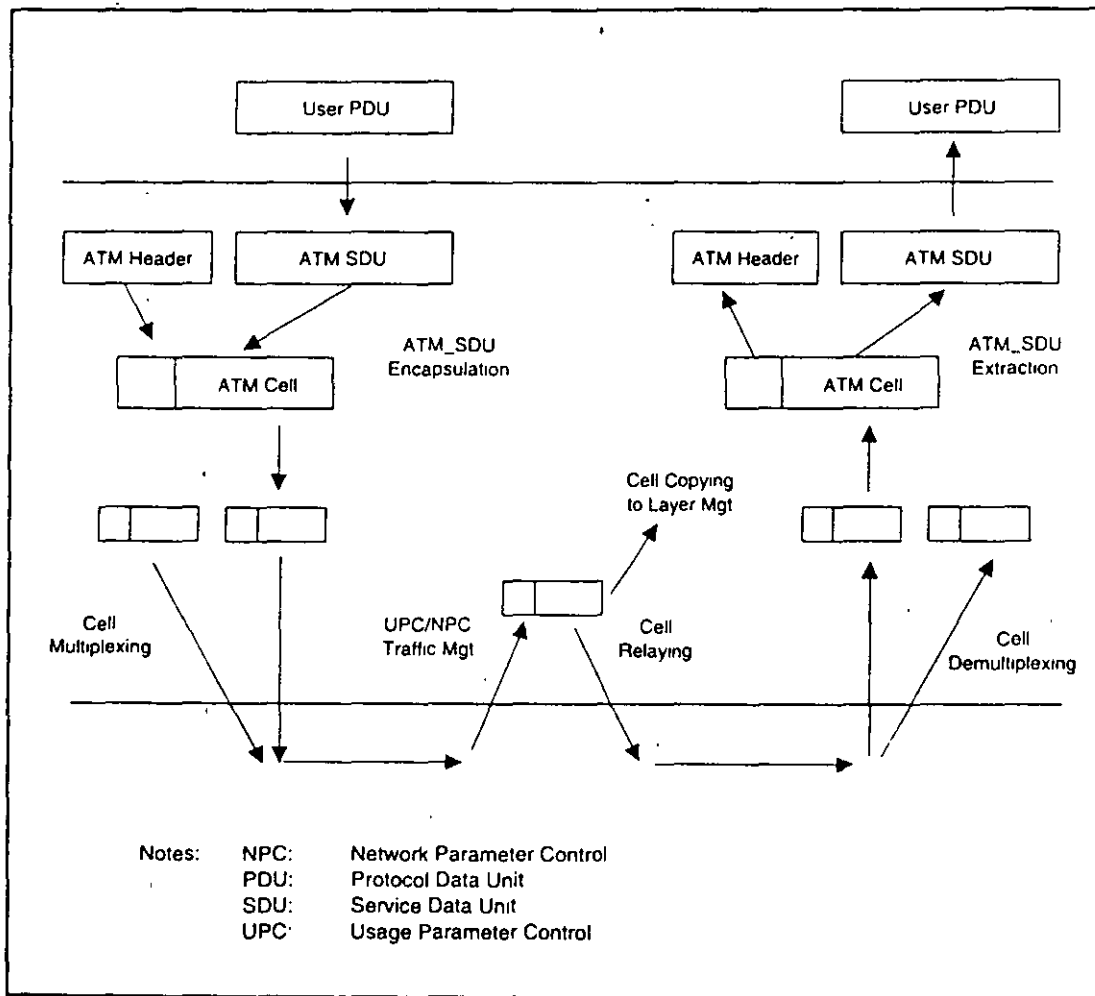


Figure 10-13. ATM_SDU encapsulation and extraction.

Source: GR-1113-CORE, © 1994, Bell Communications Research, Inc., reprinted with permission.

Chapter 10: ATM Architecture

The originating ATM user, such as the AAL, sends a User PDU to the ATM entity. This User PDU becomes the ATM SDU, or ATM payload at the originating ATM entity. The ATM_SDU is encapsulated with the ATM header, which adds VCI/VPI and other control information.

The resulting ATM cell is multiplexed with other cells and transmitted on the Physical medium. The logical connection between originating and receiving ATM entities is called the ATM peer-to-peer (APP) connection. Two control functions, Usage Parameter Control (UPC) and Network Parameter Control (NPC), monitor the traffic on that connection to ensure conformance with negotiated parameters. Some ATM entities perform network management, and may copy the payload of a cell and send it to the ATM Management (ATMM) entity for further analysis.

The receiving ATM entity performs the processes described above in the reverse order, first demultiplexing the cells, extracting the ATM_SDU, and finally passing the ATM_SDU as a User PDU to the next higher layer.

10.7 The ATM DXI

The ATM DXI lets a DTE, such as a router, and a DCE, such as an ATM DSU, jointly process the ATM protocol suite. The ATM Forum's DXI specification details the division of protocol responsibilities and the DXI operation [10-41].

The objective for this division of labor is to preserve the protocol functions at the ATM UNI, perform most protocol operations in a specialized DSU (typically referred to as an ATM DSU), and let you change the protocol in the router via a software upgrade.

The DXI Physical layer uses V.35, EIA/TIA 449/530, or EIA/TIA 612/613 (High-Speed Serial Interface—HSSI) interfaces. The DXI Data Link layer protocol is derived from the high-level HDLC protocol. Information from the DTE is encapsulated within the DXI frame and sent to the DCE. The DCE converts the frame to the appropriate ATM protocol suite.

The mode of operation (1a, 1b, or 2) and the AAL protocol type (3/4 or 5) used determine the protocols implemented within the DCE (see Figure 10-14).

Chapter 10: ATM Architecture

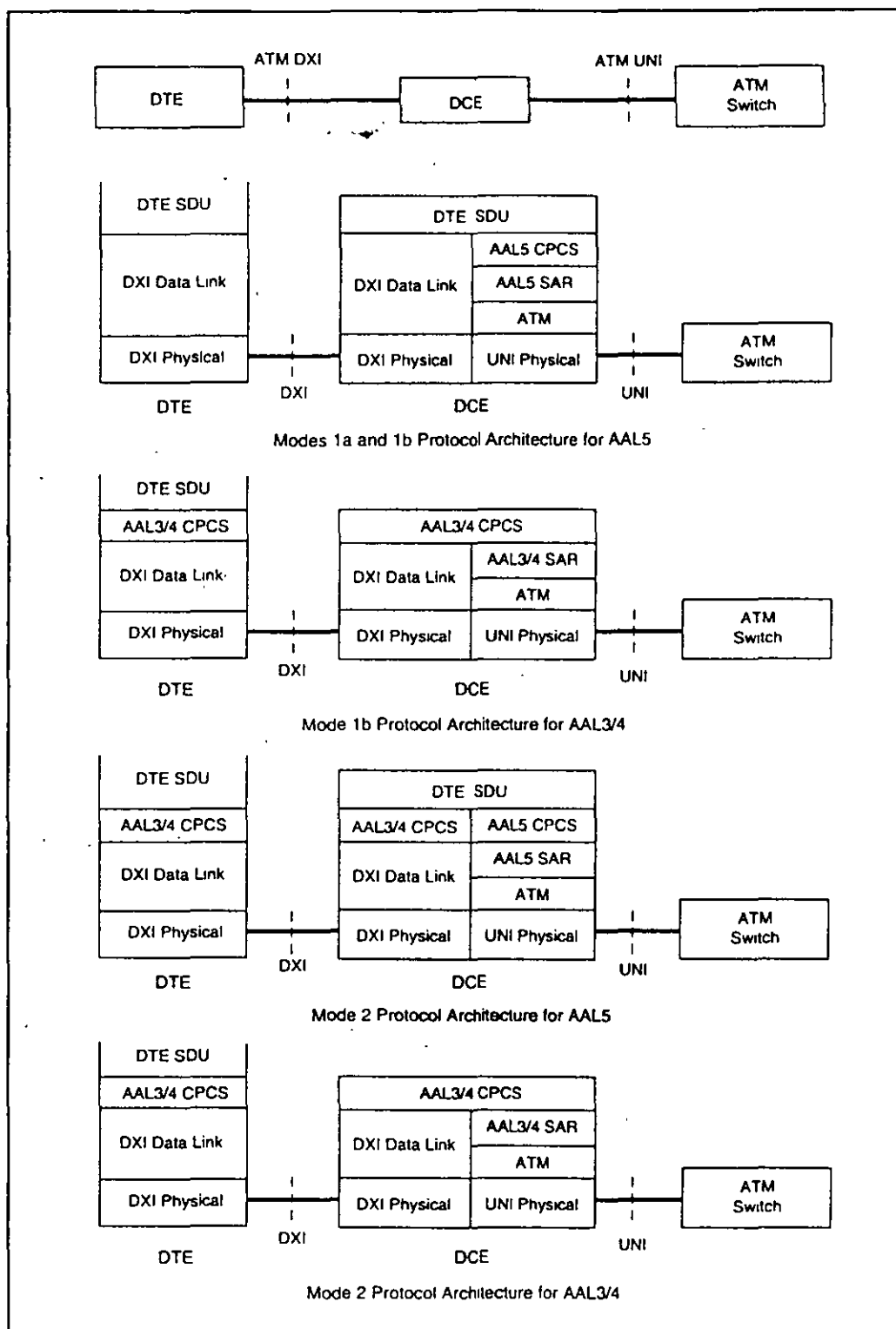


Figure 10-14. The ATM DXI architecture.

Courtesy of the ATM Forum.

Chapter 10: ATM Architecture

Mode 1a is used with AAL5 only, and can handle up to 1,023 VCs. The DTE SDU may be up to 9,232 octets long. The DCE implements the AAL5 CPCS and SAR sublayers, in addition to the ATM and Physical layers. A 16-bit FCS is implemented between DTE and DCE.

Mode 1b uses AAL3/4 for at least one VC, and AAL5 for other VCs, up to 1,023 VCs. The DTE SDU may be up to 9,224 octets long for AAL3/4 and 9,232 octets long for AAL5. A 16-bit FCS is implemented between DTE and DCE.

Mode 2 uses AAL3/4 and AAL5, one per VC, for up to 16,777,216 VCs. The DTE SDU may be up to 65,535 octets long. A 32-bit FCS is implemented between DTE and DCE.

10.8 The Frame-Based User-to-Network Interface

The Frame-based User-to-Network Interface (FUNI) is based on the ATM Data Exchange Interface, and defines an interface between DTE and an ATM network that operates at the DS1 (1.544 Mbps) or E-1 (2.048 Mbps) rates.

The user information is carried on a DS1/E1 physical circuit, and may range from a fractional up to a full DS1/E1 bandwidth. Once the user information is inside the ATM network, a conversion function changes the FUNI frame into ATM cells. This conversion function is defined for both AAL3/4 and AAL5 operation.

The Data Link Layer protocol defined for FUNI is identical to the original ATM DXI protocol. Support for operational Mode 1a is required, Mode 1b is optional, and Mode 2 is prohibited. The FUNI frame is delimited by a one-octet flag in the header and trailer. A two-octet FUNI header precedes the User Information (User_SDU), and a two-octet Frame Check Sequence (FCS) follows the User_SDU. Support for a User_SDU up to 4,096 octets long is required, with lengths up to 64K optional. The FUNI header includes a Frame Address (FA) field, which is mapped to the ATM VPI/VCI; a Congestion Notification (CN) field, which is mapped to the ATM PTI field; and a Cell Loss Priority (CLP) field, which is mapped to the ATM CLP field.

The FUNI may be multiplexed with other DS-n signals for transport efficiency. For example, a DS1 FUNI could be multiplexed with other DS1 signals for transport over a DS-3 line, and then demultiplexed back down to a DS1 FUNI signal before connecting to the ATM network. In a similar fashion, a fractional T1 (FT1) FUNI (Nx64 Kbps) could be multiplexed with other FT1 signals, transported over a DS1

Chapter 10: ATM Architecture

line, and then demultiplexed to a fractional payload of a DS1 before connecting to the ATM network. In this way, FUNI information and other signals, such as voice, may be combined for more efficient transport to the carrier, and then separated before further processing.

For additional details, refer to the ATM Forum's FUNI Specification [10-42] and Reference [10-43].

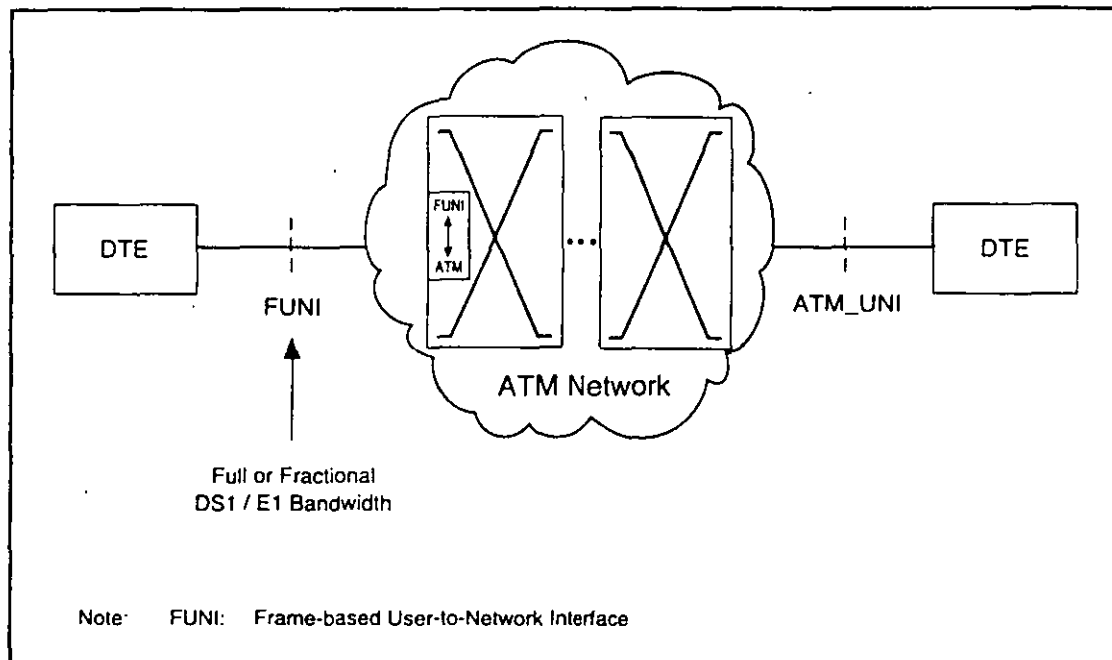


Figure 10-15. FUNI architecture.

10.9 Multiprotocol Encapsulation over AAL5

The popularity of the TCP/IP suite means that new networking technologies, such as ATM, must support these protocols. RFC 1483, "Multiprotocol Encapsulation over ATM Adaptation Layer 5" [10-44], defines two methods of support: LLC encapsulation and VC-based multiplexing. For both cases, the TCP/IP information is carried in the payload field of the Common Part Convergence Sublayer PDU, and the SSCS of AAL5 is empty.

The LLC encapsulation method is based on techniques developed for use with SMDS. This method allows multiplexing of multiple protocols over a single ATM virtual circuit. The receiver uses information contained within LLC and SNAP head-

Chapter 10: ATM Architecture

ers to identify the protocol carried within that PDU. The LLC encapsulation method is used when it is not feasible to have a separate VC for each protocol or when network charges are based on the number of active VCs.

The VC-based multiplexing technique uses ATM VCs to implicitly provide higher-layer protocol multiplexing. In other words, each protocol is carried on a separate VC. This method is used when it is feasible and economical to dynamically create large numbers of virtual circuits.

Reference [10-45] discusses some of the implementation issues in greater detail.

10.10 LAN Emulation

LAN Emulation, or LANE as it is commonly known, is a service that allows existing end-user applications to access an ATM network. More importantly, this access should appear to the application as if it were using more traditional protocols, such as TCP/IP or Novell's Internetwork Packet Exchange (IPX), and running over more traditional LANs such as Ethernet or token ring. One of the design constraints is to account for the differences in protocol design—ATM is connection-oriented, whereas IP and IPX are connectionless. A number of functions, including setting up the ATM connection and translating LAN to ATM addresses, must be hidden from the upper layers, thus making the application think it is operating over a traditional network.

The ATM Forum has defined two different interfaces for LAN Emulation: a LAN Emulation User to Network Interface, called LUNI; and a LAN Emulation Network to Network Interface, called LENNI. Current work has focused on the LUNI. The ATM Forum's LAN Emulation specification [10-46] defines two scenarios that are applicable. In the first, an ATM network may be used to interconnect Ethernets to Ethernets, an Ethernet to an ATM device, or an ATM device to another ATM device. The second scenario replaces Ethernet LANs with token ring LANs under similar conditions. To make either of these systems operate requires the LAN Emulation protocol stack, shown in Figure 10-16. Notice that the LAN host and its applications operate over traditional protocols, such as TCP/IP and IPX, and that a driver, such as NDIS or ODI, provides an interface between the upper-layer software and the MAC layer hardware. The ATM-to-LAN converter sits at the edge of the network running dual protocol stacks: one that communicates with the LAN (on the right) and another that communicates with the ATM switch (on the left). Note that this ATM-to-LAN converter is functioning as a

Chapter 10: ATM Architecture

bridge, operating independent of the Network and higher-layer protocols. The ATM switch (or switches) do not participate in LAN emulation other than to switch the ATM connections, as would be the case with any other ATM-based network scenario. An element of LAN emulation is also active on the ATM host (left side of Figure 10-16), masking the ATM functions from the higher-layer processes as well.

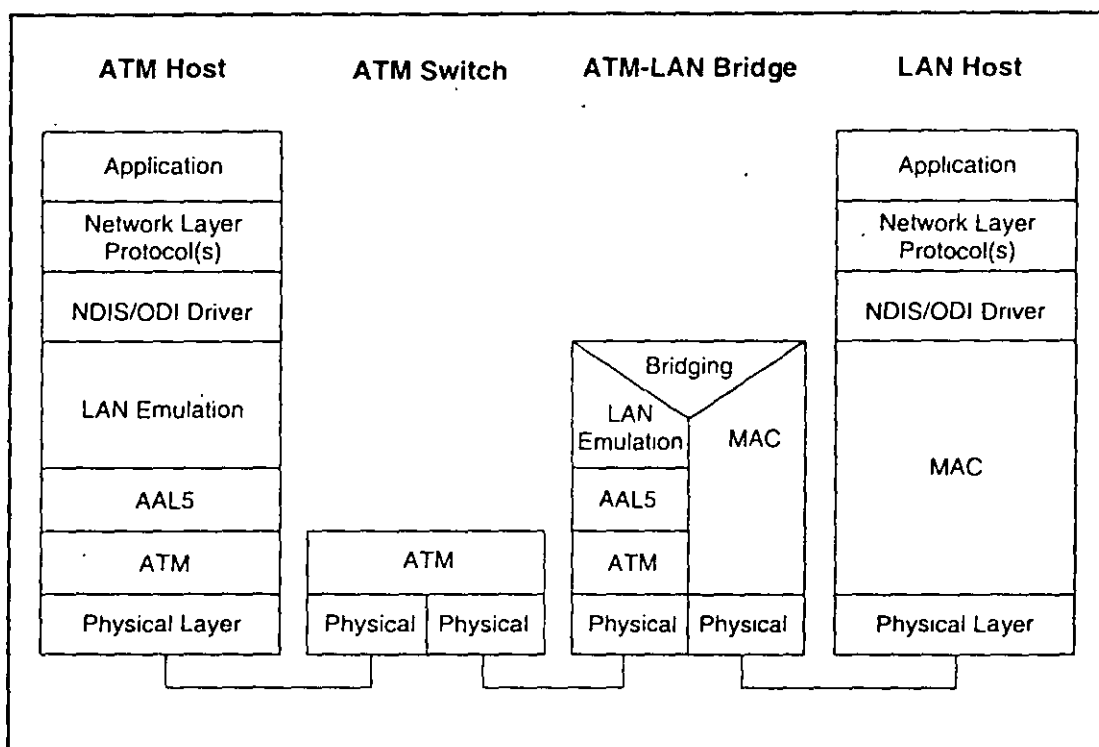


Figure 10-16. LANE architecture.

Courtesy of 3Com Corporation.

In summary, the LAN emulation function maps the Ethernet or token ring MAC layer functions into ATM virtual connections, while shielding the application from the connection setup and handshaking functions that the ATM switch requires. The

Chapter 10: ATM Architecture

LANE architecture is designed around a client/server paradigm, such that the LAN Emulation Client (LEC) derives information that it needs from one of several servers: the Configuration Server, the LAN Emulation Server (LES), or the Broadcast and Unknown (BUS) Server. The LEC software may be incorporated into workstation drivers, or it could be incorporated into other internetworking devices such as routers or switches. References [10-47] through [10-50] provide additional details on the operation and implementation of LAN Emulation systems.

10.11 Multiprotocol over ATM

Multiprotocol over ATM, or MPOA as it is commonly known, is a service model for end-to-end internetworking across an ATM network infrastructure. In some cases the attached devices may be running the ATM protocols, and in other cases the devices may be legacy systems, such as Ethernet or token ring LANs, that connect to the ATM network through an edge device.

MPOA is considered to be an evolution of LANE technology. The key difference between LANE and MPOA is in the layers of protocol operation—LANE operates at Layer 2 (bridging only), while MPOA operates at both Layers 2 and 3 (bridging and routing). MPOA uses LANE for its Layer 2 forwarding functions. Thus the scope of LANE is a single Layer 3 subnetwork, while MPOA allows devices to establish direct communication across ATM connections, even if the devices are in different subnetworks.

The MPOA architecture includes several key components: ATM-attached hosts, edge devices, and route servers (Figure 10-17). In addition, devices may be grouped logically into an Internet Address Summarization Group, or IASG. The IASG is defined as “a range of internetwork layer addresses summarized into internetwork layer routing,” which is similar to a subnet and its range of addresses [10-51]. In addition, an IASG is protocol-specific; thus, a device that operates two internetworking protocols (such as IP and IPX) would be a member of at least two IASGs.

Chapter 10: ATM Architecture

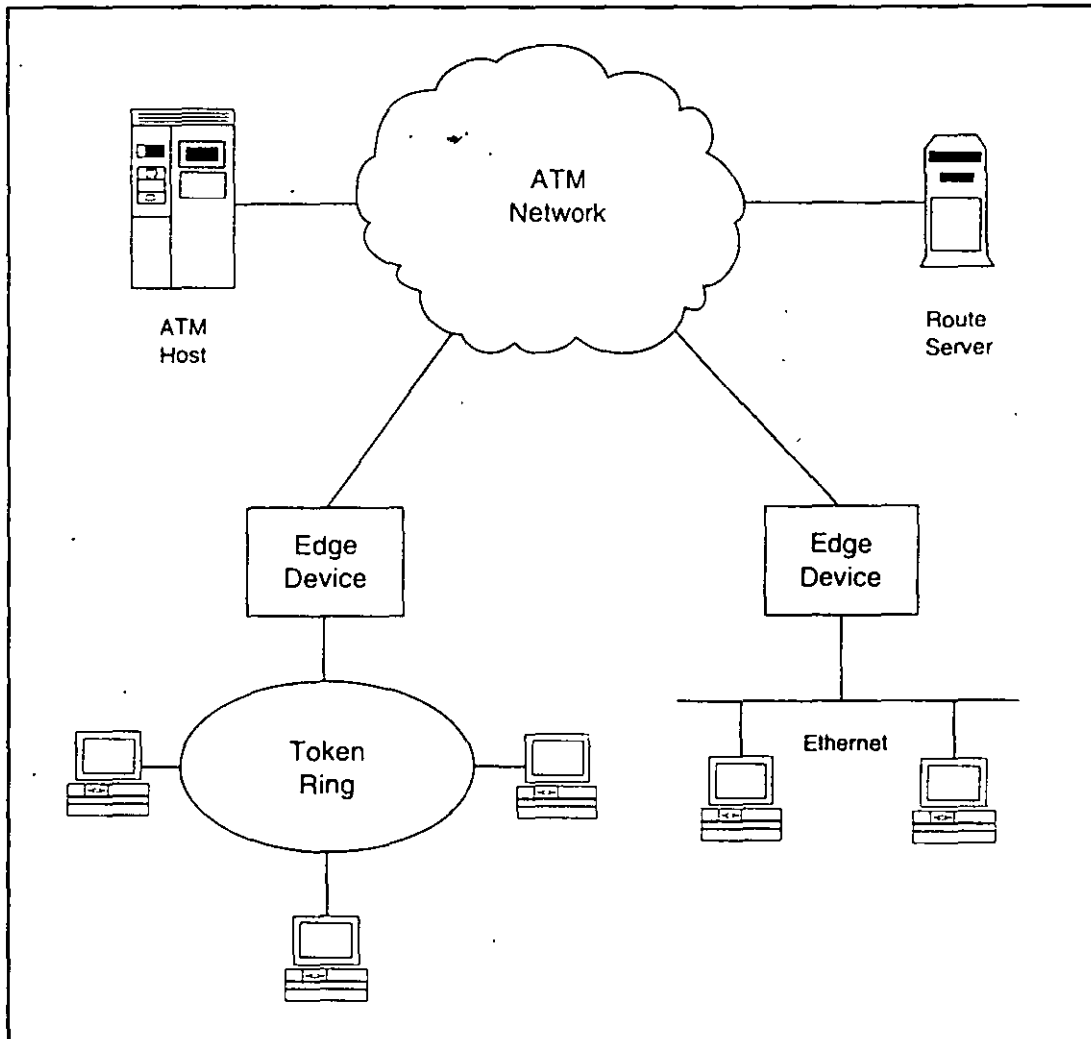


Figure 10-17. MPOA architecture.

An *edge device* provides connectivity between a legacy technology and ATM. An example would be a hub that supported token ring interfaces on one side and an ATM interface on the other. An ATM-attached host can connect directly to the ATM network and include the protocols necessary to participate in the MPOA service. The *route server* is a physical and/or logical device that provides routing information to other devices within the internetwork. This information includes Layer 2, Layer 3, and ATM addresses. If two devices that are attached to the same edge device need to communicate, the edge device forwards the packets using LANE procedures. If the packet needs to go outside its own IASG, the edge device obtains the ATM address from either its internal address cache or from a query and response from the route

Chapter 10: ATM Architecture

server. Route servers, in turn, communicate with each other to discover and update their information regarding addresses and available routes.

The MPOA architecture is expected to be completed in the 1997 timeframe. References [10-52] through [10-55] discuss application and implementation strategies for MPOA.

10.12 ATM Signaling

Because ATM provides a connection-oriented service, it uses signaling to set up and clear the connections. Signaling provides functions such as the ability to establish point-to-multipoint connections, to identify virtual paths and virtual connections, to recover from network errors, to support various ATM address formats, and to communicate end-to-end compatibility parameters (see Figure 10-18). Signaling messages are passed between any combination of three elements: endpoint equipment, such as an ATM switch; a private ATM network; or a public ATM network.

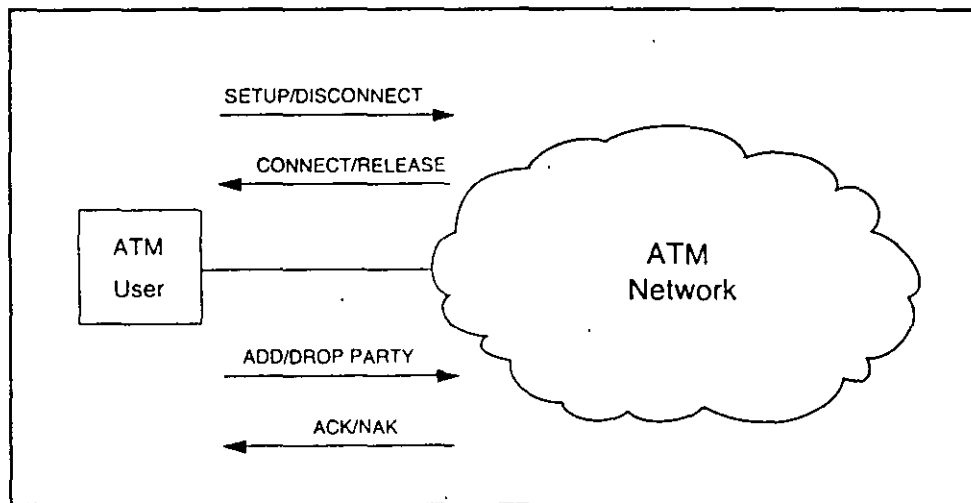


Figure 10-18. ATM signaling.

The ATM signaling protocols are based on ITU-T Recommendation Q.2931, formerly called Q.93B. The ATM Forum's Signaling Specification [10-56], Bellcore's GR-1111-CORE [10-57], and Reference [10-58] also address signaling issues.

The ATM Forum specification addresses signaling between endpoint equipment and a public network (the Public UNI), as well as signaling between endpoint equipment and a private network (the Private UNI). Private ATM networks may use the pri-

Chapter 10: ATM Architecture

vate UNI signaling. The ATM Forum's B-ICI specification addresses signaling between public ATM networks.

10.13 Interworking

ATM technology must interoperate with other broadband alternatives. The following sections consider interworking between ATM and frame relay, and between ATM and SMDS.

10.13.1 ATM/Frame Relay Interworking

Frame relay is an established broadband networking protocol, while ATM is emerging as the broadband heir apparent. Therefore, many organizations are concerned with preserving their investment in frame relay networking hardware while migrating to ATM. An architecture that solves this problem was proposed by AT&T, Cisco Systems Inc., and StrataCom Inc., and was further developed by the Frame Relay and ATM Forums in the documents entitled "Frame Relay/ATM PVC Network Interworking Implementation Agreement," FRF.5 [10-59], "Frame Relay/ATM PVC Service Interworking Implementation Agreement," FRF.8 [10-60], the ITU-T in Recommendation I.555 [10-61], and Reference [10-62].

PVCs between an ATM UNI and a frame relay UNI or NNI provide logical connections between frame relay and ATM. Figure 10-19 illustrates two PVCs. PVC I connects a frame relay user device with an ATM user device. PVC II connects a frame relay network with an ATM user device. Examples of user devices include terminal equipment and a router or a switch.

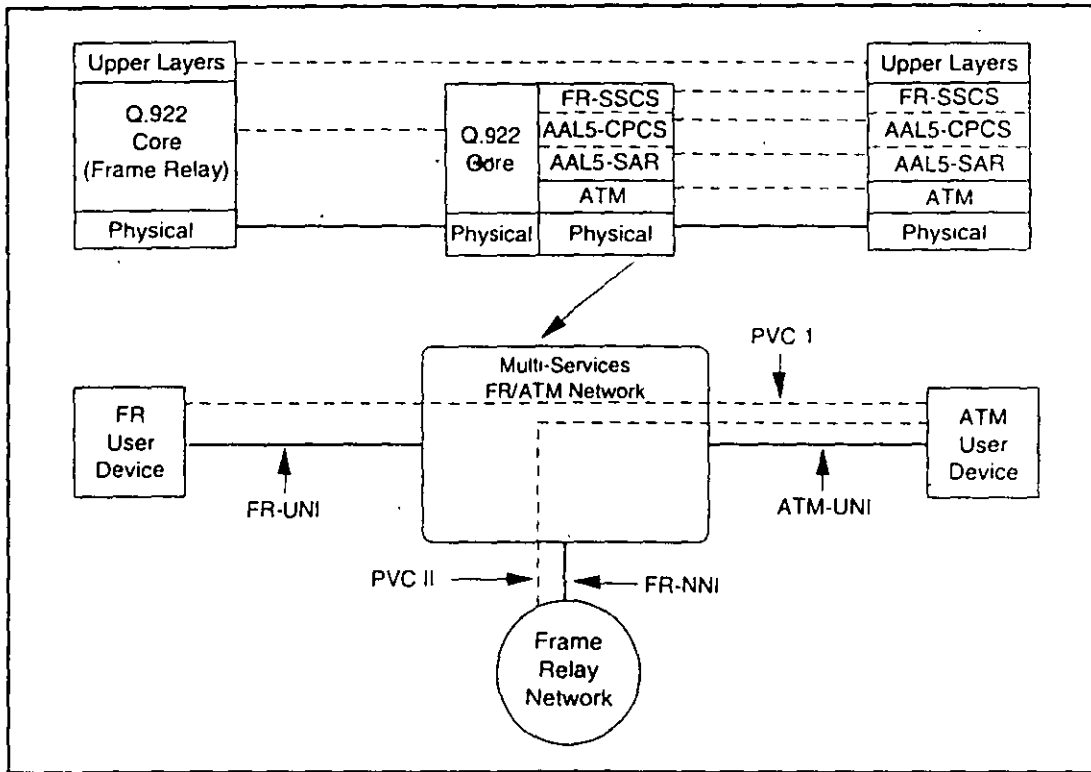


Figure 10-19. ATM/frame relay interworking.

Courtesy of AT&T, Cisco Systems, Inc., and StrataCom Inc.

Figure 10-19 illustrates the operations required to convert between the frame relay and ATM protocols. The frame relay user device uses the Q.922 Core protocols while the ATM user device uses ATM, AAL5, and the Frame Relay Service Specific Convergence Sublayer (FR-SSCS). The multiservices FR/ATM network contains both protocol stacks.

The protocol conversion occurs in two steps. First, it makes a correspondence between the two PVC identifiers: the ATM VPI/VCI and the FR DLCI. Second, it maps the protocol data unit between the FR-SSCS protocol and the Q.922 core protocol.

Chapter 10: ATM Architecture

Additional ATM/frame relay interoperability issues that the architecture addresses but that are not shown in Figure 10-19 include:

- conversion between frame relay and ATM protocols
- mapping between frame relay and ATM virtual circuits
- alignment of frame relay and ATM traffic-management parameters, such as the conversions of the frame relay CIR into a meaningful parameter for ATM traffic
- mapping of the local management information (the LMI used at the FR-UNI and the ILM I used at the ATM UNI)

The next two sections will explore the Network Interworking alternatives.

10.13.1.1 Network Interworking

Two types of interworking have been defined: Network Interworking and Service Interworking. The key differences between these two types are the location where the protocol conversions occur and the awareness of the end stations to that protocol conversion.

With FR/ATM *Network Interworking*, two frame relay users are connected via an ATM network. The presence of the ATM network as a transport between the two end users is not visible to those end users. In other words, one protocol is used on the two ends of the connection, and another protocol is used in between.

Two scenarios for Network Interworking are possible. In the first scenario, both ends of the connection are frame relay DTE (Figure 10-20). The FR/ATM protocol conversion is performed just before the data enters that ATM (or B-ISDN) network. In the second scenario (Figure 10-21), one end of the connection is frame relay (need-

Chapter 10: ATM Architecture

ing the conversion to ATM or B-ISDN) and the other end of the connection is an ATM (or B-ISDN) user running a frame relay Service Specific Convergence Sublayer (FR-SSCS), which requires no further conversion.

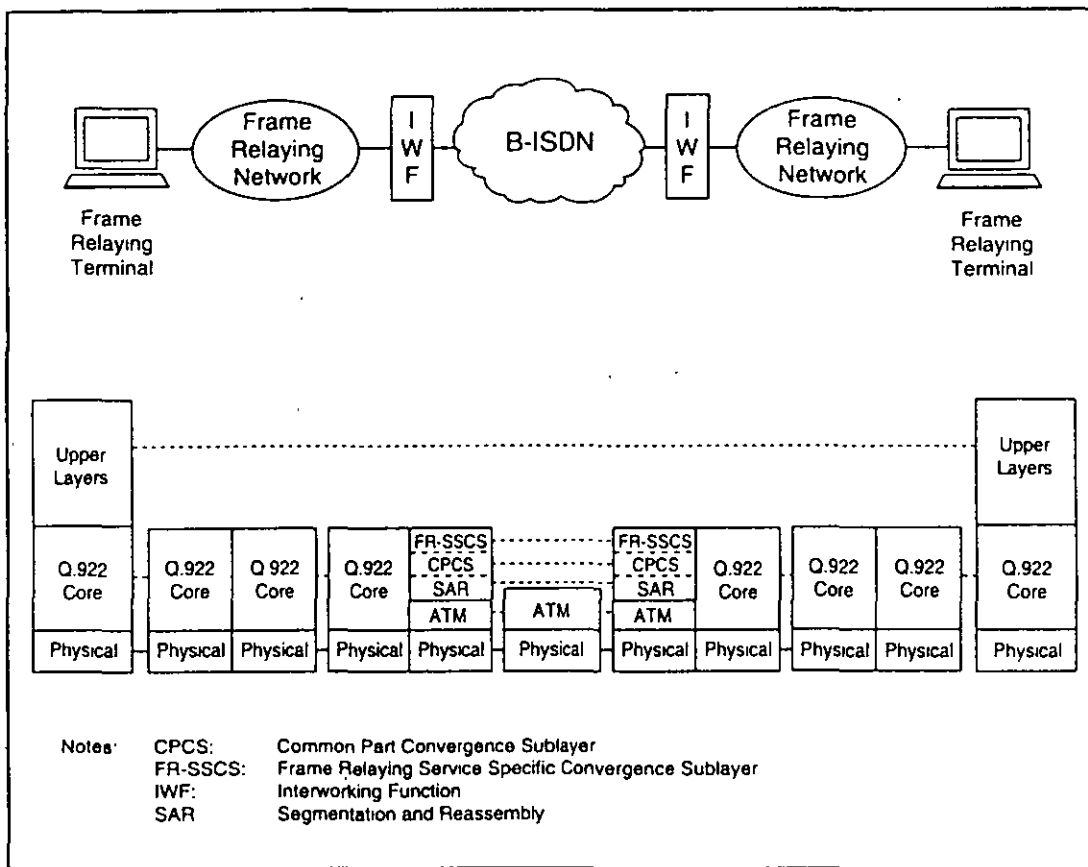


Figure 10-20. Network Interworking between Frame Relaying Bearer Service and B-ISDN (scenario 1).

Source: ITU-T I.555.

Chapter 10: ATM Architecture

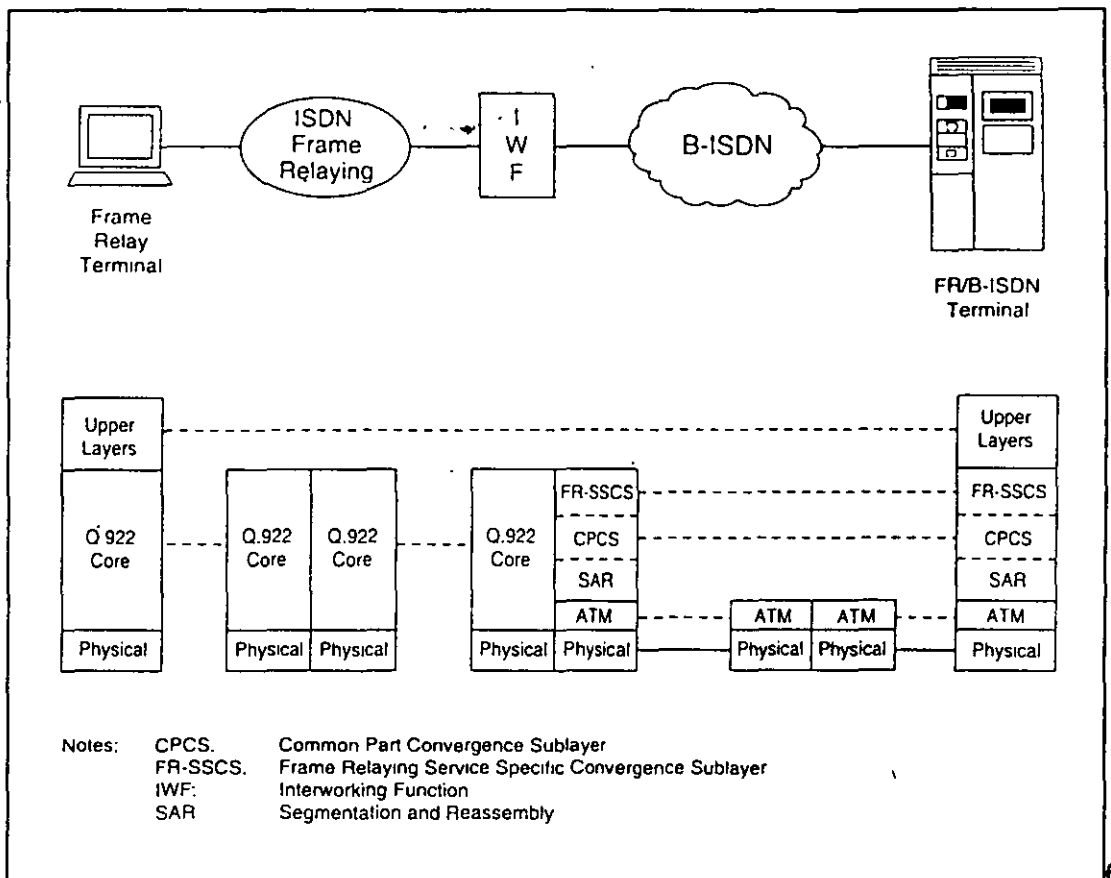


Figure 10-21. Network Interworking between Frame Relaying Bearer Service and B-ISDN (scenario 2).

Source: ITU-T I.555.

10.13.1.2 Service Interworking

Service Interworking, in contrast, allows users running dissimilar protocols to communicate directly, with the protocol conversion provided by the network. With Service Interworking, the frame relay user performs no ATM service specific functions and the ATM user performs no frame relay service specific functions (Figure 10-22). In this scenario, the ATM device has no knowledge that its remote destination is attached to a frame relay network. All necessary protocol conversions are handled by the interworking function, which is a service provided by the transport network. Hence the term “Service Interworking.”

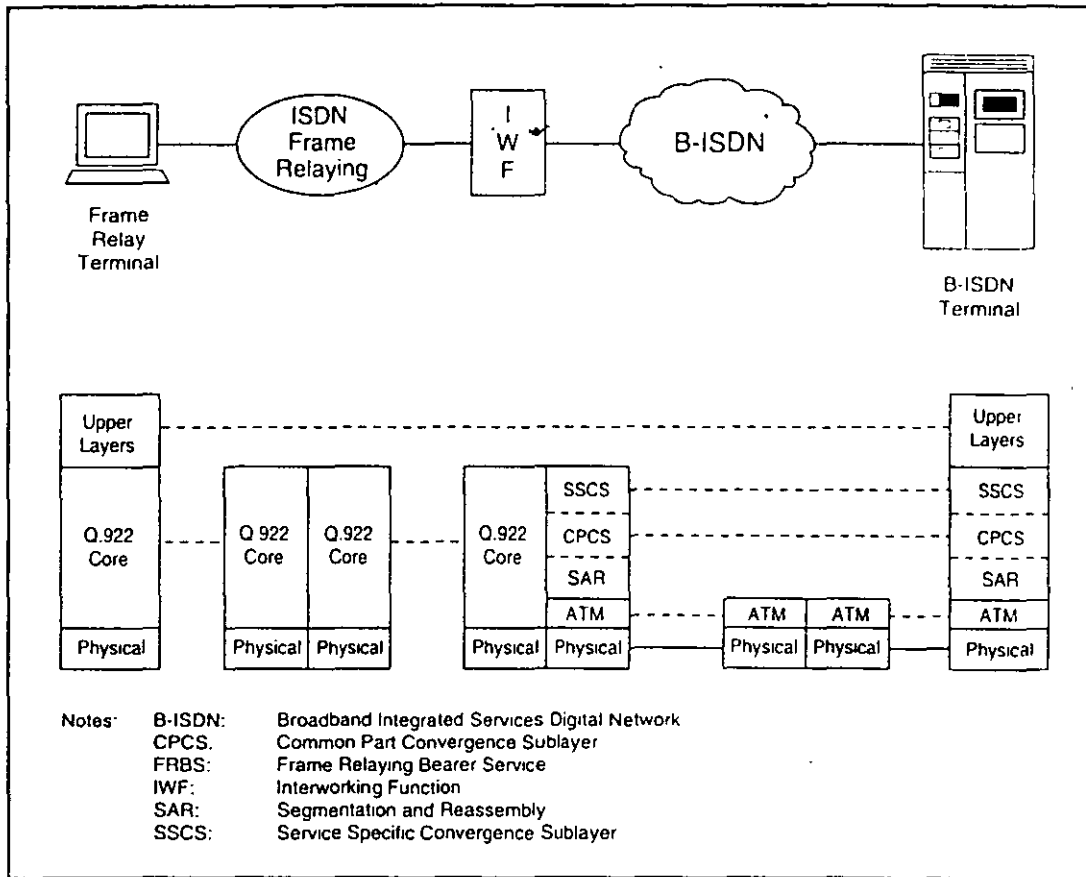


Figure 10-22. Service Interworking between Frame Relaying Bearer Service and B-ISDN.

Source: ITU-T I.555.

For more information on frame relay/ATM interworking, refer to the Implementation Agreements and ITU-T Recommendation I.555.

10.13.2 ATM/SMDS Interworking

Bellcore defines SMDS as a connectionless data-transport service. It is provided by a number of LECs and IXC. The company has documented the design requirements for a broadband switching system (BSS) that would support ATM, frame relay, and SMDS services in GR-1110-CORE [10-24]. Bellcore has proposed two scenarios for SMDS and ATM interworking (see Figure 10-23). The first (or top) scenario shows an SMDS user accessing the BSS via an SMDS SNI. At the user's end, the SMDS SIP stack is used and protocol conversions occur in the BSS. The second (or lower) scenario shows the SMDS user accessing the network via the ATM UNI. Here,

Chapter 10: ATM Architecture

the SMDS CPE uses different protocols: the SIP Connectionless Protocol (SIP_CLS) and AAL3/4. The functions of SIP Level 3 that are not part of AAL3/4 are placed in SIP_CLS. So, the SMDS user receives the equivalent of SIP Level 3.

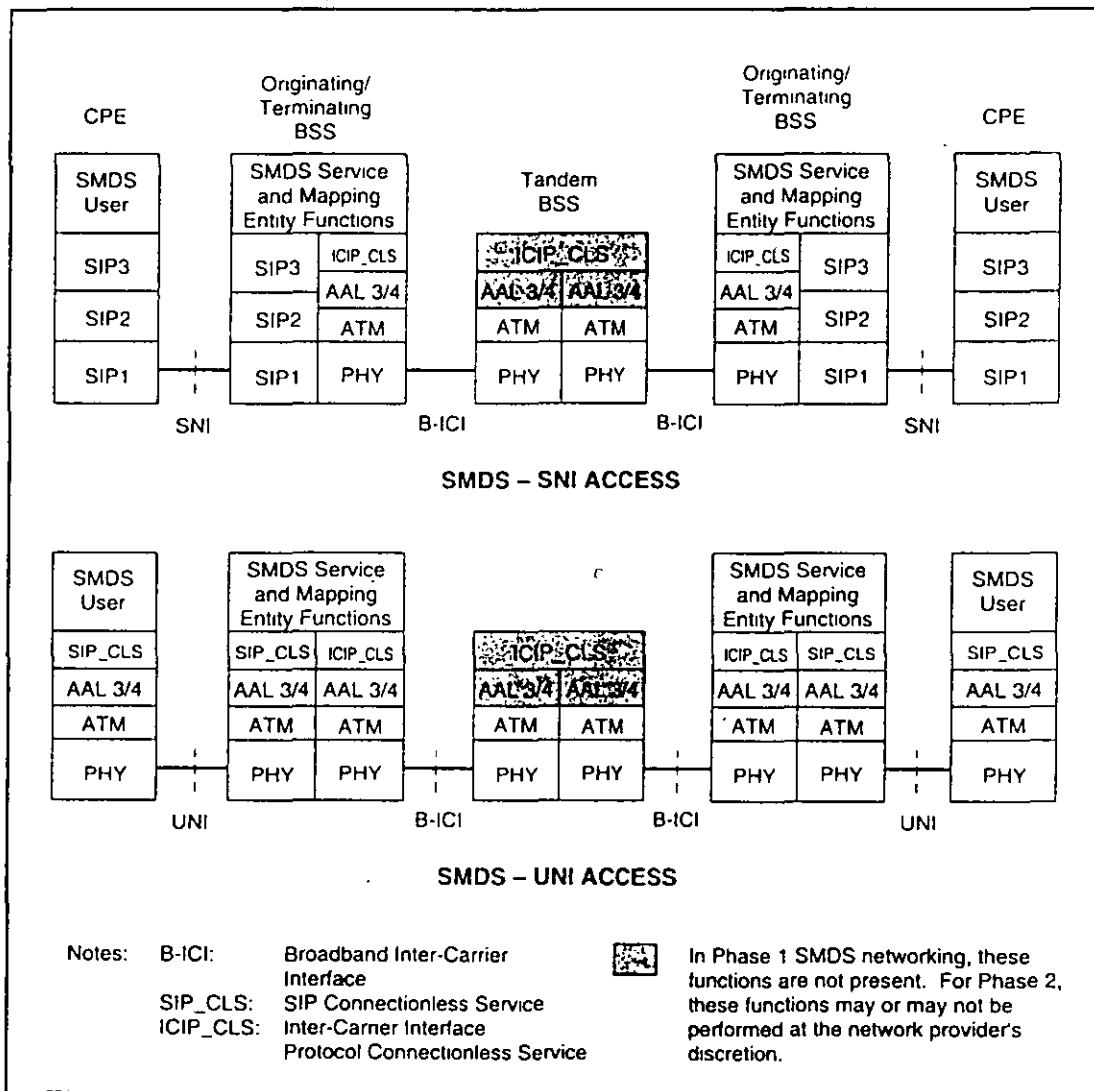


Figure 10-23. ATM/SMDS interworking.

Source: GR-1110-CORE, ©1994, Bell Communications Research, Inc., reprinted with permission.

10.14 The Interim Local Management Interface

As discussed previously, the B-ISDN architecture defines three planes: user plane, control plane, and management plane. The ATM Forum has developed the Interim Local Management Interface (ILMI) to address the management plane functions.

Chapter 10: ATM Architecture

The ILMI assumes that each ATM device supports at least one UNI and has a UNI Management Entity (UME) for each UNI. The UMEs then communicate network management information (see Figure 10-24). The SNMP/AAL performs the ILMI communication. At the ATM layer, one VCC provides ILMI communication. The default value for this VCC is VPI = 0, VCI = 16.

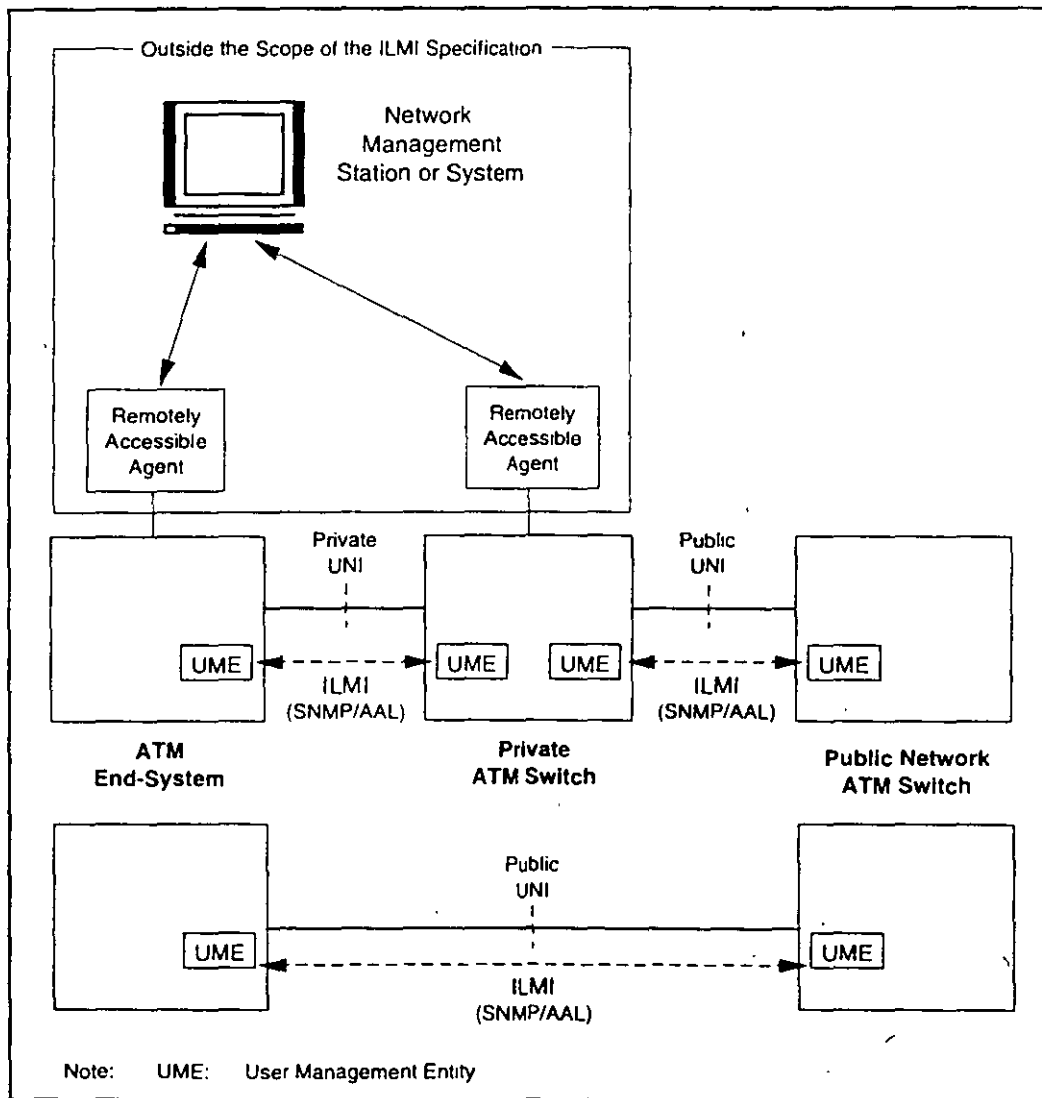


Figure 10-24. Definition and context of ILMI.

Courtesy of the ATM Forum.

The management information defined by the ILMI provides status and configuration information from the UME regarding its UNI. This information details the status and configuration of both the ATM and Physical layers at that UNI. This information is organized into a MIB that contains several groups of managed objects:

Chapter 10: ATM Architecture

- Physical layer
- ATM layer
- ATM layer statistics
- VPCs
- VCCs
- address registration information

Within these groups, managed objects may pertain to the system as a whole, a physical interface, an ATM layer interface, a virtual path, or a virtual channel. Examples of objects defined in the ATM UNI MIB include:

- transmission type (SONET STS-3c, DS3, and so on)
- media type (coax, single-mode fiber, and so on)
- operational status (in-service, out-of-service, and loop-back)
- maximum number of VCCs
- UNI port type (public or private)
- ATM cells received
- ATM cells dropped
- ATM cells transmitted
- Transmit QOS class
- VPI/VCI value

For further details on ILMI and the ATM UNI MIB, consult the UNI 3.1 specification published by the ATM Forum.

10.15 ATM Customer Network Management

Bellcore has defined a CNM Service for use with Exchange PVC Cell Relay Service (CRS) in document GR-1117-CORE [10-63]. The CRS CNM service provides LEC customers with the ability to manage their access to CRS and ATM UNIs. The LEC provides an SNMP agent within the ATM network, which is accessible by a customer-provided network management station (see Figure 10-25). Because SNMP is used as the communication protocol, CNM may be integrated with other SNMP-based network management platforms, such as the ATM Forum's ILMI. See References [10-64] and [10-65] for other details on CNM.

Chapter 10: ATM Architecture

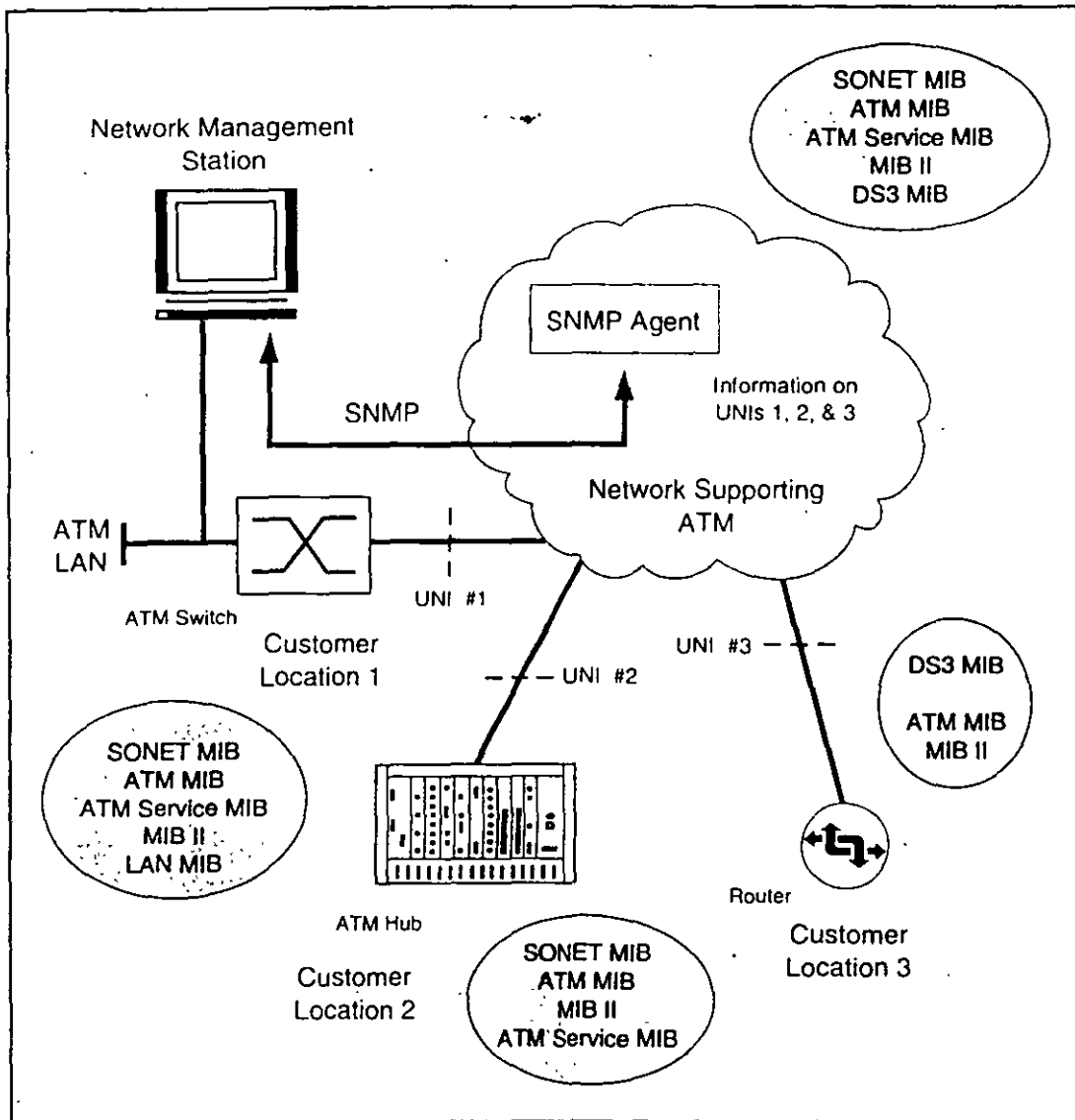


Figure 10-25. ATM CNM agent role (SNMP example).

Source: Brown and Kostick, "And CNM for All: Customer Network Management Services for Broadband Data Services." *Proceedings of the 18th Annual Conference on Local Computer Networks*, © 1993 IEEE.

This concludes our discussion of ATM architecture. Chapter 11 looks at the ATM protocols in detail. Readers interested in ATM applications should consult References [10-66] through [10-69].

Chapter 10: ATM Architecture

10.16 References

- [10-1] Robertson, Don. "ATM: Technology for Tomorrow." *STACKS: The Network Journal* (August 1993): 41–48.
- [10-2] ADC Kentrox. *The WAN Manager's Guide to Packet Services*, 1994.
- [10-3] Kodama, Toshikazu, and Takeo Fukuda. "Customer Premises Networks of the Future." *IEEE Communications* (February 1994): 96–910.
- [10-4] Kessler, Gary. "Laying the Foundation of ATM." *STACKS* (May 1995): 29–36.
- [10-5] ATM: The Business Case. *Business Communications Review Supplement*, March 1996.
- [10-6] Joch, Alan, et al. "Is ATM Ready to Catch Fire?" *Byte* (August 1996): 82–101.
- [10-7] Alles, Anthony. ATM Internetworking. Cisco Systems, *Document 030803*, May 1995.
- [10-8] Migrating Networks to ATM. *Business Communications Review Supplement*, September 1995.
- [10-9] 3Com Corporation. ATM Migration Guide. *Document 100230-001*, April 1996:
- [10-10] Malone, Rick. "Public ATM Services: A Hard Cell." *Business Communications Review* (October 1995): 29–32.
- [10-11] Axner, David. "What Users Should Know About ATM Carrier Services." *Telecommunications* (March 1996): 29–35.
- [10-12] Mehta, Suketu. "Telcos: Answering the Call for ATM." *LAN Magazine* (March 1996): 46–52.
- [10-13] Biagoni, Edoardo, et al. "Designing a Practical ATM LAN." *IEEE Network* (March 1993): 32–39.
- [10-14] Siegel, Leo. "High-Octane ATM Performance." *STACKS: The Network Journal* (June 1993): 24–27.
- [10-15] Nolle, Tom. *Planning for Broadband and ATM Network Services*. T3Plus Networking, 1994.

Chapter 10: ATM Architecture

- [10-16] Hart, John. "High-Performance Scaleable Networking with Routed ATM." *3TECH, the 3Com Technical Journal* (January 1994): 3–11.
- [10-17] ATM. *Selling Networks—LAN Times Special Supplement*, February 1995.
- [10-18] "An ATM Forum Progress Report." *The ATM Report* (March 8, 1996): 1–9.
- [10-19] Migrating to Switched Networking and ATM. *Business Communications Review Supplement*, April 1995.
- [10-20] McQuillan, John. "Cell Relay." *Data Communications* (September 1991): 58–69.
- [10-21] Hewlett-Packard Company. *Broadband Testing Technologies*, 1993.
- [10-22] International Telecommunication Union—Telecommunication Standardization Sector (ITU-T). B-ISDN Asynchronous Transfer Mode Functional Characteristics, *Recommendation I.150*, March 1993.
- [10-23] Dobrowski, George. "Accord Anchors ATM Industry." *53 Bytes—The ATM Forum Newsletter*. Volume 4, Number 2, 1996. (This newsletter, plus many of the ATM Forum's technical documents, are posted on their Web and FTP sites: URL: <http://www.atmforum.com> and URL: <ftp://ftp.atmforum.com/pub>.)
- [10-24] Bell Communications Research, Inc. "Broadband ISDN Switching System Generic Requirements." *GR-1110-CORE*, September 1994.
- [10-25] Stallings, William. "Components of OSI: Broadband ISDN." *ConneXions* (April 1992): 2–12.
- [10-26] De Prycker, M., et al. "B-ISDN and the OSI Protocol Reference Model." *IEEE Network* (March 1993): 10–110.
- [10-27] The ATM Forum. *ATM User-Network Interface Specification*, version 3.1. Prentice-Hall, 1995.
- [10-28] De Prycker, Martin. "ATM Switching on Demand." *IEEE Network* (March 1992): 25–210.
- [10-29] Crutcher, Laurence A., and A. Gill Waters. "Connection Management for an ATM Network." *IEEE Network* (November 1992): 42–55.
- [10-30] Armitage, Grenville J., and Keith M. Adams. "Packet Reassembly During Cell Loss." *IEEE Network* (September 1993): 26–34.

Chapter 10: ATM Architecture

- [10-31] Bell Communications Research, Inc. "Broadband-ISDN User to Network Interface and Network Node Interface Physical Layer Generic Criteria." *TR-NWT-001112*, June 1993.
- [10-32] Bell Communications Research, Inc. "Asynchronous Transfer Mode (ATM) and ATM Adaptation Layer (AAL) Protocols." *GR-1113-CORE*, July 1994.
- [10-33] International Telecommunication Union—Telecommunication Standardization Sector (ITU-T). Traffic Control and Congestion Control in B-ISDN, *Recommendation I.371*, November 1995.
- [10-34] The ATM Forum. Traffic Management Specification, version 4.0, *Document af-tm-0056.000*, April 1996.
- [10-35] Livio Lambarelli. "White Paper on Service Categories." Available from the ATM Forum Web site at <http://www.atmforum.com>.
- [10-36] Bonomi, Flavio, and Kerry W. Fendick. "The Rate-Based Flow Control Framework for the Available Bit Rate ATM Service." *IEEE Network* (March/April 1995): 25–39.
- [10-37] Ramakrishnan, K. K., and Peter Newman. "Integration of Rate and Credit Schemes for ATM Flow Control." *IEEE Network* (March/April 1995): 49–56.
- [10-38] Hughes, David, and Kambiz Hooshmand. "ABR Stretches ATM Network Resources." *Data Communications* (April 1995): 123–128.
- [10-39] Deaton, George. "Juggling ATM Traffic." *Data Communications* (April 1996): 130–138.
- [10-40] Garrett, Mark W. "A Service Architecture for ATM: From Applications to Scheduling." *IEEE Network* (May/June 1996): 6–14.
- [10-41] The ATM Forum. ATM Data Exchange Interface Specification, version 1.0, *Document af-dxi-0014.000*, August 1993.
- [10-42] The ATM Forum. Frame Based User-to-Network Interface (FUNI) Specifications, *Document af-saa-0030.000*, September 1995.
- [10-43] Jeffries, Ron. "FUNI: A Viable Alternative to Frame Relay?" *Telecommunications* (May 1995): 42.

Chapter 10: ATM Architecture

- [10-44] Heinanen, Juha. "Multiprotocol Encapsulation over ATM Adaptation Layer 5." *RFC 1483*, July 1993.
- [10-45] Horwitt, Elisabeth. "IP over ATM." *Network World* (April 15, 1996): 40–45.
- [10-46] The ATM Forum. LAN Emulation over ATM, version 1.0, *Document af-lane-0021.000*, January 1995.
- [10-47] Klessig, Bob. "Integrating ATM Across the Enterprise Data Network." *3TECH, the 3Com Technical Journal* (April 1995): 4–11.
- [10-48] Yip, Michael. "ATM in the Mix." *LAN Magazine* (May 1995): 27–32.
- [10-49] "Guide to LAN Emulation Products." *The ATM Report* (December 30, 1995): 1–7.
- [10-50] Cisco Systems, Inc. *Deploying ATM with LAN Emulation*, 1995.
- [10-51] The ATM Forum Technical Committee. Baseline Text for MPOA, *Document 95-0824r6*, February 26, 1996.
- [10-52] Swallow, George. "Transparency Key to Multiprotocol over ATM." *Network World* (October 16, 1995): 37.
- [10-53] McLean, Michelle Rae. "Protocol Hype Continues." *LAN Times* (March 4, 1996): 33–34.
- [10-54] Marks, Donald R. "Toe to Toe: MPOA vs. IPNNI." *Data Communications* (April 1996): 113–114.
- [10-55] Andrews, Eric. "MPOA Ties it All Together." *Data Communications* (April 1996): 120–126.
- [10-56] The ATM Forum. ATM User-Network Interface (UNI) Signaling Specification, Version 4.0, *Document af-sig-0061.000*, July 1996.
- [10-57] Bell Communications Research, Inc. Broadband Access Signaling Generic Requirements. *GR-1111-CORE*, November 1994.
- [10-58] Shelef, Nachman. "SVC Signaling: Calling All Nodes." *Data Communications* (June 1995): 123–130.

Chapter 10: ATM Architecture

- [10-59] The Frame Relay Forum. Frame Relay/ATM Network Interworking Implementation Agreement. *FRF.5*, 1994.
- [10-60] The Frame Relay Forum. Frame Relay/ATM Service Interworking Implementation Agreement. *FRF.8*, 1995.
- [10-61] International Telecommunication Union—Telecommunication Standardization Sector (ITU-T). Frame Relaying Bearer Service Interworking. *Recommendation I.555*, 1993.
- [10-62] Beeler, Reto. "Interworking with B-ISDN: Data Services and Signaling." *ConneXions* (October 1994): 12–19.
- [10-63] Bell Communications Research, Inc. "Generic Requirements for Exchange PVC CRS Customer Network Management Service." *GR-1117-CORE*, June 1994.
- [10-64] The ATM Forum. Customer Network Management (CNM) for ATM Public Network Service. *Document af-nm-0019.000*, October 1994.
- [10-65] Brown, Tracy A., and Deirdre C. Kostick. "And CNM for All: Customer Network Management Services for Broadband Data Services." Proceedings of the IEEE 18th Annual Conference on Local Computer Networks, October 1993.
- [10-66] ATM—The Next Generation. *Business Communications Review Supplement*, February 1996.
- [10-67] Nolle, Thomas. "Getting Applications for ATM." *Network World* (March 11, 1996): 53–56.
- [10-68] Gage, Beth, and Liza Henderson. "Voice Over ATM." *Network World* (March 11, 1996): 45–52.
- [10-69] McLean, Michelle Rae. "Going First Class—Manager's Outlook: ATM Migration." *LAN Times* (September 16, 1996): 71–88.

11

ATM Protocols

Because current ATM standards and implementations focus on the operation of the ATM Forum's UNI, this chapter focuses on the UNI protocols and the upper-layer services that use them. It also discusses ATM network management and interworking.

11.1 ATM Protocols and Network Architecture

To begin the study of the ATM protocols, compare the ATM protocols with the OSI Reference Model. Figure 11-1 illustrates that there is an approximate relationship between the ATM layers (PHY, ATM, and AAL) and the OSI Physical and Data Link layers. Note that ATM-specific signaling and upper-layer functions, which may be present for some network configurations, are not shown in the figure.

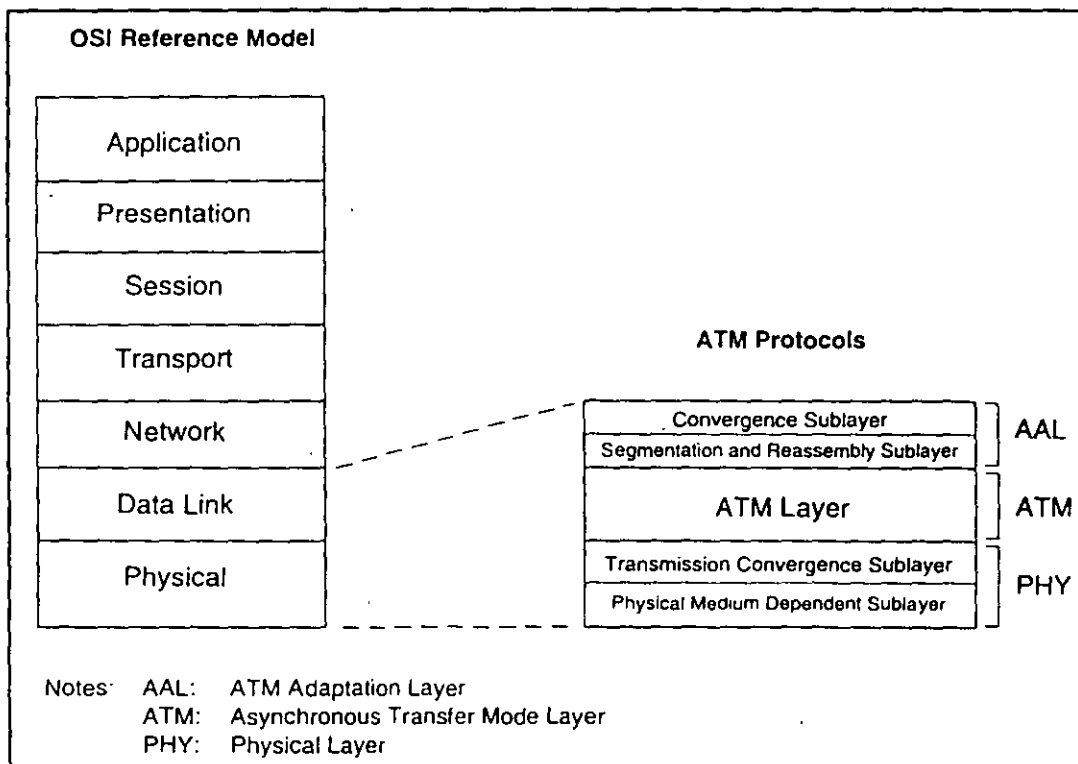


Figure 11-1. Comparing OSI and ATM architectural models.

Chapter 11: ATM Protocols

The ATM network architecture includes the CPE, BSSes, and the interfaces between them (see Figure 11-2). The CPE includes the User layer, which supplies the information to be transmitted, and the three ATM layers (AAL, ATM, and PHY). Examples of User layers include: constant bit rate applications, such as DS1, that use AAL1; connectionless services, such as SMDS, that use AAL3/4; and connection-oriented protocol traffic, such as TCP/IP, that uses AAL5 [11-1].

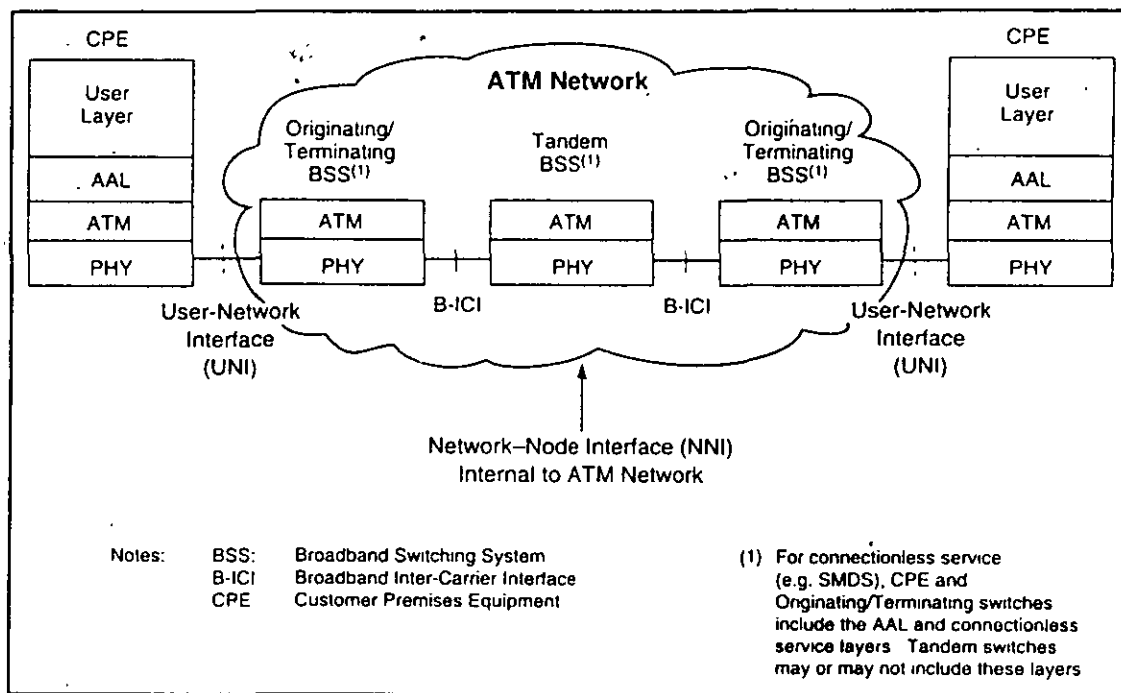


Figure 11-2. ATM network architecture.

Source: GR-1110-CORE, ©1996, Bell Communications Research, Inc., reprinted with permission.

The CPE uses the UNI to connect to the ATM network [11-2]. The CPE requires no knowledge of the ATM network's internal architecture and operation. Bellcore views the internal ATM network as interconnected BSSes. An originating/terminating BSS connects to the network side of the UNI, and tandem BSSes provide intermediate switching. The BSS functional layers depend on the transmitted applications.

Bellcore has developed a protocol model of the UNI that illustrates the protocols the BSS will support (see Figure 11-3). It has two categories of UNI protocols: core functions that include the PHY and ATM layers and service-specific functions at the AAL and upper layers.

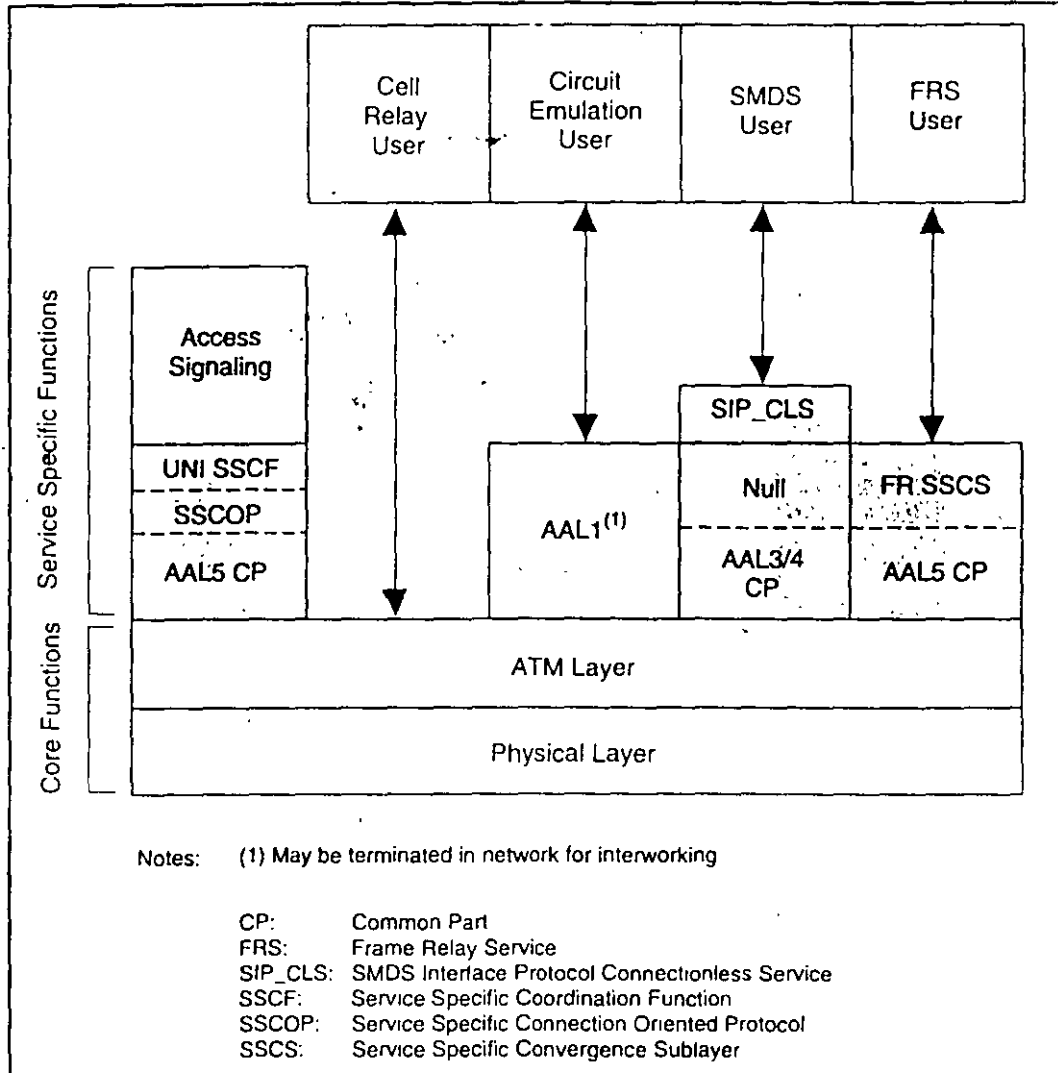


Figure 11-3. Protocol model of the UNI.

Source: GR-1110-CORE, ©1996, Bell Communications Research, Inc., reprinted with permission.

Access signaling is the exchange of call-control messages that set up, maintain, and disconnect virtual channel connections between end users. ITU-T Q.2931 (formerly Q.93B) defines the signaling messages. CRS user information is transmitted directly over the ATM Layer.

Circuit-emulation service, which can carry DS1 traffic, is transmitted over AAL1. The SMDS Interface Protocol Connectionless Service (SIP_CLS) and AAL3/4 transmit SMDS traffic. To the end user, the combination of SIP_CLS and AAL3/4 is equivalent to SIP level 3 service.

Chapter 11: ATM Protocols

Frame relay traffic is transmitted via a frame relay service-specific convergence sublayer (FR-SSCS) over AAL5. These functions are implemented within the device that provides the FR/ATM interworking function.

11.2 ATM Layer Protocols

Each ATM cell is 53 octets long and consists of a 5-octet header and a 48-octet payload. There are two header formats: one at the UNI and the other at the NNI [11-3].

11.2.1 The User-Network Interface

The ATM header at the UNI consists of six fields (see Figure 11-4a):

- *Generic Flow Control (GFC)*, a four-bit field that can provide local functions, such as flow control. This field has local, not end-to-end, significance and is overwritten by intermediate ATM switches. The UNI 3.1 specification provides details regarding the operation of this field.
- *Virtual Path Indicator (VPI)*, an eight-bit field that identifies the virtual path across the interface.
- *Virtual Channel Indicator (VCI)*, a 16-bit field that identifies the virtual channel across the interface. The UNI 3.1 specification defines some VPI/VCI values for specific functions, such as meta-signaling, used to establish the signaling channel; point-to-point signaling; and Operations Administration and Maintenance (OAM) cells.

Examples of pre-assigned VPI/VCI values are:

Function	VPI	VCI
Unassigned and Idle	0	0
Meta-signaling	0	1
F4 flow (Segment Data)	0	3
F4 flow (End-to-End Data)	0	4
Signaling	0	5
SMDS	0	15
ILMI	0	16

- *Payload Type (PT)*, a three-bit field that identifies the type of information contained in the payload. The field has eight defined values:

Chapter 11: ATM Protocols

PT	Interpretation
000	User data, no congestion, SDU type = 0
001	User data, no congestion, SDU type = 1
010	User data, congestion, SDU type = 0
011	User data, congestion, SDU type = 1
100	OAM segment data, F5, flow related
101	OAM end-to-end data, F5, flow related
110	Reserved, future traffic control and resource management
111	Reserved, future functions

- *Cell Loss Priority (CLP)*, a single bit field that the user or network uses to indicate the cell's explicit loss priority. A cell with a CLP = 1 enters the network, and may be discarded under certain network traffic conditions.
- *Header Error Control (HEC)*, an eight-bit field that detects and/or corrects bit errors occurring in the header.

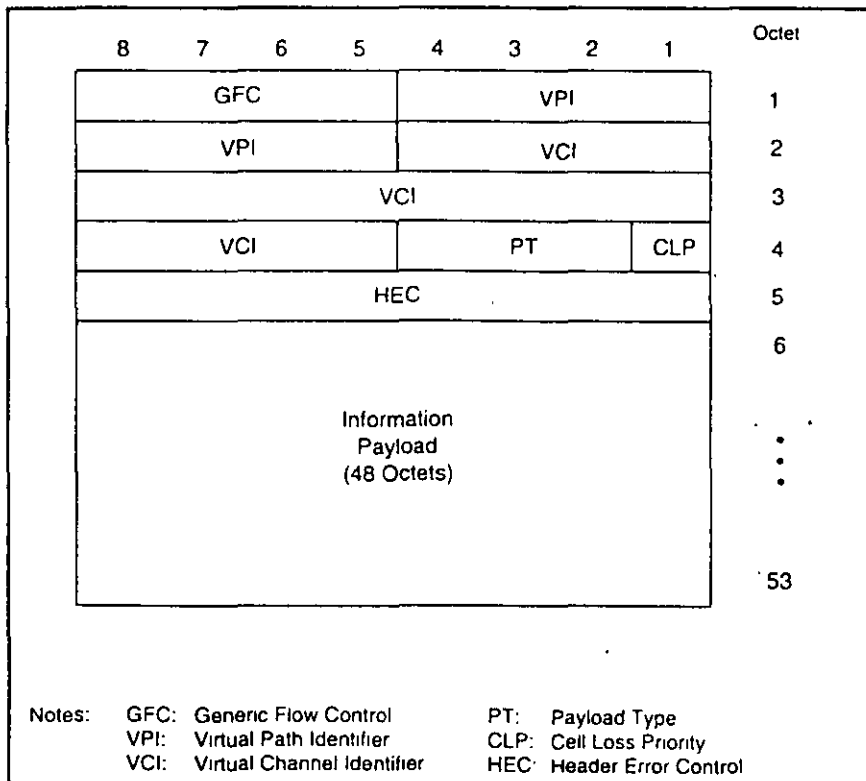


Figure 11-4a. ATM cell format (UNI).

Chapter 11: ATM Protocols

11.2.2 The Network-Node Interface

The ATM header at the NNI is 5 octets long, with a format almost identical to the UNI format except for the first octet (see Figure 11-4b). The NNI, which provides bundles of VCIs between switches, defines an additional 4 bits for the VPI. In other words, the NNI uses 12 bits for the VPI and 16 for the VCI. The UNI uses 8 bits for the VPI and 16 bits for the VCI.

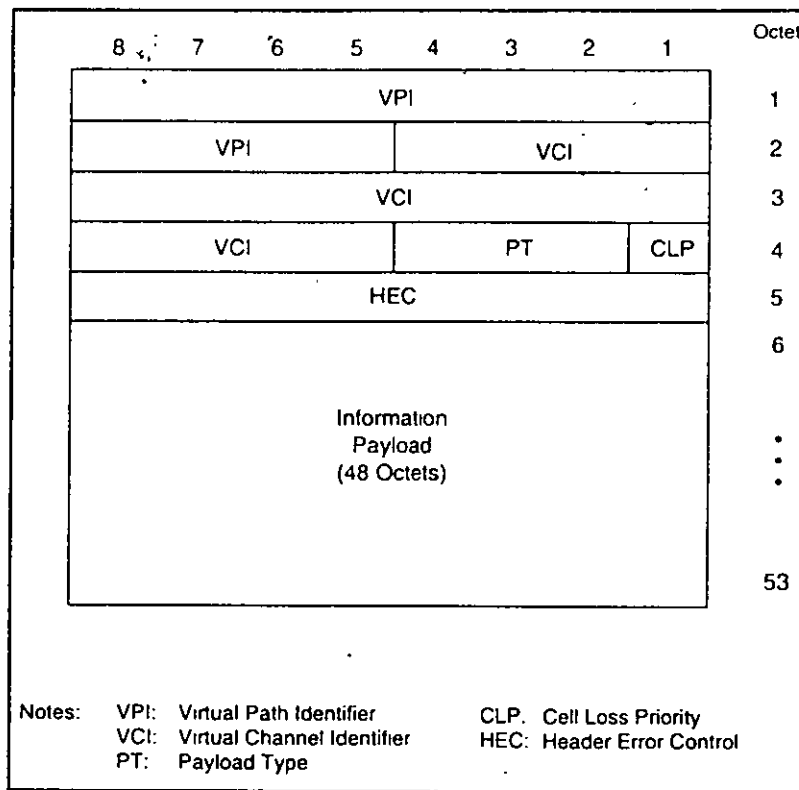


Figure 11-4b. ATM cell format (NNI).

Source: GR-1113-CORE, ©1994, Bell Communications Research, Inc., reprinted with permission.

11.2.3 Unassigned Cells

At most interfaces, when there are no user-generated (or assigned) cells to send, filler cells, also called *unassigned cells*, are sent to occupy the available bandwidth. These cells have the reserved VPI/VCI value of 0/0 and a fixed-payload pattern. Unassigned cells are generated and discarded at the ATM layer and can be replaced by assigned cells as necessary, such as cell-multiplexing functions.

Chapter 11: ATM Protocols

It is worth mentioning that another type of cell also has a VPI/PCI value of 0/0—the Physical layer cell. When the VPI/VCI value is 0/0, the 4-bit field normally used for the PT and CLP fields is reinterpreted as follows:

Interpretations	Value	
Unassigned	0000	ATM Layer Cell
Idle	0001	Physical Layer Cell
F1 flow (CBPL)	0011	Physical Layer Cell
F3 flow (CBPL)	1001	Physical Layer Cell

Idle cells are used for rate adaptation (cell stuffing) at the Physical layer. Unlike unassigned cells, they take precedence over ATM layer cells and, therefore, cannot be replaced by assigned cells. In North America, idle cells are not normally used; rather, the ITU-T has defined a cell-based Physical layer (CBPL) in I.432 that comprises only cells without a framing structure, such as SONET, in which to transport them. Because of the absence of a framing structure, the F1 and F3 OAM flows have to be carried in Physical layer OAM cells that have a VPI/VCI of 0/0 and PT/CLP field values as shown above. Note that the F2 flow is redundant.

11.2.4 ATM Operations and Maintenance

The ATM network's ongoing performance is key to the success of a broadband implementation. To support good performance, the ITU-T developed Recommendation I.610 [11-4] to define the OAM functions of the Physical and ATM layers and the VP and VC connections. These functions are divided into five phases:

- *performance monitoring*, continuous or periodic checks
- *defect and failure detection*, malfunction detection and alarms
- *system protection*, bypassing a failed component to restore the system
- *failure or performance information*, alarms and reports
- *fault localization*, testing to determine the failed component

OAM functions operate on five levels within the Physical and ATM layers. These functions are called OAM flows, designated F1 through F5. The Physical layer contains three OAM levels: the regenerator section level (F1), the digital section level (F2), and the transmission path level (F3). The ATM layer contains two OAM levels: the virtual path level (F4) and the virtual channel level (F5).

Chapter 11: ATM Protocols

OAM operation is addressed in Bellcore's document GR-1113-CORE [11-5], the ATM Forum's UNI 3.1 specification, ITU-T Recommendation I.610, ANSI Technical Report T1S1.5/92-029R3, and in Stephen Farkouh's paper about managing ATM networks [11-6]. OAM cells are sent on pre-assigned VCIs. For F4 (virtual path) OAM flows, VCI = 3 identifies a segment OAM flow, while VCI = 4 identifies an end-to-end OAM flow. For F5 (virtual channel) OAM flows, the OAM cell is sent with the same VPI/VCI values as the user data; however, the Payload Type (PT) value within the cell header identifies the type of OAM connection as either segment or end-to-end.

Figure 11-4c shows the ATM Layer Management PDU (or OAM cell). The cell payload consists of five fields:

- *OAM Type*, identifies the type of OAM communication (fault management, performance management, or activation/deactivation)
- *Function Type*, defines the function performed by this cell
- *Function specific field*, the detailed OAM cell contents
- *Reserved*, unused bits
- *Error Detection Code*, CRC-10

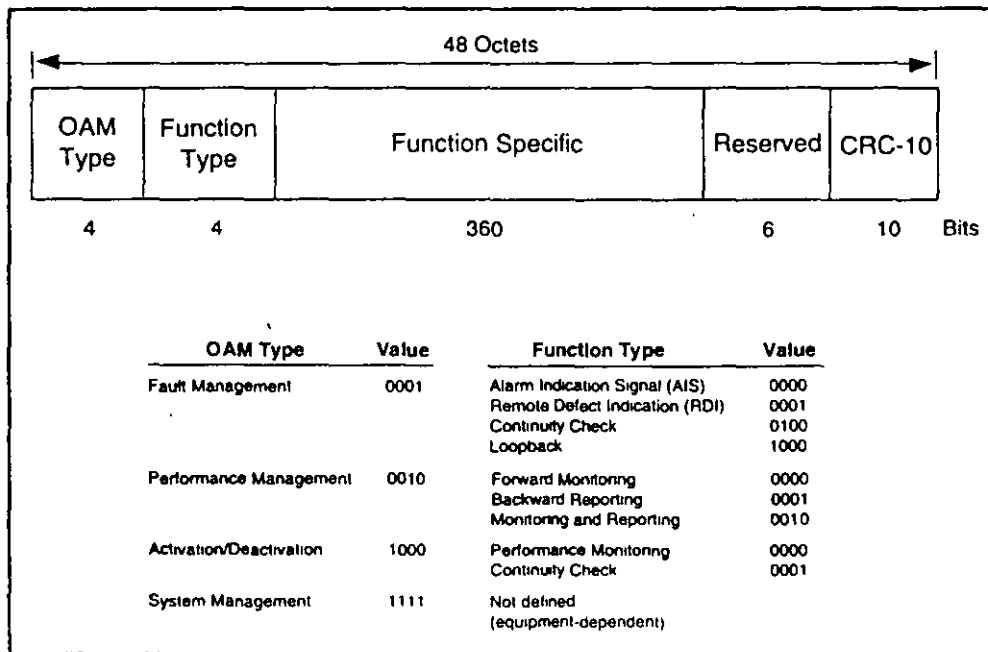


Figure 11-4c. ATM Layer Management PDU format.

Source: GR-1113-CORE, ©1994, Bell Communications Research, Inc., reprinted with permission.

Four function-specific fields perform fault management, performance management, activation/deactivation, and system management functions. Each of these OAM cells contains additional fields to support these functions, which are detailed in ANSI T1S1.5/92-029R3. The fault-management OAM cell performs Alarm Indication Signal (AIS) or Remote Defect Indication (RDI) reporting, continuity checking, OAM cell-loopback testing, and cell-transfer delay measurements. The performance management OAM cell may monitor incoming ATM cell traffic (referred to as inward monitoring) or report on outgoing cell traffic at the distant end (referred to as outward reporting). The activation/deactivation OAM cell enables or disables the performance or continuity check functions. The system management OAM cell is defined by the specific implementation.

11.3 ATM Physical Layer

The ATM Forum defines several options for the Physical layer interface at either public or private UNIs. This section reviews seven of the most commonly used interfaces for ATM implementation in North America, ranging in speed from 1.544 Mbps (the DS1 rate) to 622.080 Mbps (the OC-12 rate). Many of these interfaces are documented in the UNI 3.1 publication; others are documented separately and are available from the ATM Forum's Web and FTP sites (see Reference [10-23]). In addition, Bellcore has described many of these interfaces in their Technical Reference TR-NWT-001112 [11-3].

11.3.1 DS1 Interface

Many of the early ATM definitions assumed that very high bandwidth channels would be required for access to B-ISDN networks. Unfortunately, this assumption did not account for the very large installed base of existing DS1 lines, which have been used for many years to transport voice, data, and LAN traffic. As a result, the ATM Forum developed a public UNI based on the DS1 interface, which is documented in Reference [11-7] and also by Bellcore in Reference [11-3].

The DS1 interface for ATM applies to the public UNI only, and operates over clear channel (or transparent) T1 facilities. The line rate is 1.544 Mbps, and the throughput available for user information cells, signaling cells, and OAM cells is 1.536 Mbps (Figure 11-5). The signal format is based on the ANSI T1.403 standard, which defines

Chapter 11: ATM Protocols

the Extended Superframe (ESF) framing format. The physical interface (plugs and jacks), also defined in ANSI T1.403, is used for consistency with other DS1-based systems. Maintenance functions for performance monitoring, failure detection, and alarms, as specified in ANSI T1.408, are employed for the ATM applications.

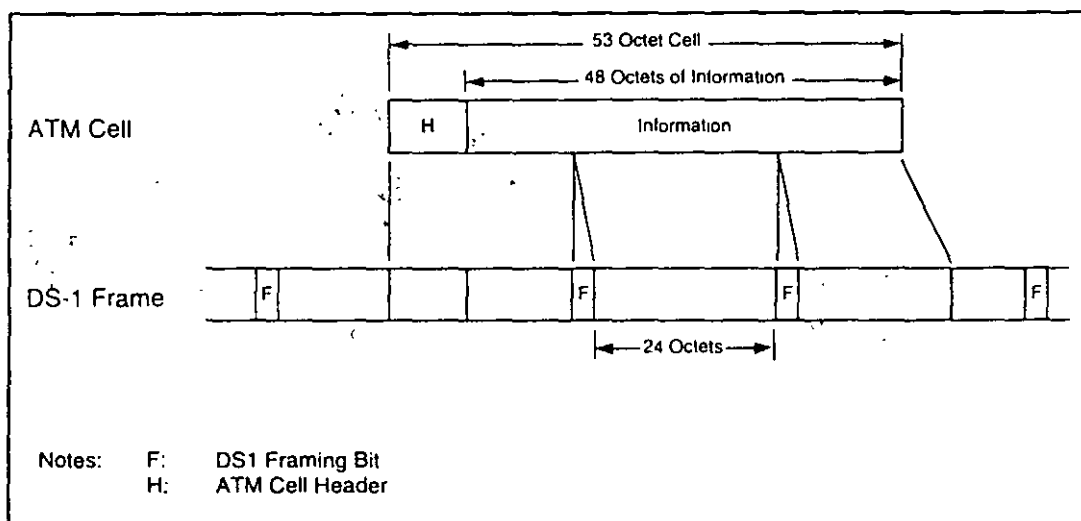


Figure 11-5. Direct ATM cell mapping on the DS1 frame.

Source: TR-NWT-001112, ©1993, Bell Communications Research, Inc., reprinted with permission.

11.3.2 25.6 Mbps Interface

For many ATM LAN applications, neither the DS1 interface (at 1.544 Mbps) nor the DS3 interface (at 44.736 Mbps) provide an appropriate amount of bandwidth. To address that need, the ATM Forum developed a private UNI, operating at 25.6 Mbps [11-8].

The 25.6 Mbps UNI operates over copper transmission facilities, with impedances of 100 ohms (for unshielded twisted pairs), of 150 ohms (for shielded twisted pairs), or for other copper facilities having an impedance of 120 ohms. The line rate is 32 Mbaud with a 4B5B encoding scheme, yielding the 25.6 Mbps data throughput. Note from Figure 11-6 that the transmitter and receiver implement both the Transmission Convergence (TC) and Physical Medium Dependent (PMD) layers, transmitting and receiving a stream of cells from the user application. The transmission media specified for use by the 25.6 Mbps UNI employ commonly used connectors, such as the eight-pin modular connector (formally specified by the IEC 603-7 and ISO 8877 standards), which is generally referred to as the RJ-45 connector and is fre-

quently used for both Ethernet and token ring LANs. As a result, it is expected that the 25.6 Mbps UNI will achieve widespread acceptance within local ATM networks.

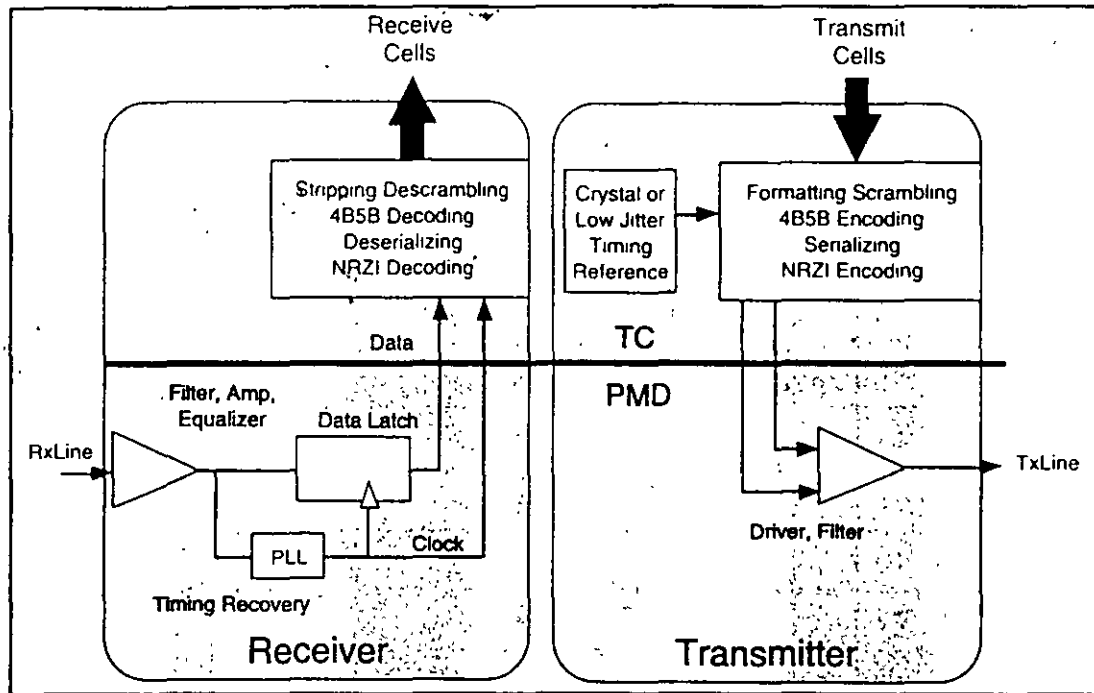


Figure 11-6. TC/PMD components and transmitter timing for the 25.6 Mbps physical interface.

Source: AF-PHY-0040.000, © 1995 The ATM Forum.

11.3.3 DS3 Interface

Chapter 8 discussed the DS3 PLCP format used with SMDS. The ATM PLCP is based on that work. The DS3 PLCP frame carries 12 ATM cells plus overhead information, which is transmitted every 125 microseconds (see Figure 11-7). The overhead functions consist of the following:

- *A1* and *A2*, framing
- *B1*, bit interleaved parity
- *C1*, cycle/stuff counter
- *G1*, PLCP path status
- *P0* to *P11*, path overhead identifier
- *Z1* to *Z6*, growth octets

Chapter 11: ATM Protocols

For details, see Bellcore document TR-NWT-001112 and the ATM Forum UNI 3.1 specification.

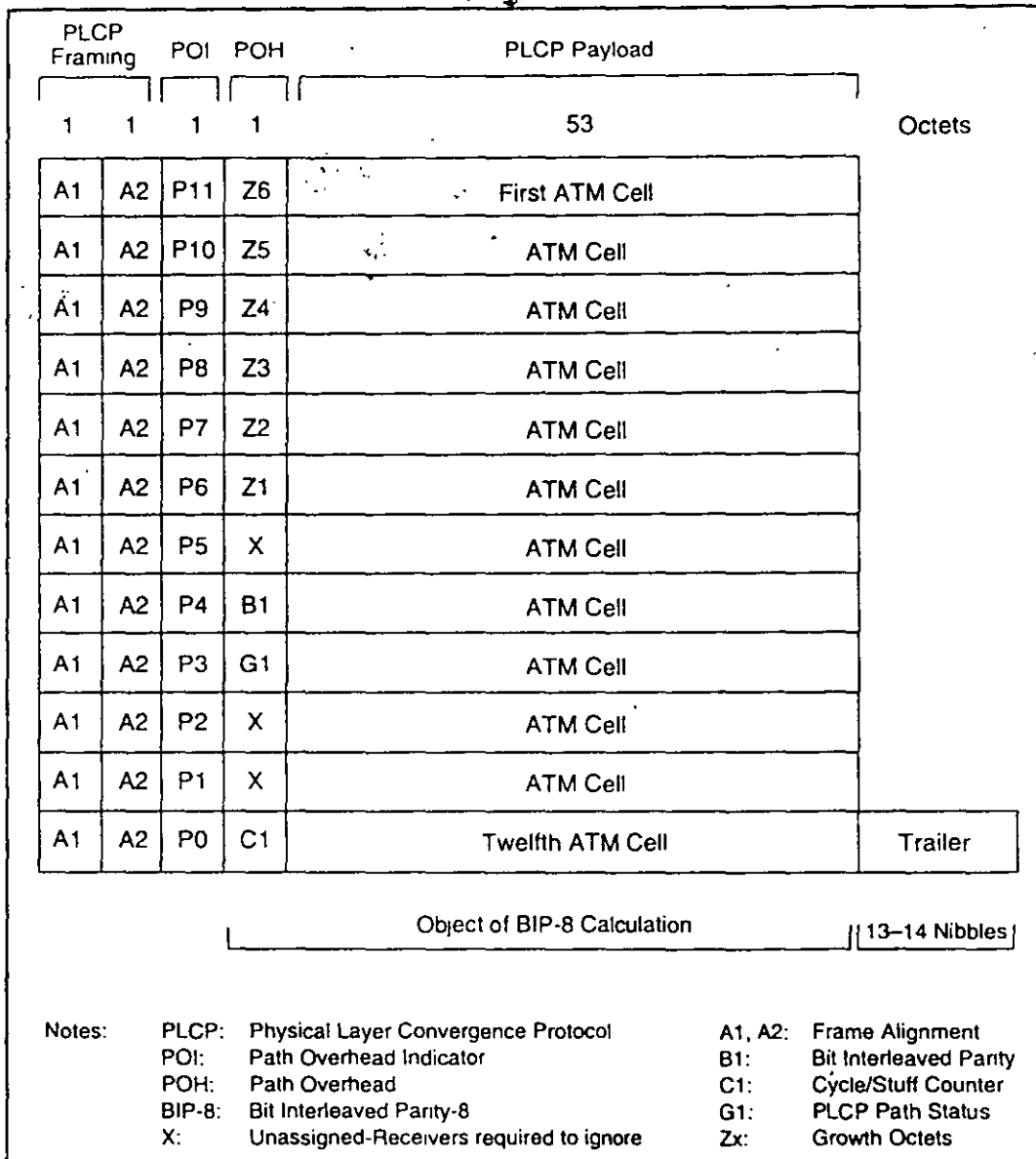


Figure 11-7. DS3 PLCP frame (125µs).

Source: TR-NWT-001112, ©1993, Bell Communications Research, Inc., reprinted with permission.

11.3.4 STS-1 Interface

A mid-range interface, operating at the STS-1 rate of 51.840 Mbps, is also defined for ATM cell transport. Bellcore has defined a UNI which operates over two single-mode fiber links, and the ATM Forum has defined a private UNI which operates over Category 3 UTP cable using 8-pin modular connectors [11-9]. The frame structure is illustrated in Figure 11-8 and is part of the Synchronous Digital Hierarchy, which will be examined in detail in a following section. For details on the SONET STS-1 signal, see ANSI T1.105.

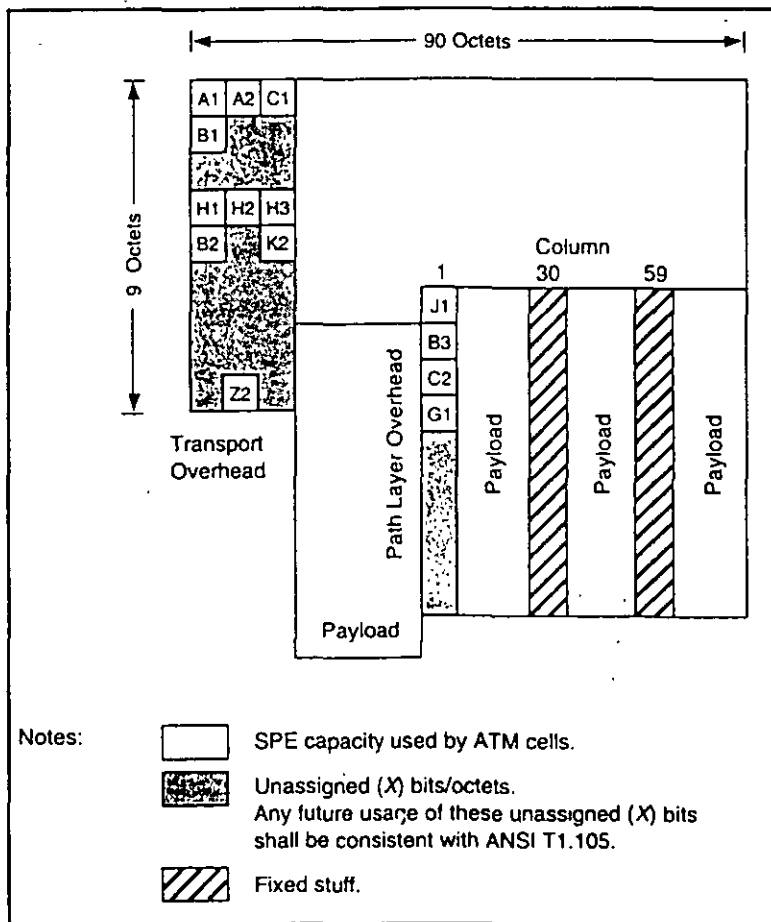


Figure 11-8. Logical frame structure of the 51.840 Mbps UNI.

Source: TR-NWT-001112, ©1993, Bell Communications Research, Inc., reprinted with permission.

Chapter 11: ATM Protocols

11.3.5 100 Mbps Multimode Fiber Interface

Much current LAN technology is based on previous work defined to support the Fiber Distributed Data Interface (FDDI) standard. The ATM Forum, in the UNI 3.1 document, defines a private UNI operating over multimode fiber. The Physical layer follows the FDDI Physical Medium Dependent (PMD) specification, with a link operating at 125 Mbaud with a 4B5B line coding scheme over 62.5 micron cable. Note that the link operates for cell transport only; therefore, no Physical layer framing structure is required or defined.

11.3.6 SONET STS-3c Interface

The SONET formats are part of the Synchronous Digital Hierarchy (SDH). The DS3 format is part of the Plesiochronous Digital Hierarchy (PDH). Transmission rates for various signals within these two hierarchies are shown below:

SONET/Synchronous Digital Hierarchy (SDH) Rates

Rate (Mbps)	SONET	SDH
51.840	STS-1	
155.520	STS-3	STM-1
466.560	STS-9	STM-3
622.080	STS-12	STM-4
933.120	STS-18	STM-6
1244.160	STS-24	STM-8
2488.370	STS-48	STM-16

Plesiochronous Digital Hierarchy (PDH) Rates

Rate (Mbps)	North America	Europe
0.064	DS0	
1.544	DS1	
2.048		E1
3.152	DS1C	
6.312	DS2	
8.448		E2
34.368		E3
44.736	DS3	
139.264		E4
274.176	DS4	

Chapter 11: ATM Protocols

The Synchronous Transport Signal-Level 1 (STS-1) frame, transmitted at 51.840 Mbps, is the basis for the higher SONET transmission rates. The STS-1 frame consists of nine rows and 90 columns, for a total of 810 octets. Each frame is transmitted within a period of 125 microseconds, occupying a total bandwidth of 51.840 Mbps (810 octets/frame * 1 frame/125 microseconds * 8 bits/octet). Of the 90 data columns, three (or 27 octets) carry transport overhead (TOH), such as framing, error monitoring, management, and payload pointer information. So the STS-1 payload envelope (SPE) is 87 columns wide or 783 octets (87 * 9). The SPE is itself a kind of frame that floats inside the available space in the STS-1 frame. The first column of the 87 column SPE is occupied by an 11-octet transmission path overhead (POH), and the start of the SPE is identified by the payload pointer in the TOH. Note that this mechanism exists to let the information carried in the SPE be timed with a bit clock signal that is not locked to the STS-1 clock signal; pointer movements let the SPE drift toward the STS-1 frame. Because of the POH, the available capacity per STS-1 frame is further reduced to 774 octets (86 * 9), representing a user payload bandwidth of 49.54 Mbps.

To provide SONET at higher rates (above 51.840 Mbps), multiple STS-1 frames are byte (or octet) interleaved. For example, three STS-1 frames may be combined into one STS-3 frame operating at 155.520 Mbps (the three frames must be frame aligned). The STS-3 frame now has 270 columns and nine rows and a TOH of nine columns. The payload of the STS-3 frame now has 261 columns and nine rows and comprises the three STS-1 SPEs (each 87 columns wide) byte interleaved. Note that these SPEs are independent of each other and can have any phase relationship with each other and the STS-3 frame, as determined by the three individual payload pointers that are byte interleaved in the nine-column TOH. The purpose of this multiplexing exercise is to enable the efficient transportation of three independent STS-1 signals long distance over a single optical fiber. Upon arriving at the far end, the STS-1 signals are demultiplexed to become three STS-1 framed signals again.

A special variant of the STS-3 frame is the STS-3c frame (c is for concatenation), in which the three SPEs of an STS-3 frame are merged (concatenated) together to form one large SPE of 261 columns. Because there is only one SPE, there only needs to be one POH, leaving a payload capacity of 260 columns that represents a usable bandwidth (for cells) of 149.76 Mbps (see Figure 11-9). The same approach can be used to generate an STS-12c signal in which the usable payload capacity is 5911.04 Mbps (note that three columns of the STS-12c SPE are not used). When SONET is

Chapter 11: ATM Protocols

specified as the UNI, STS-3c is the signal used. SONET is a North American standard. Outside North America, most countries use the SDH equivalent to STS-3c, namely STM-1.

You should also note that when STS-1, STS-3c, or STS-12c are sent through optical fiber, the signals become OC-1, OC-3c, or OC-12c, respectively.

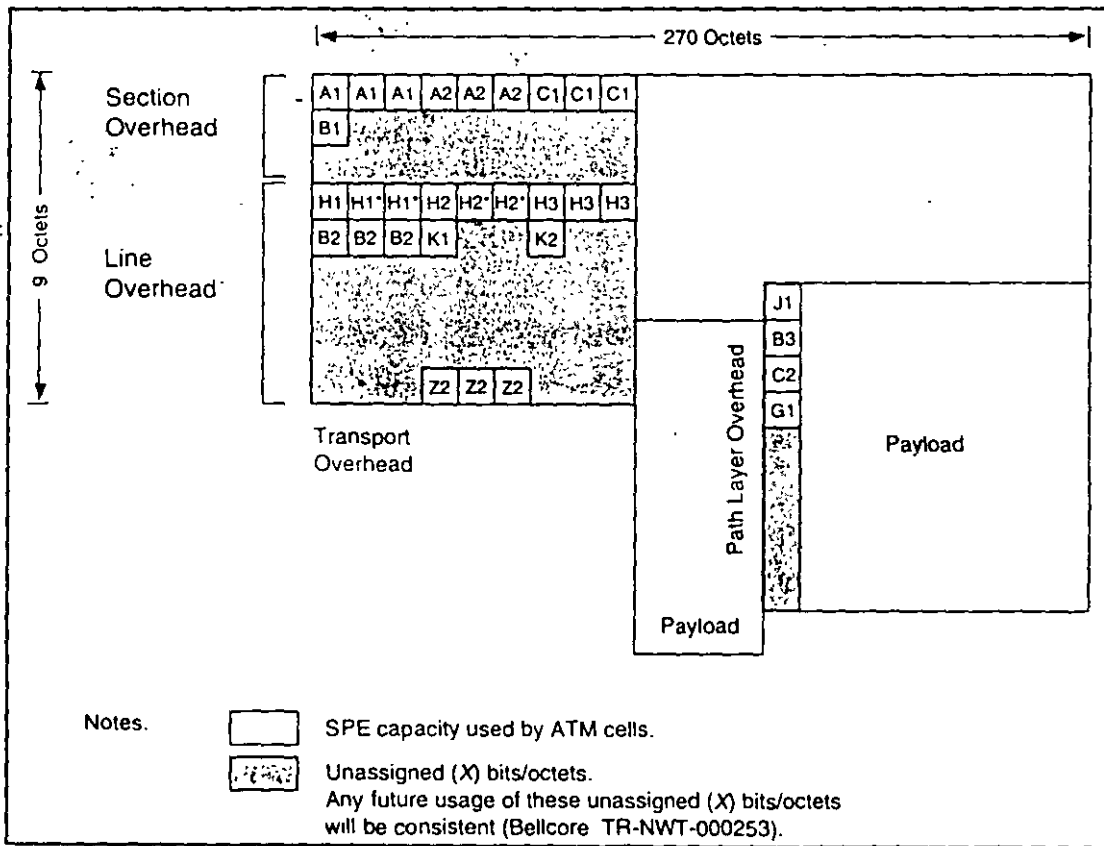


Figure 11-9. Logical frame structure of the 155.520 Mbps UNI.

Source: TR-NWT-001112, ©1993, Bell Communications Research, Inc., reprinted with permission.

Chapter 11: ATM Protocols

Within the transport overhead, rows one through three contain the SOH, and rows four through nine contain the Line Overhead (LOH). The three original STS-1 TOHs are byte interleaved to create the nine rows of the STS-3c TOH. So, we see A1, A1, A1, A2, A2, A2, C1, C1, C1; and so on in the STS-3c TOH. Notice that overhead octets A1, A2, C1, H1, H2, H3, and B2 are replicated, while octets B1, K2, and Z2 are not. The path overhead (POH) carried in STS-3c SWP includes J1, B3, C2, and G1.

Bellcore's TR-NWT-000253 [11-10] is the baseline reference on SONET. The ATM Forum's UNI 3.1 specification defines the overhead octets and their functions for STS-3c implementations with ATM, as well as an ATM Forum specification for a 155-Mbps private UNI over twisted pair (100 ohm category 5 unshielded, 120 ohms, or 150 ohm shielded) cable [11-11].

Section Overhead

Octet Label	Overhead Function
A1, A2	Frame alignment
C1	STS-1 identification
B1	Section error monitoring

Line Overhead

Octet Label	Overhead Function
B2	Line error monitoring
H1 (bits 1 to 4)	New data flag, Path AIS
H1 and H2 (bits 7 to 16)	Pointer value, Path AIS
H1*, H2*	Concatenation indication, Path AIS
H3	Pointer action, Path AIS
K2 (bits 6 to 8)	Line AIS, Line FERF, removal of Line FERF
3rd Z2	Line FEBE

Chapter 11: ATM Protocols

Path Overhead

Octet Label	Overhead Function
J1	STS path trace
B3	Path error monitoring
C2	Path signal level indicator
G1 (bits 1 to 4)	Path FEBE
G1 (bit 5)	Path RDI (yellow)
AIS: Alarm Indication Signal	
FEBE: Far End Block Error	
FERF: Far End Receive Failure	
RDI: Remote Defect Indicator	
STS: Synchronous Transport Signal	

ANSI T1.105 [11-12] is an excellent reference about SONET, and References [11-13] and [11-14] provide additional information on SONET implementations for ATM.

11.3.7 OC-12 Interface

The ITU-T, Bellcore, and the ATM Forum [11-15] have defined a UNI operating at the OC-12 rate of 622.080 Mbps. For the ATM Forum's case, a public UNI, a private UNI, and a private NNI are all defined. The transmission consists of two fiber optic links in a point-to-point configuration. Bellcore specifies a single-mode fiber link, while the ATM Forum allows either single-mode or multimode fiber options. The frame structure is illustrated in Figure 11-10 and is based on the SDH hierarchy discussed in the previous section.

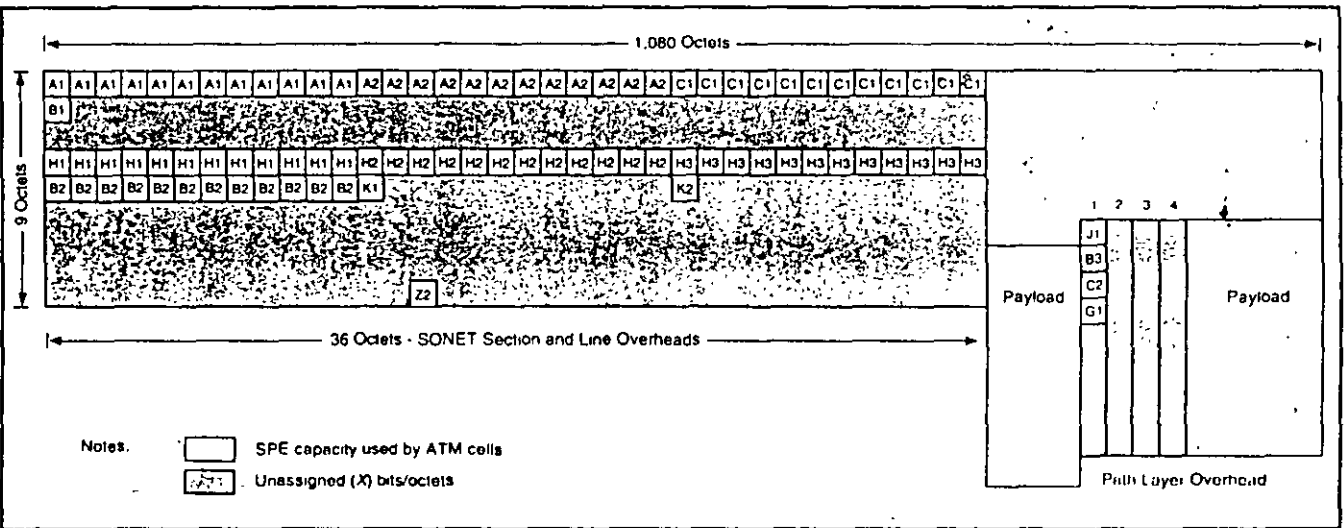


Figure 11-10. Logical frame structure of the 622.080 Mbps UNI.

Source: TR-NWT-001112, ©1993, Bell Communications Research, Inc., reprinted with permission.

Chapter 11: ATM Protocols

11.4 ATM Adaptation Layer Services

Recall from Section 10.6.3 and Figure 10-11 that ATM networks may support different types of data traffic. Each traffic type may use a different AAL protocol, as defined in I.363 [11-16]. The following sections explore each of these protocols individually.

11.4.1 AAL Type 1

AAL Type 1 supports Class A traffic, which is sent at a constant bit rate (CBR), is connection oriented and has a timing relationship between the source and the destination. Examples of such traffic include pulse code modulation (PCM), encoded voice, or CBR video.

The AAL consists of at least two sublayers: the Convergence Sublayer (CS) and the SAR Sublayer. For AAL1, the CS takes the User Information, provided at a CBR, and divides it into 47-octet protocol data units (AAL1_CS_PDUs), as shown in Figure 11-11. This AAL1_CS_PDU becomes the SAR_PDU payload. Note that no AAL1-CS protocol control information (PCI) is added to the AAL1_CS_PDU. The SAR sublayer adds a header 1 octet long to the AAL1_CS_PDU, forming a 48-octet AAL1_SAR_PDU.

The AAL1_SAR_PDU header consists of two fields: Sequence Number (SN) and Sequence Number Protection (SNP). The SN field contains two subfields: a Convergence Sublayer Indicator (CSI), which is one bit and is used by service-specific functions of the AAL1_CS; and a Sequence Count (SC), which is 3 bits and contains a binary encoded sequence counter that is passed between peer AAL1_CS entities. One CSI function is to pass timing information between the sender and the receiver. In this method, called the Synchronous Residual Time Stamp (SRTS), the CSI field of successive AAL1_SAR_PDUs carries a 4-bit Residual Time Stamp (RTS). The SC subfield detects lost or misinserted cells. The SNP field contains two subfields: a CRC Control subfield (three bits) and a single Parity bit. These two fields provide error control for the CSI and CS subfields.

The completed AAL1_SAR_PDU is sent to the ATM layer, where the ATM header is added before transmission.

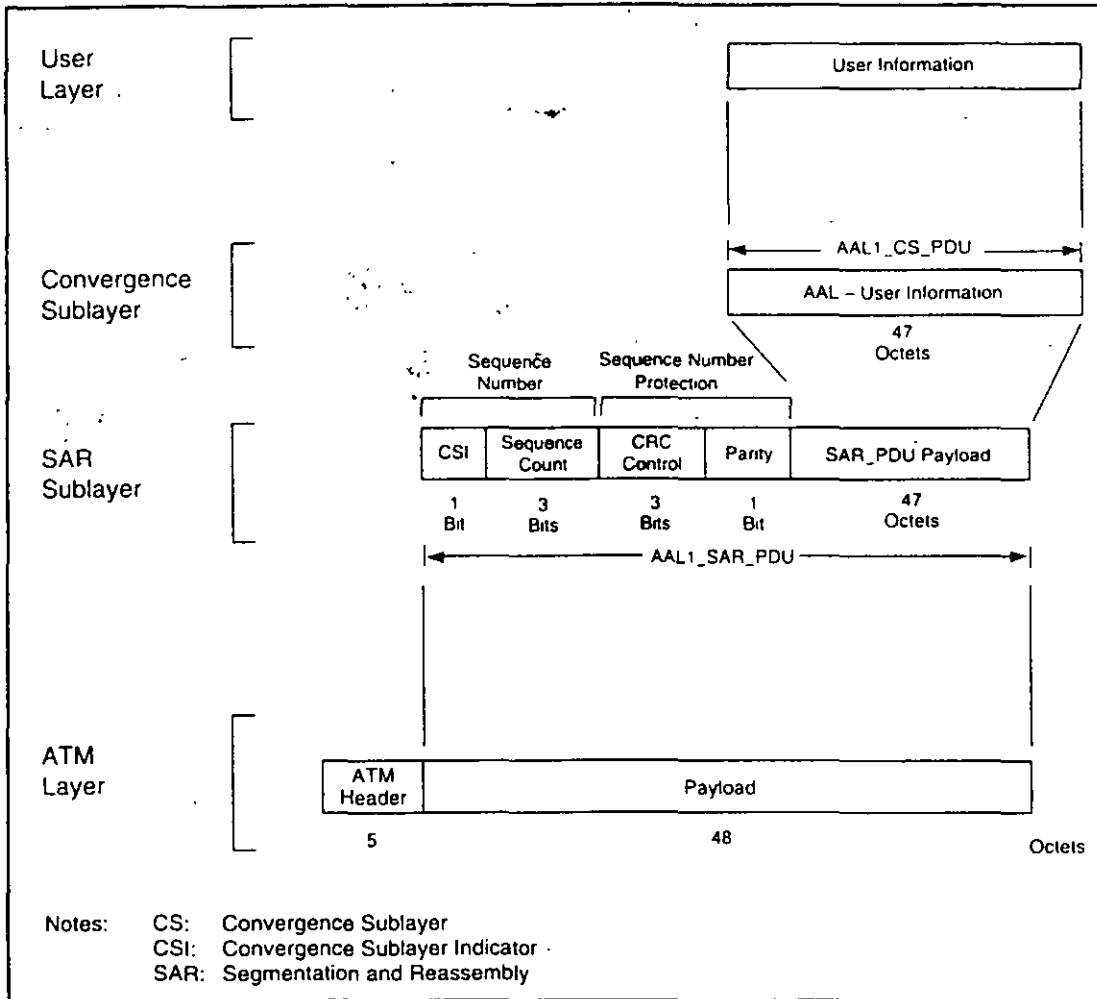


Figure 11-11. AAL Type 1 PDU format.

Source: GR-1113-CORE, ©1994, Bell Communications Research, Inc., reprinted with permission.

11.4.2 AAL Type 2

AAL Type 2 supports Class B traffic, which is sent at a variable bit rate (VBR); is connection oriented, and has a timing relationship between the source and the destination. Examples include VBR voice and video signals.

Chapter 11: ATM Protocols

The ITU-T is still developing AAL2. However, one suggested format for the AAL2_SAR_PDU is shown in Figure 11-12. The SN field is a binary counter that detects lost or misinserted cells. The Information Type (IT) defines one of three message values: Beginning of Message (BOM), Continuation of Message (COM), or End of Message (EOM). The Length Indicator (LI) states how many octets in the SAR_PDU Payload contain data. Finally, a CRC field provides error detection and correction. Error control is especially important for compressed video signals, which could use AAL2. In this case, single bit errors may affect the encoded datastream, which may produce a more severe effect than a single bit error within a cell carrying CBR audio (Class A and AAL1).

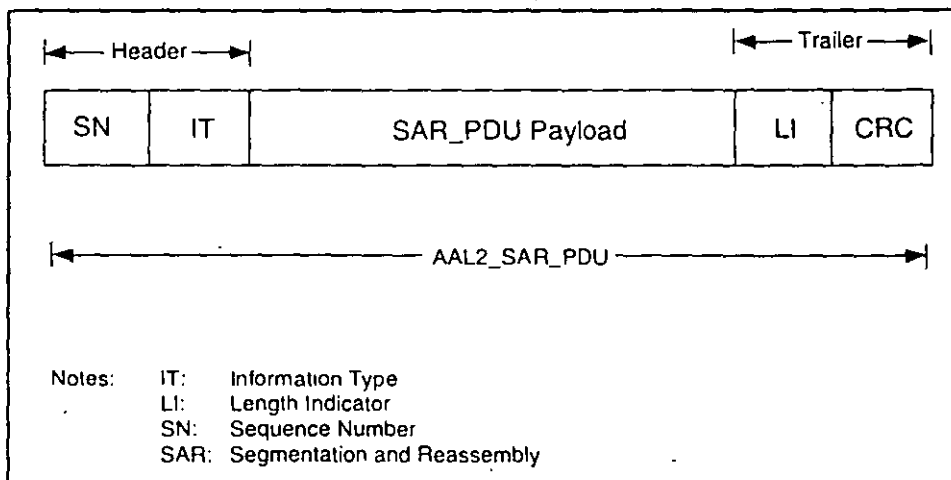


Figure 11-12. AAL Type 2 SAR PDU format.

11.4.3 AAL Type 3/4

AAL Type 3/4 supports Class C or D traffic, which is sent at a VBR with no timing relationship required between the source and destination. At one time, there were two standards: AAL3, which supported connection-oriented traffic, and AAL4, which supported connectionless traffic. These two AALs were later merged into the common AAL3/4. Data traffic that is sensitive to loss but not delay, such as SMDS, would use AAL3/4.

The AAL3/4 Convergence Sublayer is divided into two layers: an SSCS and a CPCS. The SSCS, which may not be present (null), supports the User layer. The AAL3/4 SAR sublayer interacts with the ATM layer.

The CPCS transfers variable-length blocks of data, or AAL3/4_CPCS_SDUs, sequentially between users. Two service modes are defined: Message Mode Service

Chapter 11: ATM Protocols

and Streaming Mode Service. Message Mode is used for framed data (see Figure 11-13a). It transfers exactly one Interface Data Unit (AAL3/4_IDU) from the user. This IDU may be fixed or variable in length, up to 65,535 octets long. Streaming Mode is used for one or more IDUs, which may be separated in time (see Figure 11-13b).

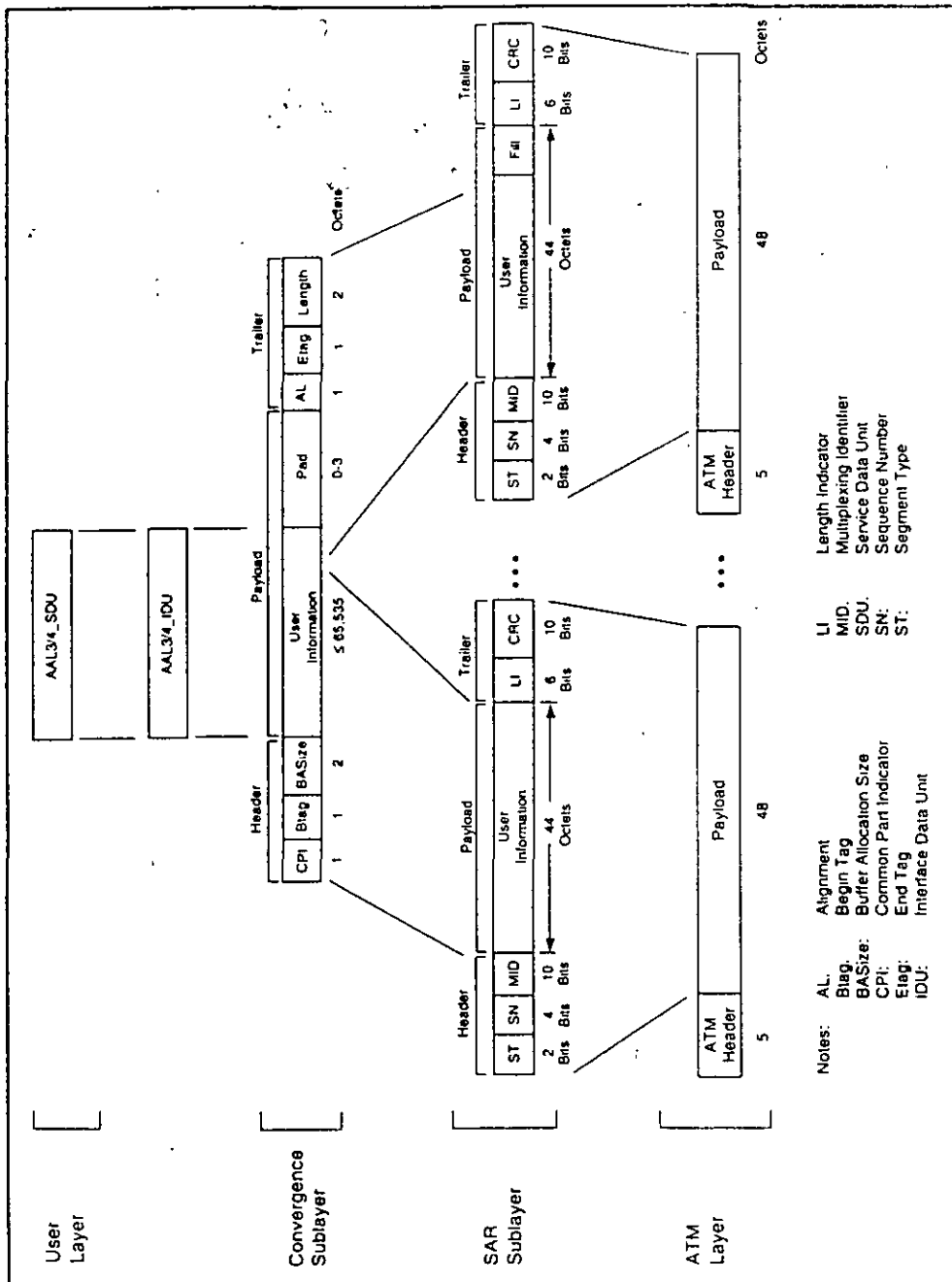


Figure 11-13a. AAL Type 3/4 PDU format (Message Mode Service).

Source: GR-1113-CORE, ©1994, Bell Communications Research, Inc., reprinted with permission

Chapter 11: ATM Protocols

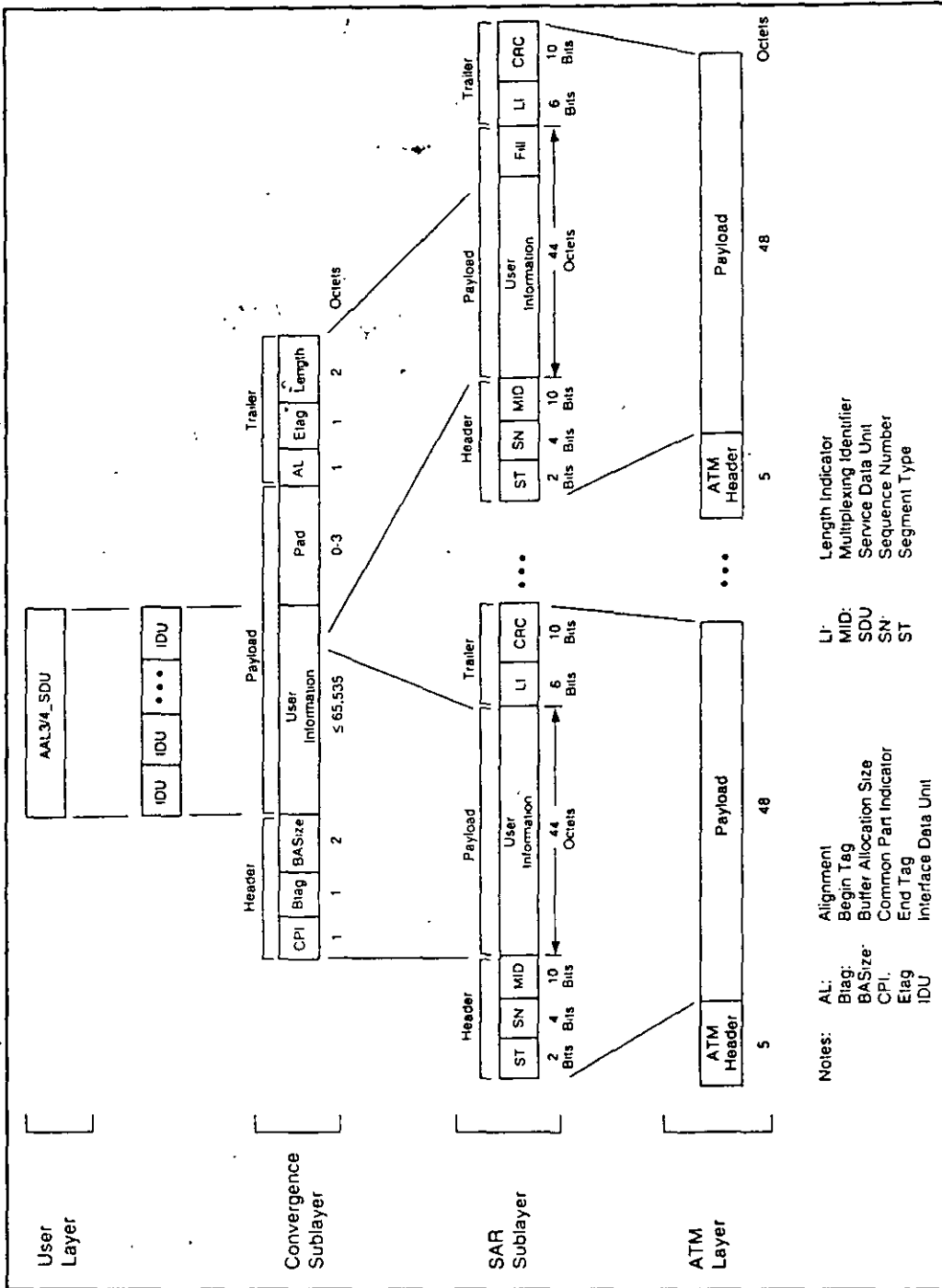


Figure 11-13b. AAL Type 3/4 PDU format (Streaming Mode Service).

Source: GR-1113-CORE, ©1994, Bell Communications Research, Inc., reprinted with permission.

The AAL3/4 process is initiated when the user information (the AAL3/4_CPCS_SDUs) is passed to the CPCS. The CPCS adds a header and trailer,

Chapter 11: ATM Protocols

generating the AAL3/4_CPCS_PDU. This unit is then passed to the SAR sublayer, which segments it into 48-octet SAR PDUs to become the ATM cell payload.

The AAL3/4_CPCS_PDU header contains three fields: Common Part Indicator (CPI), Begin Tag (BTag), and Buffer Allocation Size (BAsize). The CPI field (one octet) identifies the message type and the counting units for the BTag and BAsize fields. This field is currently coded as 00H, which indicates that the counting unit is the octet. The BTag field (one octet) is used in conjunction with the End Tag (ETag) in the trailer to associate the beginning and end of the AAL3/4_CPCS_PDU. The same number is placed in the BTag and ETag fields and is incremented for successive AAL3/4_CPCS_PDUs. The BAsize field (two octets) tells the receiving AAL3/4 process the maximum buffer size it must reserve to reassemble the incoming AAL3/4_CPCS_PDU.

The AAL3/4_CPCS_PDU User Information payload is limited to the maximum value of the BAsize field (65,535) times the counting value contained in the CPI field (typically octets). A Pad field may be placed after the Information field. This Pad may contain zero, one, two, or three octets of filler, which forces the AAL3/4_CPCS_PDU to be 32-bit aligned. Note that for SMDS applications, this field is of zero length because the AAL3/4_CPCS_PDUs are always aligned on 4-octet boundaries.

The AAL3/4_CPCS_PDU trailer contains three fields: Alignment (AL), End Tag (ETag), and Length. The AL field (1 octet) provides 32-bit alignment in the AAL3/4_CPCS_PDU trailer, and is set to 00H. The ETag field (1 octet) is used in conjunction with the BTag, as described above. The Length field (2 octets) indicates the length in counting units of the User Information field.

The SAR process provides the 48-octet payloads carried in the ATM cells. Each AAL3/4_SAR_PDU contains a header (2 octets), User Information (44 octets), and a trailer (2 octets).

The AAL3/4_SAR_PDU header contains three fields: Segment Type (ST), SN, and Multiplexing Identification (MID). The ST field (2 bits) indicates whether the AAL3/4_SAR_PDU is the beginning of a message (BOM, with ST = 10), the continuation of a message (COM, with ST = 00), the end of a message (EOM, with ST = 01), or a single segment message (SSM, with ST = 11). The SN field (4 bits) is a counter that indicates the sequential position of each AAL3/4_SAR_PDU associated with an AAL3/4_CPCS_PDU. The MID (10 bits) identifies the AAL3/4_SAR_PDUs

Chapter 11: ATM Protocols

derived from a particular AAL3/4_CPCS_PDU. In other words, several AAL3/4_CPCS_PDUs may be transmitted simultaneously between the same two AAL users. The MID field identifies the AAL3/4_SAR_PDUs from different AAL3/4_CPCS_PDUs, assisting with the interleaving and reassembly process.

The AAL3/4_SAR_PDU payload contains User Information and Fill and is 44 octets long. The User Information field contains up to 44 octets of an AAL3/4_CPCS_PDU. If the User Information field does not contain 44 octets, the Fill field completes it with zeros.

The AAL3/4_SAR_PDU trailer contains two fields: Length Indicator (LI) and a CRC. The LI field (6 bits) contains the length in octets of the User Information field. The type of segment, as indicated in the ST field, restricts the values of the LI field. The BOM and COM segments may be 44 octets long. The EOM segment must be a multiple of four octets (4, 8, 12, 16, ...44). The SSM must be a multiple of 4 octets and must be at least 8 octets long (8, 12, 16, ...44).

When the AAL3/4_SAR processing is complete, it hands the AAL3/4_SAR_PDUs to the ATM layer for transmission.

11.4.4 AAL Type 5

AAL Type 5 supports Class C traffic, which is connection-oriented and sent at a VBR with no timing relationship required between the source and the destination. The AAL5 process is considered much simpler than AAL3/4. It removes some of the overhead at the SAR sublayer and supports only Message Mode service. AAL5 is also known as the Simple and Efficient AAL (SEAL).

The User Layer passes User information 0 to 65,535 octets long to the CPCS, as shown in Figure 11-14. The CPCS generates the AAL5_CPCS_PDU, which consists of a payload and a trailer. At the CPCS, a Pad field 0 to 47 octets long is added to the User Information to align the AAL5_CPCS_PDU on a 48-octet boundary.

Chapter 11: ATM Protocols

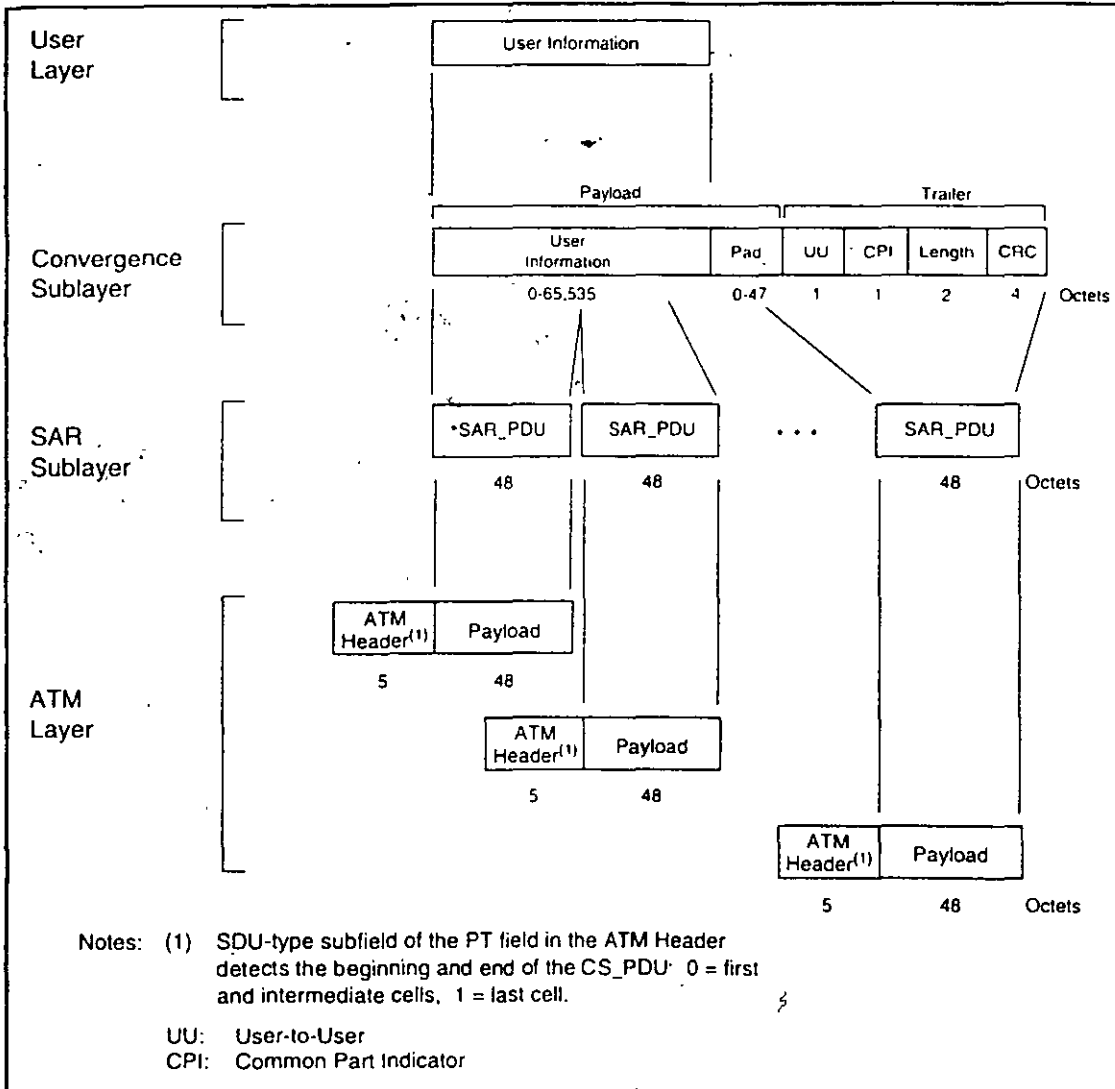


Figure 11-14. AAL Type 5 PDU format.

Source: GR-1113-CORE, ©1994, Bell Communications Research, Inc., reprinted with permission.

The AAL5_CPCS_PDU trailer consists of four fields: User-to-User (UU), Common Part Indicator (CPI), Length, and CRC. The UU field (1 octet) contains information to be transferred transparently between AAL5 users. The CPI field (1 octet) aligns the AAL5_CPCS_PDU trailer on a 64-bit boundary. Other uses are under development, and may include identification of layer-management messages. The Length field (2 octets) indicates the length of the AAL5 CPCS payload. The CRC field contains a CRC-32 calculation that detects bit errors in AAL5_CPCS_PDU, including the payload and the first 4 octets of the trailer.

Chapter 11: ATM Protocols

When the AAL5_CPCS_PDU is assembled, the SAR sublayer segments it into 48-octet AAL5_SAR_PDUs, which are then passed to the ATM layer. A single bit in the ATM header PTI field indicates the end of the AAL5_CPCS_PDU. This bit is set to zero for the first and intermediate segments, and to one for the last segment.

11.5 ATM DXI

A number of interfaces and protocols assist with the management of ATM networks (see Figure 11-15a), including the DXI [11-17], the ILMI, and the messages that use these interfaces.

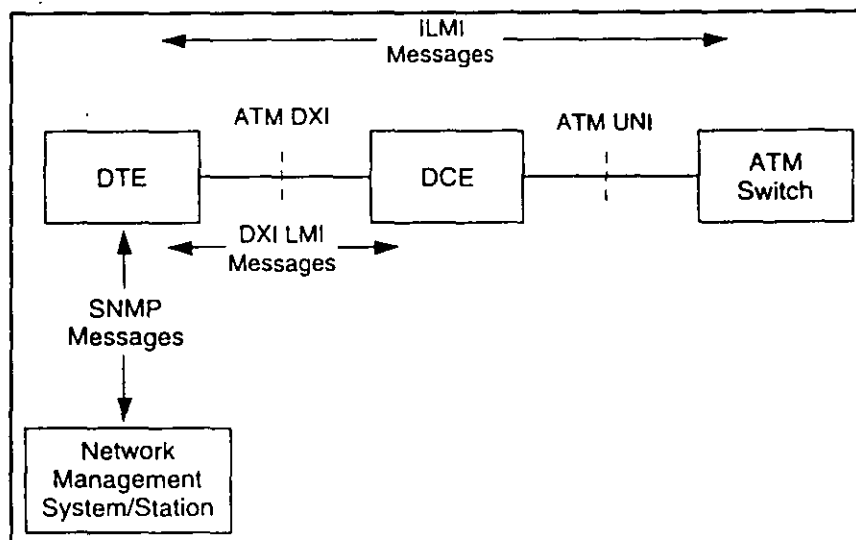


Figure 11-15a. ATM DXI LMI.

Source: AF-DXI-0014.000, © 1993, The ATM Forum.

Assume that the DTE is a router connected to an ATM switch via a DCE, such as a DSU. Also connected to the router is a network management console running SNMP. Several interfaces are involved: the ATM UNI between the switch and the DSU; the ATM DXI between the DSU and the DTE (router); and other interfaces, such as a LAN connection, between the router and the network management console.

Several message types may be sent with this configuration. The Network Management System may send SNMP messages to request information contained in the router's MIB. The ATM switch may send ILMI messages to the router requesting

information on a virtual path or virtual channel connection. In some cases, such as when the router requests a count of the dropped received cells, the router must consult the DSU. These consultations are referred to the DSU as DXI LMI messages. Similarly, ATM DXI LMI traps sent from the DSU to the router generate ILMI traps to the switch or SNMP traps to the Network Management Console.

To support these mechanisms, the ATM DXI LMI MIB includes the ATM UNI ILMI MIB, defined in the ATM Forum's UNI 3.1 specification, and the ATM MIB, defined by the Internet Engineering Task Force (IETF).

11.5.1 The DXI Protocol

The DXI protocol provides a way for a DTE, such as a router, and a DCE, such as a DSU, to share the processing of the protocols at the ATM UNI. Three modes of operation are defined:

- *Mode 1a*, AAL5 only
- *Mode 1b*, AAL3/4 for at least one VC, AAL5 for other VCs
- *Mode 2*, AAL5 and AAL3/4, one per VC

The DTE transmits the information field of an AAL_PDU, referred to as a DTE_SDU, to a peer process at another DTE. To do so, the DTE sends the DTE_SDU inside a DXI frame to the DCE. The DCE then completes the processing at the AAL sublayers (CPCS and SAR) and the ATM layers.

The format of the transmission frame sent between DTE and DCE varies depending on the AAL type used. For modes 1a or 1b with AAL5, the DTE sends a DTE_SDU, which may be up to 9,232 octets long, to the DCE in a DXI frame (see upper portion of Figure 11-15b). The DCE receives the DTE_SDU and performs the AAL5 CPCS, AAL5 SAR, and ATM layer functions. The DXI Frame Address (DXA) field maps the VPI/VCI information between the DTE and the DCE.

Mode 1b offers the capabilities of mode 1a plus support for AAL3/4 on individually configurable VCs. The DTE encapsulates an AAL3/4_CPCS_PDU within a DXI frame (see lower portion of Figure 11-15b). In this case, the DTE_SDU is reduced in length to 9,224 octets to accommodate the AAL3/4_CPCS header and trailer. The DCE performs the AAL3/4 SAR and ATM layer functions.

Chapter 11: ATM Protocols

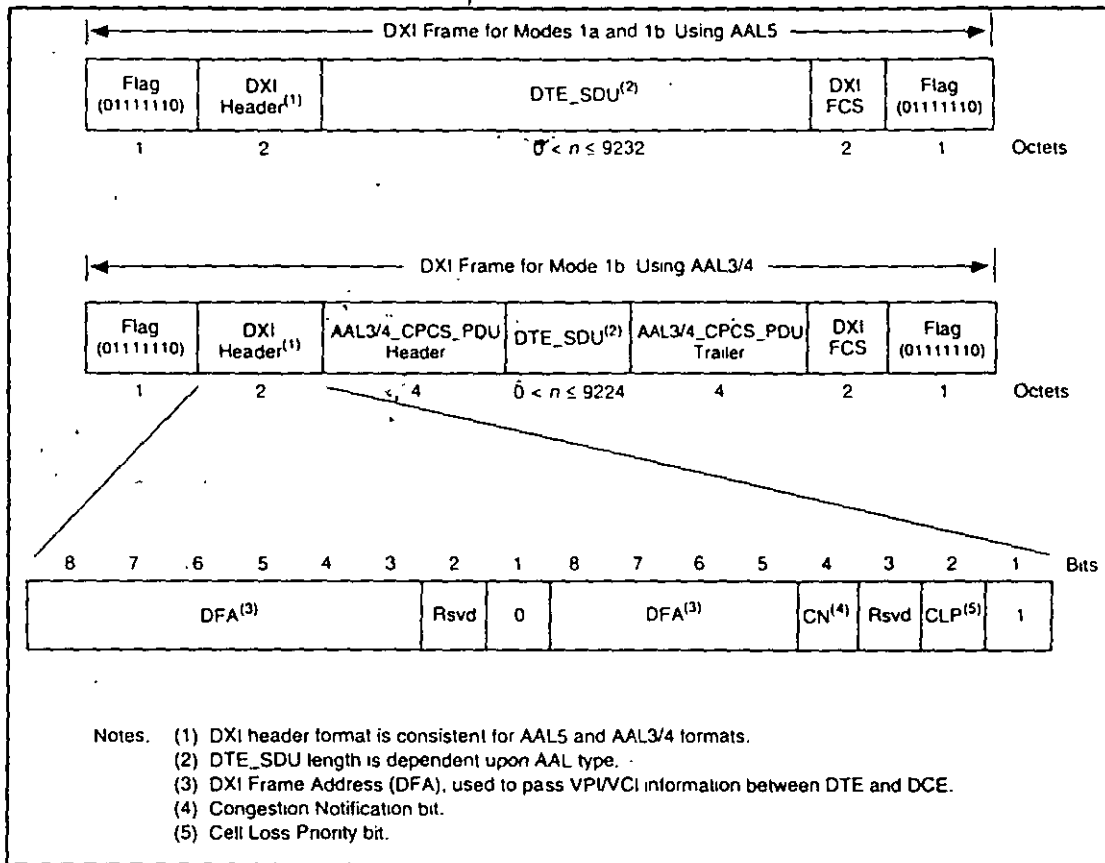


Figure 11-15b. ATM DXI frame formats (modes 1a and 1b).

Source: AF-DXI-0014.000, © 1993, The ATM Forum.

For mode 2, the DTE encapsulates an AAL3/4_CPCS_PDU within a DXI frame (see Figure 11-15c). In this case, the DTE_SDU may be up to 65,535 octets long. The DCE performs one of the following functions:

- For AAL5 VCs, the DCE removes the AAL3/4 CPCS header and trailer and encapsulates the remainder of the PDU in an AAL5CPCS_PDU. The DCE then performs the AAL5 SAR and ATM layer functions.
- For AAL3/4 VCs, the DCE performs the AAL3/4 SAR and ATM layer functions.

Chapter 11: ATM Protocols

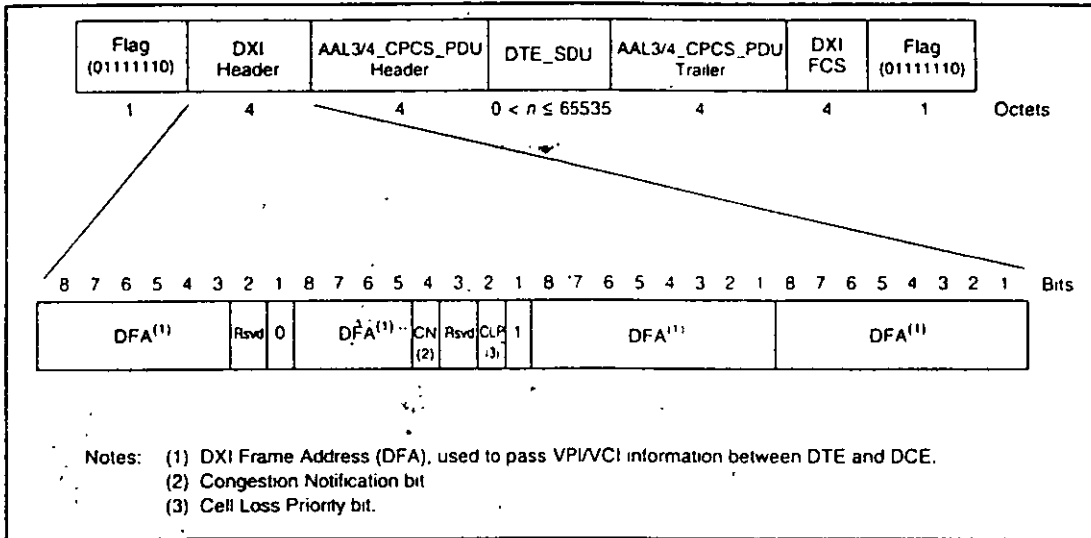


Figure 11-15c. ATM DXI frame format (mode 2).

Source: AF-DXI-0014.000, © 1993, The ATM Forum.

11.5.2 The DXI LMI

The DXI LMI exchanges management information across the DXI. The ATM DXI LMI supports network management systems using SNMP and ATM switches running ILMI. The network management system or the ATM switch may request management information. Therefore, the DTE, such as a router, must contain both an SNMP proxy agent and an ILMI proxy agent. If the network management system or the ATM switch sends a request and the DTE does not have the information, it will query the ATM DCE using a DXI LMI PDU (see Figure 11-15d).

Chapter 11: ATM Protocols

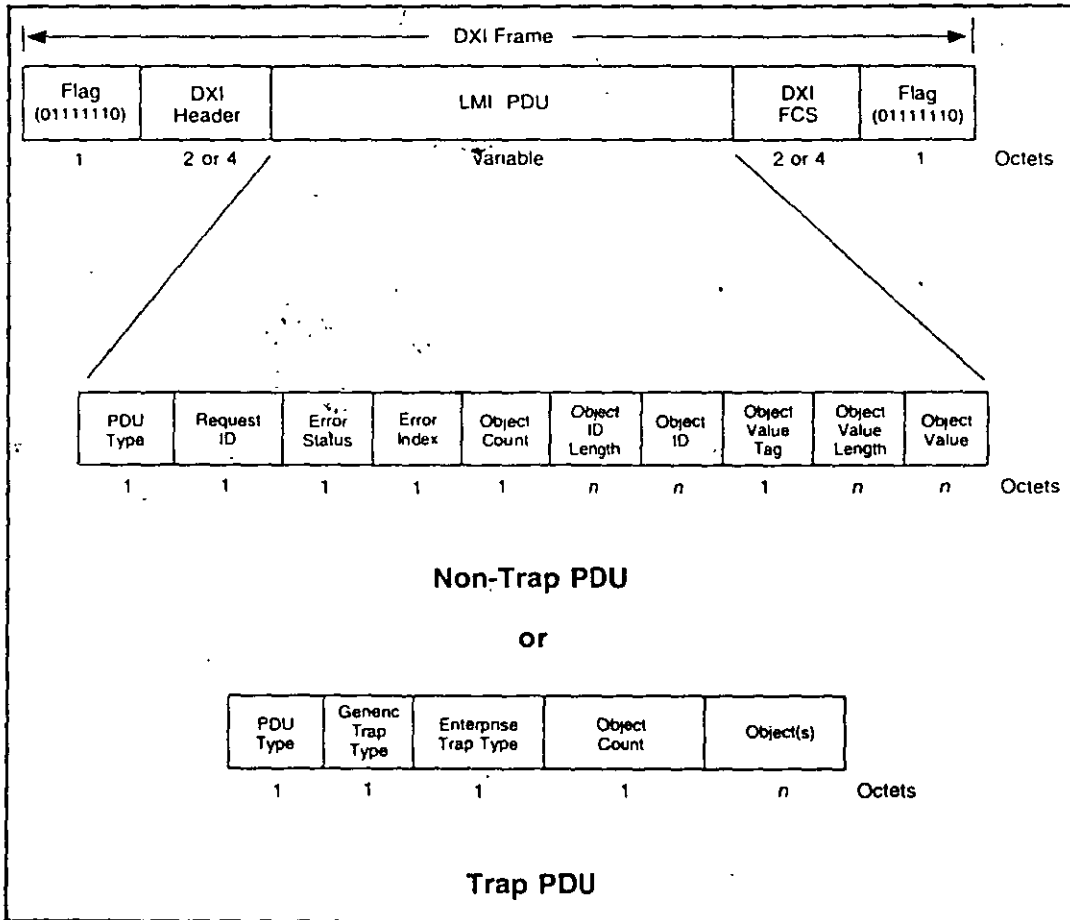


Figure 11-15d. ATM DXI LMI PDU formats.

Source: AF-DXI-0014.000, © 1993, The ATM Forum.

Chapter 11: ATM Protocols

Five LMI messages are defined. The GetRequest, GetNextRequest, and SetRequest originate in the DTE, with a GetResponse returned from the DCE. The Trap message originates in the DCE.

The LMI message formats are similar to those defined for SNMP. The GetRequest, GetNextRequest, SetRequest, and GetResponse messages share a common PDU structure, and the Trap message has a unique PDU format. The ATM Forum's DXI 1.0 specification provides greater details about the PDU formats.

11.6 FUNI

The Frame Based User-to-Network Interface, or FUNI, is based on the DXI and provides an interface between end-user equipment and an ATM network at the DS1 (1.544 Mbps) or E1 (2.048 Mbps) rates. Inside the ATM network, a conversion is made between the data carried in the DS1/E1 frame and ATM cells. According to the FUNI specification [11-18], the FUNI shall support DXI mode 1a, may optionally provide support for mode 1b, and shall not support mode 2. The only AALs supported over the FUNI are AAL3/4 and AAL5; therefore, the interface is intended to support VBR and UBR service only. Note that neither AAL1 nor CBR service are supported.

The encapsulation/decapsulation processes are shown in Figure 11-16a (for AAL5) and Figure 11-16b (for AAL3/4). Note that a mapping function translates the frame address (FA) to the VPI/VCI fields to provide the appropriate address conversions. Further details on the FUNI protocols and operation are found in the FUNI specification document [11-18].

Chapter 11: ATM Protocols

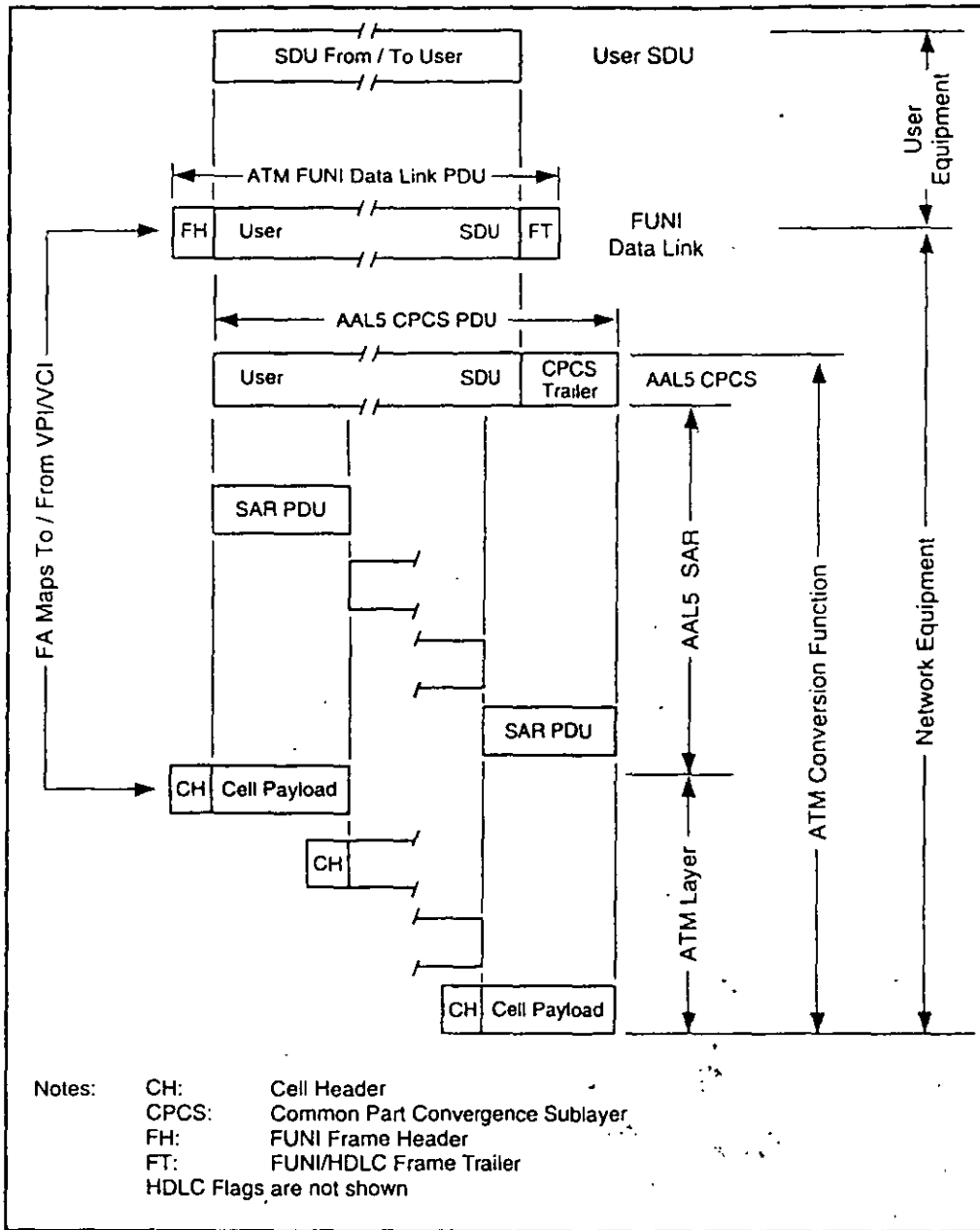


Figure 11-16a. FUNI encapsulation and ATM conversion process for AAL5.

Source: AF-SAA-0030.000, © 1995, The ATM Forum.

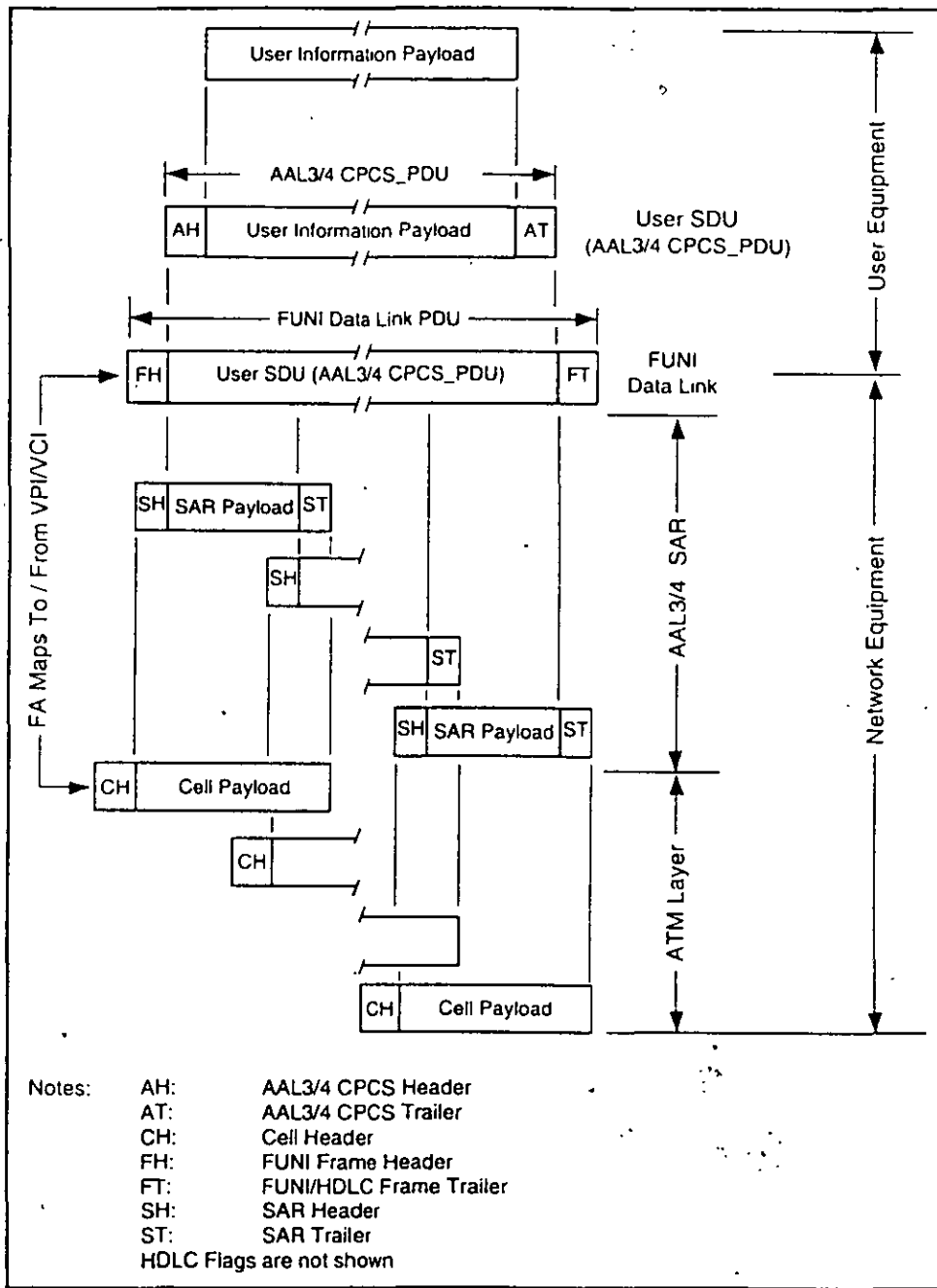


Figure 11-16b. FUNI encapsulation and ATM conversion process for AAL3/4.

Source: AF-SAA-0030.000, © 1995, The ATM Forum.

11.7 LAN Emulation

LAN Emulation (or LANE) is a process that allows existing local networks, such as Ethernet/IEEE 802.3 and IEEE 802.5 (token ring) networks, to operate within a switched ATM environment. The term *emulation* is used to describe this process, since many of the core functions present in LANs are not directly available from an ATM system. For example, LAN messages are sent using connectionless transport, which does not require a call setup. ATM is connection-oriented, which does require call setup. LANs are shared media systems, which lend themselves easily to multicast and broadcast transmissions. Within ATM, a means must be defined to intercept these messages and only send them to the stations that actually require that information.

LANE provides functions that are somewhat analogous to bridging and are described in detail in the ATM Forum's LANE Specification [11-19]. This specification details the operation of the various LANE components, including the LANE clients and LANE servers. The LANE client uses one of two frame formats to communicate: a modified Ethernet/IEEE 802.3 frame (Figure 11-17a) or a modified IEEE 802.5 (token ring) frame (Figure 11-17b). Note that the key modification is the addition of a LAN Emulation header (2 octets) which contains either a LAN Emulation Client Identifier (LECID) or the value 0000H. For specific details on LANE operation, refer to the ATM Forum specifications.

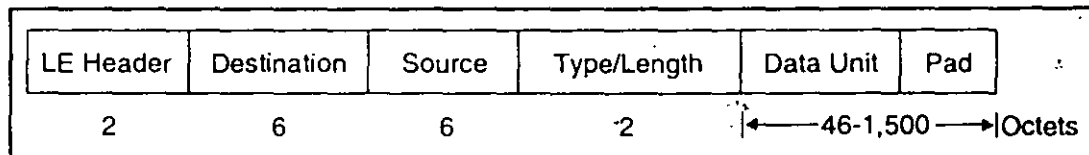


Figure 11-17a. LAN emulation data format for IEEE 802.3/Ethernet frames.

Source: AF-LANE-0021.000, © 1995, The ATM Forum.

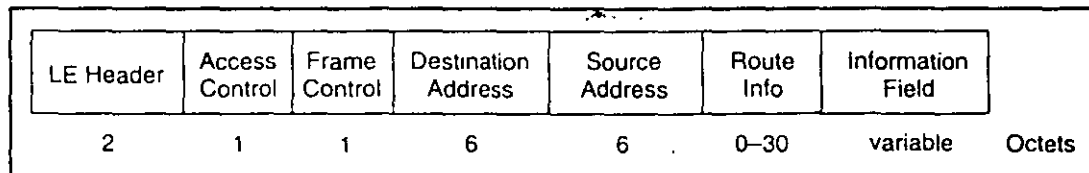


Figure 11-17b. LAN emulation data format for IEEE 802.5 frames.

Source: AF-LANE-0021.000, © 1995, The ATM Forum.

11.8 ATM Signaling

Signaling is the process by which ATM users and the network exchange control information to establish or disconnect VCs, request the use of network resources, or negotiate for the use of circuit parameters such as QOS, VPI/VCI, and so on. Signaling traffic is sent on VPI = 0, VCI = 5.

Meta-signaling is an optional method of establishing signaling channels. Meta-signaling messages are 1 cell long and are sent on VPI = 0, VCI = 1.

Meta-signaling sets up three types of signaling channels: point-to-point, general broadcast, and selective broadcast. There are three meta-signaling procedures: the Assignment procedure establishes a new signaling channel, the Removal procedure disconnects a signaling channel, and the Checking procedure verifies a signaling channel.

11.8.1 ATM Signaling Protocols

The protocols, shown in Figure 11-18, support connection control signaling. ITU-T Recommendation Q.2931 specifies the signaling message format. These messages are sent over the Signaling ATM Adaptation Layer (SAAL), which ensures their reliable delivery. The SAAL is divided into a Service Specific Part and a Common Part. The Service Specific Part is further divided into a Service Specific Coordination Function (SSCF), which interfaces with the SSCF user; and a Service Specific Connection-Oriented Protocol (SSCOP), which ensures reliable delivery. These two protocols are specified in ITU-T Recommendations Q.2130 (formerly designated Q.SAAL.2), and Q.2110 (formerly designated Q.SAAL.1), respectively. The common part of SAAL is AAL5.

Chapter 11: ATM Protocols

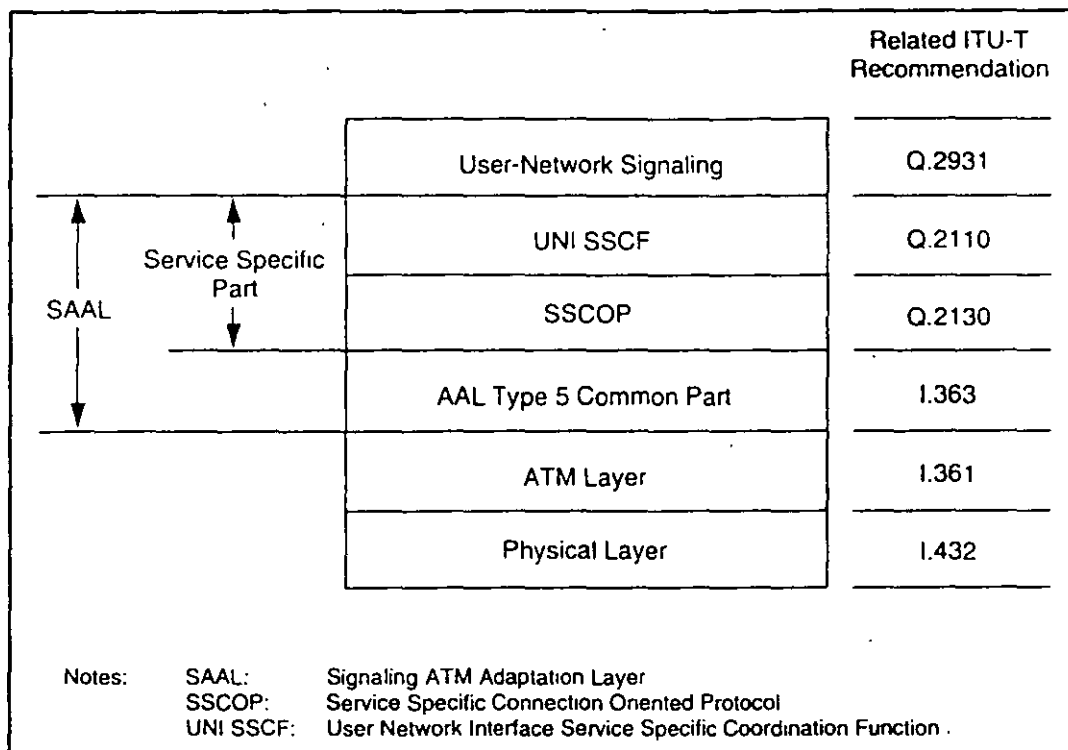


Figure 11-18. SAAL protocol stack at the UNI.

Source: GR-1111-CORE, ©1995, Bell Communications Research, Inc., reprinted with permission.

The ATM Forum's Signaling Specification v. 4.0 [11-20], ITU-T Q.2931 [11-21], and Bellcore's GR-1111-CORE [11-22] provide further details on the signaling architectures.

11.8.2 ATM Address Formats

Before two ATM endpoints can communicate across a private or public UNI, the endpoints must be unambiguously identified. The ATM Forum has defined three Private UNI address formats, each 20 octets long, to provide this identification (see Figure 11-19). The Signaling Specification, version 4.0, states that a Private UNI must be able to accept an initial call setup message containing an ATM address in any of the three formats. A Public UNI must support the native E.164 address format, the three Private UNI address formats, or all of these. These four formats will be discussed below.

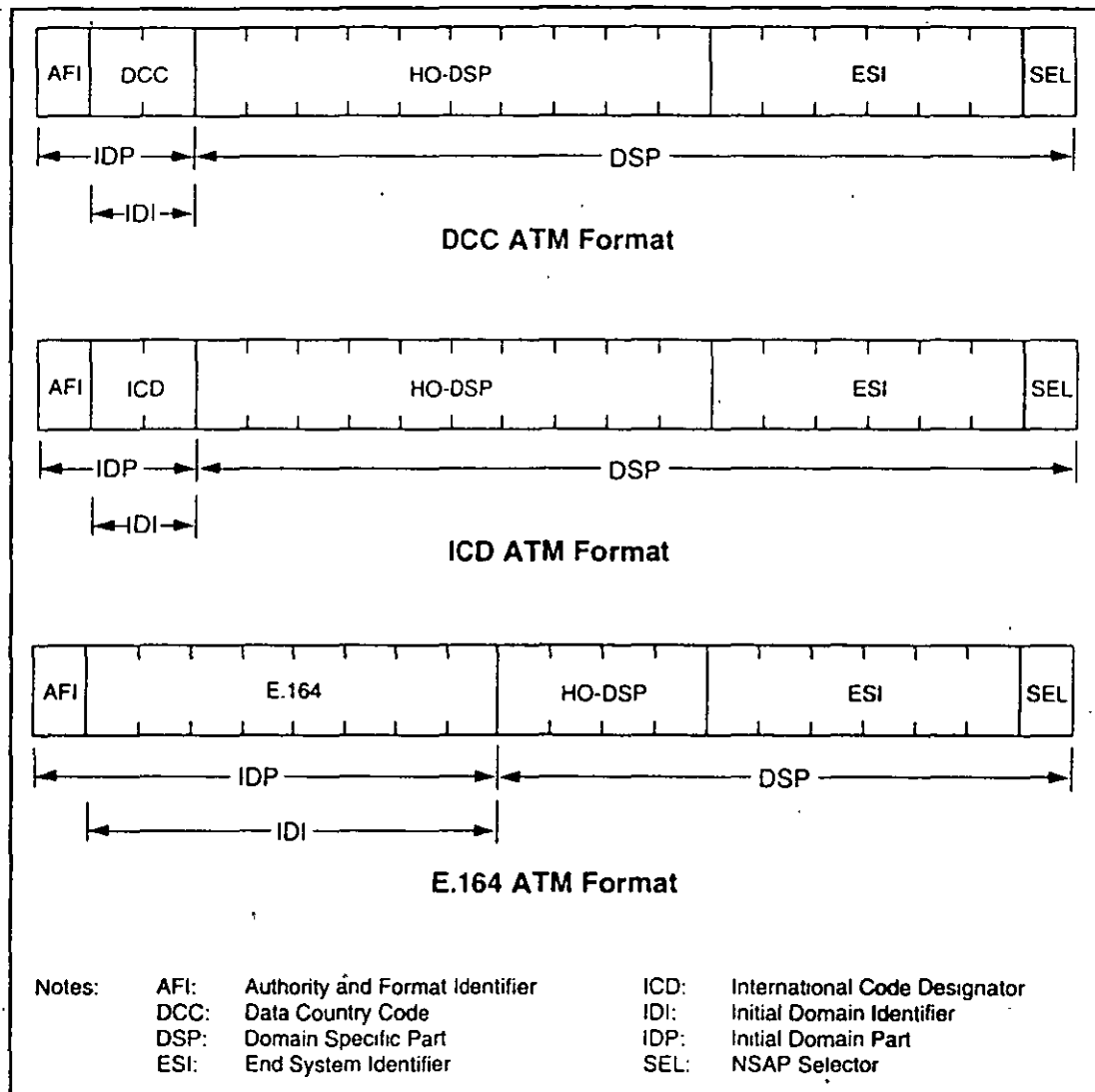


Figure 11-19. ATM address formats.

Source: AF-SIG-0061.000, © 1996, The ATM Forum.

The E.164 address format (not shown) is an ISDN format defined by ITU-T Recommendation E.164 [11-23] and administered by public networks. The address field is 8 octets long and can contain up to 15 Binary Coded Decimal (BCD) digits. A leading pattern of a single 0H character and a trailing pattern of one or more FH characters pad the field to the correct length.

Chapter 11: ATM Protocols

The Data Country Code (DCC) ATM format is divided into an Initial Domain Part (IDP) and a Domain Specific Part (DSP). The IDP contains an Authority and Format Identifier (AFI) and an Initial Domain Identifier (IDI). For the DCC ATM format, the AFI has a value of 39H. The next field contains the DCC (2 octets) that specifies the country where the address is registered. The DSP part of the address contains the High Order DSP (HO-DSP) field, End System Identifier (ESI), and Selector (SEL) fields. The coding of the HO-DSP field is specified by the authority or coding scheme identified by the IDP, and is further defined in Annex 1 of the ATM Forum's Signaling Specification. The ESI is a six-octet number that uniquely identifies the end system, such as an IEEE 802 MAC address. The Selector is a one-octet field which is not used for ATM routing but may be used by the end system.

The International Code Designator (ICD) ATM format is identified by an AFI of 47H. The next field contains the ICD (2 octets), which identifies an international organization and is administered by the British Standards Institute. The remaining address fields are the same as in the DCC ATM format.

The E.164 ATM format is identified by an AFI of 45H. The next field contains the E.164 address (8 octets). The other fields are the HO-DSP, the ESI, and the SEL, which have the same functions as their counterparts in the DCC ATM and ICD ATM formats.

Before an ATM connection can be established at a UNI, both the user and network must be aware of the addresses in effect at that UNI. Address-registration procedures, which are an extension to the ILMI, accomplish this. For Private UNI address formats, the user side of the UNI supplies the user part of the address: the ESI and SEL fields. The network supplies the network-prefix, which consists of all the fields that precede the ESI field. When the E.164 address format is used, the network supplies the entire 8-octet address. The address elements are exchanged using ILMI SetRequest messages and are stored in tables at either side of the UNI. After the addresses have been registered, they may be used in the Calling Party Number and Called Party Number information elements transmitted in signaling messages.

11.8.3 ATM Signaling Messages

ATM signaling messages are based on N-ISDN signaling formats specified in Recommendations Q.931 and Q.933. The details of ATM signaling are specified in

B-ISDN Recommendation Q.2931, formerly Q.93B [11-21]. The ATM Forum UNI Signaling Specification version 4.0 builds upon the earlier work with UNI 3.1 and Q.2931, and also adds messages regarding Point-to-Multipoint Call/Connection Control from Q.2971 [11-24].

The ATM signaling messages may be grouped according to their function. Messages for ATM call and connection control include:

- **ALERTING**, sent by the called user to the network or by the network to the calling user to indicate that the called user alerting has been initiated
- **CALL PROCEEDING**, sent by the called user to the network or by the network to the calling user to indicate initiation of the requested call
- **CONNECT**, sent by the called user to the network and by the network to the calling user to indicate that the called user accepted the call
- **CONNECT ACKNOWLEDGE**, sent by the network to the called user to indicate that the call was awarded and sent by the calling user to the network
- **PROGRESS**, sent by the user or the network to indicate the progress of a call in the event of interworking
- **SETUP**, sent by the calling user to the network and by the network to the calling user to initiate a call
- **RELEASE**, sent by the user to request that the network clear the connection or sent by the network to indicate that the connection has cleared
- **RELEASE COMPLETE**, sent by either the user or the network to indicate that the originator has released the call reference and virtual channel
- **RESTART**, sent by the user or the network to restart the indicated virtual channel
- **RESTART ACKNOWLEDGE**, sent to acknowledge the receipt of the RESTART message
- **NOTIFY**, from Q.2971
- **STATUS**, sent by the user or network in response to a STATUS ENQUIRY message
- **STATUS ENQUIRY**, sent by the user or the network to solicit a STATUS message

Chapter 11: ATM Protocols

Messages used with ATM point-to-multipoint call and connection control include:

- **ADD PARTY**, adds a party to an existing connection
- **ADD PARTY ACKNOWLEDGE**, acknowledges a successful ADD PARTY
- **ADD PARTY REJECT**, indicates an unsuccessful ADD PARTY
- **DROP PARTY**, drops a party from an existing point-to-multipoint connection
- **DROP PARTY ACKNOWLEDGE**, acknowledges a successful DROP PARTY
- **PARTY ALERTING**, from Q.2971
- **LEAF SETUP REQUEST**, sent from the Leaf when that Leaf wishes to join a call under the Leaf Initiated Join capabilities
- **LEAF SETUP FAILURE**, sent from the network or Root if the join request from the Leaf could not be completed under the Leaf Initiated Join capabilities

ATM signaling messages, as defined in the UNI Signaling 4.0, use the Q.931 message format (see Figure 11-20). The message consists of five fields:

- *Protocol Discriminator*, distinguishes call-control messages from other traffic
- *Call Reference*, associates this message with a call at the UNI, but does not have end-to-end significance
- *Message Type*, identifies the message function
- *Message Length*, identifies the length of the message contents
- *Information Elements*, parameters required by the message

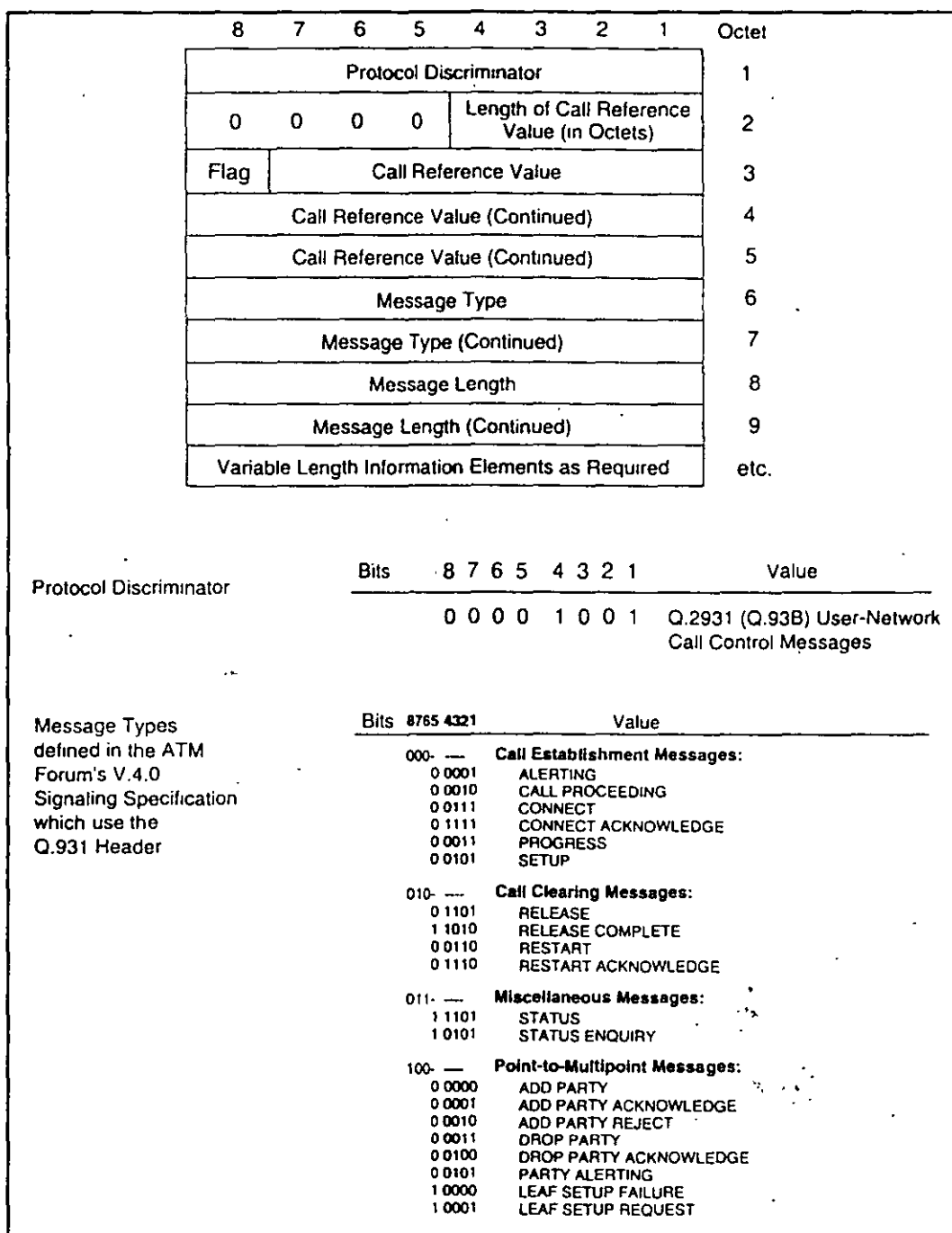


Figure 11-20. Q.931 message format for ATM signaling.

Source: AF-SIG-0061.000, © 1996, The ATM Forum.

11.8.4 ATM Information Elements

Information Elements convey details and parameters associated with signaling messages. Figure 11-21 shows the format for the IEs. The first field identifies the IE, and subsequent fields provide control and length information. The IEs defined in UNI Signaling 4.0 are:

- **Narrowband bearer capability**, indicates a requested circuit-mode N-ISDN bearer service to be provided by the network
- **Cause**, identifies the reason for certain messages and provides diagnostic information
- **Call State**, describes the current status of the call, such as call initiated, call present, connect request, or release request
- **Progress indicator**, describes an event that has occurred during the lifetime of a call
- **Notification indicator**, indicates information pertaining to a call
- **End-to-end transit delay**, indicates the nominal maximum end-to-end transit delay acceptable on a per-call basis, and indicates the cumulative transit delay to be expected for a virtual channel connection
- **Connected number**, identifies the connected number (see Q.951).
- **Connected subaddress**, identifies the connected subaddress (see Q.951)
- **Endpoint reference**, identifies the individual endpoints in a point-to-multipoint connection
- **Endpoint state**, indicates the state of an endpoint in a point-to-multipoint connection, such as add/drop party initiated or received
- **ATM Adaptation layer parameters**, indicate the requested AAL end-to-end parameters, such as CPCS_SDU size, CPCS type, or MID size
- **ATM traffic descriptor**, specifies the set of traffic parameters, such as forward or backward peak cell rates or sustainable cell rates
- **Connection identifier**, identifies the local ATM connection, including the VPI/VCI values

11.8.4 ATM Information Elements

Information Elements convey details and parameters associated with signaling messages. Figure 11-21 shows the format for the IEs. The first field identifies the IE, and subsequent fields provide control and length information. The IEs defined in UNI Signaling 4.0 are:

- **Narrowband bearer capability**, indicates a requested circuit-mode N-ISDN bearer service to be provided by the network
- **Cause**, identifies the reason for certain messages and provides diagnostic information
- **Call State**, describes the current status of the call, such as call initiated, call present, connect request, or release request
- **Progress indicator**, describes an event that has occurred during the lifetime of a call
- **Notification indicator**, indicates information pertaining to a call
- **End-to-end transit delay**, indicates the nominal maximum end-to-end transit delay acceptable on a per-call basis, and indicates the cumulative transit delay to be expected for a virtual channel connection
- **Connected number**, identifies the connected number (see Q.951).
- **Connected subaddress**, identifies the connected subaddress (see Q.951)
- **Endpoint reference**, identifies the individual endpoints in a point-to-multipoint connection
- **Endpoint state**, indicates the state of an endpoint in a point-to-multipoint connection, such as add/drop party initiated or received
- **ATM Adaptation layer parameters**, indicate the requested AAL end-to-end parameters, such as CPCS_SDU size, CPCS type, or MID size
- **ATM traffic descriptor**, specifies the set of traffic parameters, such as forward or backward peak cell rates or sustainable cell rates
- **Connection identifier**, identifies the local ATM connection, including the VPI/VCI values

Chapter 11: ATM Protocols

- **ABR setup parameter**, specifies the set of Available Bit Rate parameters during the call/connection establishment
- **Leaf initiated join call identifier**, uniquely identifies a point-to-multipoint call at a Root's interface
- **Leaf initiated join parameters**, used by the Root to associate options with the call when the call is created
- **Leaf sequence number**, used by a joining Leaf to associate a SETUP, ADD PARTY, or LEAF SETUP FAILURE response message with the corresponding LEAF SETUP REQUEST message that triggered the response
- **Connection scope selection**, allows the calling user to indicate to the network that the call/connection shall be processed and progressed within the selected routing range
- **ABR additional parameters**, specify the set of additional ABR parameters during the call/connection establishment
- **Extended QoS parameters**, indicate the individual Quality of Service parameter values on a per-call basis and indicate the cumulative QoS parameter values

The next sections will discuss the use of these messages and information elements.

8 7 6 5 4 3 2 1						Octets
IE Identifier						1
1 ext	Coding Standard	Flag	IE Instruction Field Res. Spare		Action Indicator	2
Length of IE						3
Length of IE (Continued)						4
Contents of IE						5 etc

Bits			Max. Length	Max. No. of Occurrences
8765	4321			
0000	0100	Narrowband Bearer Capability ^{(1) (2)}	14	3
0000	1000	Cause ⁽¹⁾	34	2
0001	0100	Call State	5	1
0001	1110	Progress Indicator ⁽¹⁾	6	2
0010	0111	Notification Indicator	(3)	(3)
0100	0010	End-to-End Transit Delay	11	1
0100	1100	Connected Number	25	1
0100	1101	Connected Subaddress	25	1
0101	0100	Endpoint Reference	7	1
0101	0101	Endpoint State	5	1
0101	1000	ATM Adaptation Layer Parameters	21	1
0101	1001	ATM Traffic Descriptor	30	1
0101	1010	Connection Identifier	9	1
0101	1100	Quality of Service Parameter	6	1
0101	1101	Broadband High-Layer Information	13	1
0101	1110	Broadband Bearer Capability	7	1
0101	1111	Broadband Low-Layer Information ⁽²⁾	17	3
0110	0000	Broadband Locking Shift	5	(4)
0110	0001	Broadband Non-Locking Shift	5	(4)
0110	0010	Broadband Sending Complete	5	1
0110	0011	Broadband Repeat Indicator	5	2
0110	1100	Calling Party Number	26	1
0110	1101	Calling Party Subaddress ⁽¹⁾	25	2
0111	0000	Called Party Number	25	1
0111	0001	Called Party Subaddress ⁽¹⁾	25	2
0111	1000	Transit Network Selection	9	1
0111	1001	Restart Indicator	5	1
0111	1100	Narrowband Low-Layer Compatibility ⁽²⁾	20	2
0111	1101	Narrowband High-Layer Compatibility ⁽¹⁾	7	2
0111	1111	Generic Identifier Transport ⁽¹⁾	33	3
1000	0001	Minimum Acceptable Traffic Descriptor	20	1
1000	0010	Alternative ATM Traffic Descriptor	30	1
1000	0100	ABR Setup Parameters	36	1
1110	1000	Leaf Initiated Join Call Identifier	9	1
1110	1001	Leaf Initiated Join Parameters	5	1
1110	1010	Leaf Sequence Number	8	1
1110	1011	Connection Scope Selection	6	1
1110	0100	ABR Additional Parameters	14	1
1110	1100	Extended QoS Parameters	25	1

Notes:

- (1) This IE may be repeated without the broadband repeat indicator IE
- (2) This IE may be repeated in conjunction with the broadband repeat indicator IE
- (3) The maximum length and the number of repetitions of this IE are network dependent
- (4) See § 2 (4.5.3/Q 2931, 4.5.4/Q 2931 and 5.6.6/Q 2931) for treatment of these IEs

Figure 11-21. IEs for ATM signaling.

Source: AF-SIG-0061.000, © 1996, The ATM Forum.

Chapter 11: ATM Protocols

11.8.5 Call Setup Procedures

Before any of the signaling procedures may be invoked, a user-to-network SAAL connection must be established. Call control signaling is then sent over a permanent signaling virtual channel connection, with VPI = 0 and VCI = 5.

To initiate a call, the calling user sends a SETUP message to the network (see Figure 11-22). The SETUP message is one of the most complex messages; it may contain a number of information elements: AAL Parameters, ATM User Cell Rate, Broadband Bearer Capability, Broadband High-Layer Information, Broadband Repeat Indicator, Broadband Low-Layer Information, Called Party Number, Called Party Subaddress, Calling Party Number, Calling Party Subaddress, Connection Identifier, QOS Parameter, Broadband Sending Complete, Transit Network Selection, and End-point Reference.

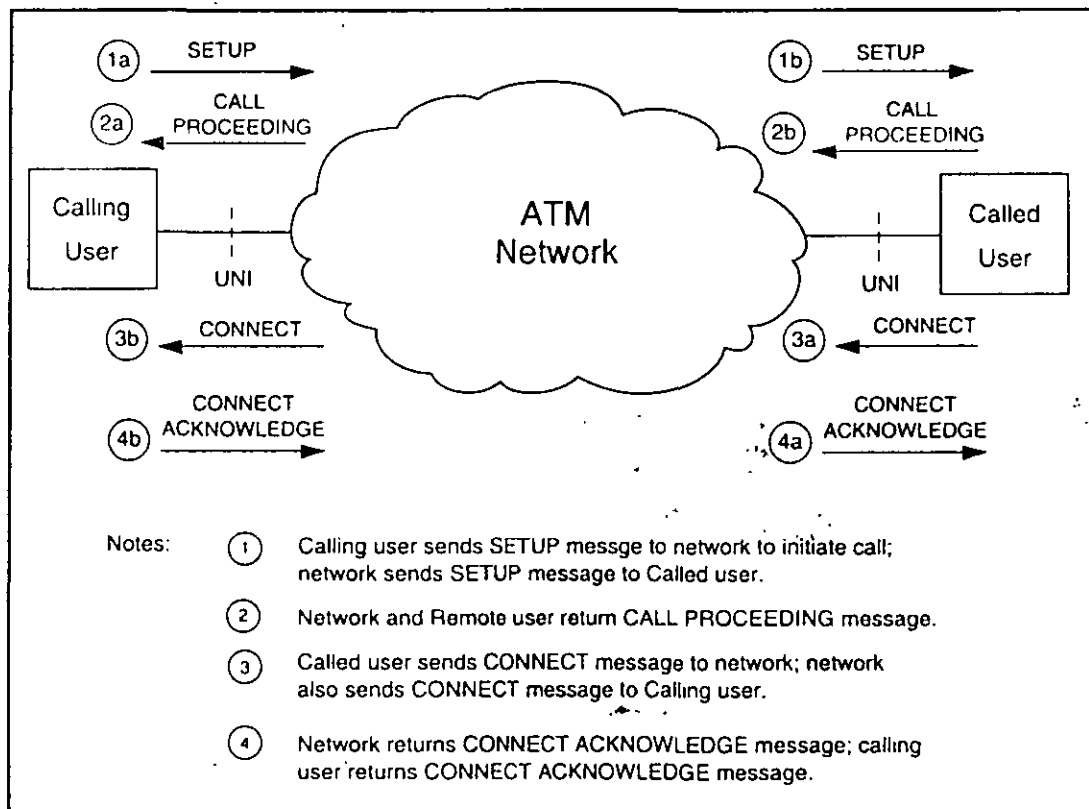


Figure 11-22. ATM call setup procedures.

If the network determines that the requested service is authorized and available, it returns a CALL PROCEEDING message to the calling user and a SETUP message

to the called user. If the network is unable to accept the call, it initiates call clearing as described in the next section. The CALL PROCEEDING message includes Connection Identifier and Endpoint Reference IEs. If the called user wishes to accept the call, it responds with a CALL PROCEEDING message, followed by a CONNECT message. The CONNECT message includes the AAL Parameters, Broadband Low-Layer Information, Connection Identifier, and Endpoint Reference IEs. The network sends a CONNECT ACKNOWLEDGE message to the called user and a CONNECT message to the calling user. The CONNECT ACKNOWLEDGE message conveys no additional parameters. The end-to-end connection is established when the calling user returns a CONNECT ACKNOWLEDGE message to the network.

11.8.6 Call Clearing Procedures

The user or the network may initiate call and connection clearing. (Figure 11-23 illustrates the procedures when the user initiates the clearing; network-initiated procedures are similar.) The user sends a RELEASE message to the network and disconnects the virtual channel. The RELEASE message includes a Cause IE. The network disconnects the virtual channel, initiates procedures to disconnect the remote user, and responds with a RELEASE COMPLETE message. The RELEASE COMPLETE message also includes a Cause IE.

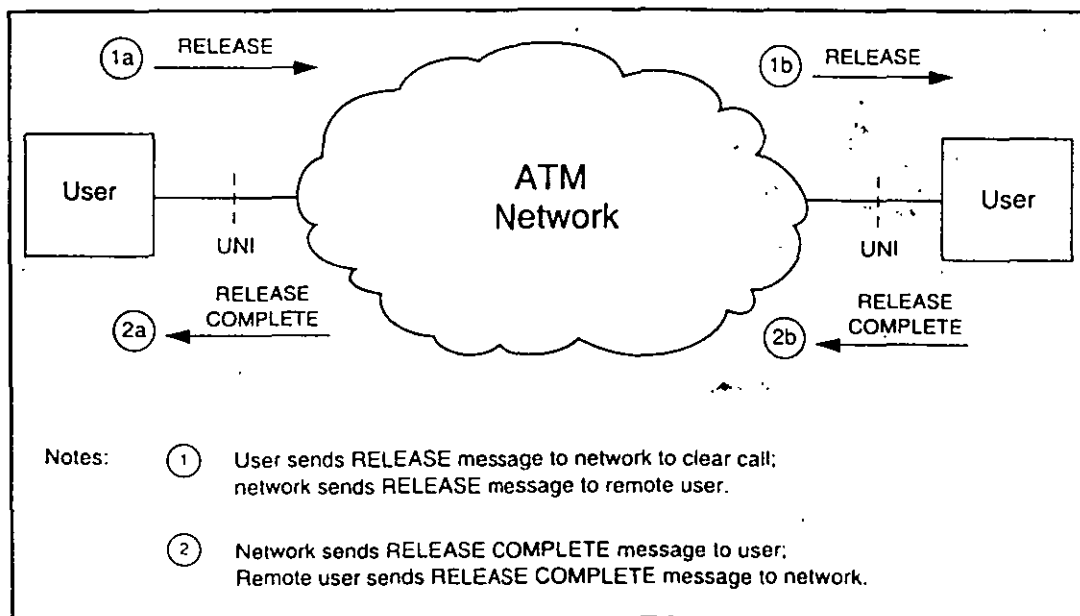


Figure 11-23. ATM call clearing procedures.

Chapter 11: ATM Protocols

11.8.7 Point-to-Multipoint Procedures

Point-to-multipoint connections are a superset of point-to-point connections and use the same signaling channel. The calling user is designated the *Root*, and the called users are designated *Leaves*. The Root sets up the first connection to one Leaf according to the call setup procedures defined for point-to-point calls (see Figure 11-24).

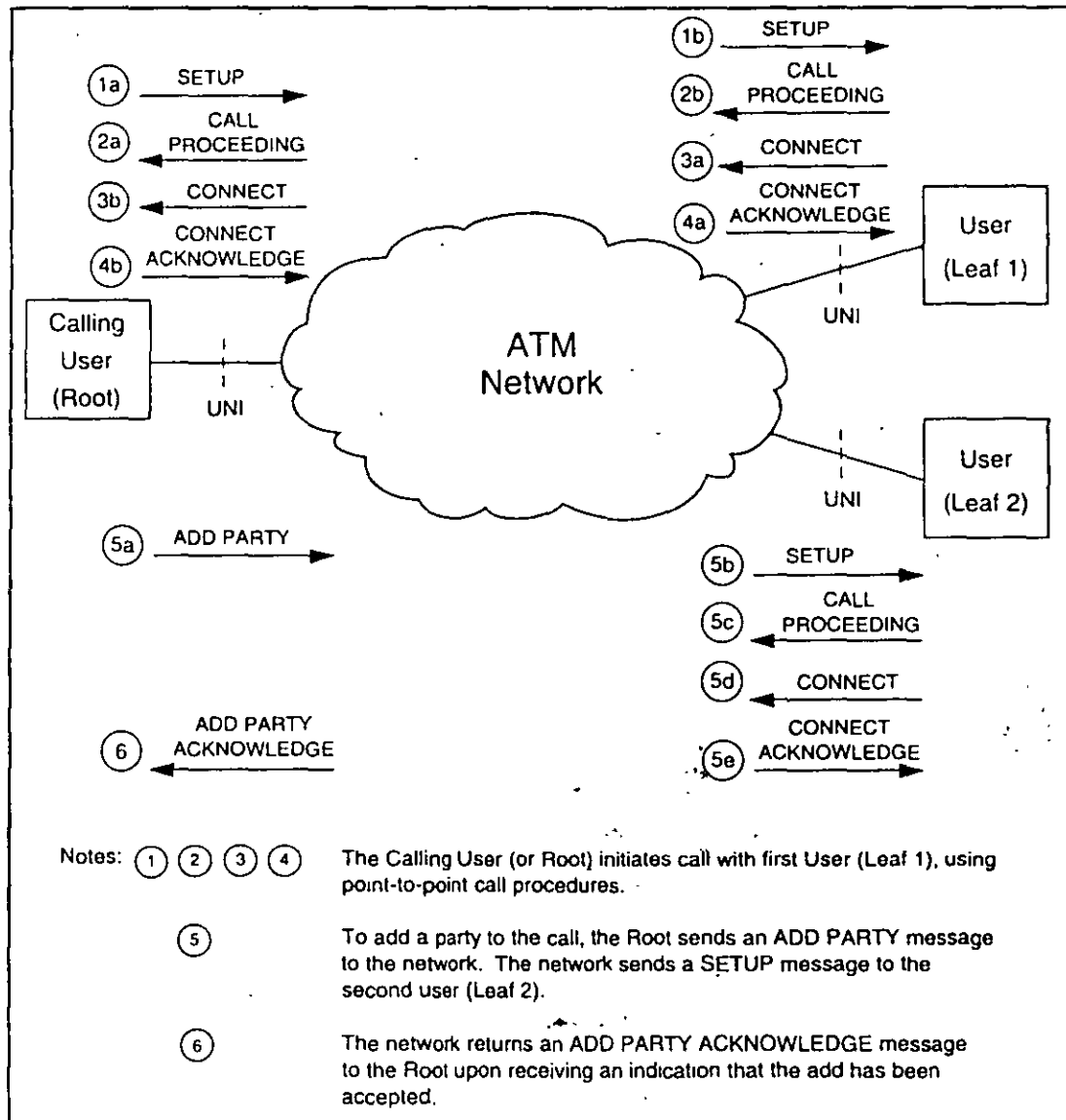


Figure 11-24. ATM point-to-multipoint procedures.

The Root adds a second party by sending an ADD PARTY message to a second Leaf. The ADD PARTY message may include the following IEs: AAL Parameters, Broadband High-Layer Information, Broadband Low-Layer Information, Called Party Number, Called Party Subaddress, Calling Party Number, Calling Party Subaddress, Broadband Sending Complete, Transit Network Selection, and Endpoint Reference. Note that the QOS, Bearer Capability, and ATM User Cell Rate IEs are not included in the ADD PARTY message, as these parameters are the same as the originally established (first Root-to-Leaf) call.

When the network receives an ADD PARTY message, it sends a SETUP message or ADD PARTY message across the remote UNI to the Leaf. The SETUP message is sent across the UNI if the link-state is null or clearing, and it initiates the normal CALL PROCEEDING, CONNECT, and CONNECT ACKNOWLEDGE sequence if the user wishes to accept the call.

The ADD PARTY message is sent if the link is in the Active link-state; it initiates an ADD PARTY ACKNOWLEDGE message if the user wishes to accept the call. If the network or called user (Leaf) is unable to accept the ADD PARTY message, it returns an ADD PARTY REJECT message to the Root.

A user or the network may drop a party by sending a DROP PARTY message or a RELEASE message across the interface. The recipient responds with a DROP PARTY ACKNOWLEDGE message or a RELEASE COMPLETE message.

11.8.8 Leaf Initiated Join Procedures

The Leaf Initiated Join (LIJ) procedure is a variation of the point-to-multipoint procedure. In the LIJ procedure, however, the leaf initiates the connection using the LEAF SETUP REQUEST, which contains the LIJ Call Identifier IE and the Root's address (in a Called Party Number IE) (Figure 11-25). If the leaf setup is successful, the network will return a SETUP or ADD PARTY message, and the call will proceed. Otherwise, the network or Root will return a LEAF FAILURE message. Section 6 of the UNI Signaling 4.0 specification is devoted to the LIJ procedures.

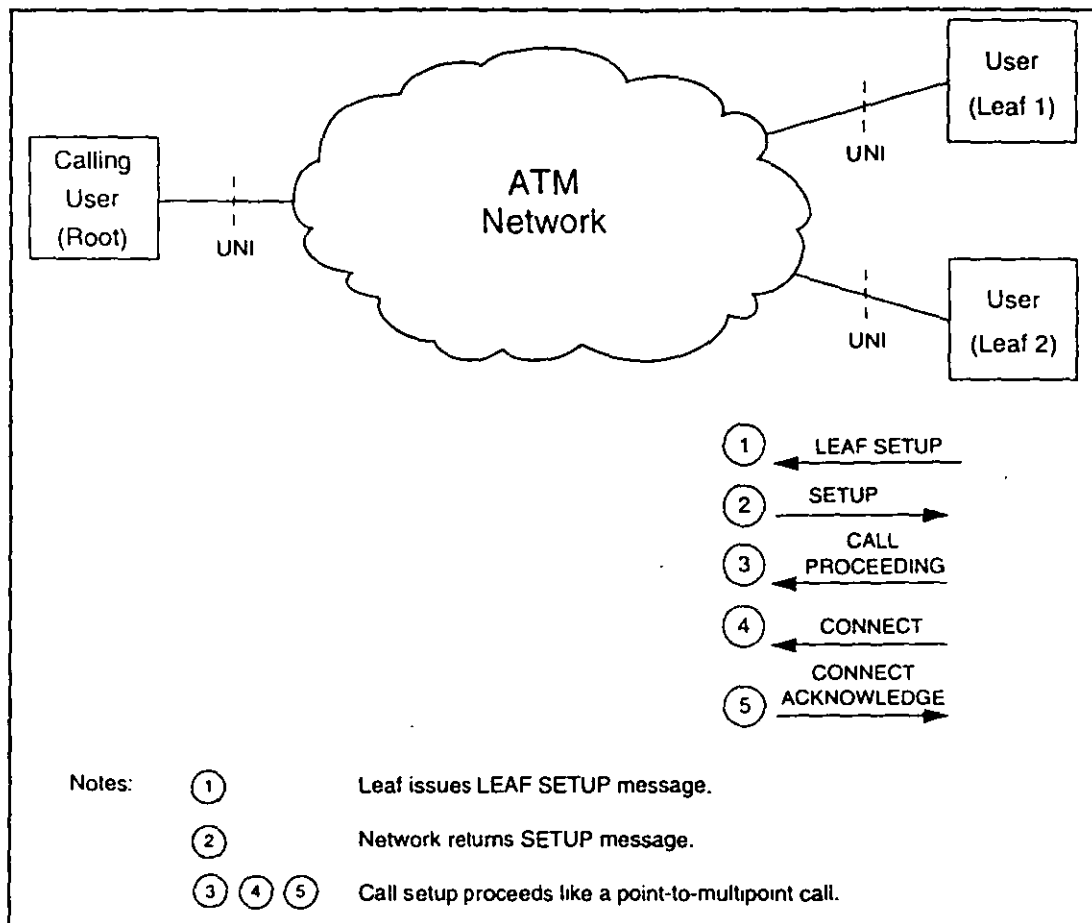


Figure 11-25. Leaf Initiated Join procedures.

11.8.9 Restart Procedures

The restart procedure returns one or all of the virtual channels to the idle condition. It is used when one side of the UNI does not respond to other call-control messages, or after a failure or maintenance action.

A user or the network may send a RESTART message (see Figure 11-26). The RESTART message includes the Restart Indicator IE. If the Restart Indicator IE indicates that only one virtual channel is to be restarted, then a Connection Identifier IE

is included in the message to identify the virtual channel to be returned to the idle condition. The recipient of the RESTART message returns the specified virtual channels to the idle condition, releases all of the call references associated with those virtual channels, and sends a RESTART ACKNOWLEDGE message to the originator. The RESTART ACKNOWLEDGE message includes a Restart Indicator IE, and may also include a Connection Identifier IE.

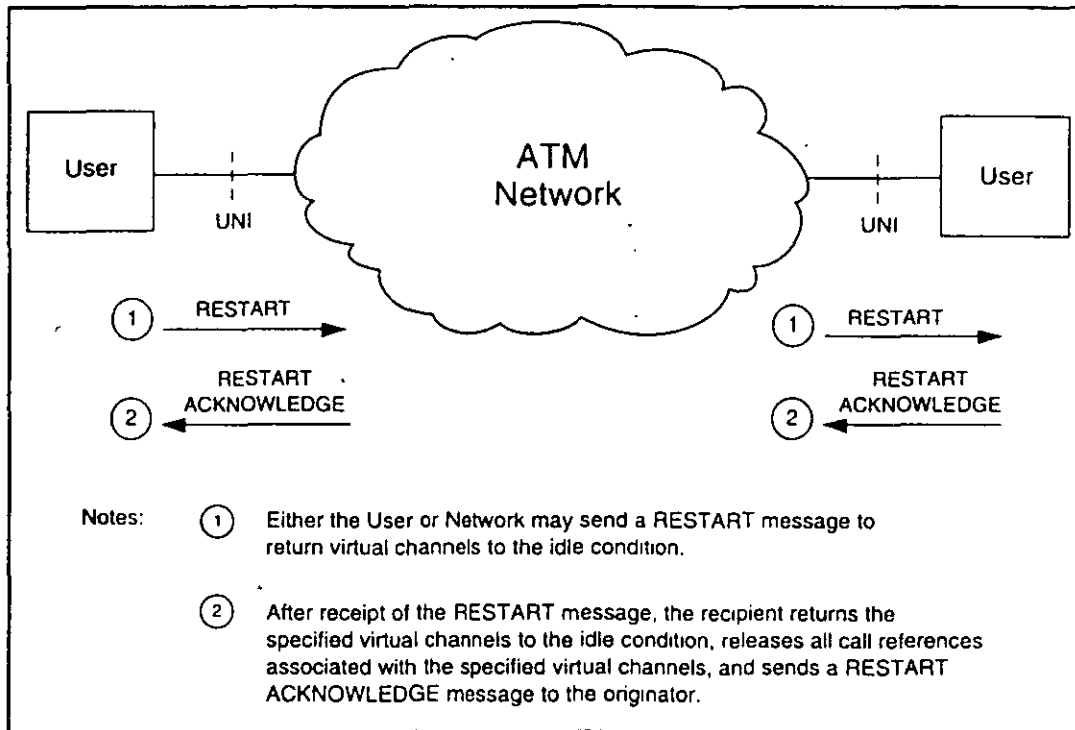


Figure 11-26. ATM restart procedures.

11.8.10 Status Enquiry Procedures

The user or the network may initiate status enquiry procedures to check the status of a call (see Figure 11-27).

Chapter 11: ATM Protocols

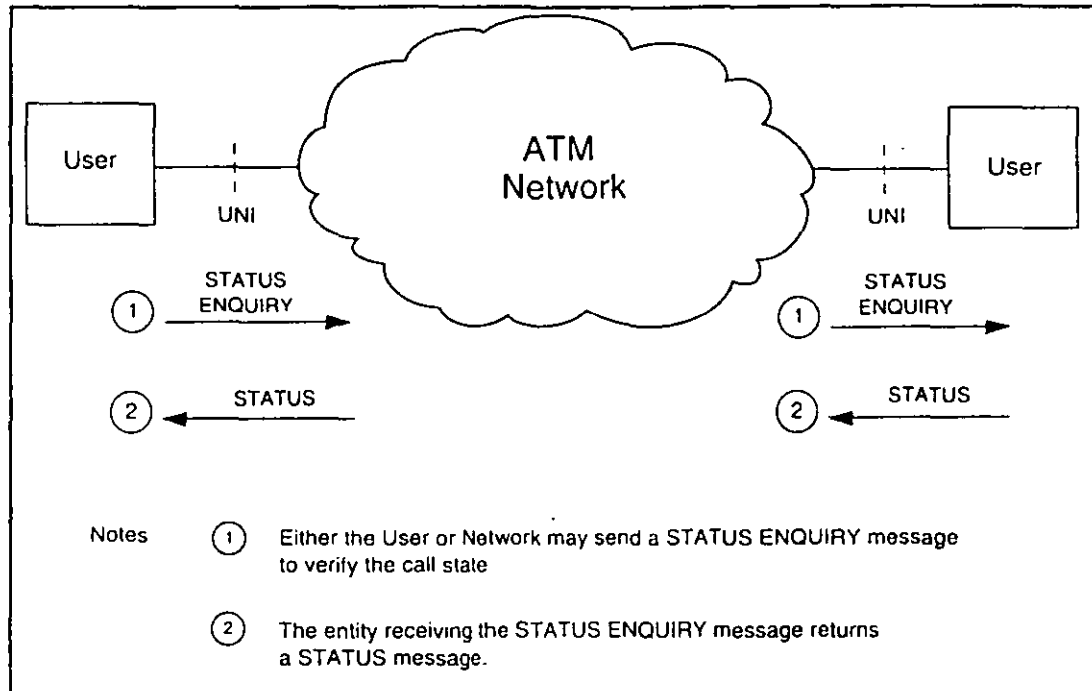


Figure 11-27. ATM status enquiry procedures.

The STATUS ENQUIRY message may optionally include an Endpoint Reference IE. The recipient of the STATUS ENQUIRY returns a STATUS message, which reports on the current call state. The STATUS message includes the Call State, Cause, Endpoint Reference, and Endpoint State IEs.

11.9 ATM Interworking

Using ATM with other protocols in a collaborative manner is called *interworking*. The following sections discuss interworking via multiprotocol encapsulation, frame relay, and SMDS.

11.9.1 Multiprotocol Encapsulation over AAL5

RFC 1483, *Multiprotocol Encapsulation over ATM Adaptation Layer 5* [11-25], defines a method to carry multiprotocol traffic over AAL5. That document describes two methods of support, LLC encapsulation and VC-based multiplexing. In both cases, the higher-layer information, such as TCP/IP or LAN traffic, is carried in the payload field of the Common Part Convergence Sublayer PDU, with the SSCS of AAL5 empty.

The LLC encapsulation method, shown in Figure 11-28, is based on techniques developed for use with SMDS. This method is required when a single ATM virtual circuit carries several protocols. Information contained within an IEEE 802.2 LLC header and an IEEE 802.1a SNAP header identifies the protocol carried within that PDU.

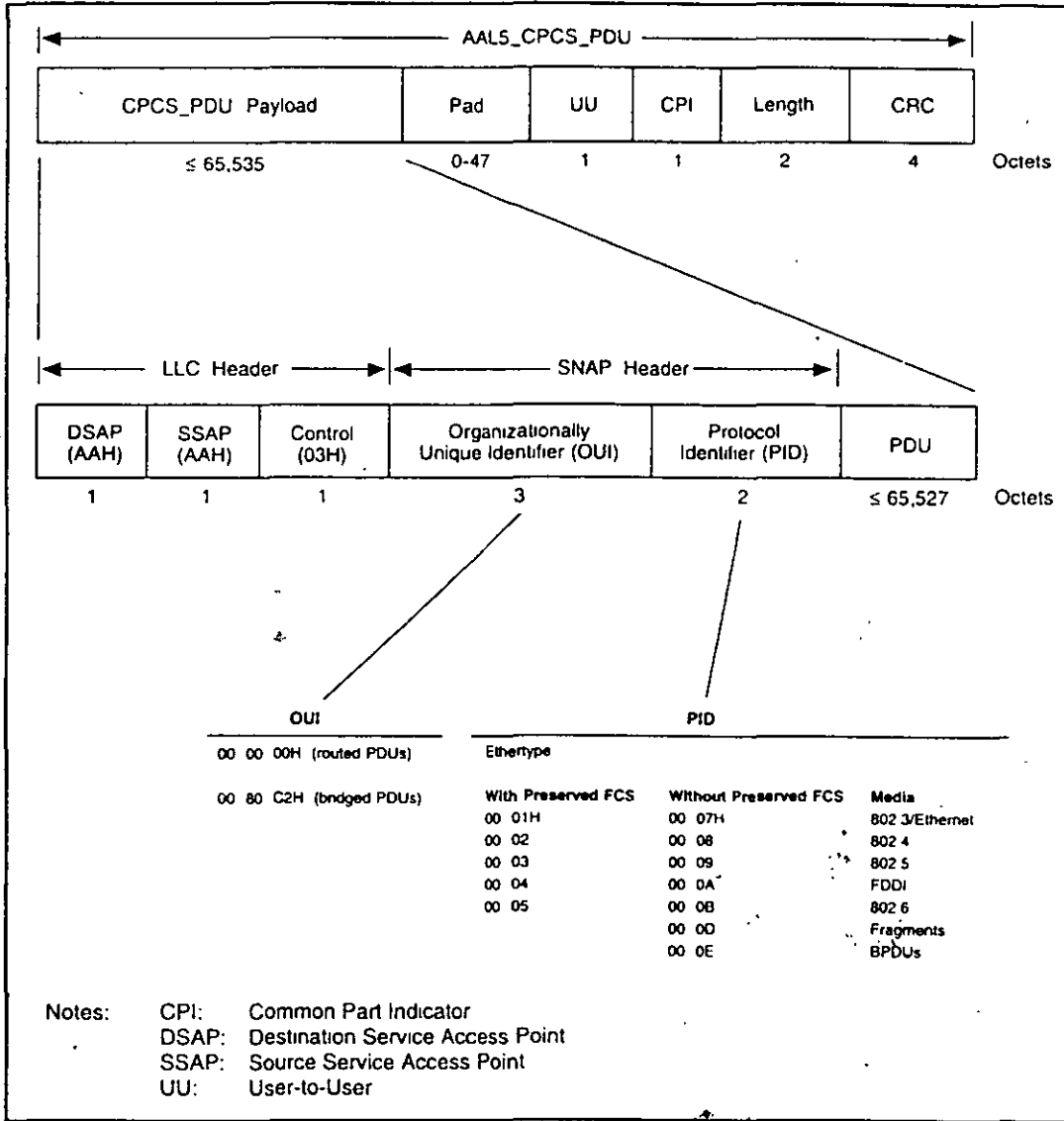


Figure 11-28. Multiprotocol encapsulation over AAL5 (non-ISO routed PDUs or bridged PDUs).

The figure also shows the format used for routed, non-ISO PDUs. (The format for the routed ISO PDUs is slightly different; refer to RFC 1483 for details.) The

Chapter 11: ATM Protocols

DSAP address (1 octet) and the Source Service Access Point (SSAP) address (1 octet) both contain a value of AAH, which indicates that a SNAP header follows. The Control field (1 octet) has a value of 03H, indicating an Unnumbered Information (UI) field. The SNAP header (5 octets) contains two fields: a 3-octet Organizationally Unique Identifier, or OUI; and a 2-octet Protocol Identifier, or PID. The OUI has a value of 00 00 00H for routed PDUs, and a value of 00 80 C2H for bridged PDUs. For routed PDUs, the PID is a 2-octet Ethertype, which for IP would have a value of 08 00H. For bridged PDUs, the PID is a 2-octet field that indicates the type of transmission media used (Ethernet/802.3, 802.5, FDDI, and so on), plus the handling of the FCS. The lower portion of the figure shows PID values defined in RFC 1483. Following the header is the AAL5_CPCS_PDU, which can contain up to 65,527 octets of higher-layer information, such as the MAC LAN frame.

The VC-based multiplexing technique provides higher-layer protocol multiplexing by ATM VCs. Because a separate VC carries each protocol, the AAL5_CPCS_PDU payload does not have to include explicit multiplexing information. For routed protocols, the AAL5_CPCS_PDU payload may be entirely devoted (65,535 octets maximum) to the higher layer information, such as TCP/IP traffic. For bridged frames, only the fields beginning after the PID field are included in the AAL5_CPCS_PDU payload. In other words, the beginning of the PDU would be the MAC Destination Address, followed by the remainder of the MAC frame, any higher-layer information, if applicable, and the LAN FCS.

RFC 1483 provides further details on these encapsulation formats. The specific case of using the Internet Protocol (IP) and the Address Resolution Protocol (ARP) over ATM is discussed in RFC 1577, *Classical IP and ARP over ATM* [11-26], and is also the topic of much discussion and research at the present time.

11.9.2 ATM/Frame Relay

Four organization's documents address interworking between ATM and frame relay: the ITU-T's Recommendation I.555 [11-27], Bellcore's GR-1115-CORE [11-28], the ATM Forum's B-ICI 2.0 Specification [11-29], and the Frame Relay Forum's Implementation Agreements for Network and Service Interworking, References [11-30] and [11-31], respectively.

The logical and physical connection between the frame relay network or device and the ATM network is called an IWF. I.555 defines two functions, encapsulation and protocol mapping, that impact the interworking architectures. *Encapsulation* occurs when “the conversions in the network or in the terminals are such that the protocols used to provide one service make use of the layer service provided by another protocol.” In other words, the protocols are stacked at the interworking point.

In contrast, *protocol mapping* occurs when “the network performs conversions in such a way that within a common layer service the protocol information of one protocol is extracted and mapped on protocol information of another protocol.” In other words, each end of the connect supports different protocols, but a common layer service in the IWF communicates with both end protocols.

Recommendation I.555 defines two scenarios for connecting networks/devices using B-ISDN (or ATM). Scenario 1 connects two networks/devices via an IWF into and out of a B-ISDN network. In this case, the B-ISDN network is not visible to frame relay users. All mapping and encapsulation functions occur transparently to the end users. This scenario is sometimes called frame relay transport over ATM.

Scenario 2 connects a frame relay network/device with a broadband device using a B-ISDN network. This scenario is also transparent to the end user. In this case, the broadband device supports the frame relay Service Specific Convergence Sublayer (FR-SSCS) function on top of the ATM protocols.

The interworking function maps the frame relay functions to the ATM functions and includes both protocol stacks internally. On the frame relay side is the Q.922 Core and Physical layers. The ATM side includes the FR-SSCS, CPCS, and SAR sublayers for AAL5, plus the ATM and PHY layers.

The B-ICI 2.0 specification and the FR/ATM Network Interworking IA specify that the IWF will support the following frame relay functions: variable length PDU formatting and delimiting, error detection, connection multiplexing, loss priority indication, FECN and BECN indications, and PVC status management.

Figure 11-29 shows the format of the FR-SSCS PDU within AAL5. The B-ICI 2.0 and the FR/ATM IA documents describe details on how the IWF supports each of the above functions.

Chapter 11: ATM Protocols

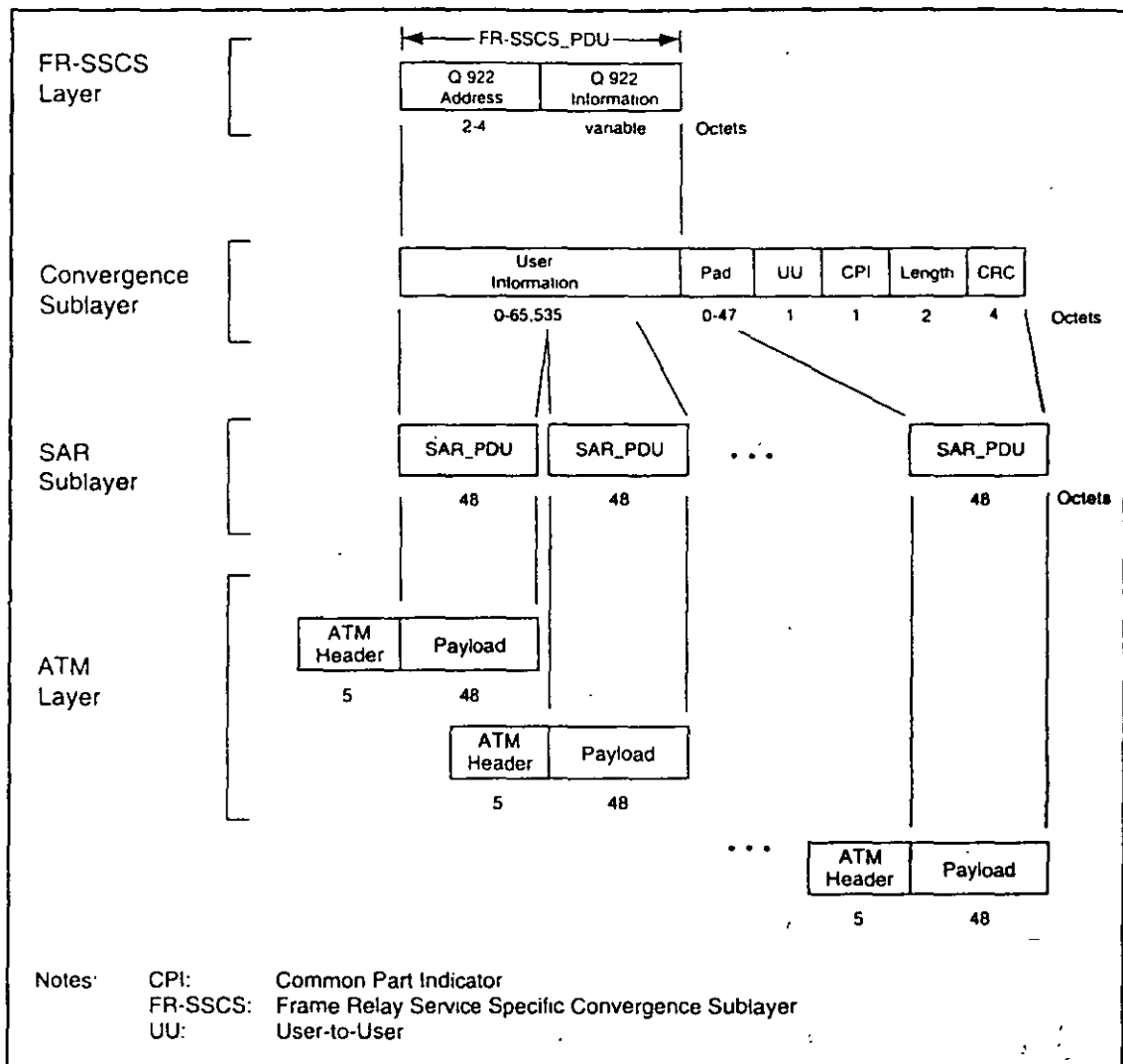


Figure 11-29. FR-SSCS PDU within AAL5.

11.9.3 ATM/SMDS

Interworking between ATM and SMDS has been addressed by three organizations: Bellcore in GR-1110-CORE [11-1], the ATM Forum in the B-ICI 2.0 Specification [11-29], and the SMDS Interest Group (SIG) in a document called Protocol Interface Specification for Implementation of SMDS over an ATM-based Public UNI [11-32].

Under normal conditions, an SMDS CPE accesses the SMDS network at the SNI, using the three layers of Bellcore's SIP. Bellcore and the SIG have defined a method that lets an end user connect to an ATM network using a UNI to access an SMDS service offering. In other words, an end user can use the ATM UNI to access SMDS in the same way that other users would use the SNI or DXI/SNI to access SMDS.

The protocol interface defines a new protocol called SIP Connectionless Service (SIP_CLS). SIP_CLS is a subset of the Connectionless Network Access Protocol, CLNAP, defined by ITU-T Recommendation I.364. SIP_CLS is transported over AAL3/4 (null SSCS, plus CPCS and SAR), as well as the ATM and PHY layers. The combined functions of SIP_CLS and AAL3/4 result in the equivalent of SIP Level 3 functionality. From the customer's perspective, SMDS and the applications that depend on it require no changes. They continue to support features such as multi-CPE arrangements, access classes, and quality of service.

The SIP_CLS_PDU is a subset of the SMDS L3_PDU. To generate a SIP_CLS_PDU, the first and last octets of the SMDS L3_PDU are removed. The resulting PDU includes the Destination Address (DA) through Header Extension fields (32 octets total), the Information field (up to 9,188 octets), and ends with the CRC-32 field (4 octets), as shown in Figure 11-30. The SIP_CLS_PDU may be 32 to 9,224 octets long.

Chapter 11: ATM Protocols

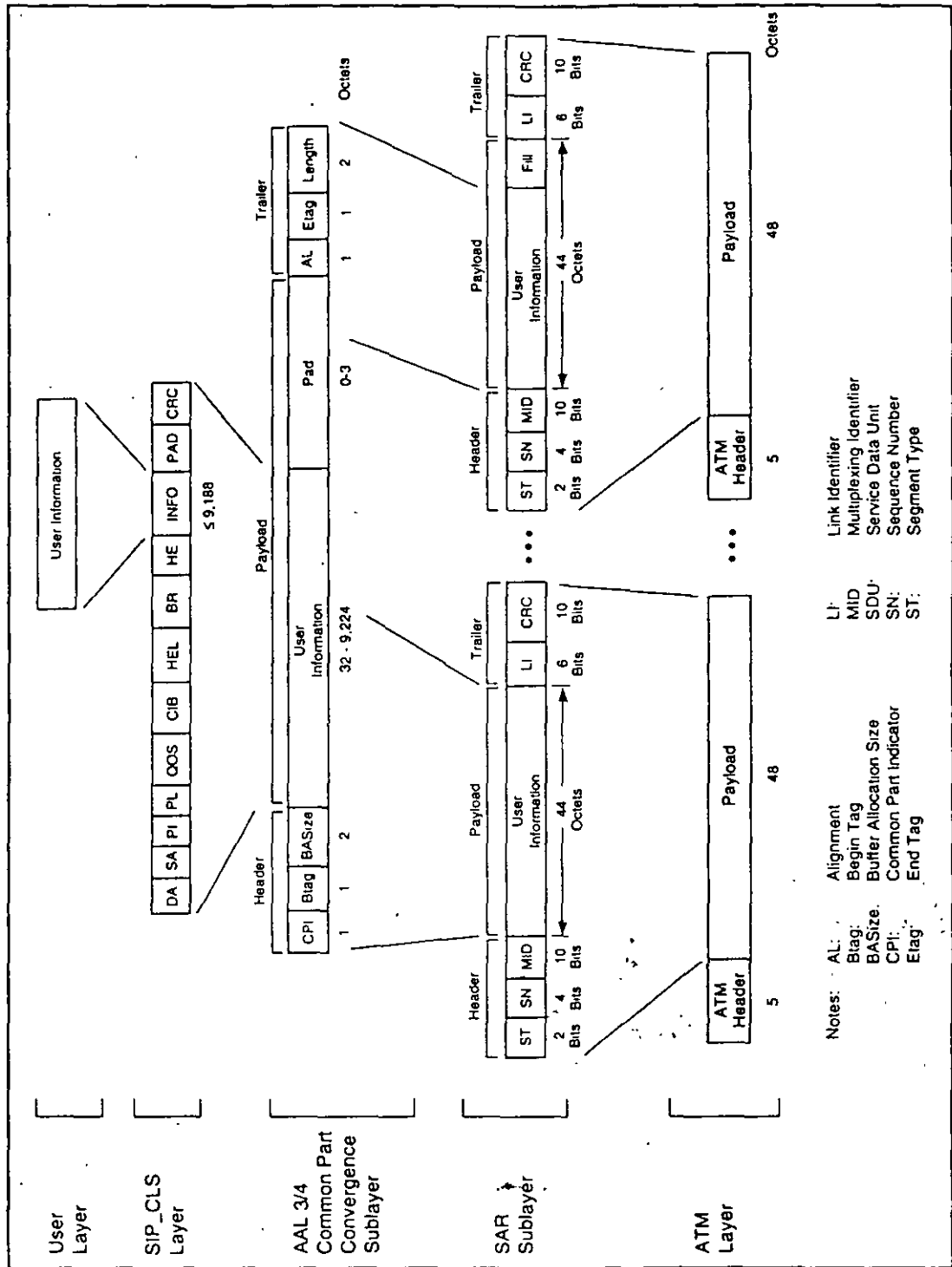


Figure 11-30. PDU format for SMDS on the UNI.

Source: GR-1110-CORE, ©1996, Bell Communications Research, Inc., reprinted with permission.

The ATM Forum's B-ICI 2.0 specification supports SMDS/ATM interworking. The interworking function differs from the protocol interface in that a SIP L3_PDU is encapsulated inside another protocol, the Inter Carrier Interface Protocol Connectionless Service (ICIP_CLS). The AAL3/4 then transports the ICIP_CLS_PDU. Mapping functions, which include routing, carrier selection, group address resolution, and others, logically connect SIP Level 3 and ICIP_CLS. Mapping between SMDS and ATM QOS occurs, and performance parameters are also performed.

This chapter has discussed the various ATM protocols and their formats and parameters. Chapter 12 provides case studies that illustrate the operation of these protocols.

11.10 References

- [11-1] Bell Communications Research, Inc. "Broadband Switching System (BSS) Generic Requirements." *GR-1110-CORE*, Revision 3, April 1996.
- [11-2] The ATM Forum. *ATM User-Network Interface Specification, version 3.1*. Prentice-Hall, 1995.
- [11-3] Bell Communications Research, Inc. "Broadband-ISDN User to Network Interface and Network Node Interface Physical Layer Generic Criteria." *TR-NWT-001112*, June 1993.
- [11-4] International Telecommunication Union—Telecommunications Standardization Sector. Integrated Services Digital Network (ISDN) Maintenance Principles, B-ISDN Operation and Maintenance Principles and Functions. *ITU-T Recommendation I.610*, March 1993.
- [11-5] Bell Communications Research, Inc. "Asynchronous Transfer Mode (ATM) and ATM Adaptation Layer (AAL) Protocols." *GR-1113-CORE*, July 1994.
- [11-6] Farkouh, Stephen C. "Managing ATM-based Broadband Networks." *IEEE Communications Magazine* (May 1993): 82–86.
- [11-7] The ATM Forum Technical Committee. DSI Physical Layer Specification. *Document AF-PHY-0016.000*, September 1994.
- [11-8] The ATM Forum Technical Committee. Physical Interface Specification for 25.6 Mbps over Twisted Pair Cable. *Document AF-PHY-0040.000*, November 7, 1995.

Chapter 11: ATM Protocols

- [11-9] The ATM Forum Technical Committee. Mid-range Physical Layer Specification for Category 3-UTP. *Document AF-PHY-0018.000*, September 1994.
- [11-10] Bell Communications Research, Inc. "Synchronous Optical Network (SONET) Transport Systems: Common Generic Criteria." *TR-NWT-000253*, December 1991.
- [11-11] The ATM Forum Technical Committee. ATM Physical Medium Dependent Specification for 155 Mbps over Twisted Pair Cable. *Document AF-PHY-0015.000*, September 1994.
- [11-12] American National Standards Institute. "Digital Hierarchy-Optical Interface Rates and Formats Specifications (SONET)." *T1.105*, 1991.
- [11-13] Stallings, William. "The Role of SONET in the Development of Broadband ISDN." *Telecommunications* (April 1992): 21–24.
- [11-14] Ching, Yau-Chau, and H. Sabit Say. "SONET Implementation." *IEEE Communications Magazine* (September 1993): 34–40.
- [11-15] The ATM Forum Technical Committee. 622.08 Mbps Physical Layer. *Document AF-PHY-0046.000*, January 1996.
- [11-16] International Telecommunication Union—Telecommunications Standardization Sector. Integrated Services Digital Network (ISDN) B-ISDN ATM Adaptation Layer (AAL) Specification. *ITU-T Recommendation I.363*, July 1992.
- [11-17] The ATM Forum Technical Committee. ATM Data Exchange Interface (DXI) Specification, version 1.0. *Document AF-DXI-0014.000*, August 1993.
- [11-18] The ATM Forum Technical Committee. Frame Based User-to-Network Interface (FUNI) Specifications. *Document AF-SAA-0030.000*, September 1995.
- [11-19] The ATM Forum Technical Committee. LAN Emulation over ATM Specification, version 1.0. *Document AF-LANE-0021.000*, January 1995.
- [11-20] The ATM Forum Technical Committee. ATM User-Network Interface (UNI) Signaling Specification, version 4.0. *Document AF-SIG-0061.000*, July 1996.
- [11-21] International Telecommunication Union—Telecommunications Standardization Sector. Broadband Integrated Services Digital Network (B-ISDN) Digital Subscriber Signaling No. 2 (DSS 2), User Network Interface Layer 3

- Specification for Basic Call/Connection Control. *ITU-T Recommendation Q.2931*, February 1995.
- [11-22] Bell Communications Research, Inc. "B-ISDN Access Signaling Generic Requirements." *GR-1111-CORE*, November 1994.
- [11-23] International Telecommunication Union—Telecommunications Standardization Sector. Numbering Plan for the ISDN Era. *ITU-T Recommendation E.164*, 1988.
- [11-24] International Telecommunication Union—Telecommunications Standardization Sector. Broadband Integrated Services Digital Network (B-ISDN) Digital Subscriber Signaling No. 2 (DSS 2). User Network Interface Layer 3 Specification for Point-to-Multipoint Call/Connection Control. *ITU-T Recommendation Q.2971*, 1996.
- [11-25] Heinanen, Juha. *Multiprotocol Encapsulation over ATM Adaptation Layer 5*. RFC 1483, July 1993.
- [11-26] Laubach, Mark. *Classical IP and ARP over ATM*. RFC 1577, January 1994.
- [11-27] International Telecommunication Union—Telecommunications Standardization Sector. Frame Mode Bearer Service (FMBS) Interworking. *ITU-T Recommendation I.555*, 1993.
- [11-28] Bell Communications Research, Inc. "BISDN Inter Carrier Interface (B-ICI) Generic Requirements." *GR-1115-CORE*, October 1994.
- [11-29] The ATM Forum Technical Committee. BISDN Inter Carrier Interface (B-ICI) Specification, version 2.0 (Integrated). December 1995.
- [11-30] The Frame Relay Forum. Frame Relay/ATM Network Interworking Implementation Agreement. *FRF.5*, 1994.
- [11-31] The Frame Relay Forum. Frame Relay/ATM Service Interworking Implementation Agreement. *FRF.8*, April 1995.
- [11-32] SMDS Interest Group. Protocol Interface Specification for Implementation of SMDS over an ATM-based Public UNI. *SIG-TS-008*, May 1994.

12 ATM Analysis

In Chapter 10, we discussed ATM architecture; in Chapter 11, we covered the ATM protocols. This chapter puts that information to use, examining several case studies illustrating the ATM protocols in action. References [12-1] through [12-3] are recent journal articles that discuss tools and techniques for ATM analysis.

For this section, we used the Hewlett-Packard Broadband Series Test System from HP's Telecom Test Division as the network analyzer (see Figure 12-1). This analyzer has a modular architecture and can be configured with any combination of the following physical interfaces: SONET/SDH (155 Mbps and 622 Mbps), ATM cell-based (155 Mbps), DS3, 4B/5B TAXI, High-Speed Serial Interface (HSSI), and E3 (34 Mbps). It supports a wide range of protocol decodes, including PLCP, ATM, AAL, and SMDS.

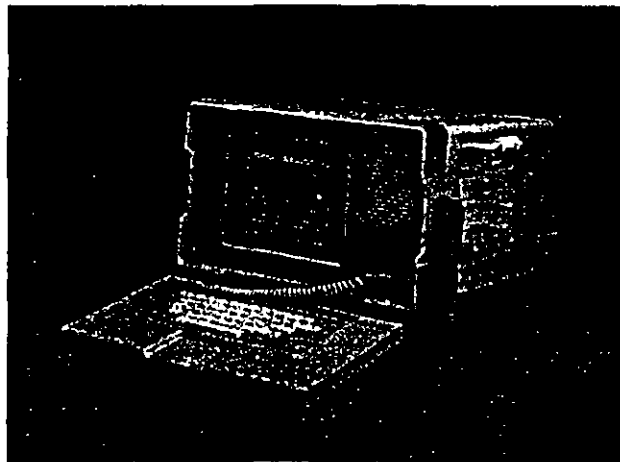


Figure 12-1. Hewlett-Packard Broadband Series Test System.

Courtesy Hewlett-Packard Company.

If you are not familiar with the HP Test System's display, some explanation is in order. The first line of the display shows the protocol layer being decoded, such as DS3 PLCP, ATM, AAL3/4 SAR, AAL3/4 CPCS, or CLNAP. Subsequent lines show details of the header and payload for those layers. Details for the Header fields include subfield names and values; details for the Payload field are shown in hexadecimal for-

Chapter 12: ATM Analysis

mat. Note that the HP analyzer indicates hexadecimal coding by preceding the value with a 0x. Therefore, a 0xF6 on the analyzer printout would be equivalent to the F6H format for hexadecimal notation used throughout this text.

For the first five case studies in this chapter, the HP analyzer was connected to a DS3 interface, as shown in Figure 12-2.

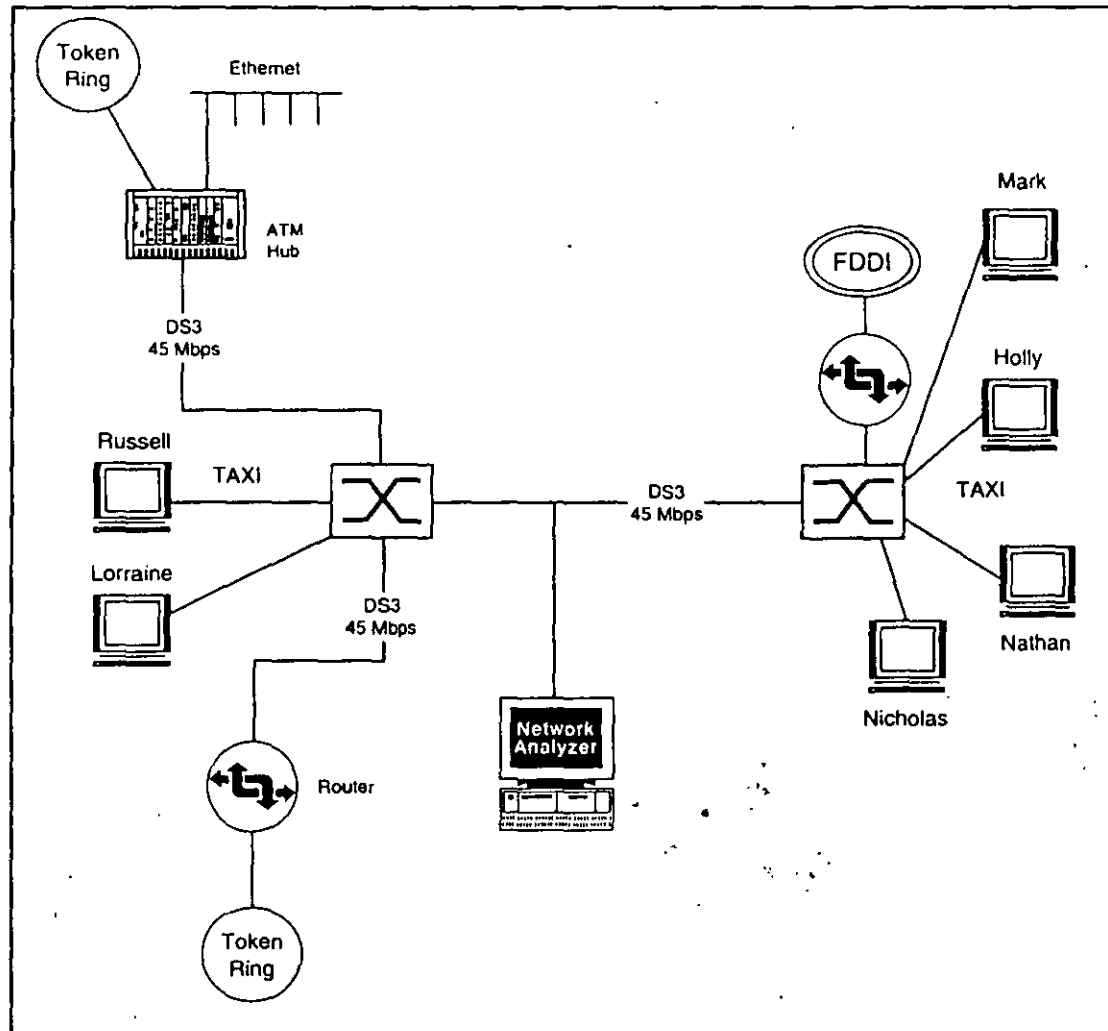


Figure 12-2. Analyzing an ATM network.

12.1 The DS3 Physical Layer Convergence Procedure

The PLCP fills the DS3 frame format with data before transmission at 44.736 Mbps. Each frame contains 48 octets of header information, twelve 53-octet ATM cells, and 13 to 14 nibbles of trailer information, and is transmitted in 125 microseconds (see

Figure 12-3). With overhead, the maximum throughput for ATM cells is 40.704 Mbps. The overhead octets defined in Bellcore's TA-NWT-001112 are as follows:

- A1: Framing, with a pattern of 11110110 (F6H).
- A2: Framing, with a pattern of 00101000 (28H).
- B1: Bit interleaved parity (BIP-8), calculated over the POH field and payload (ATM cells) of the previous PLCP frame.
- C1: Cycle/stuff counter, which provides a nibble-stuffing opportunity and a Trailer length indicator for the PLCP frame. A stuffing opportunity occurs every third frame of a 3-frame (or 375-microsecond) stuffing cycle.

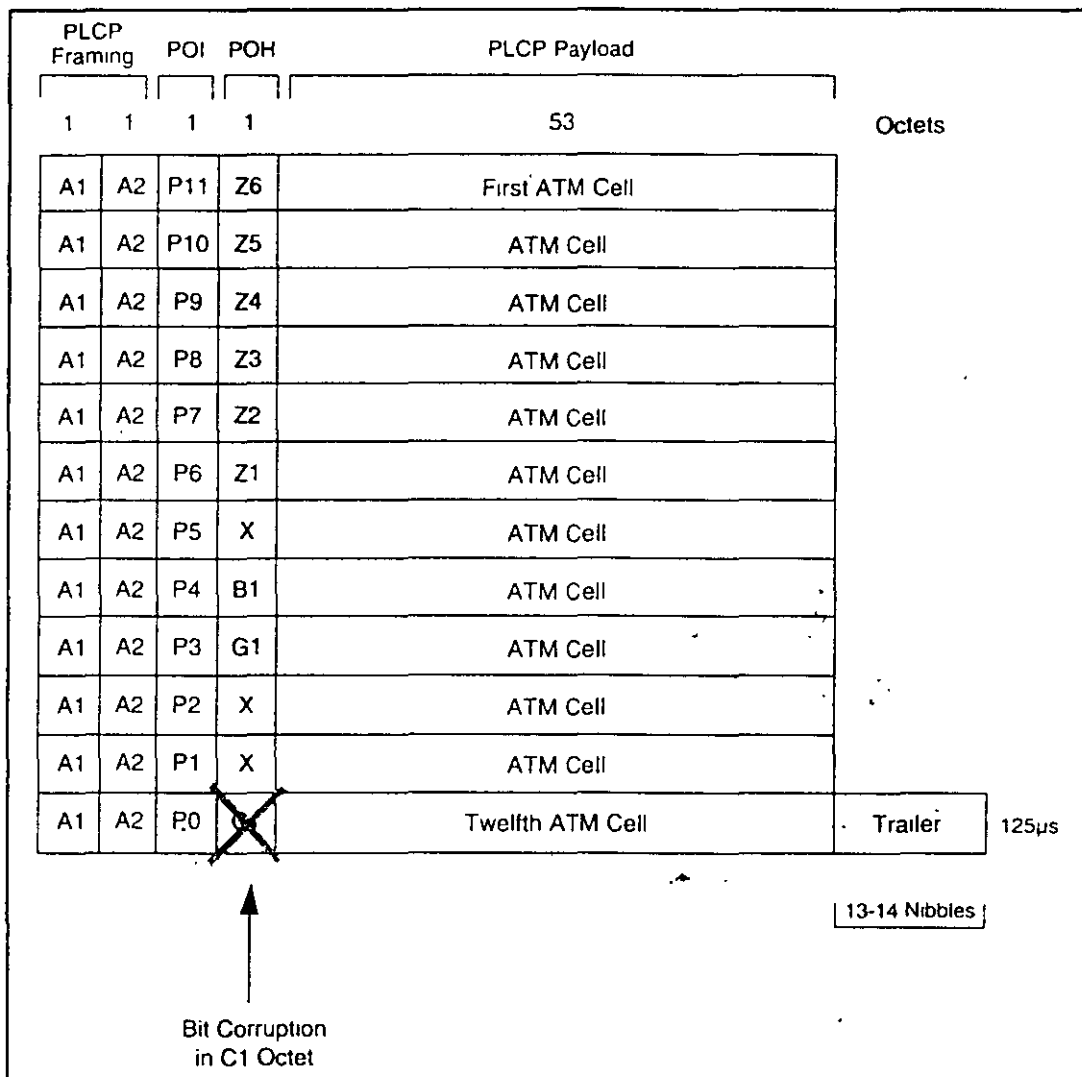


Figure 12-3. DS3 PLCP frame overhead error.

Chapter 12: ATM Analysis

C1 values are:

C1 Octet	Frame Phase	Trailer Length
11111111	(FFH) 1	13
00000000	(00H) 2	14
01100110	(66H) 3 (no stuff)	13
10011001	(99H) 3 (stuff)	14

So, the trailer is 13 nibbles long in the first 125-microsecond frame, 14 nibbles long in the second, and 13 or 14 nibbles long in the third frame, depending on whether or not there has been stuffing for frequency adjustment.

G1: PLCP path status, which conveys the received PLCP status and performance to the transmitter at the other end of the link. The G1 octet has three subfields: one 4-bit Far End Block Error (FEBE), a 1-bit Yellow indication, and three reserved bits.

P0–P11: Path overhead identifier, which indexes the adjacent POH octet. The coding of the POI octets are:

POI	POI Code	Associated POH
P11	00101100 (2CH)	Z6
P10	00101001 (29H)	Z5
P9	00100101 (25H)	Z4
P8	00100000 (20H)	Z3
P7	00011100 (1CH)	Z2
P6	00011001 (19H)	Z1
P5	00010101 (15H)	X
P4	00010000 (10H)	B1
P3	00001101 (0DH)	G1
P2	00001000 (08H)	X
P1	00000100 (04H)	X
P0	00000001 (01H)	C1

Z1–Z6: Growth octets, reserved for future use and set to 00000000.

This case study shows the details of a PLCP frame containing 12 ATM cells. Trace 12-1 shows the contents of each ATM cell. Each cell printout includes 4 header octets and 48 payload octets. The last line of the trace file shows the contents of the PLCP trailer. In this case, an error occurs on the transmission line, and the C1 octet (the cycle/stuff counter) is invalid. Note that the value of C1 (67H) is identified as an error and is invalid according to the description above.

Trace 12-1. DS3 PLCP overhead error

HP Broadband Series Tester Capture Data Record

Port 9:1 DS3 PLCP

Header: A1=0xF6 A2=0x28 P11=0x2C Z6=0x00

Payload: 00 00 00 01 52 6A 6A 6A 6A 6A 6A 6A 6A 6A 6A 6A
6A 6A 6A 6A 6A 6A 6A 6A 6A 6A 6A 6A 6A 6A 6A 6A
6A 6A 6A 6A 6A 6A 6A 6A 6A 6A 6A 6A 6A 6A 6A 6A
6A 6A 6A 6A 6A

Header: A1=0xF6 A2=0x28 P10=0x29 Z5=0x00

Payload: 00 A0 03 20 C2 4A 01 00 01 00 54 00 00 00 00 00
00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
00 00 00 10 29

Header: A1=0xF6 A2=0x28 P9=0x25 Z4=0x00

Payload: 00 A0 03 20 C2 82 01 00 01 00 54 C1 40 35 55 12
12 FF FF C1 40 34 62 45 45 FF FF 00 0B 00 00 00
00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 FF 83 DF 17 32
09 4E D1 B3 5F

Header: A1=0xF6 A2=0x28 P8=0x20 Z3=0x00

Payload: 00 A0 03 20 C2 06 01 E7 CD 8A 91 C6 D5 C4 C4 40
21 18 4E 55 86 F4 DC 8A 15 A7 EC 92 DF 93 53 30
18 CA 34 BF A2 C7 59 67 8F BA 0D 6D D8 2D 7D 36
C3 E6 5E B0 32

Header: A1=0xF6 A2=0x28 P7=0x1C Z2=0x00

Payload: 00 A0 03 20 C2 4A 01 00 01 00 54 00 00 00 00 00
00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
00 00 00 10 29

Chapter 12: ATM Analysis

Header: A1=0xF6 A2=0x28 P6=0x19 Z1=0x00
Payload: 00 00 00 01 52 6A 6A 6A 6A 6A 6A 6A 6A 6A 6A
6A 6A 6A 6A 6A 6A 6A 6A 6A 6A 6A 6A 6A 6A 6A
6A 6A 6A 6A 6A 6A 6A 6A 6A 6A 6A 6A 6A 6A 6A
6A 6A 6A 6A 6A

Header: A1=0xF6 A2=0x28 P5=0x15 X=0x00
Payload: 00 A0 03 20 C2 82 01 00 01 00 54 C1 40 35 55 12
12 FF FF C1 40 34 62 45 45 FF FF 00 0B 00 00 00
00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 FF 83 DF 17 32
09 4E D1 B3 5F

Header: A1=0xF6 A2=0x28 P4=0x10 B1=0x12
Payload: 00 A0 03 20 C2 06 01 E7 CD 8A 91 C6 D5 C4 C4 40
21 18 4E 55 86 F4 DC 8A 15 A7 EC 92 DF 93 53 30
18 CA 34 BF A2 C7 59 67 8F BA 0D 6D D8 2D 7D 36
C3 E6 5E B0 32

Header: A1=0xF6 A2=0x28 P3=0x0D G1=0x00
FEBE=0 Yellow signal=0 Link status signal=connected
Payload: 00 A0 03 20 C2 4A 01 00 01 00 54 00 00 00 00 00
00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
00 00 00 10 29

Header: A1=0xF6 A2=0x28 P2=0x08 X=0x00
Payload: 00 A0 03 20 C2 82 01 00 01 00 54 C1 40 35 55 12
12 FF FF C1 40 34 62 45 45 FF FF 00 0B 00 00 00
00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 FF 83 DF 17 32
09 4E D1 B3 5F

Header: A1=0xF6 A2=0x28 P1=0x04 X=0x00
Payload: 00 00 00 01 52 6A 6A 6A 6A 6A 6A 6A 6A 6A 6A
6A 6A 6A 6A 6A 6A 6A 6A 6A 6A 6A 6A 6A 6A 6A
6A 6A 6A 6A 6A 6A 6A 6A 6A 6A 6A 6A 6A 6A 6A
6A 6A 6A 6A 6A

Header: A1=0xF6 A2=0x28 P0=0x01 C1= 0x67
ERROR: The C1 octet is invalid
Payload: 00 A0 03 20 C2 06 01 E7 CD 8A 91 C6 D5 C4 C4 40
21 18 4E 55 86 F4 DC 8A 15 A7 EC 92 DF 93 53 30
18 CA 34 BF A2 C7 59 67 8F BA 0D 6D D8 2D 7D 36
C3 E6 5E B0 32
Trailer: 0x C C C C C C C C C C C C C C C C

12.2 AAL1: Locating a Missing Cell

To verify how the ATM devices being tested will respond to AAL protocol errors, the analyst studies traffic using AAL1, AAL3/4, and AAL5. In this example, test data, consisting of an alternating pattern of ones and zeros. 1012 ... 10, or AAAA ... AAH, is sent over AAL1. One of the cells is discovered missing. Let's see how AAL1 identifies this problem.

The transmitted data is divided into eight AAL1_SAR_PDUs, which are passed to the ATM layer for transmission in eight ATM cells (see Figure 12-4). The analyzer output shows each ATM header (5 octets) and the corresponding ATM payload (48 octets). Within each payload, the first octet contains the AAL1_SAR_PDU header, and the remaining 47 octets contain the user data (AAAA ... AAH).

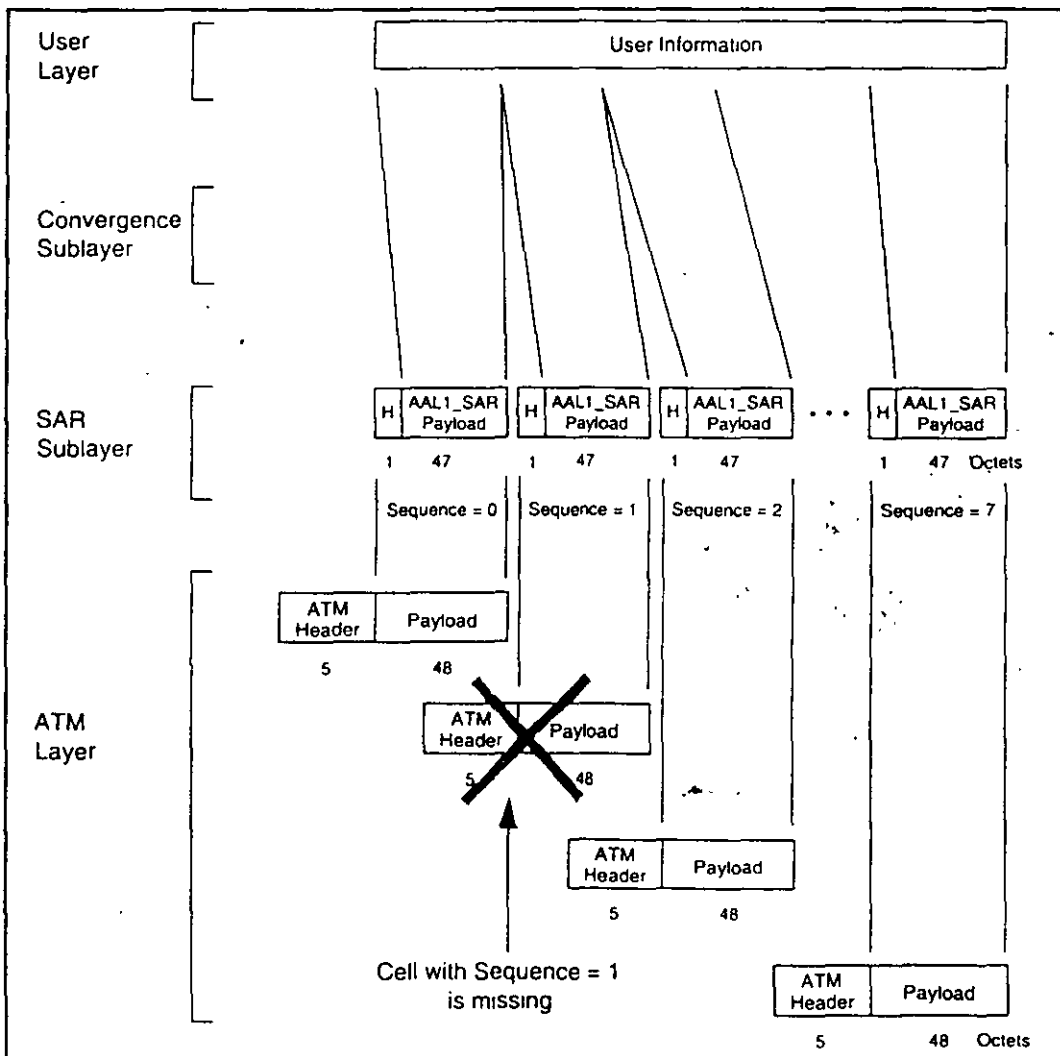


Figure 12-4. Missing AAL1_SAR_PDU.

Chapter 12: ATM Analysis

The top of Trace 12-2, just below the time stamp 14:02:40.34404920, shows the ATM header details. The Generic Flow Control (GFC) = 0, the Virtual Path Identifier (VPI) = 1, and the Virtual Channel Identifier (VCI) = 5. The Payload Type (PT) field has a value of 000, indicating a User data cell with no congestion, and an SDU type (or user indication) of zero. The Cell Loss Priority (CLP) field has a value of zero, indicating a higher priority cell (a CLP = 1 would indicate a lower priority cell). The Header Error Control (HEC) has a value of 40H.

The AAL1_SAR_PDU header contains two fields: Sequence Number (SN) and Sequence Number Protection (SNP). The SN field contains two subfields: a Convergence Sublayer Indicator (CSI) = 0 and a Sequence Count (SC) = 0. (Recall that the CSI field could be used for a Residual Time Stamp, or RTS. But this does not occur in this case, because the values of CSI in each cell have the same value of zero.) The SC field has a value of zero in the first cell, a value of two in the second cell, and then increments from three to seven. Note that the value SC = 1 is not found, indicating a missing cell. The SNP field, a CRC-3, has a value of zero in the first cell, six in the next cell, and so on. The Parity bit is off (P = 0) in the first cell and on (P = 1) in the next cell.

If you combine the four fields (CSI, SC, CRC, and P) into one octet, you can derive the value of the AAL1_SAR_PDU header, shown as the first octet in the ATM payload. Using the second cell as an example, CSI = 0, SC = 010, CRC-3 = 110, and P = 1. This results in a binary value of 00101101, or 2DH, as shown in the payload.

You could make a similar analysis for the ATM and AAL1_SAR_PDU headers in each cell. The one key element is the Sequence Count field, with respective values of 0, 2, 3, 4, 5, 6, and 7. Because SC = 1 is missing, you know that the second cell in the sequence is missing, which means that 47 bits of constant bit rate (CBR) data from the user layer are also missing.

Trace 12-2. Diagnosing a missing AAL1_SAR_PDU

HP Broadband Series Tester Capture Data Record

14:02:40.34404920 ATM

```
Header:  Generic Flow Control      0
         Virtual Path Identifier    1
         Virtual Channel Identifier  5
         Payload Type               0 (User Data, No Cong, UserInd=0)
         Cell Loss Priority          0 (Higher Priority)
         Header Error Control       0x40

Payload: 00 AA AA AA AA AA AA AA AA AA AA AA AA AA AA AA AA
         AA AA AA AA AA AA AA AA AA AA AA AA AA AA AA AA AA
         AA AA AA AA AA AA AA AA AA AA AA AA AA AA AA AA AA
```

14:02:40.34404920 AAL-1

```
Header:  Sequence Number
         Convergence Sublayer Ind.  0
         Sequence Count             0
         Sequence Number Protection
         Control Bits (CRC3)        0
         Parity Bit                 0

Payload: AA AA AA AA AA AA AA AA AA AA AA ...
```

14:02:40.34405950 ATM

```
Header:  Generic Flow Control      0
         Virtual Path Identifier    1
         Virtual Channel Identifier  5
         Payload Type               0 (User Data, No Cong, UserInd=0)
         Cell Loss Priority          0 (Higher Priority)
         Header Error Control       0x40

Payload: 2D AA AA AA AA AA AA AA AA AA AA AA AA AA AA AA AA
         AA AA AA AA AA AA AA AA AA AA AA AA AA AA AA AA AA
         AA AA AA AA AA AA AA AA AA AA AA AA AA AA AA AA AA
```

Chapter 12: ATM Analysis

14:02:40.34405950 AAL-1

```
Header:  Sequence Number
          Convergence Sublayer Ind.    0
          Sequence Count                2
          Sequence Number Protection
          Control Bits (CRC3)          6
          Parity Bit                    1
Payload:  AA AA AA AA AA AA AA AA AA AA ...
```

14:02:40.34406990 ATM

```
Header:  Generic Flow Control          0
          Virtual Path Identifier       1
          Virtual Channel Identifier    5
          Payload Type                  0 (User Data, No Cong, UserInd=0)
          Cell Loss Priority             0 (Higher Priority)
          Header Error Control          0x40
Payload:  3A AA AA AA AA AA AA AA AA AA AA AA AA AA AA AA AA
          AA AA AA AA AA AA AA AA AA AA AA AA AA AA AA AA AA
          AA AA AA AA AA AA AA AA AA AA AA AA AA AA AA AA AA
```

14:02:40.34406990 AAL-1

```
Header:  Sequence Number
          Convergence Sublayer Ind.    0
          Sequence Count                3
          Sequence Number Protection
          Control Bits (CRC3)          5
          Parity Bit                    0
Payload:  AA AA AA AA AA AA AA AA AA AA ...
```

14:02:40.34408020 ATM

```
Header:  Generic Flow Control          0
          Virtual Path Identifier       1
          Virtual Channel Identifier    5
          Payload Type                  0 (User Data, No Cong, UserInd=0)
          Cell Loss Priority             0 (Higher Priority)
          Header Error Control          0x40
Payload:  4E AA AA AA AA AA AA AA AA AA AA AA AA AA AA AA AA
          AA AA AA AA AA AA AA AA AA AA AA AA AA AA AA AA AA
          AA AA AA AA AA AA AA AA AA AA AA AA AA AA AA AA AA
```

Chapter 12: ATM Analysis

14:02:40.34408020 AAL-1

Header: Sequence Number
Convergence Sublayer Ind. 0
Sequence Count 4
Sequence Number Protection
Control Bits (CRC3) 7
Parity Bit 0
Payload: AA AA AA AA AA AA AA AA AA AA ...

14:02:40.34409050 ATM

Header: Generic Flow Control 0
Virtual Path Identifier 1
Virtual Channel Identifier 5
Payload Type 0 (User Data, No Cong, UserInd=0)
Cell Loss Priority 0 (Higher Priority)
Header Error Control 0x40
Payload: 59 AA AA AA AA AA AA AA AA AA AA AA AA AA AA AA
AA AA AA AA AA AA AA AA AA AA AA AA AA AA AA AA
AA AA AA AA AA AA AA AA AA AA AA AA AA AA AA AA

14:02:40.34409050 AAL-1

Header: Sequence Number
Convergence Sublayer Ind. 0
Sequence Count 5
Sequence Number Protection
Control Bits (CRC3) 4
Parity Bit 1
Payload: AA AA AA AA AA AA AA AA AA AA ...

14:02:40.34410080 ATM

Header: Generic Flow Control 0
Virtual Path Identifier 1
Virtual Channel Identifier 5
Payload Type 0 (User Data, No Cong, UserInd=0)
Cell Loss Priority 0 (Higher Priority)
Header Error Control 0x40
Payload: 63 AA AA AA AA AA AA AA AA AA AA AA AA AA AA AA
AA AA AA AA AA AA AA AA AA AA AA AA AA AA AA AA
AA AA AA AA AA AA AA AA AA AA AA AA AA AA AA AA

Chapter 12: ATM Analysis

14:02:40.34410080 AAL-1

```
Header:  Sequence Number
          Convergence Sublayer Ind.    0
          Sequence Count               6
          Sequence Number Protection
          Control Bits (CRC3)          1
          Parity Bit                   1
Payload: AA AA AA AA AA AA AA AA AA AA ...
```

14:02:40.34411110 ATM

```
Header:  Generic Flow Control          0
          Virtual Path Identifier        1
          Virtual Channel Identifier     5
          Payload Type                  0 (User Data, No Cong., UserInd=0)
          Cell Loss Priority             0 (Higher Priority)
          Header Error Control          0x40
Payload: 74 AA AA AA AA AA AA AA AA AA AA AA AA AA AA AA AA
          AA AA AA AA AA AA AA AA AA AA AA AA AA AA AA AA AA
          AA AA AA AA AA AA AA AA AA AA AA AA AA AA AA AA AA
```

14:02:40.34411110 AAL-1

```
Header:  Sequence Number
          Convergence Sublayer Ind.    0
          Sequence Count               7
          Sequence Number Protection
          Control Bits (CRC3)          2
          Parity Bit                   0
Payload: AA AA AA AA AA AA AA AA AA AA ...
```

12.3 AAL3/4: Identifying SAR Sublayer Errors

The next example (see Trace 12-3) looks at the AAL3/4 process, examining the effects that corruption at the Segmentation and Reassembly layer have on the overall data-transfer process. In this case, 168 octets of user information is sent in the payload of one AAL3/4_CPCS_PDU. This results in four AAL3/4_SAR segments and, therefore, four ATM cells (see Figure 12-5).

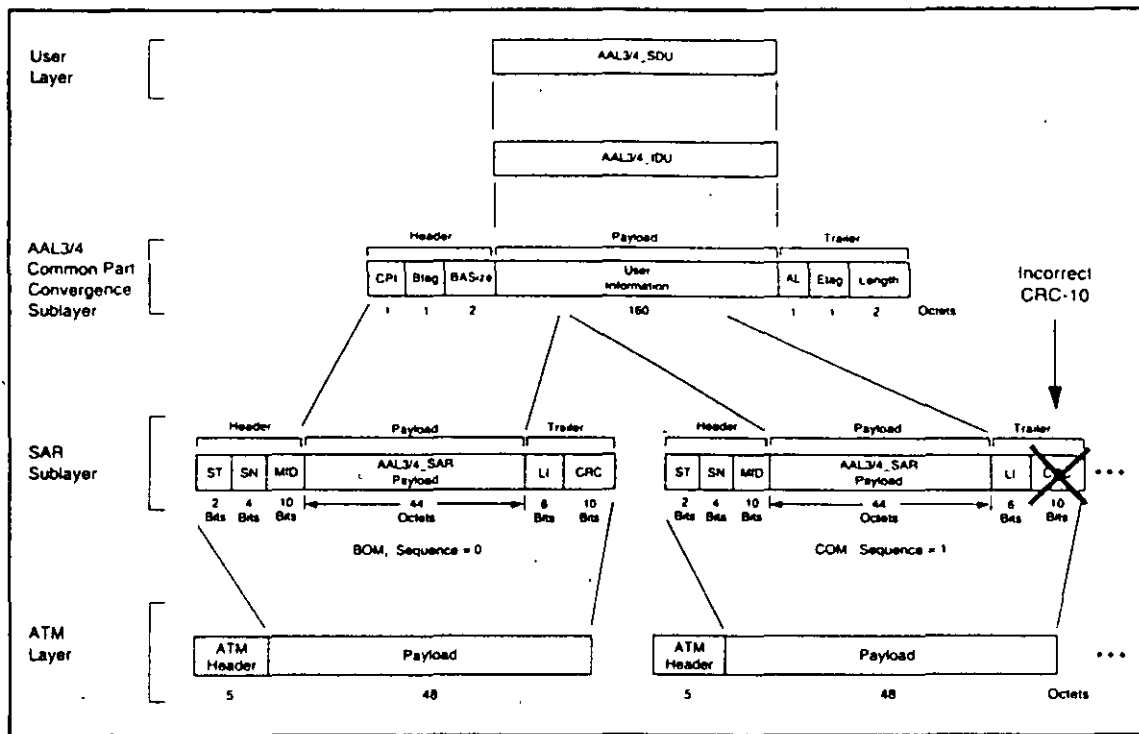


Figure 12-5. AAL3/4_SAR_PDU with SAR Trailer error.

The ATM header fields, including the GFC, VPI/VCI, PT, and so on, are identical to those used in the previous case study. But the overhead associated with AAL3/4 is more extensive than that found in AAL1 because AAL3/4 includes more rigorous error control.

The AAL3/4_SAR header (2 octets) includes three fields. The Segment Type (ST) field, 2 bits long, defines one of four segments: the Beginning of Message (BOM) with ST = 10; the COM with ST = 00; the EOM with ST = 01; and a Single Segment Message (SSM) with ST = 11. This amount of user information requires one BOM, two COMs, and one EOM. The SN, zero through three, keeps the AAL3/4_SAR_PDUs in order. The multiplexing identifier (MID), with a value of one, associates all of the AAL3/4_SAR_PDUs from the same message.

Chapter 12: ATM Analysis

The AAL3/4_SAR trailer (2 octets) includes a Length Indicator field (6 bits), which carries the length of the AAL3/4_SAR_PDU. For BOM and COM segments, the length must be 44 octets; for EOM segments, the length must be a multiple of 4 octets between 4 and 44 octets (4, 8, 12, ..., 44). Note that the EOM segment has a Length = 36 octets, which is a valid number. The second field in the trailer is a CRC-10, used for error control. The analyzer indicates a correct CRC-10 in the BOM segment, but an incorrect value in the first COM.

You can see the effects of the invalid CRC-10 in the first COM segment in subsequent segments. When the receiver finds the CRC-10 to be invalid, that cell (Sequence Number 1) is discarded. When the cell is discarded, the next sequence number (2) becomes invalid. The fourth cell, which is an EOM, arrives next. This further confuses the receiver, which thinks an EOM occurred before a BOM.

The net result is that corruption of one field within one cell caused the entire message to be invalid. To recover, the receiver would have to request a retransmission of that message from its originator. From this example, we can conclude that the rigorous error control incorporated into AAL3/4 provides a solid verification of the integrity of the transmitted message.

Trace 12-3. Effects of an SAR trailer error

HP Broadband Series Tester Capture Data Record

13:24:48.81792030 ATM

Header:	Generic Flow Control	0
	Virtual Path Identifier	1
	Virtual Channel Identifier	5
	Payload Type	0 (User Data, No Cong, UserInd=0)
	Cell Loss Priority	0 (Higher Priority)
	Header Error Control	0x40

Payload: 80 01 00 01 00 A0 C1 40 35 55 12 12 FF FF C1 40
34 62 45 45 FF FF 01 0B 00 00 00 00 00 00 00
00 00 00 00 00 00 01 02 03 04 05 06 07 B3 6A

13:24:48.81792030 AAL-3/4 SAR

Header:	Segment Type	2 (BOM)
	Sequence Number	0
	Multiplexing Identifier	1

Payload: 00 01 00 A0 C1 40 35 55 12 12 FF FF C1 40 34 62
45 45 FF FF 01 0B 00 00 00 00 00 00 00 00 00
00 00 00 00 00 01 02 03 04 05 06 07

Chapter 12: ATM Analysis

Trailer: Length 44
CRC10 0x36A

13:24:48.81793170 ATM

Header: Generic Flow Control 0
Virtual Path Identifier 1
Virtual Channel Identifier 5
Payload Type 0 (User Data, No Cong, UserInd=0)
Cell Loss Priority 0 (Higher Priority)
Header Error Control 0x40

Payload: 04 01 08 09 0A 0B 0C 0D 0E 0F 10 11 12 13 14 15
16 17 18 19 1A 1B 1C 1D 1E 1F 20 21 22 23 24 25
26 27 28 29 2A 2B 2C 2D 2E 2F 30 31 32 33 B3 44

13:24:48.81793170 AAL-3/4 SAR

Header: Segment Type 0 (COM)
Sequence Number 1
Multiplexing Identifier 1

Payload: 08 09 0A 0B 0C 0D 0E 0F 10 11 12 13 14 15 16 17
18 19 1A 1B 1C 1D 1E 1F 20 21 22 23 24 25 26 27
28 29 2A 2B 2C 2D 2E 2F 30 31 32 33

Trailer: Length 44
CRC10 0x344

ERROR: CRC10 is incorrect

13:24:48.81794210 ATM

Header: Generic Flow Control 0
Virtual Path Identifier 1
Virtual Channel Identifier 5
Payload Type 0 (User Data, No Cong, UserInd=0)
Cell Loss Priority 0 (Higher Priority)
Header Error Control 0x40

Payload: 08 01 34 35 36 37 38 39 3A 3B 3C 3D 3E 3F 40 41
42 43 44 45 46 47 48 49 4A 4B 4C 4D 4E 4F 50 51
52 53 54 55 56 57 58 59 5A 5B 5C 5D 5E 5F B3 6B

13:24:48.81794210 AAL-3/4 SAR

Header: Segment Type 0 (COM)
Sequence Number 2
Multiplexing Identifier 1

Chapter 12: ATM Analysis

```
Payload: 34 35 36 37 38 39 3A 3B 3C 3D 3E 3F 40 41 42 43
          44 45 46 47 48 49 4A 4B 4C 4D 4E 4F 50 51 52 53
          54 55 56 57 58 59 5A 5B 5C 5D 5E 5F
Trailer: Length          44
          CRC10          0x36B
PROTOCOL ERROR: Invalid sequence number
```

13:24:48.81795240 ATM

```
Header:  Generic Flow Control      0
         Virtual Path Identifier    1
         Virtual Channel Identifier  5
         Payload Type              0 (User Data, No Cong, UserInd=0)
         Cell Loss Priority         0 (Higher Priority)
         Header Error Control       0x40
Payload: 4C 01 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 6A 6B 6C 6D
         6E 6F 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 7A 00 CD 9A
         E6 DD 00 01 00 A0 00 00 00 00 00 00 00 00 90 79
```

13:24:48.81795240 AAL-3/4 SAR

```
Header:  Segment Type              1 (EOM)
         Sequence Number           3
         Multiplexing Identifier    1
Payload: 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 6A 6B 6C 6D 6E 6F
         70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 7A 00 CD 9A E6 DD
         00 01 00 A0 00 00 00 00 00 00 00 00
Trailer: Length                    36
         CRC10                     0x079
PROTOCOL ERROR: EOM before BOM
```

12.4 AAL3/4: Identifying Higher-Layer Errors

The next case study builds on the previous AAL3/4 example and illustrates the effect that a higher-layer protocol problem has on the transmission of user information.

For this example, shown in Trace 12-4, AAL3/4 is sending Connectionless Network Access Protocol (CLNAP) traffic, which is similar to SMDS (see Figure 12-6). This message also requires four AAL3/4_SAR_PDU segments: one BOM, two COMs, and one EOM, with lengths of 44, 44, 44, and 36 octets, respectively. No errors are detected at the SAR layer, as evidenced by the incrementing sequence numbers (zero, one, two, and three) and the correct CRC-10 fields.

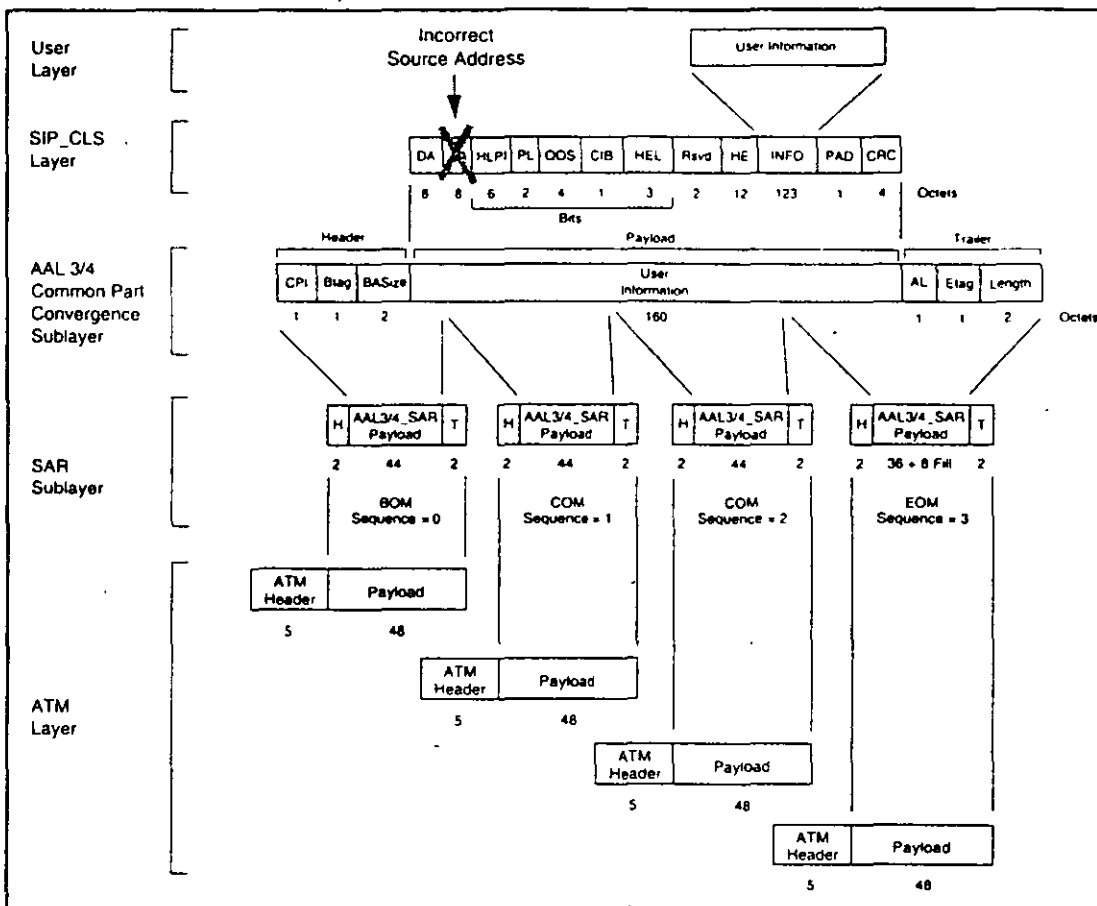


Figure 12-6. AAL3/4_CPCS_PDU with SIP_CLS error.

A decode of the AAL3/4 Common Part Convergence Sublayer (CPCS) header and trailer follows the EOM segment. The AAL3/4_CPCS header (4 octets) includes three fields. The Common Part Indicator (CPI) = 00H indicates that the counting unit is the octet. The BTag field = 01H matches the End Tag (ETag) field in the trailer. The BAsize field = 160 octets indicates the amount of buffer space reserved at the receiver for this message. The values of this header, 00 01 00 A0H, are found in the first line of the BOM payload. Following the CPCS header is the 160 octets of user information, which is distributed between the BOM, COM, and EOM segments.

The AAL3/4_CPCS trailer has an Alignment field (1 octet) filled with 00H; the ETag, as discussed above; and the Length field. Note that the Length field (160 octets) does not equal the sum of the AAL3/4_SAR_PDU payloads (44 + 44 + 44 + 36 = 168 octets). The difference is in the AAL3/4_CPCS header and trailer, which use four octets each. So the Length field measures the length of the AAL3/4_CPCS_PDU pay-

Chapter 12: ATM Analysis

load, not the length of the AAL3/4_CPCS_PDU. The values of the trailer, 00 01 00 A0H, are found at the end of the EOM payload, just before the 8 octets of fill.

The CLNAP (SMDS) header begins with the Destination Address field containing the value C14035551212FFFF. This is noted as a valid address, and because it begins with an Address Type of CH (1100 binary), we know that this is an individual address. The other permissible value is EH (1110 binary), which represents a group address. The analyzer flags the Source Address as an invalid address because it begins with an FFH. The rest of the CLNAP header and trailer do not indicate any errors. This case study has illustrated that the user information (CLNAP, in this example) is passed transparently by the AAL3/4 processes. Not until the user information reaches the intended receiver is it checked for protocol correctness.

Trace 12-4. Effects of a higher-layer (CLNAP) error

HP Broadband Series Tester Capture Data Record

13:03:18.11440800 ATM

Header:	Generic Flow Control	0
	Virtual Path Identifier	1
	Virtual Channel Identifier	5
	Payload Type	0 (User Data, No Cong, UserInd=0)
	Cell Loss Priority	0 (Higher Priority)
	Header Error Control	0x40
Payload:	80 01 00 01 00 A0 C1 40 35 55 12 12 FF FF FF 40 34 62 45 45 FF FF 01 0B 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 01 02 03 04 05 06 07 B1 7D	

13:03:18.11440800 AAL-3/4 SAR

Header:	Segment Type	2 (BOM)
	Sequence Number	0
	Multiplexing Identifier	1
Payload:	00 01 00 A0 C1 40 35 55 12 12 FF FF FF 40 34 62 45 45 FF FF 01 0B 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 01 02 03 04 05 06 07	
Trailer:	Length	44
	CRC10	0x17D

Chapter 12: ATM Analysis

13:03:18.11441840 ATM

Header: Generic Flow Control 0
Virtual Path Identifier 1
Virtual Channel Identifier 5
Payload Type 0 (User Data, No Cong, UserInd=0)
Cell Loss Priority 0 (Higher Priority)
Header Error Control 0x40

Payload: 04 01 08 09 0A 0B 0C 0D 0E 0F 10 11 12 13 14 15
16 17 18 19 1A 1B 1C 1D 1E 1F 20 21 22 23 24 25
26 27 28 29 2A 2B 2C 2D 2E 2F 30 31 32 33 B3 16

13:03:18.11441840 AAL-3/4 SAR

Header: Segment Type 0 (COM)
Sequence Number 1
Multiplexing Identifier 1

Payload: 08 09 0A 0B 0C 0D 0E 0F 10 11 12 13 14 15 16 17
18 19 1A 1B 1C 1D 1E 1F 20 21 22 23 24 25 26 27
28 29 2A 2B 2C 2D 2E 2F 30 31 32 33

Trailer: Length 44
CRC10 0x316

13:03:18.11442870 ATM

Header: Generic Flow Control 0
Virtual Path Identifier 1
Virtual Channel Identifier 5
Payload Type 0 (User Data, No Cong, UserInd=0)
Cell Loss Priority 0 (Higher Priority)
Header Error Control 0x40

Payload: 08 01 34 35 36 37 38 39 3A 3B 3C 3D 3E 3F 40 41
42 43 44 45 46 47 48 49 4A 4B 4C 4D 4E 4F 50 51
52 53 54 55 56 57 58 59 5A 5B 5C 5D 5E 5F B3 6B

13:03:18.11442870 AAL-3/4 SAR

Header: Segment Type 0 (COM)
Sequence Number 2
Multiplexing Identifier 1

Payload: 34 35 36 37 38 39 3A 3B 3C 3D 3E 3F 40 41 42 43
44 45 46 47 48 49 4A 4B 4C 4D 4E 4F 50 51 52 53
54 55 56 57 58 59 5A 5B 5C 5D 5E 5F

Trailer: Length 44
CRC10 0x36B

Chapter 12: ATM Analysis

13:03:18.11443900 ATM

Header:	Generic Flow Control	0
	Virtual Path Identifier	1
	Virtual Channel Identifier	5
	Payload Type	0 (User Data, No Cong, UserInd=0)
	Cell Loss Priority	0 (Higher Priority)
	Header Error Control	0x40
Payload:	4C 01 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 6A 6B 6C 6D 6E 6F 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 7A 00 AF 0A 0F 49 00 01 00 A0 00 00 00 00 00 00 00 00 93 90	

13:03:18.11443900 AAL-3/4 SAR

Header:	Segment Type	1 (EOM)
	Sequence Number	3
	Multiplexing Identifier	1
Payload:	60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 6A 6B 6C 6D 6E 6F 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 7A 00 AF 0A 0F 49 00 01 00 A0 00 00 00 00 00 00 00 00	
Trailer:	Length	36
	CRC10	0x390

13:03:18.11443900 AAL-3/4 CPCS

Header:	Common Part Indicator	0x00 (BAsize, payld len, Length=payld len)
	Beginning Tag	0x01
	Buffer Allocation Size	160
Payload:	C1 40 35 55 12 12 FF FF FF 40 34 62 45 45 FF FF 01 0B 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 01 02 03 04 05 06 07 08 09 0A 0B 0C 0D 0E 0F 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 1A 1B 1C 1D 1E 1F 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 2A 2B 2C 2D 2E 2F 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 3A 3B 3C 3D 3E 3F 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 4A 4B 4C 4D 4E 4F 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 5A 5B 5C 5D 5E 5F 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 6A 6B 6C 6D 6E 6F 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 7A 00 AF 0A 0F 49	
Pad Characters not present		
Trailer:	Alignment	0x00
	End Tag	0x01
	Length	160

13:03:18,11443900 CLNAP

Header:	Destination Address	0xC14035551212FFFF
	Source Address	0xFF4034624545FFFF
ERROR:	Source address type is incorrect	
	Higher Layer Protocol Id	0x00
	Pad Length	1
	Quality Of Service	0x0
	CRC32 Indication Bit	0x1
	Reserved	0x0000
	Header Extension Length	3 (32 bit words)
	Header Extension	0x00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
Payload:	00 01 02 03 04 05 06 07 08 09 0A 0B 0C 0D 0E 0F	
	10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 1A 1B 1C 1D 1E 1F	
	20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 2A 2B 2C 2D 2E 2F	
	30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 3A 3B 3C 3D 3E 3F	
	40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 4A 4B 4C 4D 4E 4F	
	50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 5A 5B 5C 5D 5E 5F	
	60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 6A 6B 6C 6D 6E 6F	
	70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 7A	
Pad Characters		0x00
Trailer:	CRC32	0xAF0A0F49

12.5 AAL5: Locating Missing Payload Information

This case study looks at the protocol processes of AAL5, which are considered a subset of AAL3/4. In this example, the user information is divided into five ATM cells (see Figure 12-7). The contents of the user information consist of incrementing hexadecimal numbers: 00, 01, 02, 03, and so on, up to FF, for a total of 256 (16 * 16) octets.

The ATM headers contain the same values for GFC, VPI/VCI, and so on that you have seen in the previous examples. Because AAL5 does not have a header, the payload of the first ATM cell contains 48 octets of user information: 00 01 02 ... 2D, 2E, 2F. The second ATM cell contains 60 61 62 ... 8D 8E 8F.

Likewise, the third and fourth cells contain 48 octets of data. The fifth cell contains F0 F1 F2 ... FD FE FF, 24 octets of zeros, and eight octets containing 00 00 01 00 69 83 2E 15. These last eight octets are the AAL5 trailer, which consists of four fields. The User-User (UU) field = 00. The CPI = 00. The Length field = 0100H, or 256 decimal, which is incorrect. The CRC field is 69 83 2E 15, which is also incorrect.

Chapter 12: ATM Analysis

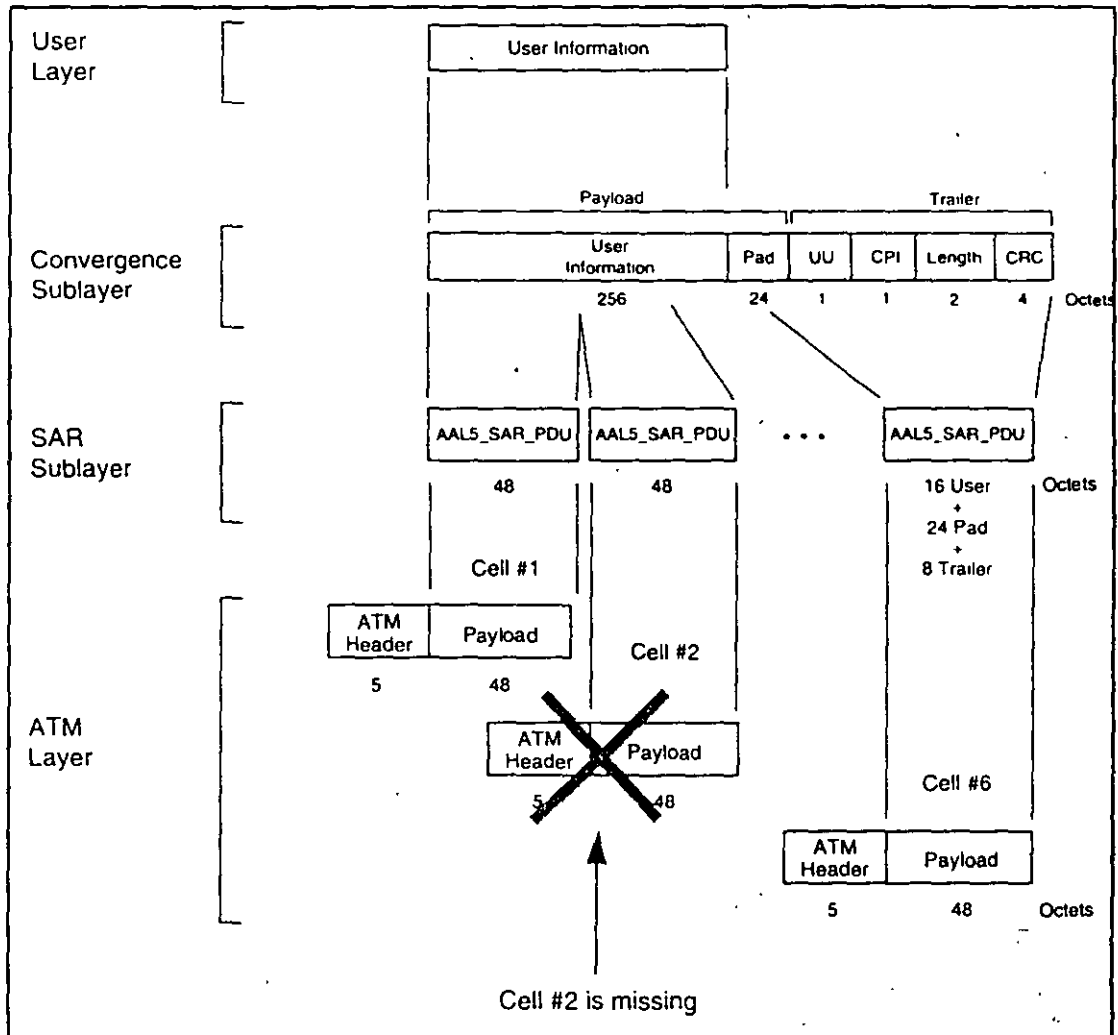


Figure 12-7. Missing AAL5_SAR_PDU.

Knowing that the user information was loaded with 256 octets before transmission, the analyst must determine why the Length and CRC fields were wrong. To find the answer, we looked at the payloads of the five cells:

- Cell 1: 00 ... 2F
- Cell 2: 60 ... 8F
- Cell 3: 90 ... BF
- Cell 4: C0 ... EF
- Cell 5: F0 ... FF, plus 24 octets of zeros

The sequence 30 ... 5F (or 48 octets), which should have been received between Cell 1 and Cell 2, is missing. Because AAL5 has no cell-sequence number, the problem was only identified by the invalid Length and CRC values. Further analysis of the payload information, and the fact that the missing data (30 ... 5F) was easy to identify, lead us to conclude that a cell was missing. Had the missing cell occurred under AAL1, the Sequence Count field in the AAL1 header would have identified the problem; with AAL3/4, the Sequence Number and the Segment Type fields would have assisted. As a result, you can conclude that the error control in AAL5 is not as rigorous as that in AAL3/4.

Trace 12-5. Effects of a missing AAL5_SAR_PDU

HP Broadband Series Tester Capture Data Record

13:49:18.14378060 ATM

Header:	Generic Flow Control	0
	Virtual Path Identifier	1
	Virtual Channel Identifier	5
	Payload Type	0 (User Data, No Cong, UserInd=0)
	Cell Loss Priority	0 (Higher Priority)
	Header Error Control	0x40
Payload:	00 01 02 03 04 05 06 07 08 09 0A 0B 0C 0D 0E 0F	
	10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 1A 1B 1C 1D 1E 1F	
	20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 2A 2B 2C 2D 2E 2F	

13:49:18.14379090 ATM

Header:	Generic Flow Control	0
	Virtual Path Identifier	1
	Virtual Channel Identifier	5
	Payload Type	0 (User Data, No Cong, UserInd=0)
	Cell Loss Priority	0 (Higher Priority)
	Header Error Control	0x40
Payload:	60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 6A 6B 6C 6D 6E 6F	
	70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 7A 7B 7C 7D 7E 7F	
	80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 8A 8B 8C 8D 8E 8F	

13:49:18.14380110 ATM

Header:	Generic Flow Control	0
---------	----------------------	---

Chapter 12: ATM Analysis

```
Virtual Path Identifier      1
Virtual Channel Identifier  5
Payload Type                0 (User Data, No Cong, UserInd=0)
Cell Loss Priority          0 (Higher Priority)
Header Error Control        0x40
Payload: 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 9A 9B 9C 9D 9E 9F
         A0 A1 A2 A3 A4 A5 A6 A7 A8 A9 AA AB AC AD AE AF
         B0 B1 B2 B3 B4 B5 B6 B7 B8 B9 BA BB BC BD BE BF
```

13:49:18.14381150 ATM

```
Header: Generic Flow Control    0
        Virtual Path Identifier  1
        Virtual Channel Identifier 5
        Payload Type            0 (User Data, No Cong, UserInd=0)
        Cell Loss Priority        0 (Higher Priority)
        Header Error Control      0x40
Payload: C0 C1 C2 C3 C4 C5 C6 C7 C8 C9 CA CB CC CD CE CF
         D0 D1 D2 D3 D4 D5 D6 D7 D8 D9 DA DB DC DD DE DF
         E0 E1 E2 E3 E4 E5 E6 E7 E8 E9 EA EB EC ED EE EF
```

13:49:18.14382180 ATM

```
Header: Generic Flow Control    0
        Virtual Path Identifier  1
        Virtual Channel Identifier 5
        Payload Type            1 (User Data, No Cong, UserInd=1)
        Cell Loss Priority        0 (Higher Priority)
        Header Error Control      0x4E
Payload: F0 F1 F2 F3 F4 F5 F6 F7 F8 F9 FA FB FC FD FE FF
         00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
         00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 01 00 69 83 2E 15
```


13:49:18.14382180 AAL-5

```

Payload: 00 01 02 03 04 05 06 07 08 09 0A 0B 0C 0D 0E 0F
          10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 1A 1B 1C 1D 1E 1F
          20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 2A 2B 2C 2D 2E 2F
          60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 6A 6B 6C 6D 6E 6F
          70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 7A 7B 7C 7D 7E 7F
          80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 8A 8B 8C 8D 8E 8F
          90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 9A 9B 9C 9D 9E 9F
          A0 A1 A2 A3 A4 A5 A6 A7 A8 A9 AA AB AC AD AE AF
          B0 B1 B2 B3 B4 B5 B6 B7 B8 B9 BA BB BC BD BE BF
          C0 C1 C2 C3 C4 C5 C6 C7 C8 C9 CA CB CC CD CE CF
          D0 D1 D2 D3 D4 D5 D6 D7 D8 D9 DA DB DC DD DE DF
          E0 E1 E2 E3 E4 E5 E6 E7 E8 E9 EA EB EC ED EE EF
          F0 F1 F2 F3 F4 F5 F6 F7 F8 F9 FA FB FC FD FE FF
          00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
          00 00 00 00 00 00 00 00
    
```

Pad Characters <none>

```

Trailer:  User-User Indication      0x00
          Common Part Indicator      0x00
          Length                      256
ERROR:   Length Field is incorrect
          CRC32                       0x69832E15
ERROR:   CRC32 is incorrect
    
```

12.6 ATM Point-to-Point Call Setup Procedures

The next three case studies investigate the interaction of an ATM switch with end-user devices such as workstations and telephones. In the first of these examples, we will investigate the signaling procedures that are used to set up a point-to-point call. In this example, the HP Broadband analyzer is simulating the function of an end-user device, and actually initiating the call setup to and from an HP workstation, via an ATM switch (Figure 12-8). Note that the HP analyzer has both transmit (Tx) and receive (Rx) connections, which can be noted in the trace files to define the orientation of the cell: either from (Tx) or to (Rx) the analyzer.

Chapter 12: ATM Analysis

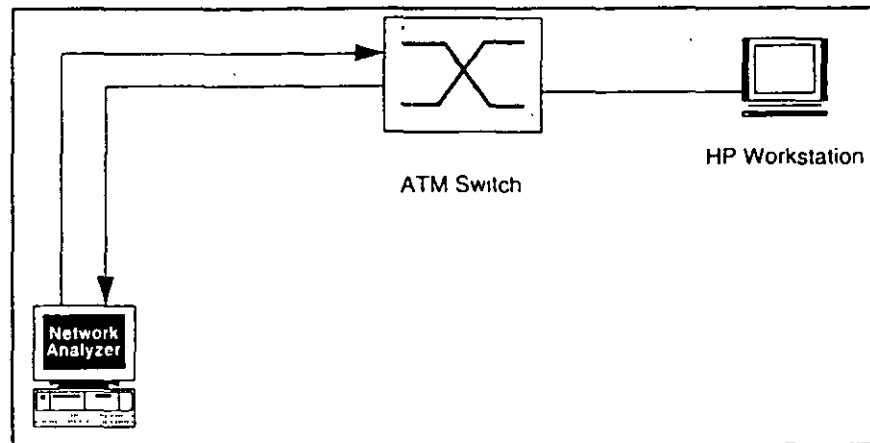


Figure 12-8. Point-to-Point call setup analysis.

Reviewing Figure 11-3, note that the signaling functions (defined by Q.2931 and the ATM Forum's signaling specifications) utilize a Service Specific Coordination Function (SSCF), a Service Specific Connection Oriented Protocol (SSCOP), and AAL5 for communication over the ATM infrastructure.

Trace 12-6a illustrates the operation of the SSCOP for link initialization and subsequent call setup, and has been filtered to only show the highest layer of protocol in operation. The summary information shown in Trace 12-6a includes a timestamp (e.g. 13:44:37.37107640), the Cell Protocol Processor slot number on the analyzer (CPP), the Line Interface slot number on the analyzer (LIF), the direction of transmission (Tx or Rx), the highest layer protocol in use, and a short description of the function of that cell (such as SETUP, CALL PROCEEDING, etc.). Note that the SSCOP link initialization occurs in the first fourteen frames, followed by the UNI signaling functions (the SETUP through RELEASE COMPLETE messages). Traces 12-6b through 12-6g illustrate the details of the individual UNI signaling messages. Review Figure 11-22 for the sequence of events that occur during the call setup procedures.

Trace 12-6a. Point-to-Point Call Setup summary

HP Broadband Series Tester Capture Data Record

```
13:44:37.37107640 CPP:9 LIF:10 Tx AAL-5 Length = 8
13:44:37.37107640 CPP:9 LIF:10 Tx SSCOP BGN
13:44:37.37148090 CPP:9 LIF:10 Rx AAL-5 Length = 8
13:44:37.37148090 CPP:9 LIF:10 Rx SSCOP BGAK
13:44:37.98272150 CPP:9 LIF:10 Tx AAL-5 Length = 8
13:44:37.98272150 CPP:9 LIF:10 Tx SSCOP POLL
```

Chapter 12: ATM Analysis

13:44:37.98296530 CPP:9 LIF:10 Rx AAL-5 Length = 12
13:44:37.98296530 CPP:9 LIF:10 Rx SSCOP STAT
13:44:38.02005790 CPP:9 LIF:10 Rx AAL-5 Length = 8
13:44:38.02005790 CPP:9 LIF:10 Rx SSCOP POLL
13:44:38.02089690 CPP:9 LIF:10 Tx AAL-5 Length = 12
13:44:38.02089690 CPP:9 LIF:10 Tx SSCOP STAT
13:44:44.45696230 CPP:9 LIF:10 Tx AAL-5 Length = 116
13:44:44.45696230 CPP:9 LIF:10 Tx SSCOP SD N(S) = 0
13:44:44.45696230 CPP:9 LIF:10 Tx UNI Sig. SETUP 3 from
13:44:44.47279460 CPP:9 LIF:10 Rx AAL-5 Length = 24
13:44:44.47279460 CPP:9 LIF:10 Rx SSCOP SD N(S) = 0
13:44:44.47279460 CPP:9 LIF:10 Rx UNI Sig. CALL PROCEEDING 3 to
13:44:44.47550200 CPP:9 LIF:10 Rx AAL-5 Length = 16
13:44:44.47550200 CPP:9 LIF:10 Rx SSCOP SD N(S) = 1
13:44:44.47550200 CPP:9 LIF:10 Rx UNI Sig. CONNECT 3 to
13:44:44.48468330 CPP:9 LIF:10 Tx AAL-5 Length = 16
13:44:44.48468330 CPP:9 LIF:10 Tx SSCOP SD N(S) = 1
13:44:44.48468330 CPP:9 LIF:10 Tx UNI Sig. CONNECT ACKNOWLEDGE 3 from
13:44:45.08271480 CPP:9 LIF:10 Tx AAL-5 Length = 8
13:44:45.08271480 CPP:9 LIF:10 Tx SSCOP POLL
13:44:45.08296590 CPP:9 LIF:10 Rx AAL-5 Length = 12
13:44:45.08296590 CPP:9 LIF:10 Rx SSCOP STAT
13:44:45.12005840 CPP:9 LIF:10 Rx AAL-5 Length = 8
13:44:45.12005840 CPP:9 LIF:10 Rx SSCOP POLL
13:44:45.12091200 CPP:9 LIF:10 Tx AAL-5 Length = 12
13:44:45.12091200 CPP:9 LIF:10 Tx SSCOP STAT
13:44:45.78271340 CPP:9 LIF:10 Tx AAL-5 Length = 8
13:44:45.78271340 CPP:9 LIF:10 Tx SSCOP POLL
13:44:45.78295690 CPP:9 LIF:10 Rx AAL-5 Length = 12
13:44:45.78295690 CPP:9 LIF:10 Rx SSCOP STAT
13:44:45.82005960 CPP:9 LIF:10 Rx AAL-5 Length = 8
13:44:45.82005960 CPP:9 LIF:10 Rx SSCOP POLL
13:44:45.82090020 CPP:9 LIF:10 Tx AAL-5 Length = 12
13:44:45.82090020 CPP:9 LIF:10 Tx SSCOP STAT
13:44:55.67672480 CPP:9 LIF:10 Tx AAL-5 Length = 20
13:44:55.67672480 CPP:9 LIF:10 Tx SSCOP SD N(S) = 2
13:44:55.67672480 CPP:9 LIF:10 Tx UNI Sig. RELEASE 3 from
13:44:55.68353670 CPP:9 LIF:10 Rx AAL-5 Length = 16
13:44:55.68353670 CPP:9 LIF:10 Rx SSCOP SD N(S) = 2
13:44:55.68353670 CPP:9 LIF:10 Rx UNI Sig. RELEASE COMPLETE 3 to
13:44:56.28272150 CPP:9 LIF:10 Tx AAL-5 Length = 8
13:44:56.28272150 CPP:9 LIF:10 Tx SSCOP POLL
13:44:56.28295970 CPP:9 LIF:10 Rx AAL-5 Length = 12

Chapter 12: ATM Analysis

```
13:44:56.28295970 CPP:9 LIF:10 Rx SSCOP STAT
13:44:56.32006250 CPP:9 LIF:10 Rx AAL-5 Length = 8
13:44:56.32006250 CPP:9 LIF:10 Rx SSCOP POLL
13:44:56.32090500 CPP:9 LIF:10 Tx AAL-5 Length = 12
13:44:56.32090500 CPP:9 LIF:10 Tx SSCOP STAT
```

Trace 12-6b illustrates the details of the SETUP message sent from the end user (analyzer) to the switch (the Tx direction). Note that this message indicates it was sent *from* the call originator (Call Reference Flag = from) and that a Call Reference Value (3) has been assigned. In addition, there are seven information elements: ATM Traffic Descriptor, Broadband Bearer Capability, Called Party Number, Quality of Service Parameter, ATM Adaptation Layer Parameters, Broadband Lower Layer Information, and Calling Party Number. In particular, note that the ATM Adaptation Parameters indicate AAL5 will be used for this call.

Trace 12-6b. SETUP message details

```
13:44:44.45696230 CPP:9 LIF:10 Tx UNI Sig. ATMF UNI 3.1
 1 00001001 Protocol Discriminator : Q.93B UNI call control
 2 0000---- Spare :
   ----0011 Call Reference Length : 3
 3 0----- Call Reference Flag : from
   -0000000 Call Reference Value : 3
 4 00000000
 5 00000011
 6 00000101 Message Type : SETUP
 7 1----- Ext : last octet
   -00---- Spare :
   ---0--- Flag : not significant
   ----00-- Spare :
   -----00 Action Indicator : clear call
 8 00000000 Message Length : 102
 9 01100110
 1 01011001 Information Element ID : ATM Traffic Descriptor
 2 1----- Ext : last octet
   -00---- Coding Standard : ITU-T standard
   ---0--- Flag : not significant
   ----0--- Reserved : reserved
   -----000 Action Indicator : clear call
 3 00000000 IE Length : 9
 4 00001001
 7 10000100 Cell Rate Subfield ID : forward peak CR(CLP=0+1)
```

Chapter 12: ATM Analysis

7.1	0000101	Forward Peak Cell Rate	: 353207
7.2	01100011		
7.3	10110111		
8	10000101	Cell Rate Subfield ID	: backward peak CR(CLP=0+1)
8.1	00000101	Backward Peak Cell Rate	: 353207
8.2	01100011		
8.3	10110111		
17	10111110	Cell Rate Subfield ID	: best effort indicator
1	01011110	Information Element ID	: Broadband Bearer Capability
2	1-----	Ext	: last octet
	-00----	Coding Standard	: ITU-T standard
	--0----	Flag	: not significant
	----0---	Reserved	: reserved
	----000	Action Indicator	: clear call
3	00000000	IE Length	: 3
4	00000011		
5	0-----	Ext	: another octet
	-00----	Spare	:
	---10000	Bearer Class	: BCOB-X
5a	1-----	Ext	: last octet
	-00----	Spare	:
	--000--	Traffic Type	: no indication
	-----00	Timing Requirements	: no indication
6	1-----	Ext	: last octet
	-00----	Clipping Susceptibility	: not susceptible to clipping
	---000--	Spare	:
	-----00	User Plane Connection CFG:	point-to-point
1	01110000	Information Element ID	: Called Party Number
2	1-----	Ext	: last octet
	-00----	Coding Standard	: ITU-T standard
	--0----	Flag	: not significant
	----0---	Reserved	: reserved
	----000	Action Indicator	: clear call
3	00000000	IE Length	: 21
4	00010101		
5	1-----	Ext	: last octet
	-000----	Type of Number	: unknown
	----0010	Addressing/Numbering Plan:	ISO NSAP addressing
6etc	01000111	ISO NSAP Address Octets:	0x47 G
	00000000		: 0x00 .
	01111001		: 0x79 y
	00000000		: 0x00 .
	00000000		: 0x00 .

Chapter 12: ATM Analysis

00000000		: 0x00 .
00000000		: 0x00 .
00000000		: 0x00 .
00000000		: 0x00 .
00000000		: 0x00 .
00000000		: 0x00 .
00000000		: 0x00 .
00000000		: 0x00 .
00000000		: 0x00 .
10100000		: 0xA0 .
00111110		: 0x3E >
00000000		: 0x00 .
00000000		: 0x00 .
00000001		: 0x01 .
00000000		: 0x00 .
1 01011100	Information Element ID	: Quality of Service Parameter
2 1-----	Ext	: last octet
-00-----	Coding Standard	: ITU-T standard
---0----	Flag	: not significant
----0---	Reserved	: reserved
----000	Action Indicator	: clear call
3 00000000	IE Length	: 2
4 00000010		
5 00000000	QoS Class Forward	: QoS class 0 - unspecified
6 00000000	QoS Class Backward	: QoS class 0 - unspecified
1 01011000	Information Element ID	: ATM Adaptation Layer Parameters
2 1-----	Ext	: last octet
-00-----	Coding Standard	: ITU-T standard
---0----	Flag	: not significant
----0---	Reserved	: reserved
----000	Action Indicator	: clear call
3 00000000	IE Length	: 9
4 00001001		
5 00000101	AAL Type	: AAL type 5
6 10001100	AAL Param Subfield ID	: forward maximum CPCS-SDU size
6.1 00000101	Forward CPCS-SDU Size:	1516
6.2 11101100		
7 10000001	AAL Param Subfield ID	: backward maximum CPCS-SDU size
7.1 00000101	Backward CPCS-SDU Size:	1516
7.2 11101100		
8 10000100	AAL Param Subfield ID	: SSCS type
8.1 00000000	SSCS Type	: null
1 01011111	Information Element ID	: Broadband Low Layer Information

Chapter 12: ATM Analysis

2	1-----	Ext	: last octet
	-00----	Coding Standard	: ITU-T standard
	--0----	Flag	: not significant
	----0---	Reserved	: reserved
	-----000	Action Indicator	: clear call
3	00000000	IE Length	: 9
4	00001001		
7	0-----	Ext	: another octet
	-11----	Layer 3 Id	: 3
	--01011	User Info Layer 3 Protocol	: ISO/IEC TR9577
7a	0-----	Ext	: another octet
	-1000000	ISO/IEC TR9577 NLPID:	IEEE 802.1 SNAP identifier
	-0-----		
7b	1-----	Ext	: last octet
	--000000	Spare	:
8	1-----	Ext	: last octet
	-00----	SNAP ID	: 0
	---00000	Spare	:
8.1	00000000	OUI Octet	: 0x00 .
	10100000		: 0xA0 .
	00111110		: 0x3E >
8.4	00000000	PID Octet	: 0x00 .
	00000001		: 0x01 .
1	01101100	Information Element ID	: Calling Party Number
2	1-----	Ext	: last octet
	-00----	Coding Standard	: ITU-T standard
	--0----	Flag	: not significant
	----0---	Reserved	: reserved
	-----000	Action Indicator	: clear call
3	00000000	IE Length	: 21
4	00010101		
5	1-----	Ext	: last octet
	-000----	Type of Number	: unknown
	----0010	Addressing/Numbering Plan:	ISO NSAP addressing
6etc	00111001	ISO NSAP Address Octets:	0x39 9
	00000000		: 0x00 .
	00000000		: 0x00 .
	00000000		: 0x00 .
	00000000		: 0x00 .
	00000000		: 0x00 .
	00000000		: 0x00 .
	00000000		: 0x00 .
	00000000		: 0x00 .

Chapter 12: ATM Analysis

```
00000000 : 0x00 .
00000000 : 0x00 .
00000000 : 0x00 .
00000000 : 0x00 .
00000000 : 0x00 .
00000000 : 0x00 .
00000000 : 0x00 .
00000000 : 0x00 .
00000000 : 0x00 .
00000000 : 0x00 .
00000000 : 0x00 .
```

The switch then returns a **CALL PROCEEDING** message to the analyzer. Note the Rx indication at the top of Trace 12-6c and the Call Reference Flag = to, indicating that this message is being sent to the call originator. Also in this message are the VPCI and VCI assigned to this call (0 and 285, respectively). In the subsequent cell, the switch returns a **CONNECT** message to the analyzer (Trace 12-6d). We now know that the switch (or ATM network) is prepared to receive information from the analyzer side of the connection. The analyzer then returns a **CONNECT ACKNOWLEDGE** message (Trace 12-6e), and the transfer of call information may proceed.

Trace 12-6c. CALL PROCEEDING message details

```
13:44:44.47279460 CPP:9 LIF:10 Rx UNI Sig. ATMF UNI 3.1
 1 00001001 Protocol Discriminator : Q.93B UNI call control
 2 0000---- Spare :
   ----0011 Call Reference Length : 3
 3 1----- Call Reference Flag : to
   -0000000 Call Reference Value : 3
 4 00000000
 5 00000011
 6 00000010 Message Type : CALL PROCEEDING
 7 1----- Ext : last octet
   -00----- Spare :
   ---0---- Flag : not significant
   ----00-- Spare :
   -----00 Action Indicator : clear call
```


8	00000000	Message Length	: 9
9	00001001		
1	01011010	Information Element ID	: Connection Identifier
2	1-----	Ext	: last octet
	-00----	Coding Standard	: ITU-T standard
	---0----	Flag	: not significant
	----0---	Reserved	: reserved
	-----000	Action Indicator	: clear call
3	00000000	IE Length	: 5
4	00000101		
5	1-----	Ext	: last octet
	-00----	Spare	:
	---01---	VP Associated Signalling	: explicit indication of VPCI
	----000	Preferred/Exclusive	: exclusive VPCI; exclusive VCI
6	00000000	VPCI	: 0
7	00000000		
8	00000001	VCI	: 285
9	00011101		

Trace 12-6d. CONNECT message details

13:44:44.47550200 CPP:9 LIF:10 Rx UNI Sig. ATMF UNI 3.1

1	00001001	Protocol Discriminator	: Q.93B UNI call control
2	0000----	Spare	:
	----0011	Call Reference Length	: 3
3	1-----	Call Reference Flag	: to
	-0000000	Call Reference Value	: 3
4	00000000		
5	00000011		
6	00000111	Message Type	: CONNECT
7	1-----	Ext	: last octet
	-00----	Spare	:
	---0----	Flag	: not significant
	----00--	Spare	:
	-----00	Action Indicator	: clear call
8	00000000	Message Length	: 0
9	00000000		

Chapter 12: ATM Analysis

Trace 12-6e. CONNECT ACKNOWLEDGE message details

```
13:44:44.48468330 CPP:9 LIF:10 Tx UNI Sig. ATMF UNI 3.1
 1 00001001      Protocol Discriminator      : Q.93B UNI call control
 2 0000----      Spare                          :
   ----0011      Call Reference Length                : 3
 3 0-----      Call Reference Flag          : from
   -0000000      Call Reference Value          : 3
 4 00000000
 5 00000011
 6 00001111      Message Type                      : CONNECT ACKNOWLEDGE
 7 1-----      Ext                          : last octet
   -00-----      Spare                      :
   ---0-----      Flag                      : not significant
   ----00--      Spare                      :
   -----00      Action Indicator            : clear call
 8 00000000      Message Length                : 0
 9 00000000
```

When the end user (the analyzer) has completed all of the information transfer, a RELEASE message is sent to the switch (or network, illustrated in Trace 12-6f and Figure 11-23). Note that the end user uses the Call Reference Value (3) to identify the particular call to be released, and that the RELEASE message contains a Cause information element that defines why the call is being released (normal call clearing). The switch then returns a RELEASE COMPLETE message (Trace 12-6g), which signifies that the call has been cleared and that the network resources allocated for this call are now available for another connection.

Trace 12-6f. RELEASE message details

```
13:44:55.67672480 CPP:9 LIF:10 Tx UNI Sig. ATMF UNI 3.1
 1 00001001      Protocol Discriminator      : Q.93B UNI call control
 2 0000----      Spare                          :
   ----0011      Call Reference Length                : 3
 3 0-----      Call Reference Flag          : from
   -0000000      Call Reference Value          : 3
 4 00000000
 5 00000011
 6 01001101      Message Type                      : RELEASE
 7 1-----      Ext                          : last octet
   -00-----      Spare                      :
   ---0-----      Flag                      : not significant
   ----00--      Spare                      :
```

-----00	Action Indicator	: clear call
8 00000000	Message Length	: 6
9 00000110		
1 00001000	Information Element ID	: Cause
2 1-----	Ext	: last octet
-00----	Coding Standard	: ITU-T standard
---0----	Flag	: not significant
----0---	Reserved	: reserved
----000	Action Indicator	: clear call
3 00000000	IE Length	: 2
4 00000010		
5 1-----	Ext	: last octet
-000----	Spare	:
----0000	Location	: user
6 1-----	Ext	: last octet
-0010000	Cause Value	: NE:normal call clearing

Trace 12-6g. RELEASE COMPLETE message details

13:44:55.68353670 CPP:9 LIF:10 Rx UNI Sig. ATMF UNI 3.1

1 00001001	Protocol Discriminator	: Q.93B UNI call control
2 0000----	Spare	:
----0011	Call Reference Length	: 3
3 1-----	Call Reference Flag	: to
-0000000	Call Reference Value	: 3
4 00000000		
5 00000011		
6 01011010	Message Type	: RELEASE COMPLETE
7 1-----	Ext	: last octet
-00----	Spare	:
---0----	Flag	: not significant
----00--	Spare	:
----00	Action Indicator	: clear call
8 00000000	Message Length	: 0
9 00000000		

12.7 ATM Point-to-Multipoint Call Setup Procedures

ATM is designed to support a variety of applications, including voice, data, and multimedia. For many of these applications, point-to-multipoint connections are required instead of point-to-point connections. Examples of this would be business applications of audio or video teleconferences, or distance learning applications with interactive audio and video connections. This case study will illustrate the protocol interactions

Chapter 12: ATM Analysis

required to set up and terminate the point-to-multipoint call. As an early warning to the reader, this case study is rather complex and will involve a number of analyzer trace printouts. However, this complexity also demonstrates the strength of ATM and its ability to support many applications and configurations with equal facility.

In this example, the analyzer was again used to simulate an end-user terminal in order to establish a connection with three voice stations (Figure 12-9). With respect to the point-to-multipoint configuration, the analyzer is acting as the root and the voice stations are acting as the leaves. Reviewing Figure 11-24, recall that the connection with Leaf #1 is set up like a point-to-point connection, and then connections with subsequent leaves are established using the point-to-multipoint procedures. The summary level analyzer output shows both the SSCOP and UNI Signaling protocols in operation as in the point-to-point case; however, additional messages, such as the ADD PARTY and DROP PARTY, are added in this scenario (Trace 12-7a).

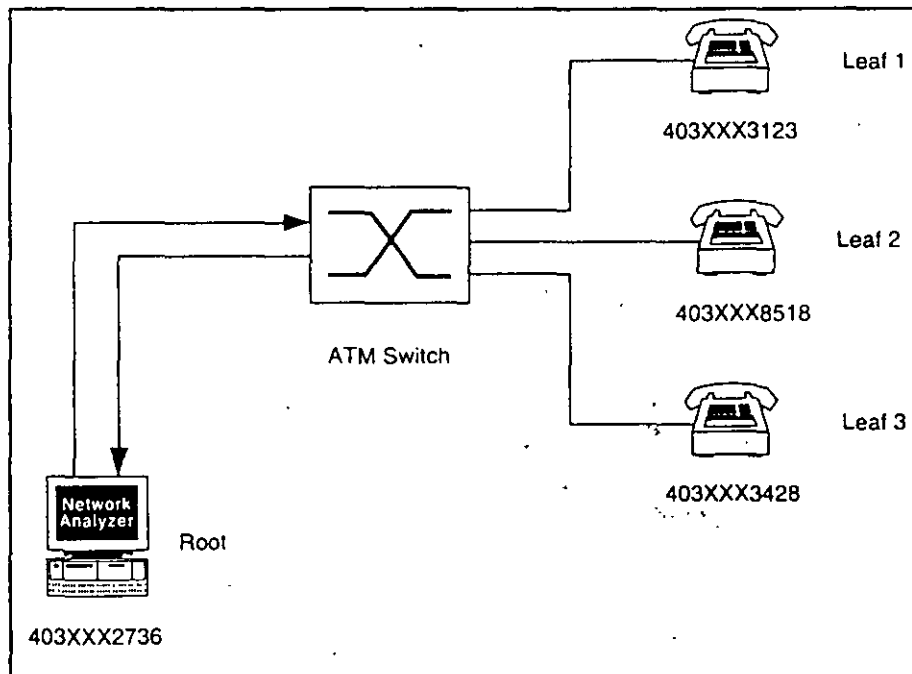


Figure 12-9. Point-to-multipoint call setup analysis.

Trace 12-7a. Point-to-Multipoint Call Setup summary

HP Broadband Series Tester Capture Data Record

```

12:46:41.14861370 CPP:2 LIF:3 Tx SSCOP BGN
12:46:41.14908970 CPP:2 LIF:3 Rx SSCOP BGAK
12:46:41.79362990 CPP:2 LIF:3 Rx SSCOP POLL
12:46:41.79442340 CPP:2 LIF:3 Tx SSCOP STAT
12:46:41.81934830 CPP:2 LIF:3 Tx SSCOP POLL
12:46:41.81964880 CPP:2 LIF:3 Rx SSCOP STAT
12:46:44.21560340 CPP:2 LIF:3 Tx SSCOP SD N(S) = 0
12:46:44.21560340 CPP:2 LIF:3 Tx UNI Sig. SETUP 5 from
12:46:44.22105870 CPP:2 LIF:3 Rx SSCOP SD N(S) = 0
12:46:44.22105870 CPP:2 LIF:3 Rx UNI Sig. CALL PROCEEDING 5 to
12:46:44.22287160 CPP:2 LIF:3 Rx SSCOP SD N(S) = 1
12:46:44.22287160 CPP:2 LIF:3 Rx UNI Sig. CONNECT 5 to
12:46:44.22561810 CPP:2 LIF:3 Tx SSCOP SD N(S) = 1
12:46:44.22561810 CPP:2 LIF:3 Tx UNI Sig. CONNECT ACKNOWLEDGE 5 from
12:46:44.81935310 CPP:2 LIF:3 Tx SSCOP POLL
12:46:44.81965470 CPP:2 LIF:3 Rx SSCOP STAT
12:46:44.89363820 CPP:2 LIF:3 Rx SSCOP POLL
12:46:44.89442270 CPP:2 LIF:3 Tx SSCOP STAT
12:46:45.51934520 CPP:2 LIF:3 Tx SSCOP POLL
12:46:45.51964880 CPP:2 LIF:3 Rx SSCOP STAT
12:46:45.59363330 CPP:2 LIF:3 Rx SSCOP POLL
12:46:45.59442650 CPP:2 LIF:3 Tx SSCOP STAT
12:46:53.22798170 CPP:2 LIF:3 Tx SSCOP SD N(S) = 2
12:46:53.22798170 CPP:2 LIF:3 Tx UNI Sig. ADD PARTY 5 from
12:46:53.23335660 CPP:2 LIF:3 Rx SSCOP SD N(S) = 2
12:46:53.23335660 CPP:2 LIF:3 Rx UNI Sig. ADD PARTY ACKNOWLEDGE 5 to
12:46:53.89363420 CPP:2 LIF:3 Rx SSCOP POLL
12:46:53.89442740 CPP:2 LIF:3 Tx SSCOP STAT
12:46:53.91935050 CPP:2 LIF:3 Tx SSCOP POLL
12:46:53.91965300 CPP:2 LIF:3 Rx SSCOP STAT
12:46:54.59362930 CPP:2 LIF:3 Rx SSCOP POLL
12:46:54.59440900 CPP:2 LIF:3 Tx SSCOP STAT
12:46:54.61934500 CPP:2 LIF:3 Tx SSCOP POLL
12:46:54.61964820 CPP:2 LIF:3 Rx SSCOP STAT
12:46:56.63308440 CPP:2 LIF:3 Tx SSCOP SD N(S) = 3
12:46:56.63308440 CPP:2 LIF:3 Tx UNI Sig. ADD PARTY 5 from
12:46:56.63899100 CPP:2 LIF:3 Rx SSCOP SD N(S) = 3
12:46:56.63899100 CPP:2 LIF:3 Rx UNI Sig. ADD PARTY ACKNOWLEDGE 5 to
12:46:57.29363360 CPP:2 LIF:3 Rx SSCOP POLL
12:46:57.29442310 CPP:2 LIF:3 Tx SSCOP STAT

```

Chapter 12: ATM Analysis

12:46:57.31934660 CPP:2 LIF:3 Tx SSCOP POLL
12:46:57.31964230 CPP:2 LIF:3 Rx SSCOP STAT
12:46:57.99362770 CPP:2 LIF:3 Rx SSCOP POLL
12:46:57.99441910 CPP:2 LIF:3 Tx SSCOP STAT
12:46:58.01935030 CPP:2 LIF:3 Tx SSCOP POLL
12:46:58.01965810 CPP:2 LIF:3 Rx SSCOP STAT
12:47:00.77094350 CPP:2 LIF:3 Tx SSCOP SD N(S) = 4
12:47:00.77094350 CPP:2 LIF:3 Tx UNI Sig. DROP PARTY 5 from
12:47:00.77400280 CPP:2 LIF:3 Rx SSCOP SD N(S) = 4
12:47:00.77400280 CPP:2 LIF:3 Rx UNI Sig. DROP PARTY ACKNOWLEDGE 5 to
12:47:01.39363740 CPP:2 LIF:3 Rx SSCOP POLL
12:47:01.39442780 CPP:2 LIF:3 Tx SSCOP STAT
12:47:01.41934690 CPP:2 LIF:3 Tx SSCOP POLL
12:47:01.41965760 CPP:2 LIF:3 Rx SSCOP STAT
12:47:02.09363270 CPP:2 LIF:3 Rx SSCOP POLL
12:47:02.09442560 CPP:2 LIF:3 Tx SSCOP STAT
12:47:02.11934740 CPP:2 LIF:3 Tx SSCOP POLL
12:47:02.11965150 CPP:2 LIF:3 Rx SSCOP STAT
12:47:04.05196510 CPP:2 LIF:3 Tx SSCOP SD N(S) = 5
12:47:04.05196510 CPP:2 LIF:3 Tx UNI Sig. DROP PARTY 5 from
12:47:04.05490610 CPP:2 LIF:3 Rx SSCOP SD N(S) = 5
12:47:04.05490610 CPP:2 LIF:3 Rx UNI Sig. DROP PARTY ACKNOWLEDGE 5 to
12:47:04.69363360 CPP:2 LIF:3 Rx SSCOP POLL
12:47:04.69442310 CPP:2 LIF:3 Tx SSCOP STAT
12:47:04.71934800 CPP:2 LIF:3 Tx SSCOP POLL
12:47:04.71965230 CPP:2 LIF:3 Rx SSCOP STAT
12:47:05.39362750 CPP:2 LIF:3 Rx SSCOP POLL
12:47:05.39441610 CPP:2 LIF:3 Tx SSCOP STAT
12:47:05.41934470 CPP:2 LIF:3 Tx SSCOP POLL
12:47:05.41964750 CPP:2 LIF:3 Rx SSCOP STAT
12:47:09.14326120 CPP:2 LIF:3 Tx SSCOP SD N(S) = 6
12:47:09.14326120 CPP:2 LIF:3 Tx UNI Sig. RELEASE 5 from
12:47:09.14645750 CPP:2 LIF:3 Rx SSCOP SD N(S) = 6
12:47:09.14645750 CPP:2 LIF:3 Rx UNI Sig. RELEASE COMPLETE 5 to
12:47:09.79363280 CPP:2 LIF:3 Rx SSCOP POLL
12:47:09.79442130 CPP:2 LIF:3 Tx SSCOP STAT
12:47:09.81935020 CPP:2 LIF:3 Tx SSCOP POLL
12:47:09.81965170 CPP:2 LIF:3 Rx SSCOP STAT
12:47:10.49362680 CPP:2 LIF:3 Rx SSCOP POLL
12:47:10.49441380 CPP:2 LIF:3 Tx SSCOP STAT
12:47:10.51934900 CPP:2 LIF:3 Tx SSCOP POLL
12:47:10.51964560 CPP:2 LIF:3 Rx SSCOP STAT
12:47:13.10660400 CPP:2 LIF:3 Tx SSCOP END
12:47:13.10698110 CPP:2 LIF:3 Rx SSCOP ENDAK

The SETUP message identifies the Call Reference Value (5) for the call, and also contains six information elements. Of these, the ATM Traffic Descriptor IE indicates a backward peak cell rate of zero (a requirement for this type of point-to-multipoint call), and the Broadband Bearer Capability IE indicates that the User Plane Configuration is, in fact, point-to-multipoint. The Calling Party Number IE identifies the address of the Root (1403XXX2736), while the Called Party Number IE identifies the address of Leaf #1 (1403XXX3123). Note that the telephone numbers have been disguised to maintain the anonymity of the source. The CALL PROCEEDING, CONNECT, and CONNECT ACKNOWLEDGE messages are then exchanged to complete the connection between the Root and Leaf #1 (see Traces 12-7c, 12-7d, and 12-7e, respectively). Note that the CALL PROCEEDING message from the switch (Trace 12-7c) includes an Endpoint Reference IE, which defines an Endpoint Reference Value = 0 for the connection to Leaf #1.

Trace 12-7b. SETUP message details

12:46:44.21560340 CPP:2 LIF:3 Tx UNI Sig. ATMF UNI 3.1

1	00001001	Protocol Discriminator	: Q.93B UNI call control
2	0000----	Spare	:
	----0011	Call Reference Length	: 3
3	0-----	Call Reference Flag	: from
	-0000000	Call Reference Value	: 5
4	00000000		
5	00000101		
6	00000101	Message Type	: SETUP
7	1-----	Ext	: last octet
	-00-----	Spare	:
	---0----	Flag	: not significant
	----00--	Spare	:
	-----00	Action Indicator	: clear call
8	00000000	Message Length	: 63
9	00111111		
1	01011001	Information Element ID	: ATM Traffic Descriptor
2	1-----	Ext	: last octet
	-00-----	Coding Standard	: ITU-T standard
	---0----	Flag	: not significant
	----0---	Reserved	: reserved
	-----000	Action Indicator	: clear call
3	00000000	IE Length	: 8
4	00001000		
7	10000100	Cell Rate Subfield ID	: forward peak CR(CLP=0+1)

Chapter 12: ATM Analysis

7.1	00000000	Forward Peak Cell Rate	: 1000
7.2	00000011		
7.3	11101000		
8	10000101	Cell Rate Subfield ID	: backward peak CR(CLP=0+1)
8.1	00000000	Backward Peak Cell Rate	: 0
8.2	00000000		
8.3	00000000		
1	01011110	Information Element ID	: Broadband Bearer Capability
2	1-----	Ext	: last octet
	-00----	Coding Standard	: ITU-T standard
	---0----	Flag	: not significant
	----0---	Reserved	: reserved
	----000	Action Indicator	: clear call
3	00000000	IE Length	: 2
4	00000010		
5	1-----	Ext	: last octet
	-00----	Spare	:
	---10000	Bearer Class	: BCOB-X
6	1-----	Ext	: last octet
	-00----	Clipping Susceptibility	: not susceptible to clipping
	---000--	Spare	:
	-----01	User Plane Connection CFG	: point-to-multipoint
1	01101100	Information Element ID	: Calling Party Number
2	1-----	Ext	: last octet
	-00----	Coding Standard	: ITU-T standard
	---0----	Flag	: not significant
	----0---	Reserved	: reserved
	----000	Action Indicator	: clear call
3	00000000	IE Length	: 12
4	00001100		
5	1-----	Ext	: last octet
	-000----	Type of Number	: unknown
	---0010	Addressing/Numbering Plan	: ISDN/telephony numbering plan
6etc	00110001	Address/Number Digits	: 0x31 1
	00110100		: 0x34 4
	00110000		: 0x30 0
	00110011		: 0x33 3
	0011xxxx		: 0x3x x
	0011xxxx		: 0x3x x
	0011xxxx		: 0x3x x
	00110010		: 0x32 2
	00110111		: 0x37 7
	00110011		: 0x33 3
	00110110		: 0x36 6

Chapter 12: ATM Analysis

```

...
1 01110000 Information Element ID : Called Party Number
2 1----- Ext : last octet
  -00---- Coding Standard : ITU-T standard
  ---0--- Flag : not significant
  ----0-- Reserved : reserved
  ----000 Action Indicator : clear call
3 00000000 IE Length : 12
4 00001100
5 1----- Ext : last octet
  -000---- Type of Number : unknown
  ---0001 Addressing/Numbering Plan : ISDN/telephony numbering plan
6etc 00110001 Address/Number Digits : 0x31 1
     00110100 : 0x34 4
     00110000 : 0x30 0
     00110011 : 0x33 3
     0011xxxx : 0x3x x
     0011xxxx : 0x3x x
     0011xxxx : 0x3x x
     00110011 : 0x33 3
     00110001 : 0x31 1
     00110010 : 0x32 2
     00110011 : 0x33 3
...
1 01011100 Information Element ID : Quality of Service Parameter
2 1----- Ext : last octet
  -00---- Coding Standard : ITU-T standard
  ---0--- Flag : not significant
  ----0-- Reserved : reserved
  ----000 Action Indicator : clear call
3 00000000 IE Length : 2
4 00000010
5 00000000 QoS Class Forward : QoS class 0 - unspecified
6 00000000 QoS Class Backward : QoS class 0 - unspecified
1 01010100 Information Element ID : Endpoint Reference
2 1----- Ext : last octet
  -00---- Coding Standard : ITU-T standard
  ---0--- Flag : not significant
  ----0-- Reserved : reserved
  ----000 Action Indicator : clear call
3 00000000 IE Length : 3
4 00000011
5 00000000 Endpoint Reference Type : locally defined integer

```

Chapter 12: ATM Analysis

```

6  0-----      Endpoint Reference Flag : from the origination side
   -0000000      Endpoint Reference Value : 0
6.1 00000000

```

Trace 12-7c. CALL PROCEEDING message details

12:46:44.22105870 CPP:2 LIF:3 Rx UNI Sig. ATMF UNI 3.1

```

1  00001001      Protocol Discriminator      : Q.93B UNI call control
2  0000----      Spare                      :
   ----0011      Call Reference Length      : 3
3  1-----      Call Reference Flag        : to
   -0000000      Call Reference Value      : 5
4  00000000
5  00000101
6  00000010      Message Type                : CALL PROCEEDING
7  1-----      Ext                      : last octet
   -00-----      Spare                    :
   ---0----      Flag                      : not significant
   ----00--      Spare                    :
   -----00      Action Indicator          : clear call
8  00000000      Message Length              : 16
9  00010000
1  01011010      Information Element ID      : Connection Identifier
2  1-----      Ext                      : last octet
   -00-----      Coding Standard          : ITU-T standard
   ---0----      Flag                      : not significant
   ----0---      Reserved                  : reserved
   -----000      Action Indicator          : clear call
3  00000000      IE Length                  : 5
4  00000101
5  1-----      Ext                      : last octet
   -00-----      Spare                    :
   ---01---      VP Associated Signalling   : explicit indication of VPCI
   ----000      Preferred/Exclusive        : exclusive VPCI; exclusive VCI
6  00000000      VPCI                      : 0
7  00000000
8  00000000      VCI                      : 35
9  00100011
1  01010100      Information Element ID      : Endpoint Reference
2  1-----      Ext                      : last octet
   -00-----      Coding Standard          : ITU-T standard

```

Chapter 12: ATM Analysis

```

---0----      Flag           : not significant
----0---     Reserved       : reserved
-----000    Action Indicator : clear call
3 00000000   IE Length       : 3
4 00000011
5 00000000   Endpoint Reference Type : locally defined integer
6 1-----   Endpoint Reference Flag : to the origination side
-0000000    Endpoint Reference Value : 0
6.1 00000000

```

Trace 12-7d. CONNECT (Leaf #1) message details

12:46:44.22287160 CPP:2 LIF:3 Rx UNI Sig. ATMF UNI 3.1

```

1 00001001   Protocol Discriminator : Q.93B UNI call control
2 0000----   Spare                       :
---0011     Call Reference Length   : 3
3 1-----   Call Reference Flag     : to
-0000000    Call Reference Value    : 5
4 00000000
5 00000101
6 00000111   Message Type                 : CONNECT
7 1-----   Ext                       : last octet
-00-----   Spare                       :
---0----    Flag                       : not significant
----00--    Spare                       :
-----00    Action Indicator          : clear call
8 00000000   Message Length           : 7
9 00000111
1 01010100   Information Element ID         : Endpoint Reference.
2 1-----   Ext                       : last octet
-00-----   Coding Standard         : ITU-T standard
---0----    Flag                       : not significant
----0---    Reserved                 : reserved
-----000   Action Indicator          : clear call
3 00000000   IE Length               : 3
4 00000011
5 00000000   Endpoint Reference Type   : locally defined integer
6 1-----   Endpoint Reference Flag   : to the origination side
-0000000    Endpoint Reference Value   : 0
6.1 00000000

```

Chapter 12: ATM Analysis

Trace 12-7e. CONNECT ACKNOWLEDGE (Leaf #1) message details

12:46:44.22561810 CPP:2 LIF:3 Tx UNI Sig. ATMF UNI 3.1

1	00001001	Protocol Discriminator	: Q.93B UNI call control
2	0000----	Spare	:
	----0011	Call Reference Length	: 3
3	0-----	Call Reference Flag	: from
	-0000000	Call Reference Value	: 5
4	00000000		
5	00000101		
6	00001111	Message Type	: CONNECT ACKNOWLEDGE
7	1-----	Ext	: last octet
	-00----	Spare	:
	---0----	Flag	: not significant
	----00--	Spare	:
	-----00	Action Indicator	: clear call
8	00000000	Message Length	: 0
9	00000000		

Next, Leaf #2 is added to the connection, as illustrated in Trace 12-7f. Note that the message is an ADD PARTY, which identifies the same Call Reference Value (5) but a different Called Party Number (1403XXX8518). The Endpoint Reference Value (1) indicates Leaf #2. The switch then returns an ADD PARTY ACKNOWLEDGE message confirming the same Call Reference Value (5) and Endpoint Reference Value (1), as shown in Trace 12-7g.

Trace 12-7f. ADD PARTY (Leaf #2) message details

12:46:53.22798170 CPP:2 LIF:3 Tx UNI Sig. ATMF UNI 3.1

1	00001001	Protocol Discriminator	: Q.93B UNI call control
2	0000----	Spare	:
	----0011	Call Reference Length	: 3
3	0-----	Call Reference Flag	: from
	-0000000	Call Reference Value	: 5
4	00000000		
5	00000101		
6	10000000	Message Type	: ADD PARTY
7	1-----	Ext	: last octet
	-00----	Spare	:
	---0----	Flag	: not significant
	----00--	Spare	:
	-----00	Action Indicator	: clear call
8	00000000	Message Length	: 23

```

.9 00010111
1 01110000 Information Element ID : Called Party Number
2 1----- Ext : last octet
  -00----- Coding Standard : ITU-T standard
  ---0---- Flag : not significant
  ----0--- Reserved : reserved
  -----000 Action Indicator : clear call
3 00000000 IE Length : 12
4 00001100
5 1----- Ext : last octet
  -000---- Type of Number : unknown
  ----0010 Addressing/Numbering Plan: ISDN/telephony numbering plan
6etc 00110001 Address/Number Digits : 0x31 1
     00110100 : 0x34 4
     00110000 : 0x30 0
     00110011 : 0x33 3
     0011xxxx : 0x3x x
     0011xxxx : 0x36 x
     0011xxxx : 0x31 x
     00111000 : 0x38 8
     00110101 : 0x35 5
     00110001 : 0x31 1
     00111000 : 0x38 8
     ...
1 01010100 Information Element ID : Endpoint Reference
2 1----- Ext : last octet
  -00----- Coding Standard : ITU-T standard
  ---0---- Flag : not significant
  ----0--- Reserved : reserved
  -----000 Action Indicator : clear call
3 00000000 IE Length : 3
4 00000011
5 00000000 Endpoint Reference Type : locally defined integer
6 0----- Endpoint Reference Flag : from the origination side
  -0000000 Endpoint Reference Value : 1
6.1 00000001

```

Trace 12-7g. ADD PARTY ACKNOWLEDGE (Leaf #2) message details

12:46:53.23335660 CPP:2 LIF:3 Rx UNI Sig. ATMF UNI 3.1

```

1 00001001 Protocol Discriminator : Q.93B UNI call control
2 0000---- Spare :
  ----0011 Call Reference Length : 3

```

Chapter 12: ATM Analysis

```

3  1-----          Call Reference Flag      to
   -0000000        Call Reference Value      : 5
4  00000000
5  00000101
6  10000001        Message Type              : ADD PARTY ACKNOWLEDGE
7  1-----          Ext                      : last octet
   -00-----        Spare                    :
   ---0-----       Flag                     : not significant
   ----00--         Spare                    :
   -----00        Action Indicator          : clear call
8  00000000        Message Length            : 7
9  00000111
1  01010100        Information Element ID     : Endpoint Reference
2  1-----          Ext                      : last octet
   -00-----        Coding Standard          : ITU-T standard
   ---0-----       Flag                     : not significant
   ----0---         Reserved                 : reserved
   -----000       Action Indicator          : clear call
3  00000000        IE Length                 : 3
4  00000011
5  00000000        Endpoint Reference Type    : locally defined integer
6  1-----          Endpoint Reference Flag   : to the origination side
   -0000000        Endpoint Reference Value   : 1
6.1 00000001

```

In a similar manner, Leaf #3 is added to the connection. The ADD PARTY message (Trace 12-7h) includes the same Call Reference Value (5), the address of Leaf #3 (1403XXX3428), and a new Endpoint Reference Value (2). The ADD PARTY ACKNOWLEDGE message from the switch confirms the connection to Leaf #3 (Trace 12-7i).

Trace 12-7h. ADD PARTY (Leaf #3) message details

```

12:46:56.63308440 CPP:2 LIF:3 Tx UNI Sig. ATMF UNI 3.1
1  00001001        Protocol Discriminator      : Q.93B UNI call control
2  0000----        Spare
   ---0011         Call Reference Length      : 3
3  0-----          Call Reference Flag      : from
   -0000000        Call Reference Value      : 5
4  00000000
5  00000101
6  10000000        Message Type              : ADD PARTY

```

Chapter 12: ATM Analysis

7	1-----	Ext	: last octet
	-00----	Spare	:
	---0---	Flag	: not significant
	----00--	Spare	:
	-----00	Action Indicator	: clear call
8	00000000	Message Length	: 23
9	00010111		
1	01110000	Information Element ID	: Called Party Number
2	1-----	Ext	: last octet
	-00----	Coding Standard	: ITU-T standard
	---0---	Flag	: not significant
	----0---	Reserved	: reserved
	-----000	Action Indicator	: clear call
3	00000000	IE Length	: 12
4	00001100		
5	1-----	Ext	: last octet
	-000----	Type of Number	: unknown
	----0010	Addressing/Numbering Plan	: ISDN/telephony numbering plan
6etc	00110001	ISO NSAP Address Octets	: 0x31 1
	00110100		: 0x34 4
	00110000		: 0x30 0
	00110011		: 0x33 3
	0011xxxx		: 0x3x x
	0011xxxx		: 0x3x x
	0011xxxx		: 0x3x x
	00110011		: 0x33 3
	00110100		: 0x34 4
	00110010		: 0x32 2
	00111000		: 0x38 8
	...		
1	01010100	Information Element ID	: Endpoint Reference
2	1-----	Ext	: last octet
	-00----	Coding Standard	: ITU-T standard
	---0---	Flag	: not significant
	----0---	Reserved	: reserved
	-----000	Action Indicator	: clear call
3	00000000	IE Length	: 3
4	00000011		
5	00000000	Endpoint Reference Type	: locally defined integer
6	0-----	Endpoint Reference Flag	: from the origination side
	-0000000	Endpoint Reference Value	: 2
6.1	00000010		

Chapter 12: ATM Analysis

Trace 12-7i. ADD PARTY ACKNOWLEDGE (Leaf #3) message details

```
12:46:56.63899100 CPP:2 LIF:3 Rx UNI Sig. ATMF UNI 3.1
 1 00001001      Protocol Discriminator      : Q.93B UNI call control
 2 0000---- Spare                                     :
   ----0011 Call Reference Length             : 3
 3 1----- Call Reference Flag                : to
   -0000000 Call Reference Value            : 5
 4 00000000
 5 00000101
 6 10000001      Message Type                 : ADD PARTY ACKNOWLEDGE
 7 1----- Ext                                 : last octet
   -00----- Spare                             :
   ---0---- Flag                               : not significant
   ----00-- Spare                             :
   -----00 Action Indicator                 : clear call
 8 00000000      Message Length              : 7
 9 00000111
 1 01010100      Information Element ID       : Endpoint Reference
 2 1----- Ext                                 : last octet
   -00----- Coding Standard                 : ITU-T standard
   ---0---- Flag                               : not significant
   ----0--- Reserved                          : reserved
   -----000 Action Indicator                : clear call
 3 00000000      IE Length                   : 3
 4 00000011
 5 00000000      Endpoint Reference Type     : locally defined integer
 6 1----- Endpoint Reference Flag           : to the origination side
   -0000000 Endpoint Reference Value        : 2
6.1 00000010
```

To disconnect one of the end users from the point-to-multipoint connection, the Root sends a DROP PARTY message (Trace 12-7j). This message includes the Call Reference Value (5) that identifies the call, plus the Endpoint Reference Value (2) that identifies the endpoint to be dropped (Leaf #3). The switch returns a DROP PARTY ACKNOWLEDGE message (Trace 12-7k) containing similar identifiers. In a similar way, Leaf #2 can be dropped from the connection using another DROP PARTY/DROP PARTY ACKNOWLEDGE sequence, this time with Endpoint Reference Value = 1 (identifying Leaf #2), as shown in Traces 12-7l and 12-7m.

Trace 12-7j. DROP PARTY (Leaf #3) message details

12:47:00.77094350 CPP:2 LIF:3 Tx UNI Sig. ATMF UNI 3.1

1	00001001	Protocol Discriminator	: Q.93B UNI call control
2	0000----	Spare	:
	----0011	Call Reference Length	: 3
3	0-----	Call Reference Flag	: from
	-0000000	Call Reference Value	: 5
4	00000000		
5	00000101		
6	10000011	Message Type	: DROP PARTY
7	1-----	Ext	: last octet
	-00----	Spare	:
	---0----	Flag	: not significant
	----00--	Spare	:
	-----00	Action Indicator	: clear call
8	00000000	Message Length	: 13
9	00001101		
1	00001000	Information Element ID	: Cause
2	1-----	Ext	: last octet
	-00----	Coding Standard	: ITU-T standard
	---0----	Flag	: not significant
	----0---	Reserved	: reserved
	-----000	Action Indicator	: clear call
3	00000000	IE Length	: 2
4	00000010		
5	1-----	Ext	: last octet
	-000----	Spare	:
	----0000	Location	: user
6	1-----	Ext	: last octet
	-0011111	Cause Value	: NE:unspecified
1	01010100	Information Element ID	: Endpoint Reference
2	1-----	Ext	: last octet
	-00----	Coding Standard	: ITU-T standard
	---0----	Flag	: not significant
	----0---	Reserved	: reserved
	-----000	Action Indicator	: clear call
3	00000000	IE Length	: 3
4	00000011		
5	00000000	Endpoint Reference Type	: locally defined integer
6	0-----	Endpoint Reference Flag	: from the origination side
	-0000000	Endpoint Reference Value	: 2
6.1	00000010		

Chapter 12: ATM Analysis

Trace 12-7k. DROP PARTY ACKNOWLEDGE (Leaf #3) message details

12:47:00.77400280 CPP:2 LIF:3 Rx UNI Sig. ATMF UNI 3.1

1	00001001	Protocol Discriminator	: Q.93B UNI call control
2	0000----	Spare	:
	----0011	Call Reference Length	: 3
3	1-----	Call Reference Flag	: to
	-0000000	Call Reference Value	: 5
4	00000000		
5	00000101		
6	10000100	Message Type	: DROP PARTY ACKNOWLEDGE
7	1-----	Ext	: last octet
	-00-----	Spare	:
	---0----	Flag	: not significant
	----00--	Spare	:
	-----00	Action Indicator	: clear call
8	00000000	Message Length	: 13
9	00001101		
1	00001000	Information Element ID	: Cause
2	1-----	Ext	: last octet
	-00-----	Coding Standard	: ITU-T standard
	---0----	Flag	: not significant
	----0---	Reserved	: reserved
	-----000	Action Indicator	: clear call
3	00000000	IE Length	: 2
4	00000010		
5	1-----	Ext	: last octet
	-000----	Spare	:
	----0000	Location	: user
6	1-----	Ext	: last octet
	-0011111	Cause Value	: NE:unspecified
1	01010100	Information Element ID	: Endpoint Reference
2	1-----	Ext	: last octet
	-00-----	Coding Standard	: ITU-T standard
	---0----	Flag	: not significant
	----0---	Reserved	: reserved
	-----000	Action Indicator	: clear call
3	00000000	IE Length	: 3
4	00000011		
5	00000000	Endpoint Reference Type	: locally defined integer
6	1-----	Endpoint Reference Flag	: to the origination side
	-0000000	Endpoint Reference Value	: 2
6.1	00000010		

Trace 12-7I. DROP PARTY (Leaf #2) message details

12:47:04.05196510 CPP:2 LIF:3 Tx UNI Sig. ATMF UNI 3.1

1	00001001	Protocol Discriminator	: Q.93B UNI call control
2	0000----	Spare	:
	----0011	Call Reference Length	: 3
3	0-----	Call Reference Flag	: from
	-0000000	Call Reference Value	: 5
4	00000000		
5	00000101		
6	10000011	Message Type	: DROP PARTY
7	1-----	Ext	: last octet
	-00----	Spare	:
	---0----	Flag	: not significant
	----00--	Spare	:
	-----00	Action Indicator	: clear call
8	00000000	Message Length	: 13
9	00001101		
1	00001000	Information Element ID	: Cause
2	1-----	Ext	: last octet
	-00----	Coding Standard	: ITU-T standard
	---0----	Flag	: not significant
	----0---	Reserved	: reserved
	-----000	Action Indicator	: clear call
3	00000000	IE Length	: 2
4	00000010		
5	1-----	Ext	: last octet
	-000----	Spare	:
	----0000	Location	: user
6	1-----	Ext	: last octet
	-0011111	Cause Value	: NE:unspecified
1	01010100	Information Element ID	: Endpoint Reference
2	1-----	Ext	: last octet
	-00----	Coding Standard	: ITU-T standard
	---0----	Flag	: not significant
	----0---	Reserved	: reserved
	-----000	Action Indicator	: clear call
3	00000000	IE Length	: 3
4	00000011		
5	00000000	Endpoint Reference Type	: locally defined integer
6	0-----	Endpoint Reference Flag	: from the origination side
	-0000000	Endpoint Reference Value	: 1
6.1	00000001		

Chapter 12: ATM Analysis

Trace 12-7m. DROP PARTY ACKNOWLEDGE (Leaf #2) message details

12:47:04.05490610 CPP:2 LIF:3 Rx UNI Sig. ATMF UNI 3.1

1	00001001	Protocol Discriminator	: Q.93B UNI call control
2	0000----	Spare	:
	----0011	Call Reference Length	: 3
3	1-----	Call Reference Flag	: to
	-0000000	Call Reference Value	: 5
4	00000000		
5	00000101		
6	10000100	Message Type	DROP PARTY ACKNOWLEDGE
7	1-----	Ext	: last octet
	-00----	Spare	:
	---0---	Flag	: not significant
	----00--	Spare	:
	-----00	Action Indicator	: clear call
8	00000000	Message Length	: 13
9	00001101		
1	00001000	Information Element ID	: Cause
2	1-----	Ext	: last octet
	-00----	Coding Standard	: ITU-T standard
	---0---	Flag	: not significant
	----0---	Reserved	: reserved
	-----000	Action Indicator	: clear call
3	00000000	IE Length	: 2
4	00000010		
5	1-----	Ext	: last octet
	-000----	Spare	:
	----0000	Location	: user
6	1-----	Ext	: last octet
	-0011111	Cause Value	: NE:unspecified
1	01010100	Information Element ID	: Endpoint Reference
2	1-----	Ext	: last octet
	-00----	Coding Standard	: ITU-T standard
	---0---	Flag	: not significant
	----0---	Reserved	: reserved
	-----000	Action Indicator	: clear call
3	00000000	IE Length	: 3
4	00000011		
5	00000000	Endpoint Reference Type	: locally defined integer
6	1-----	Endpoint Reference Flag	: to the origination side
	-0000000	Endpoint Reference Value	: 1
6.1	00000001		

At this point in time, Leaves #2 and #3 have been disconnected, and only a point-to-point connection between the Root and Leaf #1 exists. To terminate this last part, a RELEASE message is sent from the analyzer to the switch (Trace 12-7n). The Call Reference Value (5) is indicated as before, and a Cause IE states the reason for the call termination (normal call clearing). The switch returns a RELEASE COMPLETE message (Trace 12-7o) which completes the call disconnection sequence and allows the network resources to be used for subsequent connections.

Trace 12-7n. RELEASE message details

```

12:47:09.14326120 CPP:2 LIF:3 Tx UNI Sig. ATMF UNI 3.1
 1 00001001 Protocol Discriminator : Q.93B UNI call control
 2 0000---- Spare :
   ----0011 Call Reference Length : 3
 3 0----- Call Reference Flag : from
   -0000000 Call Reference Value : 5
 4 00000000
 5 00000101
 6 01001101 Message Type : RELEASE
 7 1----- Ext : last octet
   -00----- Spare :
   ---0---- Flag : not significant
   ----00-- Spare :
   -----00 Action Indicator : clear call
 8 00000000 Message Length : 6
 9 00000110
 1 00001000 Information Element ID : Cause
 2 1----- Ext : last octet
   -00----- Coding Standard : ITU-T standard
   ---0---- Flag : not significant
   ----0--- Reserved : reserved
   -----000 Action Indicator : clear call
 3 00000000 IE Length : 2
 4 00000010
 5 1----- Ext : last octet
   -000---- Spare :
   ----0000 Location : user
 6 1----- Ext : last octet
   -0010000 Cause Value : NE:normal call clearing

```

Chapter 12: ATM Analysis

Trace 12-7o. RELEASE COMPLETE message details

```
12:47:09.14645750 CPP:2 LIF:3 Rx UNI Sig. ATMF UNI 3.1
 1 00001001      Protocol Discriminator      : Q.93B UNI call control
 2 0000----      Spare                          :
   ----0011      Call Reference Length        : 3
 3 1-----      Call Reference Flag         : to
   -0000000      Call Reference Value         : 5
 4 00000000
 5 00000101
 6 01011010      Message Type                    : RELEASE COMPLETE
 7 1-----      Ext                      : last octet
   -00-----      Spare                          :
   --0----      Flag                      : not significant
   ----00--      Spare                          :
   -----00      Action Indicator           : clear call
 8 00000000      Message Length              : 0
 9 00000000
```

12.8 Transmitting TCP/IP Data over ATM

Our final case study looks at the transfer of application data over an ATM infrastructure. In this example, a workstation initiates a TELNET connection with a host through an ATM switch (Figure 12-10). Note that the analyzer is monitoring only the data from the workstation to the switch, and does not capture any of the data in the opposite direction. For this reason, the protocol decode will indicate the “Rx” direction (workstation to switch) for the cells, and we never see any cells noted in the “Tx” direction.

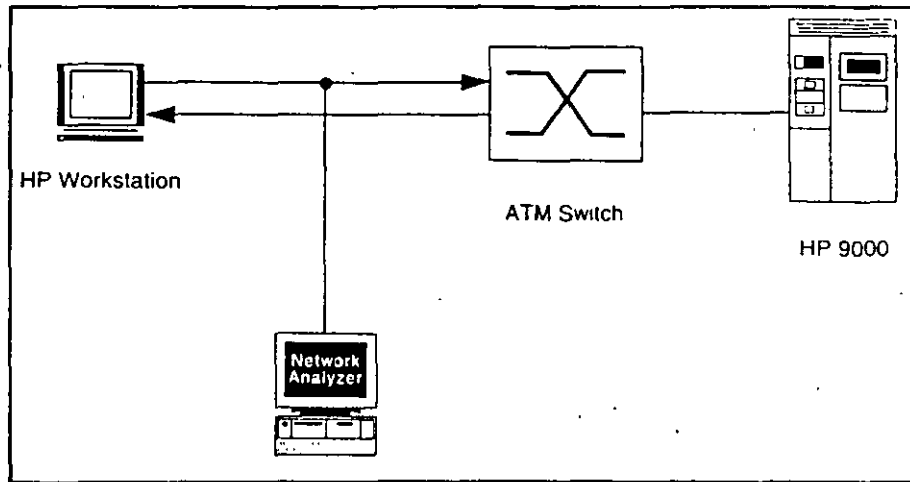


Figure 12-10. ATM and TCP/IP analysis.

The example includes nine different messages that are sent from the workstation to the switch (Trace 12-8a). Note that each of these messages requires two cells to carry the data, as indicated by the timestamps that are placed on the cells (see the left hand margin of Trace 12-8a). For example, the first message contains Address Resolution Protocol (ARP) information and requires two cells for transmission. The first cell arrived at 12:08:29.53426090, and the second cell arrived at 12:08:29.53427120. Note that the analyzer is able to completely decode the higher-layer information after the last (second) cell arrives. The next two lines of the trace indicate that AAL5 is being used to transport an ARP message. The ARP message is further decoded to identify its contents: the Logical Link Control (LLC) header, the Subnet Access Protocol (SNAP) header, and finally the ARP message. The other messages from the workstation indicate that a TELNET connection is being established, TELNET parameters are being negotiated, and finally the TELNET login occurs.

Chapter 12: ATM Analysis

Trace 12-8a. TELNET Connection over ATM (summary)

HP Broadband Series Tester Capture Data Record

```
12:08:29.53426090 Port 4:1 Rx ATM VPI/VCI = 0/101
12:08:29.53427120 Port 4:1 Rx ATM VPI/VCI = 0/101
12:08:29.53427120 Port 4:1 Rx AAL-5 Length = 68
12:08:29.53427120 Port 4:1 Rx ARP
    LLC DSAP=0xAA SSAP=0xAA CTL=0x03
    SNAP OUI=0x00-00-00 PID=0x0806
    ARP Hardware=ATM Operation=Request Inverse
12:08:39.43636840 Port 4:1 Rx ATM VPI/VCI = 0/101
12:08:39.43637870 Port 4:1 Rx ATM VPI/VCI = 0/101
12:08:39.43637870 Port 4:1 Rx AAL-5 Length = 68
12:08:39.43637870 Port 4:1 Rx ARP
    LLC DSAP=0xAA SSAP=0xAA CTL=0x03
    SNAP OUI=0x00-00-00 PID=0x0806
    ARP Hardware=ATM Operation=Reply Inverse
12:20:00.15308550 Port 4:1 Rx ATM VPI/VCI = 0/101
12:20:00.15309590 Port 4:1 Rx ATM VPI/VCI = 0/101
12:20:00.15309590 Port 4:1 Rx AAL-5 Length = 52
12:20:00.15309590 Port 4:1 Rx IP
    LLC DSAP=0xAA SSAP=0xAA CTL=0x03
    SNAP OUI=0x00-00-00 PID=0x0800
    IP XXX.YYY.125.4 -> XXX.YYY.125.3 Id=25b5
    TCP telnet -> t2386 Flags=.A..S. Seq=1092224001 Ack=1
12:20:00.20426240 Port 4:1 Rx ATM VPI/VCI = 0/101
12:20:00.20427400 Port 4:1 Rx ATM VPI/VCI = 0/101
12:20:00.20427400 Port 4:1 Rx AAL-5 Length = 48
12:20:00.20427400 Port 4:1 Rx IP
    LLC DSAP=0xAA SSAP=0xAA CTL=0x03
    SNAP OUI=0x00-00-00 PID=0x0800
    IP XXX.YYY.125.4 -> XXX.YYY.125.3 Id=25b6
    TCP telnet -> t2386 Flags=.A.... Ack=1278080007
12:20:00.27929490 Port 4:1 Rx ATM VPI/VCI = 0/101
12:20:00.27930530 Port 4:1 Rx ATM VPI/VCI = 0/101
12:20:00.27930530 Port 4:1 Rx AAL-5 Length = 51
12:20:00.27930530 Port 4:1 Rx IP
    LLC DSAP=0xAA SSAP=0xAA CTL=0x03
    SNAP OUI=0x00-00-00 PID=0x0800
    IP XXX.YYY.125.4 -> XXX.YYY.125.3 Id=25c9
    TCP telnet -> t2386 Flags=.AP... Seq=1092224002 Ack=1
    TELNET IAC DO TERMINAL TYPE
```



```

12:20:00.36361750 Port 4:1 Rx ATM VPI/VCI = 0/101
12:20:00.36362780 Port 4:1 Rx ATM VPI/VCI = 0/101
12:20:00.36362780 Port 4:1 Rx AAL-5 Length = 57
12:20:00.36362780 Port 4:1 Rx IP
    LLC DSAP=0xAA SSAP=0xAA CTL=0x03
    SNAP OUI=0x00-00-00 PID=0x0800
    IP XXX.YYY.125.4 -> XXX.YYY.125.3 Id=25ca
    TCP telnet -> t2386 Flags=.AP... Seq=1092224005 Ack=1
    TELNET IAC WILL SUPPRESS GO AHEAD <FF><FB>
12:20:00.38805570 Port 4:1 Rx ATM VPI/VCI = 0/101
12:20:00.38806610 Port 4:1 Rx ATM VPI/VCI = 0/101
12:20:00.38806610 Port 4:1 Rx AAL-5 Length = 86
12:20:00.38806610 Port 4:1 Rx IP
    LLC DSAP=0xAA SSAP=0xAA CTL=0x03
    SNAP OUI=0x00-00-00 PID=0x0800
    IP XXX.YYY.125.4 -> XXX.YYY.125.3 Id=25cb
    TCP telnet -> t2386 Flags=.AP... Seq=1092224014 Ack=1
    TELNET IAC WILL ECHO <FF><FB><01><FF><FD><01><0D><0A><0D>
12:20:00.39593080 Port 4:1 Rx ATM VPI/VCI = 0/101
12:20:00.39594110 Port 4:1 Rx ATM VPI/VCI = 0/101
12:20:00.39594110 Port 4:1 Rx AAL-5 Length = 51
12:20:00.39594110 Port 4:1 Rx IP
    LLC DSAP=0xAA SSAP=0xAA CTL=0x03
    SNAP OUI=0x00-00-00 PID=0x0800
    IP XXX.YYY.125.4 -> XXX.YYY.125.3 Id=25cc
    TCP telnet -> t2386 Flags=.AP... Seq=1092224052 Ack=1
    TELNET IAC DONT ECHO
12:20:00.56377560 Port 4:1 Rx ATM VPI/VCI = 0/101
12:20:00.56379630 Port 4:1 Rx ATM VPI/VCI = 0/101
12:20:00.56379630 Port 4:1 Rx AAL-5 Length = 55
12:20:00.56379630 Port 4:1 Rx IP
    LLC DSAP=0xAA SSAP=0xAA CTL=0x03
    SNAP OUI=0x00-00-00 PID=0x0800
    IP XXX.YYY.125.4 -> XXX.YYY.125.3 Id=25cd
    TCP telnet -> t2386 Flags=.AP... Seq=1092224055 Ack=1
    TELNET login:

```

The details of one of the workstation messages illustrate how one TELNET message is divided into two cells for transmission (Trace 12-8b). The information from the ATM layer is shown in the first two cells, beginning with the ATM headers. In order to reconstruct the TELNET message, the payloads of the two cells must be combined:

Chapter 12: ATM Analysis

```
Payload: AA AA 03 00 00 00 08 00 45 00 00 2B 25 C9 00 00
(cell #1) 3C 06 DE D3 XX YY 7D 04 XX YY 7D 03 00 17 09 52
          41 1A 04 02 4C 2D F4 07 50 18 3F FA 4E E6 00 00
Payload: FF FD 18 6F 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
(cell #2) 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
          00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 33 03 C8 DA B7
```

After the analyzer combines these two payloads, it can next begin to decode the various protocol layers contained within the data. For example, the first three octets are the LLC header: DSAP = 33, SSAP = 33, Control = 03. The next five octets are the SNAP header: OUI = 00 00 00, PID = 08 00. Next comes the IP header, beginning with the Version and Length (45), Type of Service (00), and continuing through and including the Destination Address, XXX.YYY.125.3 (XX YY 7D 03). The TCP header begins with the Source Port number, which identifies port number 23 for TELNET (00 17). The TCP header ends with the Checksum (4E E6) and the Urgent Pointer (00 00). The TELNET data is a simple option (FF FD 18), which is followed by 37 pad characters. The AAL5 trailer completes the reassembled message and includes the User-User indication (00), the Common Part Indicator (00), the length (00 33), and the CRC32 (03 C8 DA B7). Review Figure 11-14 to see the relative position and lengths of the AAL5 message, including the data, pad characters, and trailer fields.

Checking the lengths of all the fields, we note that this message consisted of two payloads of total length 96 octets ($48 + 48 = 96$). This payload could be further subdivided into the LLC header (3 octets), the SNAP header (5 octets), the IP header (20 octets), the TCP header (20 octets), and the TELNET data (3 octets), which yield 51 octets (the total length). When the padding (37 octets) and the AAL5 trailer (8 octets) are added, the total combined payload of 96 octets is realized. We have thus accounted for all of the headers and data within the two cells that were carrying the TELNET information.

Trace 12-8b. TELNET Connection over ATM (details)

12:20:00.27929490 Port 4:1 Rx ATM

Header:	Generic Flow Control	0
	Virtual Path Identifier	0
	Virtual Channel Identifier	101
	Payload Type	0 (User Data, No Congest, UserInd=0)
	Cell Loss Priority	0 (Higher Priority)
	Header Error Control	0x9C

Chapter 12: ATM Analysis

Payload: AA AA 03 00 00 00 08 00 45 00 00 2B 25 C9 00 00
3C 06 DE D3 XX YY 7D 04 XX YY 7D 03 00 17 09 52
41 1A 04 02 4C 2D F4 07 50 18 3F FA 4E E6 00 00

12:20:00.27930530 Port 4:1 Rx ATM

Header: Generic Flow Control 0
Virtual Path Identifier 0
Virtual Channel Identifier 101
Payload Type 1 (User Data, No Congest, UserInd=1)
Cell Loss Priority 0 (Higher Priority)
Header Error Control 0x92

Payload: FF FD 18 6F 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 33 03 C8 DA B7

12:20:00.27930530 Port 4:1 Rx AAL-5

Payload: AA AA 03 00 00 00 08 00 45 00 00 2B 25 C9 00 00
3C 06 DE D3 XX YY 7D 04 XX YY 7D 03 00 17 09 52
41 1A 04 02 4C 2D F4 07 50 18 3F FA 4E E6 00 00
FF FD 18

Pad Characters 0x6F 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
00

Trailer: User-User Indication 0x00
Common Part Indicator 0x00
Length 51
CRC32 0x03C8DAB7

12:20:00.27930530 Port 4:1 Rx IP

LLC: DSAP 0xAA (SNAP-SAP)
SSAP 0xAA (SNAP-SAP)
Control 0x03 (Unnumbered Information)

SNAP: OUI 0x00-00-00 (Ethernet)
PID 0x0800 (Internet Protocol)

IP: Version = 4
Header length = 20
Type of service = Routine(0)
Delay = Normal (0)
Throughput = Normal (0)
Reliability = Normal (0)

Chapter 12: ATM Analysis

Packet length = 43
Id = 25c9
Fragment offset = 0
Flags = [Don't Fragment = 0][More = 0]
Time to live = 60
Protocol = TCP (6)
Header checksum = DED3
Source address = XXX.YYY.125.4
Destination address = XXX.YYY.125.3
TCP: Source port = telnet (23)
Destination port = 2386
Sequence number = 1092224002
Ack number = 1278080007
Data offset = 20
Flags = [URG=0][ACK=1][PUSH=1][RST=0][SYN=0][FIN=0]
Window = 16378
Checksum = 4EE6
Urgent pointer = 00000000
TELNET: Interpret as Command. (IAC)
DO use option TERMINAL TYPE

12.9 Possible ATM Error Conditions

Below are some general guidelines to help you analyze the ATM layer, AAL3/4, and AAL5 protocols [12-4] and [12-5]. Refer to Figures 11-4a, 11-4b, 11-11, 11-13a, 11-13b, and 11-14, respectively, as you study the following sections.

12.9.1 ATM Layer Analysis Guidelines

If the cell is assigned, check that the VCI on the user side of the UNI is not zero (unassigned cells will have a VCI of zero). Verify that the HEC is correct.

For ATM Layer Management PDUs (OAM cells), look for:

- an invalid OAM cell type
- an invalid OAM function type
- an invalid OAM CRC-12

12.9.2 AAL3/4 CPCS Analysis Guidelines

- Verify that the value of the CPI field is not zero.
- Verify consistency between the BTag and ETag values.
- Verify that the BAsize field is large enough to contain the PDU.
- Verify that the size of the PDU is not less than the minimum (8 octets) or larger than the maximum (65,544 octets). Note that the maximum is derived by adding the payload (65,535 octets), the pad (1 octet), the header (4 octets), and the trailer (4 octets), which aligns the PDU to a multiple of 4 octets.
- Verify that the Pad length is correct.
- Verify that the value of the Alignment field is zero.

12.9.3 AAL3/4 SAR Analysis Guidelines

- The Segment Type field should not have an unexpected BOM, a COM before a BOM, or an EOM before a BOM.
- Verify that the Sequence Number is correct.
- Look for an Abort_SAR_PDU from I.363 Section 4.3.1.2.2, which terminates the reassembly process but does not start a new reassembly process. The Abort_SAR_PDU is coded with an ST = EOM, Payload = 0, and Length = 63.
- Some errors are similar to those we discussed in Section 9.5 for SIP Layer 2 and are described in I.363. These include: too many reassemblies, reassembly timeout, and reassembly length overrun. For the “too many reassemblies” error, the number of reassemblies is a negotiated parameter, with a default of one. (Recall that for SIP Layer 2, one or 16 concurrent reassemblies are supported.)
- Analysis guidelines for the Length Indication field:
 - The value must be a multiple of 4 octets.
 - The value must be 44 octets for BOM and COMs.
 - The value must be between 4 and 44 octets for EOMs.
 - The value must be between 8 and 44 octets for SSMs.
 - Verify that the CRC-10 value is correct.



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

CURSOS ABIERTOS

IX CURSO INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

**MÓDULO IV
REDES DIGITALES
"ACTUALIDAD Y PERSPECTIVA"**

**TEMA
LMDS
BROADBAND WIRELESS ACCES**

**CONFERENCISTA
ING. ANGÉLICA MORENO ARGÜELLO
PALACIO DE MINERÍA
MAYO 2000**



LMDS

Broadband Wireless Access

&

Fixed Wireless Access

Carlos Bueso
Wireless Business Development

Agenda

LMDS (BWA) & FWA

What is it?

Why is it important?

Where does it fit?

How does it work?

Who will purchase it?

Future Evolution

Summary

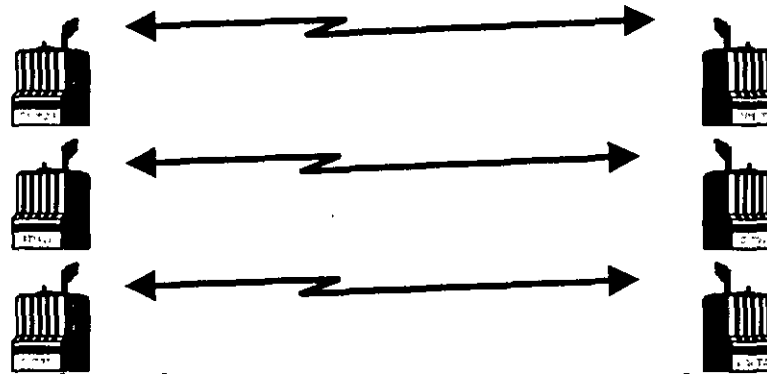
BWA: What is it?

LOCAL **M**ULTIPOINT **D**ISTRIBUTION **S**ERVICE

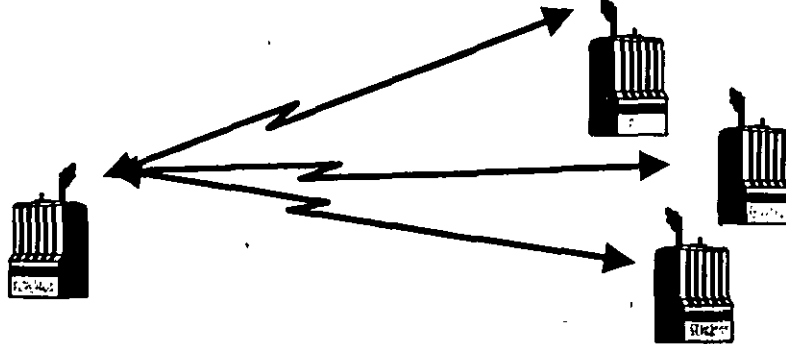
A broadband wireless (wireless fiber) point to multipoint communication system for digital two way data, internet, video and voice services.

LMDs: What is it ?

Not new technology (Microwave Transport),
rather a new implementation of existing
technology



Multiplexing multiple microwave paths through a
single infrastructure path fosters network and
cost economies within the network



LMDS: What is it?

A fixed Wireless technology capable of delivering a multitude of current or future services

Voice, Fax, HS Data

Internet & Intranet Access

Leased lines E1, nxE1

ATM / FR Networks

Video Conferencing

Wireless LAN

LMDS: What is it?

High capacity Pt to Multi-pt Microwave systems in the 2.5 GHz - 40 GHz range for local distribution of services

Multi-Dwelling
Unit Subscriber

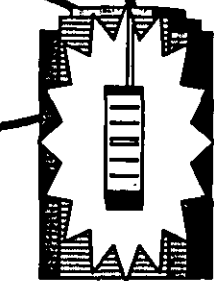
Frame Relay
Trunks to Public Frame
& ISP

ATM Trunks

PSTN/
ISDN

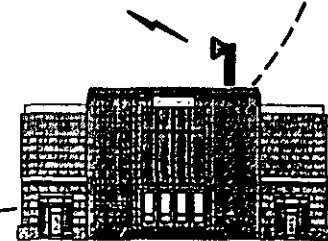
Fiber Ring
or Microwaves

ATM
Switch



Base Station

REUNION-LMDS



Commercial/
Industrial/
Institutional
Subscriber

LMDS/BWA: What is it?

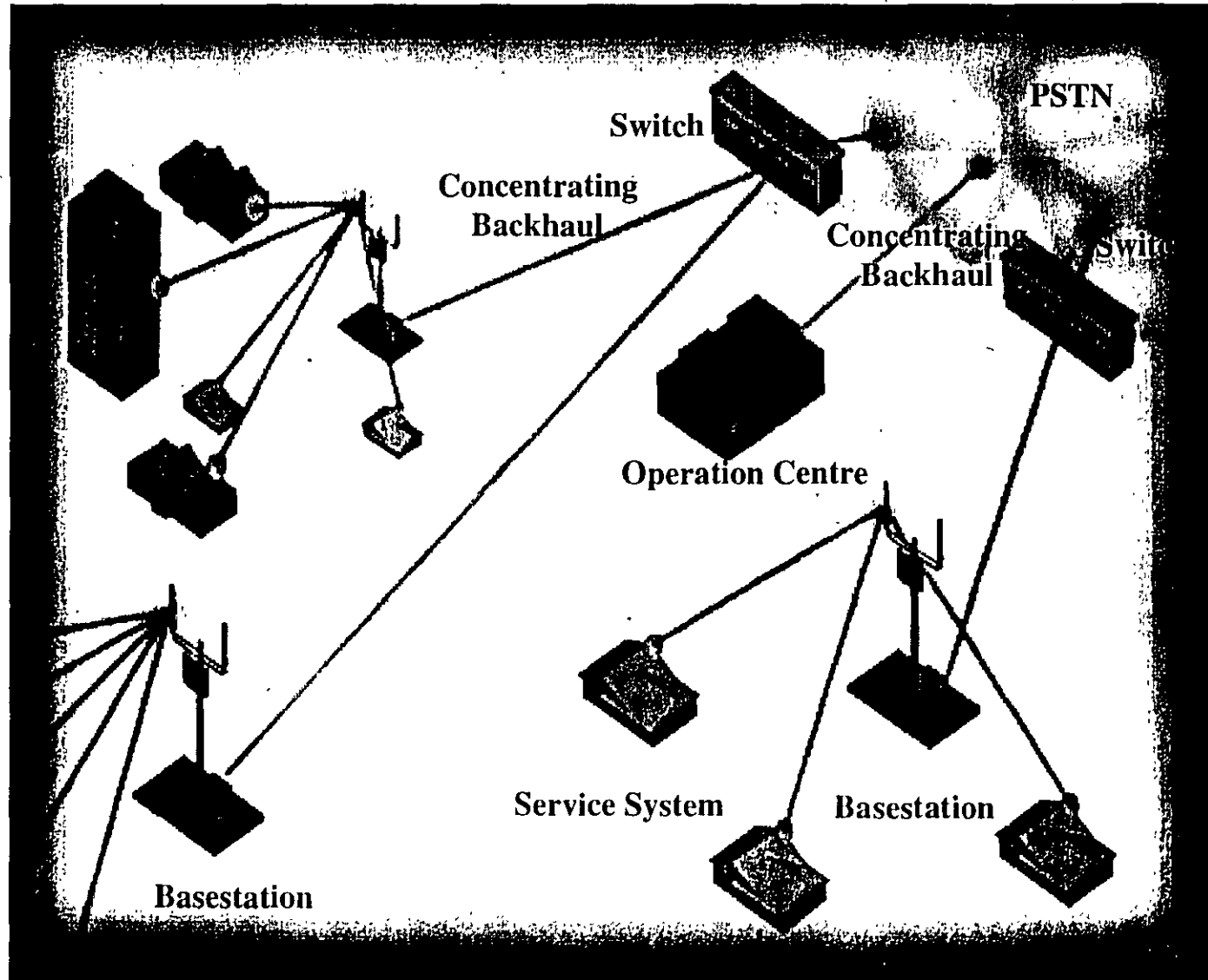
- Uses spectrum from 2.5 GHz to 40 GHz
- Point to multipoint radio access
- Demand driven deployment
- Virtual ATM air interface supports voice, data and video services
- Bandwidth is shared among users in a cell

FWA: What is it?

FIXED
WIRELESS
ACCCESS

A NARROW BAND wireless (wireless copper) point to multi-point communication system for digital two way data, fax, internet and voice services.

FWA: What is it ?



FWA: What is it?

A technology capable of delivering high quality telecommunications services

Voice

Fax

Voice Band Data

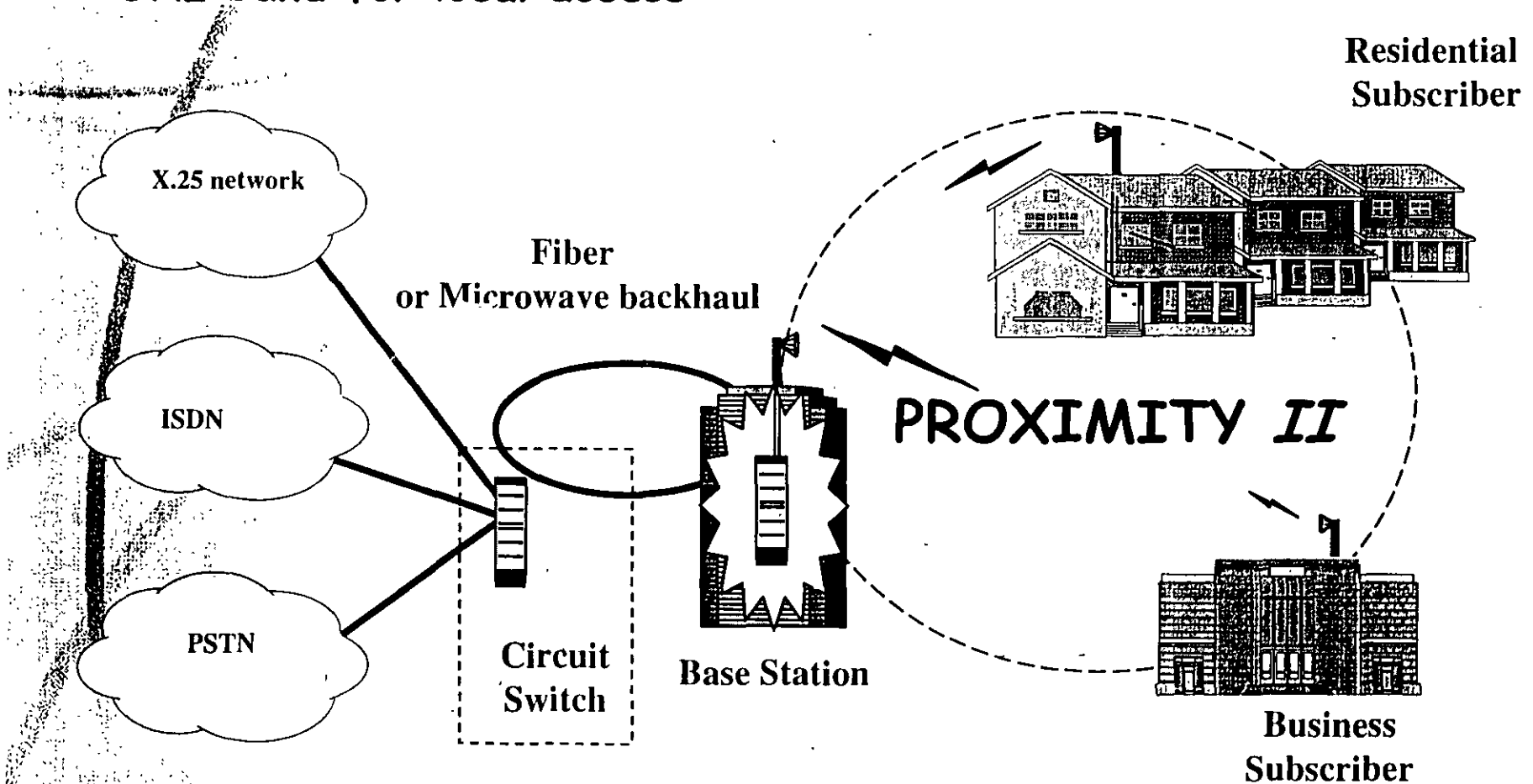
Internet & Intranet Access at up to 128kbps

ISDN; 1B+D, 2B+D

'Always on' e-mail

FWA: What is it?

High capacity microwave access systems in the 1.9-3.5 GHz band for local access



FWA: What is it?

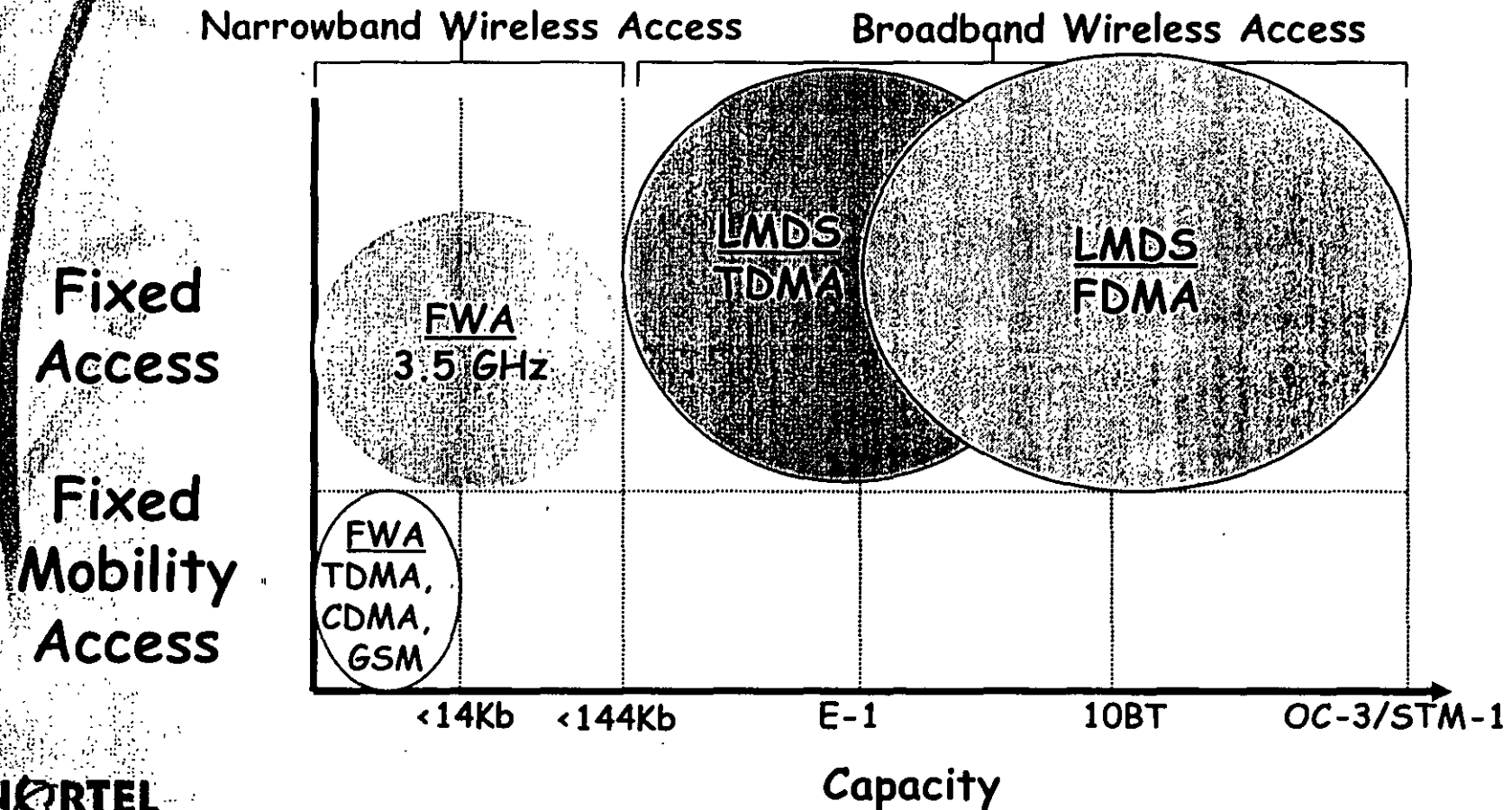
- Uses spectrum 1.9 GHz to 3.5 GHz
- Point to multipoint radio access
- Demand driven deployment
- Virtual ISDN air interface supports voice, data and video services
- Bandwidth is shared among users in a cell

NORTEL NETWORKS

Why is it important?

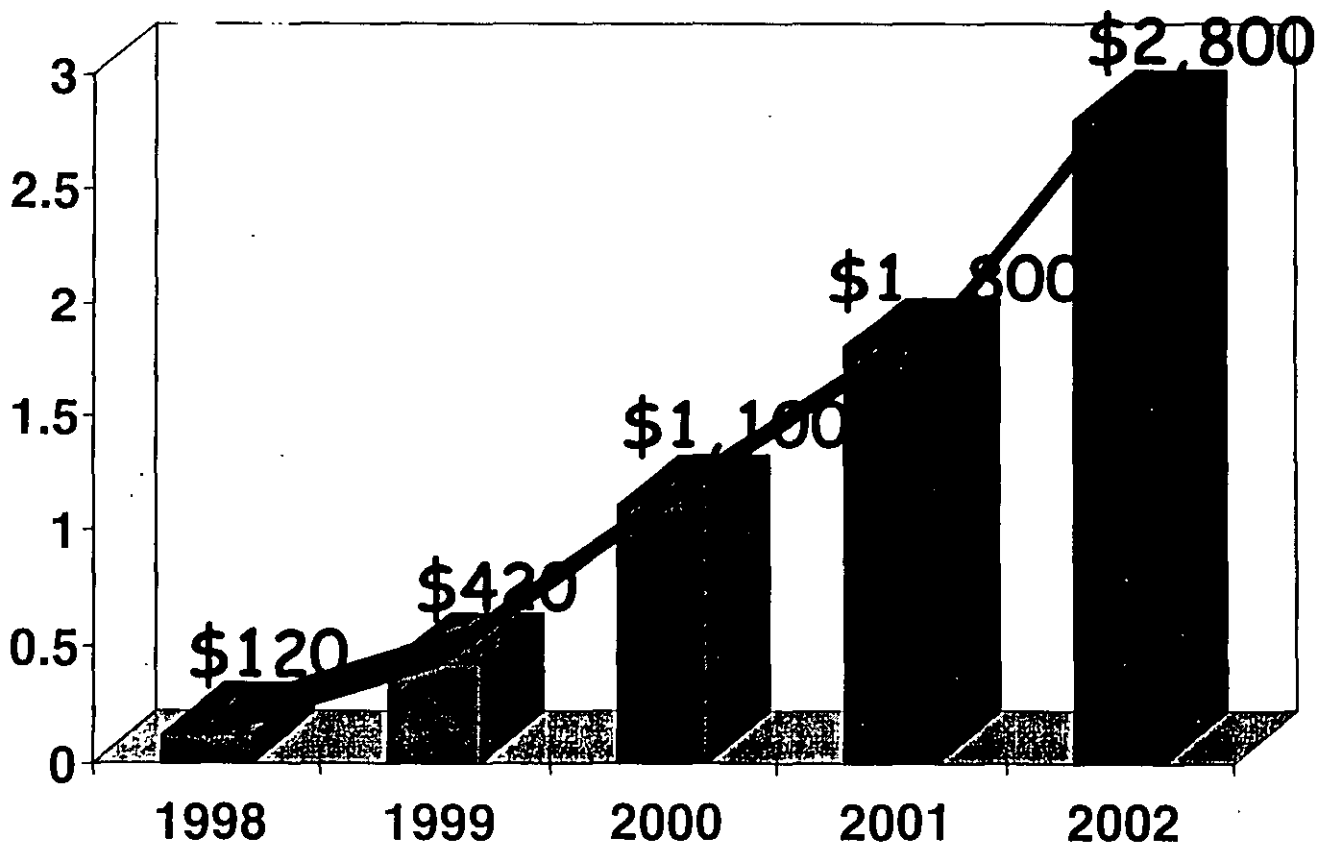
BWA/FWA: Why is it important?

Complements existing portfolio...

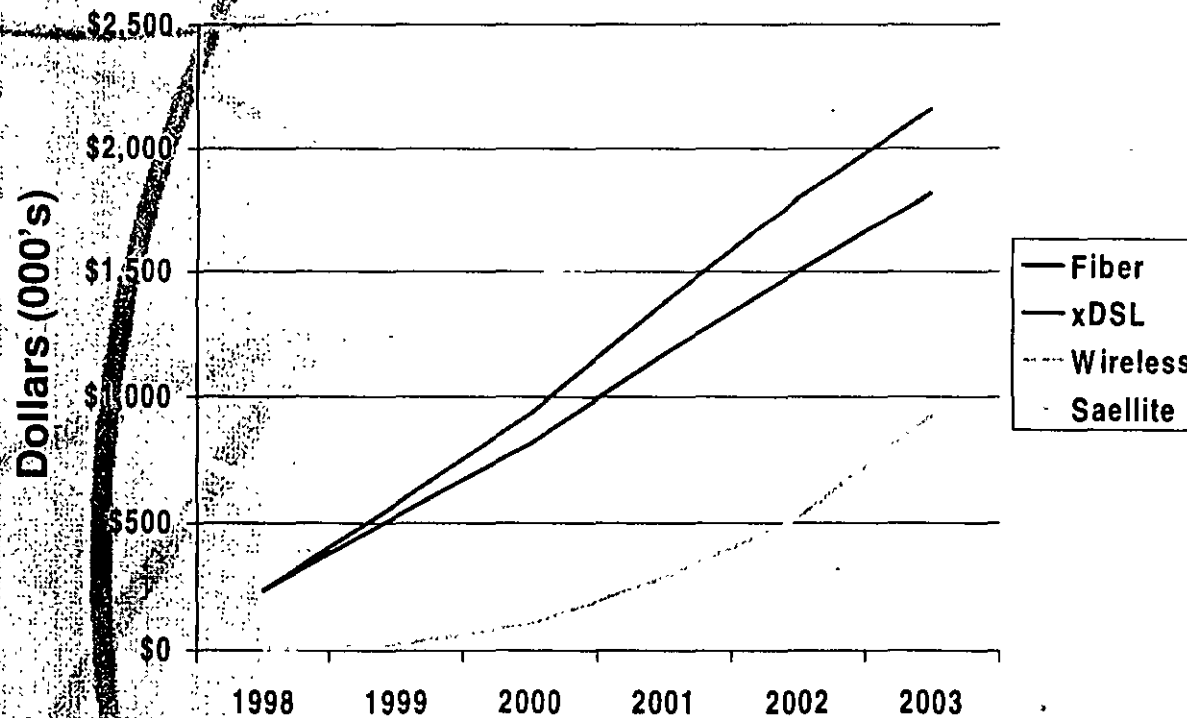


Global BWA Market Potential

Billions \$USD



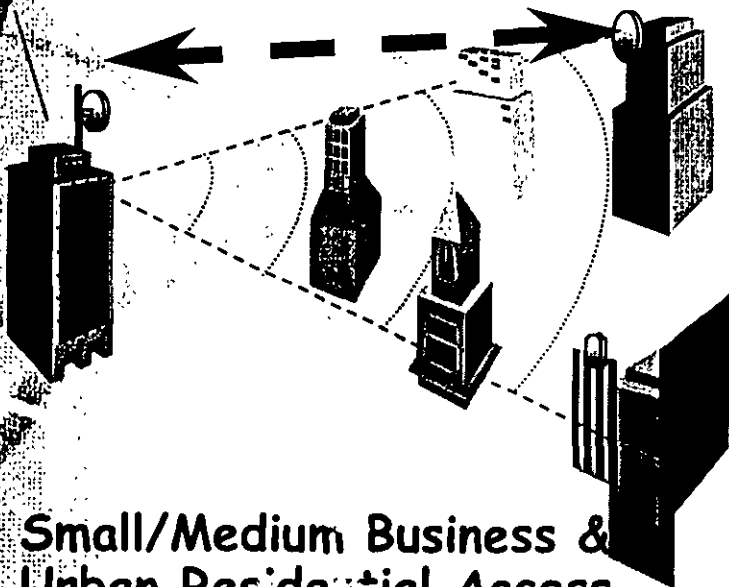
Mexico BWA Market



- BWA market of US\$1000M in 2003
- Total market of US\$5,000M in 2003
- Wireless BWA market growing at 189% annually
- Wire broadband access market growing at 58% annually

BWA: Where does it fit?

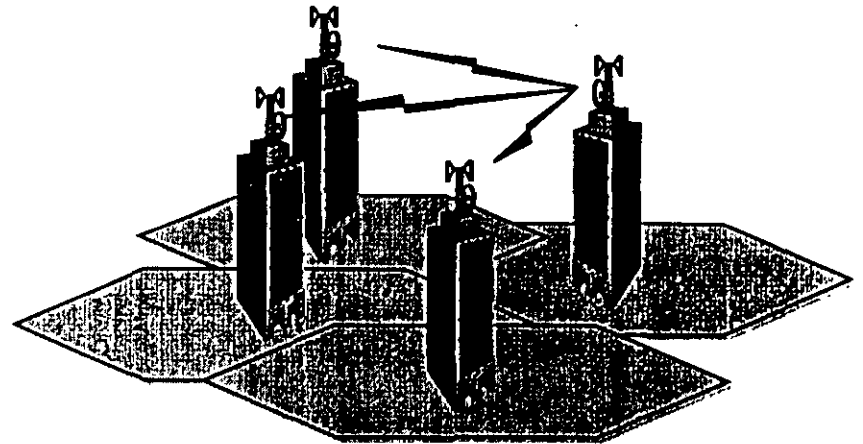
BWA Applications



Small/Medium Business & Urban Residential Access

- ↗Telephony & FAX
- ↗High Speed Data
- ↗Internet & Intranet Access
- ↗Leased T1/E1, T3/E3
- ↗Video conferencing
- ↗Wireless LAN

NORTEL
NETWORKS



FWA/Cellular/PCS microcell infrastructure

- Replace conventional point to point with point to multipoint infrastructure for cost and network economies



NORTEL NETWORKS

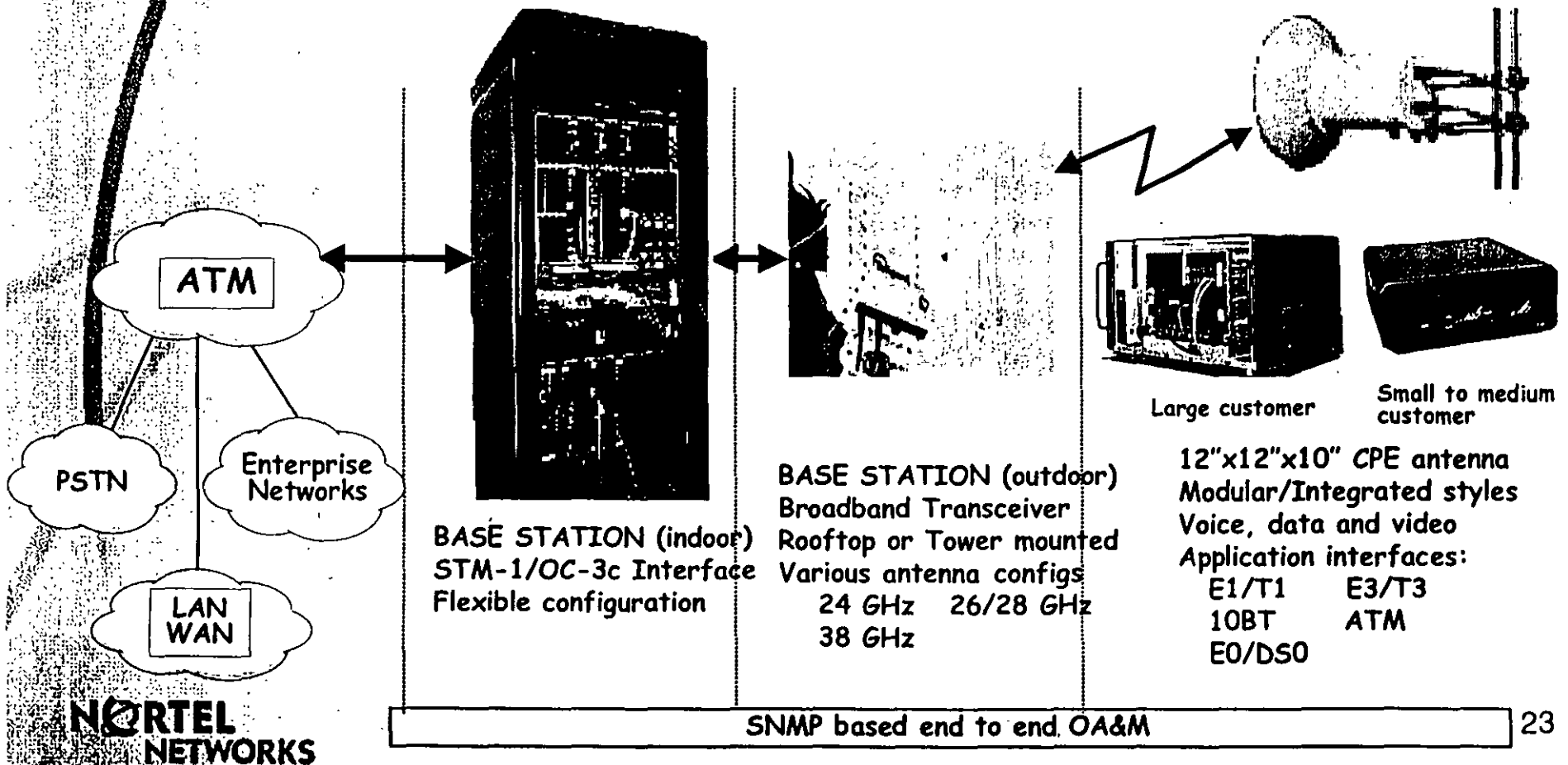
How does it work?



LMDs: How does it work?

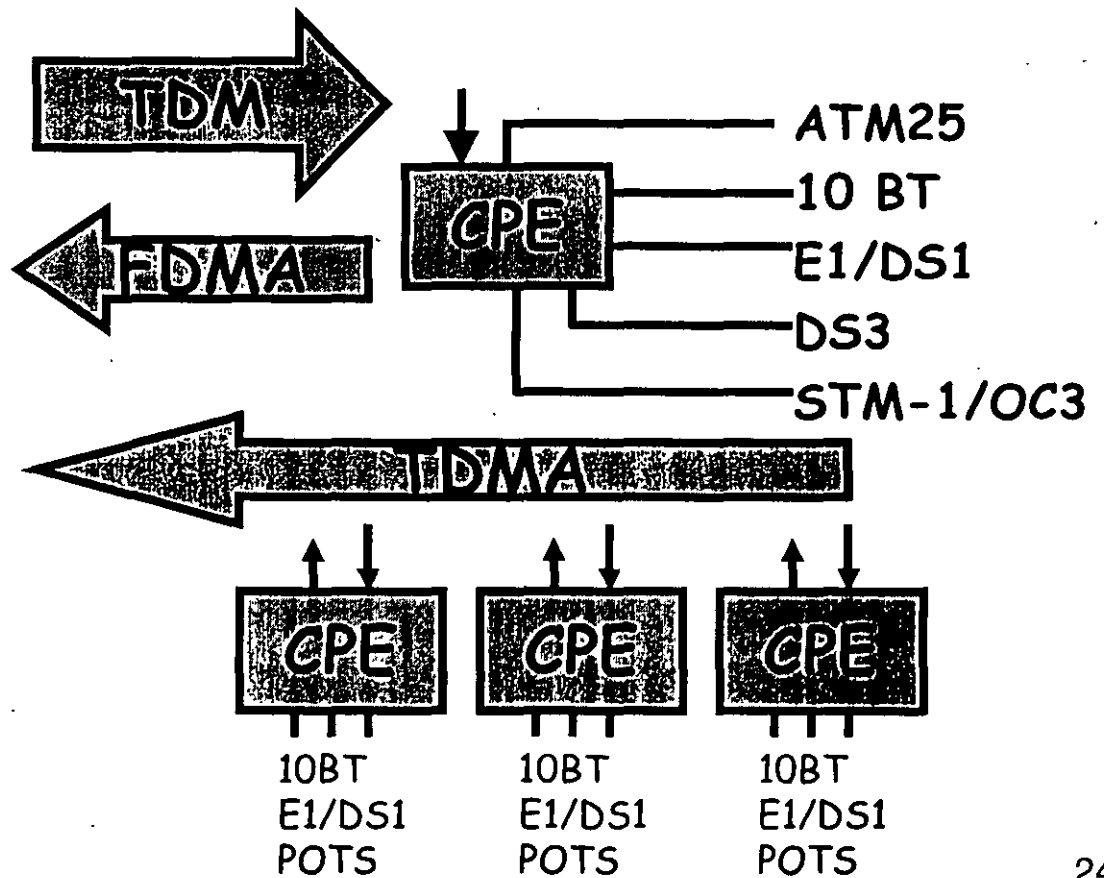
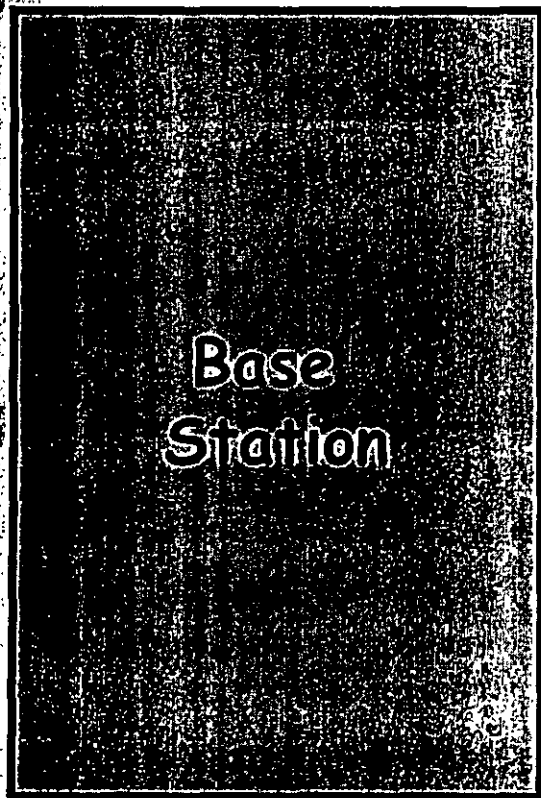
Reunion Product

Point to multipoint technology allows high speed, high capacity two way multimedia services to be delivered directly to the local access market by wirelessly bypassing the local exchange carrier



LMDS: How does it work?

Access Methodologies

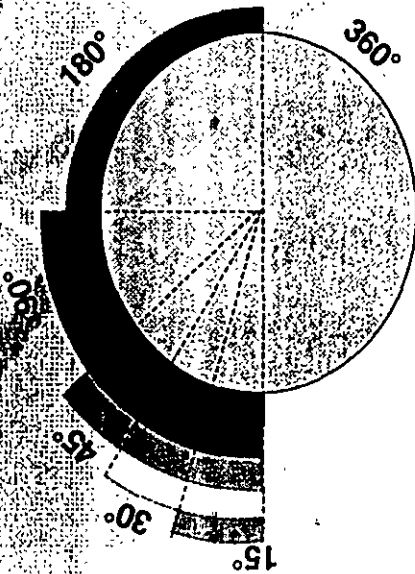


LMDS: How does it work?

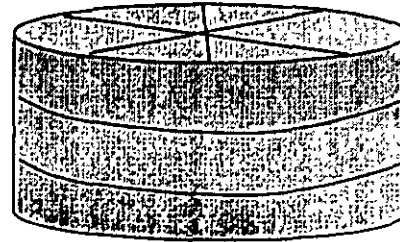
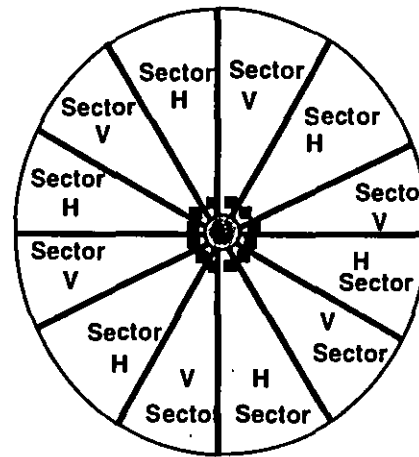
- **FDMA is best suited for:**
 - for large bandwidth requirements per CPE
 - performance for high capacity traffic per CPE (aggregated)
- **TDMA is best suited for:**
 - for low minimum bandwidth requirements per CPE
 - burst like data patterns
- The cross over between TDMA and FDMA is 1.5 Mb/s to 2.5 Mb/s depending on traffic characteristics

Link Budget / System Design

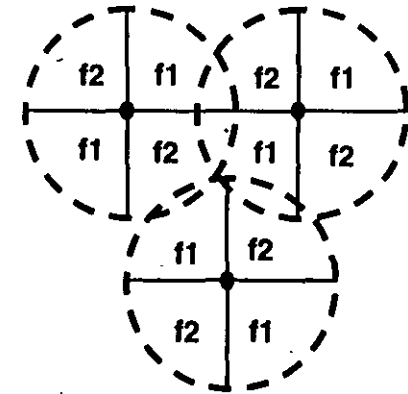
Effects on Coverage
with Antenna / Sector Patterns



Cell with 12 x sectors (30°)
Increase Capacity & Coverage



3 Cell Pattern
Extend Coverage



LMDS: System Design Considerations

- Frequency band and bandwidth available
- Rain region
- Overall reliability % objective
- Target areas/location of subscribers/rollout plans
- Type of services
 - Data
 - Internet
 - Video Conferencing
 - Voice
- Number of Base Stations & Sectors
- Modulation/antenna types
- Network interconnection
- Current infrastructure

Reunion

Current Spectrum Capacity

Band [GHz]	Spectrum [MHz]	# E1	Radius [Km]	90° area [Km ²]	Total #E1 per Area
10.5	60	11.7	16	201	11.7
25-29	500	97.5	3	7.1	2,778.0
37-40	200	39.1	2.2	3.8	2,066.1

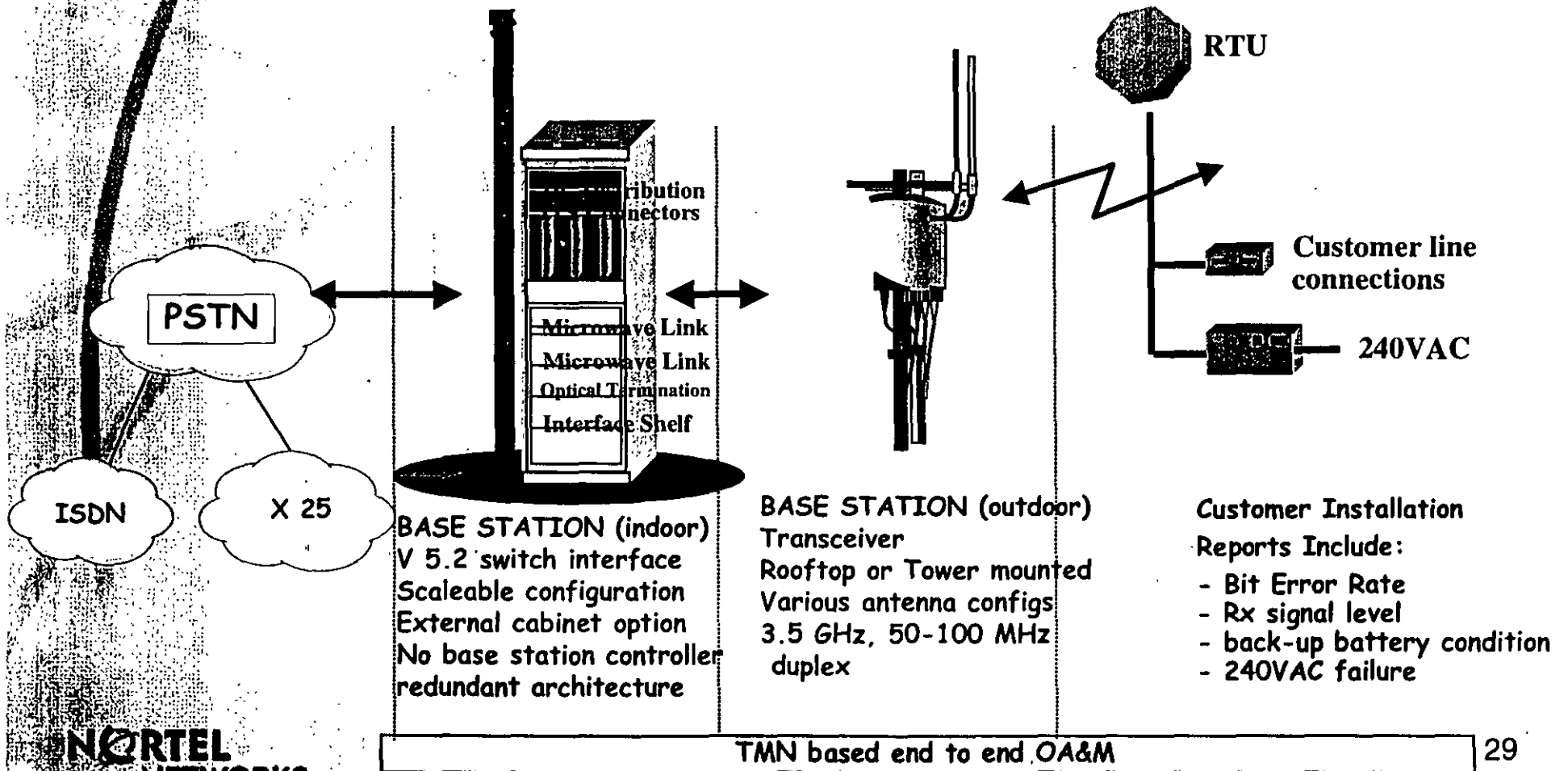
Assumptions

- All traffic is symmetrical
- Reuse factor of 1.5
- 20% overhead required for ATM and FEC
- Rain region "K"
- 99.99% availability
- QPSK modulation [1.5 bits/Hz]
- 90 degree antenna
- 3 carriers
- 10 MHz per carrier
- Terrain Type "A"
- CNR = 12 dB
- Vertical polarity

FWA: How does it work?

Proximity II Product

Point to multipoint technology allows high quality two way telephony services to be delivered directly to the local access market by wirelessly bypassing the local exchange carrier



FWA: How does it work?

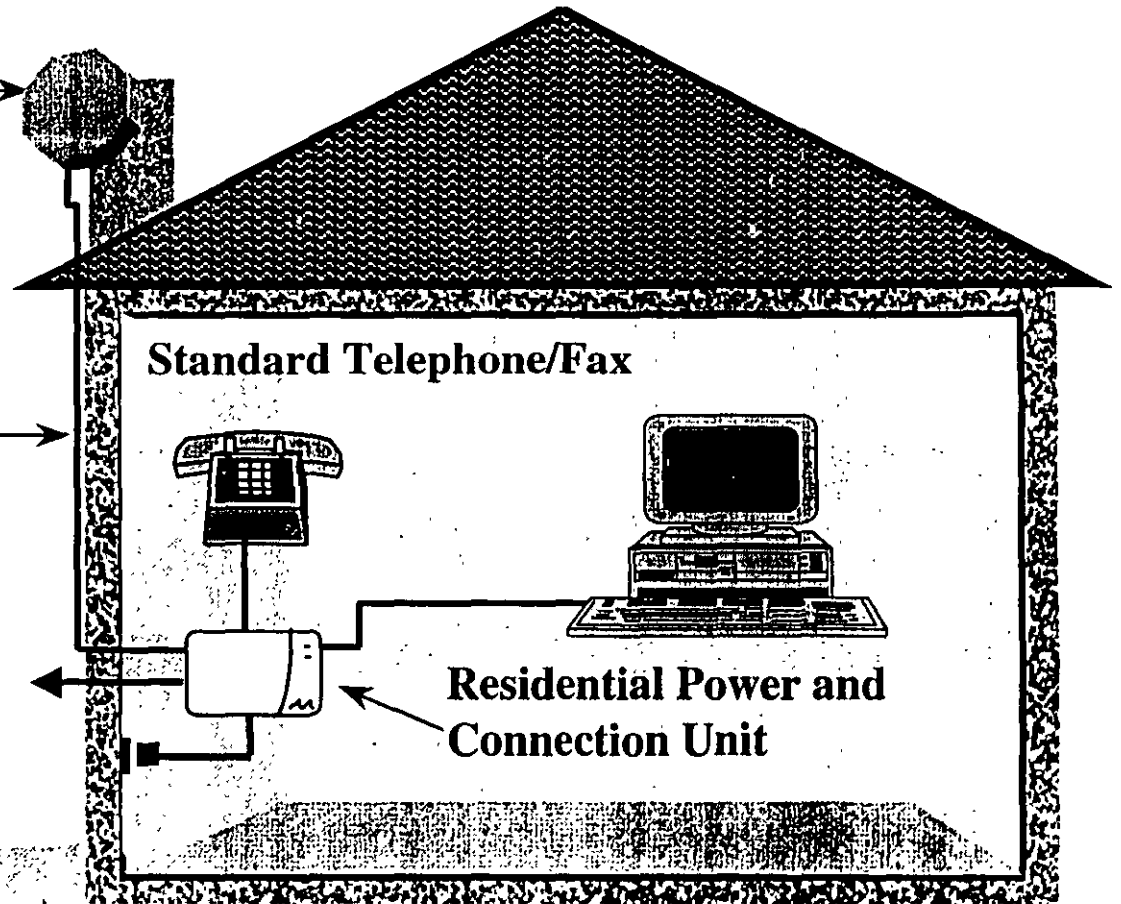
USING RPCU

Residential Transceiver Unit

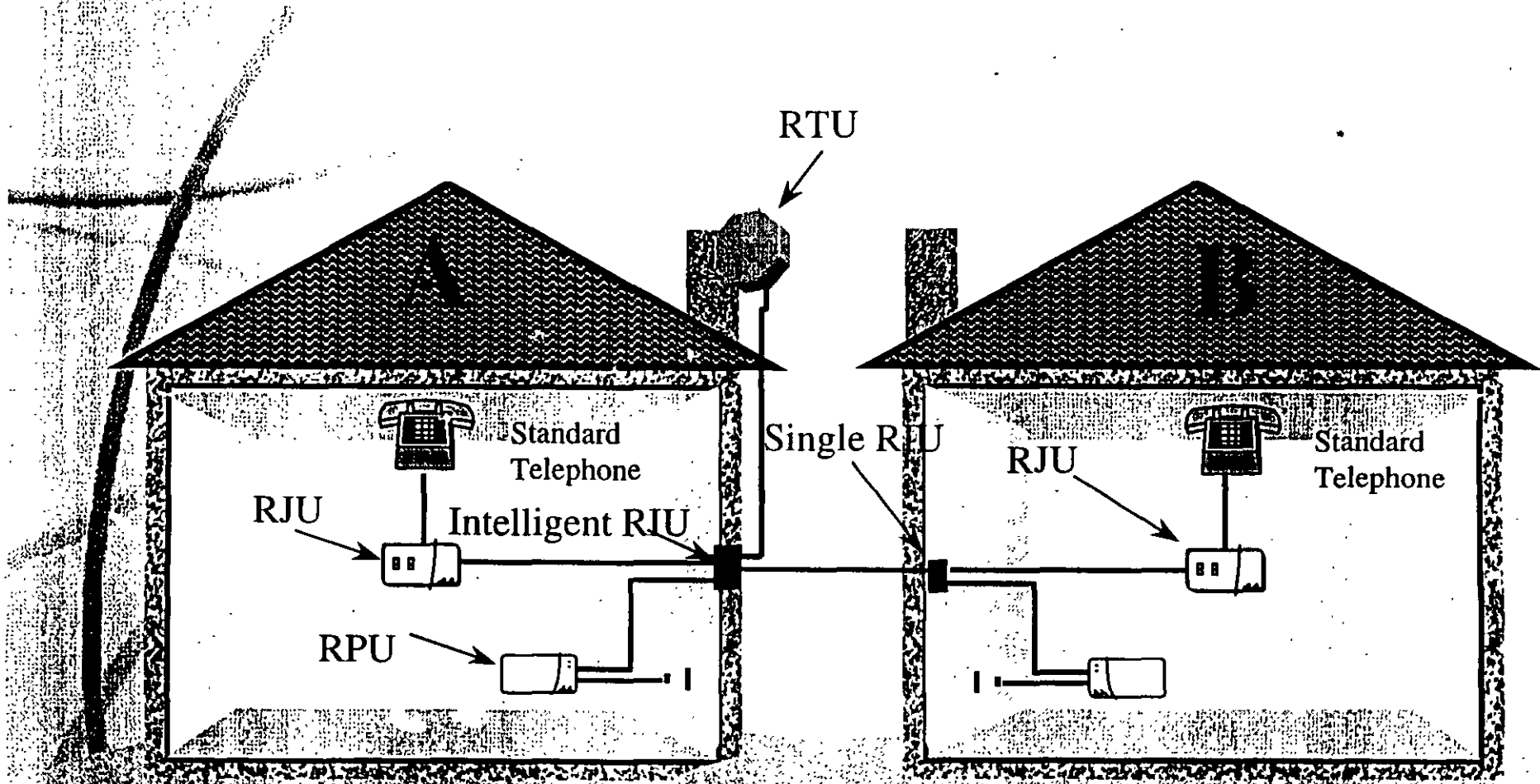
Residential Drop Cable

Optional external Power system
or Solar Power

Supports 2 Lines
Each with a REN of 4



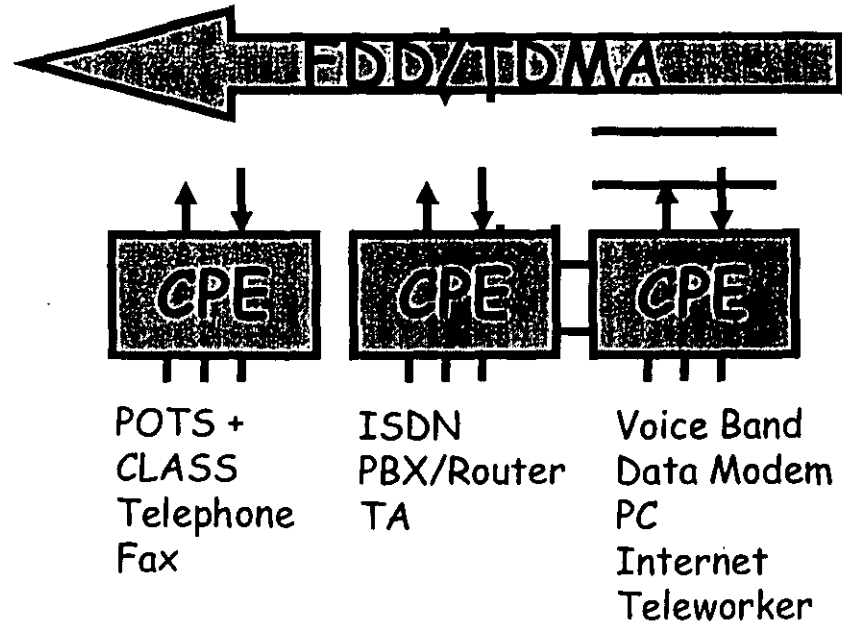
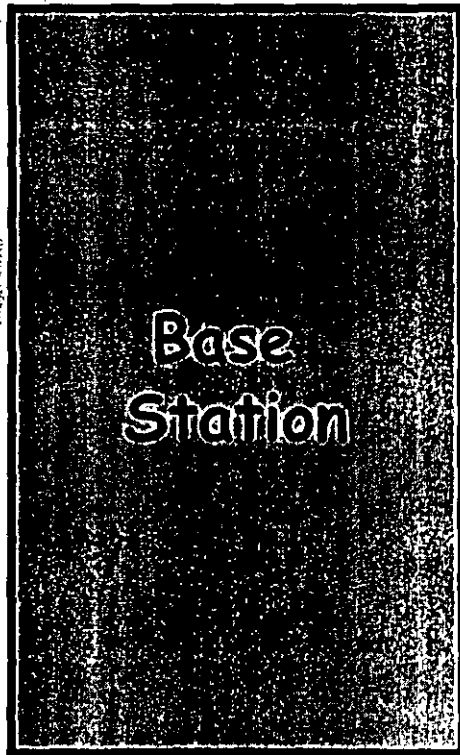
FWA: How does it work?



INTELLIGENT RJU SHARES POWER EQUALLY. ALSO SENSES AND COMPENSATES FOR EITHER HOUSE TURNING OFF POWER

FWA: How does it work?

Access Methodology



FWA: System Design Considerations

- Frequency band and bandwidth available
- Target areas/location of subscribers/rollout plans
- Type of services
 - Data
 - Internet
 - Voice
- Number of Base Stations & Sectors
- Antenna types-omni v sectored
- Network interconnection-switch interface
- Current infrastructure

FWA: Who will buy it?

- Rural operators for up to 40km range
- Alternate operators for niche market applications
- Internet Service Providers to bypass the local loop
- Incumbent operators for second line deployment

Technology comparison

<u>Technology</u>	<u>Frequency</u>	<u>Band-Spectrum</u>	<u>Range</u>	<u>Data Rates</u>
BWA LMDS	24-38 GHz	60~1000 MHz	<6 km	Up to 155 mbps (per sector)
WLL DECT	1.9 GHz	20 MHz	<3 km	28.8 kbps
WLL CDMA	1.9 GHz	40 MHz	<60 km	14.4 kbps
WLL TDMA*	3.5GHz	34 MHz	<40 km	128 kbps

* Nortel Networks Proximity II

BWA/FWA: Who will buy it?

Regulatory Environment

GHz Frequency Band

	1.9	5	10.5	15	23	28	38	40
Argentina	L		P			L	L	L
Brazil	L		P	L	L	P	L	
Chile						P		
Colombia			P			P	L	
Mexico	L		L	L	L	P		
Venezuela	L				L	L		

L = Licensed for potential broadband service

P = Planned to be licensed

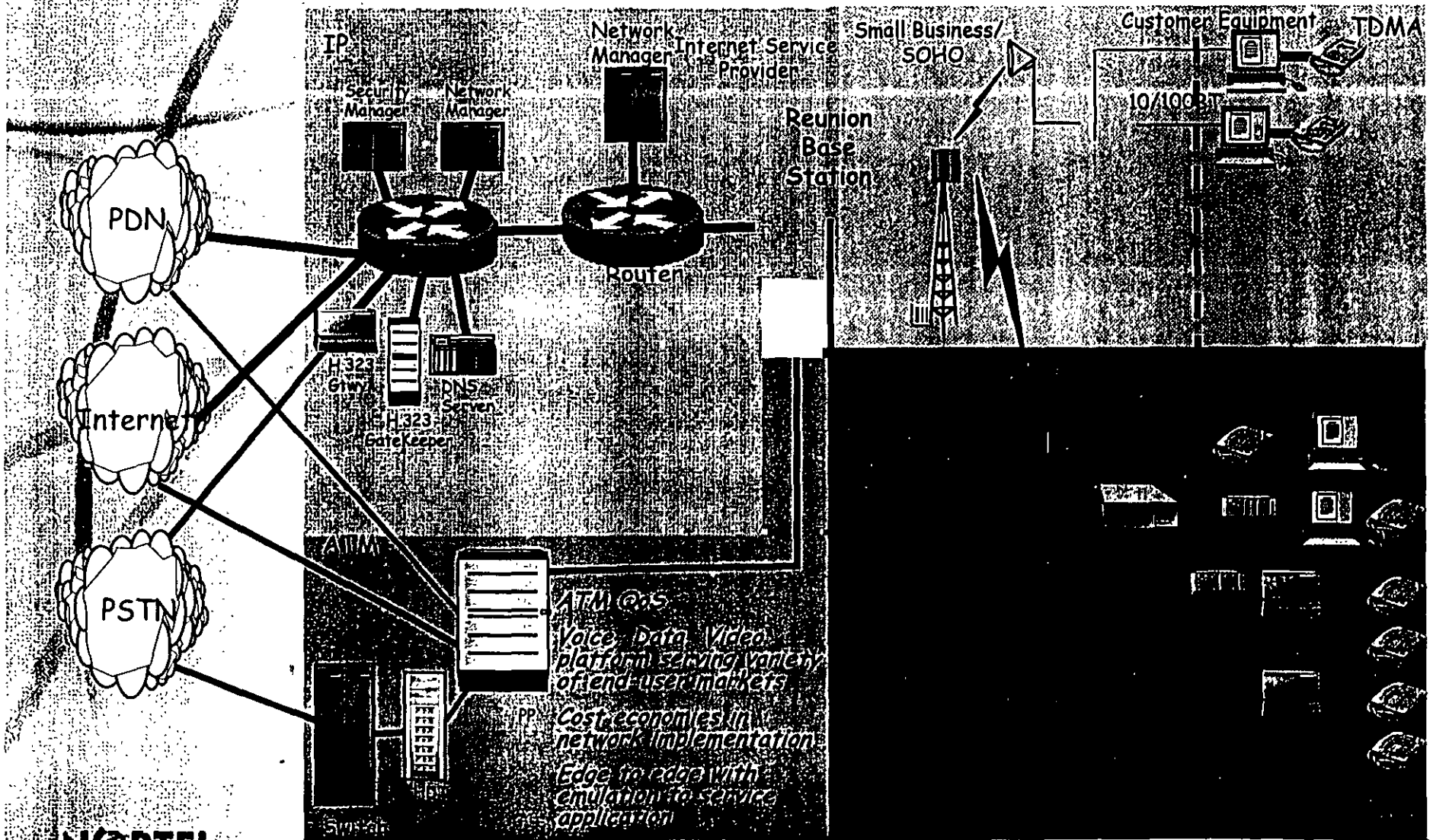
Source: The Strategis Group, 1998



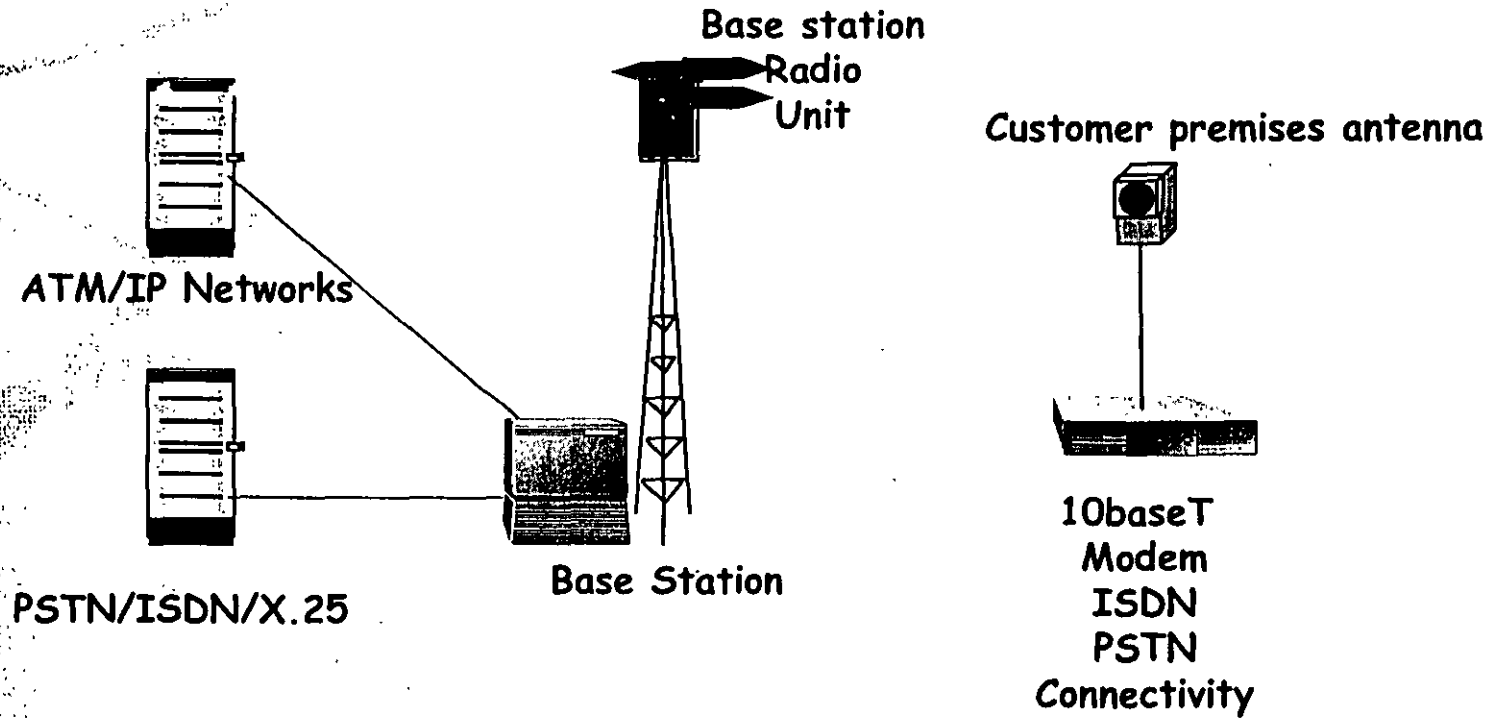
NORTEL NETWORKS

Future Evolution

LMD5: Quad 4 Architecture



FWA Evolution



Any network, any service, any operator



NORTEL NETWORKS

Summary

LMDs: Competitive Positioning

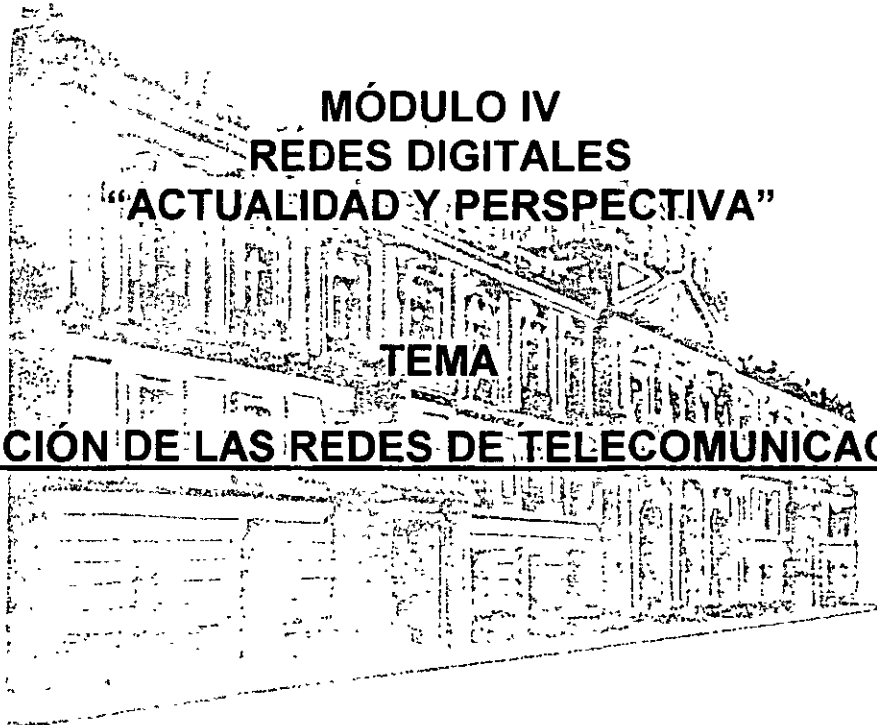
- Total Network Solution!
- State of the art RF technology
- Flexible to support any service
 - High Speed Data (variable bit rate including E1 circuit emulation),
webtone/IP
 - Voice (POTS, ISDN and voiceband data)
 - Broadcast Video
- Use of radio propagation planning tools for high frequency systems
- Support network connectivity for ATM, PSTN, IP, and private data networks
- Fast deployment, cost effective alternative to high-speed wired access



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

CURSOS ABIERTOS

IX CURSO INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES



**MÓDULO IV
REDES DIGITALES
“ACTUALIDAD Y PERSPECTIVA”**

TEMA

EVOLUCIÓN DE LAS REDES DE TELECOMUNICACIONES

**CONFERENCISTA
ING. ESTEBAN JIMÉNEZ MARTÍNEZ
PALACIO DE MINERÍA
MAYO 2000**



Evolución de las Redes

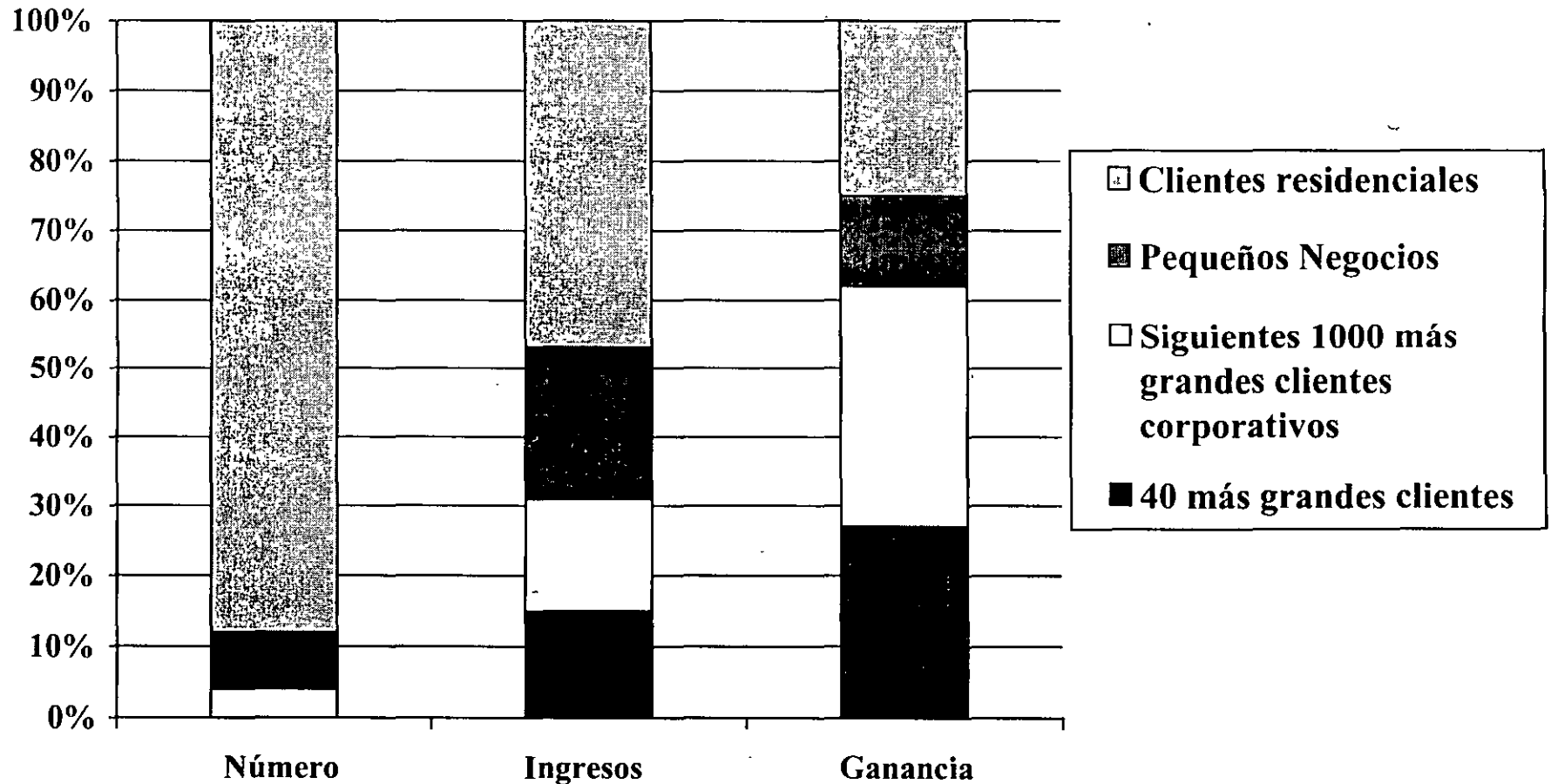
de Telecomunicaciones

-
- ▼ Evolución y Tendencia del Servicio
 - ▼ Modelos de Red
 - ▼ Tendencia General
 - ▼ Visión de Evolución Bellcore
 - ▼ Modelo de Evolución de Alcatel
 - ▼ Conclusiones



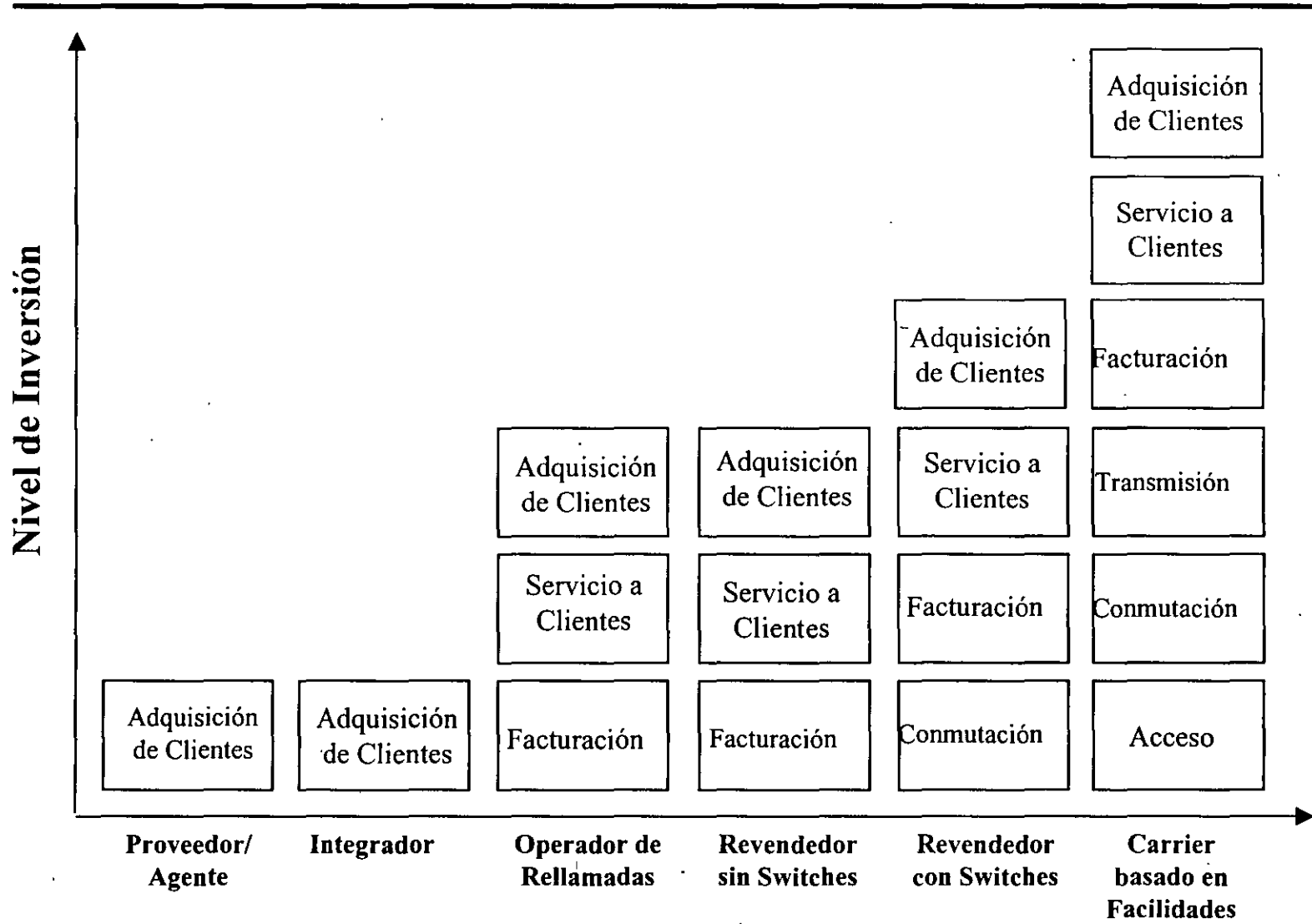
Evolución y Tendencia del Servicio

Distribución de Rentabilidad

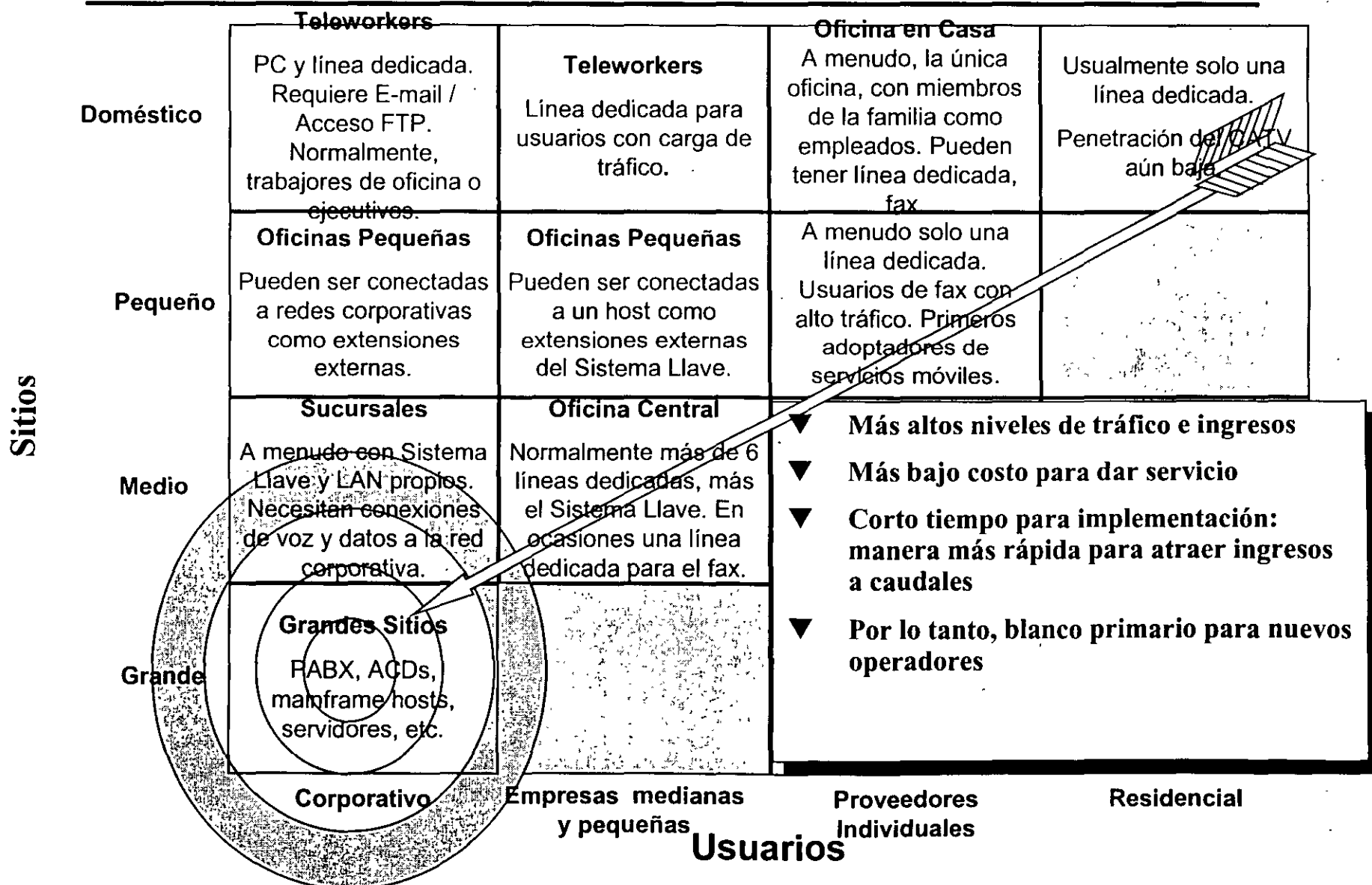


▼ **Los grandes clientes corporativos dominan la rentabilidad**

Nuevas Estrategias de Ataque para la Entrada



Dinámicas Competitivas Ataque Basado en Facilidades

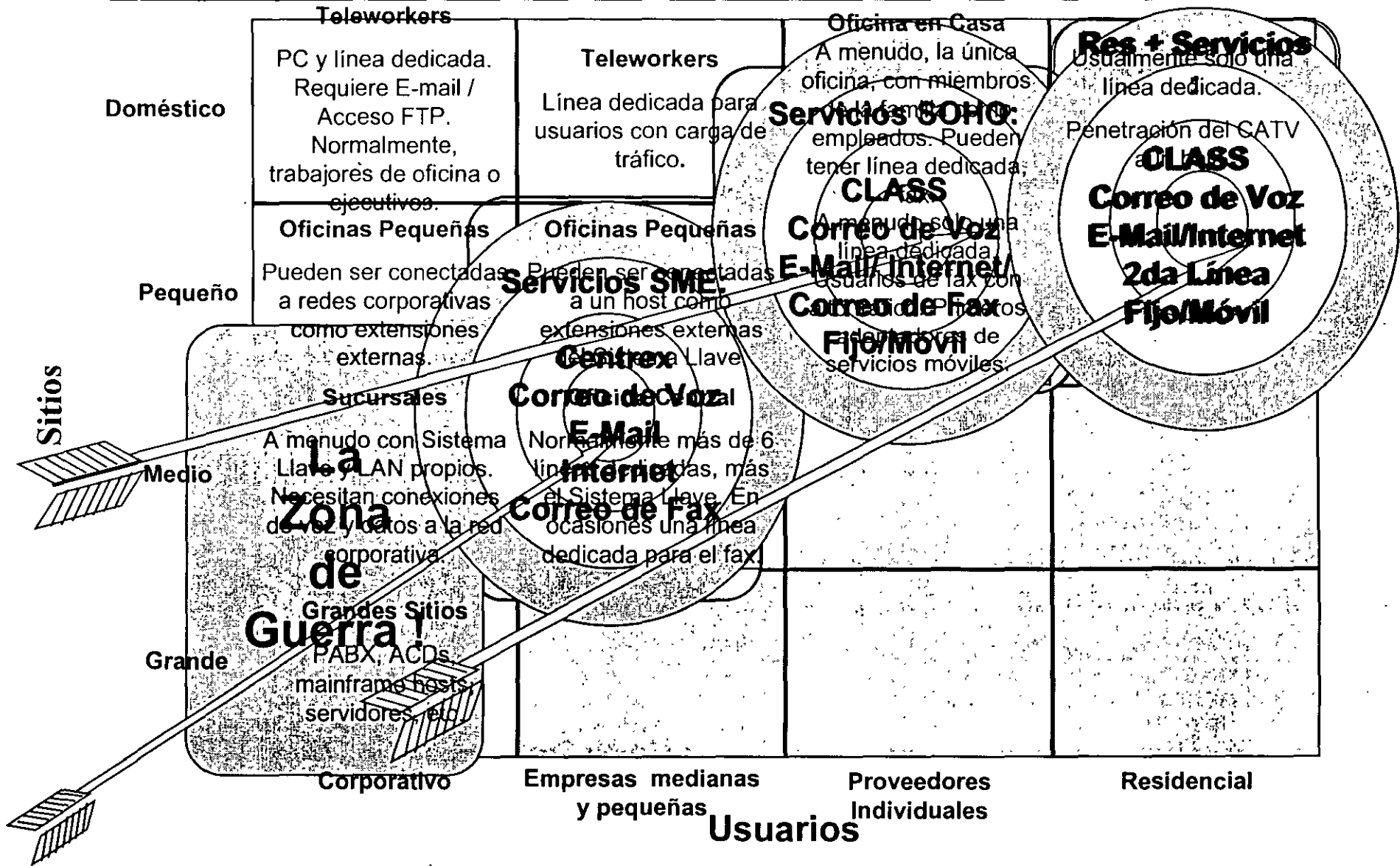




Dinámicas Competitivas Otras Oportunidades de Mercado

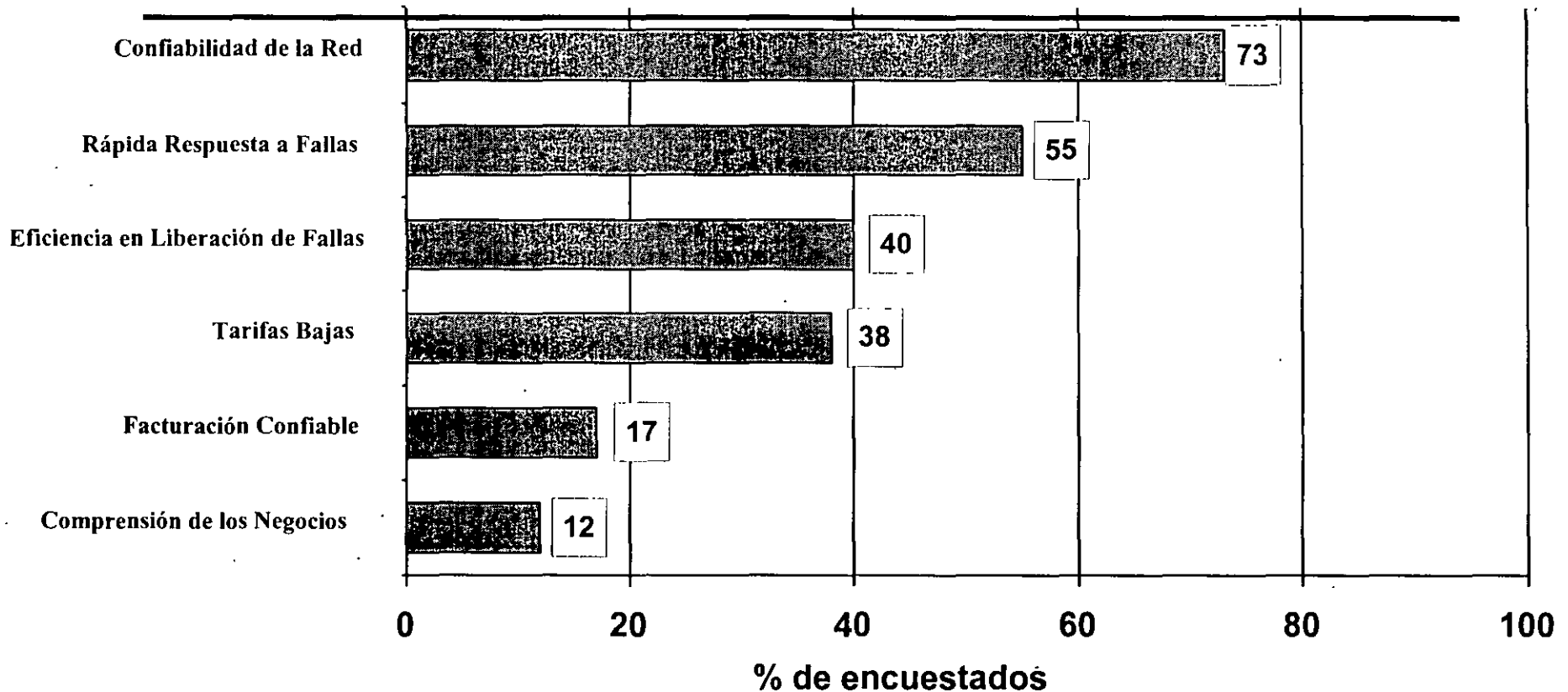
	Teleworkers	Teleworkers	Oficina en Casa	
Doméstico	PC y línea dedicada. Requiere E-mail / Acceso FTP. Normalmente, trabajos de oficina o ejecutivos.	Línea dedicada para usuarios con carga de tráfico.	A menudo, la única oficina, con miembros de la familia como empleados. Pueden tener línea dedicada, CLASS	Usualmente solo una línea dedicada. Penetración del CATV aun baja. CLASS
Pequeño	Oficinas Pequeñas Pueden ser conectadas a redes corporativas como extensiones externas.	Oficinas Pequeñas Pueden ser conectadas a hosts como extensiones externas del Sistema Llave.	Servicios SOHO: CLASS A menudo solo una línea dedicada. Correo de Voz E-Mail/Internet/Correo de Fax Fijo/Móvil	Res + Servicios: CLASS Correo de Voz E-Mail/Internet 2da Línea Fijo/Móvil
Medio	Sucursales A menudo con Sistema Llave y LAN propios. Necesitan conexiones de datos a la red corporativa.	Oficina Central Normalmente más de 6 líneas dedicadas, más el Sistema Llave. En ocasiones una línea dedicada para el fax.		
Grande	Grandes Sitios PABX, ACDs, mainframe hosts, servidores, etc.			
Sitios	Corporativo	Empresas medianas y pequeñas	Proveedores Individuales	Residencial
	Usuarios			

Dinámicas Competitivas Ataque Basado en No-Facilidades





Prioridades del Usuario Corporativo

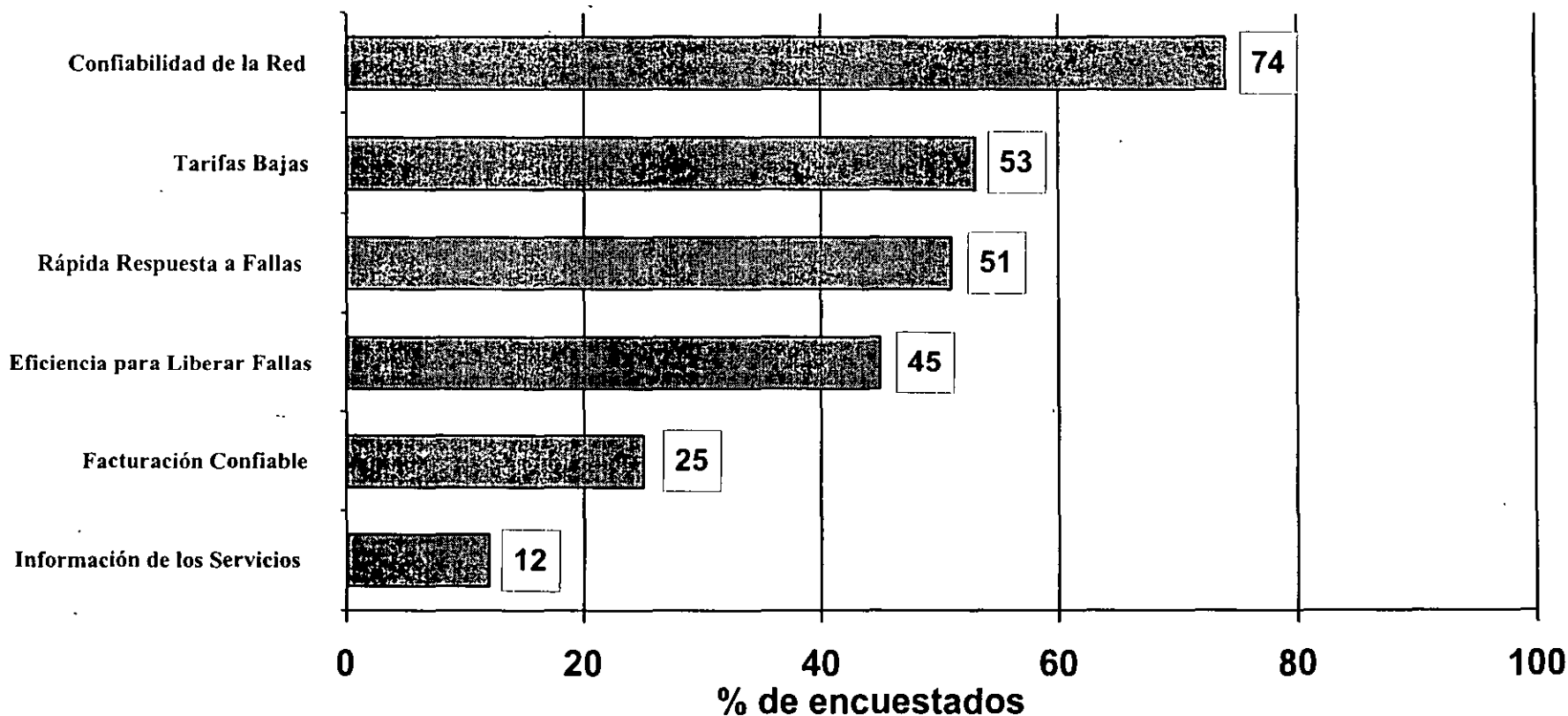


- ▼ Porcentaje de las más importantes prioridades de los usuarios.
- ▼ Los ítems no presentados (cobertura, rango de servicios, flexibilidad de facturación, etc.) fueron importantes para menos del 10% de los usuarios
- ▼ Muestra de 270 encuestados en compañías con más de 500 empleados

Fuente: CIT/Westcombe 1995



Prioridades de Empresas Medianas y Pequeñas

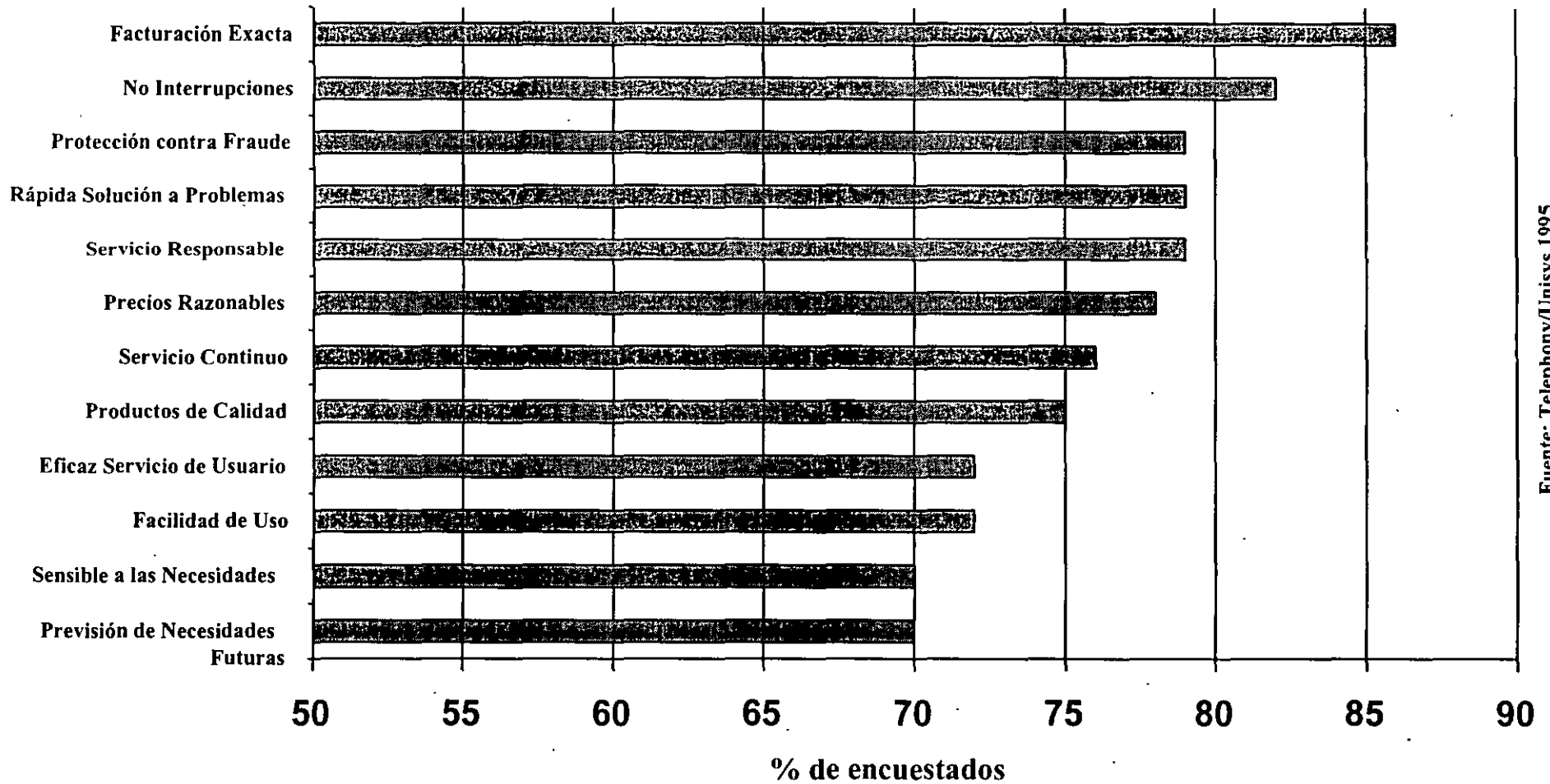


Fuente: CIT/Westcombe 1995

- ▼ Porcentaje de las tres más importantes prioridades de los encuestados
- ▼ Otros ítems (cobertura, rango de servicios, flexibilidad en la facturación, etc.) fueron importantes para menos del 10% de los encuestados
- ▼ Muestra de 370 encuestados en compañías de 1 a 10 empleados, con más de una línea



Prioridades para Usuarios Residenciales

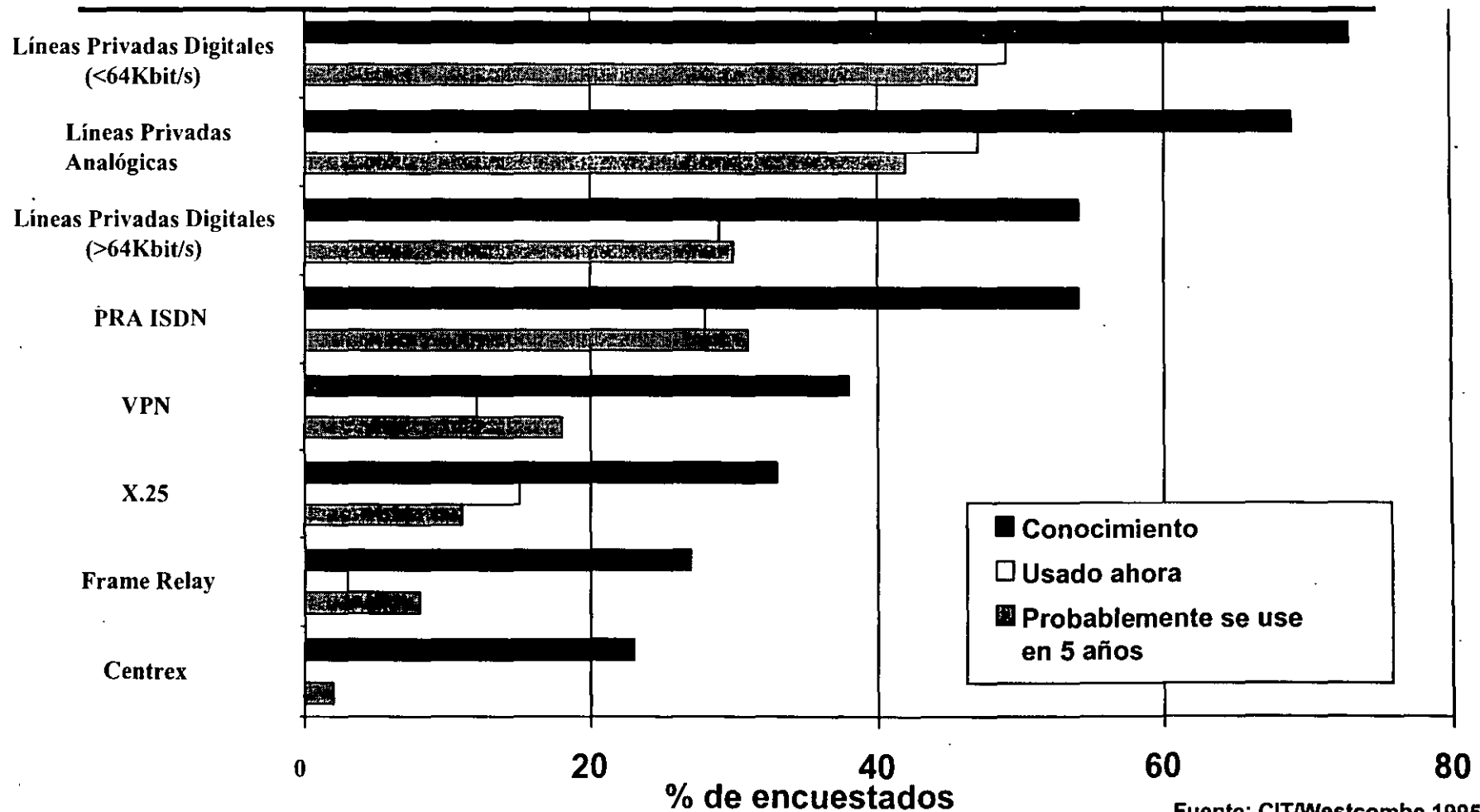


Fuente: Telephony/Unisys 1995

- ▼ Porcentaje de encuestados calificando el ítem como “muy importante”
- ▼ 12 Mayores prioridades de servicio para una muestra de 250 usuarios residenciales en E.U.



Usuarios Corporativos: Niveles de Conocimiento y Penetración de Servicios



Fuente: CIT/Westcombe 1995

- ▼ Los servicios no-PSTN (SMDS, Datos Inalábrico, etc.) abajo del 20% de conocimiento
- ▼ Muestra de 276 encuestados de compañías del Reino Unido con más de 500 empleados

Servicio	Ingresos (£m)	Ingresos (%)
Residencial : Internet de Banda Angosta	254	9
Residencial : Internet de Banda Ancha	45	2
Residencial : VoD Interactivo	221	8
Residencial : Difusión de TV	448	16
<i>Total Residencial</i>	<i>969</i>	<i>35</i>
Negocios: Internet /Intranet B. Angosta	1290	46
Negocios: Internet/Intranet B. Ancha	553	19
<i>Total de Negocios</i>	<i>1843</i>	<i>65</i>
Total	2812	100

- ▼ UK, Año 2000
- ▼ Suposiciones "optimistas" de Banda Ancha
- ▼ Fuente: Analysis, Junio 1996

- ▼ **Negocios e Internet/Intranet dominan**
- ▼ **Servicios de Banda Angosta aún claves**
- ▼ **Grandes corporaciones con comunicaciones de mensajes y datos manejan el mercado**

Diferentes patrones de actividad y presupuestos...

Corporativo

- ▼ En casa o en una pequeña oficina
- ▼ Por lo general una o dos personas unicamente
- ▼ Trabajo de tiempo parcial y tiempo completo
- ▼ Costos con cargo directo o indirecto a la corporación.

Una ventana a las empresas de comunicaciones y los sistemas de información

Profesional

- ▼ Trabajador independiente
- ▼ Usualmente en casa o en una pequeña oficina
- ▼ Control de costos eficiente, requerimientos clave
- ▼ Paga sus propios costos.

Sistema de administración de negocios y herramientas de productividad

Oficina en Casa

- ▼ Familias con cierto conocimiento técnico
- ▼ tareas como :procesador de palabra, e-mail, mercadeo en red
- ▼ Usos competitivos :juegos y para trabajo en casa
- ▼ Pago del presupuesto familiar

Mejoramiento del nivel de vida a través del entretenimiento, la educación y la productividad

Profesional

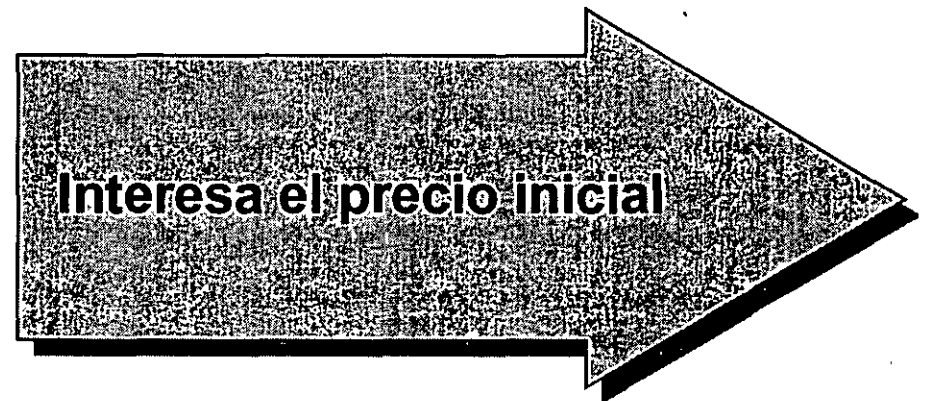
- ▼ Productividad
- ▼ confiabilidad/resistencia en el trabajo pesado
- ▼ Soporte de calidad
- ▼ Herramienta de trabajo y control de costos

Corporativo

- ▼ Rendimiento
- ▼ Confiabilidad
- ▼ Gran interés en la Integración a los servicios corporativos
- ▼ Fácil de manejar y administrar

Oficina en el Hogar

- ▼ Respaldo de marcas reconocidas
- ▼ Oferta segmentada en paquetes
- ▼ Fácil de adquirir
- ▼ Fácil de usar





... La instalación y el soporte del servicio son la clave

- ▼ **La atención a un gran número de pequeños sitios/usuarios presentan retos específicos**
- ▼ **El Servicio completo debe incluir :**
 - ❑ **suministro de servicio relacionado CPE (Tarjetas PC, NTEs, dispositivos de acceso remoto, etc.)**
 - ❑ **suministro de servicio-relacionado con software (clientes, APIs, seguridad, etc.)**
 - ❑ **instalación y activación del sistema**
- ▼ **El Soporte debe incluir**
 - ❑ **reemplazo de hardware y reparación**
 - ❑ **monitoreo del funcionamiento en línea y diagnósticos técnicos de soporte tipo hot-line**
 - ❑ **mantenimiento y soporte en sitio**
 - ❑ **El Servicio tiene que estar disponible en una amplia área geográfica, con una coordinación trans-nacional para mejores resultados**

- ▼ **La penetración de CLASS ha alcanzado el 26%**
 - **Dominada por suscripciones de Llamada en Espera**
- ▼ **CLI ha alcanzado una penetración de 12%, y se espera que crezca explosivamente en 1996:**
 - **CLI en California será lanzado en Abril: esto representa el 30% de todas las llamadas nacionales**
 - **CLI será nacional en Julio, en cuanto las IXC's acojan el mandato FCC**
- ▼ **Todos los participantes mayores están desplegando ahora ADSI como un mejor MMI para facilidades CLASS y de Correo de Voz**
 - **7 RBOC's mas GTE y otras independientes grandes**
 - **Bell Canada**
- ▼ **Base terminal ADSI**
 - **1995 : 290,000**
 - **1996 : 1 millón (estimación de NorTel)**
- ▼ **Primer adopción fuertemente relacionada al uso telefónico, más que a factores socioeconómicos o demográficos**

Facilidad	Ingresos Residenc. (\$m)	Ingresos por Negocios (\$m)	Total (\$m)
Llamada en Espera	1687	92	1779
Identidad del Llamante	587	52	639
Redireccionamiento de Llamada	250	143	393
Llamada Tripartita	312	40	352
Rellamada Automática	233	18	251
Marcación Rápida	205	28	233
Bloqueo Selectivo de Llamada	103	13	116
Completación de Llamada en Ocupado	76	12	88
Timbrado Distintivo	45	8	53
Redireccionamiento Selectivo de Llamada	33	3	36
Total	3531	409	3940

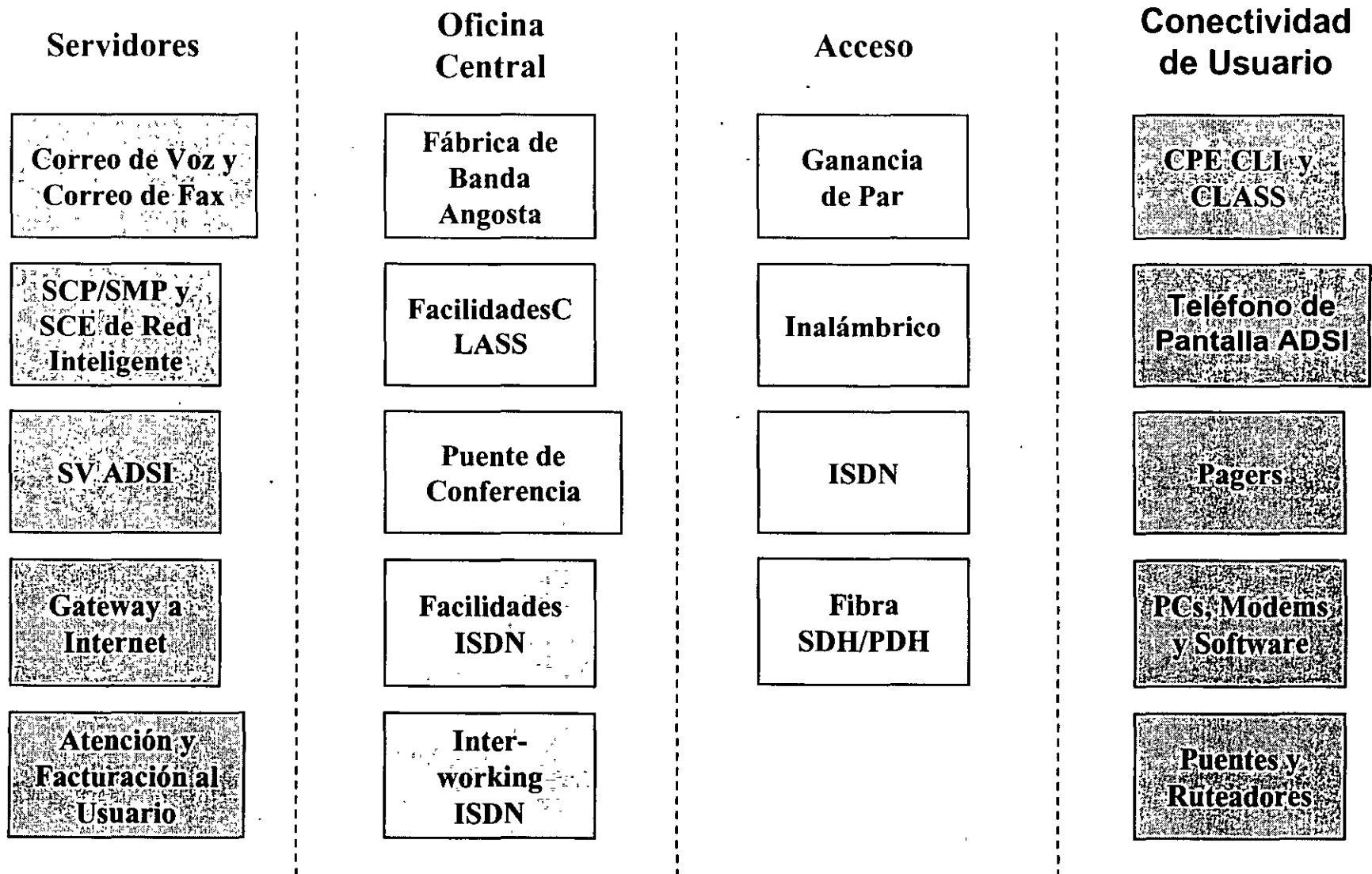
- ▼ Ingresos en 1995 para las 7 RBOC's y GTE solamente
- ▼ Estos son ingresos por suscripción solamente. Los pagos por activación y los ingresos relativos al CPE son adicionales
- ▼ La falta de servicio medido local quita importancia a las oportunidades de terminación de llamada



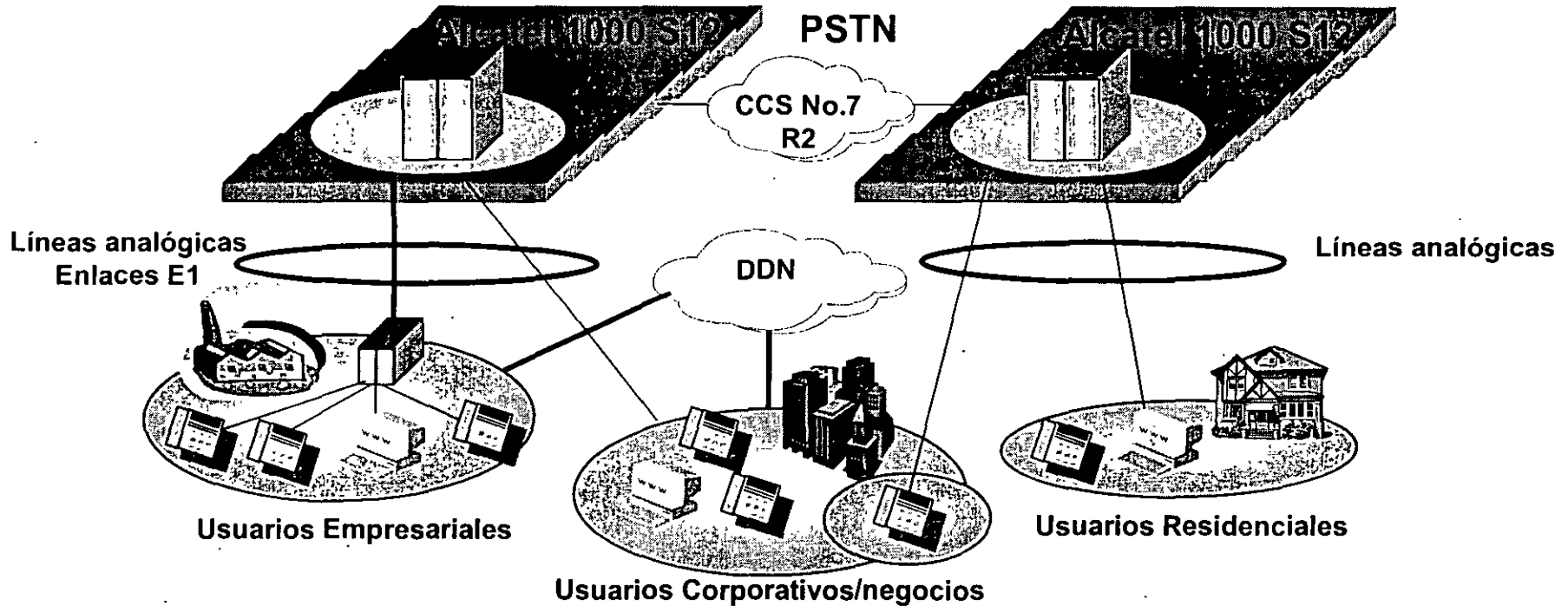
Modelos de Red

Modelos de Red (1)

Elementos Clave de Tecnología



Modelo de Red Servicios y Ventajas Actuales



▼ Servicios:

- Conmutación de Voz o de Datos (vía modem)
- Acceso a Internet a 56 Kbps (vía modem)
- Identificación de llamada, Espera, Tripartita
- Transferencia, Despertador
- Servicios de datos utilizando enlaces dedicados
- Redes privadas virtuales de datos (VPN)

▼ Ventajas de la Red

- Red 100% digitalizada
- Servicios conmutados y dedicados
- Servicios de circuito y de paquete
- Manejo de Señalización No.7, SDH
- Planta de cobre instalada
- Gestión centralizada



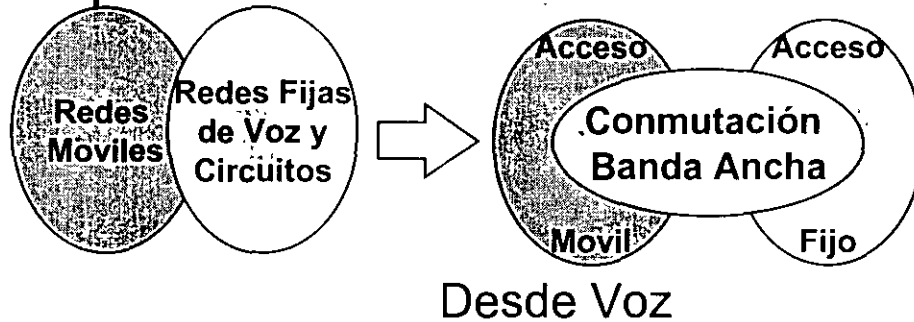
Tendencia General



¿Que está sucediendo en el mercado?

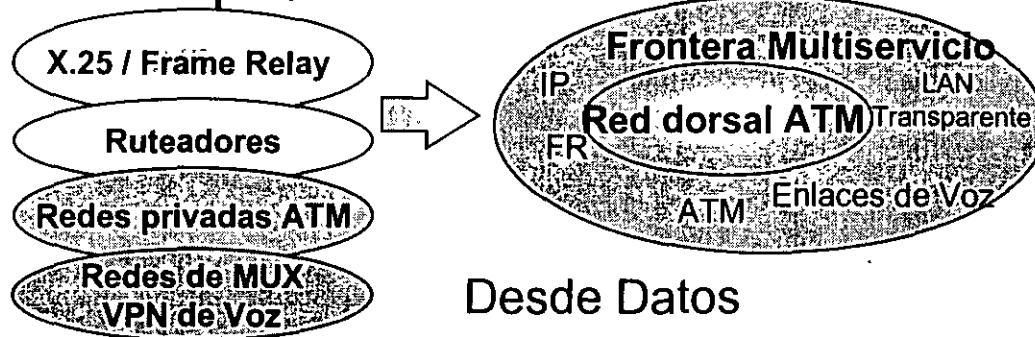
- ▼ Fuerte crecimiento del tráfico de datos, lo que significa que las arquitecturas de red serán más manejadas por el tráfico de datos.
 - Backbone común para voz y datos
 - La funcionalidad de voz en redes de datos soportada por Call servers
 - Parte del tráfico de voz se tramitará en forma de paquete.

Servicios Residenciales y Empresariales

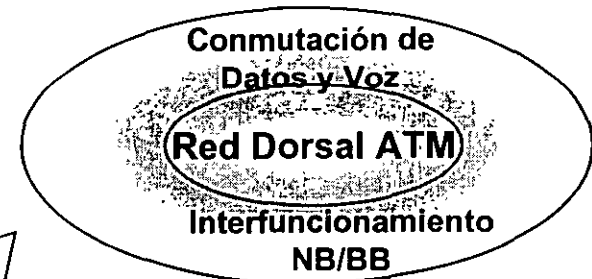


- ▼ A partir de la RTPC
- ▼ Aprovechar capacidad de migración y planta instalada
- ▼ Énfasis en integración, presencia y flexibilidad

Servicios Empresariales



- ▼ A partir de Datos
- ▼ Énfasis en usuarios de datos
- ▼ Esfuerzo en presencia y flexibilidad
- ▼ Esfuerzo en integración de Voz y circuitos dedicados

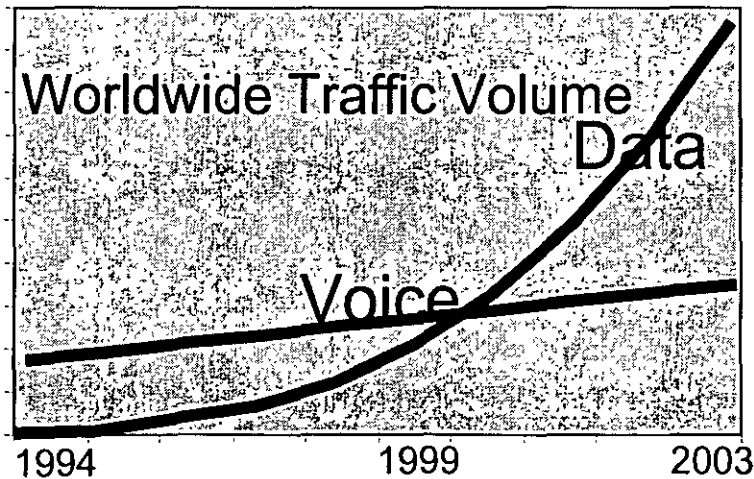
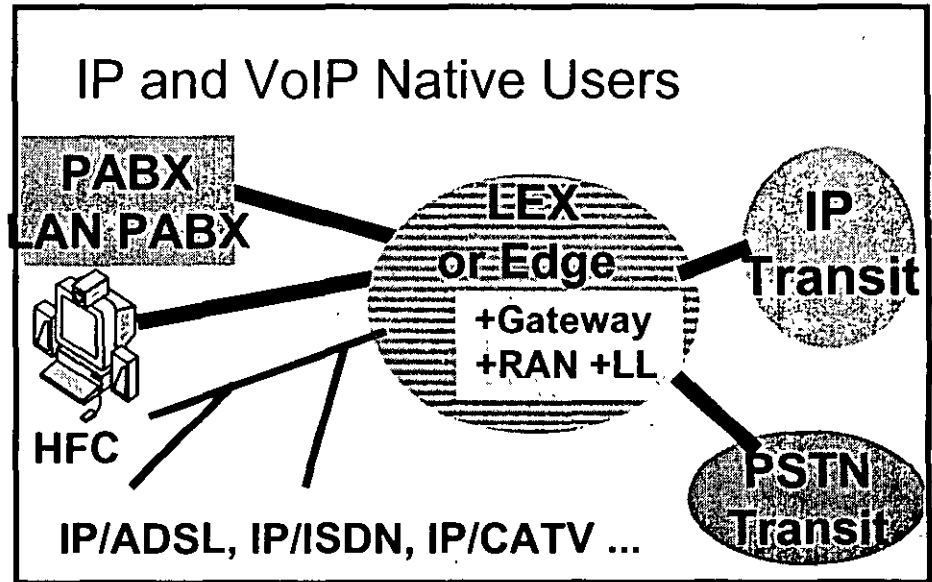
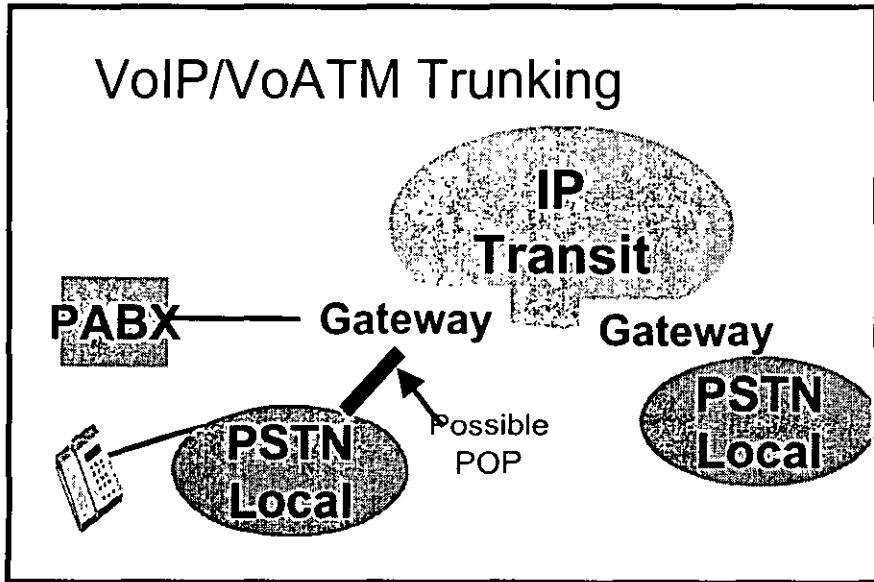


La importancia de la Visión Estratégica de la Red y la Demanda del Mercado

- ▼ Los operadores están considerando poner tráfico de voz sobre un backbone de datos (voz sobre ATM o voz sobre IP), en vez de invertir en una renovación de los switches de tráfico de voz.
- ▼ Los operadores están considerando utilizar la infraestructura central de otro operador.



Manejadores de mercado con mayores cambios



- ▼ El medio de transporte puede tomar diferentes formas dependiendo de la red en particular y el tipo de tráfico dominante.

- ▼ El tráfico IP será transportado sobre WDM, SDH/Sonet, ATM, MPLS,...

- ▼ Algunos operadores mantendrán separados los backbones de voz y datos por un tiempo considerable. Nuevos switches de tránsito con interfaces SDH son mucho más densos y de menor costo.
- ▼ Otros operadores transportarán voz sobre redes de datos e introducirán interfaces para voz sobre ATM o voz sobre IP.

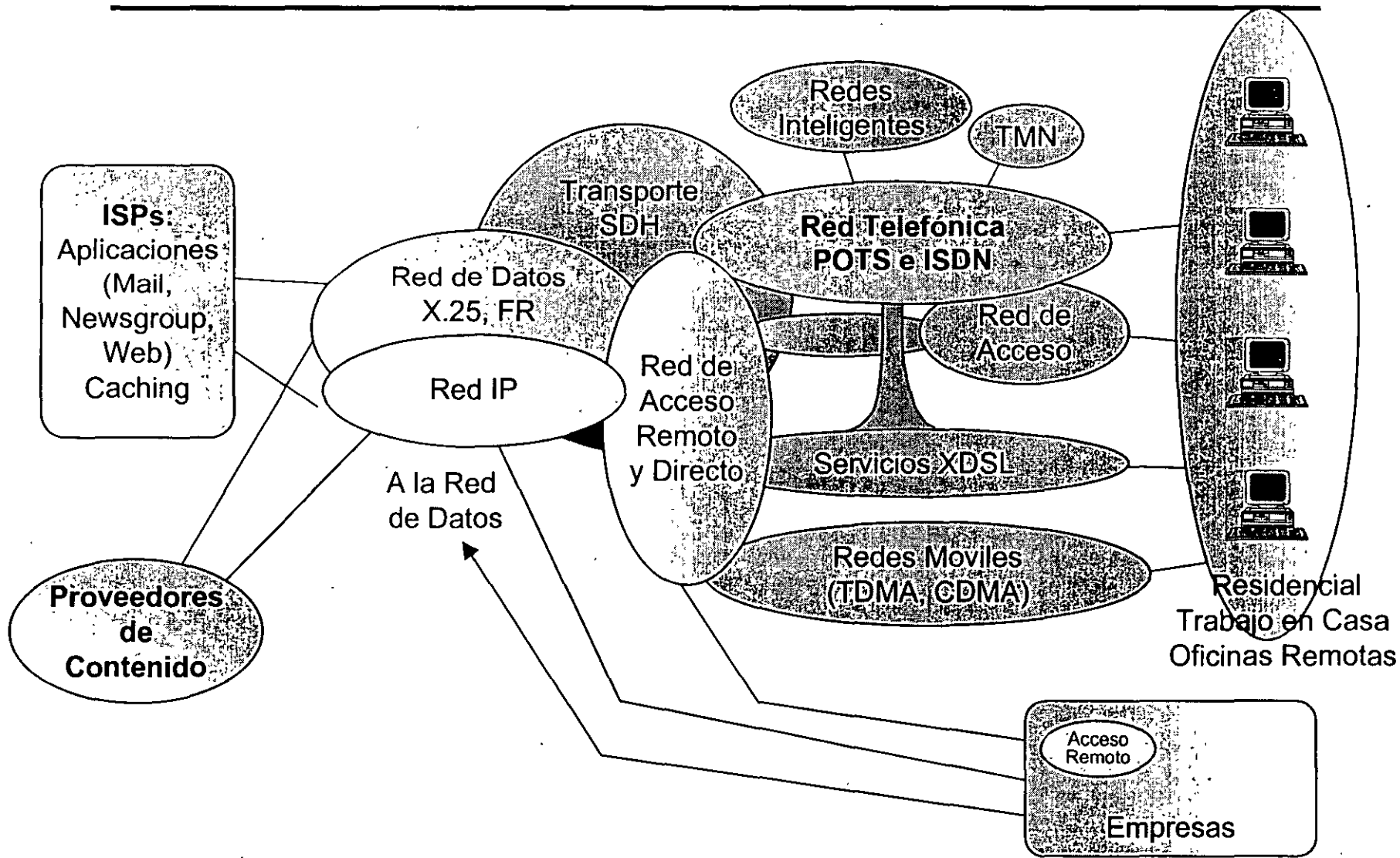


¿Que está sucediendo? Aplicaciones

- ▼ Los servicios de voz son en este momento mucho más ricos en facilidades que los servicios de datos. Este también es el caso para el PABX comparado con la LAN.
- ▼ Los servicios de voz son aún la principal fuente de ingresos para los operadores, quienes no tienen interés en disminuir sus ingresos por voz moviéndose en la dirección de sólo transporte de bits.

- ▼ Los servicios de voz requieren manejo de llamada y supervisión en tiempo real. Lo mismo es requerido para interactividad multimedia de persona a persona.
- ▼ Los operadores requieren de rápida introducción de nuevos servicios, con el fin de competir en funcionalidad más que en precio. Esto se logra a través de la red Inteligente y a través del creciente uso de servidores de llamada.
- ▼ El cambio a un ambiente multimedia requiere la misma riqueza en facilidades que los servicios de datos.

Apreciación global de la arquitectura de la red e IP



¿Que está sucediendo? AO&M

- ▼ La mayoría de los operadores tienen al día de hoy una multitud de redes de datos y dentro de ellas diferentes elementos de red, todos ellos con diferentes sistemas de administración. Los costos de operación son enormes.

- ▼ La calidad del servicio y la integración de redes están llegando a ser cada vez más importantes.

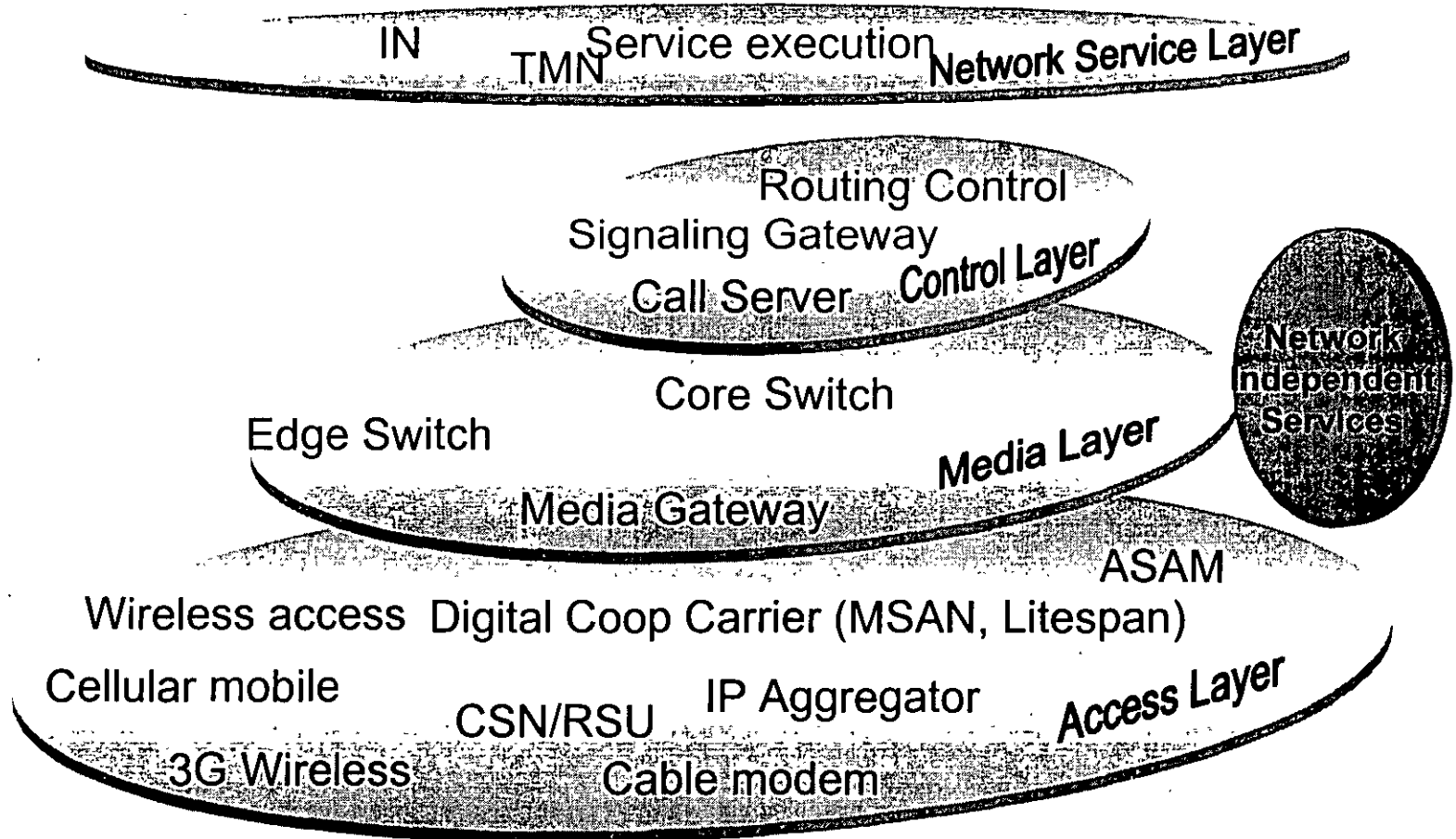


Visión de Evolución Bellcore

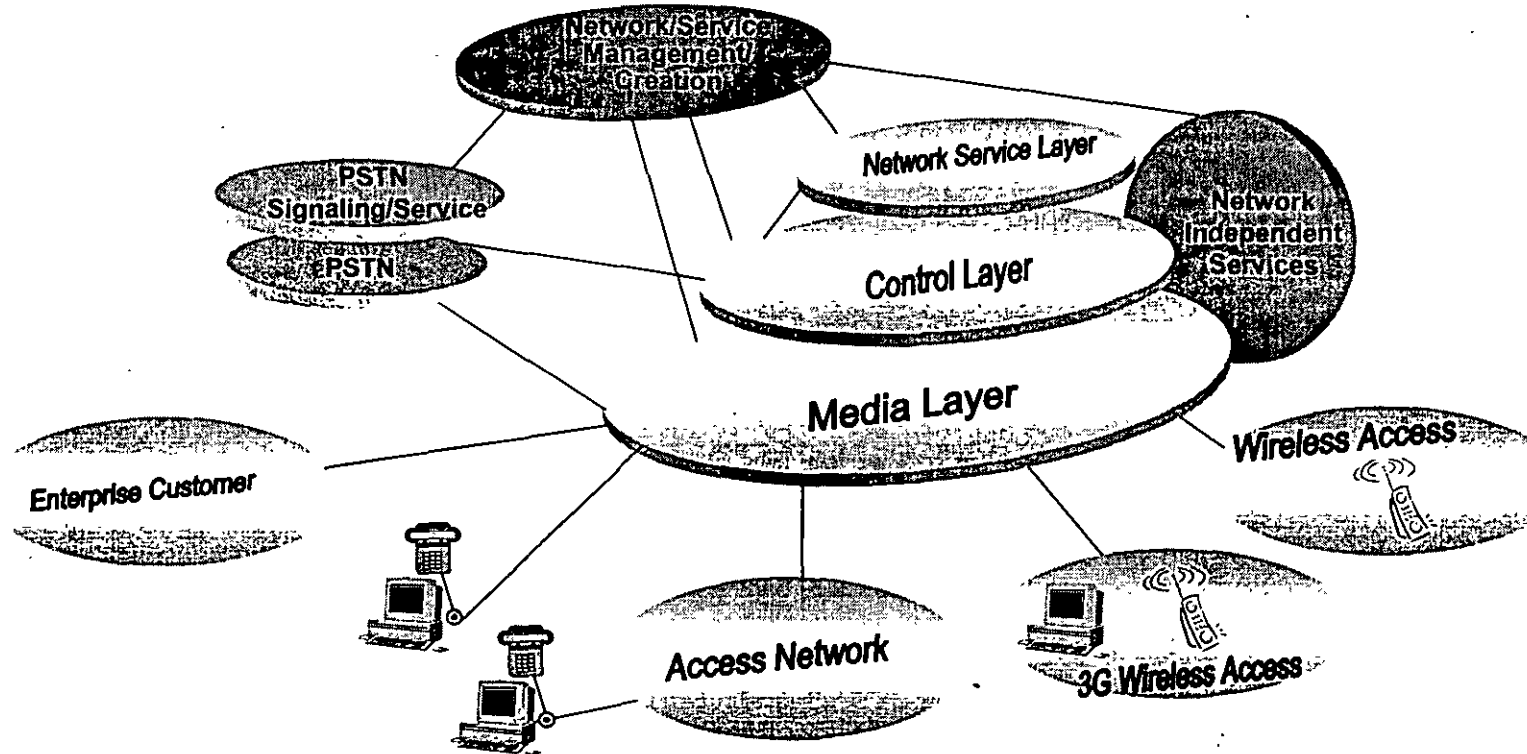
- ▼ Las compañías de redes IP (Cisco,...) y consultoras (Bellcore,...) están promoviendo nuevas arquitecturas de red.
- ▼ El mensaje es que éstas arquitecturas resultarán en menores costos y aumento en la flexibilidad.
- ▼ Los operadores están disminuyendo la inversión en extensión o reemplazo de switches de voz.



Visión de Bellcore: capas funcionales en la evolución de la Red



Modelo de Evolución Alcatel

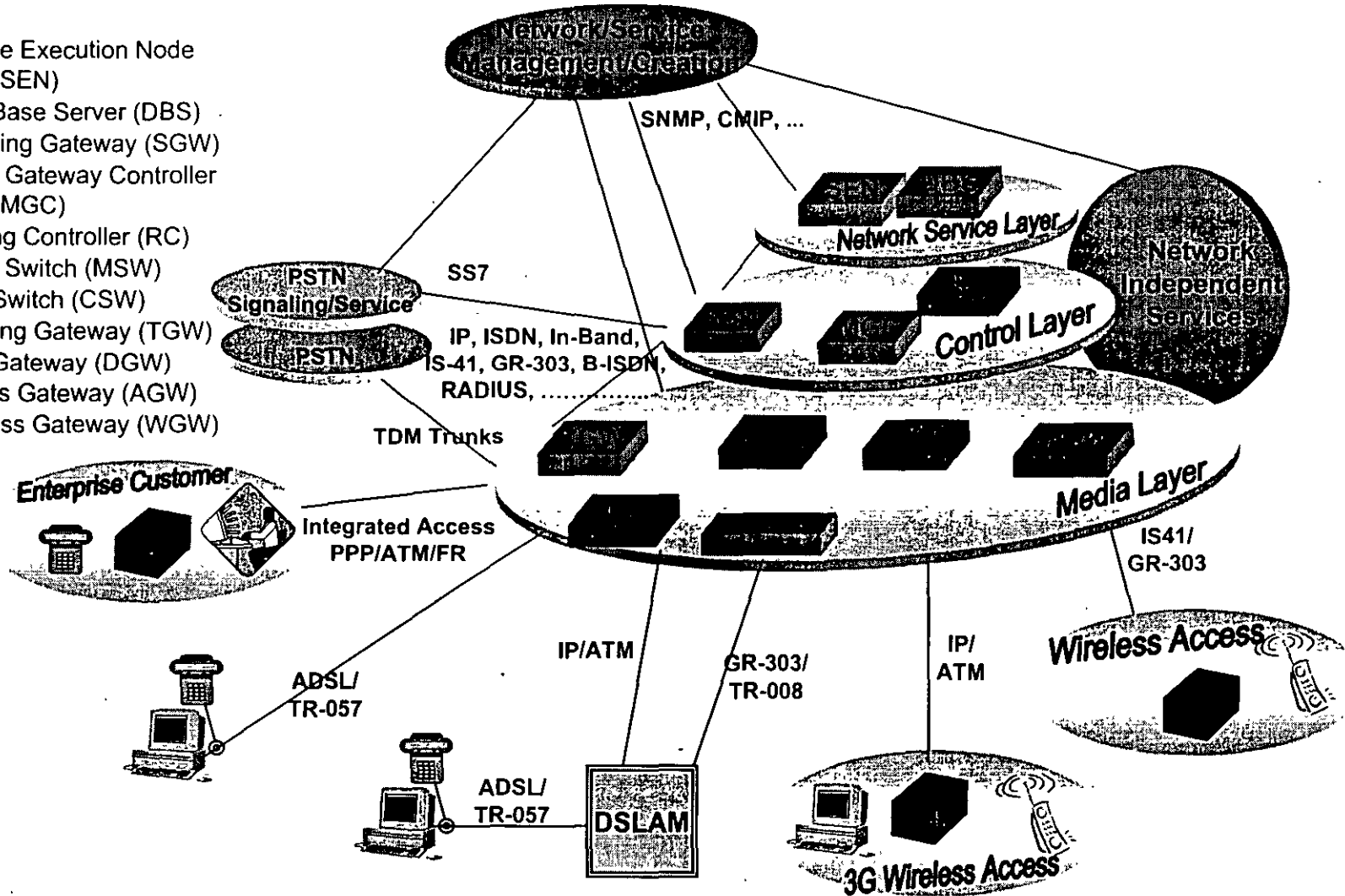


▼ Principios

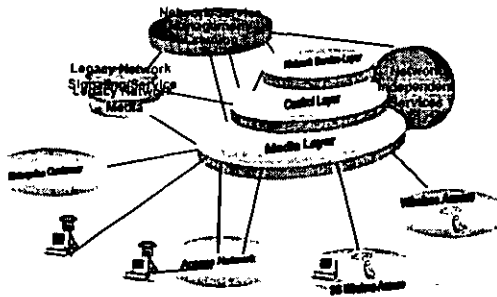
- Aislar control, servicios, transporte
- Interoperabilidad con la red telefónica existente
- Múltiples tecnologías de datos (ATM and IP)
- Basado en estándares

El modelo de Red del Futuro Componentes

- Service Execution Node (SEN)
- Data Base Server (DBS)
- Signaling Gateway (SGW)
- Media Gateway Controller (MGC)
- Routing Controller (RC)
- Media Switch (MSW)
- Core Switch (CSW)
- Trunking Gateway (TGW)
- Data Gateway (DGW)
- Access Gateway (AGW)
- Wireless Gateway (WGW)



Vista del Modelo de red del Futuro de Alcatel



- ▼ Alcatel soporta totalmente este modelo.
- ▼ La pregunta importante es:
 - ¿Cómo puede éste modelo ser implementado en realidad?



¿Significativa reutilización de lo ya instalado y servicios y productos disponibles?

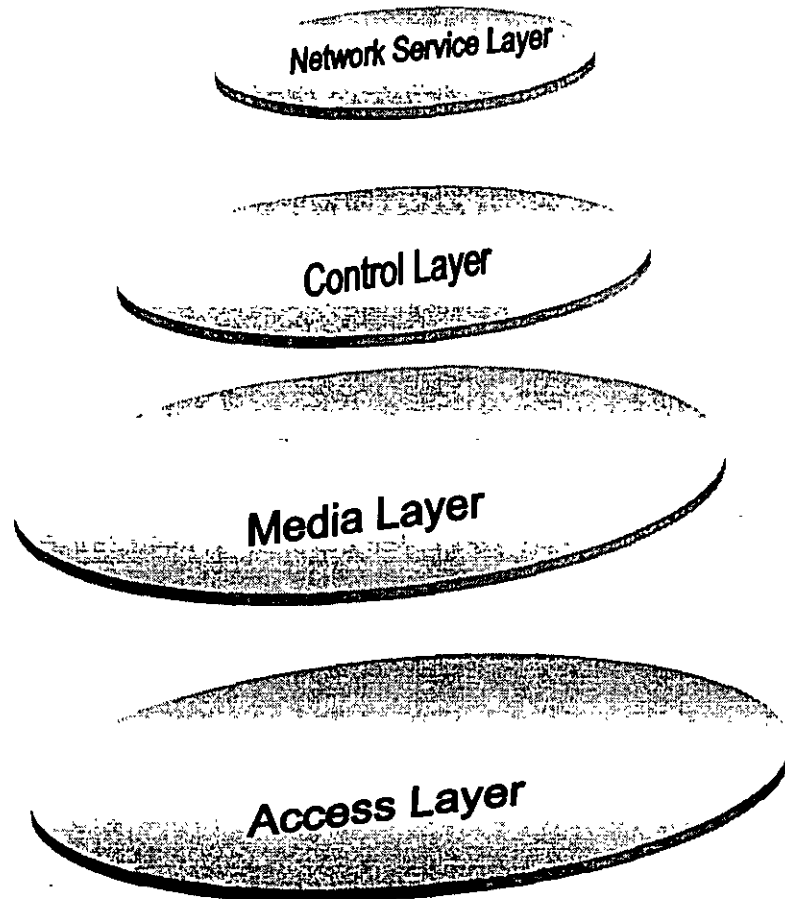


¿Iniciando desde "scratch"?

- ▼ Alcatel puede soportar todos los niveles de este modelo, basándose en:
 - Reutilización de productos y servicios existentes
 - Adición de nuevas tecnologías y servicios
 - Manteniendo la calidad de clase de carrier



Soluciones Alcatel para los Diferentes Niveles de red



Alcatel 1400 - intelligent network
Alcatel 145x - service creation environment
Alcatel 13xx - TMN
Alcatel 1135 SMC - service management center

Alcatel 1000 CS - call server

Alcatel 1000 S12 - multi-service switch
Alcatel 1000 BBX - core router
Alcatel 1100 LSS - switch routers (Xylan)
Alcatel Powerrail - routing switch (Packet Engines)
Alcatel 1131 RAN/DANA

Alcatel 1540 MSAN/GA
Alcatel 1570 BB - hybrid fiber coax
Alcatel 9800 - fixed wireless access
Alcatel 9700 - satellite access

... and many more



Criterios para la Evolución a la Red del Futuro

▼ Servicios sin Unión (Seamless)

- Independientes del medio de transporte (cobre, fibra, radio, ...)
- Independientes de la localización (en casa, en el trabajo, en el camino)
 - ➔ El mismo portafolio de servicios de VOZ
 - ➔ Innovativa convergencia de servicios

Ejemplo de una consecuencia:

Los servidores de voz para redes IP requerirán similares funciones/servicios como los implementados en nuestros días en los sistemas de conmutación de voz.

- ### ▼ Los usuarios de datos requerirán servicios similares a los conocidos ahora en las redes de voz (p.ej., servicios de red inteligente)

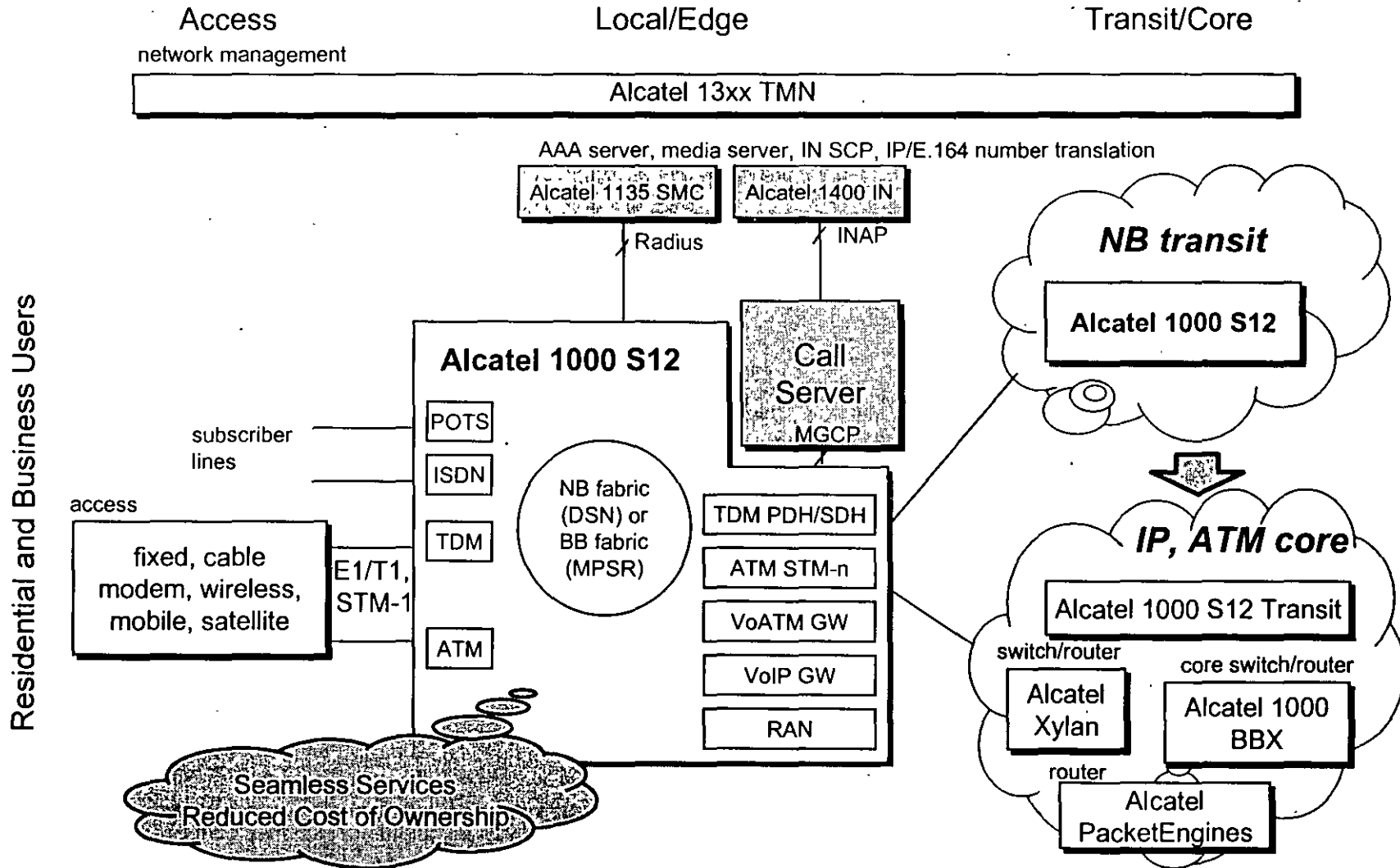


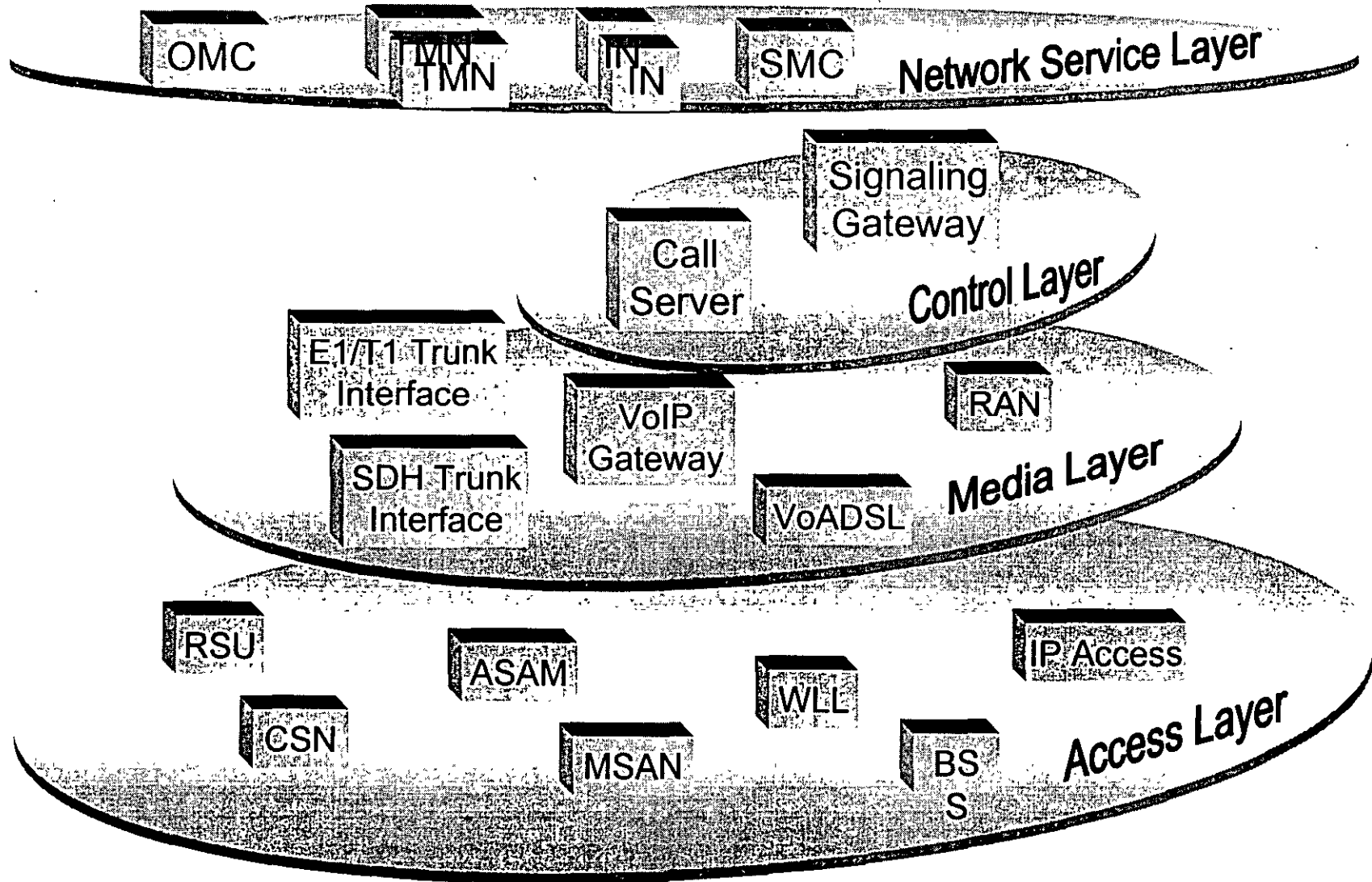
Criterios para la Evolución a la Red del Futuro

- ▼ Bajo costo de mantenimiento (COO):
 - Funciones integradas (en particular: gateway)
 - Interfaces estándar
 - Red general y administración de servicio

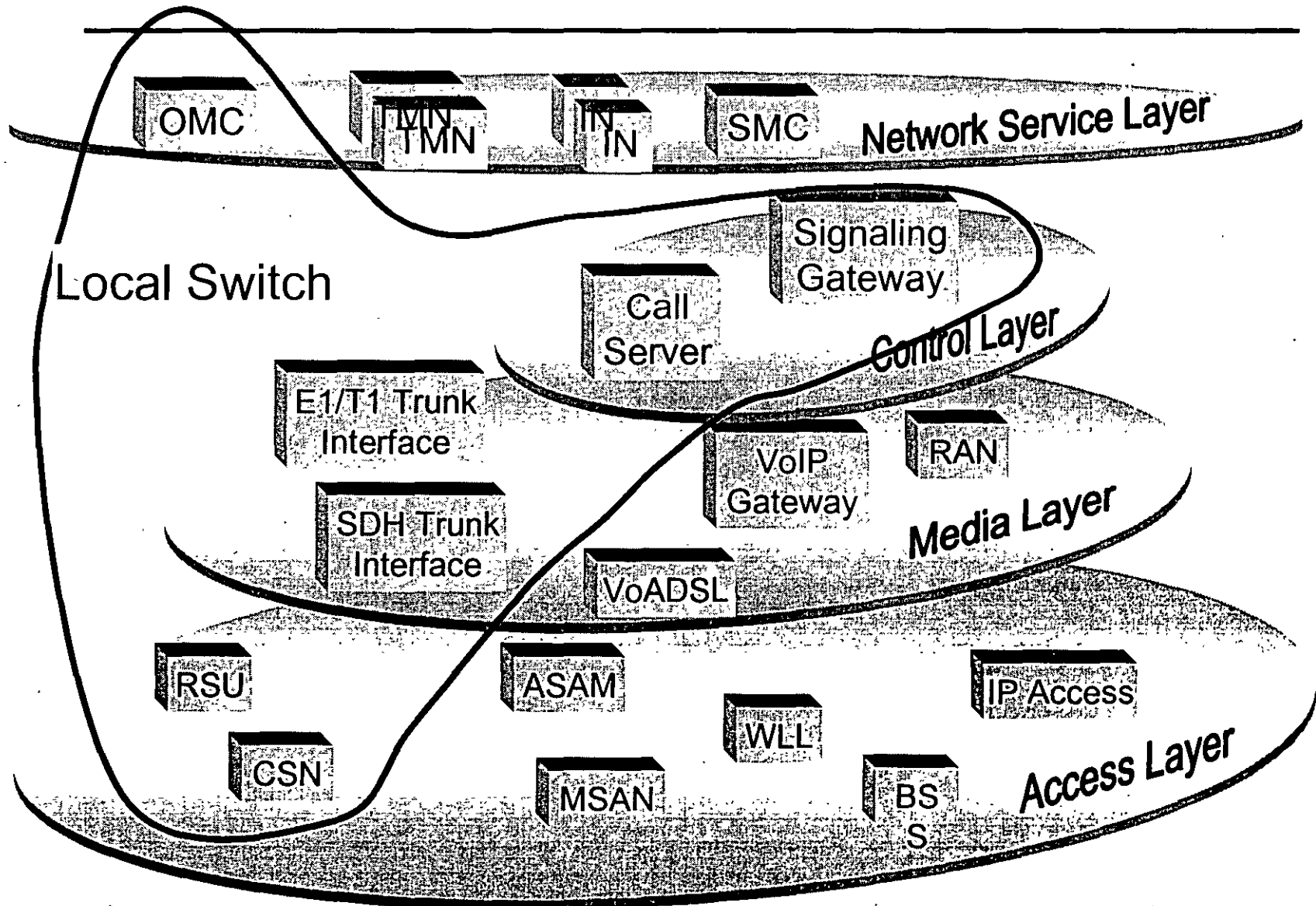


Alcatel 1000 S12 Vista a la Red en el 2000

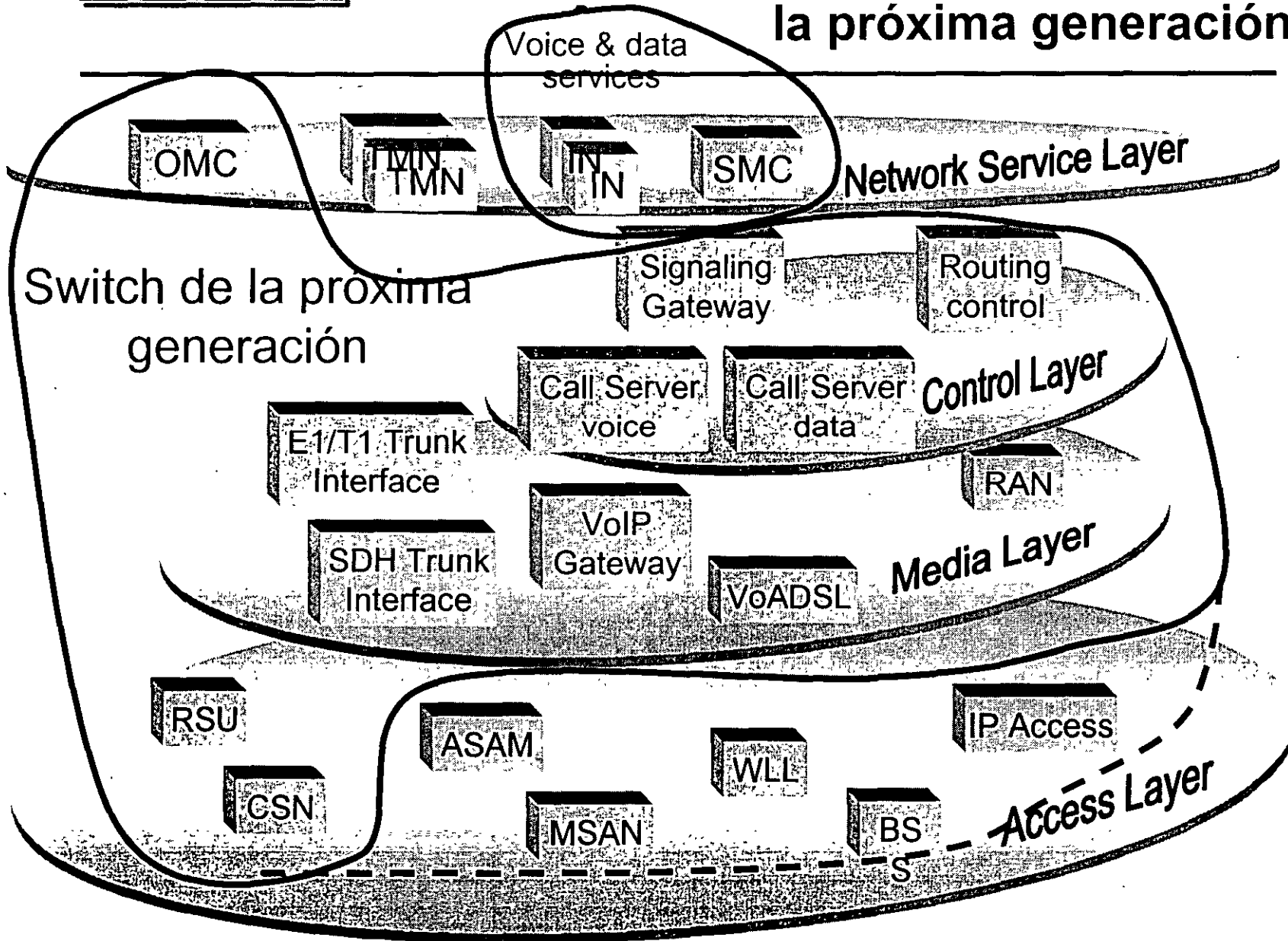


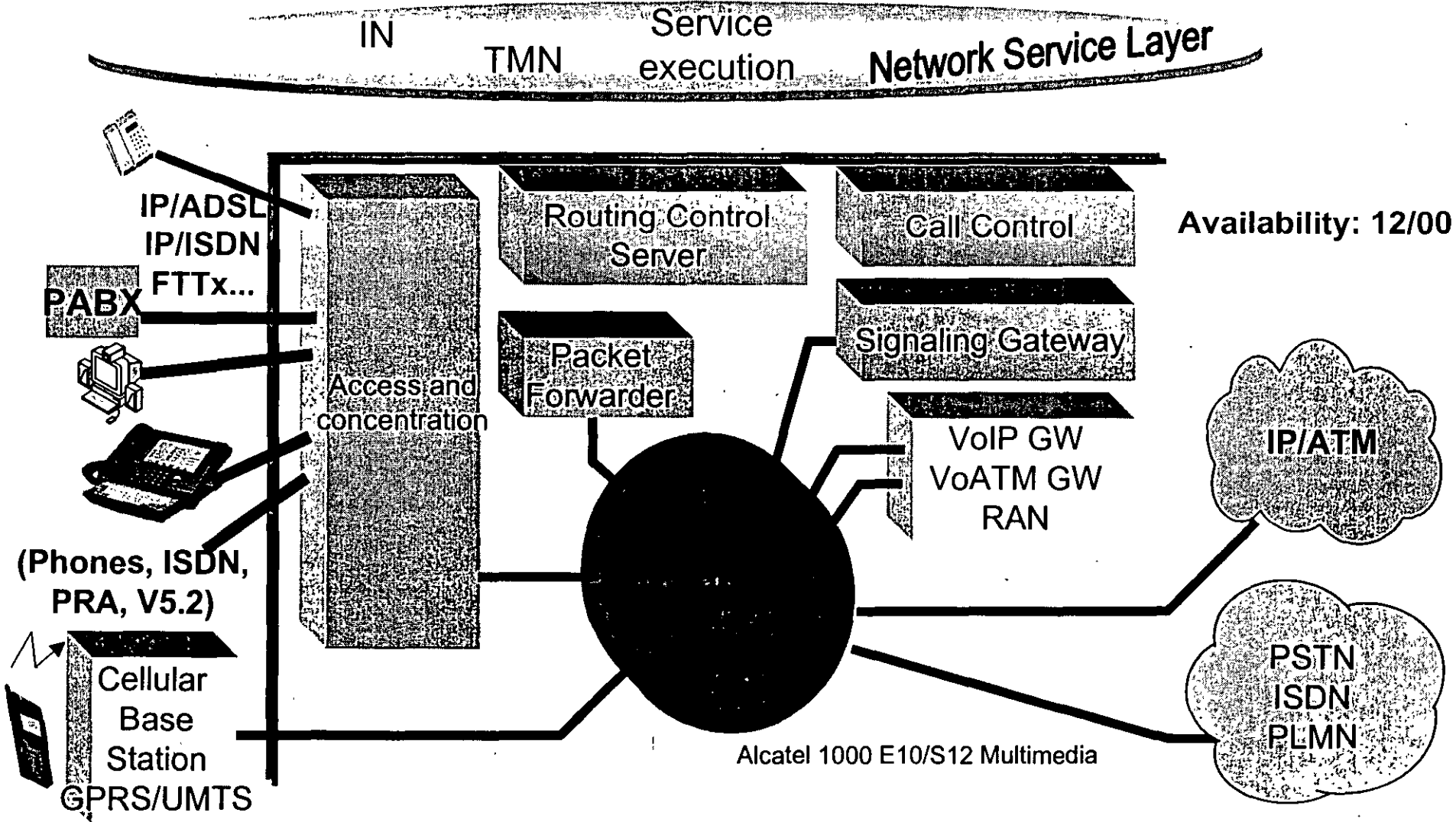


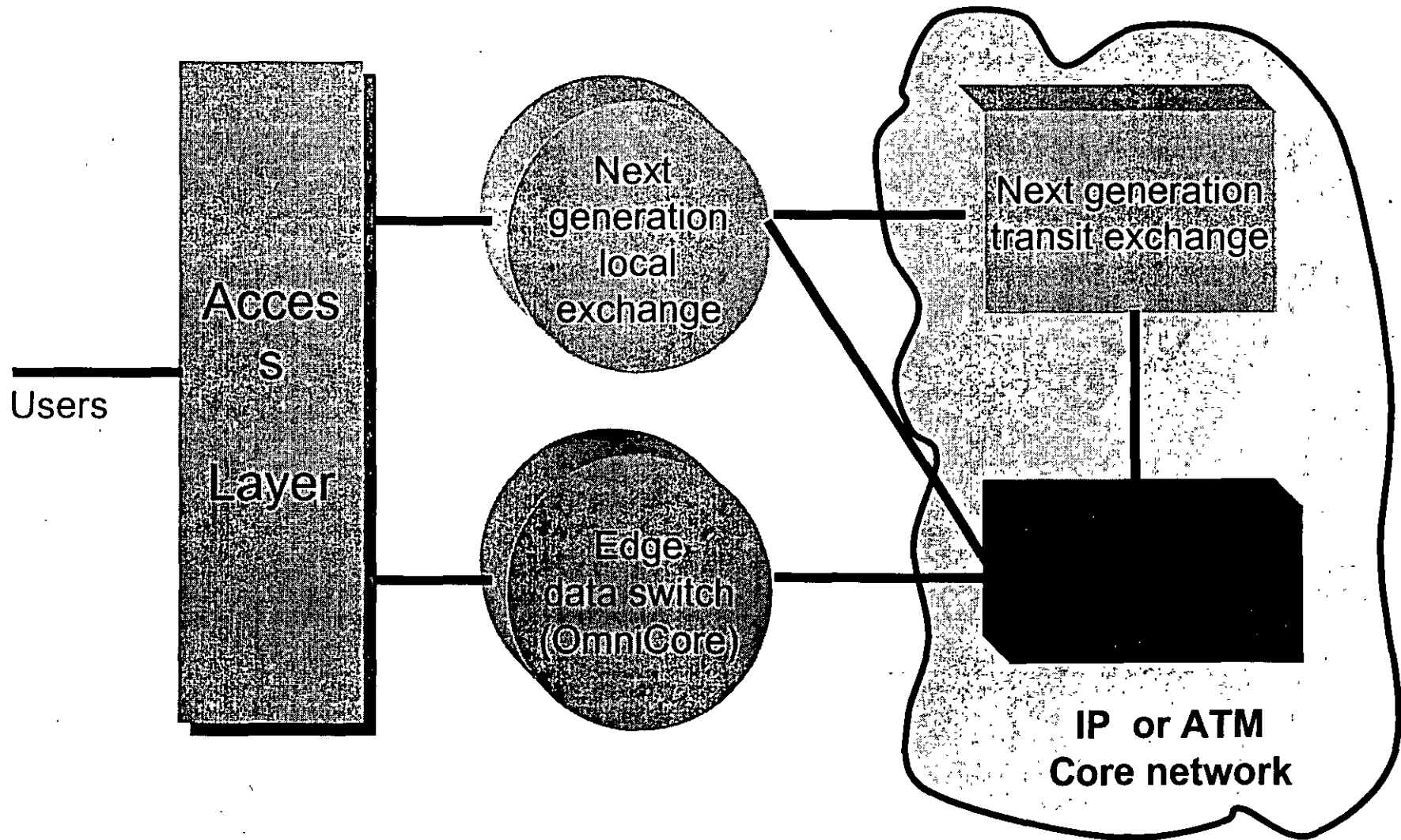
Red de Conmutación de Hoy



Integración alrededor del Switch de la próxima generación

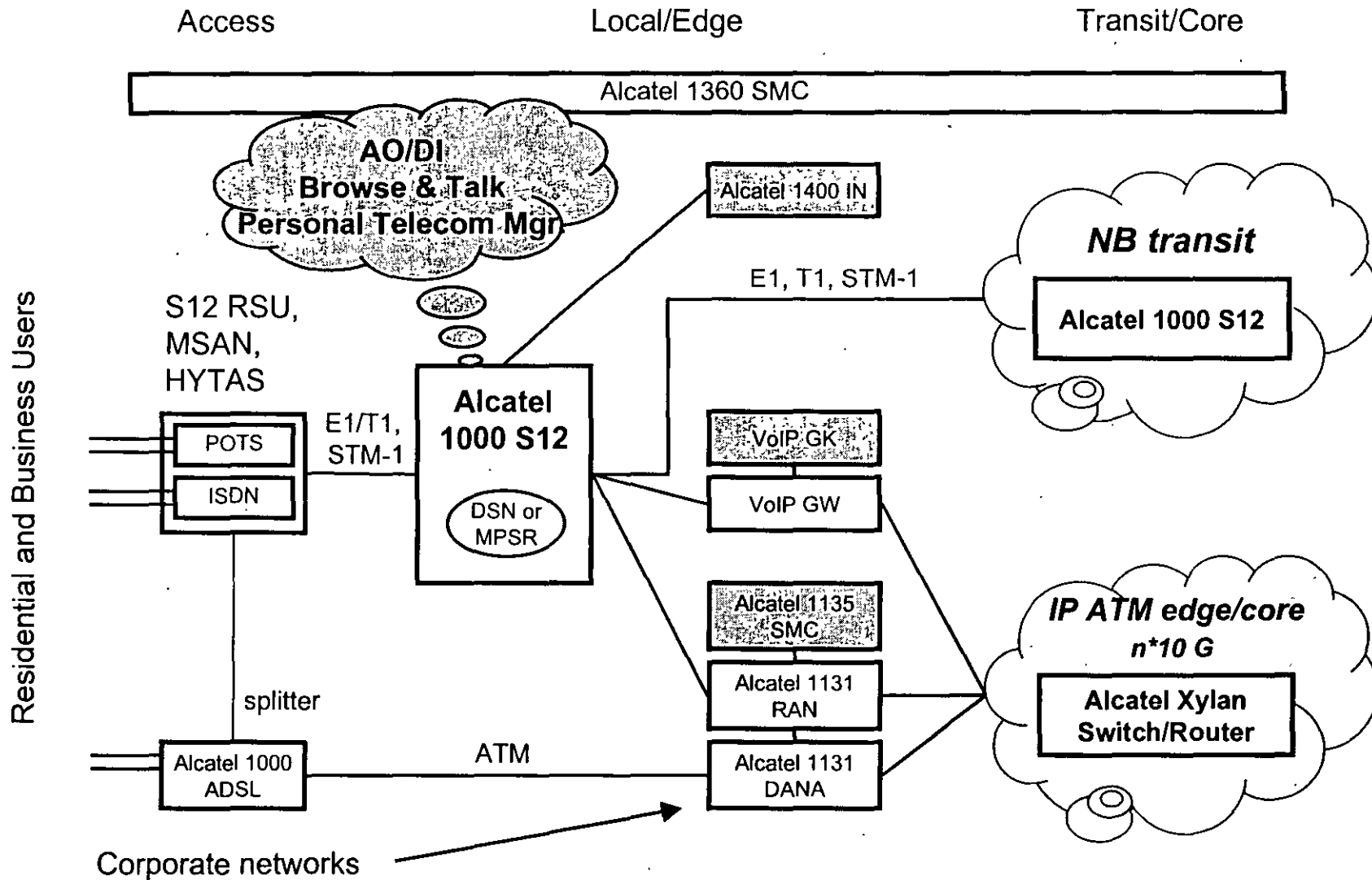




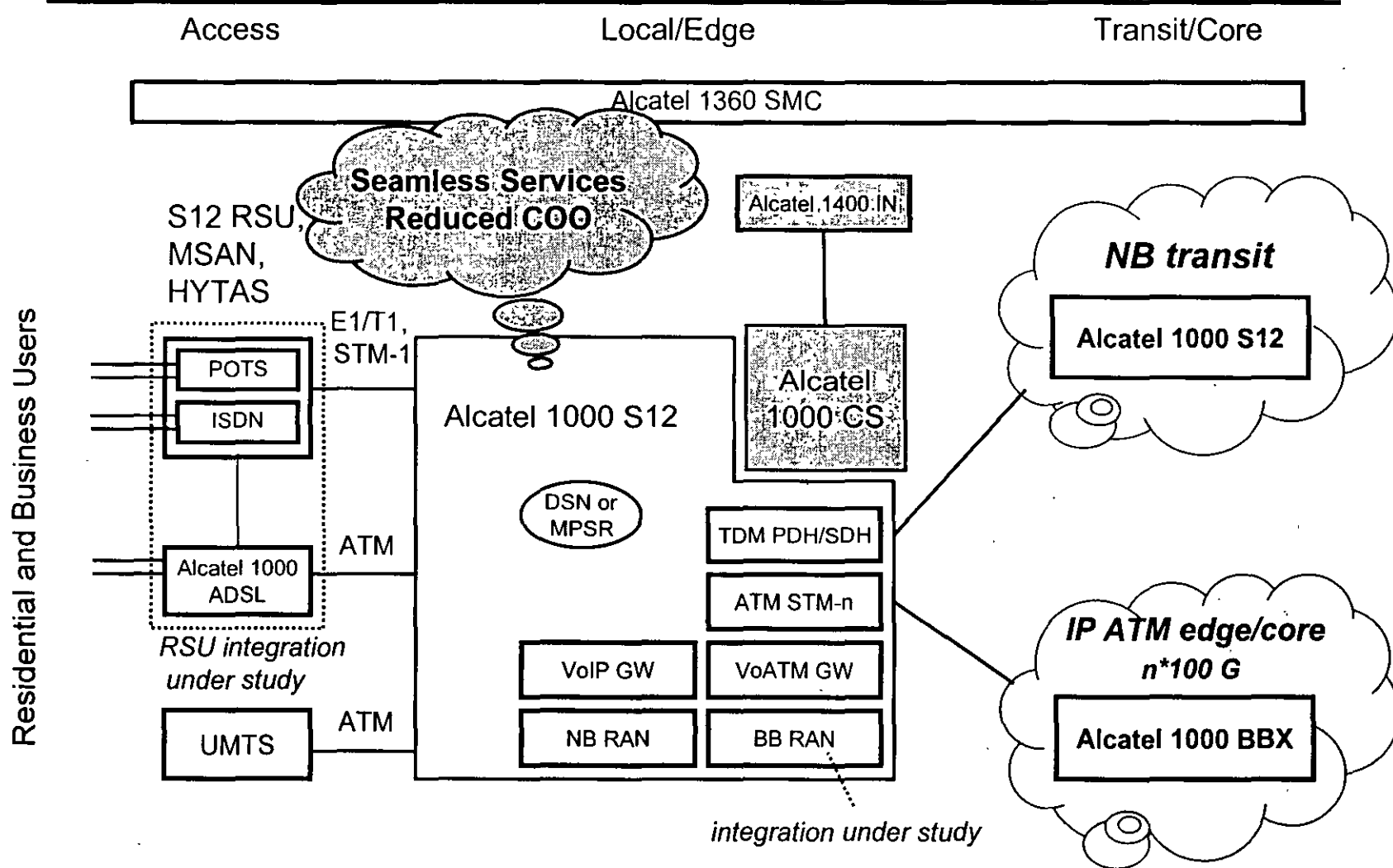




Vista de la Red 1999 para Usuarios Alcatel 1000 S12

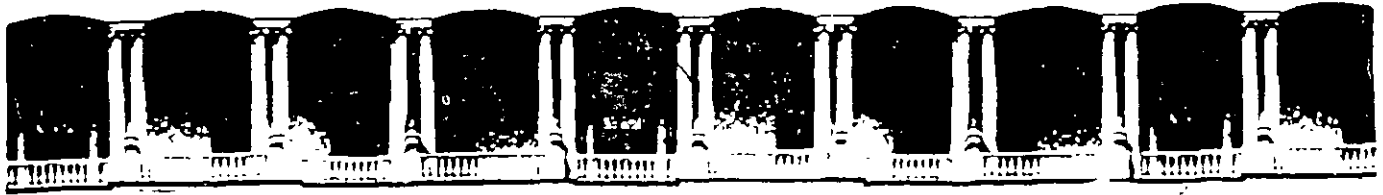


Vista de la Red 2000 para Alcatel 1000 S12





Conclusiones



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

CURSOS ABIERTOS

IX CURSO INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

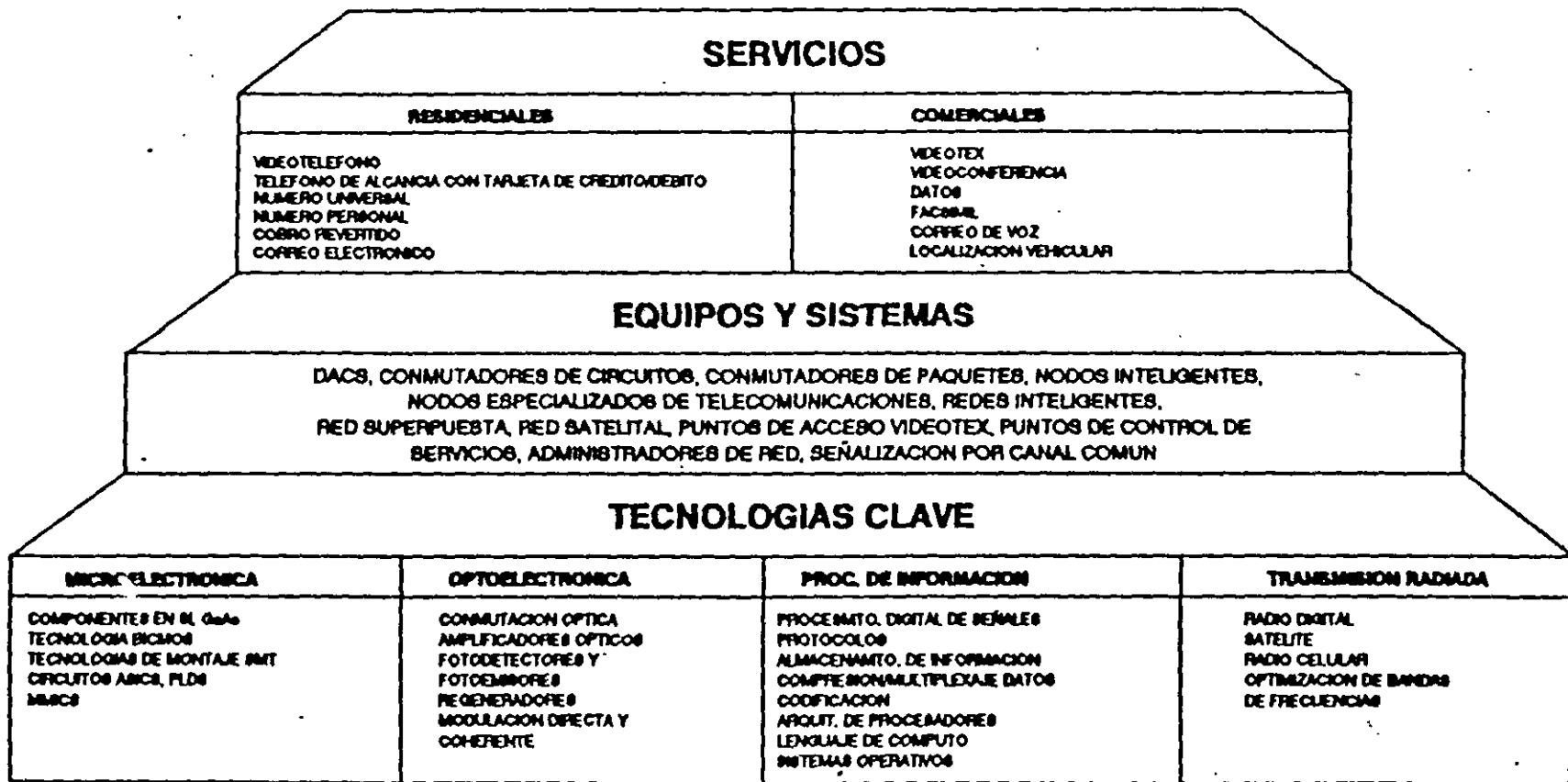
MÓDULO IV

**REDES DIGITALES:
"ACTUALIDAD Y PERSPECTIVA"**

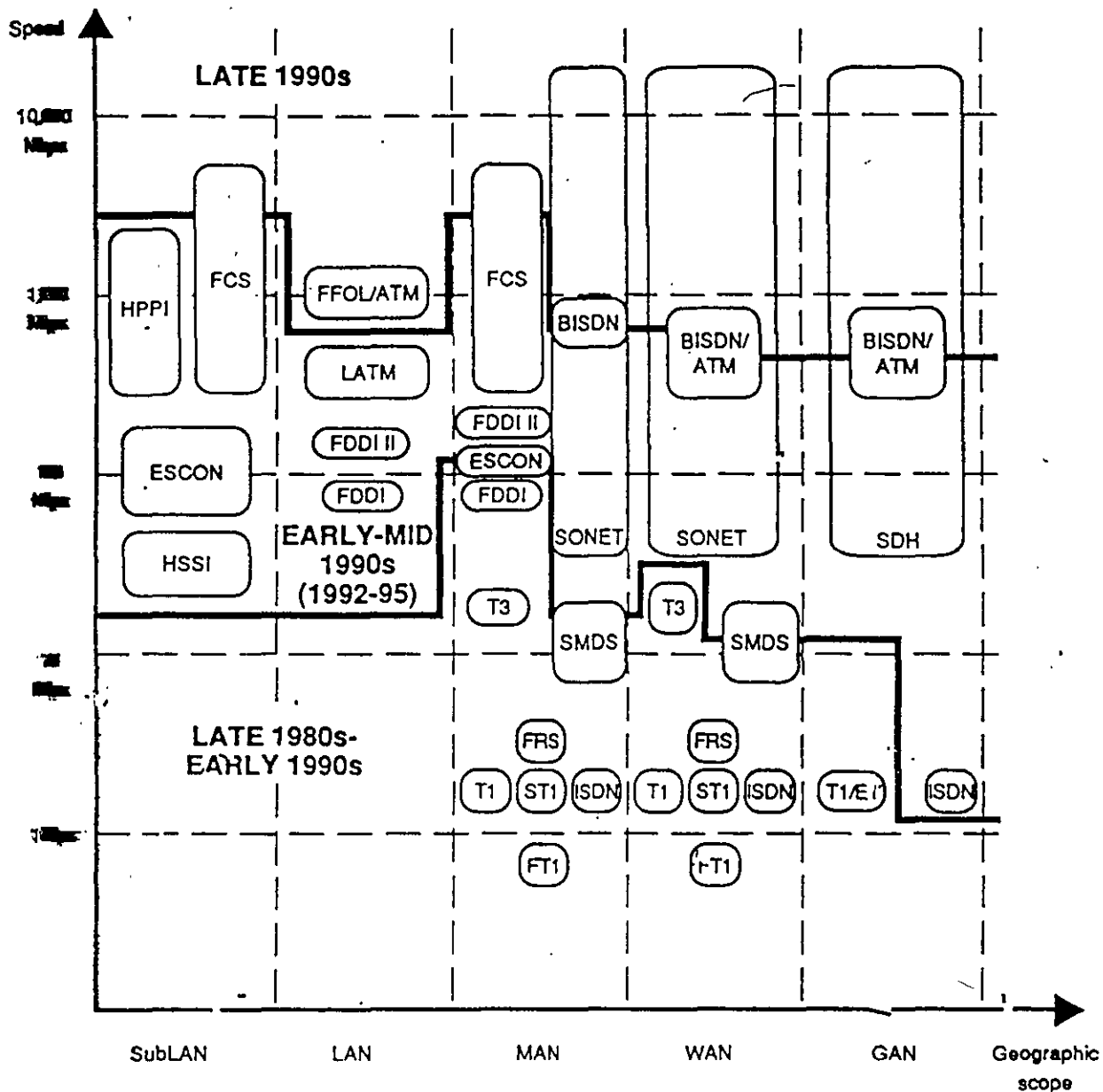
TEMA

**INTERRELACIÓN TECNOLÓGICAS CLAVE-EQUIPOS Y
SISTEMAS-SERVICIOS**

**PALACIO DE MINERÍA
MAYO 2000**



INTERRELACION TECNOLOGICAS CLAVE-EQUIPOS Y SISTEMAS-SERVICIOS



- ISDN: Integrated Services Digital Network
- BISDN: Broadband ISDN
- SONET: Synchronous Optical Network
- FCS: Fiber Channel Standard
- HPPI: High-Performance Parallel Interface
- FDDI: Fiber Distributed Data Interface
- SDH: Synchronous Digital Hierarchy
- LATM: Local ATM
- FT1: Fractional T1
- ST1: Switched T1
- ESCON: Enterprise Systems Connection
- SMDS: Switched Multi-Megabit Data Service
- FFOL: FDDI Follow-On LAN
- FRS: Frame Relay Service
- HSSI: High-Speed Serial Interface

Fig. 11 Broadband LAN/MAN digital technologies of the 1990s.

SERVICIOS PORTADORES

1) MODO CIRCUITO

- 64 kbps no restringido
- 64 kbps para transmisión de voz
- 64 kbps para audio a 3.1 KHz
- Uso alternado para voz / 64 kbps no restringido
- 384 kbps no restringido
- 1536 kbps no restringido
- 1920 kbps no restringido

2) MODO PAQUETE

- Llamada virtual y Circuito virtual permanente
- Sin conexión
- Señalización de usuario

SERVICIOS SUPLEMENTARIOS

- Marcación Directa Entrante (DDI)
- Presentación del número del usuario que llama (CLIP)
- No presentación del número del usuario que llama (CLIR)
- Presentación del número del usuario llamado (COLP)
- No presentación del número del usuario llamado (COLR)
- Identificación de llamadas maliciosas (MCI)
- Subdireccionamiento (SUB)
- Transferencia de llamadas (CT)
- Desvío de llamada en caso de número ocupado (CFB)
- Desvío de llamada en caso de no contesta (CFNR)
- Desvío incondicional de llamadas (CFU)
- Desvío de llamadas (CD)
- Búsqueda de línea (LH)
- Llamada en espera (CW)
- Retención de llamada (HOLD)
- Terminación de llamadas a números ocupados (CCBS)

SERVICIOS SUPLEMENTARIOS (CONT)

- Conferencia (CONF)
- Conferencia tripartita (3: TY)
- Grupo Cerrado de Usuarios (CUG)
- Plan de numeración privado (PNP)
- Llamada con tarjeta de crédito (cred)
- Envío de información de tarificación (AOC)
- Llamadas por cobrar (REV)
- Señalización Usuario a Usuario (UUS)

Layer 1 Frame Structure

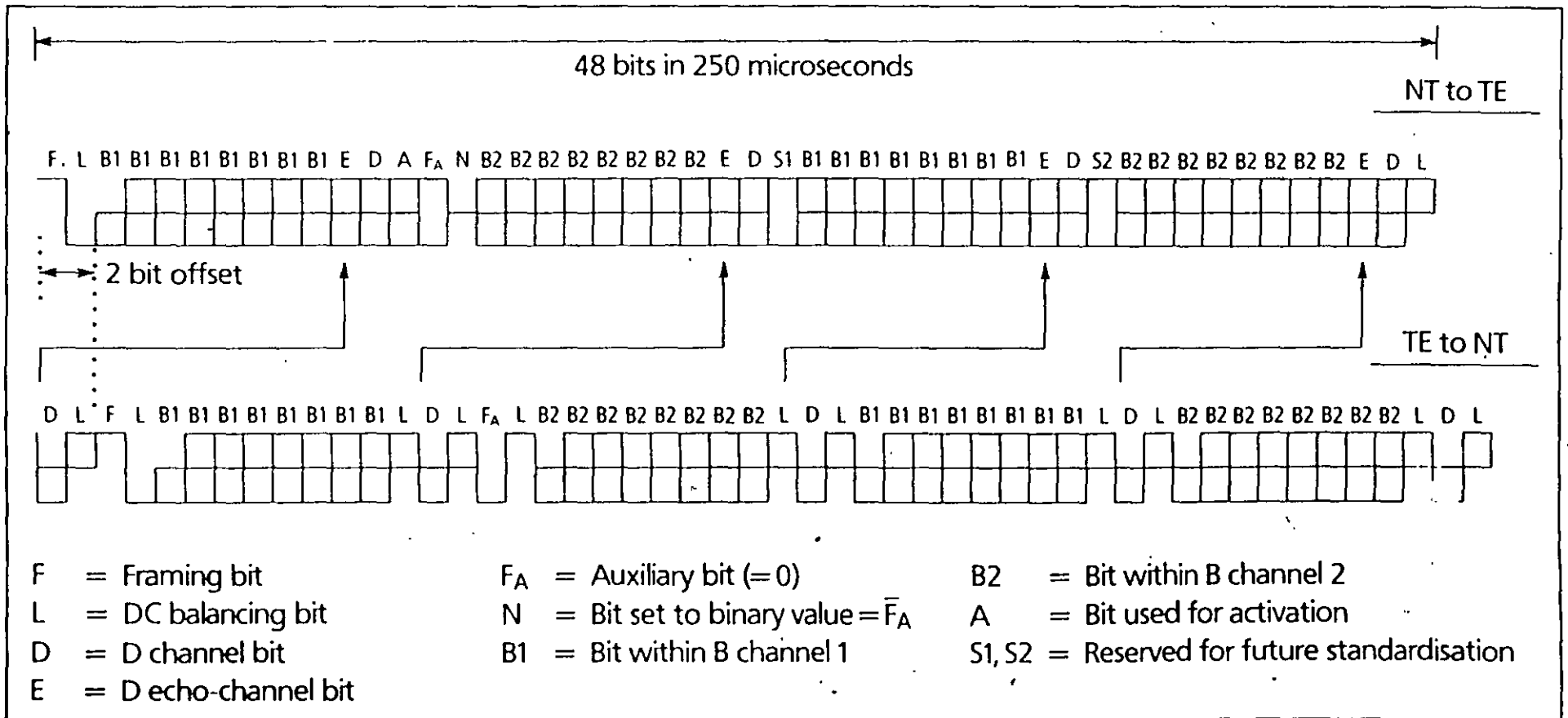
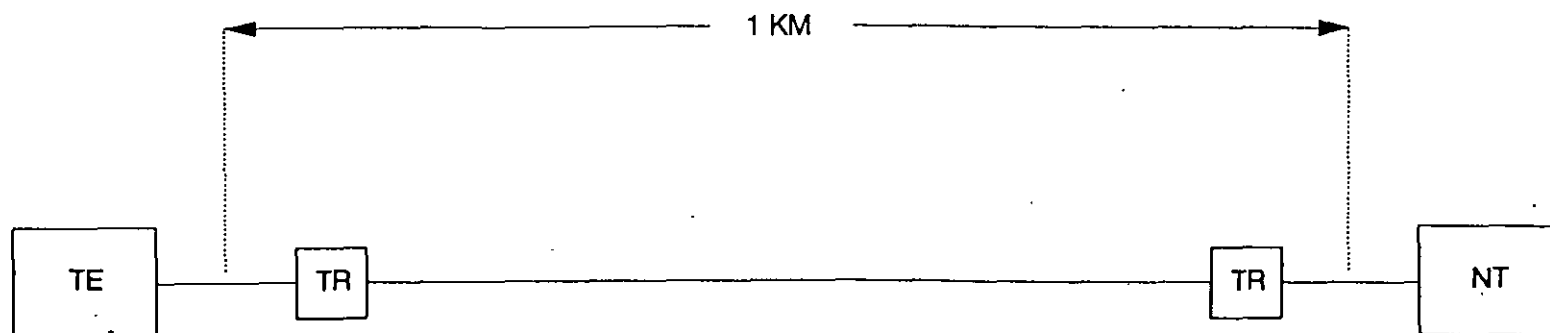


Fig. 5.3 Frame structure at the basic access.

CONFIGURACIÓN PUNTO A PUNTO

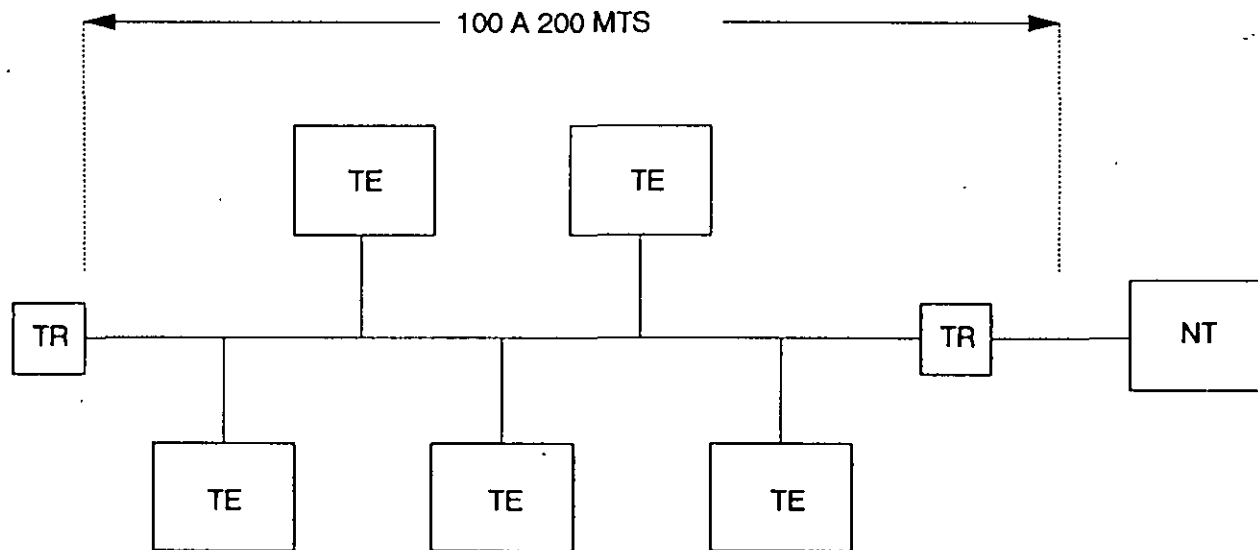


TE = Equipo Terminal

TR = Resistencia de Terminación (100 Ohms + 5%)

NT = Terminador de Red

CONFIGURACIÓN BUS PASIVO CORTO

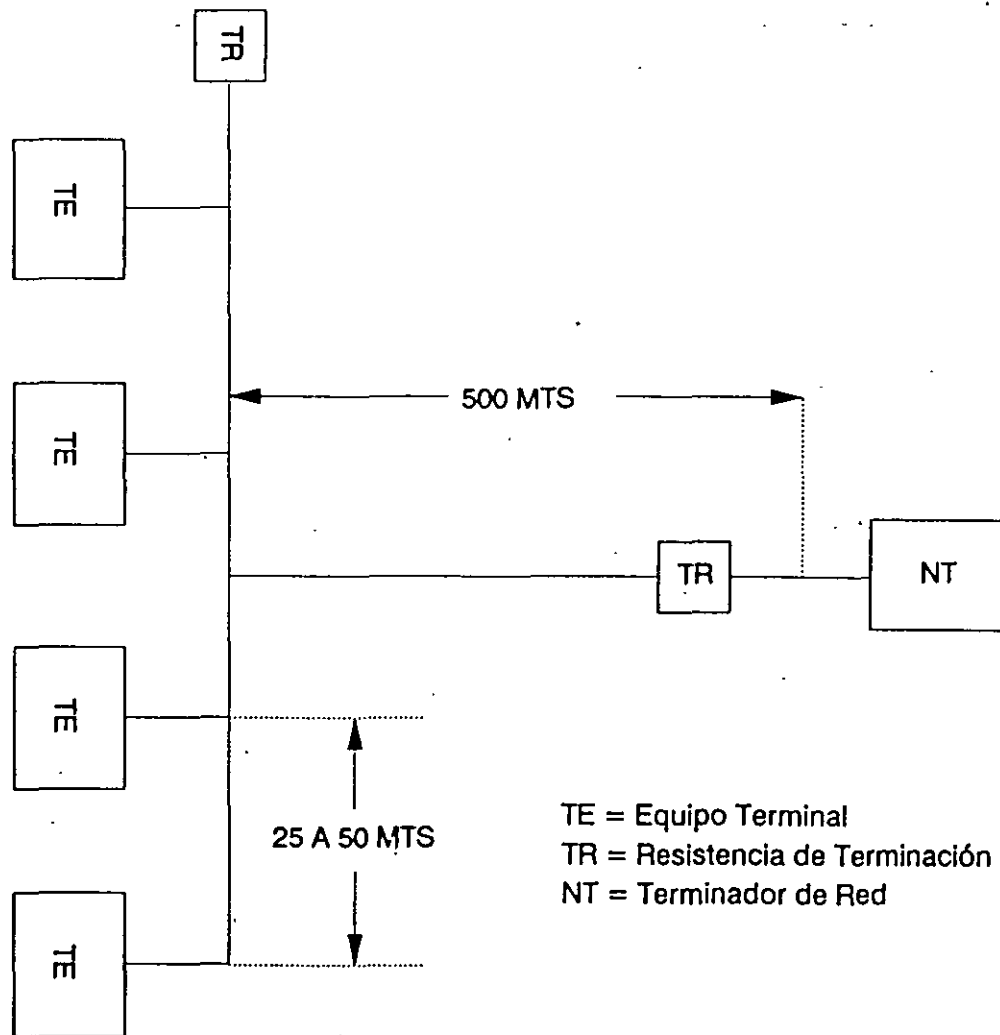


TE = Equipo Terminal

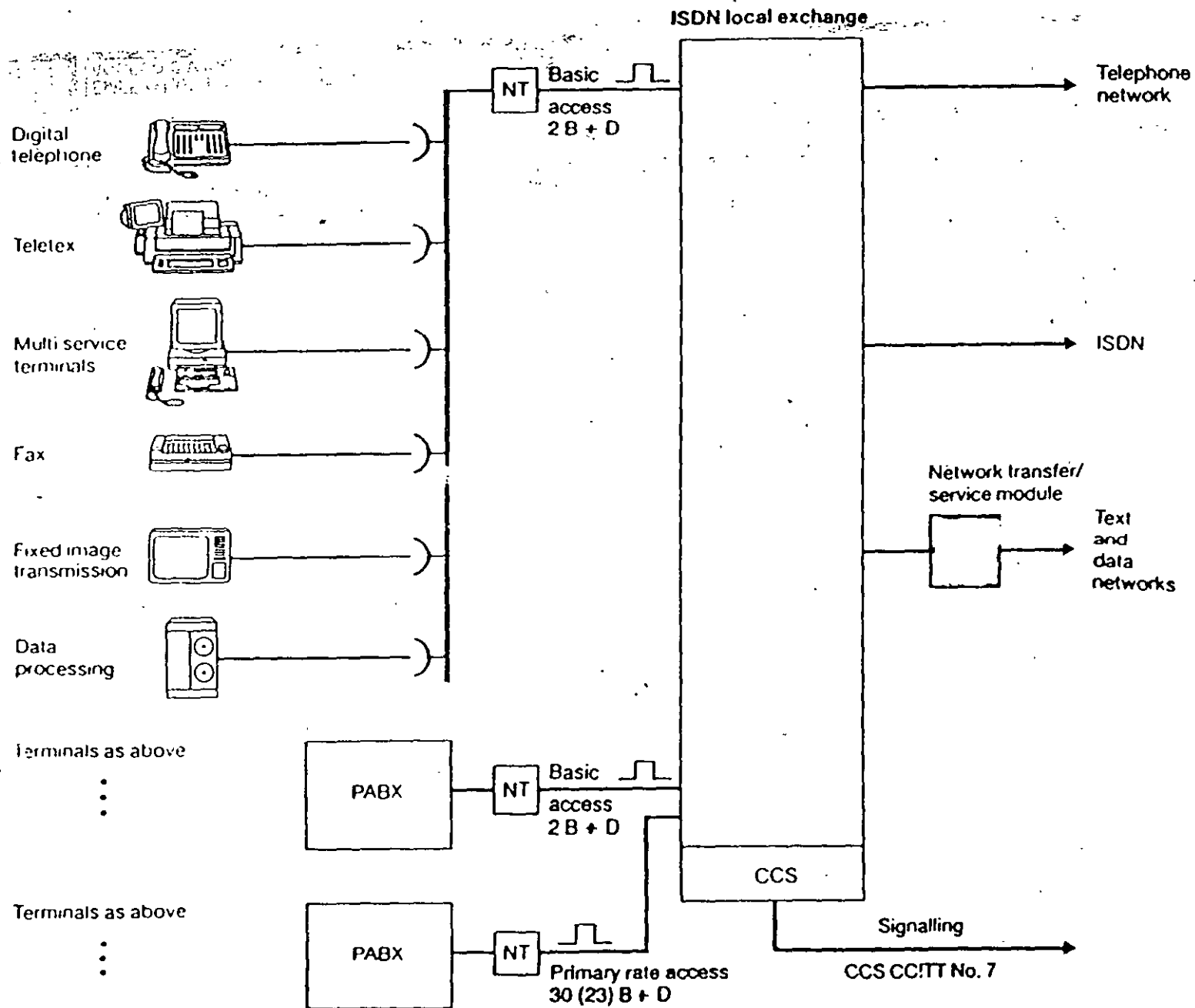
TR = Resistencia de Terminación (100 Ohms + 5%)

NT = Terminador de Red

CONFIGURACIÓN BUS PASIVO EXTENDIDO



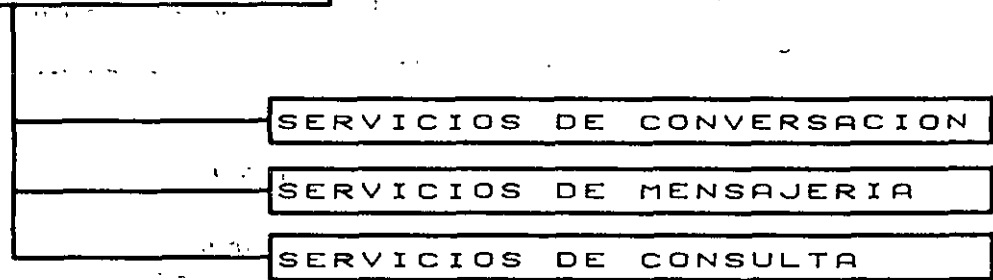
TE = Equipo Terminal
TR = Resistencia de Terminación (100 Ohms + 5%)
NT = Terminador de Red



RDSI EN EUROPA: ACTUALIZACION

PAIS	PRUEBAS	COMERCIALIZACION	CENTRAL
AUSTRIA	OPERACION PILOTO DE ACCESO BASICO Y PRIMARIO PARA ESTE AÑO	A PRINCIPIOS DE 1990	EWSD; DMS; MODIFICADO
BELGICA	LAS PRUEBAS SE INICIARON EN 1985-88, PRUEBA PILOTO DE ACCESO BASICO Y PRIMARIO PARA ESTE AÑO	1991 - 1992	S-12; EWSD
DINAMARCA	LA PRUEBA PILOTO SE INICIO EN 1987-88	A PRINCIPIO DE 1990; LAS TARIFAS YA HAN SIDO ANUNCIADAS	S-12; AXE
FINLANDIA	LAS PRUEBAS DE HELSINKI TELEPHONO CO. SE INICIARON EN 1986 ACCESO BASICO EN 87	COBERTURA DEL AREA METROPOLITANA PARA HELSINKI PARA MEDIADOS DE 1990 EL SERVICIO PILOTO PTT SE ESTA IMPLEMENTADO DE 1988-89 PARA SEGUIR CON SERVICIO COMERCIAL	DX-200; S-12; EWSD
HOLANDA	PRUEBA PILOTO DE ACCESO BASICO	LAS TARIFAS NO SE HAN DADO, PERO SE ESPERA QUE SEAN SIMILARES A LAS DE ALEMANIA	AXE; 5ESS/PRXD
NORUEGA	LA PRUEBA DE LA RED INTEGRADA EMPESO EN 1984; ACCESO PRIMARIO RDSI PUESTO A A PRUEBA A FINALES DE 1988	A FINALES DE 1989	S-12; AXE
ESPAÑA	PRUEBA PRE-RDSI EMPEZO EN 1980 Y SE OFRESIERON SERVICIOS CASI RDSI A USUARIOS COMERCIALES CON IBERCOM; PRUEBA DE ACCESO BASICO Y PRIMARIO	DESPUES DE 1989	AXE; 5ESS; S-12
SUECIA	LAS PRUEBAS DE CAMPO EMPEZARON EN 1986-1987; ACCESO BASICO Y PRIMARIO PILOTO EN 1988-89	1990	AXE
SUIZA	PRUEBA PILOTO DE ACCESO BASICO 1988-89	1991	EWSD; AXE
REINO UNIDO	PRUEBA PILOTO DE ACCESO DIGITAL INTEGRADO EN 1985; MULTILINEA 10A EN BLOQUES DE 30 X 64 KBPS DE 30x64 Kbps A FINALES DE OTOÑO; MERCURY LANZO EL SERVICIO DASS-2 DASADO EN CASI-RDSI A FINALES DEL AÑO PASADO	ACCESO BASICO EN 1989	SISTEMA X
FRANCIA	PRUEBA RENAN A MEDIADOS DE 1980	EL PRIMER SERVICIO COMERCIAL RDSI DE ACCESO BASICO A NIVEL MUNDIAL EMPEZO EN BRITANIA A FINALES DE 1987; EL SERVICIO FUE AMPLIADO AL AÑO SIGUIENTE; ACCESO ENTRE RDSI Y LA RED DE PAQUETES EN OPERACION TRANSPAC ACCESO PRIMARIO PLANEADO EN OTOÑO; DISPONIBILIDAD NACIONAL PROGRAMADA PARA FINALES DE 1990. LAS TARIFAS YA SE DIERON A CONOCER	E-10B; E-10MT; AXE ESTARIA EN UN FUTURO
ALEMANIA	PRUEBA DE ACCESO BASICO DURANTA 1984-85; SERVICIO PILOTO EN 1987	SE PROGRAMARON 100 CENTRALES PARA MEJORAR UN SERVICIO EN RDSI EN 1989; COBERTURA NACIONAL PARA 1993; EL OBJETIVO A LARGO PLAZO ES INTRODUCIR CONMUTACION POR PAQUETES EN LA RDSI; LAS TARIFAS YA SE DIERON A CONOCER	EWSD; S-12
ITALIA	EMPEZANDO LOS SERVICIOS DE ACCESO BASICO	1990-91; LAS TARIFAS YA SE DIERON A CONOCER	PROTEO/GTD-5;

SERVICIOS INTERACTIVOS



SERVICIOS DE DISTRIBUCION

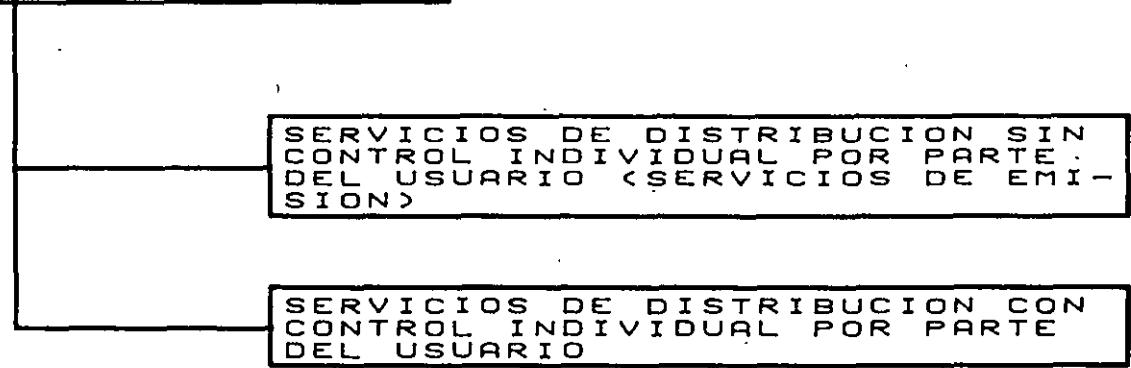


FIG. 2 CLASES DE SERVICIOS RDSI-BANCH [BISDN].

AB9A34

CLASES DE SERVICIOS	TIPO DE INFORMACION	EJEMPLOS DE SERVICIOS DE RDSI.	APLICACIONES	ALGUNOS ATRIBUTOS POSIBLES	CATEGORIA PROPUESTA	
					TELESERVICIOS	SERVICIOS PORTADORES
SERVICIOS DE DISTRIBUCION SIN CONTROL INDIVIDUAL POR PARTE DEL USUARIO.	VIDEO	SERV. DE DISTRIB. DE TV DE CALIDAD (PAL,NTSC,SECAM)	DISTRIBUCION DE PROGRAMAS DE TV	- DEMANDA (SELECCION)/ PERMANEN. - DIFUSION - BIDIREC. ASIMET./UNIDIRECCIONAL	X	
		SERV. DE DISTRIB. DE TV DE CALIDAD MEJORADA. -DISTRIB. DE TV DE ALTA DEFINICION HDTV -TV DE ALTA CALIDAD HDTV	DISTRIBUCION DE PROGRAMAS DE TV	- DEMANDA (SELECCION)/ PERMANEN. - DIFUSION - BIDIREC. ASIMET./UNIDIRECCIONAL	X	
		TV DE PAGA (PAGO POR VER,PAGO POR CANAL)	DISTRIBUCION DE PROGRAMAS DE TV	- DEMANDA (SELECCION)/ PERMANEN. - DIFUSION - BIDIREC. ASIMET./UNIDIRECCIONAL	X	
	TEXTOS, GRAFICAS, IMAGENES FIJAS	SERVICIO DE DISTRIBUCION DE DOCUMENTOS.	PERIODICO ELECTRONICO, EDICION ELECTRONICA.	- DEMANDA (SELECCION)/PERMANENTE - DIFUSION/MULTIPUNTO - BIDIR. ASIM./UNIDIRECCIONAL	X	
	DATOS	SERV. DE DIST. DE INF. DIGITAL A ALTA VELOC. SIN RESTRICCIONES.	DISTRIBUCION DE DATOS SIN RESTRICCIONES	- PERMANENTE - DIFUSION - UNIDIRECCIONAL		X
	PELICULAS	SERV. DE DISTRIB. DE INF. DE VIDEO.	DISTRIBUCION DE SEÑALES DE VIDEO/AUDIO	- PERMANENTE - DIFUSION - UNIDIRECCIONAL		X
SERVICIOS DE DISTRIBUCION CON CONTROL INDIVIDUAL POR PARTE DEL USUARIO.	TEXTOS, GRAFICAS, SONIDO, IMAGENES FIJAS	DIFUSION DE VIDEO-TEX DE CANAL COMPLETO.	- CAPACITACION Y EDUCACION A DISTANCIA - PUBLICIDAD - CONSULTA DE NOTICIAS - TELESOFTWARE	- PERMANENTE - DIFUSION - UNIDIRECCIONAL	X	

AD7A41

TABLA 4B.3: POSIBLES SERVICIOS EN LA RDSI DE BANDA ANCHA (CONTINUACION)

CLASES DE SERVICIOS	TIPO DE INFORMACION	EJEMPLOS DE SERVICIOS DE RDSI.	APLICACIONES	ALGUNOS ATRIBUTOS POSIBLES	CATEGORIA	
					TELESERVICIOS	SERVICIOS PORTADORES
CONVERSACION	DATOS	TELEACCION A ALTA VELOCIDAD.	- CONTROL DE TIEMPO REAL - TELEMETRIA - ALARMAS		X	X
	DOCUMENTOS	TELEFAX A ALTA VELOCIDAD.	TRANSFERENCIA DE TEXTOS, IMAGENES, DIBUJOS, ETC. DE USUARIO A USUARIO	- DEMANDA - PUNTO A PUNTO/MULTIPUNTO - BIDIR. SIMET./BIDIR. ASIMET.	X	
		SERVICIO DE COMUNICACION DE DOCUMENTOS.	TRANSFERENCIA DE DOCUMENTOS VARIADOS DE USUARIO A USUARIO	- DEMANDA - PUNTO A PUNTO/MULTIPUNTO - BIDIR. SIMET./BIDIR. ASIMET.	X	
MENSAJERIA	IMAGENES EN MOVIMIENTO (VIDEO) Y SONIDO.	SERVICIO DE CORREO DE VIDEO.	SERVICIO DE BUZON ELECTRONICO PARA LA TRANSFERENCIA DE IMAGENES EN MOVIMIENTO ACOMPAÑADAS DE SONIDO.	- DEMANDA - PUNTO A PUNTO/MULTIPUNTO - BIDIR. ASIM./UNID.(EN ESTUDIO)	X	
	DOCUMENTOS	SERVICIOS DE CORREO DE DOCUMENTOS	SERVICIO DE BUZON ELECTRONICO PARA DOCUMENTOS VARIADOS.	- DEMANDA - PUNTO A PUNTO/MULTIPUNTO - BIDIR. ASIM./UNID.(EN ESTUDIO)	X	
CONSULTA	TEXTOS, GRAFICAS, DATOS, SONIDO, IMAGENES FIJAS, IMAGENES EN MOVIMIENTO.	VIDEOTEX DE BANDA ANCHA.	- VIDEOTEX INCLUYENDO IMAGENES EN MOVIMIENTO - EDUCACION Y CAPACITACION A DISTANCIA - TELESOFTWARE - PUBLICIDAD - TELEVENTAS - CONSULTAS DE NOTICIAS	- DEMANDA - PUNTO A PUNTO - BIDIRECCIONAL ASIMETRICA	X	
		SERVICIO DE CONSULTA EN VIDEO	- PROPOSITO DE ENTRETENIMIENTO - EDUCACION Y CAPACITACION A DISTANCIA	- DEMANDA / RESERVADA - PUNTO A PUNTO / MULTIPUNTO - BIDIRECCIONAL ASIMETRICA	X	
		SERVICIO DE CONSULTA DE IMAGEN DE ALTA RESOLUCION	- PROPOSITO DE ENTRETENIMIENTO - EDUCACION Y CAPACITACION A DISTANCIA	- DEMANDA / RESERVADA - PUNTO A PUNTO - BIDIRECCIONAL ASIMETRICA	X	
		SERVICIO DE CONSULTA DE DOCUMENTOS	CONSULTA DE "DOCUMENTOS VARIADOS" DE CENTROS DE INFORMACION, ARCHIVOS, ETC.	- DEMANDA - PUNTO A PUNTO - BIDIRECCIONAL ASIMETRICA	X	

TABLA 4B.2: POSIBLES SERVICIOS EN LA RDSI DE BANDA ANCHA (CONTINUACION)

1075040

CLASES DE SERVICIOS	TIPO DE INFORMACION	EJEMPLOS DE SERVICIOS DE RDSI.	APLICACIONES	ALGUNOS ATRIBUTOS POSIBLES	CATEGORIA	PROPUESTA
					TELESERVICIOS	SERVICIOS PORTADORES
CONVERSION	IMAGENES EN MOVIMIENTO (VIDEO) Y SONIDO	VIDEOTELEFONIA, VIDEOCONFERENCIA DE PUNTO A PUNTO.	COMUNICACION PARA LA TRANSFERENCIA DE VOZ (SONIDO), IMAGENES EN MOVIMIENTO, EXPLORACION DE IMAGENES FIJAS Y DE DOCUMENTOS ENTRE 2 LOCALIDADES (PERSONA A PERSONA, PERSONA A GRUPO, GRUPO A GRUPO)	- DEMANDA/RESERVA/PERMANENTE. - PUNTO A PUNTO. - BIDIRECCIONAL SIMETRICO/BIDIRECCIONAL ASIMETRICO. (LA TRANSFERENCIA DE INFORMACION ESTA EN ESTUDIO).	X	
		VIDEOCONFERENCIA-MULTIPUNTO.	COMUNICACION MULTIPUNTO PARA LA TRANSFERENCIA DE VOZ (SONIDO), IMAGENES EN MOVIMIENTO Y EXPLORACION EN VIDEO DE IMAGENES FIJAS Y DOCUMENTOS ENTRE MAS DE 2 LOCALIDADES (PERSONA A PERSONA, PERSONA A GRUPO, GRUPO A GRUPO)	- DEMANDA/RESERVA/PERMANENTE. - MULTIPUNTO. - BIDIRECCIONAL SIMETRICO/BIDIRECCIONAL ASIMETRICO.	X	
		VIDEOVIGILANCIA	- VIGILANCIA EN EDIFICIOS. - MONITOREO DE TRANSITO.	- DEMANDA/RESERVA/PERMANENTE. - PUNTO A PUNTO/MULTIPUNTO. - BIDIRECCIONAL ASIMETRICO/UNIDIRECCIONAL.	X	
		INFORMACION DE VIDEO/AUDIO, SERVICIO DE TRANSMISION	- TRANSFERENCIA DE SEÑAL DE T.V. - DIALOGO VIDEO/AUDIO.	- DEMANDA/RESERVA/PERMANENTE. - PUNTO A PUNTO/MULTIPUNTO. - BIDIRECCIONAL SIMETRICO/BIDIRECCIONAL ASIMETRICO.		X
	DATOS	SERVICIO DE TRANSMISION DE INFORMACION DIGITAL A ALTA VELOCIDAD SIN RESTRICCIONES.	TRANSFERENCIA DE DATOS A ALTA VELOCIDAD. + INTERCONEXION DE LANES + INTERCONEXION DE COMPUTADORA A COMPUTADORA TRANSFERENCIA DE VIDEO Y OTROS TIPOS DE INFORMACION TRANSFERENCIA DE IMAGEN FIJA.	- DEMANDA/RESERVA/PERMANENTE - PUNTO A PUNTO/MULTIPUNTO - BIDIRECCIONAL SIMETRICA/BIDIRECCIONAL ASIMETRICA.		X
		SERVICIO DE TRANSFERENCIA DE ARCHIVOS DE ALTO VOLUMEN.	- TRANSFERENCIA DE ARCHIVOS DE DATOS	- DEMANDA - PUNTO A PUNTO/MULTIPUNTO - BIDIRECCIONAL SIMETRICA/BIDIRECCIONAL ASIMETRICA.	X	

TABLA 4B.1: POSIBLES SERVICIOS EN LA RDSI DE BANDA ANCHA (BISDN).

28907