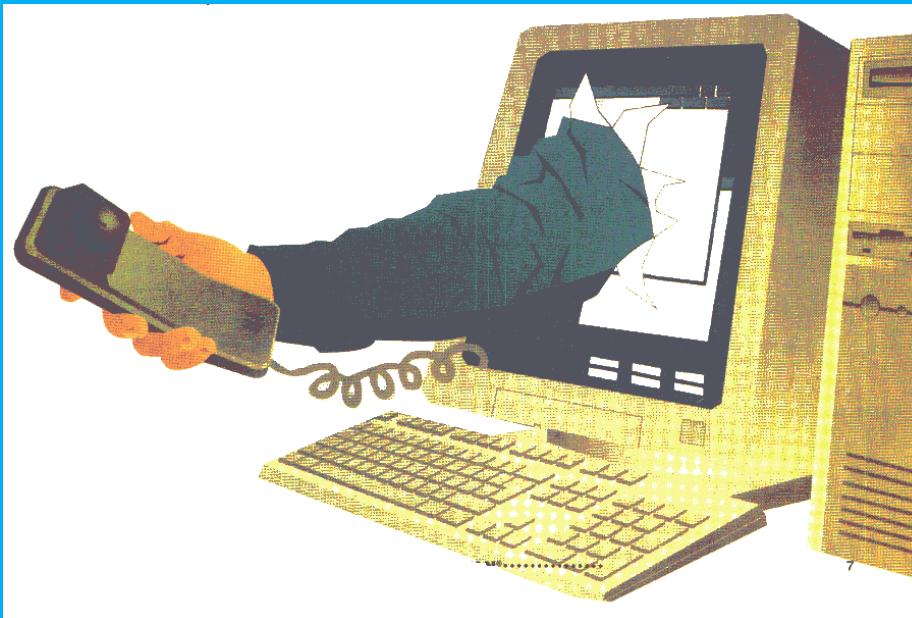


COMUNICACIONES



**TECNOLOGÍAS PARA EL TRANSPORTE DE
SEÑALES**

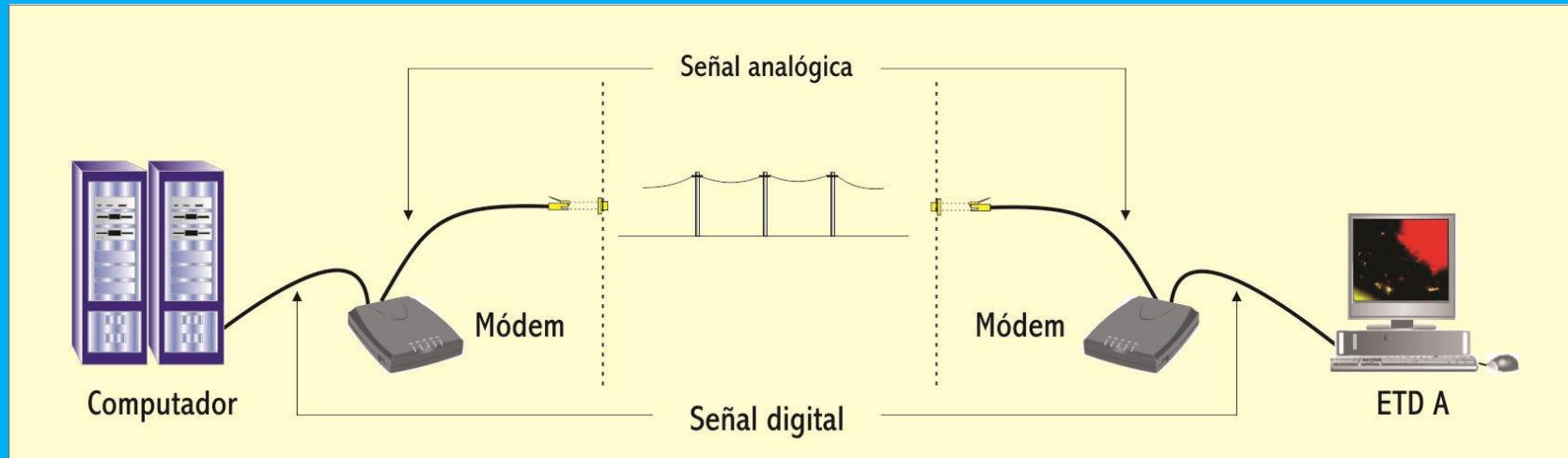
MÓDEMS

- SON ETCD. ADAPTAN LAS SEÑALES PARA QUE PUEDAN SER TRANSMITIDAS POR LOS MEDIOS DE COMUNICACIONES.
- USO DE A PARES. OPERAN EN EL NIVEL DE ENLACE DEL MODELO OSI.
- CLASIFICACIÓN:
 - MÓDEM DE RANGO VOCAL
 - MÓDEM BANDA BASE
 - MÓDEM X-DSL
 - CABLE MÓDEM
 - EQUIPOS EXCITADORES DE LÍNEA O DRIVER

FUNCIONES DE LOS MÓDEMS

- PRINCIPALES
 - MODULACIÓN
 - CODIFICACIÓN
- COMPLEMENTARIAS
 - CONTROL DE FLUJO DE DATOS
 - SEÑALIZACIÓN
 - ECUALIZACIÓN DEL CANAL
 - PROTECCIÓN CONTRA SOBRE TENSIONES
- ESPECIALES
 - DISCADO Y RECEPCIÓN AUTOMÁTICA DE LLAMADAS
 - ALMACENAMIENTO Y PROCESAMIENTO DE LA INFO
 - DETECCIÓN Y CORRECCIÓN DE ERRORES
 - COMPRESIÓN DE DATOS
 - AUTODIAGNÓSTICO
 - MULTIPLEXADO DE CANALES

MÓDEM RANGO VOCAL



Uso de red telefónica conmutada.

Transmite / recibe señal de datos mediante canal telefónico, en el rango de 300 a 3400 Hz.

ALGUNAS NORMAS SOBRE COMUNICACIÓN DE DATOS POR LA RED TELEFÓNICA

<http://www.itu.int/rec/T-REC-V/s>

Módems de baja velocidad

Norma	V _M	V _{T máx}	F _p	Modulación	Modo	Tipo	Enlace
V.21	300 baudios	300 bps	Canal N° 1: 1800 Hz Canal N° 2: 1750 Hz	FSK	Asincrónico	Dúplex	RTC
V.22	600 baudios	120 bps 1200 bps	Canal N° 1: 1200 Hz N° 2: 2400 Hz	PSK	Asincrónico Sincrónico	Dúplex	RTC
V.22 bis	600 baudios	2400 bps	Canal N° 1: 1200 Hz Canal N° 2: 2400 Hz	QAM	Asincrónico	Dúplex	RTC
V.23	1200 baudios 75 baudios	2400 bps	Canal N° 1: 1700 Hz Canal N° R _i : 390 Hz Canal N° R _o : 450 Hz	FSK	Asincrónico Sincrónico	Dúplex	RTC
V.26	1200 baudios	2400 bps	Canal N° 1: 1700 Hz	PSK	Sincrónico	Dúplex	4 hilos
V.26 bis	1200 baudios	2400 bps	Canal N° 1: 1800 Hz	PSK	Sincrónico	Semi-dúplex	RTC
V.26 ter	1200 baudios 75 baudios	2400 bps	Canal N° 1: 1800 Hz Canal N° R _i : 390 Hz Canal N° R _o : 450 Hz	PSK	Asincrónico Sincrónico	Dúplex	RTC
V.27	1600 baudios	4800 bps	Canal N° 1: 1800 Hz	DPSK	Sincrónico	Dúplex	2 hilos
V.27 bis	1600 baudios	4800 bps	Canal N° 1: 1800 Hz	DPSK	Sincrónico	Dúplex	2 hilos
V.27 ter	1600 baudios	4800 bps	Canal N° 1: 1800 Hz	DPSK	Sincrónico	Dúplex	RTC
V.29	2400 baudios	9600 bps	Canal N° 1: 1700 Hz	QAM	Sincrónico	Dúplex	4 hilos
V.32	2400 baudios	9600 bps	Canal N° 1: 1800 Hz	QAM/TCM	Asincrónico	Dúplex	RTC

ALGUNAS NORMAS SOBRE COMUNICACIÓN DE DATOS POR LA RED TELEFÓNICA

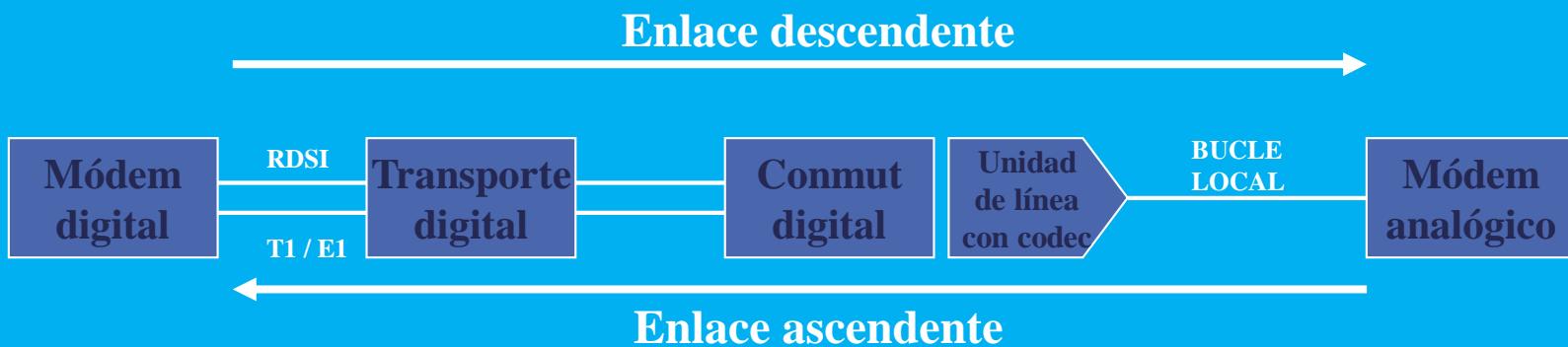
<http://www.itu.int/rec/T-REC-V/s>

Norma	V_M	$V_{T\max}$	F_p	Modulación	Modo	Tipo	Enlace
V.32 bis	2400 baudios	14400 bps	Canal N° 1: 1800 Hz	QAM/TCM	Asincrónico	Dúplex	RTC
V.33	2400 baudios	14400 bps	Canal N° 1: 1800 Hz	QAM/TCM	Asincrónico	Dúplex	4 hilos
V.34	3429 baudios	33600 bps	Varios	QAM/TCM	Sincrónico	Dúplex	RTC

Módems de media y alta velocidad

Norma	V tx asc	V tx desc	
V.90	33,6 kbps	56 kbps	Par módems digital y analógico
V.92	48 kbps	56 kbps	Mejora V.90

Módems de muy alta velocidad inteligentes



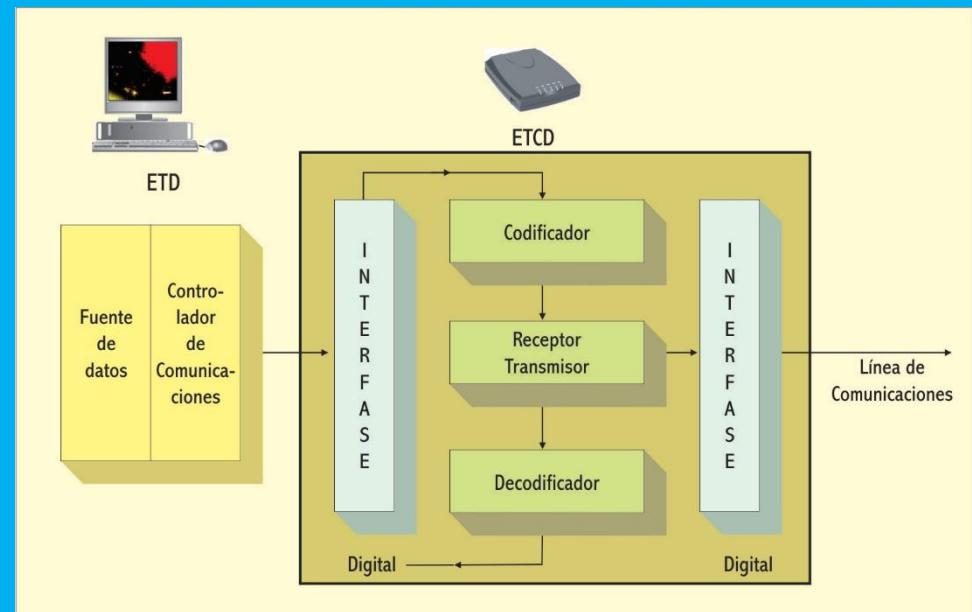
MÓDEM BANDA BASE

No realizan una de las funciones principales de un módem
(modular / demodular)

Extiende alcance de las interfaces digitales, interconecta circuitos digitales.

Líneas metálicas de 2 hilos o 4 hilos.

Vel Tx hasta 2 Mbps.



MÓDEM X-DSL

Línea de abonado digital (DSL)

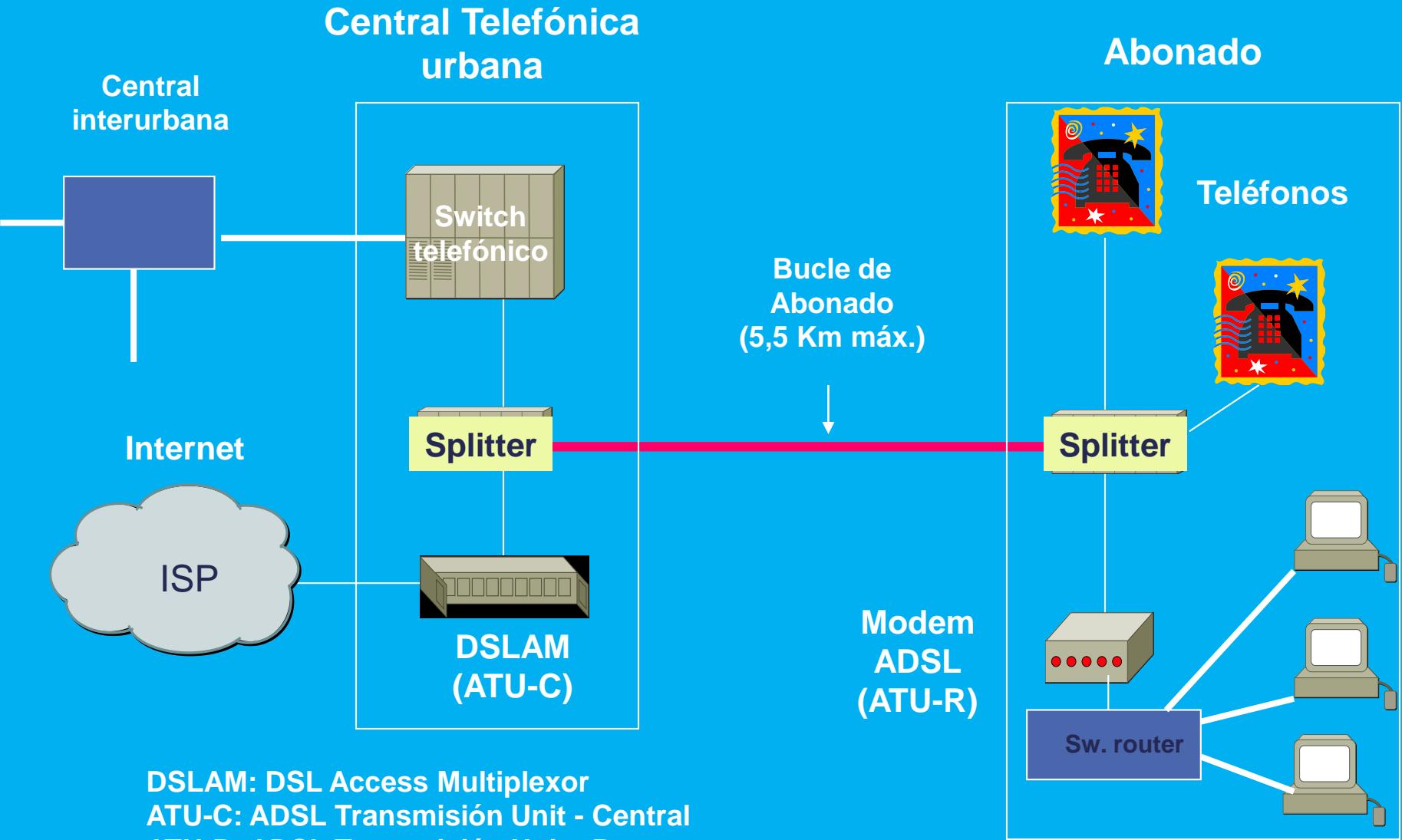
Acceso de Banda Ancha (más de 2 Mbps) mediante cable de cobre.

Aprovechar todo el potencial AB del cable.

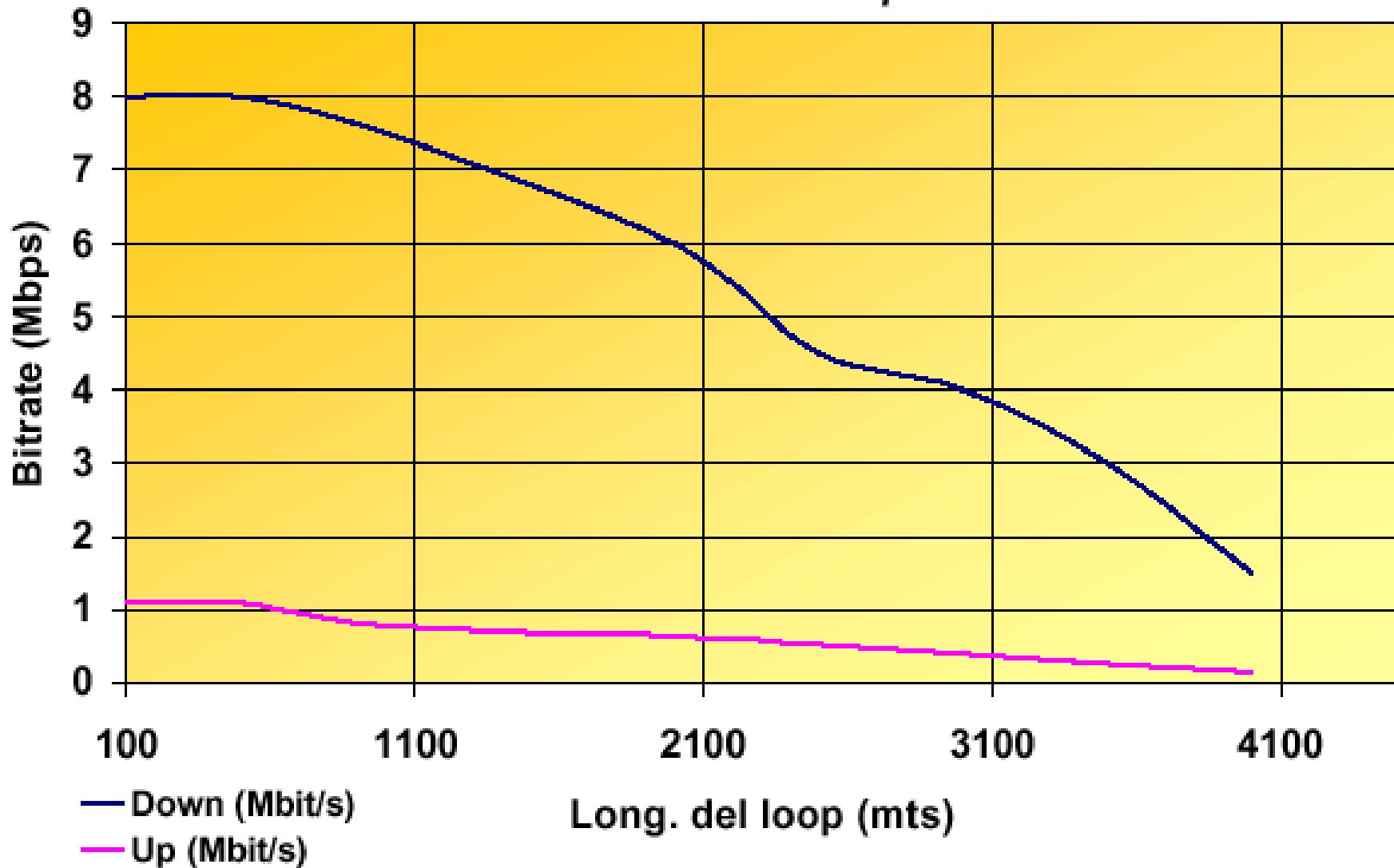
Algunas tecnologías DSL:

ABREVIATURA	DENOMINACIÓN
ADSL/DSL2+	Línea Digital de Abonado Asimétrica Asymmetric Digital Subscriber Line
RADSL	Línea Digital de Abonado Asimétrica de Velocidad Variable Rate Adaptive Asymmetric Digital Subscriber Line
HDSL/HDSL1	Línea de Abonado de Alta Velocidad High Bit Rate Digital Subscriber Line
SDSL	Línea Digital de Abonado Simétrica Symmetric Digital Subscriber Line
VDSL	Línea de Digital Abonado de Muy Alta Velocidad Very High-Speed Digital Subscriber Line

ADSL

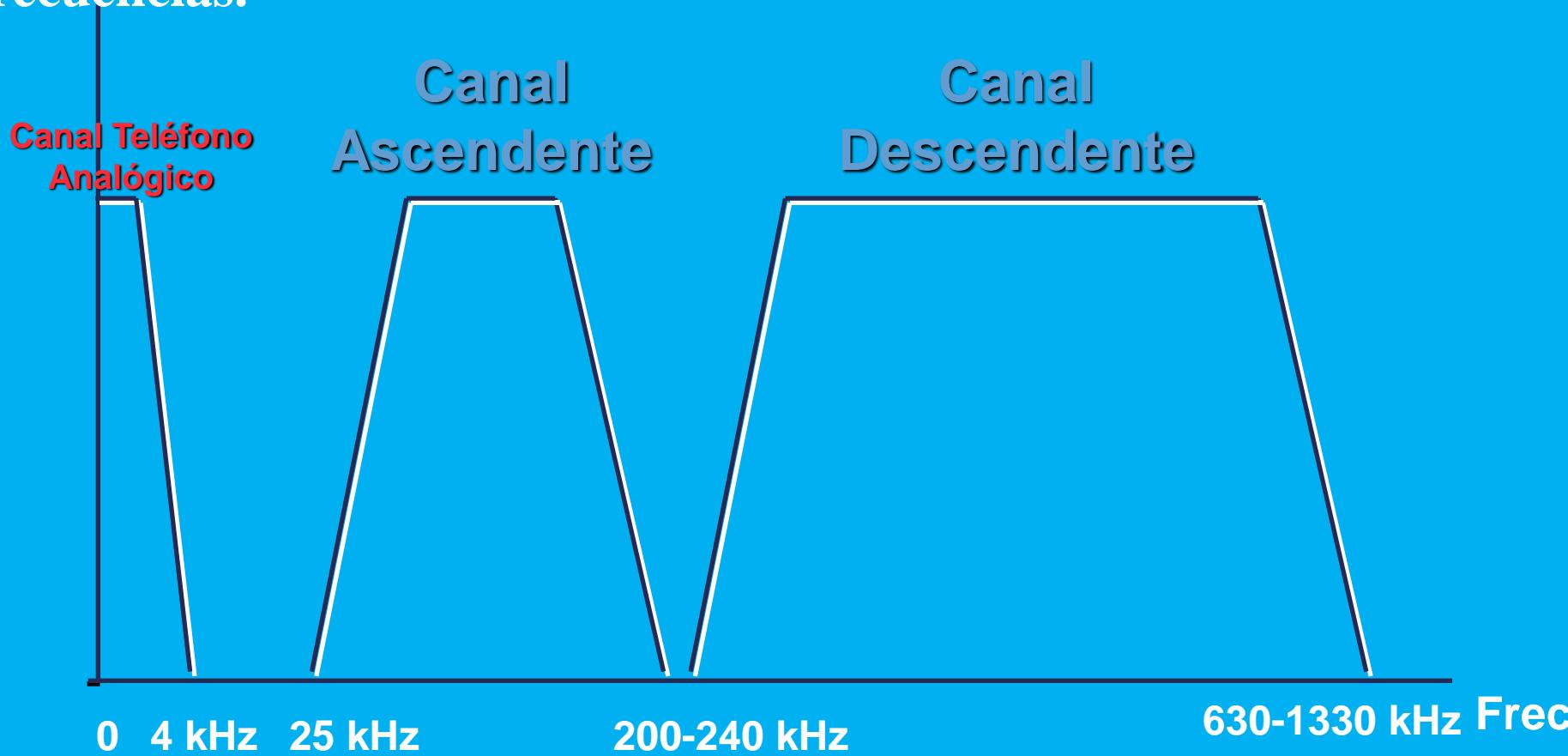


ADSL: Performance típica



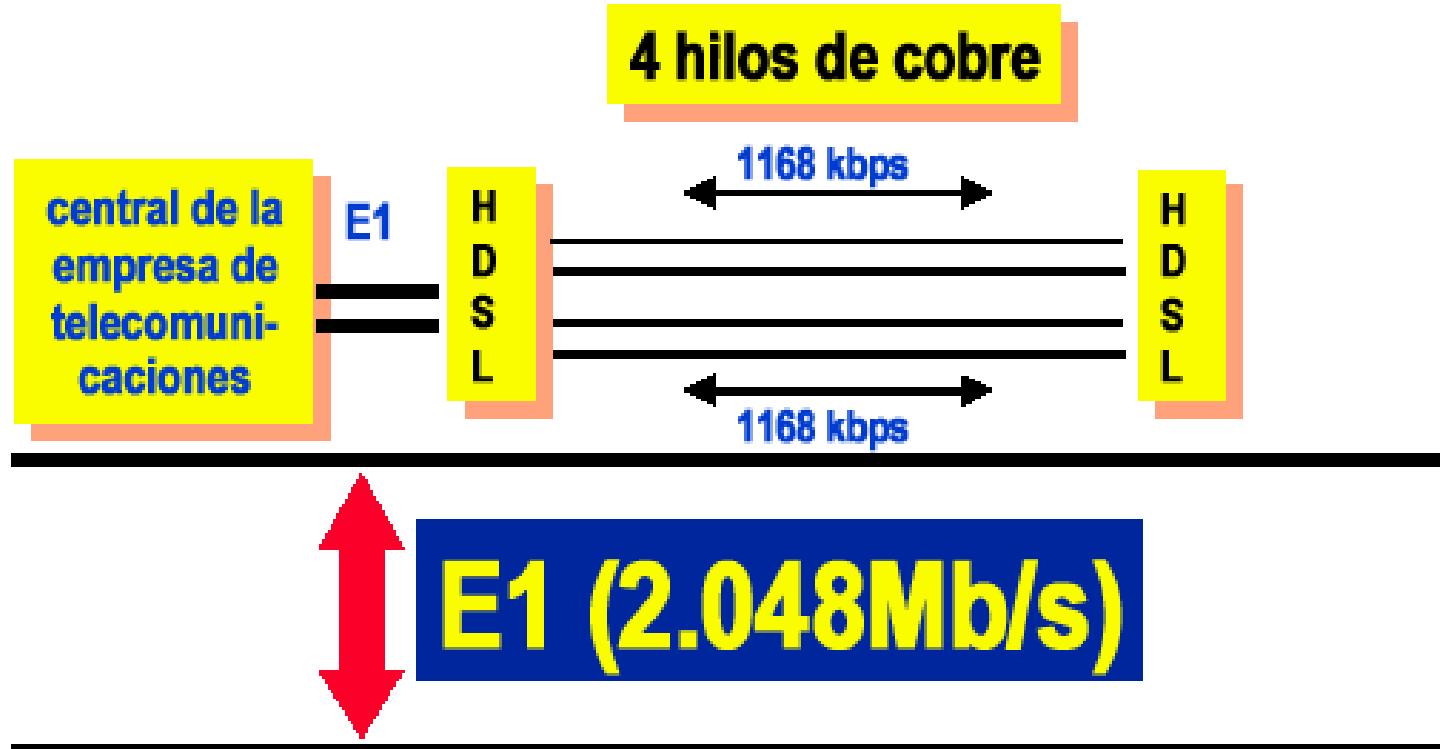
ADSL

Uso del código de línea DMT (Modulación por Multitono Discreto) o OFDM (Multiplexación por División de Frecuencia Ortogonal). Modula en PSK o QAM un conjunto de portadoras de distintas frecuencias.



HDSL

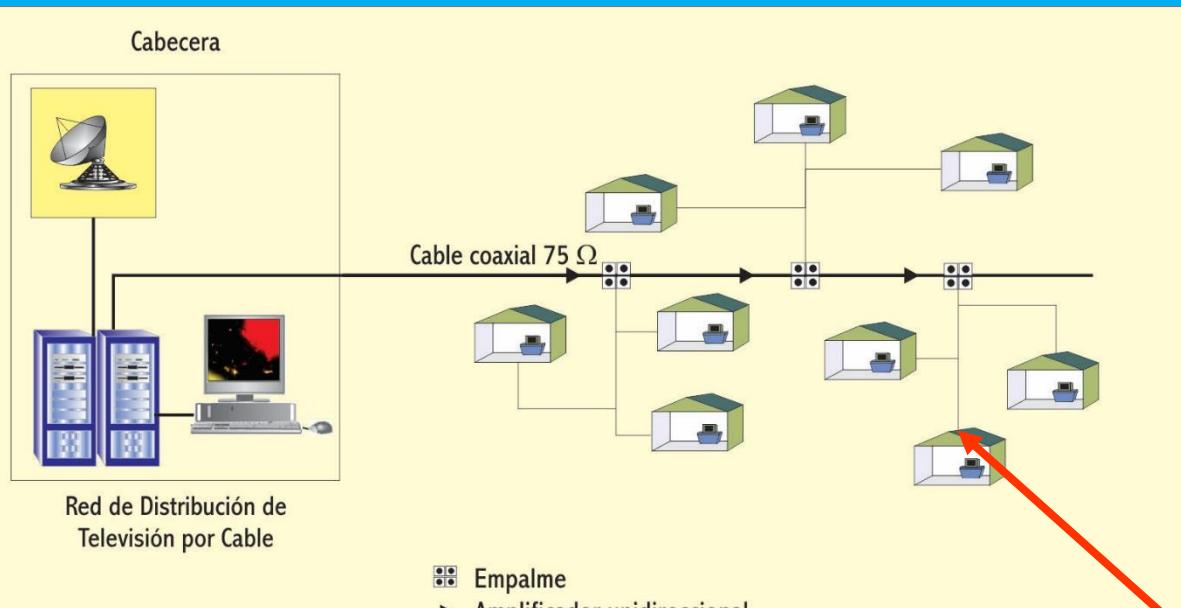
HDSL = High-Bit-Rate Digital Subscriber Line



CABLE MÓDEM

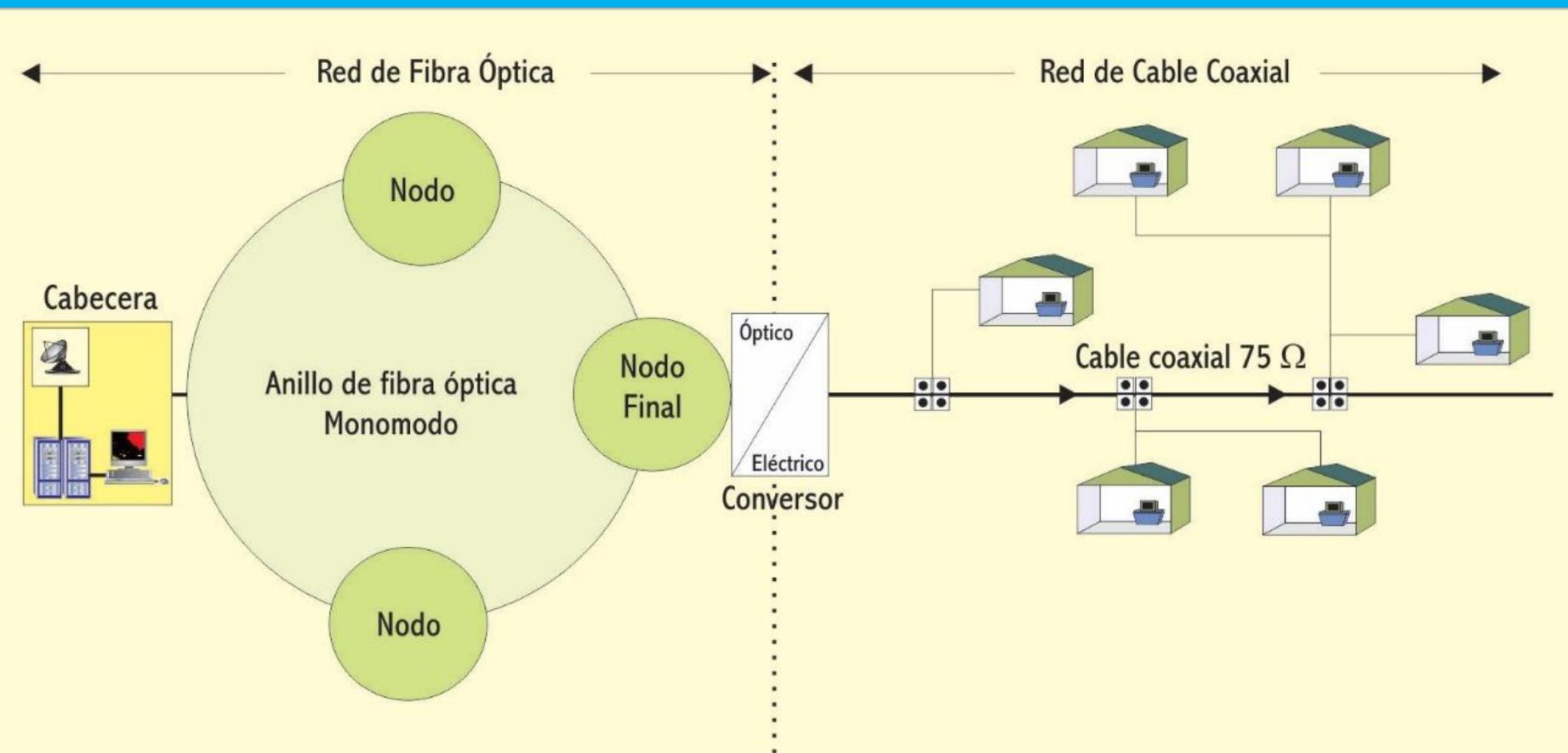
Acceso de Banda Ancha (más de 2 Mbps) mediante coaxil.

Aprovechar todo el potencial AB del coaxil de la CATV.

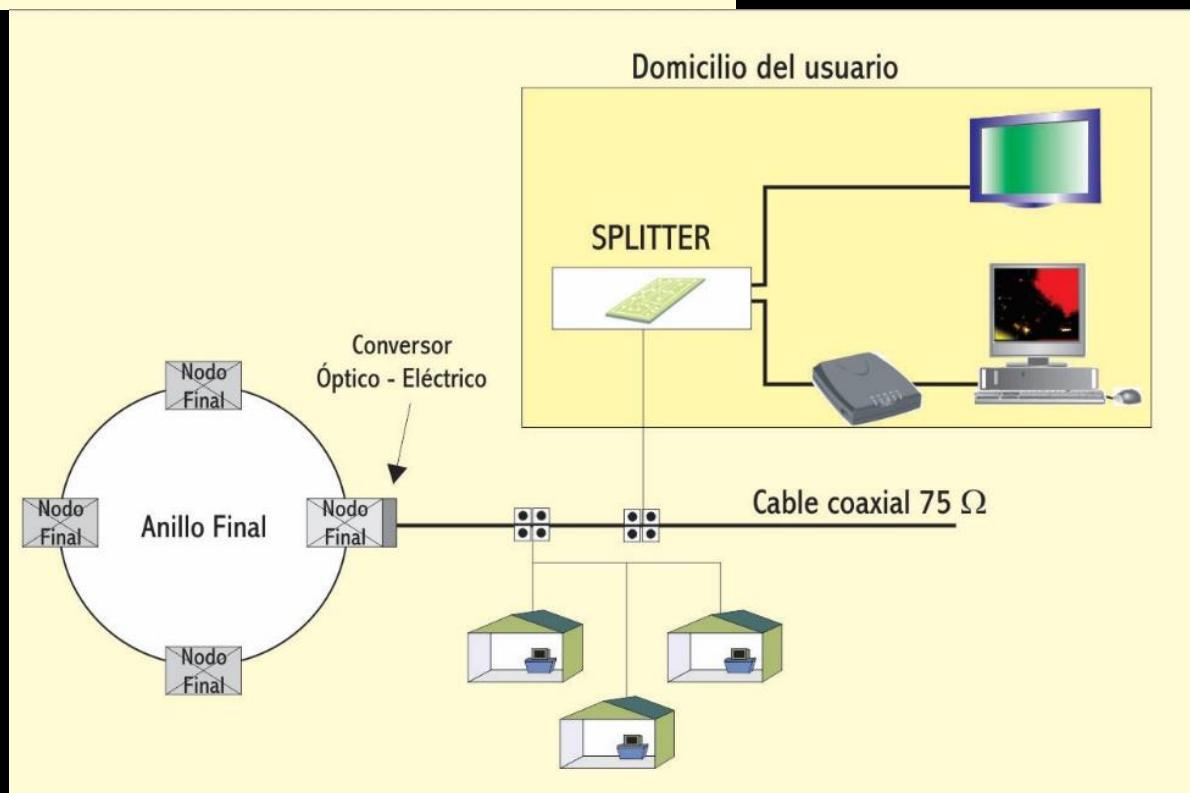
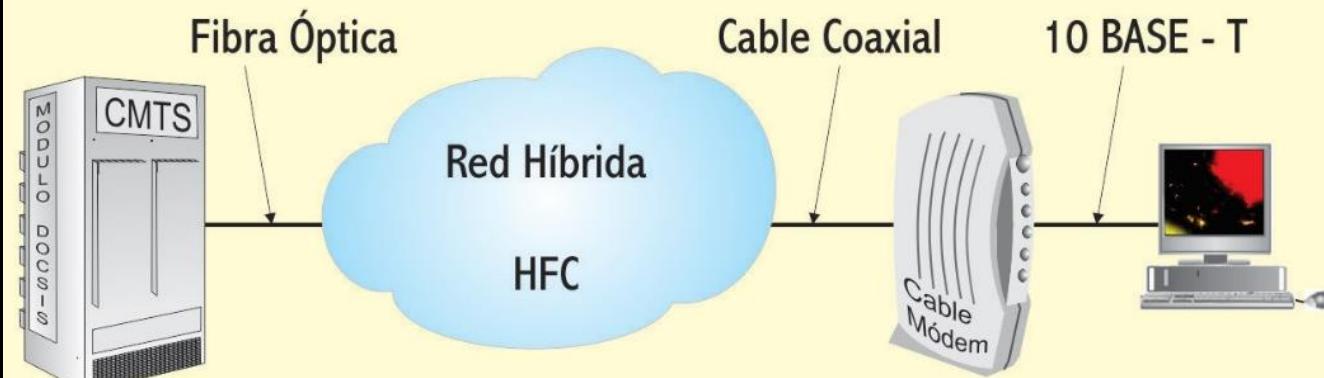


CABLE MÓDEM

Red HFC (coaxil fibra híbrida)



CMTS (Sistema de Terminación del Cable Módem)



COMPARACIÓN CABLE MÓDEM Y ADSL

CARACTERÍSTICA	CABLE MÓDEM	ADSL
Fecha de desarrollo	1990	1987
Cableado utilizado	Coaxial 75 Ω más fibra óptica	Par telefónico
Multiplexación	Si - TDMA	No
Codificación	QAM	DMT
Ancho de banda utilizado	Descendente (NTSC) 6 MHz Descendente (PAL) 8 MHz Ascendente 2 Mhz	Descendente 160 a 1.104 kHz Ascendente 2 Mhz
Velocidades máximas	55,62 Mbps . EURODOCSIS	20 mbps (ADSL2+ - Anexo J)
Requiere amplificadores	Si - Bidireccional	No
Soporte de QoS	Si	Si
Telefonía	Si	Si
Alcance geográfico	Teóricamente ilimitado	± 6 km según el par
Servicios adicionales posibles	Si	No - Solo telefonía
Es alternativa a redes WAN	No	Si

MULTIPLEXACIÓN

ES UNA TÉCNICA PARA TRANSMITIR SIMULTÁNEAMENTE VARIAS COMUNICACIONES, SIN QUE SE INTERFIERAN, POR UN ÚNICO VÍNCULO DE COMUNICACIONES (fibra óptica, coaxil, radio, par de cobre, etc).

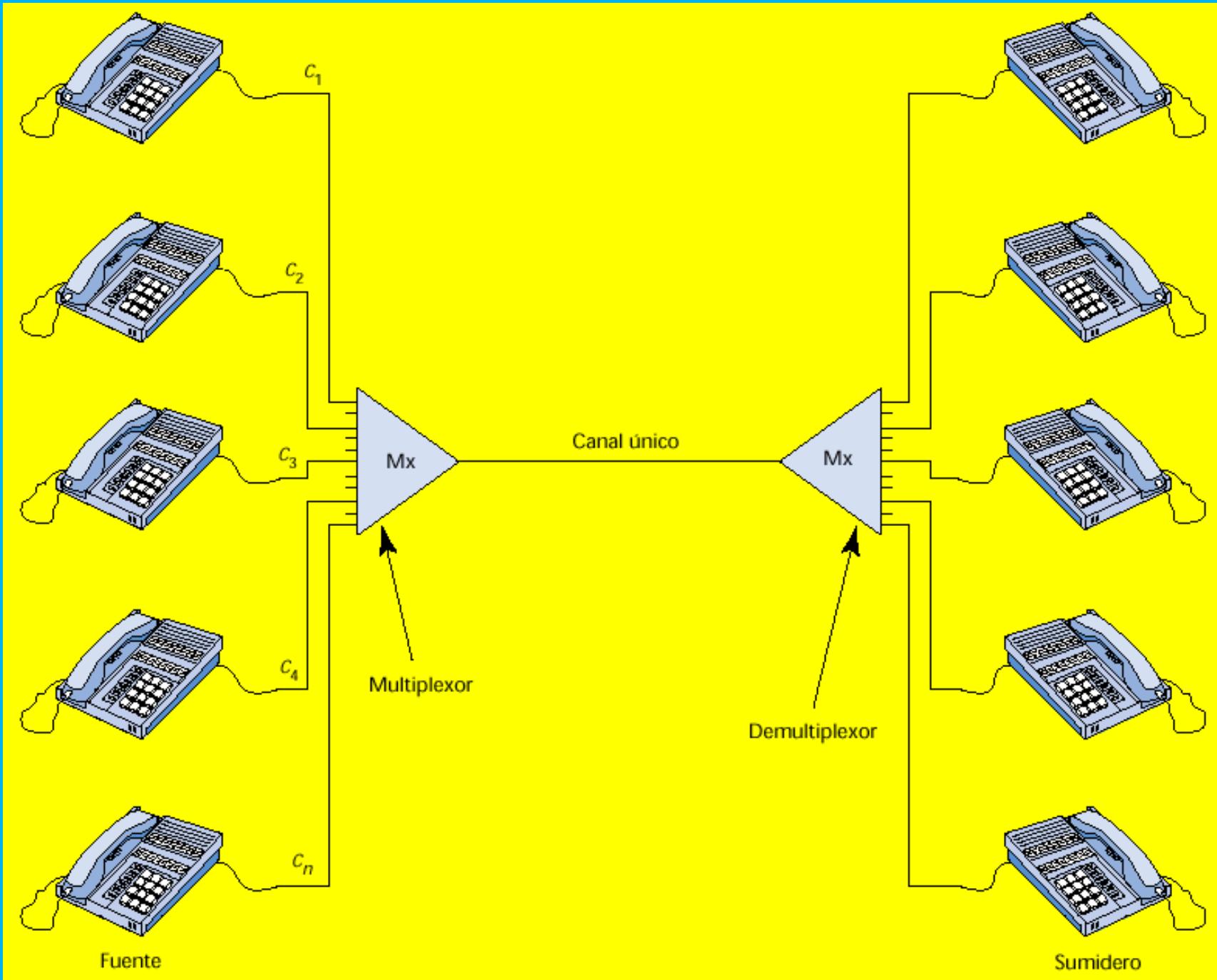
- APROVECHAR MEJOR EL ANCHO DE BANDA (EN FORMA FIJA O POR DEMANDA).
- USO EN SISTEMAS DE BANDA ANGOSTA Y ANCHA.
- REDUCIR COSTOS.

MULTIPLEXACIÓN

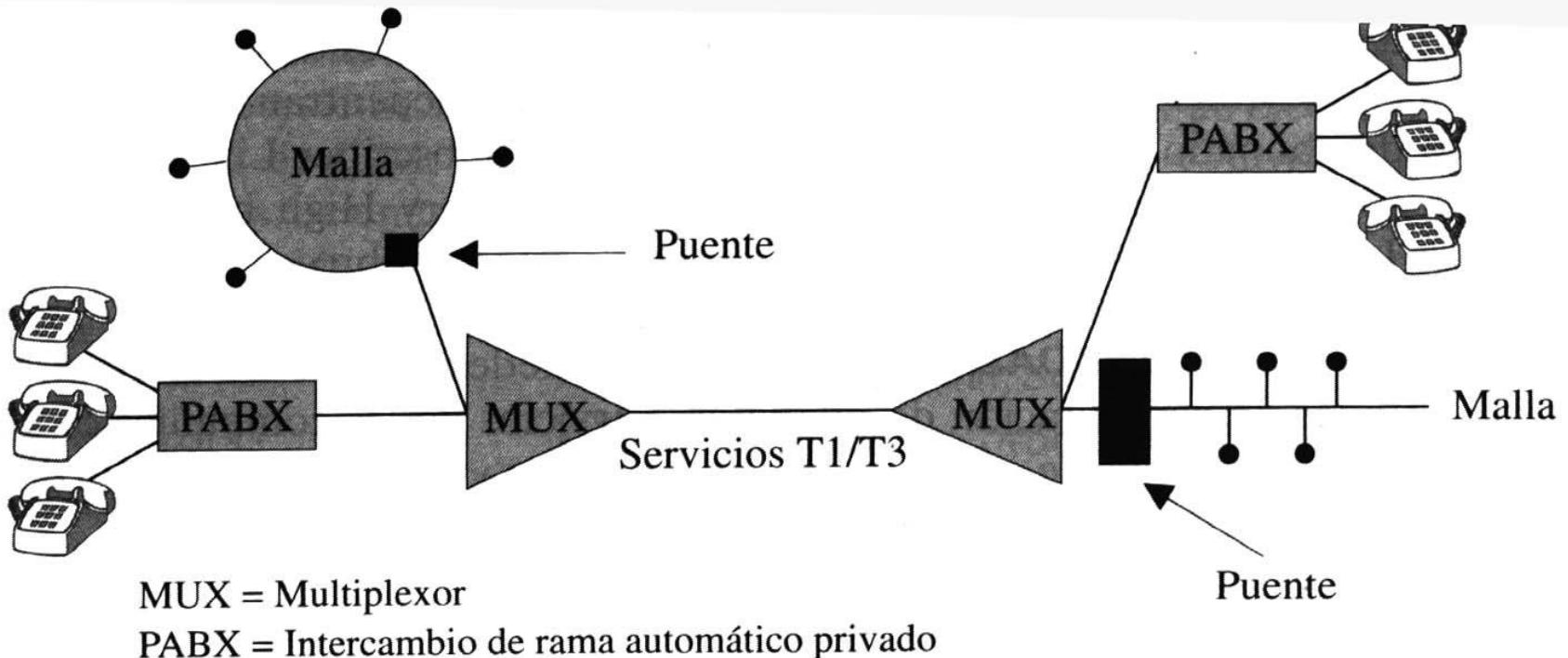
- TRANSPARENCIA EN EL USO. NO AFECTAR LA QOS.

C_{sal mux} > = SUMA DE LAS C_{ent mux} (subcanales)

- CAPACIDAD (C) = AB, Vtx, long onda
- EQUIPAMIENTO = MUX / DEMUX
- SON ETCD. TRABAJAN DE A PARES DE EQUIPOS.
- DISTINTOS TIPOS DE INFORMACIÓN.
- OPERAN EN EL NIVEL DE ENLACE DEL MODELO OSI



Multiplexación: Voz / Datos



Configuración T1 para voz y datos multiplexados.

MULTIPLEXIÓN

TÉCNICAS

POR DIVISIÓN DE FRECUENCIA (FDM)

POR DIVISIÓN DE TIEMPO (TDM)

POR DIVISIÓN DE TIEMPO ESTADÍSTICA (STDM)

POR DIVISIÓN DE LONGITUD DE ONDA (WDM)

SEGÚN EL RECURSO DEL VÍNCULO QUE ES COMPARTIDO POR LOS CANALES USUARIOS.



FDM

- DIVIDIR EL AB DISPONIBLE DE UN CANAL EN AB PARA SUBCANALES INDEPENDIENTES.
- BANDA DE SEGURIDAD ENTRE AB DE SUBCANALES
- CARACTERÍSTICAS **ANALÓGICAS**
- MPX INCLUYEN LOS MÓDEM Y SON MÁS SIMPLES
- ORDENES BÁSICOS Y SUPERIORES DE MPX EN JERARQUÍAS ANALÓGICAS. PREGPO, GPO PRIMARIO, SECUNDARIO, ..., QUINARIO. RECOMENDADO POR LA UIT-T.

FDM

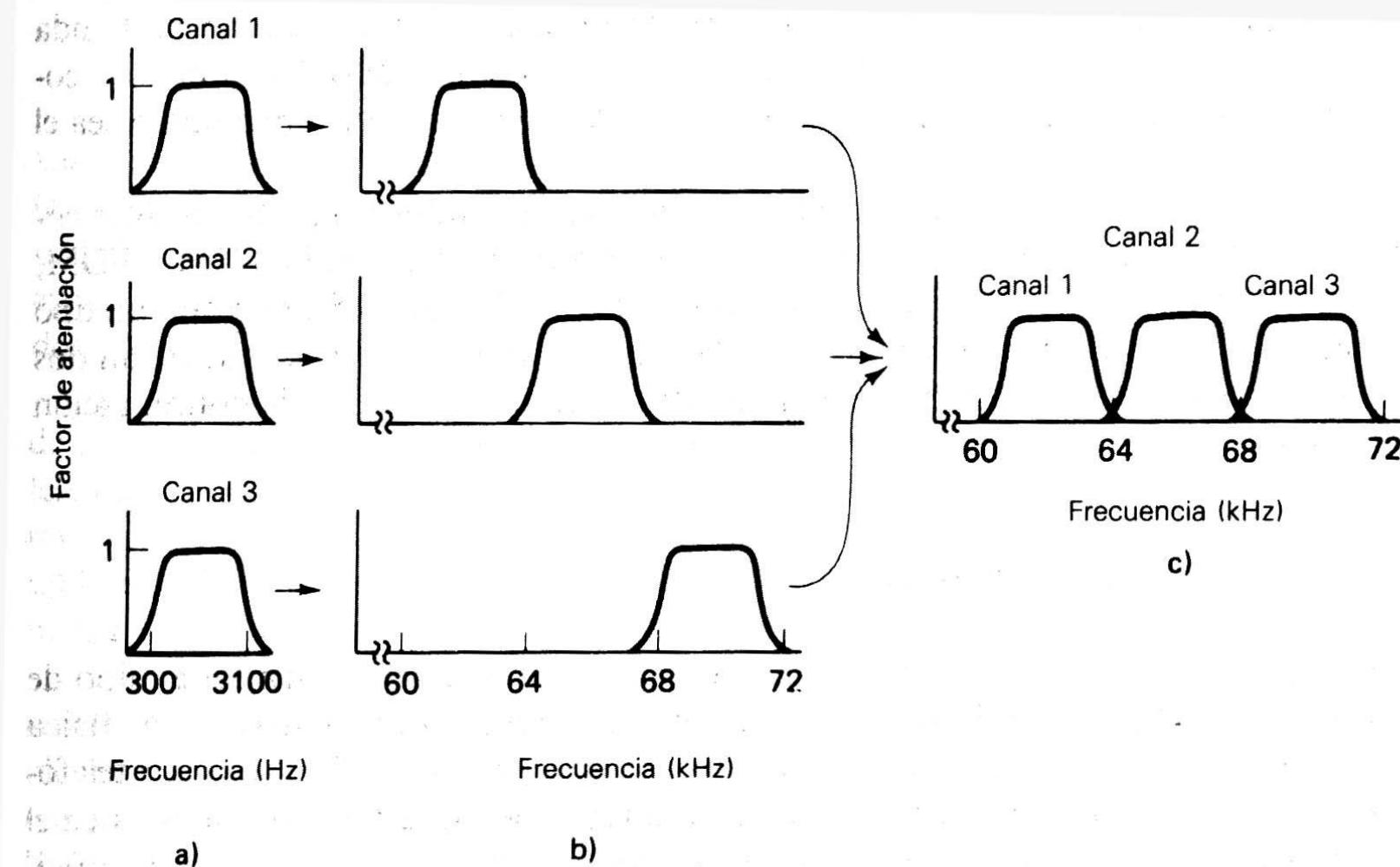
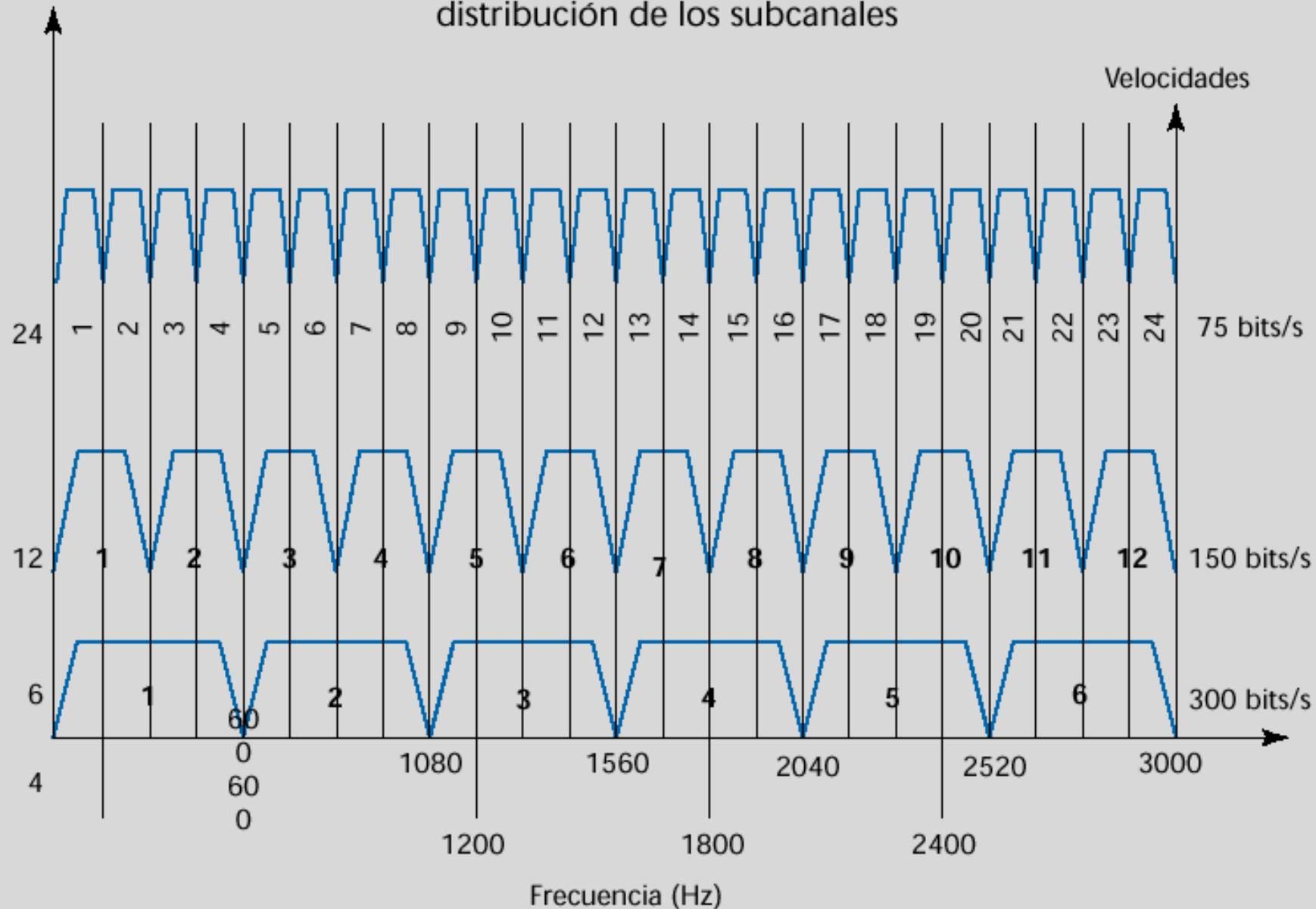
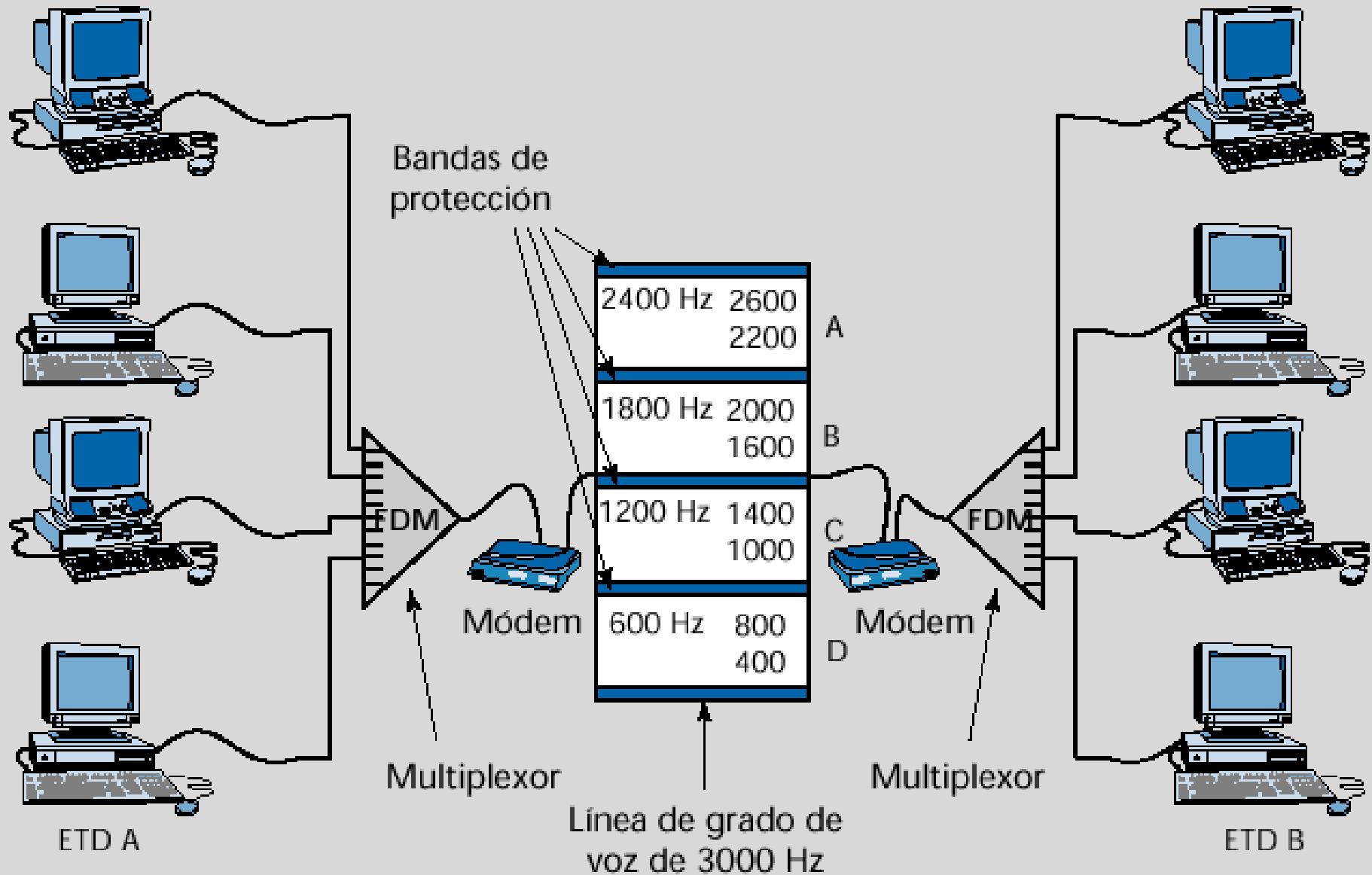


Fig. 2-20. Multiplexión por división de frecuencia. a) Anchos de banda originales.
b) Los anchos de banda elevados en frecuencia. c) El canal multiplexado.

Multiplexación en frecuencia distribución de los subcanales



División en cuatro subcanales digitales de una línea de grado de voz



ORDENES BÁSICOS Y SUPERIORES FDM – UIT-T

Ancho de frecuencia de voz	Ancho de banda (kHz)			
1 — 0 - 4				
2 — 4 - 8				
3 — 8 - 12				
4 — 12 - 16				
5 — 16 - 20				
6 — 20 - 24				
7 — 24 - 28				
8 — 28 - 32				
9 — 32 - 36				
10 — 36 - 40				
11 — 40 - 44				
12 — 44 - 48				
Grupo Primario	Grupo Secundario	Grupo Terciario	Grupo Cuaternario	Grupo Quinario
Ancho de Banda	Ancho de Banda	Ancho de Banda	Ancho de Banda	Ancho de Banda
48 kHz	240 kHz	1200 kHz	3716 kHz	12026 kHz
60-108 kHz	312-552 kHz	312-1552 kHz	312-4028 kHz	312-12338 kHz

The diagram illustrates the hierarchical structure of Frequency Division Multiplexing (FDM) based on the UIT-T standard. It shows how 12 basic frequency bands (1-12) are grouped into 3 primary groups, which further divide into secondary, tertiary, and quaternary groups, resulting in a total of 2700 channels.

- Primary Groups:** 1-4, 5-8, 9-12. Total 60 canales.
- Secondary Groups:** 1-2, 3-4, 5-6. Total 300 canales.
- Tertiary Groups:** 1-3, 4-5, 6-7. Total 900 canales.
- Quaternary Groups:** 1-2, 3-4, 5-6. Total 2700 canales.

TDM

- Características digitales.
- Divide el tiempo de tx en espacios fijos (time slots)
- Respeta siempre un orden.
- Si medio analógico, se debe usar módem
- Si información analógica, se debe digitalizar.
- Importancia del sincronismo.



TDM

- Armado de tramas
 - Entramado de bits
 - Entramado de caracteres
- Muestreo a vel de 8000 muest/seg
- Armado de Gpo Básico según:

G.732 UIT – Norma europea

G.733 UIT – Norma americana

TDM - PCM

Ley A

G.732 UIT

PCM -

Esquemas básicos de
MPX digital

Ley μ

G.733 UIT

30 (Europa y América del Sur) **E1**

1c sinc 1c señaliz 30 c info

8 bits por canal

256 bits por trama (125 μ seg)

Vtx (trama) = 2,048 Mbps

24 (EEUU y Japón) **T1**

24 c info

8 bits por canal (7 info + 1 señaliz)

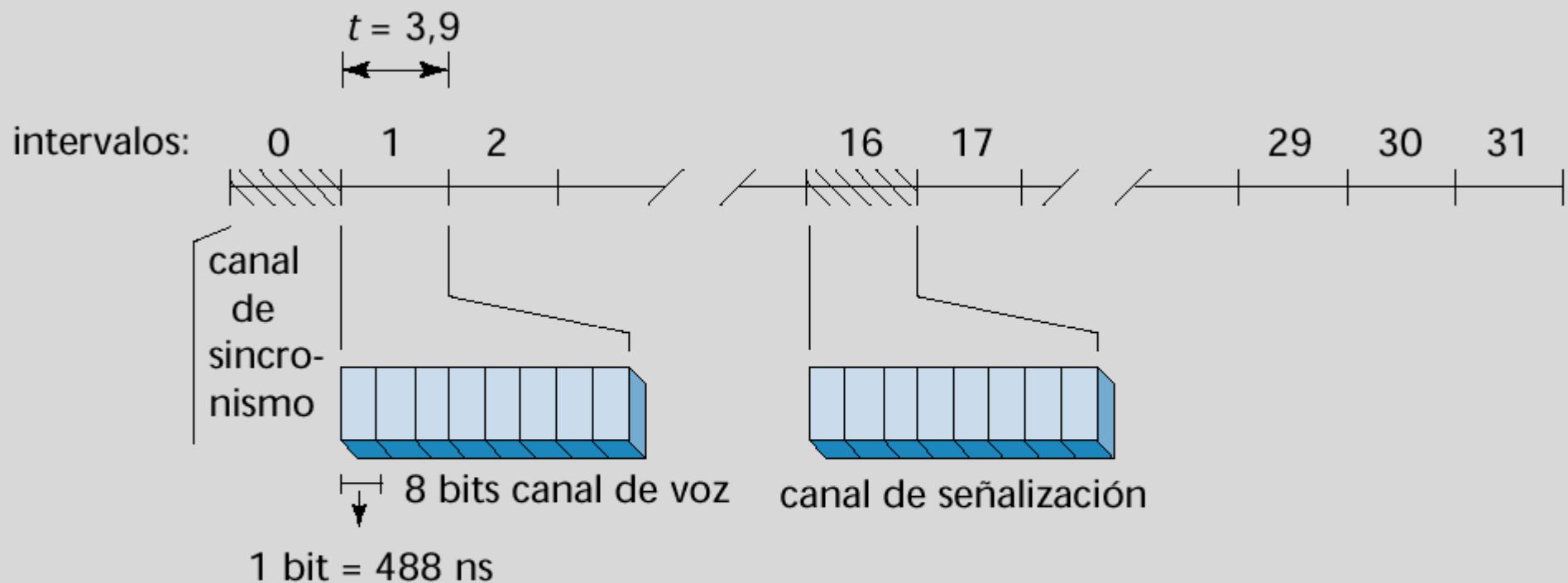
+ 1 bit cód de trama

193 bits por trama (125 μ seg)

Vtx (trama) = 1,544 Mbps

Distribución de canales

Sistema PCM 30



Primer orden digital posee 31 canales y opera a 2048 Kbps

30 canales de voz

1 canal de señalización (ch 16)

1 canal de sincronismo (ch 0)

8000 tramos de 256 bits c/u

PCM - 24

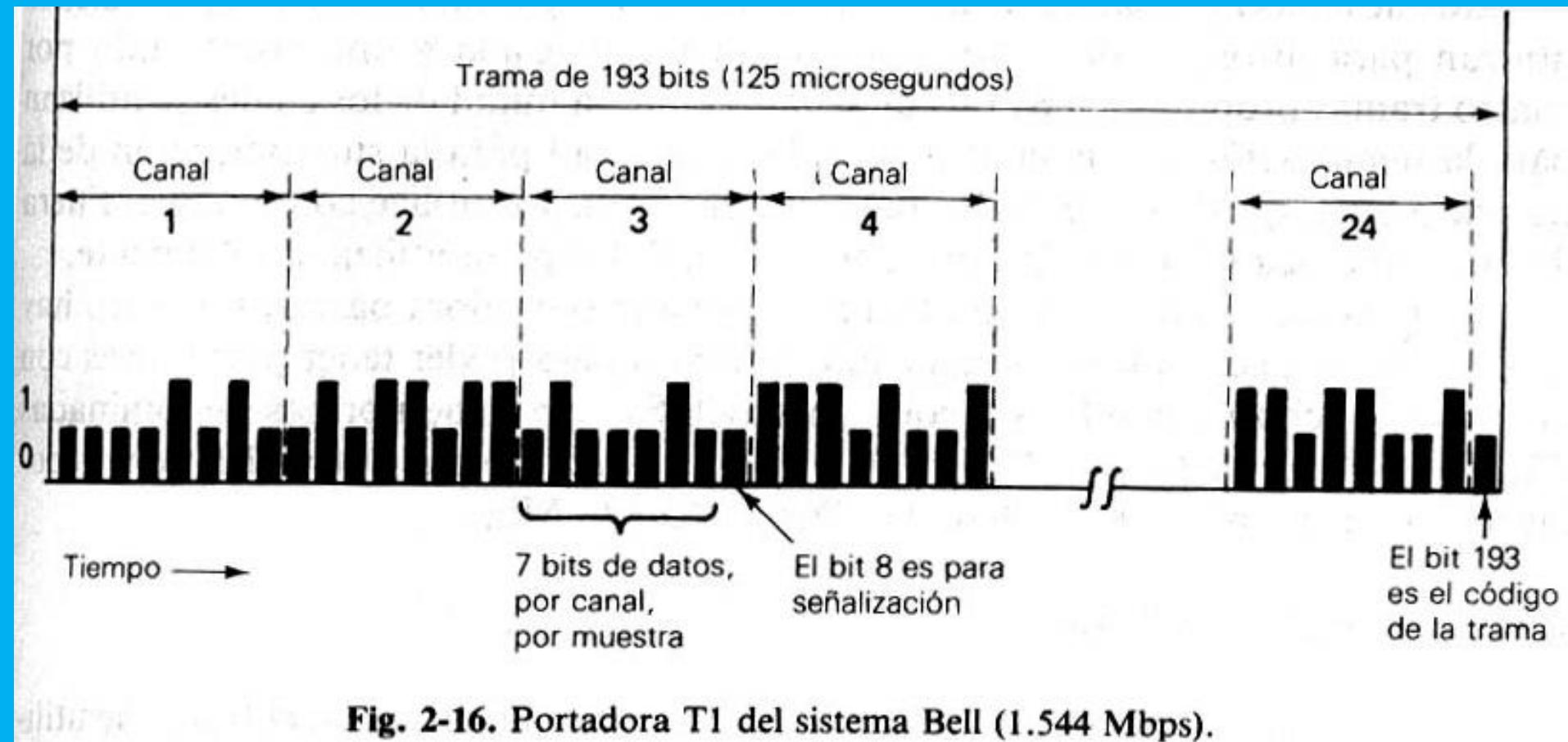
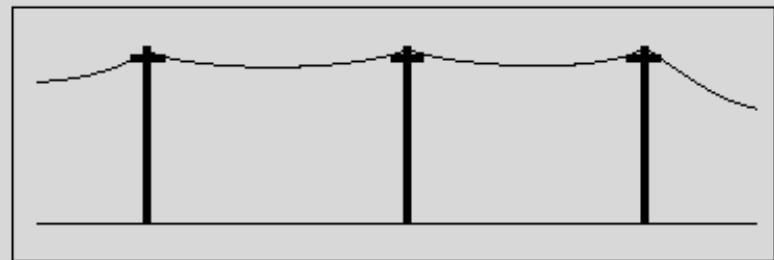
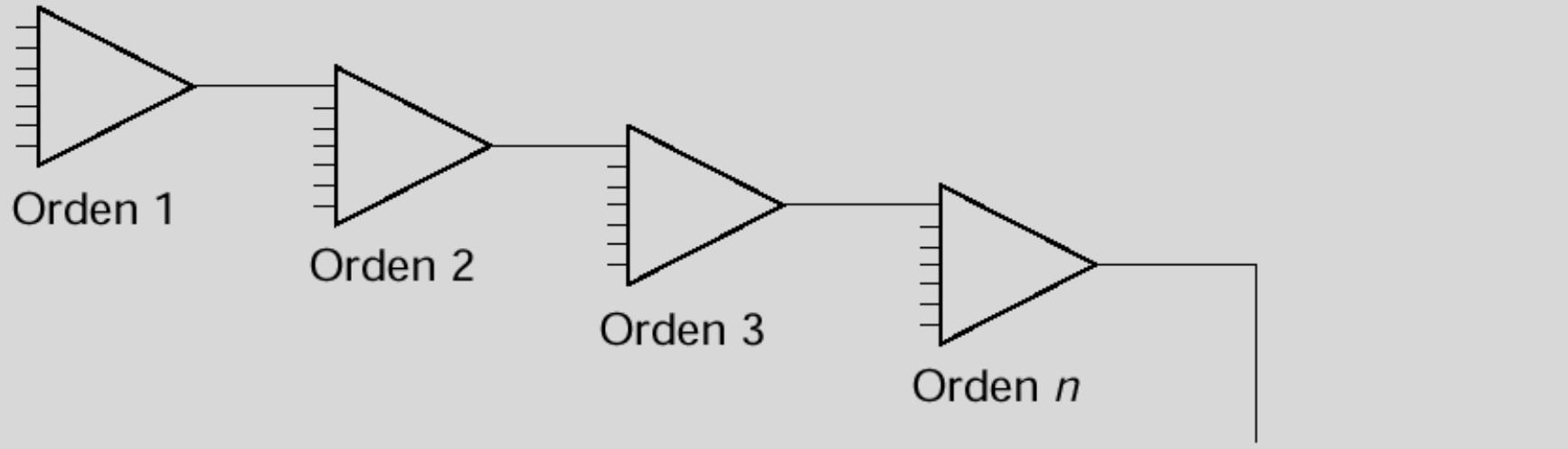


Fig. 2-16. Portadora T1 del sistema Bell (1.544 Mbps).

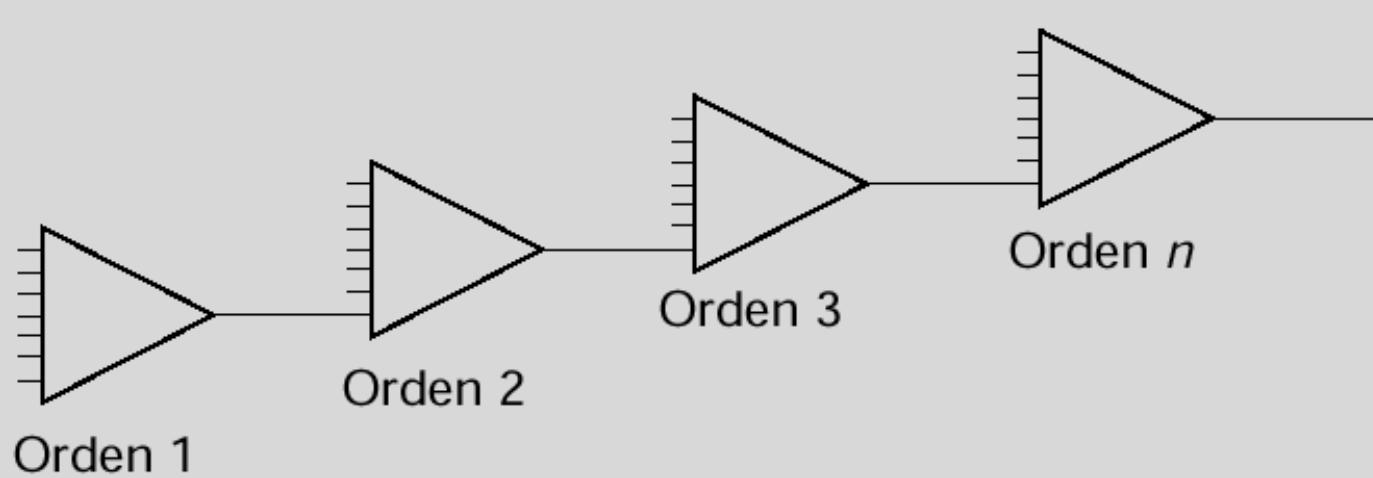
ÓRDENES SUPERIORES DE MPX TDM

JERARQUÍA DIGITAL PLESIÓCRONA (PDH)

- **NORMA UIT G.701**
- **PLESIO (casi igual)**
- **EL PRIMER NIVEL ES EL GPO BÁSICO.**
- **AGREGADO DE INFO DEL NIVEL SIGUIENTE (SINCRONISMO)**
- **RELOJES DE UN NIVEL SON INDEPENDIENTES DE LOS DEL OTRO NIVEL**
- **POCO FLEXIBLE (NECESIDAD DE DMPX TODA LA SEÑAL PARA ACCEDER A UNA SEÑAL TRIBUTARIA)**
- **BAJA CAPACIDAD DE CONTROL Y MANTENIMIENTO**
- **DURACIÓN DE LA TRAMA VARÍA SEGÚN EL NIVEL**
- **TRES TIPOS DE JERARQUÍAS (NORMA): EUROPEA, AMERICANA Y JAPONESA. ESTAS DOS ÚLTIMAS DIFIEREN EN LOS DOS ÚLTIMOS ÓRDENES.**

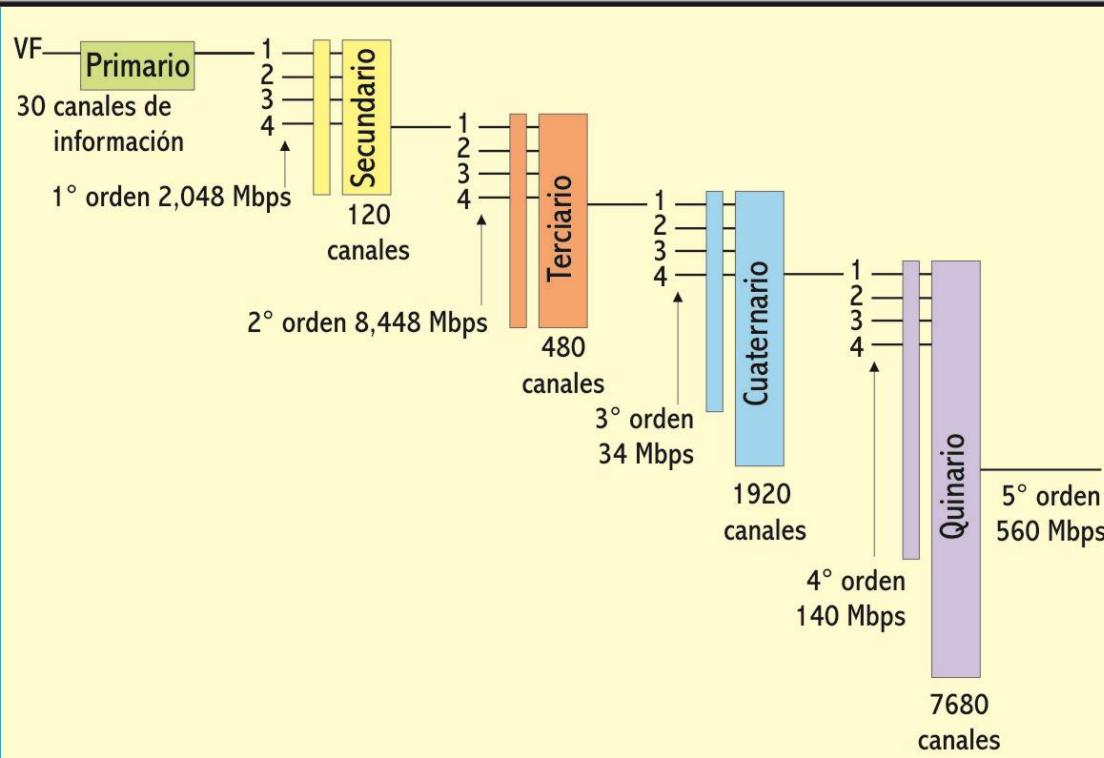


Medio



PDH – NORMA EUROPEA

Orden	Velocidad de transmisión	Cantidad de bits por trama	Duración de la trama μs	Nº de Canales
1	2,048 Mbps	256	125,00	30
2	8,448 Mbps	848	100,38	120
3	34,368 Mbps	1536	44,69	480
4	139,264 Mbps	2904	20,85	1920
5	564,992 Mbps	2688	4,70	7680



PDH

ITU-T (EUROPA)	USA	VEL BIN Mbps
	T1 (DS1)	1,5
E1		2
	T2 (DS2)	6
E2		8
E3		34
	T3 (DS3)	44
E4	T4 (DS4E)	140
	(DS4)	274
E5	T5 (DS5)	565

ÓRDENES SUPERIORES DE MPX TDM

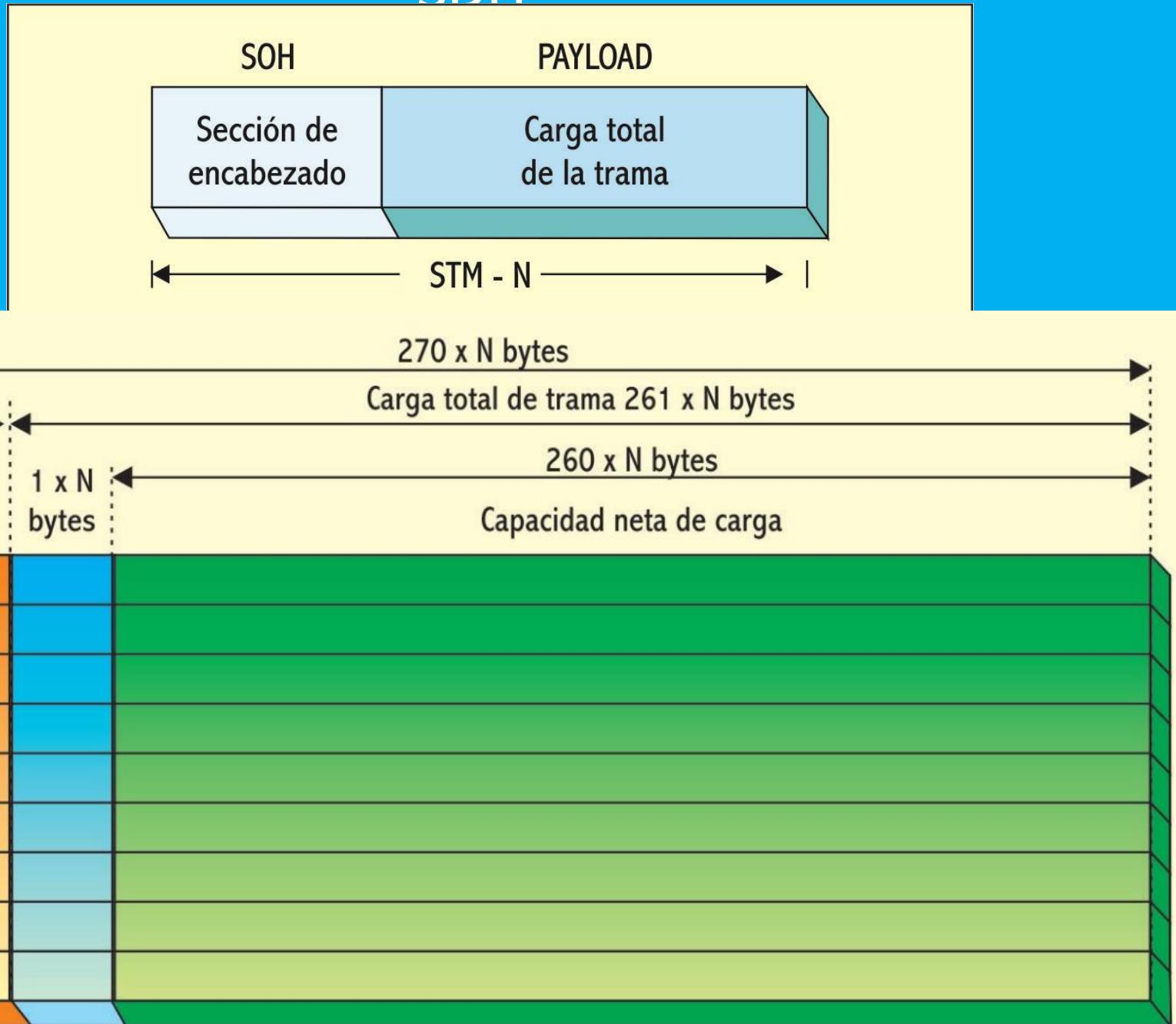
JERARQUÍA DIGITAL SINCRÓNICA (SDH)

- NORMA UIT G.707 Y OTRAS
- FLEXIBILIDAD, SENCILLEZ
- MISMO RELOJ EN TODOS LOS NIVELES (SINCRONIZACIÓN ÚNICA)
- TRANSPORTA SEÑALES SDH Y TAMBIÉN PDH
- CAPACIDAD DE CONTROL, GESTIÓN, MANTENIMIENTO, ETC.
- EQUIPOS ADD DROP Y CROSS CONNECT
- DURACIÓN ÚNICA DE LAS TRAMAS EN TODOS LOS NIVELES ($125 \mu\text{s}$)
- PERMITE INCORPORAR PDH MEDIANTE CONTENEDOR VIRTUAL (VC)
- GRAN CAPACIDAD DE TRANSMISIÓN
- TRANSPORTA SEÑALES DE BANDA ANCHA COMO ATM, FDDI, ETC.
- SONET (SYNCHRONOUS OPTICAL NETWORK), NORMA AMERICANA

SDH / SONET

SDH (EUROPA)	SONET (USA)	VEL BIN Mbps
	OC-1	51
STM-1	OC-3	155
	OC-9	466
STM-4	OC-12	622
	OC-24	1200
STM-16	OC-48	2400
STM-64		10000
STM-256		40000

SDH



Tamaño de la trama STM-1

= 9 filas x 270 columnas (byte) = 2430 Byte x
trama

Velocidad de la trama STM-1

= 2430 Byte/trama x 8 bit/Byte x 8000
trama/seg

= 2430 x 64000 bit/seg

= 155,520 Mbps

SDH

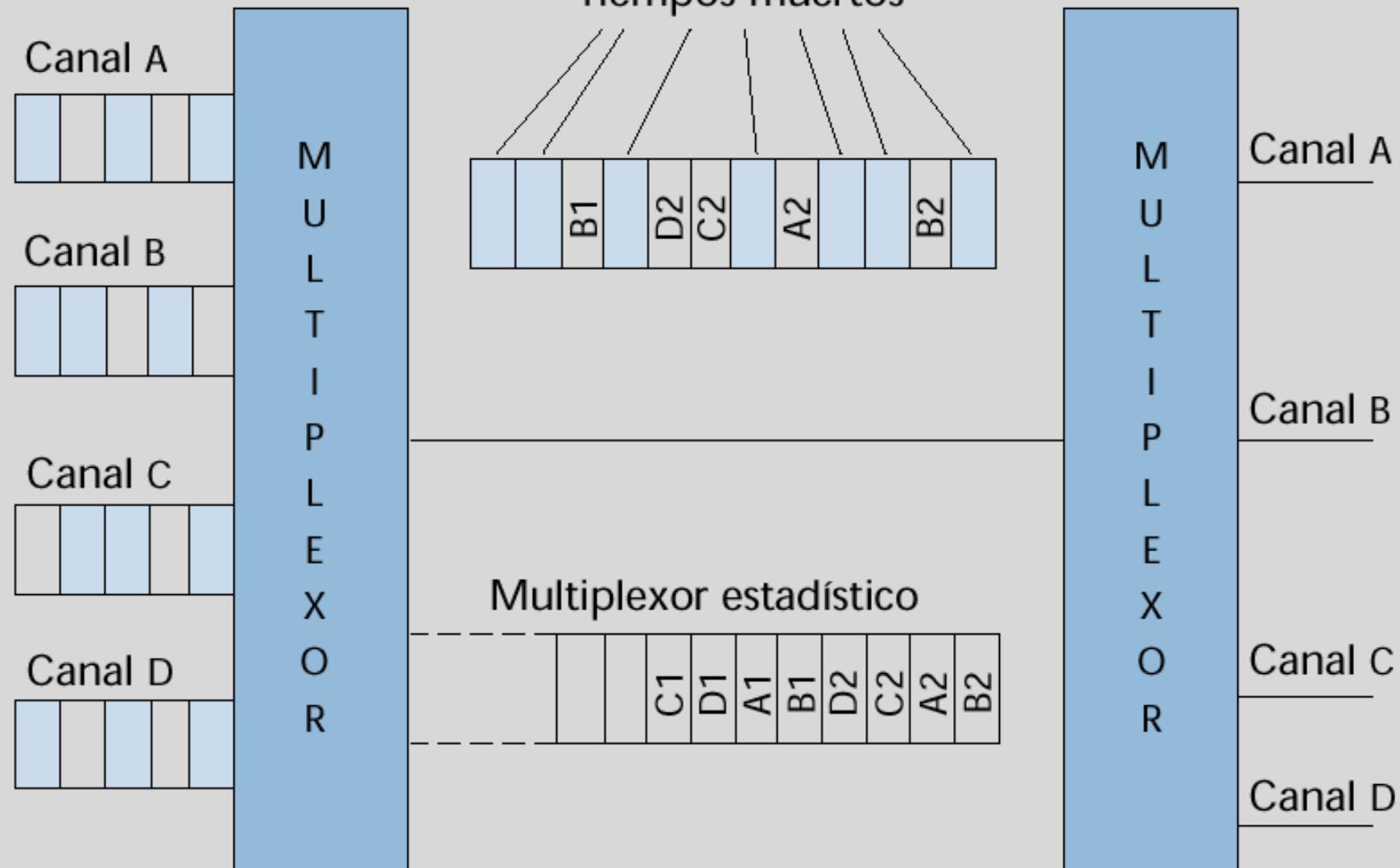
**CONTENEDOR VIRTUAL (VC) PERMITE
TRANSPORTAR SEÑALES PDH EN CARGA
SDH.
DISTINTAS COMBINACIONES.**

Número	Designación del Contenedor	Velocidad de la multiplexación PDH
1	VC - 11	1,544 Mbps
2	VC - 12	2,048 Mbps
3	VC - 2	6,048 Mbps
4	VC - 3	34,368 y 44, 736 Mbps
5	VC - 4	139,264 Mbps

STDM

- ASIGNACIÓN ESTADÍSTICA
- APROVECHA TODOS LOS TIEMPOS.
- ASIGNACIÓN POR DEMANDA DE RANURAS.
- TAMBIÉN SE DENOMINA MUX ASINCRÓNICA (ATDM).

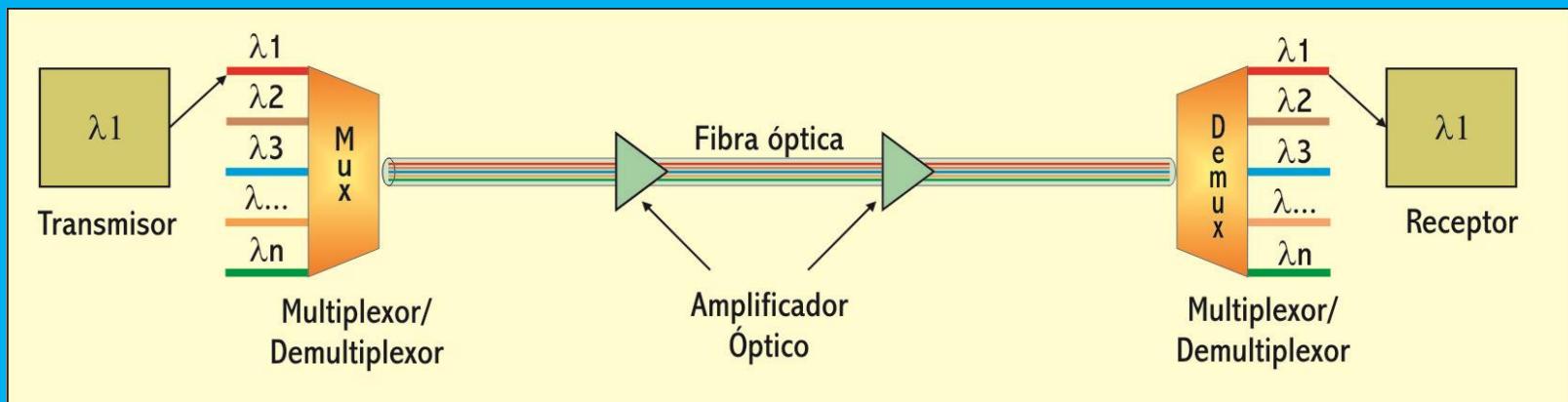
COMPARACIÓN TDM STDM



Intervalo de tiempo durante el cual no se transmiten datos (tiempos muertos)

WDM

- TRANSMITIR VARIAS LONGITUDES DE ONDA (COLORES DE LUZ) SIMULTÁNEAMENTE
- Vtx DESDE 2,5 A 40 Gbps
- SIN AGREGAR MÁS FIBRAS, INCREMENTAR LA CAPACIDAD DE 16 A 32 VECES.
- HASTA 160 LONGITUDES DE ONDA.
- LAS SEÑALES LLEGAN AL MISMO TIEMPO.



WDM

- LA DIFERENCIA CON SONET ES QUE ESTÁ ÚLTIMA MPX TDM Y LUEGO CONVIERTE A LUZ EN UNA LONG ONDA.
- ACEPTACIÓN DE MULTIPROTOCOLOS.
- DWDM PERMITE USAR MENOS EQUIPAMIENTO (AMPLIFICADORES) QUE EN SONET.
- USO DE MPX ÓPTICOS ADD – DROP Y CROSS CONNECT ÓPTICOS. FUNCIONAN SIN ALIMENTACIÓN.
- TRABAJA SOBRE FO MONOMODO.

CWDM y DWDM

- **DWDM** (Densa) PERMITE AMPLIFICAR LAS LONG ONDA SIMULTANEAMENTE SIN CONVERTIRLAS EN SEÑALES ELÉCTRICAS Y TRANSMITIR SEÑALES DE DISTINTAS VELOCIDADES Y TIPOS. UNI Y BIDIRECCIONAL
- **CWDM** (Gruesa) MENOR COSTO. ÁREAS METROPOLITANAS. LIMITACIÓN EN CAPACIDAD Y ALCANCE. NO BIDIRECCIONAL

