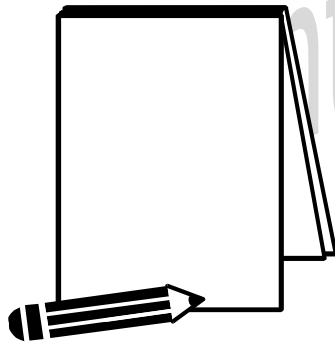


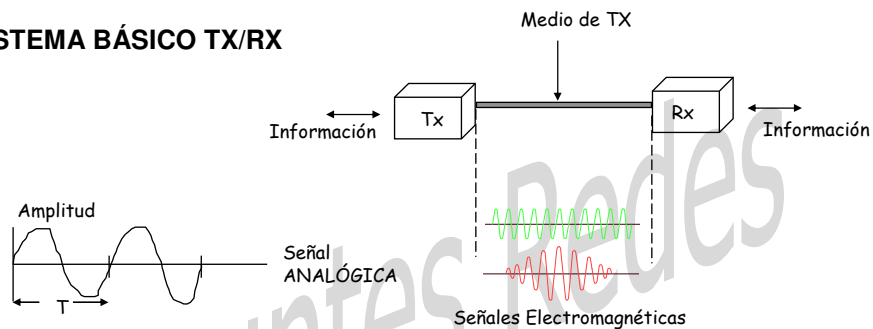
# 1. NIVEL FÍSICO

## Conceptos

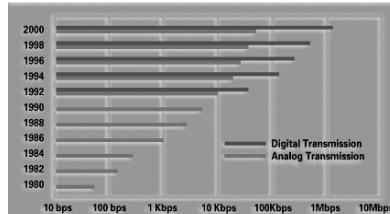


## Conceptos

### SISTEMA BÁSICO TX/RX



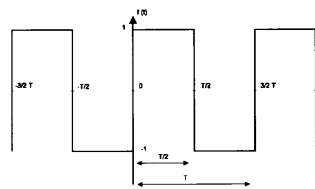
### INCREASE OF USER DATA SPEEDS



**ES CIERTO QUE ..**

- LA SEÑAL ELECTROMAGNETICA SE COMPONE DE MUCHAS FRECUENCIAS DE SEÑALES PERIÓDICAS.
- ESPECTRO = RANGO DE FRECUENCIAS QUE CONTIENE
- ANCHO DE BANDA = ANCHO DEL ESPECTRO
- SEÑAL DIGITAL IDEAL => REQUIERE TODO EL ESPECTRO => AB INFINITO

**TEOREMA DE FOURIER**



PASO 1: Cálculo de  $a_0$ :

$$a_0 = \frac{2}{T} \int_{-T/2}^{T/2} f(t) dt = 0$$

PASO 2: Cálculo de  $a_n$ :

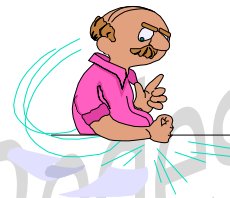
$$a_n = \frac{2}{T} \int_{-T/2}^{T/2} f(t) \cos n \omega t dt = 0; \text{ para todo } n$$

PASO 3: Cálculo de  $b_n$ :

$$b_n = \frac{2}{T} \int_{-T/2}^{T/2} f(t) \sen n \omega t dt$$

expresión que integrada convenientemente resulta,

$$b_n = \frac{2}{n\pi} (1 - \cos n \pi)$$



luego resultará según sea n par o impar,

para n = par  $b_n = 0$

para n = impar  $b_n = \frac{4}{n \pi}$

en consecuencia, reemplazando los coeficientes  $a_0$ ,  $a_n$  y  $b_n$  en la Expresión de la serie (2 - 12), resultará:

$$f(t) = \frac{4}{\pi} \sum_{n = \text{impar}}^{\infty} \frac{1}{n} \sen n \omega t$$

Expresión ésta que desarrollada, nos permite obtener la siguiente serie de senos;

$$f(t) = \frac{4}{\pi} \left[ \sen (\omega t) + \frac{1}{3} \sen (3\omega t) + \frac{1}{5} \sen (5\omega t) + \frac{1}{7} \sen (7\omega t) + \dots + \frac{1}{n} \sen (n\omega t) \right]$$



300 - 3400 Hz

Medio de transmisión	Ancho de banda en KHz
Línea telefónica	3
Emisión de radio de onda media (AM)	4,5
Emisión de radio de FM	75
Emisión de televisión PAL	8 000
Red local Ethernet	10 000
Emisión de televisión de alta definición	30 000



Señal Video Analógica Cámara TV  
4 Mhz (6Mhz a color)

20 Hz - 20 KHz



< 20 KHz



## BAUDIO versus BPS

1 KHz = 0

2 KHz = 1

0.5 KHz = 00

1.0 KHz = 01

1.5 KHz = 10

2.0 KHz = 11

V. MODULACIÓN  $V_m$  LÍNEA = Nº MÁX DE VECES POSIBLE CAMBIAR ESTADO

= 1 / INTERVALO SIGNIFICATIVO MÍNIMO

= 1/T (baudios)

V. TX SERIE  $V_t$ s = Nº DE BITS QUE SE PUEDEN TX POR SEGUNDO

=  $V_m * \log_2 N$  (bps)

**BAUDIO-> LÍNEA**

**BPS-> FLUJO**

BPS=BAUDIOS <=> MODULACIÓN ESTADO = 1 BIT INFORMACIÓN

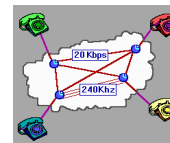
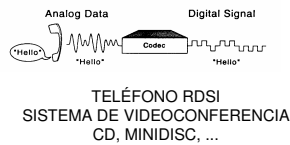
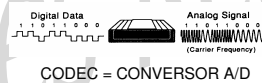
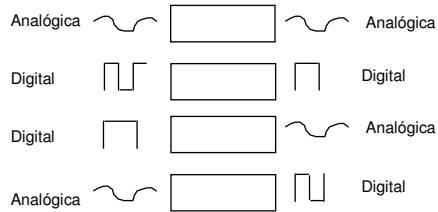
## ■ TIPOS DE TX (SÍNCRONA, ASÍNCRONA)

- VENTAJAS / INCONVENIENTES
- PARIDAD PAR (EVEN)
- PARIDAD IMPAR (ODD)

## ■ MODOS DE COMUNICACIÓN

- SIMPLEX SX
- SEMI-DUPLEX o HALF-DUPLEX HDX
- DUPLEX o FULL DUPLEX FDX

## ■ ENLACE SIMÉTRICO versus ASIMÉTRICO



## Capacidad de Transferencia

- **LINEA IDEAL (TH. NYQUIST** “El número máximo de baudios que se puede TX por un canal no puede ser superior al doble de su ancho de banda”)

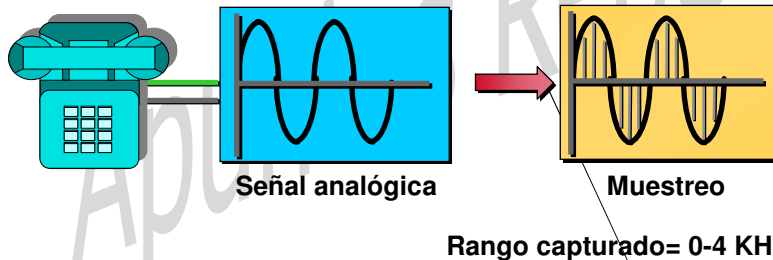
- $C = 2 * W * \log_2 N$
- **Vm MÁXIMA =  $2 * AB$  MEDIO**
  
- $AB = 3 \text{ KHz}$   $\Rightarrow$   $Vm \text{ Máx } 6.000 \text{ baudios}$
- $C = 2 * 3.000 \log_2 8 = 18.000 \text{ bps}$
  
- **EFICIENCIA CANAL  $E = C / W$**
- $E = 18.000 / 3.000 = 6 \text{ bits/Hz}$
  
- **SE CUMPLE A LA INVERSA**
  - Muestreo Teléfonos Digitales = 8Khz (mínimo 6000)
  - Muestreo HI-FI = 44.1 Khz (capturan < 22 KHz)

## Muestreo

### Ejemplo del teorema de muestreo de Nyquist Digitalización de una conversación telefónica

Ancho de banda:  
300 Hz a 3400 Hz

Frecuencia de muestreo 8 KHz  
(8.000 muestras/s)



- SR = 30 dB: la potencia de la señal es  $10^3=1000$  veces mayor que el ruido
- SR = 36 dB: la señal es  $10^{3.6} = 3981$  veces mayor que el ruido

$$\text{SR (dB)} = 10 * \log_{10} (\text{SR})$$

### ■ LINEA NO IDEAL (TH. SHANNON-HARTLEY)

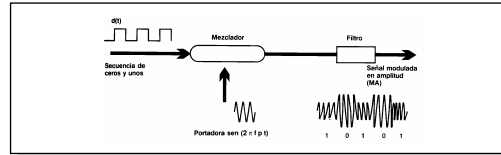
- $C = W * \text{Log}_2 (1+S/N)$
- $\text{dB} = 10 \text{Log}_{10} (S/N)$ 
  - 10 dB => S/N = 10
  - 20 dB => S/N = 100
  - 30 dB => S/N = 1000
- $C = 3.000 \text{ Hz} * \text{Log}_2 (1+1000) = 29.902 \text{ bps}$
- $C = 3.000 \text{ Hz} * \text{Log}_2 (1+100) = 19.963 \text{ bps}$
- EFICIENCIA CANAL  $E = C / W = \text{Log}_2 (1+S/N)$

Estándar ITU-T	Velocidad máx. desc./asc. en Kb/s	Baudios	Bps/baudio	Fecha aprobac.
V.21	0,3 / 0,3	300	1	
V.22	1,2 / 1,2	1200/600	1	
V.22 bis	2,4 / 2,4	2400/1200	1	1984
V.32	9,6 / 9,6	2400	4/2	1984
V.32 bis	14,4 / 14,4	2400	6/5/4/3/2	1991
V.34	28,8 / 28,8	3429	Hasta 9,9 (8,4 efectivos)	1994
V.34+	33,6 / 33,6	3429	Hasta 10,7 (9,8 efectivos)	1995
V.90	56 / 33,6			1998
V.92/V.44	56 / 48			2000

### MODULACIÓN

- **MODULACIÓN POR O. CONTINUA (PORTADORA A)**
  - MODULADORA ANALÓGICA (AM, FM, PM)
  - MODULADORA DIGITAL (ASK, FSK, PSK, QAM)
- **MODULACIÓN POR PULSOS (PORTADORA D)**
  - MODULADORA ANALÓGICA (PAM, PWM, PPM)
  - MODULADORA DIGITAL (PCM, DELTA, DELTA ADAPTATIVA, DIFERENCIAL PCM DE Q NIVELES)

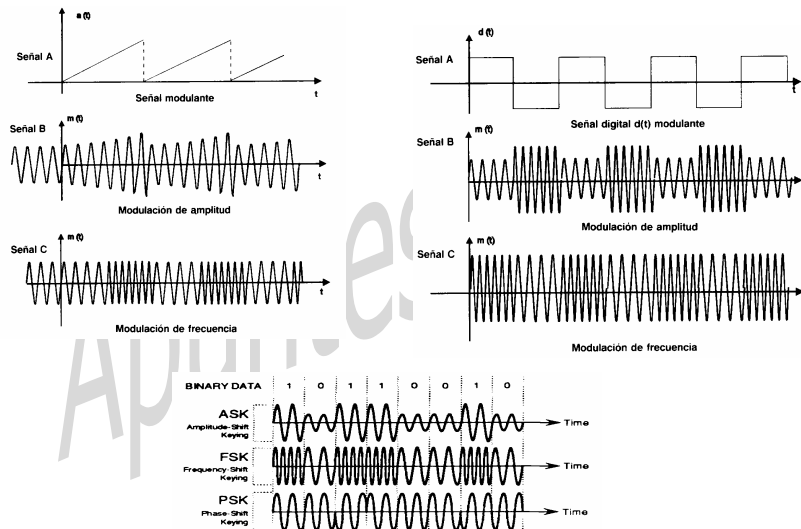
## Ondas Portadora, Moduladora y Modulada



## Métodos de Modulación

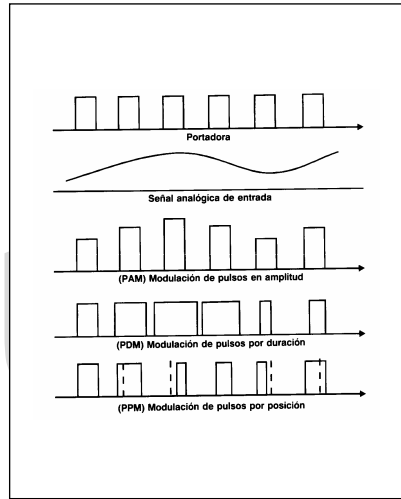
- Portadora Analógica:
  - Moduladora analógica
  - Moduladora digital: ASK, FSK, PSK, QAM
- Portadora Digital (Modulación por pulsos)
  - Analógica (PAM, PDM, PPM): Portadora puede ser modificada de infinitas formas
  - Digital (PCM, Delta, Delta diferencial, etc.): Portadora de número finito de formas

## Portadora Analógica: Señales moduladoras A y D





## Portadora Digital: Modulación por Pulsos Analógica

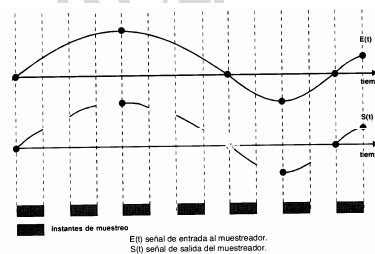
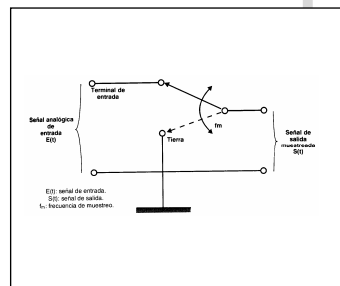


## DIGITALIZACIÓN: 1. MUESTREO

Teorema de Nyquist

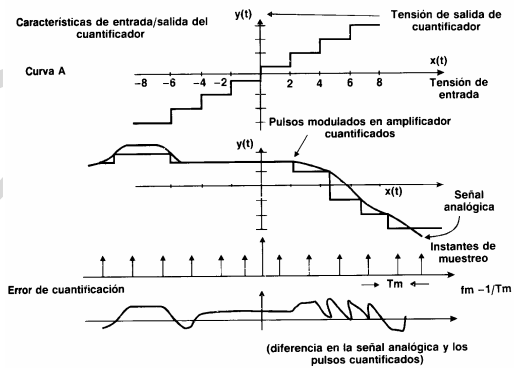
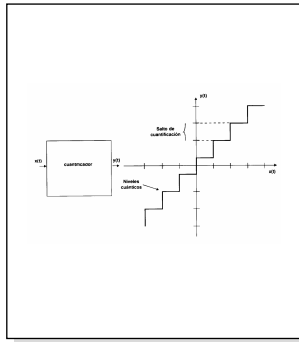
$$f_{\text{muestreo}} = 2 * AB$$

*“Una señal de AB finito puede ser satisfactoriamente definida por un conjunto de muestras instantáneas tomadas a una frecuencia de muestreo  $f_m$  mayor que el doble del AB de la señal a muestrear”*

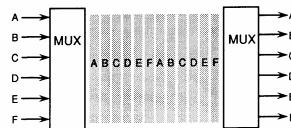
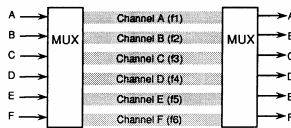
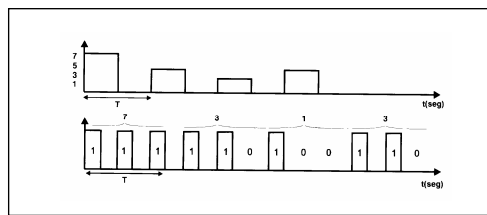


**DIGITALIZACIÓN: 2. CUANTIFICACIÓN**

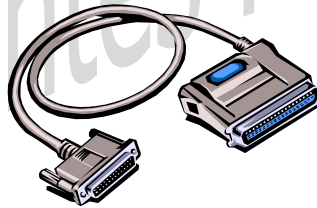
Curva de transferencia de un cuantificador  
 Niveles cuánticos = niveles de redondeo



**DIGITALIZACIÓN: 3. CODIFICACIÓN**



## 1.1 Medios de Transmisión



## Medios de TX

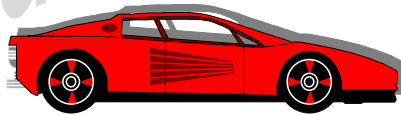
### MEDIOS GUIADOS (Ondas electromagnéticas)

- Cables metálicos (normalmente de cobre)
  - Coaxiales
  - De pares trenzados (apantallados o sin apantallar)
- Cables de fibra óptica
  - Multimodo
  - Monomodo

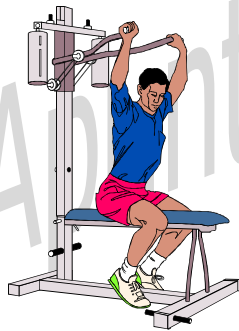
### MEDIOS NO GUIADOS (Ondas electromagnéticas)

- Enlaces vía radio
- Enlaces vía satélite

Medio	Velocidad (Km/s)
Vacío o aire	300.000
Cobre	200.000 (aprox.)
Fibra Óptica	180.000 (aprox.)



- **IMPEDANCIA** = resistencia que ofrece un cable conductor a la TX de corriente. Se mide en ohms ( $\Omega$ ). Los cables con valores altos de Impedancia son altamente resistentes a la transmisión de señales eléctricas.



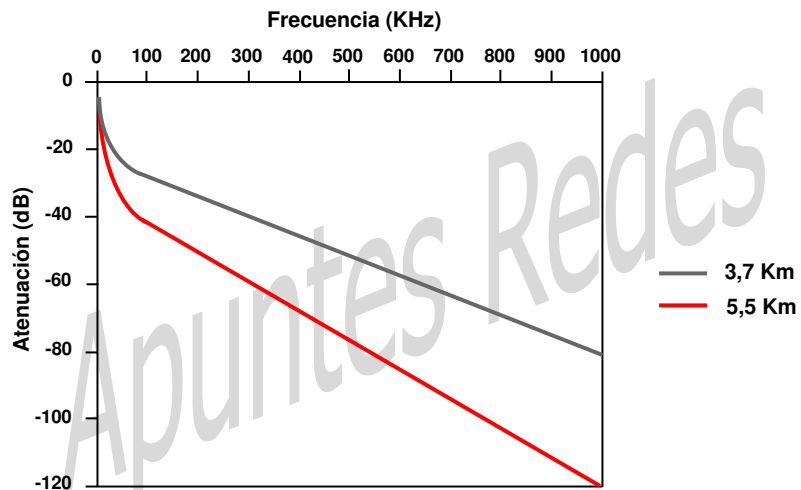
## Problemas TX en cables metálicos

- **RUIDO** (Noise) = Ruido eléctrico = Señales eléctricas que se introducen espontáneamente en un cable debido a la proximidad entre cables y fuentes de ruido. Las fuentes típicas de ruido eléctrico incluyen iluminación (tubos fluorescentes), motores eléctricos, y transformadores.
- **RETARDO** (Delay) = Retardo de propagación de las señales. Tanto en fibra como en cobre se produce un retardo estimable entre la transmisión de una señal sobre un punto del cable y la recepción de la misma sobre otro punto. Se mide normalmente en microsegundos.

## Medios TX

- **ATENUACIÓN** = Reducción del voltaje de la señal en un cable como resultado de la absorción o la dispersión del impulso eléctrico u óptico que viaja en él (Implica disminución gradual en el voltaje). Se expresa en dB. Hay dos medidas diferentes de atenuación para red:
  - La primera = Características de atenuación de un cable = Estimación de la atenuación que se espera que sufra una señal al pasar por una longitud determinada del cable. Los valores esperados de atenuación se expresan en dB/m, dB/km ó dB/ft.
  - La segunda = Se determina probando una longitud dada de cable para determinar su atenuación total. La atenuación total toma en cuenta todos los componentes del tramo de cable y se expresa como una medida total de pérdida de señal en decibelios desde un extremo del cable al otro.

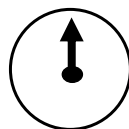
- La **señal se reduce con la distancia** por:
  - Calor (resistencia)
  - Emisión electromagnética al ambiente
- **Menor pérdida por calor** cuanto más grueso es el cable
- **Menor pérdida por emisión electromagnética** cuanto más apantallado está el cable
- La **atenuación aumenta con la frecuencia** (aproximadamente proporcional a la raíz cuadrada de ésta)



## Atenuación dB/100m

MHz	UTP-3	UTP-5	STP	RG-58 (10BASE2)	10BASE5
1	2,6	2,0	1,1		
4	5,6	4,1	2,2		
5				3,2	1,2
10		6,5		4,6	1,7
16	13,1	8,2	4,4		
25		10,4	6,2		
100		22,0	12,3		
300			21,4		

## Medios TX

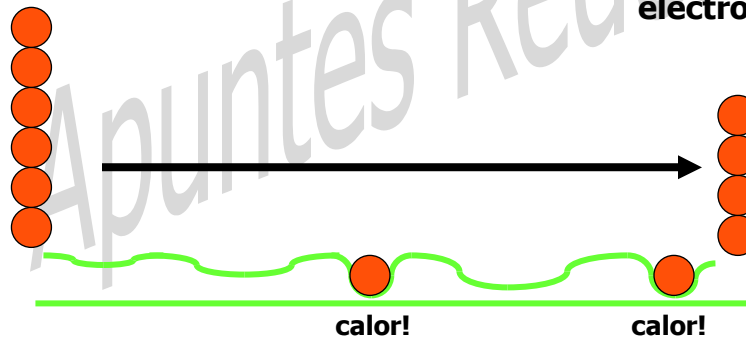


### ATENUACIÓN

Representada por los  
electrones que son "perdidos"

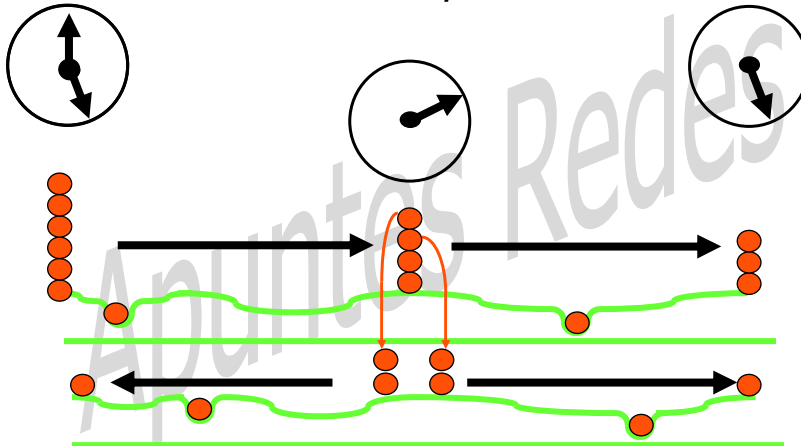


Menos  
electrones



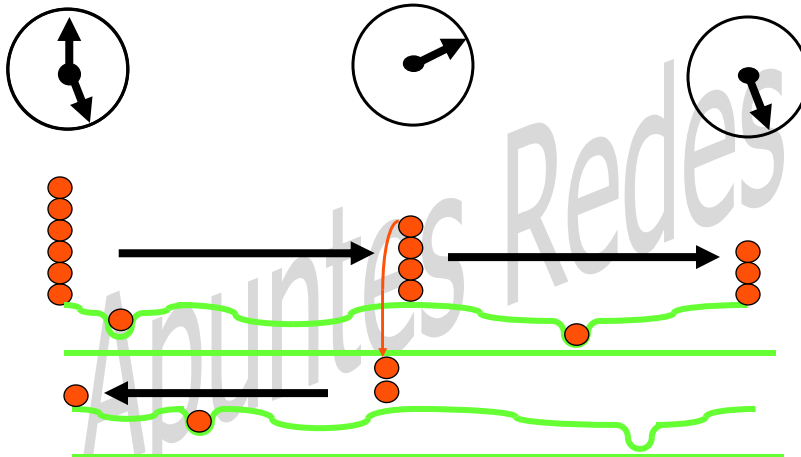
## Diafonía o Crosstalk

La señal eléctrica transmitida por un par induce corrientes en pares vecinos



La señal inducida en cables vecinos se propaga en ambas direcciones

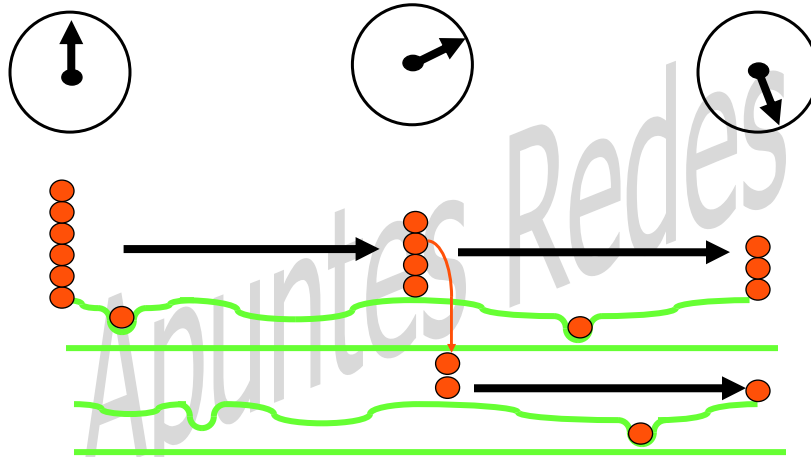
## Near end Crosstalk NEXT



El NEXT lo produce la señal inducida que vuelve y es percibida en el lado del emisor



## Far end Crosstalk FEXT



El FEXT lo produce la señal inducida que es percibida en el lado receptor. Es mas débil que el NEXT

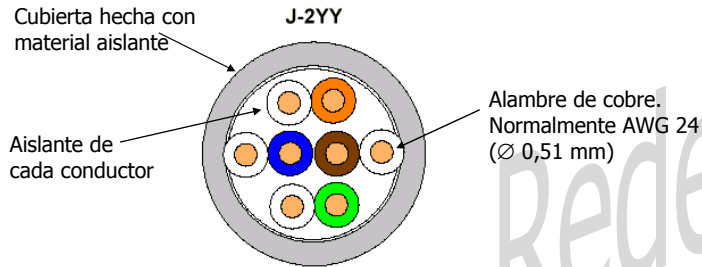
## Par trenzado

- Base del bucle de abonado
- Sistemas de red local modernos
- Pares trenzados para minimizar interferencias
- Inadecuado en largas distancias (atenuación)



- STP (SHIELDED TWISTED PAIR)
- UTP (UNSHIELDED TWISTED PAIR)
- STP PANTALLA DE COBRE
- STP PANTALLA DE ALUMINIO = FTP FOIL TWISTED PAIR = ScTP SCREENED TWISTED PAIR

## Ejm: UTP-5 de 4 pares

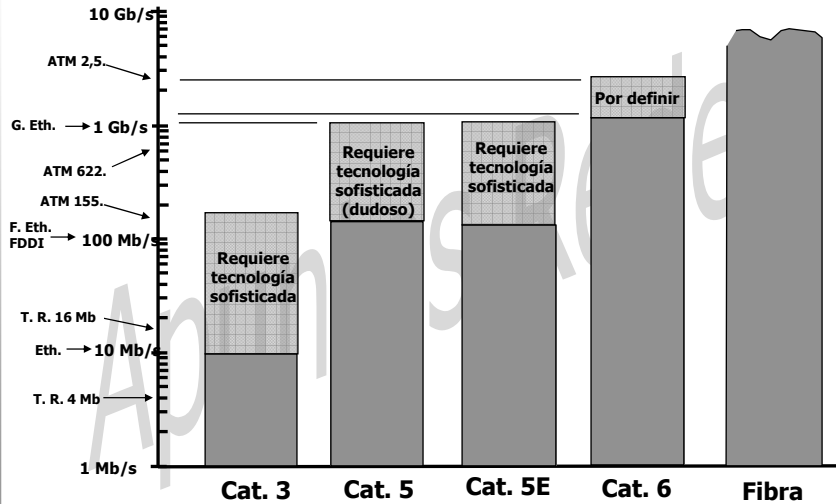


AWG N°	Diam. mm.	Area mm <sup>2</sup>	AWG N°	Diam. mm.	Area mm <sup>2</sup>
1	7,350	42,400	16	1,290	1,3100
2	6,540	33,600	17	1,150	1,0400
3	5,190	21,200	18	1,024	0,8230
4	5,190	21,200	19	0,912	0,6530
5	4,620	16,800	20	0,812	0,5190
6	4,110	13,300	21	0,723	0,4120
7	3,670	10,600	22	0,644	0,3250
8	3,260	8,360	23	0,573	0,2590
9	2,910	6,620	24	0,511	0,2050
10	2,590	5,270	25	0,455	0,1630
11	2,300	4,160	26	0,405	0,1280
12	2,050	3,310	27	0,361	0,1020
13	1,830	2,630	28	0,321	0,0804
14	1,630	2,080	29	0,286	0,0646
15	1,450	1,650	30	0,255	0,0503

Tnt-Audio Internet HiFi Review <http://www.tnt-audio.com>

## CAT

Categoría	Vueltas/m	Frec. Máx. (MHz)	Capac. Máx. datos (Mb/s)
1	0	No espec.	No se utiliza
2	0	1	1 (2 pares)
3	10-16	16	100 (2 pares)
4	16-26	20	100 (2 pares)
5	26-33	100	1000 (4 pares)
5e		100	1000 (4 pares)
6 (desarrollo)		250	¿4000?
7 (desarrollo)		600	¿10000?



ISO/IEC 11801  
*Link Lengths with different cable types*

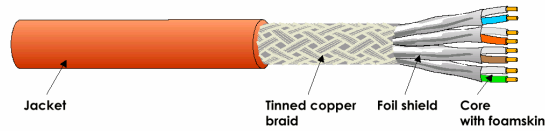
Cable Type	CLASS A	CLASS B	CLASS C	CLASS D	OPTICAL
CATEGORY 3	2Km	200m	100m (1)	—	—
CATEGORY 4	3Km	260m	150m (3)	—	—
CATEGORY 5	3Km	260m	160m (3)	100m (1)	—
150 Ω Cable	3Km	400m	250m (3)	150m (3)	—
Multimode optical fibers					2 Km
Singlemode optical fibers					3 Km (2)

NOTES:

1. The 100m may include 90m of LAN cable + 7.5m patch cable + 3 connectors
2. Not a medium limitation
3. For distances greater than 100m, the applicable LAN standard should be consulted

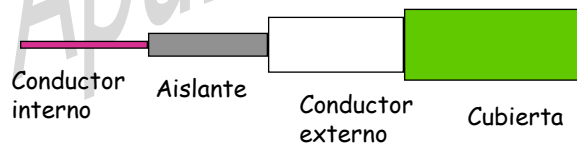
## Propuesta STP CAT-7

- STP, 4 pair, 100 Ohm Impedance, typically 23 AWG (0.57 mmØ) bare copper

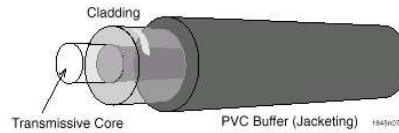


## Coaxial

- APANTALLAMIENTO MEJOR QUE TRENZADO
- MAYOR VELOCIDAD y DISTANCIA
  - La impedancia puede ser de 50 o 75  $\Omega$
  - 50  $\Omega$ : usado en redes locales Ethernet (10BASE2 y 10BASE5)
  - 75  $\Omega$ : usado en conexiones WAN y redes CATV (Community Antenna TeleVision)
- EJM: En 1 Km 1 Ghz y 5 Gbps

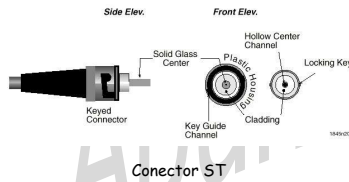


Algunos terminadores de FO  
SMA Sub-Miniature Assembly  
ST Straight-Tip by AT&T  
FDDI MIC  
SC (más reciente)

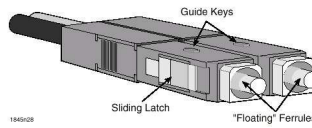


Núcleo de fibra de vidrio  
Las reflexiones se producen cuando la trayectoria del impulso de luz incide con el material reflectante que rodea a la fibra óptica "Cladding"

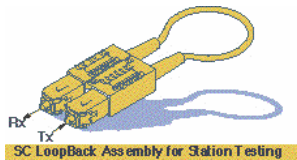
Una capa de PVC "Jacketing" envuelve todo y la protege (p.e. Tener características antiroedores)



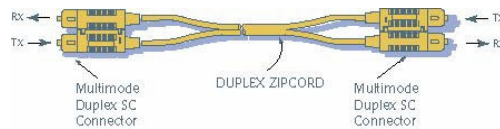
Conector ST



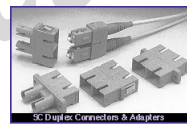
Conector SC



SC LoopBack Assembly for Station Testing

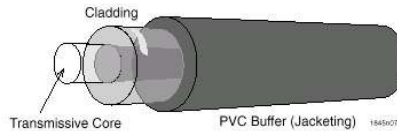
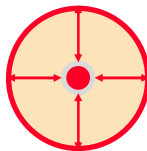
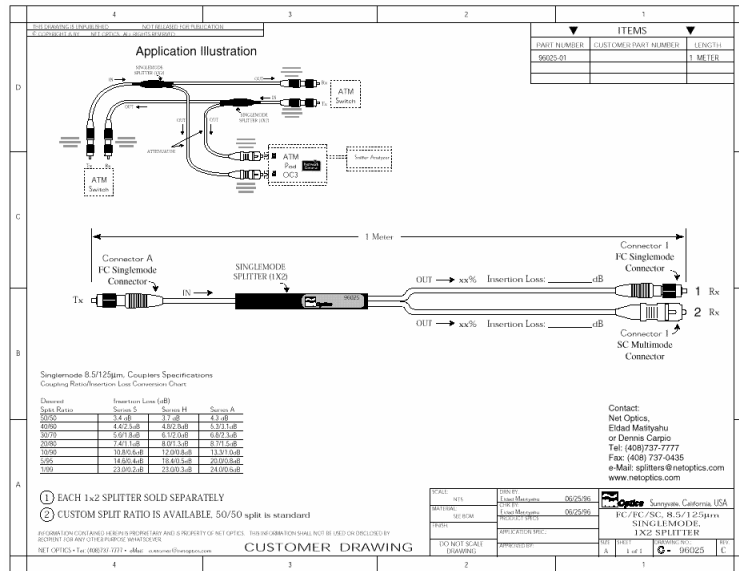


ST Connectors & Adapters

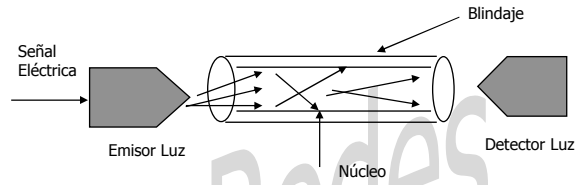


SC Duplex Connectors & Adapters





- + Mayor ancho de banda, mayor capacidad
- + Mucho menor atenuación, mayor alcance
- + Inmune a las interferencias radioeléctricas
- + Tasa de errores muy baja
- Costo elevado
- Manipulación compleja y delicada



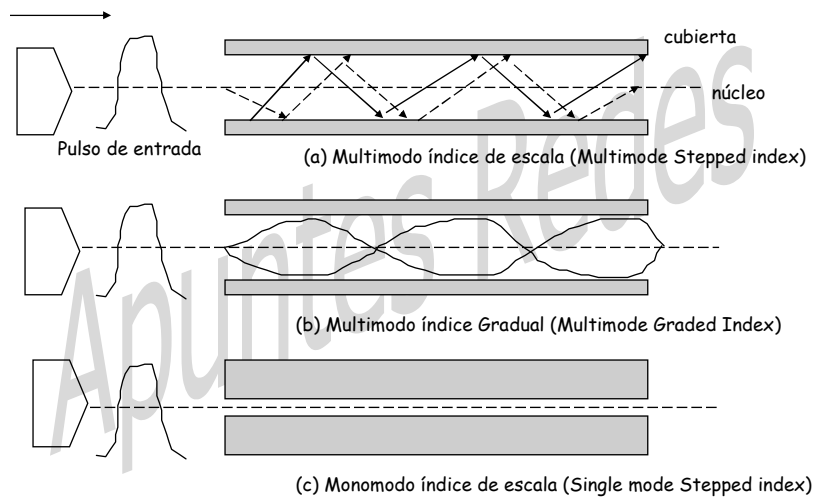
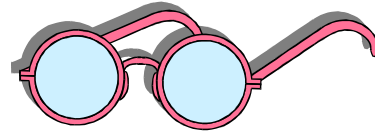
## ■ TIPO 1 LEDs LIGHT-EMITTING DIODE

- LUZ NORMAL (NO COHERENTE)
- CADA RAYO TIENE 1 MODO
- USA FO MULTIMODO MM

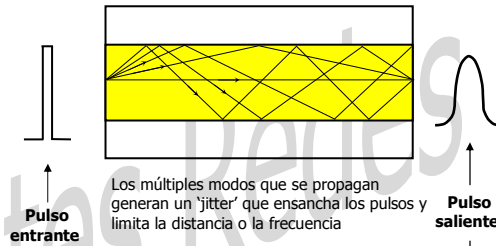
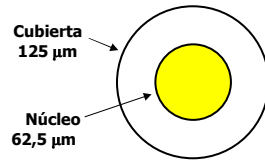
OJO fibras mm (la luz láser es perjudicial para la vista, y además al tratarse de emisión infrarroja el ojo no aprecia luz alguna)

## ■ TIPO 2 DIODOS LÁSER

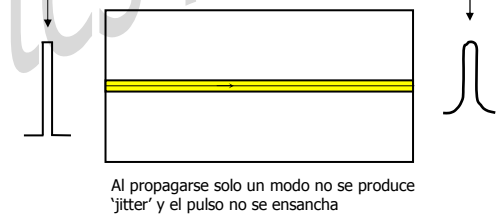
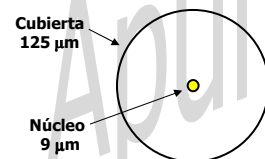
- LUZ COHERENTE
- ÚNICO RAYO
- USA FO MONOMODO mm



## Multimodo



## Monomodo



NOTA: CABELLO 80-100 micras

- **DISPERSIÓN** = *Ensanchamiento* del pulso recibido cuando se TX por MM. La dispersión limita la velocidad de transferencia, ya que el emisor no puede enviar los pulsos con la rapidez que en principio podría

$$\text{Dispersión} = \text{Frecuencia} * \text{Long. fibra}$$

- Ejm: Fibra de 2 Km que transmita a 155 Mbps (equivalente a 155 MHz) tendrá una dispersión de 310 MHz Km.
- Sólo es importante en conexiones de alta velocidad (ATM a 622 Mb/s o Gigabit Ethernet)



- Enlace ATM a 622 Mb/s sobre fibra Multimodo de 500 MHz\*Km de ancho de banda. Supongamos que 622 Mb/s = 622 MHz

Dispersión = Frecuencia \* Long fibra

500 (MHz\*Km) = 622 (MHz) \* Longitud (Km)

Longitud = 500/622 = 0,8 Km = 800 m

- Fibras MM a 622 Mbps (máx habitual en MM) => Long = 800 m.
- Fibra MM a 155 Mbps => Long = 3,2 Km
- Fibra MM a 100 Mbps => Long = 5 Km

- En gran distancia se deben utilizar fibras **mm**
- Concepto de "Solitones"

Característica	LED	Láser semiconductor
Velocidad máxima	Baja (622 Mb/s)	Alta (10 Gb/s)
Fibra	Multimodo	Multimodo y Monomodo
Distancia	Hasta 2 Km	Hasta 160 Km
Vida media	Larga	Corta
Sensibilidad a la temperatura	Pequeña	Elevada
Costo	Bajo	Alto

Longitud de onda = Distancia que recorre el pulso mientras una partícula del medio que recorre la onda realiza una oscilación completa. El tiempo que tarda en realizar la oscilación se llama período ( T ) y la frecuencia ( f ) es el número de oscilaciones (vibraciones completas) que efectúa cualquier partícula, del medio perturbado por donde se propaga la onda, en un segundo.

La longitud de onda y la frecuencia son inversamente proporcionales.

$$\text{Long. Onda} = \text{velocidad} / \text{frecuencia}$$

- Para la TX luz se utilizan 3 rangos de frecuencias donde las fibras muestran menor absorción (mayor 'transparencia')
- Son bandas situadas alrededor de 0,85, 1,30 y 1,55 micras (zona infrarroja del espectro). La parte visible esta entre 0,4 y 0,7 micras.

## PRIMERA VENTANA

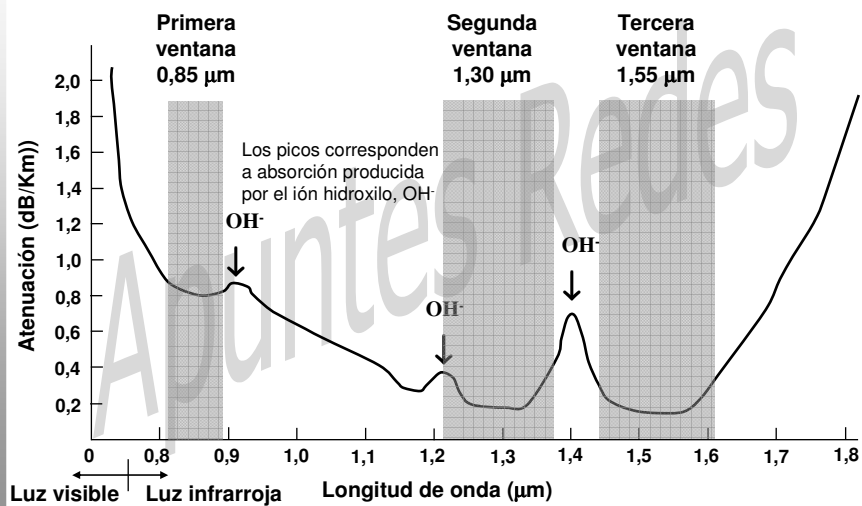
- Tiene mayor atenuación, Poco utilizada

## SEGUNDA VENTANA

- Anchura de 18 THz (THz = 1 TeraHertzio = 1000 GHz =  $10^{12}$  Hz), la más utilizada

## TERCERA VENTANA

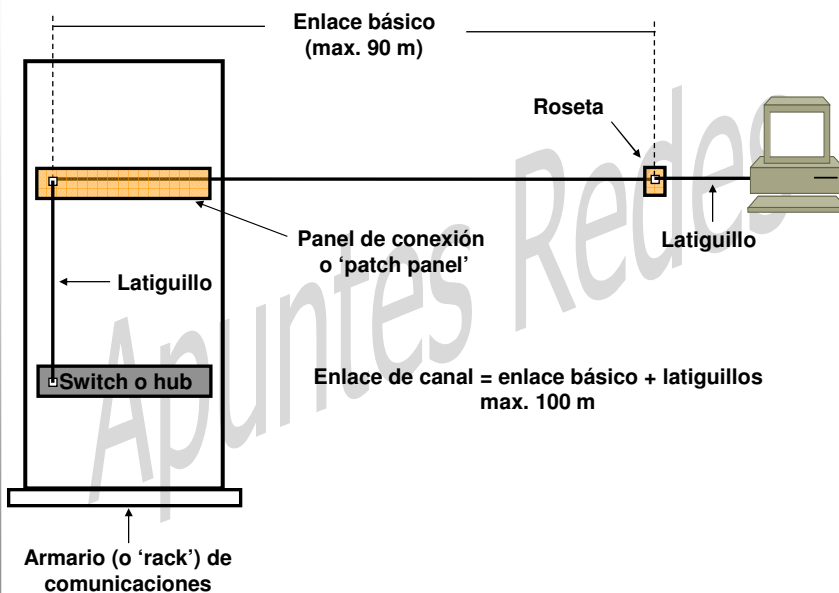
- Anchura de 12,5 THz, es la que presenta menor atenuación
- Se utiliza en monomodo para cubrir una gran distancia sin repetidores



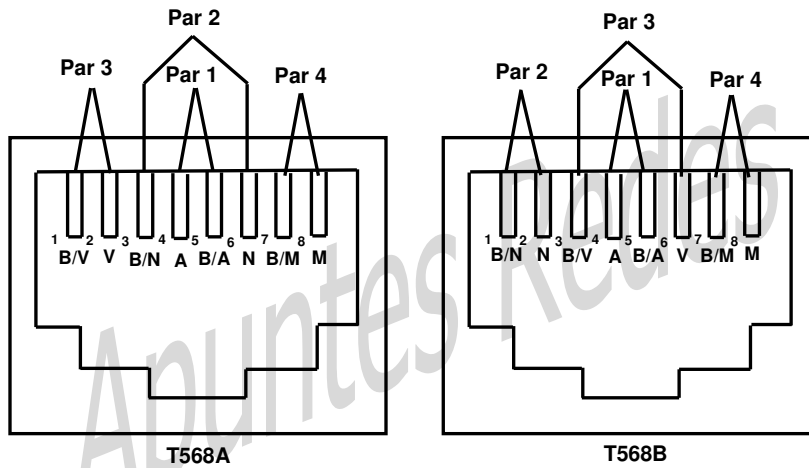
## ¿Cuándo usar Fibra?

- Conexión entre edificios (posible diferencia de potencial entre tierras)
- Velocidades altas o muy altas (valorar monomodo)
- Distancias de más de 100 m
- Se requiere máxima seguridad frente a intrusos (no se puede "pinchar")
- Se atraviesan atmósferas corrosivas
- Se corre el riesgo de tener fuerte interferencia electromagnética

## Cableado Estructurado



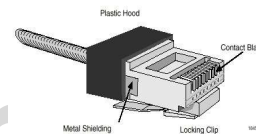
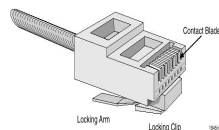
## Estándares conexión RJ-45



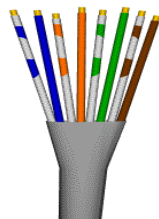
10/100 BASE-T usa:  
1-2 para TX  
3-6 para RX

Colores: Par 1: A y B/A (Azul y Blanco/Azul)  
Par 2: N y B/N (Naranja y Blanco/Naranja)  
Par 3: V y B/V (Verde y Blanco/Verde)  
Par 4: M y B/M (Marrón y Blanco/Marrón)

## Par trenzado

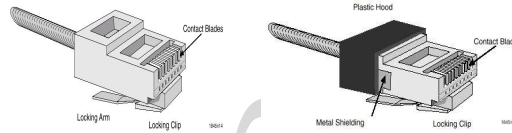
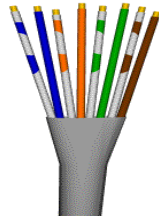


Terminadores RJ45 y RJ49 (para cable FTP porque tiene envoltura de metal)



Wire Color	EIA/TIA Pair	Ethernet Signal Use	
		568A	568B
White/Blue (W-BL)	Pair 1	Not Used	
Blue (BL)			
White/Orange (W-OR)	Pair 2	RX+	TX+
Orange (OR)		RX-	TX-
White/Green (W-CR)	Pair 3	TX+	RX+
Green (GR)		TX-	RX-
White/Brown (W-BR)	Pair 4	Not Used	
Brown (BR)			

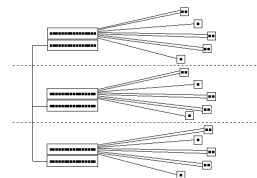
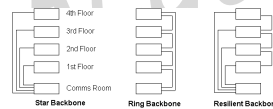
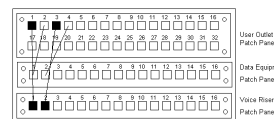
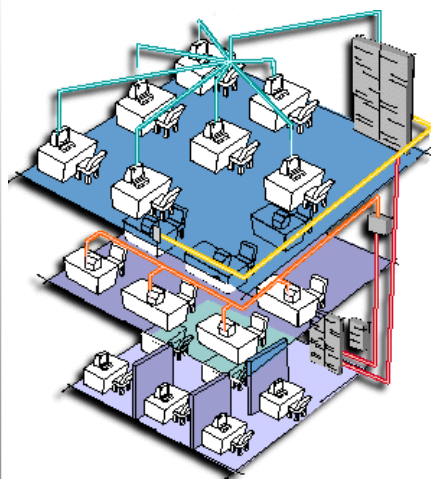
## Par trenzado



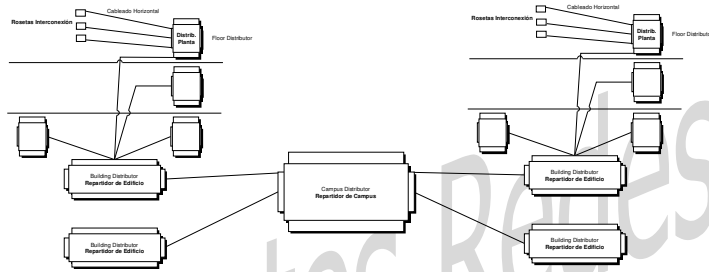
Terminadores RJ45 y RJ49 (para cable FTP porque tiene envoltura de metal)

Pin #	EIA/TIA 568A	AT&T 258A/268B (EIA/TIA 568B)	Ethernet 10BASE-T 100BASE-T4	Ethernet 100BASE-T8	Token Ring	ATM, and TP-PMD
1	White/Green	White/Orange	X	X		X
2	Green/White	Orange/White	X	X		X
3	White/Orange	White/Green	X	X	X	
4	Blue/White	Blue/White		X	X	
5	White/Blue	White/Blue		X	X	
6	Orange/White	Green/White	X	X	X	
7	White/Brown	White/Brown		X		X
8	Brown/White	Brown/White		X		X

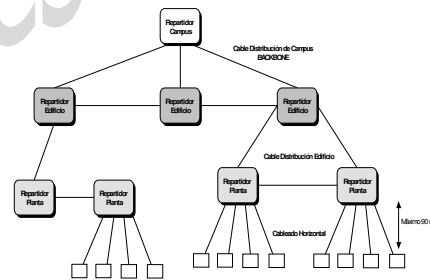
## Cableado Estructurado



# Cableado Estructurado



## ESTRUCTURA JERÁRQUICA



# Cableado Estructurado

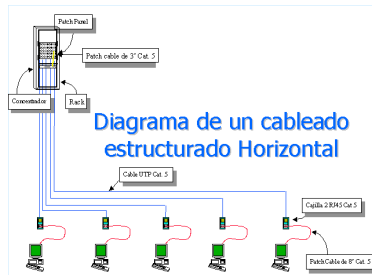


Diagrama de un cableado estructurado Horizontal

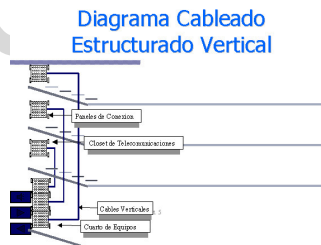


Diagrama Cableado Estructurado Vertical

## PLANOS

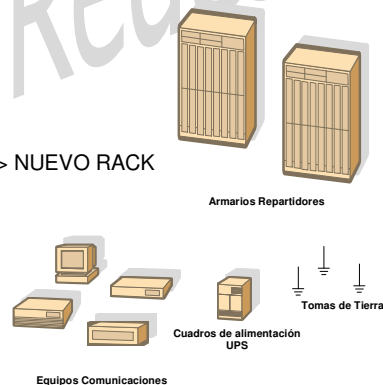
- TERMINACIÓN RED / PLANTA
- IDENTIFICACIÓN / UBICACIÓN REPARTIDORES
- CANALIZACIONES TRONCALES
- CANALIZACIONES HASTA PUESTO TRABAJO
- MATERIALES / TRAMO

## ALCANCE

- SUMINISTRO, INSTALACIÓN CLASE D (ISO 11801, CENELEC EN50173) CAT5 (TIA/EIA568A)
- CANALIZACIONES
- ALBAÑILERÍA
- ELECTRIFICACIÓN
- MIGRACIÓN

## ELEMENTOS RED

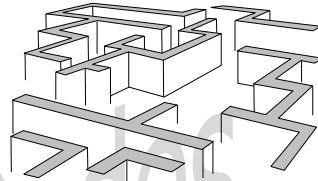
- **SUBSISTEMA HORIZONTAL**
  - ROSETAS DOBLES
  - 4 PARES
  - 90 M.
  - ETIQUETADO (REPARTIDOR - Nº ROSETA)
- **SUBSISTEMA ADMINISTRACIÓN**
  - REPARTIDORES 1ario, 2ario
  - RACKS 19" 41U, 25U, 12U
  - REPARTIDOR + DE 100 ROSETAS => NUEVO RACK
  - PANELES 24 ó 48
  - PASAHILOS
  - LIU 1U
  - MM 62.5/125 mcr





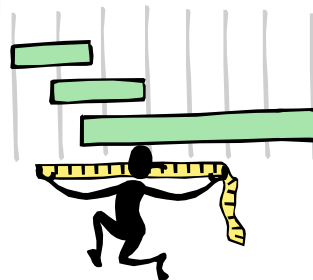
### ELEMENTOS RED

- **SUBSISTEMA VERTICAL**
  - MULTIPAR 25 PARES CAT3
  - 8 FO MULTIMODO 62.5 / 125 MICRAS
- **CANALIZACIONES / OBRA CIVIL**
  - DIÁMETRO = 30 % DIMENSIONAMIENTO
- **SUBSISTEMA PUESTO TRABAJO**
  - LATIGUILLOS RJ45 - RJ45
- **CERTIFICACIÓN**



### PLAN DE INSTALACIÓN

- GESTIÓN PROYECTO
- REPLANTEO
- ACOPIO MATERIALES
- INSTALACIÓN CANALIZACIONES / OBRA CIVIL
- CABLEADO HORIZONTAL
- CABLEADO VERTICAL
- REPARTIDORES
- CERTIFICACIÓN
- FORMACIÓN
- DOCUMENTACIÓN
- ACEPTACIÓN



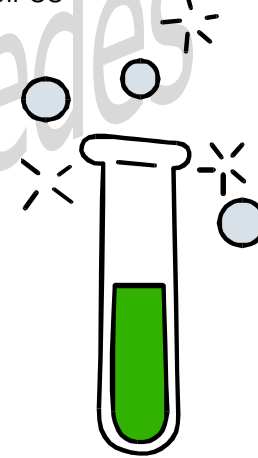
# Cableado Estructurado

## PLAN DE PRUEBAS (PAR TRENZADO)

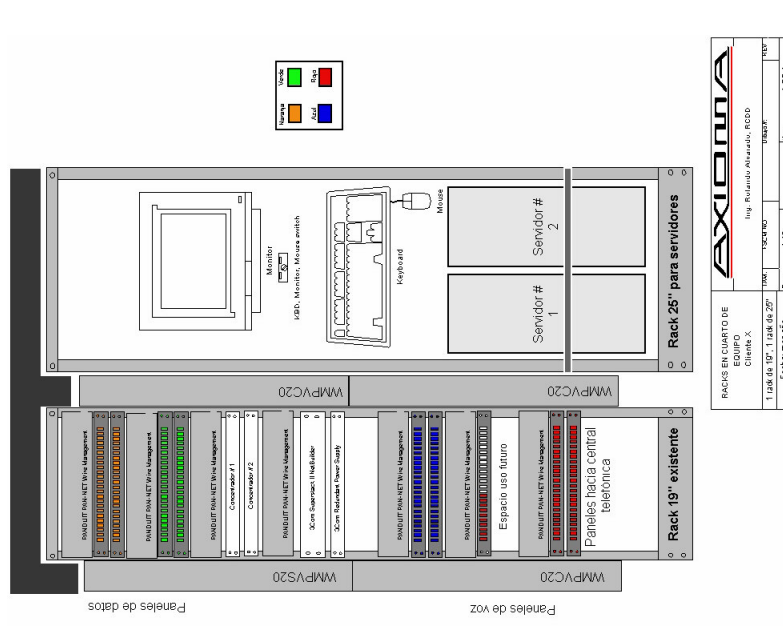
- CONTINUIDAD CABLEADO HORIZONTAL
- CONTINUIDAD CABLEADO VERTICAL Y EQUIPOS
- PRUEBAS DE TRANSMISIÓN

## PLAN DE PRUEBAS (F.O.)

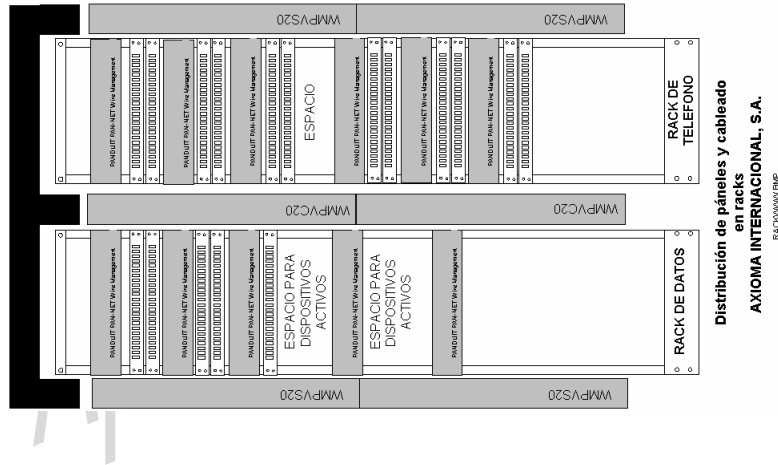
- PÉRDIDAS POTENCIA



# Cableado Estructurado



# Cableado Estructurado



Distribución de paneles y cableado en racks  
AXIOMA INTERNACIONAL, S.A.  
RACKWWW/EMP

# Cableado Estructurado

TABLA DE ESPECIFICACIONES				
Parametro	Rango	Resolución	Precisión	Otros datos
Distancia	0-330 m	0,33 m	±(3%+0,3 m-MVP)	Velocidad de propagación: 0,5-0,99 c
Retardo	0-4000 ns	1 ns	±(3% + 1 ns)	
Impedancia media	35-100 Ω	0,1 Ω	±(3% + 1 Ω)	
Capacidad (datos)	0-100 nF	1 pF o 3 dkg	±(2% + 20 pF)	
Capacidad (por metro)	0-328 pF/m	0,1 pF	±(2% + 1 pF)	
Resistencia en bucle CC	0-400 Ω	0,1 Ω	±(1% + 2 Ω)	
Atenuación	1-100 MHz	0,1 dB		Rango de medida: 0-70 dB M. salto frecuencias (MHz): 150, 250
Retorno (NEXT)	1-100 MHz	0,1 dB		Rango de medida: 0-70 dB M. salto frecuencias (MHz): 150, 250
Pérdidas de retorno	1-100 MHz	0,1 dB		Rango de medida: 0-50 dB M. salto frecuencias (MHz): 150, 250



El LT 8000 es la herramienta ideal para verificar si el cableado satisface los rigurosos requisitos de las redes de alta velocidad como Fast Ethernet de 100 Mbps y ATM de 155 Mbps. Asimismo, el LT 8000 permite la localización rápida y sencilla de averías de red a nivel físico.

**Minimice los tiempos de parada identificando problemas de red que a menudo pasan inadvertidos**  
Ahora es posible localizar problemas en el cableado de red que los analizadores de protocolo no pueden identificar. Hay problemas de cableado, tales como cruces o roturas de hilos y conectores defectuosos, que a menudo pasan inadvertidos; ahora pueden detectarse rápida y eficientemente, reduciendo así los tiempos de parada.

Capacidad de memoria	Última prueba
Estándar de comprobación	TIA TSB-67 Nivel II
Conformidad con normas	ISO 11801 EN 60723 E.ON 44312-1
Tipos de cables	
	UTP/STP/FTP CAT 3,4,5 (datos y canal)
	8MS STP tipo 1,2,6
	Coaxiales: 10base2, 10base5
Dimensiones:	
	10 pulg. x 4,25 pulg.
	(Principal y remoto)
	x 2,5 pulg.
	250mm x 108mm x 64mm
Peso:	
	1,75 libras (800g)
	1,6 libras (728g) remoto.
Diagnóstico de baterías:	
	N/A/H
Fuente de alimentación interna:	
	12 V CC, 800 mA cont.
Duración típica (batería):	
	8 horas
Conformidad & Certificación CE & UL/CUL	
Temp. máx. de operación:	
	20°C a +50°C
Temp. máx. de almacenamiento:	
	-20°C a +70°C
Almacenamiento:	
	5 - 90% no condensante.

<b>Opcionales:</b>	
<b>TDR (resistencia en función de longitud)</b>	
Rango de distancias:	0 - 330 m
Resolución distancia:	0,33 m
Rango de impedancias:	0 - 400 Ω
Resolución impedancia:	0,1 Ω
Precisión de impedancia:	±(3% + 14Ω)
<b>Ruido medio</b>	
Rango:	0 - 2 Vrms
Ancho de banda:	40 Hz - 100 MHz
Resolución:	10 mVrms
Precisión:	±(3% + 20 mVrms)
<b>Ruido de impulso</b>	
Rango de cuantos/sig:	0 - 999
Rango de umbrales:	0 - 2 V
Resolución de umbral:	10 mV
Precisión de umbral:	±(3% + 20 mV)
Ancho máx. de pulso:	10 ns
<b>Monitor de tráfico</b>	
Rango de utilización:	0 - 100%
Intervalo de muestreo:	1 seg. a 1 min. 1 h
Monitor continuo:	max. 24 horas
Pulso de enlace:	cada 50 ms

# Cableado Estructurado

## POWER LOSS

The CV-40 Series are the low-cost solutions to verifying multimode fiber optic cable and determining power loss. These small-size, low-cost instruments are a superior value over competitive power loss meters or OTDR's when quick, basic operational testing of fiber cable runs is all that is required. Units feature an easy-to-read bargraph showing power loss in -2dBm increments. They terminate in a standard ST style connector and are powered by a 9V battery.

### FV41

A transmitter (Light Source) and Receiver (Power Loss Readout) in one. Ideal for use when checking spools of cable or for uninstalled cable where both ends are looped back into the FV41. In installed fiber or long runs where a remote light source is needed, it can be used with the FV42 with the FV42 acting as the remote light source.

### FV42

The FV42 is an 850nm light source transmitter for use with the FV43 below. Use it at the opposite end of the fiber run for a power loss measuring system. Can also be used with the FV41 as a remote light source. Calibrated to 10microwatts (-20dBm).

### FV43

The FV43 is a power loss readout for use with any 850nm light source. Use it with the FV42 above, at the opposite end of the fiber run for a complete power loss measuring system. The front panel has an LED bargraph array indicating power loss in -2dBm increments from -22dBm to -40dBm.

## VISUAL FAULT FINDER



- ◆ Finds Breaks, Faulty Splices and Crimps, Poor Components or Connections
- ◆ Lowest Cost, Basic Fiber Test Tool
- ◆ Slim, Pocket-Sized Tool
- ◆ Rugged, Metal Housing
- ◆ Includes Carrying Case, Lens Cap, Batteries, Lanyard, and Instruction Sheet



### CV20

The most popular, low-cost, pair continuity tester for LAN cables. Tests for shorts, opens and crosses on cables with RJ45 connectors. Note: The CV20 has an additional, separate model which will also verify continuity of E/30C telephone wire pairs terminating in an RJ25 connector.

### CV25

More comprehensive testing than CV20. Performs full tests on pairs and individual wires including split detection. For use with 10BASE-T, T568 cables terminating in RJ45 connectors. Tests shorts, splits, crosses, and split pairs. CV25 is the lowest cost tester with split-pair detection.

### CV22

Use with Thinner (10BASE-2) LAN cabling installations. Tests for continuity, shorts, opens and good terminations.

### CV32

A dual function LAN tester that includes both RJ45 and BNC connections to test both 10BASE-T/10BASE-2 and Thinner with the same unit. It performs all of the functional LAN cable tests of the CV20 and CV22 in a single unit.

### CV34

For use with Token Ring cabling, the CV34 will test Type 1, IBM and DEC Token Ring cables. All four wires and the shield are tested. It will test for opens, shorts, swaps, and even shorting bars. An internal beeper also provides an audible indication when an error is detected.

### CV35

An extended-feature 10BASE-T, T568 LAN cable tester. It has a cable test mode and a traffic detection mode. In the cable test mode it checks for opens, shorts, reverses and will detect split pairs. In the "traffic" mode it will indicate an active hub or the presence of network traffic.

# Cableado Estructurado

## Comprobador para todos los largos de ondas y fibras

Es un hecho que los cables de fibra de vidrio se han impuesto. La mayor parte de las instalaciones de las categorías 5 en las zonas primaria, secundaria y terciaria consisten igualmente de cables de fibra de vidrio. El comprobador FiberKite® facilita considerablemente la comprobación de los críticos segmentos de guías de ondas.

- determina la atenuación en instalaciones de fibra de vidrio en multimodo y singlemode
- ejecuta la comprobación automáticamente con diferentes largos de onda sin cambiar los ajustes o modificar los aparos.
- la fuente de onda emiten en 850 nm / 1300 nm respecto de las fibras multimodo y 1270 nm / 1550 nm respecto de las fibras singlemode.
- visualización y memorización de los resultados de test realizados con comprobadores de cable de la serie LT 8100
- denominación y clasificación de los resultados de comprobación según dirección de medición, salida, proyecto y trabajo concreto
- todos los FiberKite® se conectan igualmente al LT 8155



## El líder de mercado rinde más

El FiberKite® tiene en cuenta muchas exigencias que los usuarios han formulado desde la salida al mercado del equipo de medición de fibras de vidrio integrado de Wavetek. Estas exigencias o requerimientos expresan claramente la necesidad de un aparato de medición sencillo para la comprobación de fibras multimodo y singlemode en diversos largos de onda.

## Aun más comprobaciones en menos tiempo

Sin necesidad de cambiar el acoplamiento de enchufe o de modificar los ajustes, con el FiberKite® puede medir Ussted automáticamente la atenuación en 850 nm y 1300 nm en cables multimodo.

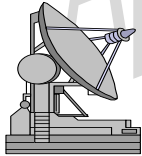
## Comprobaciones sencillas de diferentes tipos de cable

Con el FiberKite® comprueba Ussted las instalaciones de singlemode tan sencillamente como en el caso de las aplicaciones multimodo: el mismo instrumento evalúa ambos tipos de fibra.



## Espectro electromagnético

Frecuencia	Designación
3 Hz - 30 kHz	Very Low Frequency (VLF)
30 - 300 kHz	Low Frequency (LF)
300 kHz - 3 MHz	Medium Frequency (MF)
3 - 30 MHz	High Frequency (HF)
30 - 300 MHz	Very High Frequency (VHF)
300 MHz - 3 GHz	Ultra High Frequency (UHF)
3 - 30 GHz	Super High Frequency (SHF)
30 - 300 GHz	Extremely High Frequency (EHF)
1000 GHz - 10 <sup>7</sup> GHz	Infrared or ultraviolet



→  
**Radiofrecuencia (10 KHz a 300 MHz)**  
**Microondas (300 MHz a 300 GHz)**  
Infrarroja (300 GHz a 400 THz)

## Espectro electromagnético

**Radiofrecuencia (10 KHz a 300 MHz)**  
**Microondas (300 MHz a 300 GHz)**  
Infrarroja (300 GHz a 400 THz)

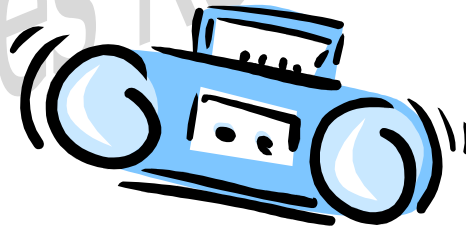
- Para infrarrojo mejor se utiliza la longitud de onda. Recordemos que ambas magnitudes están relacionadas por la fórmula:

$$\lambda * f = c$$

- $\lambda$  = longitud de onda,  $f$  = frecuencia,  $c$  = velocidad de la luz en el vacío. Ejm: onda de 30 GHz (microonda) => longitud de onda = 1 cm

### ■ Radiofrecuencia (10 KHz a 300 MHz)

- TX poco direccional
- Las ondas pueden atravesar obstáculos de cierto tamaño sin dificultad.
- Baja velocidad
- Emisiones de Radio



### ■ Microondas (300 MHz a 300 GHz)

- TX direccional y sensible a los obstáculos
- Por encima de 100 MHz la TX se hace en línea recta y los obstáculos impiden la comunicación.
- A partir de 10 GHz incluso la lluvia absorbe parte de la potencia.
- Rango más utilizado, altas velocidades, amplio AB, alcance razonable y relativamente exento de interferencias
- Condición de la visión directa => instalar repetidores

### ■ Microondas (300 MHz a 300 GHz)

- Ejm: Radioenlaces de 2, 34 y 140 Mbps. Por ejemplo Retevisión dispone en España de un total de 47.000 Km de circuitos digitales por radioenlaces de microondas de 140 Mbps; estos circuitos se utilizan para transmitir las diversas señales de televisión, para unir la red de telefonía móvil GSM de Airtel y para ofrecer circuitos de datos y telefonía a larga distancia

### ■ Infrarrojo (300 GHz a 400 THz)

- Por encima de 500 GHz el comportamiento es completamente direccional y la absorción por fenómenos meteorológicos (niebla, contaminación, ..) es notable.
- SÓLO permite TX a corta distancia y con buenas condiciones meteorológicas.
- Inconveniente: el alcance es relativamente pequeño (bueno para LANs inalámbricas).
- Pueden enlazar edificios separados por distancias < 1 Km con vel 155 Mbps.

## Espectro electromagnético

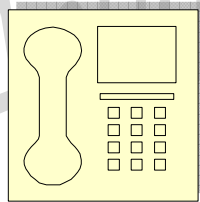
- Asignación de FREQ sujeta a normas internacionales ITU-R
- Cada país tiene organismo encargado de asignar las FREQ (sólo rige para RF y microondas, la luz infrarroja no lo requiere debido a su elevada direccionalidad y corto alcance). En España la DGTel hasta 1997
- En General política altamente restrictiva en asignación de frecuencias
  - Se conceden a empresas portadoras (Telefónica, Airtel, Retevisión, etc.)
  - Servicios públicos y de emergencia (Correos y Telégrafos y Protección Civil, ...)

## Espectro electromagnético

- Excepción: Se puede utilizar sin autorización la banda de 2,400 a 2,484 GHz, denominada banda Industrial/Científica/Médica, cuando los emisores homologados tienen potencia  $< 100$  mW; existen en el mercado equipos de estas características que con una antena yagi altamente direccional (parecida a las antenas de recepción de televisión) permiten establecer un enlace de 2 Mbps a distancias de 4 a 6 Km
  - Ejm: Enlazar dos edificios situados a una distancia de 1 Km
  - Esta banda es utilizada también por algunas LANs inalámbricas; en estos casos si se quiere tener movilidad se utilizan antenas omnidireccionales (aunque es preciso mantener la visión directa con el emisor). Estos equipos de transmisión de datos por radio incorporan sofisticados sistemas y protocolos propios de bajo nivel que aseguran una transmisión fiable de la información aun en ambientes ruidosos desde el punto de vista radioeléctrico



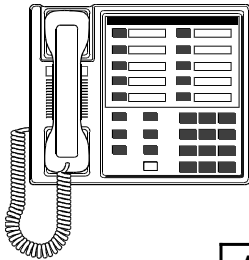
## 1.2 Sistema Telefónico



## Sistema Telefónico

- El sistema telefónico analógico, extremo a extremo =>
  - Amplificadores para regenerar la señal
  - Distorsiona señal y reduce S/N
  - En larga distancia => MUX conversaciones para DEMUX y volver a MUX (añadía complejidad, costo, y reducía calidad de la señal)
- Digitalizar abonado (caro)
- > 60 Digitalizar troncales (solución intermedia)

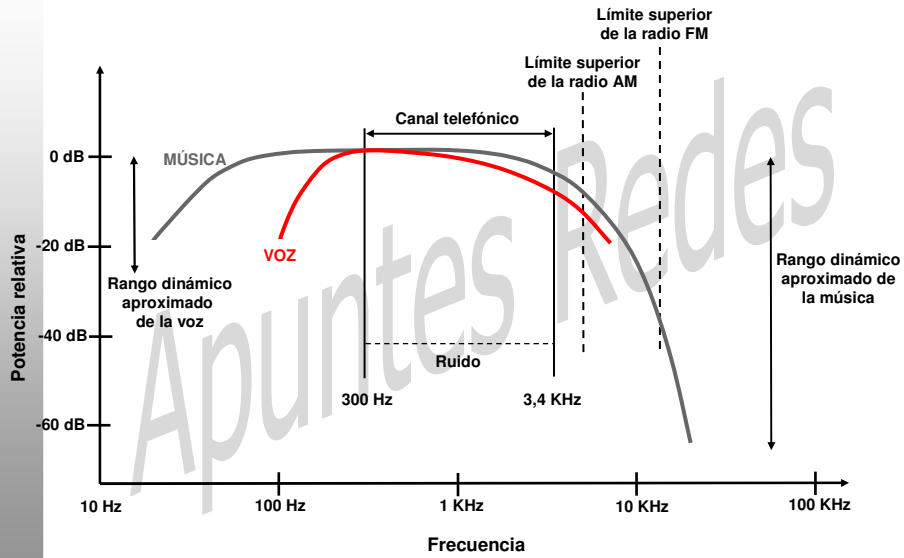
- +700 millones de teléfonos (1997)
- +1000 millones (2000)
  
- **Bucle de abonado** (local loop)
  - 1-10 Km
  - Pares de cobre trenzados; las líneas troncales típicamente utilizan cable coaxial, microondas, fibra óptica o satélite.
  - AB telefonía = 3,1 KHz (300 - 3.400 Hz).
  - RDSI = BA digital



• Para un AB menor el oído humano es menos sensible a las distorsiones que si se utilizara un ancho de banda mayor

Ancho de banda	Distorsión perceptible	Distorsión molesta
3 KHz	1,4 %	18-20 %
5 KHz	1,2 %	8,0 %
10 KHz	1,0 %	4,0 %
15 KHz	0,7 %	2,6 %

## Espectro acústico Voz/Música



## Audio Digital - Comparación

	Telefonía digital	Audio NICAM	Audio CD
Frecuencia de muestreo	8 KHz	32 KHz	44,1 KHz
Ancho de banda	0-4 KHz	0-16 KHz	0-22,05 KHz
Bits/muestra	8	14+14 → 10+10	16 + 16
Caudal (bits/s)	64 Kb/s	640 Kb/s	1,411 Mb/s

NICAM: Near Instantaneous Companded Audio Multiplex

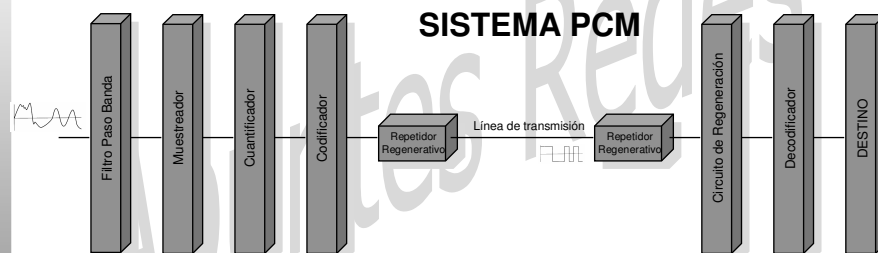


## Telefonía Digital - PCM

- PCM = Pulse Code Modulation
- Se implanta en los años 60 para simplificar la multiplexación de conversaciones y la amplificación de señales
- La señal se muestrea 8.000 veces por segundo (una vez cada 125  $\mu$ s) para extraer frecuencias de 0 a 4 KHz (Nyquist)
- Cada muestra genera un byte de información

## Telefonía Digital - PCM

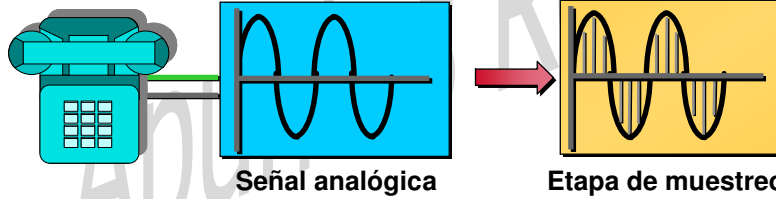
### Portadora Digital: Modulación por pulsos Digital



## Telefonía Digital - Muestreo

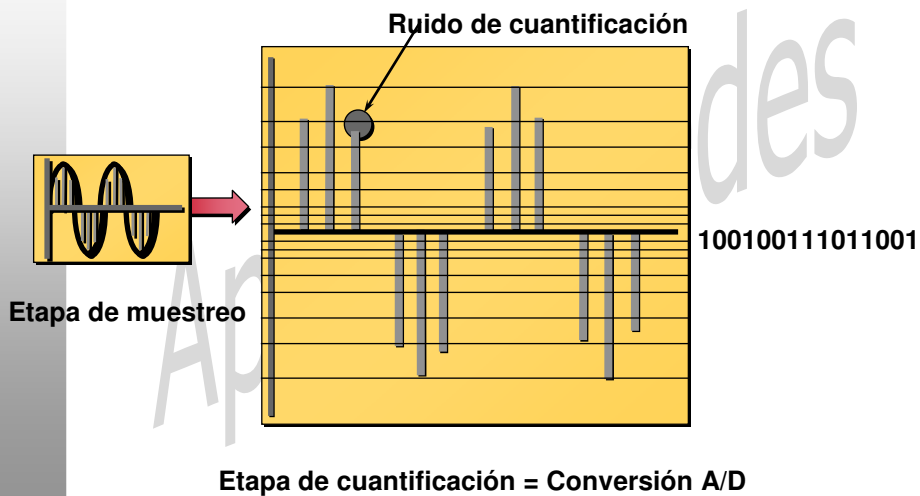
Ancho de banda voz:  
300 Hz a 3400 Hz

Frecuencia de muestreo 8 KHz  
(8.000 muestras/s)



Rango capturado= 0-4 KHz  
(Teorema de muestreo de Nyquist)

## Telefonía Digital - Cuantificación

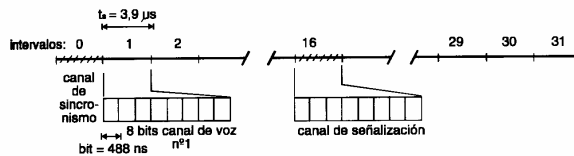


## PCM de 30 canales

- Frecuencia muestreo = 8.000 Hz
- 8 bits/muestra
- 30 canales telefónicos
- 1 canal de señalización, 1 canal de sincronización
- 32 canales de 8 bits/canal = 256 bits
- $8.000 \text{ tramas} \times 256 \text{ bits/trama} = 2'048 \text{ Mbps}$
- $32 \text{ canales} \times 8 \text{ bits/muestra} \times 8.000 \text{ muestras/s} = 2'048 \text{ Mbps}$
- (1/8000) 125 microseg. duración de trama
- Formato de trama

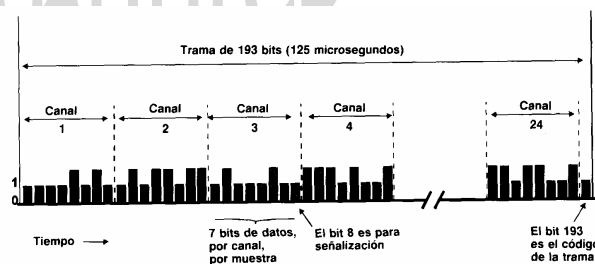
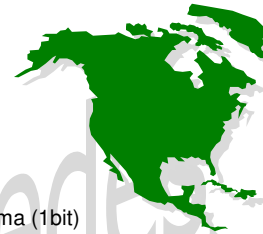


Canales 1-15	Señales de Voz
Canal 16	Señalización
Canales 17-31	Señales de Voz
Canal 32	Sincronismo

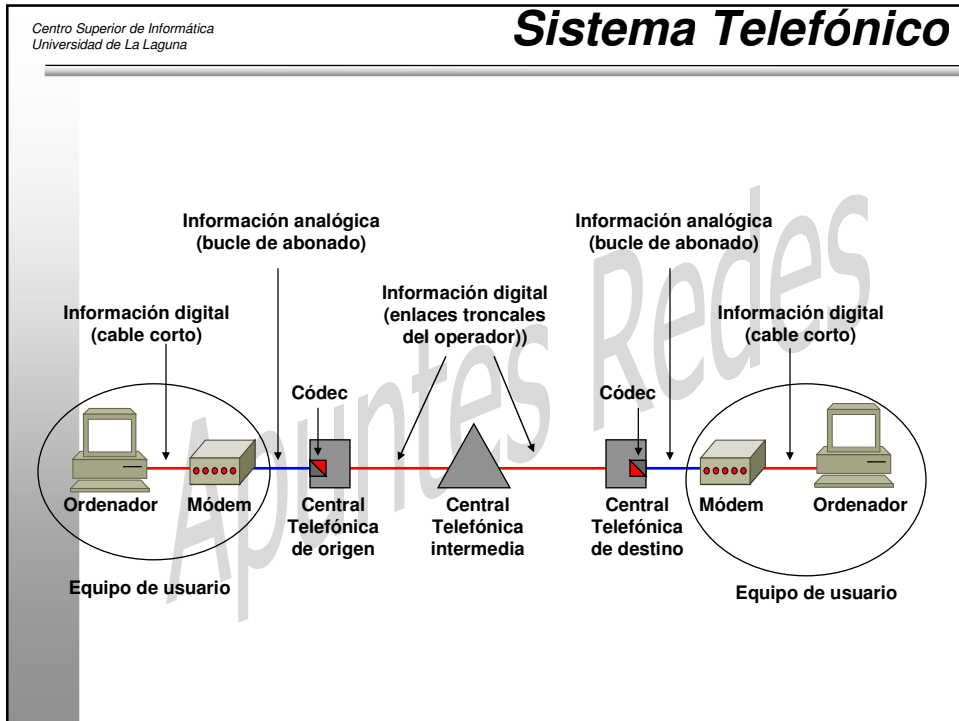


## PCM de 24 canales

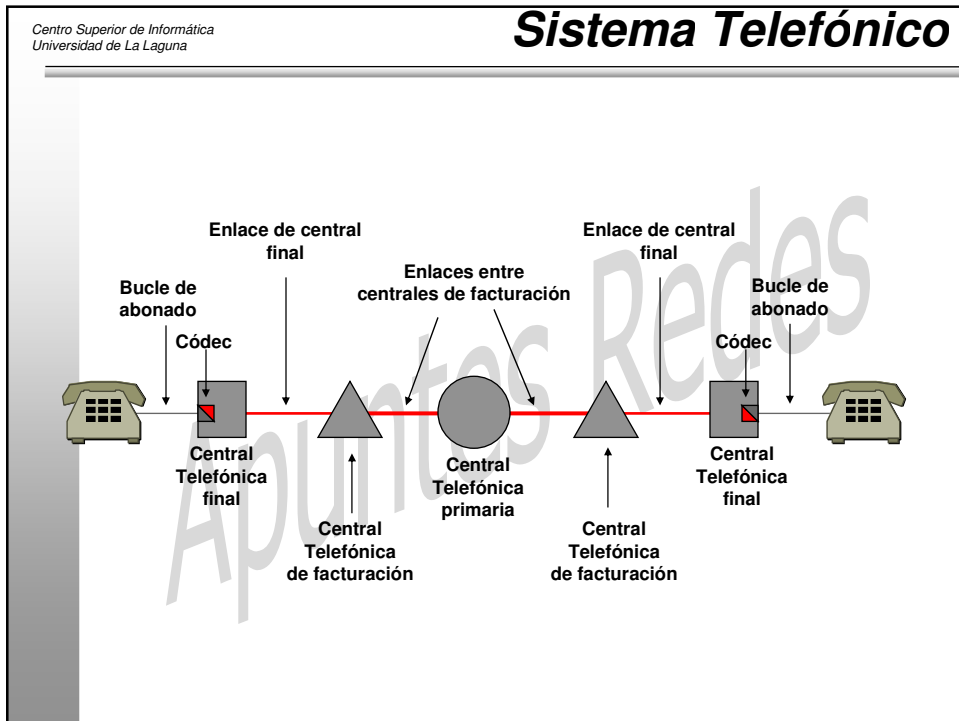
- Frecuencia muestreo = 8.000 Hz
- 7 bits/muestra
- 24 canales telefónicos
- 1 canal de señalización
- 24 canales de 8 bits/canal = 192 bits + código de trama (1bit)
- $8.000 \times 193 \text{ bits/trama} = 1'544 \text{ Mbps}$
- (1/8000) 125 microseg. duración de trama
- Formato de trama



# Sistema Telefónico



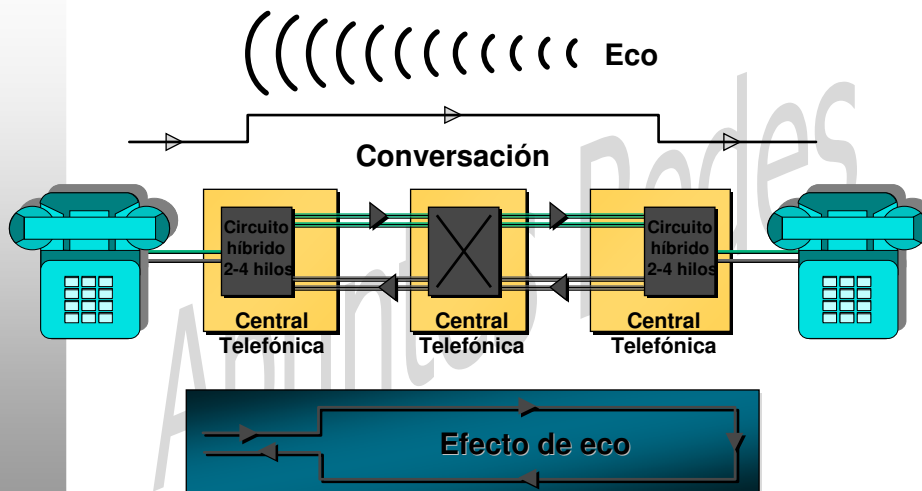
# Sistema Telefónico



## Solucionando problemas

- **Atenuación:** Se evita usando amplificadores, pero no todas las frecuencias se amplifican por igual.
- **Distorsión:** no todas las frecuencias viajan a la misma velocidad, problema similar al de las fibras ópticas.
- **Supresores de eco:** se utilizan para distancias mayores de 2.000 Km (20 ms); impiden la comunicación full dúplex. Se deshabilitan con señales especiales o mediante canceladores de eco.

## Efecto Eco

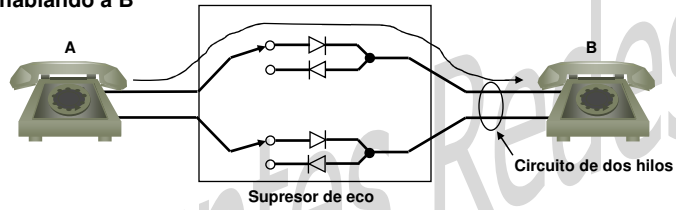


El efecto de eco es molesto si el retardo supera 45 ms  
(Equivalente a 2200 Km)

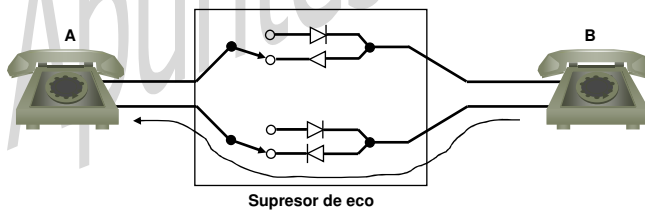


# Supresor Eco

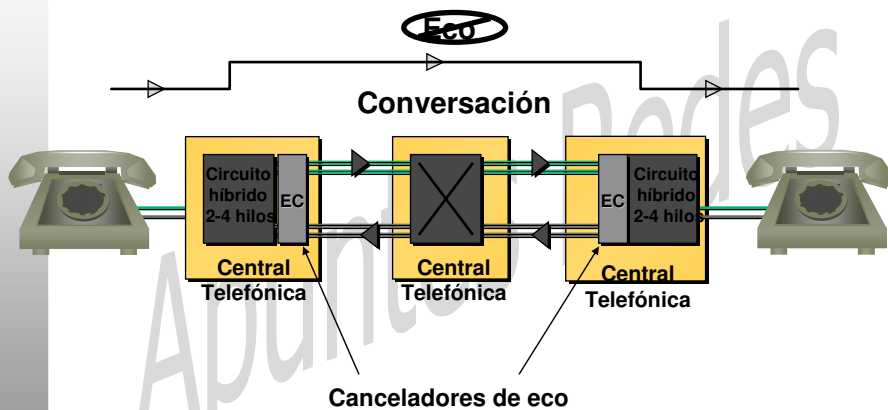
1: A hablando a B



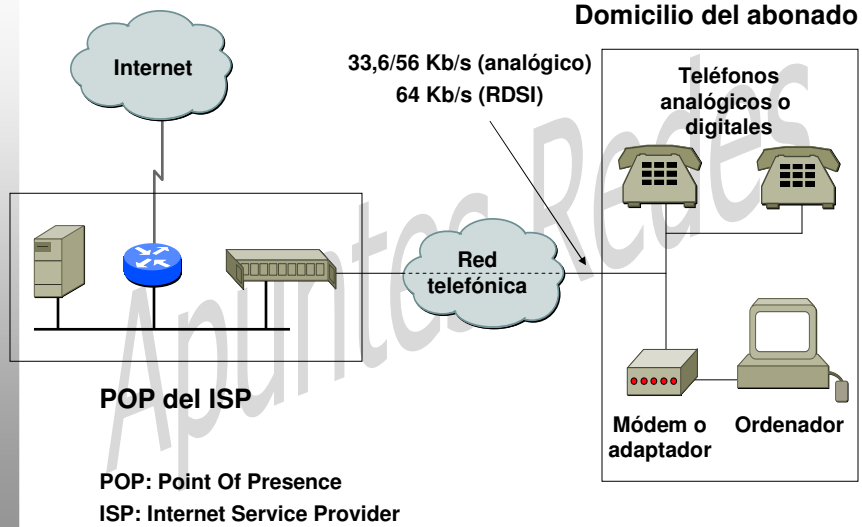
2: B hablando a A



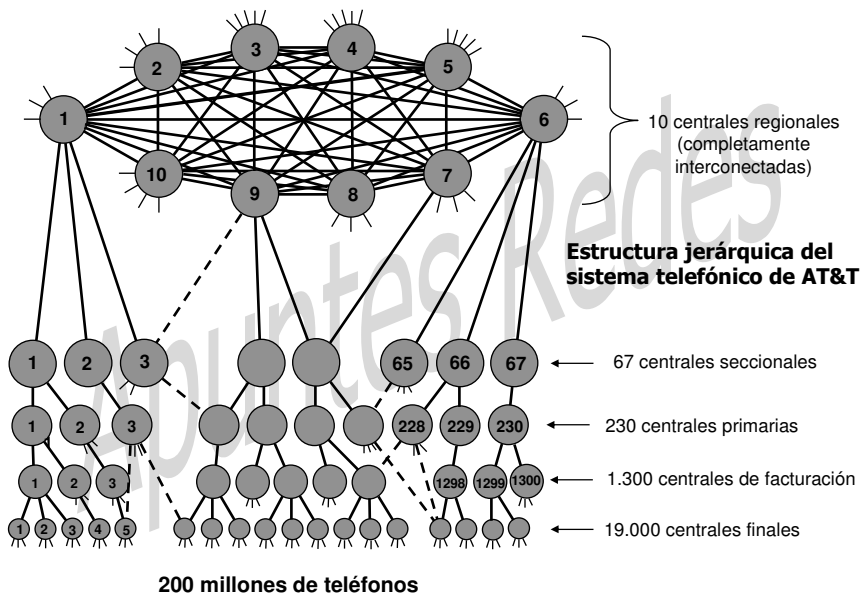
# Cancelador Eco



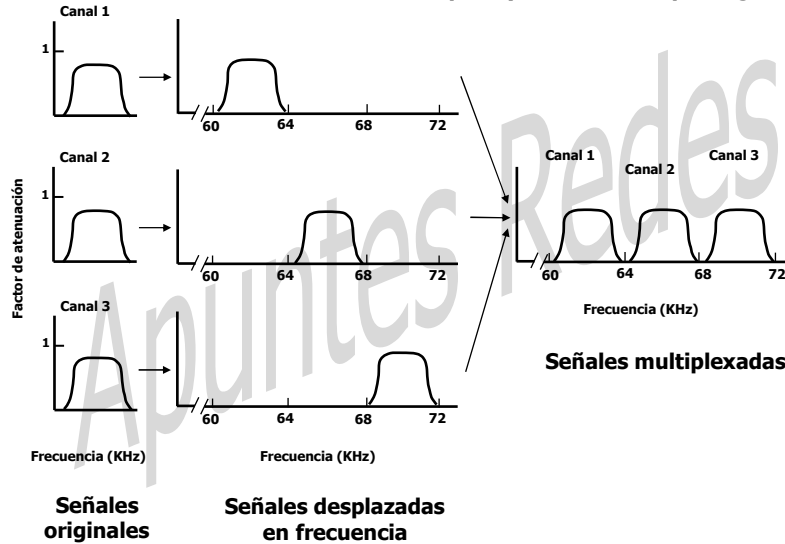
# Sistema Telefónico



# Sistema Telefónico



## FDM: Frequency Division Multiplexing



## FDM versus TDM y concepto de PDH

### ■ FDM: Frequency Division Multiplexing

- Ya no se utiliza
- Equipos costosos
- Se adapta mal al proceso digital

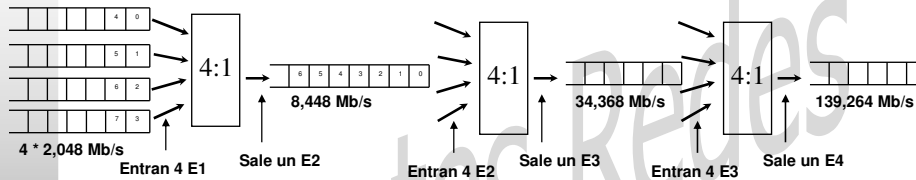
### ■ TDM: Time Division Multiplexing

- 30 canales voz + 2 señalización = línea **E1** (2,048 Mb/s)  $32 \times 8 = 256, 256 \times 8.000 = 2.048.000$
- $(4 * E1) + \text{info. control (256 Kb/s)} = \mathbf{E2}$  (8,448 Mb/s)
- $(4 * E2) = E3 = 139,264 \text{ Mb/s}$
- $(4 * E3) = E4 = 565,148 \text{ Mb/s}$
- USA utiliza otro sistema, Japón otro

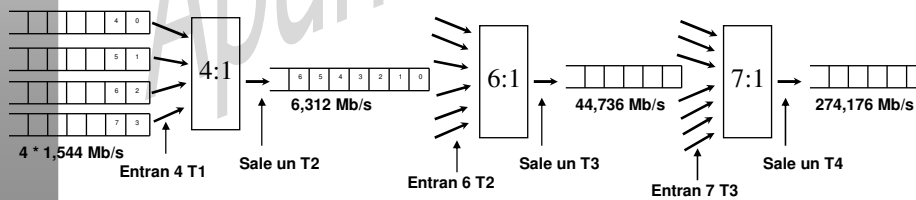
Estos sistemas, todos incompatibles entre sí, se llaman Jerarquía Digital Plesiócrona (**PDH**, Plesiochronous Digital Hierarchy)

# Concepto de PDH

## Multiplexación PDH, sistema internacional (ITU-T)

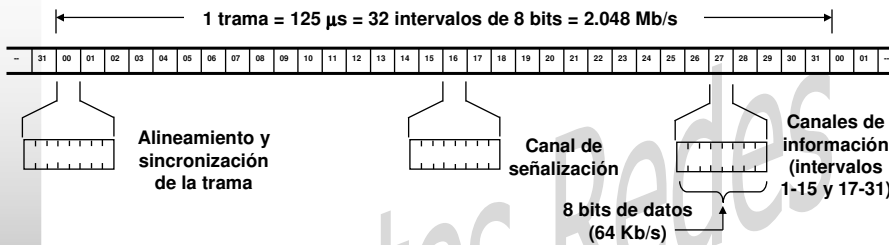


## Multiplexación PDH, sistema americano (ANSI)

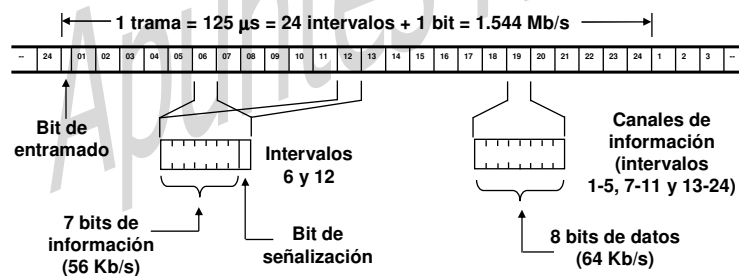


# Trama E1 y T1

E1:



T1:



## Niveles y caudales en PDH (en Mb/s)

Nivel	Canales	Nombre	Norteamérica	Japón	Resto Mundo
0	1	E0	<b>0,064</b>	<b>0,064</b>	<b>0,064</b>
1	24	T1 o DS1	<b>1,544</b>	<b>1,544</b>	
1	30	E1			2,048
2	96	T2 o DS2	6,312 (4*)	6,312 (4*)	
2	120	E2			8,448 (4*)
3	480	E3		32,064 (5*)	<b>34,368 (4*)</b>
3	672	T3 o DS3	<b>44,736 (7*)</b>		
3	1440	J3		97,728 (3*)	
4	1920	E4			139,264(4*)
4	2016	T4 o DS4	139,264(3*)		

**La frecuencia de muestreo internacional = 8 KHz**

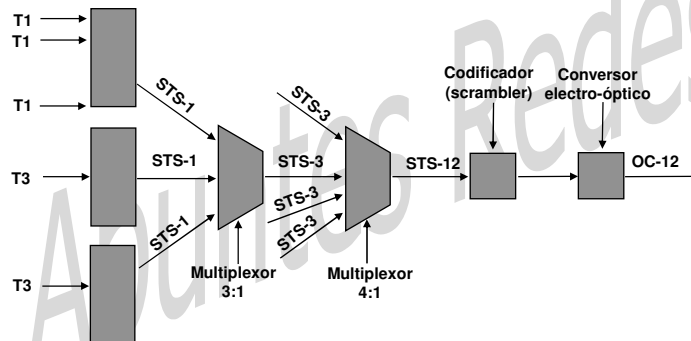
- Las velocidades más comunes en datos son:
  - 64 Kb/s
  - $n \times 64$  Kb/s (E1 o T1 fraccional,  $n = 1, 2, 3, 4, 6$  y  $8$ )
  - 2,048 Mb/s (E1) en Europa y 1,544 Mb/s (T1) en América
  - 34,368 Mb/s (E3) en Europa y 44,736 Mb/s (T3) en América
  
- Cálculo del tamaño de trama = dividir velocidad por 8.000.
  - Trama E1:  $2.048.000 / 8.000 = 256$  bits = 32 bytes
  - Trama E2:  $8.448.000 / 8.000 = 1.056$  bits = 132 bytes
  - Trama E3:  $34.368.000 / 8.000 = 4296$  bits = 537 bytes
  
- Observar que  $E2 = 4 * E1 + 4$  bytes
  
- Igualmente  $E3 = 4 * E2 + 9$  bytes

- Synchronous Optical Network/Synchronous Digital Hierarchy
- 1987 compañías telefónicas estadounidenses proponen nuevo sistema de MUX denominado SONET
- Objetivos:
  - **Unificar velocidades a nivel intercontinental**
  - Aprovechar mejor la transmisión por fibras ópticas
  - Llegar a velocidades superiores a las que conseguía PDH (140 Mb/s)
  - Mejorar la posibilidad de gestión y tolerancia a fallos de la red

SONET no acoplaba bien con el sistema PDH internacional, por lo que la ITU desarrolló otro sistema parecido denominado **SDH (Synchronous Digital Hierarchy)**

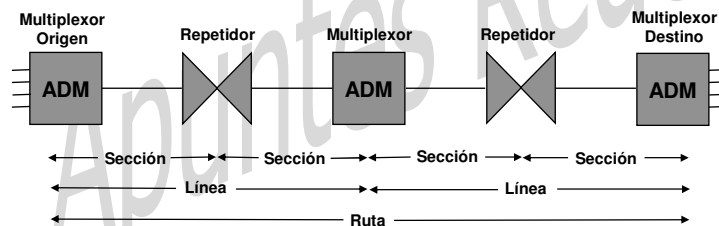
- SONET es un estándar ANSI (americano), SDH es ITU-T (internacional). Ambos son compatibles
- Nivel base SONET: **51,84 Mb/s.**
  - Interfaz eléctrico: **STS-1** (Synchronous Transfer Signal – 1)
  - Interfaz óptico: **OC-1** (Optical Carrier – 1)
  - Todas las demás velocidades son múltiplos exactos de esta, ej.: OC-12 = STS-12 = 622,08 Mb/s
- Nivel base SDH: **155,52 Mb/s (3 x 51,84)**
  - Interfaz óptico: **STM-1** (Synchronous Transfer Module – 1)
  - Todas las demás velocidades son múltiplos exactos de esta, ej.: STM-4 = 622,08 Mb/s

SONET Eléctrico	SONET Óptico	SDH	Caudal físico (Mb/s)
STS-1	OC-1	STM-0	51,84
STS-3	OC-3	STM-1	155,52
STS-12	OC-12	STM-4	622,08
STS-48	OC-48	STM-16	2488,32
STS-192	OC-192	STM-64	9953,28



- Red SONET/SDH formada por:
  - Repetidores o regeneradores
  - Multiplexores o ADMs (Add-Drop Multiplexor). Permiten intercalar una trama de menor jerarquía en una de mayor (p. Ej. una STM-1 en una STM-4). Los ADM permiten crear anillos con satélites.
  - Optical Cross-Connect: actúan como los ADMs pero permiten interconexiones más complejas.
  
- A menudo se utilizan topologías de doble anillo para aumentar la fiabilidad.

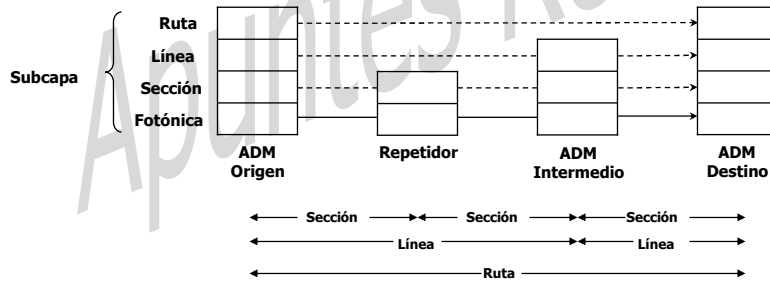
- La unión entre dos dispositivos cualesquiera es una *sección*; entre dos multiplexores contiguos es una *línea* y entre dos equipos finales una *ruta*.



ADM: Add-Drop Multiplexor

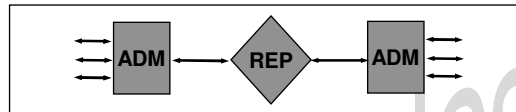


- La capa física de SONET/SDH se divide en cuatro subcapas:
  - Subcapa **fotónica**: transmisión de la señal y las fibras
  - Subcapa **de sección**: interconexión de equipos contiguos
  - Subcapa **de línea**: multiplexación/desmultiplexación de enlaces entre dos multiplexores
  - Subcapa **de rutas**: problemas relacionados con la comunicación extremo a extremo

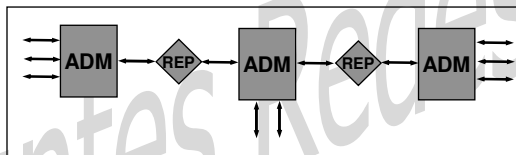


**Topologías Comunes en SDH**

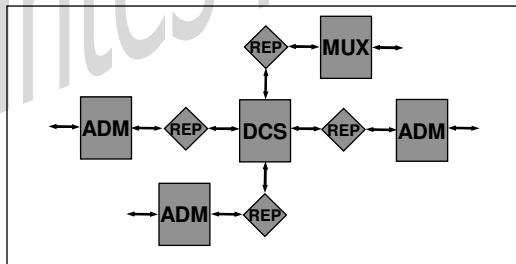
Punto a punto



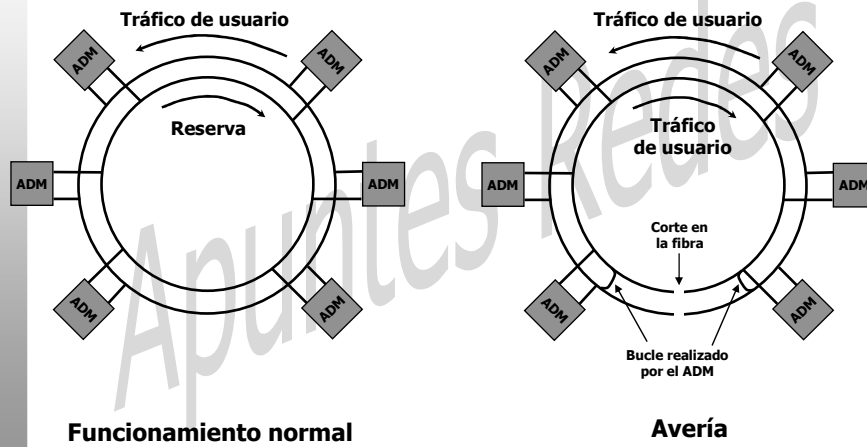
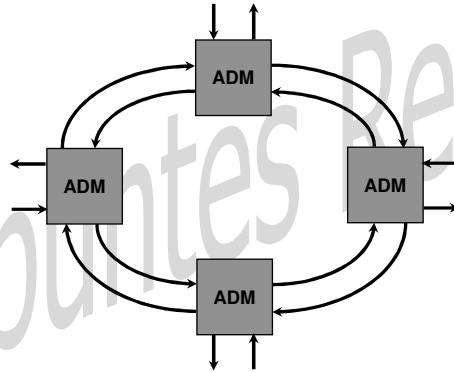
Punto a multipunto



Arquitectura mallada



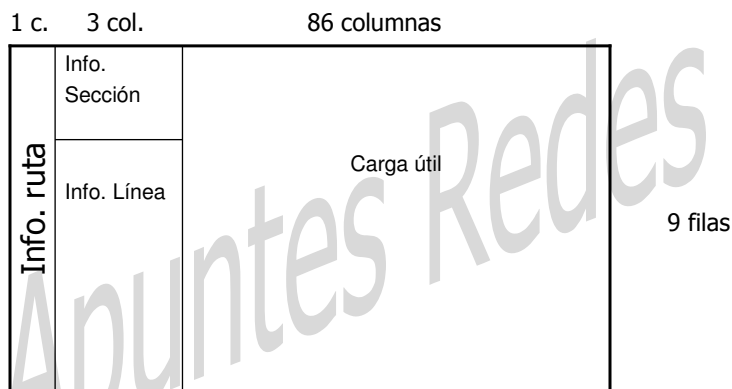
ADM: Add-Drop Multiplexor  
REP: Repetidor  
DCS: Digital Cross-Connect



## Tramas STS-1 y STM-1

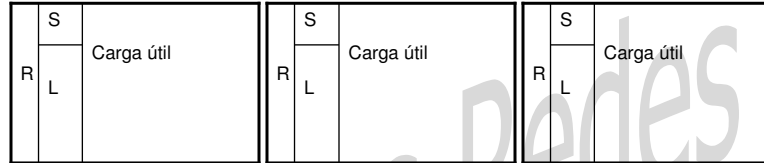
- STS-1 (SONET, ANSI):
  - Matriz de 90 filas x 9 columnas = 810 Bytes = 6480 bits; 6480 x 8000 tramas/s = **51,84 Mb/s**
  
- STM-1 (SDH, ITU-T) = STS-3 = 3 x STS-1:
  - $90 \times 9 \times 3 = 2430$  Bytes = 19440 bits = **155,52 Mbps**
  - Overhead SDH: 10 filas (3+3+3+1)
  - Parte útil:  $260 \times 9 = 2340$  Bytes = 18720 bits = **149,76 Mbps**
  
- Los enlaces ATM a 155 Mb/s **son siempre de 149,76 Mb/s** (el resto es overhead de gestión de SDH).

## Trama de SONET STS-1 (OC-1)



Se emiten 8000 tramas por segundo (una cada 125  $\mu$ s):  
 $90 \times 9 = 810$  bytes = 6480 bits;  $6480 \times 8000 = 51.840.000$  bits/s  
**Carga útil:**  $86 \times 9 = 774$  bytes = 6192 bits = **49,536 Mb/s**

## Trama de SONET STS-3 (OC-3)

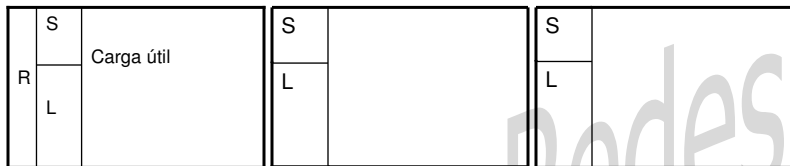


8000 tramas por segundo:

$90 \times 9 \times 3 = 2430$  bytes =  $19440$  bits  $\times 8000 = 155,520.000$  bits/s

**Carga útil:**  $86 \times 9 \times 3 = 2322$  bytes =  $18576$  bits = **148,608 Mb/s**

## Trama de SDH STM-1



**Carga útil:**  $260 \times 9 = 2340$  bytes =  $18720$  bits = **149,76 Mb/s**

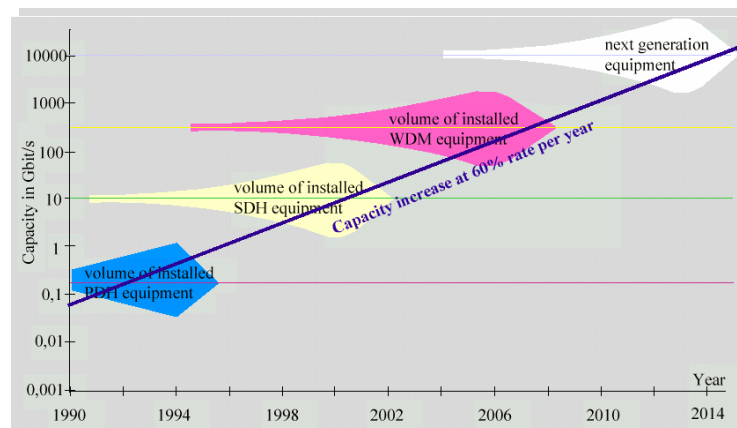
La trama STM-1 no es igual que la STS-3 (OC-3)  
En SONET se define la trama STS-3c (OC-3c) que es igual que la STM-1

## Carga SONET-SDH

SDH	SONET	Caudal físico (Mb/s)	Caudal usuario (Mb/s)
STM-0	STS-1	51,84	49,536
STM-1	STS-3c	155,52	149,76
STM-4	STS-12c	622,08	600,77
STM-16	STS-48c	2488,32	2404,8
STM-64	STS-192c	9953,28	9620,9

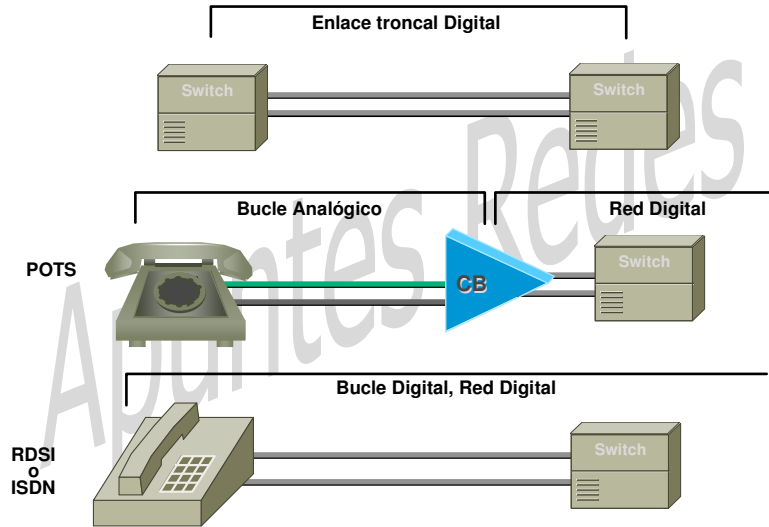
Los caudales de usuario son los aprovechables - por ejemplo - por celdas ATM

## Equipos y Capacidad



Evolution of the introduction of transport equipment against capacity increase

## RDSI y Telefonía Digital



## RDSI de Banda Estrecha

- Comunicación en digital
- Teléfono = códec => muestrea señal a 8 KHz; se genera un byte por muestra (canales de 64 Kb/s).
- Dos tipos de canales:
  - **Canales B** (Bearer, portador): 64 Kb/s, sirven para llevar la voz o datos del usuario. Puede haber un número variable según el tipo de interfaz
  - **Canal D** (Data): se usa para señalización (establecer o terminar la llamada, información de control, etc.). Hay uno por interfaz
- Dos tipos de interfaces:
  - **Básico** o BRI (Basic Rate Interface): 2 canales B y uno D de 16 Kb/s (2B + D) + 16 Kb/s de sincronización y entramado; 160 Kbps en total.
  - **Primario** o PRI (Primary Rate Interface): En Europa 30B + D (una línea E1); en América y Japón 23B + D (una línea T1). Canal D de 64 Kb/s.

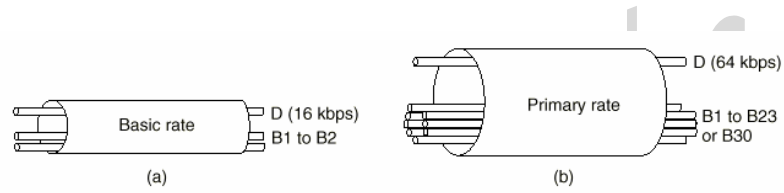
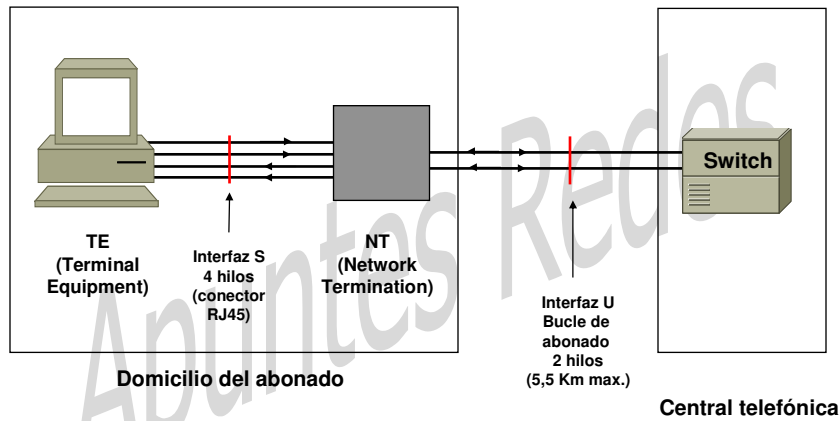
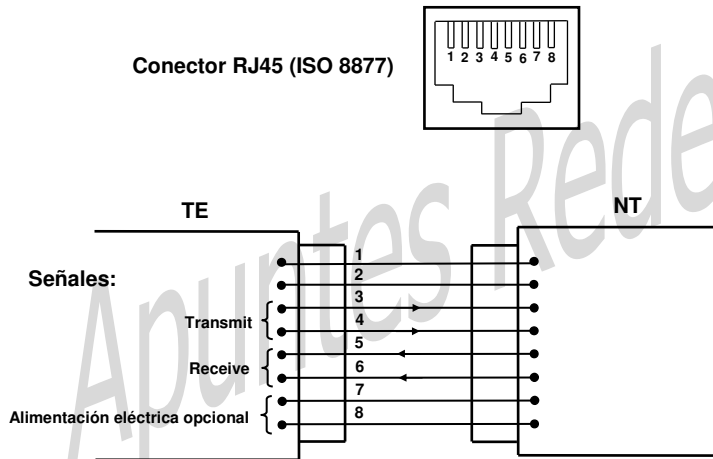


Fig. 2-42. (a) Basic rate digital pipe. (b) Primary rate digital pipe.

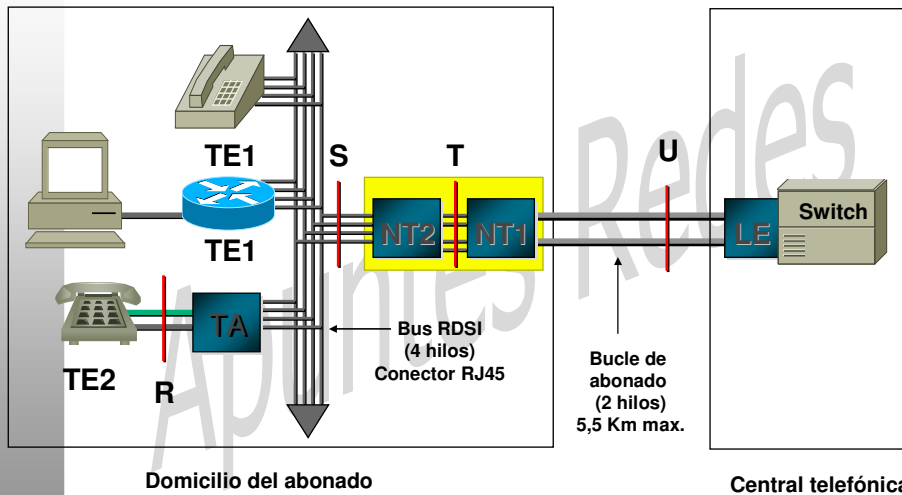


El NT contiene un circuito híbrido que multiplexa en el mismo par de hilos las señales de transmisión recepción

## Interfaz S de RDSI (BRI)



## RDSI (BRI = 2B+D)





- Cable de pares: 750 millones de hogares
- Redes CATV bidireccionales: 12 millones
- En barrios de oficinas el par telefónico a menudo es la única alternativa (CATV se ha implantado sobre todo en barrios residenciales).
- Existe un mercado para accesos de alta velocidad, fundamentalmente motivado por Internet

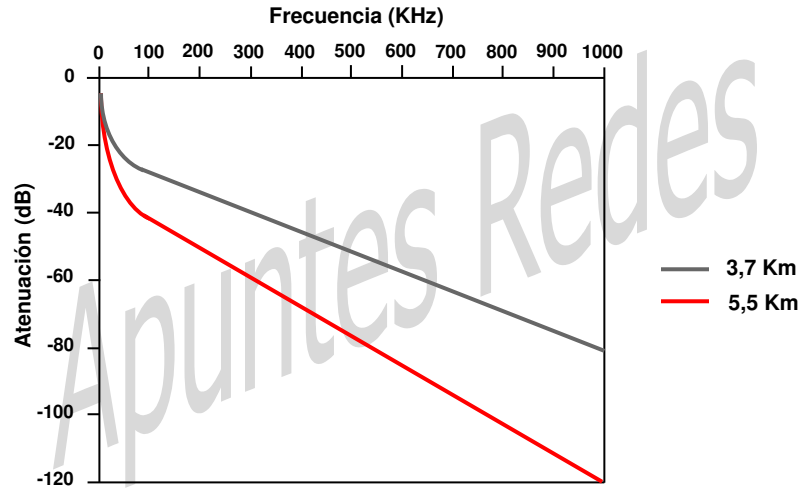
- Asymmetric Digital Subscriber Loop
- La limitación de los enlaces telefónicos (33,6 o 56 Kb/s) no se debe al cable de pares sino al canal de 3,3 KHz.
- RDSI solo consigue 64 Kb/s (también usa red telefónica).
- Cobre es capaz de velocidades mayores, prescindiendo del sistema telefónico.
- ADSL utiliza solo el bucle de abonado de la red telefónica; a partir de la central emplea una red paralela para transportar los datos.

- ADSL utiliza frecuencias a partir de 25-30 KHz para ser compatible con el teléfono analógico (0-4 KHz). No es compatible con RDSI.
- Comunicación es full dúplex. Para evitar ecos y NEXT generalmente se asigna un rango de frecuencias distinto en ascendente y descendente.
- Se reserva anchura mayor al descendente (1000 KHz) que al ascendente (100 KHz) . La comunicación es asimétrica.
- Para reducir el crosstalk se pone el canal ascendente en las frecuencias mas bajas.

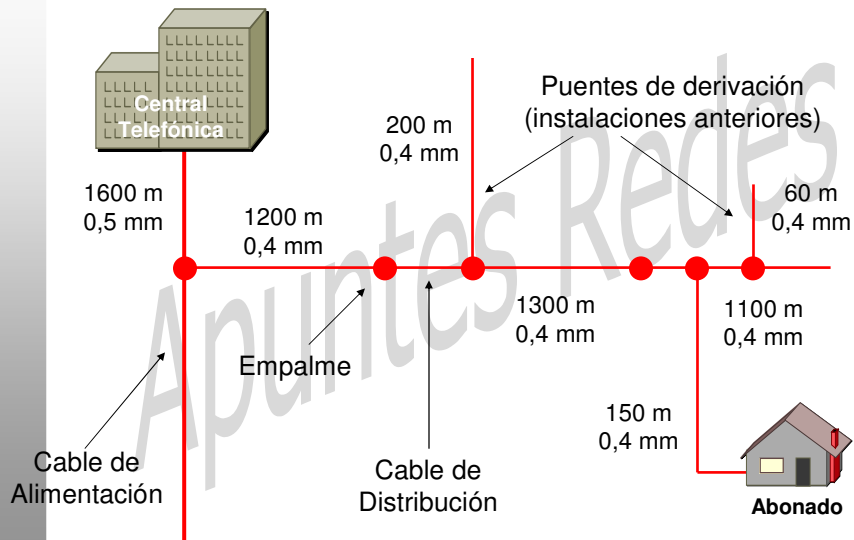
Caudal Desc. (Mb/s)	Grosor(mm)	Distancia(Km)
2	0,5	5,5
2	0,4	4,6
6,1	0,5	3,7
6,1	0,4	2,7

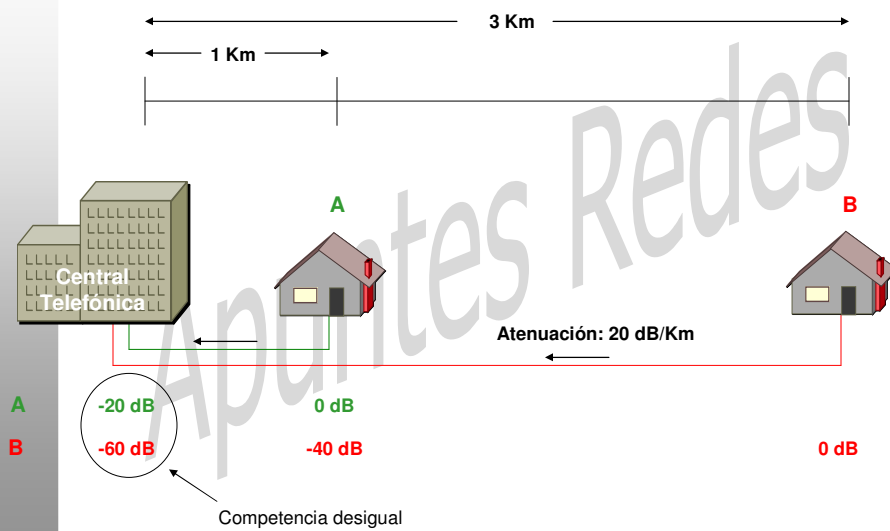
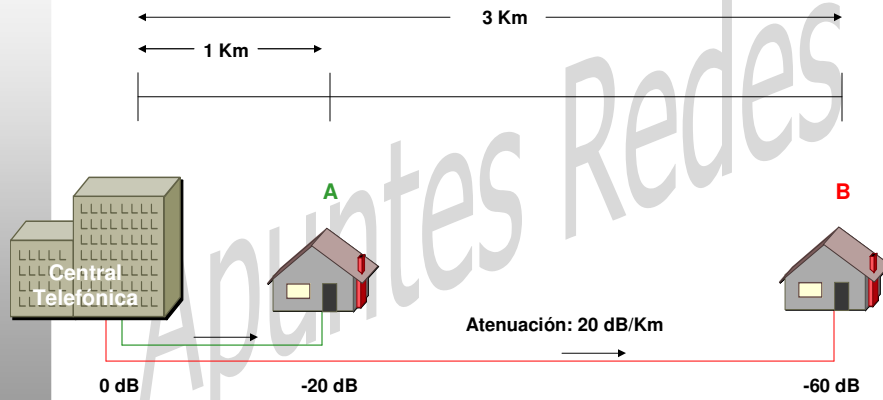
- La capacidad depende también de la calidad del cable. Si el bucle de abonado tiene muchos empalmes la capacidad se reduce.
- En ADSL los caudales que se especifican son siempre netos, es decir ya está descontado el overhead debido a la corrección de errores (FEC).

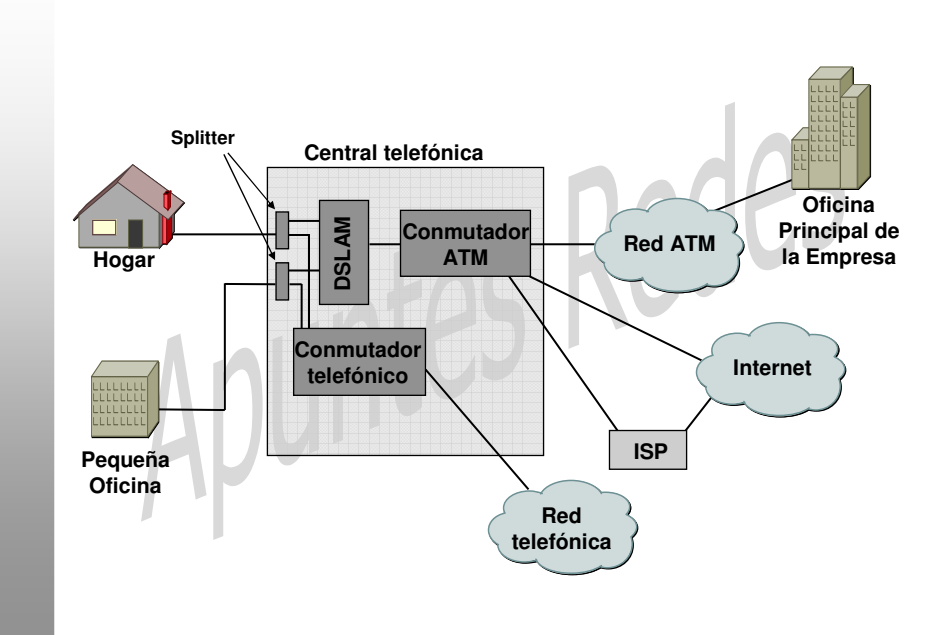
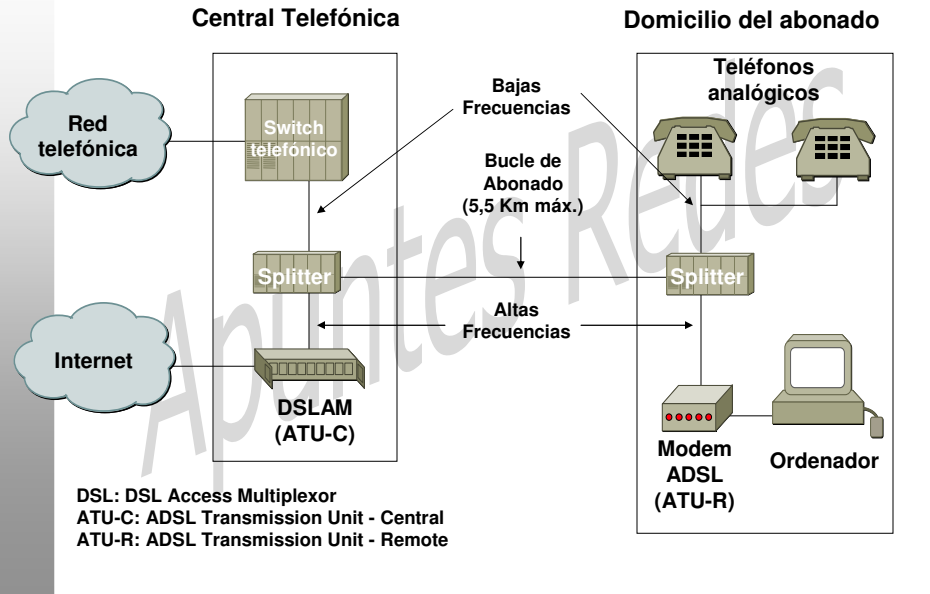
## Bucle de Abonado

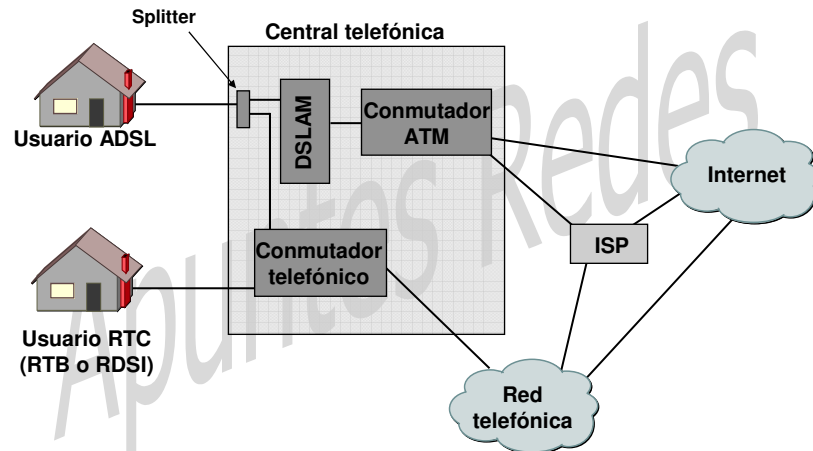


## Bucle de Abonado









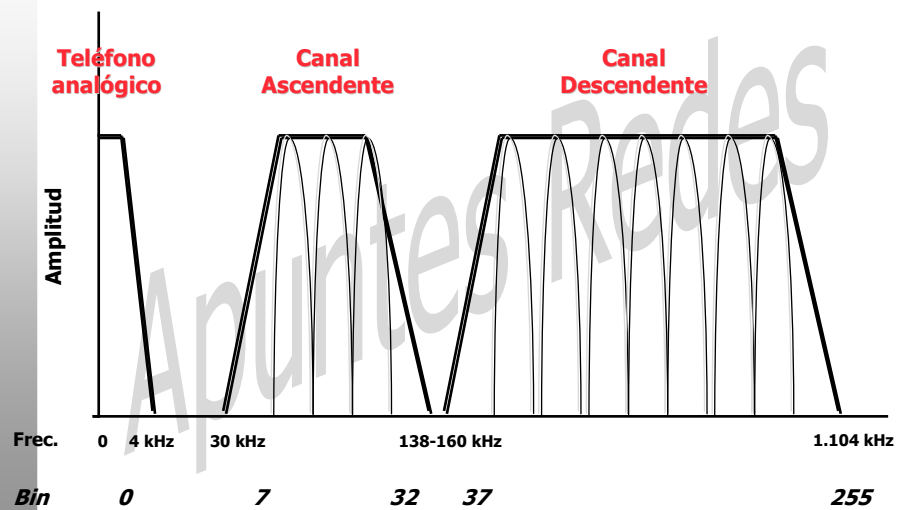
- El módem ADSL (ATU-remote) puede ser:
  - Externo: conectado al ordenador por:
    - Ethernet 10BASE-T
    - ATM a 25 Mb/s
    - Puerto USB
  - Interno, conectado al bus PCI del ordenador
- También existen routers ADSL/Ethernet y conmutadores ADSL/ATM.

■ Técnicas de modulación:

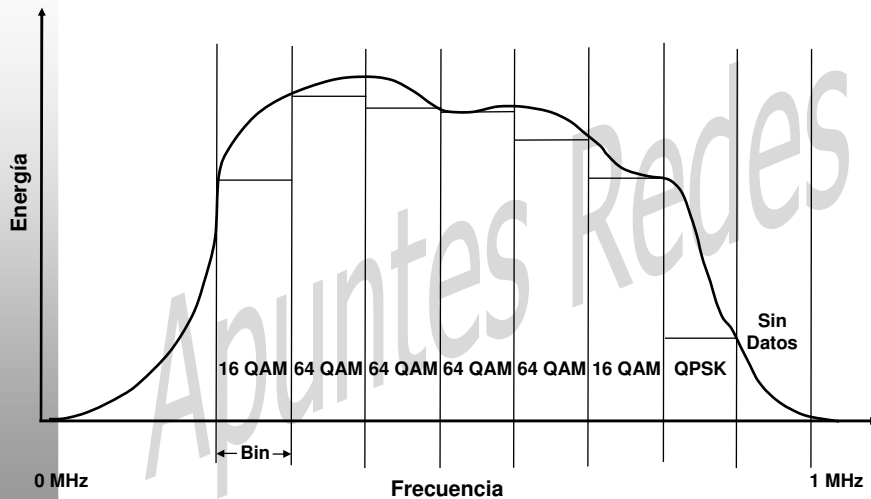
- **CAP (Carrierless Amplitude Phase):** sistema más antiguo, sencillo y de costo inferior. Menor rendimiento. Estandarización más retrasada
- **DMT (Discrete MultiTone):** sistema más reciente, sofisticado y más caro. Mayor rendimiento. Estandarizado por el ANSI y la ITU-T.

- 256 subcanales (bins) de 4,3125 KHz de anchura (frecuencias 0-1104 KHz). Los bins mas bajos se reservan para la voz, los siguientes se asignan al tráfico ascendente y el resto al descendente.
- Los datos se envían repartidos entre todos los bins
- Cada bin tiene una atenuación relativamente constante.
- En cada bin se usa la técnica de modulación óptima según su relación señal/ruido.
- La necesidad de distribuir el tráfico en los bins requiere que el módem tenga un procesador muy potente.

Uso	Bins	Rango frecuencias (KHz)
Teléfono analógico	0-5	0-25,9
Tráfico ascendente	6-38	25,9-168,2
Tráfico descendente	33-255	142,3-1104



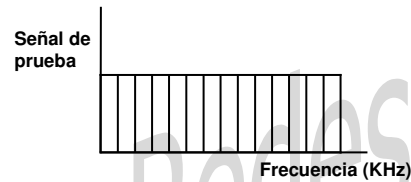




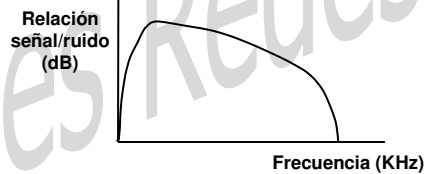
4 Ksímbolos/s por bin. Eficiencia máxima: 16 bits/símbolo

## Negociación módem ADSL

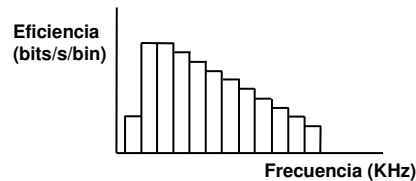
1: Se envía una señal de prueba en toda la gama de frecuencias para determinar la calidad de cada bin



2: A partir de los resultados obtenidos se determina la relación señal/ruido para el enlace a cada una de las frecuencias que se van a utilizar



3: En base a la relación señal/ruido se decide la codificación a emplear en cada bin, y con ello la cantidad de bits por segundo enviados en cada uno

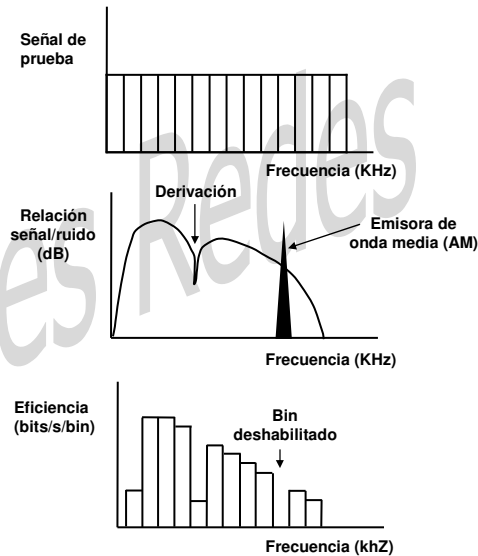


## Interferencias externas ADSL

Se muestra aquí la influencia de algunas interferencias en el resultado del proceso de negociación. Como antes se envía una señal de prueba en toda la gama de frecuencias para determinar la calidad de cada bin

En este caso tenemos una derivación debida a un cable no retirado de una instalación anterior. Esto produce una pérdida de calidad de la señal en una determinada frecuencia. También hay una interferencia de emisora de AM

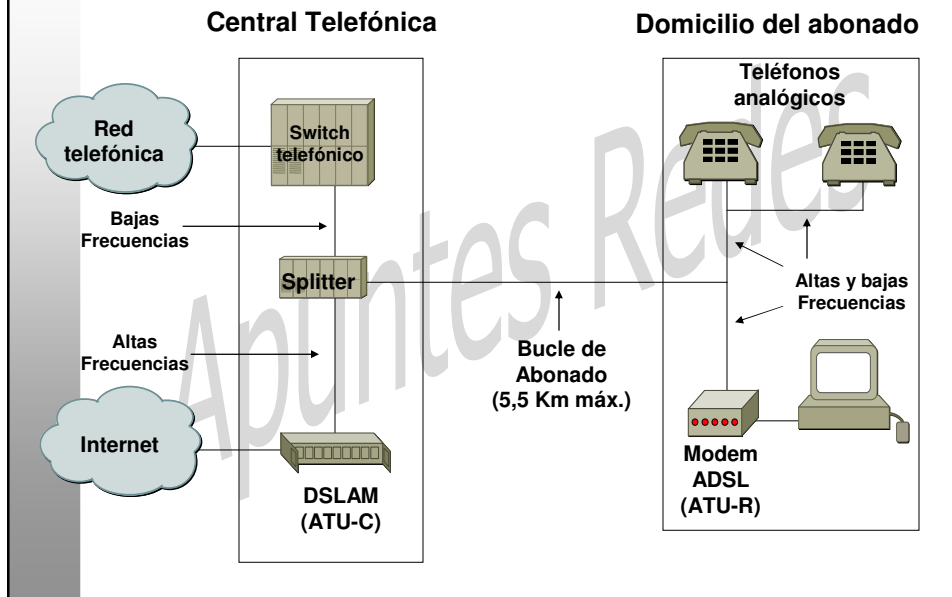
Como consecuencia de estos problemas los módems han decidido reducir la eficiencia en el bin correspondiente a la derivación, e inhabilitar por completo el bin correspondiente a la frecuencia de la emisora de onda media



## ADSL G.Lite

- ADSL requiere instalar en casa del usuario un filtro de frecuencias o 'splitter' (teléfono de ADSL).
- El splitter aumenta costo de instalación y limita el desarrollo.
- ADSL G.Lite suprime el splitter. También se llama ADSL Universal o ADSL 'splitterless'.
- Sin splitter hay más interferencias, sobre todo a altas frecuencias.

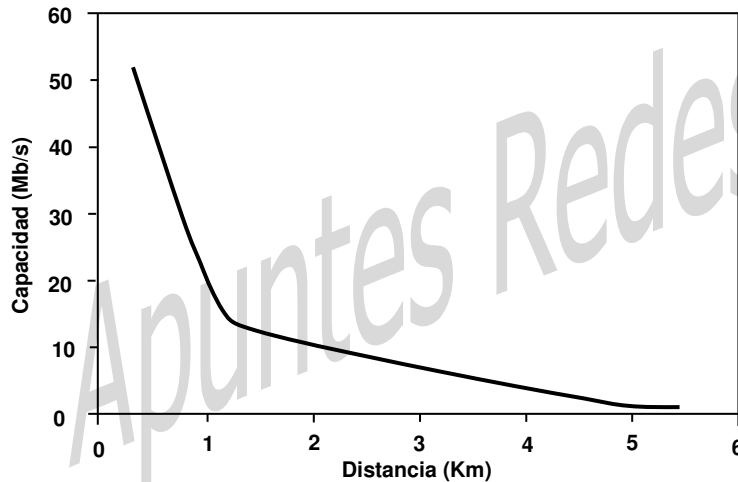
## ADSL G.Lite



## VDSL=Very High Speed DSL

- 'super-ADSL'
- Permite capacidades muy grandes en distancias muy cortas
- Las distancias y caudales en sentido descendente son:
  - 300 m 51,84 – 55,2 Mb/s
  - 1000 m 25,92 – 27,6 Mb/s
  - 1500 m 12,96 – 13,8 Mb/s
- En ascendente se barajan tres alternativas:
  - 1,6 – 2,3 Mb/s
  - 19,2 Mb/s
  - Igual que en descendente (simétrico)

## VDSL=Very High Speed DSL



Ámbito de ADSL

Ámbito de VDSL

## VDSL=Very High Speed DSL

- Utiliza un par de hilos. Compatible con voz
- Aunque capacidad superior a ADSL técnicamente mas simple (al reducir la distancia es mas fácil conseguir elevada capacidad).
- Actualmente en proceso de estandarización y pruebas.
- Ya existe algún servicio comercial de VDSL.
- No esta claro que haya una demanda para este tipo de servicios.

# VDSL=Very High Speed DSL

