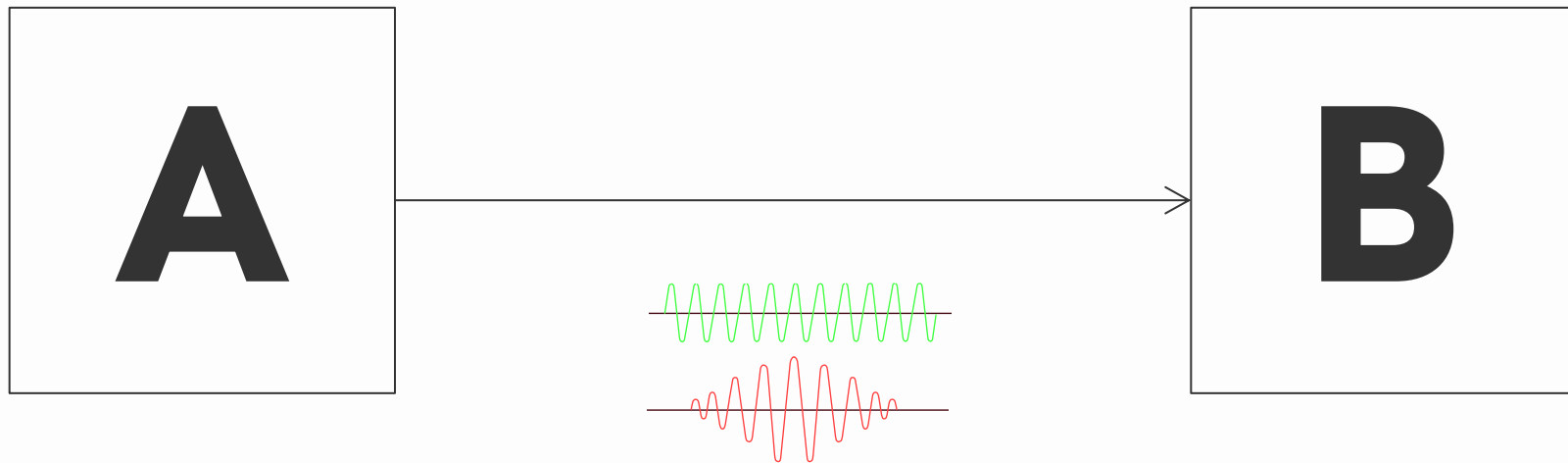
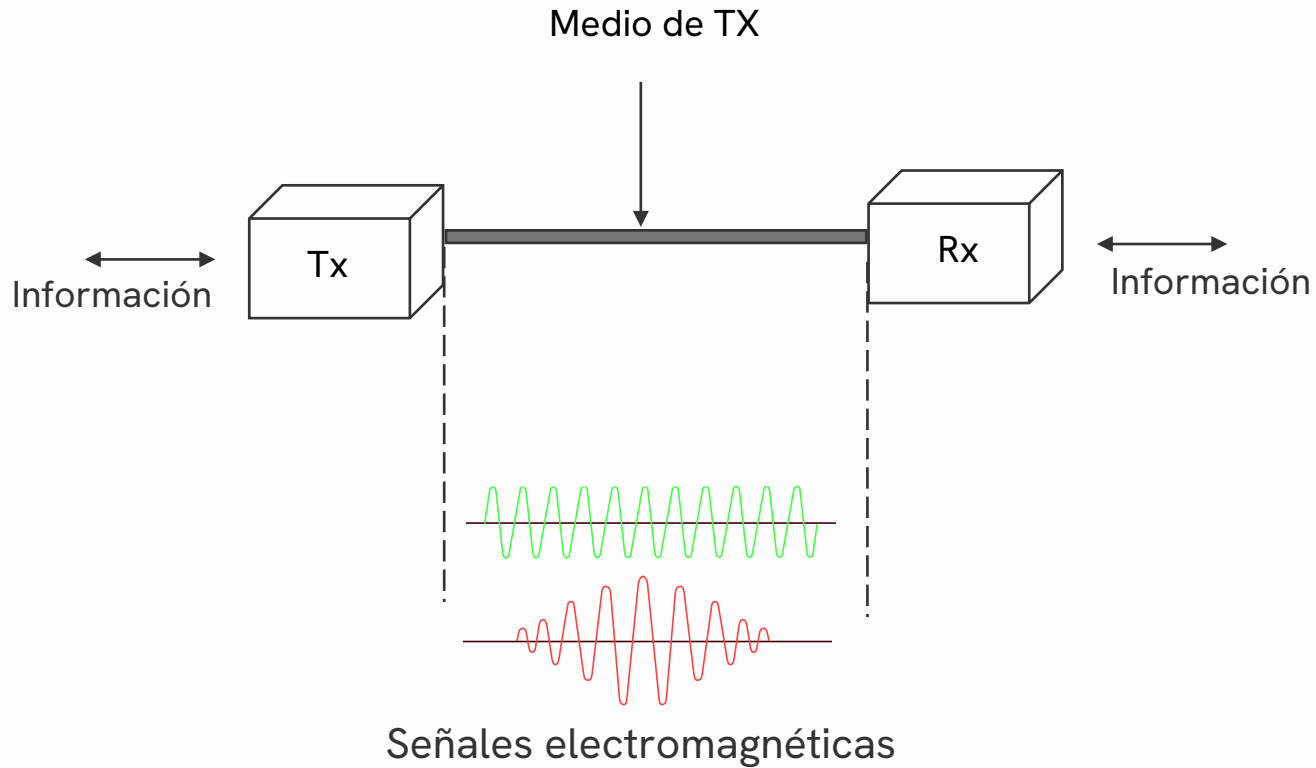


Señales



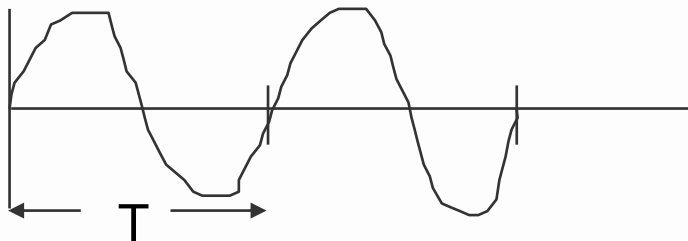
Señales electromagnéticas

Señales

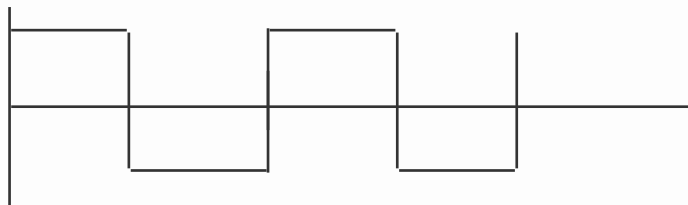


Señales

Amplitud



**Señal
ANALOGICA**



**Señal
DIGITAL**

$$f = 1/T$$

Señales

Analógica



Analógica

Digital



Digital

Digital



Analógica


Analógica



Digital

Señales - Espectro

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 - 10^7 GHz	Infrared or ultraviolet



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

Señales - Espectro

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

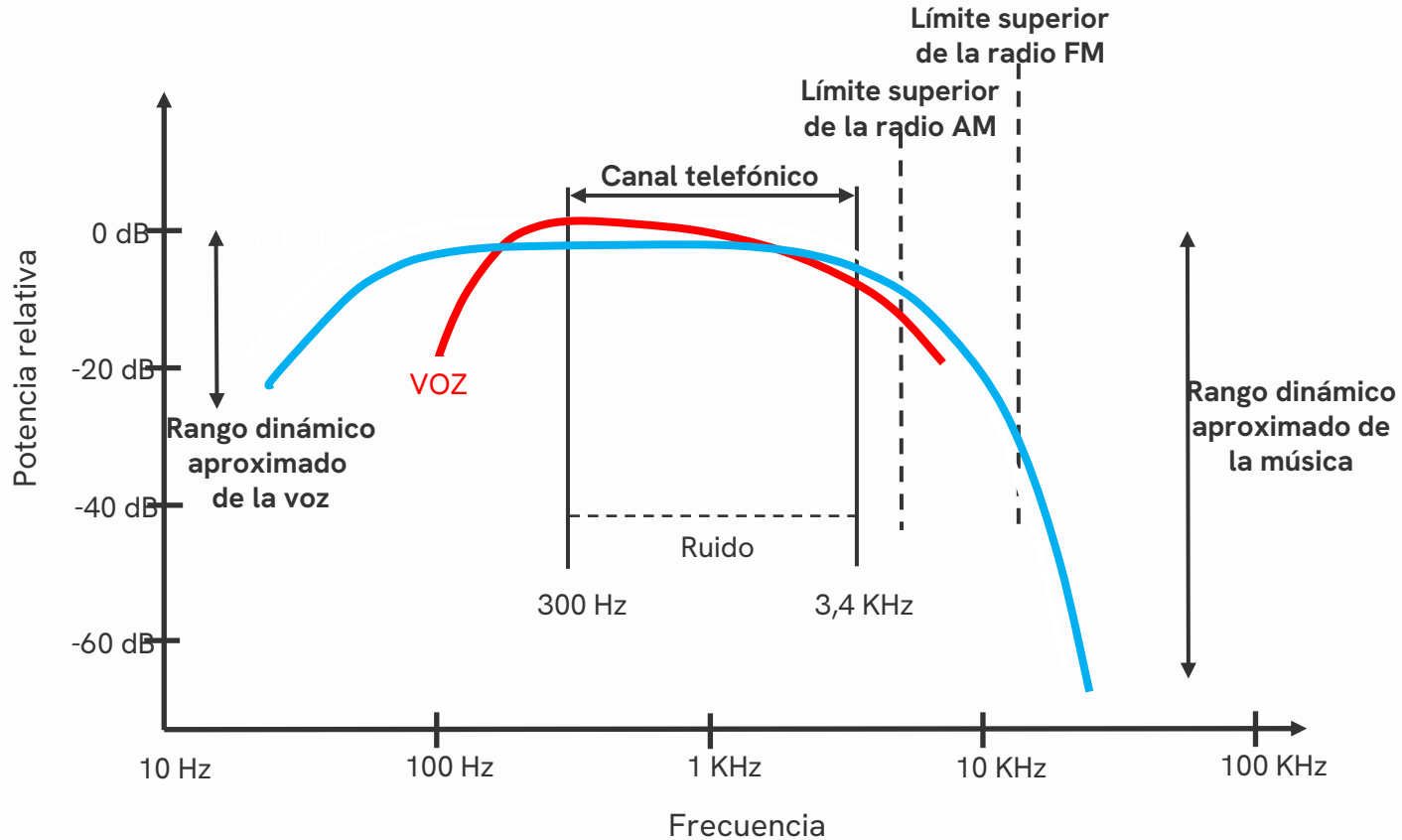
Para infrarrojo mejor se utiliza la longitud de onda. Ambas magnitudes se relacionan por la fórmula:

$$\lambda * f = c$$

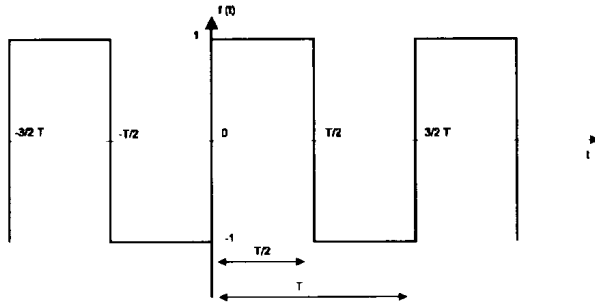
λ = longitud de onda, f = frecuencia, c = velocidad de la luz en el vacío

Ejemplo: Onda de 30 GHz (microonda) => longitud de onda = 1 cm

Señales - Espectro



Señales - 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 :

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

PASO 3: Cálculo de b_n :

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

expresión que integrada convenientemente resulta,

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

luego resultará según sea n par o impar,

para $n = \text{par}$ $b_n = 0$

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

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

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

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

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

Práctica



Señales

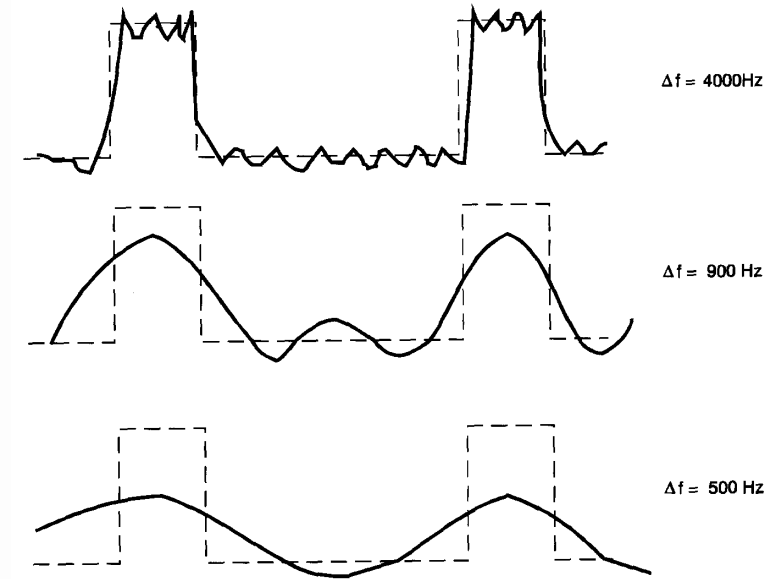
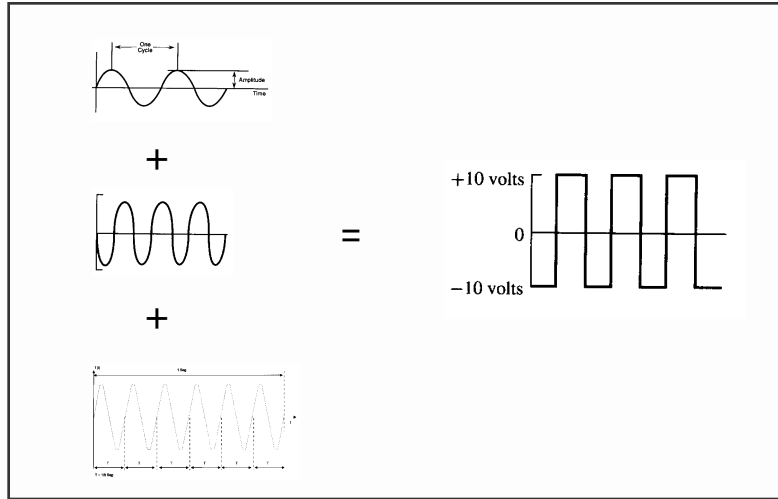
¿Para qué sirve el Teorema de Fourier?



Señales

¿Qué diferencia hay entre Baudios y Bits por segundo (bps)?

Señales - Teorema de Fourier



Dispositivos regenerativos

- Amplificador (introduce distorsión, es acumulativa)
- Repetidor

Señales - 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

Velocidad de modulación (V_m)

= N° máximo de veces posible cambiar estado línea

= 1/ Intervalo significativo mínimo

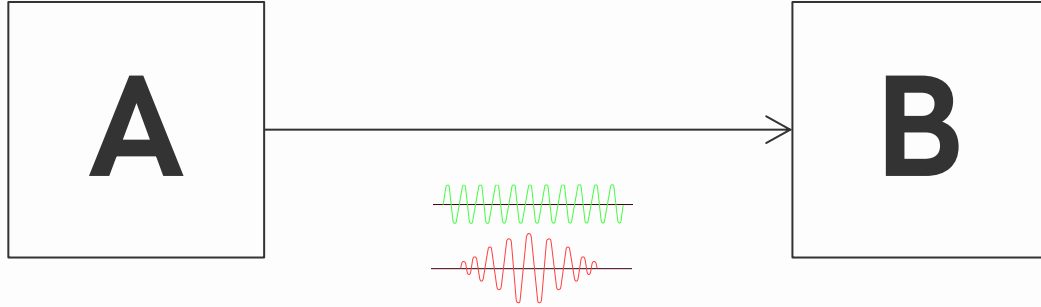
= 1/T (baudios)

Velocidad de transmisión serie (V_{ts})

= N° de bits que se pueden transmitir por segundo

= $V_m * \log_2 N$ (bps)

Señales - Baudio versus Bps



Señales Electromagnéticas

- Baudio se asocia a LÍNEA
- Bps se asocia a FLUJO

Señales - Capacidad de transferencia

Línea ideal - Teorema de NYQUIST

“El número máximo de baudios que se puede TX por un canal no puede ser superior al doble de su ancho de banda”

$$C = 2 * W * \text{Log}_2 N$$

$$V_m \text{ máxima} = 2 * AB \text{ medio}$$

$$AB = 3 \text{ KHz} \quad \Rightarrow \quad V_m \text{ máxima } 6.000 \text{ baudios}$$

$$C = 2 * 3.000 \text{ Log}_2 8 \quad = \quad 18.000 \text{ bps}$$

$$\text{Eficiencia del canal } E = C / W$$

$$E = 18.000 / 3.000 \quad = \quad 6 \text{ bits/Hz}$$

Se cumple a la inversa

- Muestreo Teléfonos Digitales = 8Khz (mínimo 6000)
- Muestreo HI-FI = 44.1 Khz (capturan < 22 Khz)

Señales - Capacidad de transferencia

Línea no ideal - Teorema SHANNON-HARTLEY

$$C = W * \text{Log}_2 (1+S/N)$$

$$\text{dB} = 10 \text{Log}_{10} (S/N)$$

$$10 \text{ dB} \Rightarrow S/N = 10$$

$$20 \text{ dB} \Rightarrow S/N = 100$$

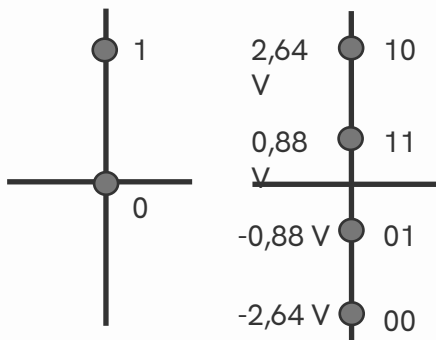
$$30 \text{ dB} \Rightarrow S/N = 1000$$

$$C = 3.000 \text{ Hz} * \text{Log}_2 (1+1000) = 29.902 \text{ bps}$$

$$C = 3.000 \text{ Hz} * \text{Log}_2 (1+100) = 19.963 \text{ bps}$$

$$\text{Eficiencia Canal } E = C / W = \text{Log}_2 (1+S/N)$$

Señales - Capacidad de transferencia

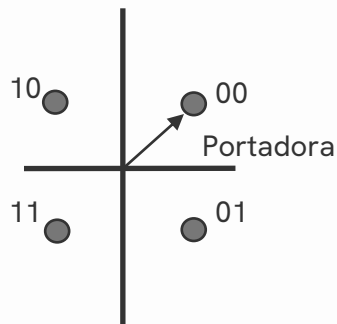


Binaria
simple

1 bit/símb.

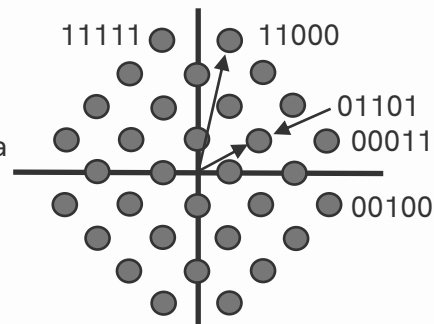
2B1Q
(RDSI)

2 bits/símb.



QAM de
4 niveles

2 bits/símb.



QAM de 32 niveles

(Módems V.32 de 9,6 Kb/s)

5 bits/símb.

Amplitud



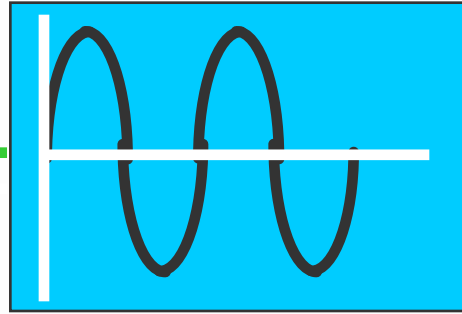
Fase



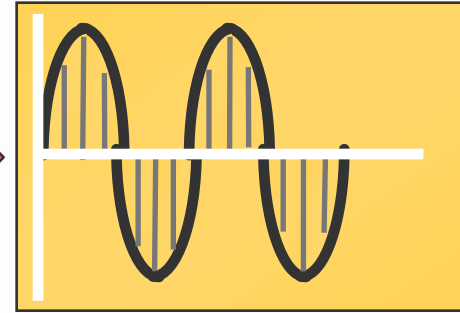
Señales - Muestreo

Ancho de banda: 300 Hz a 3400 Hz

Frecuencia de muestreo 8 KHz
(8.000 muestras/s)



Señal analógica



Muestreo

Rango capturado: 0 - 4 KHz

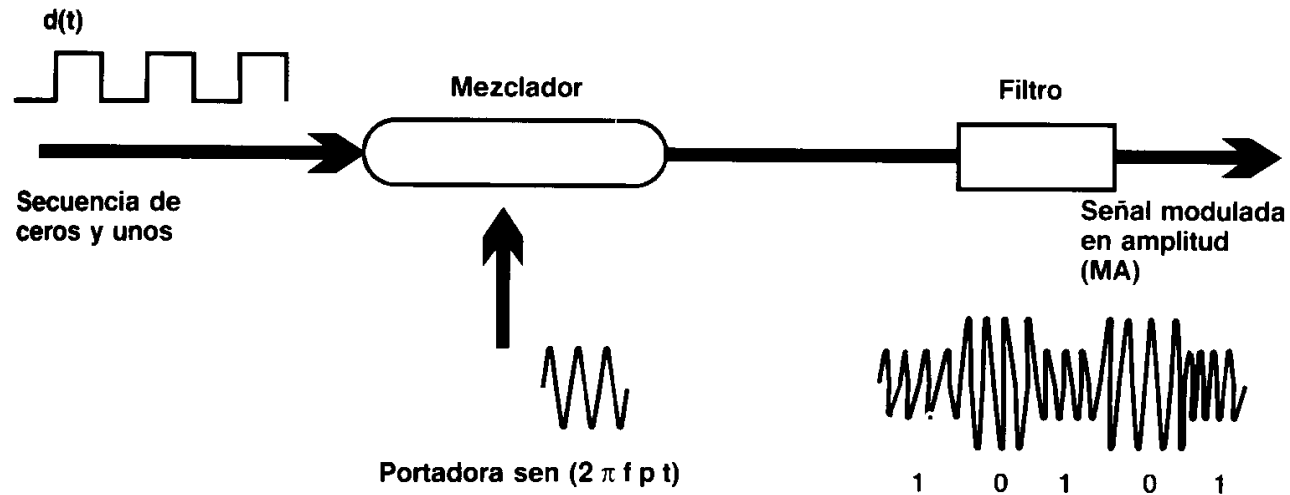
Señales - Relación Señal / Ruido

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

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

Señales - Modulación



Conceptos de Ondas Portadora, Onda Moduladora y Onda Modulada

Señales - 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

Señales - Modulación

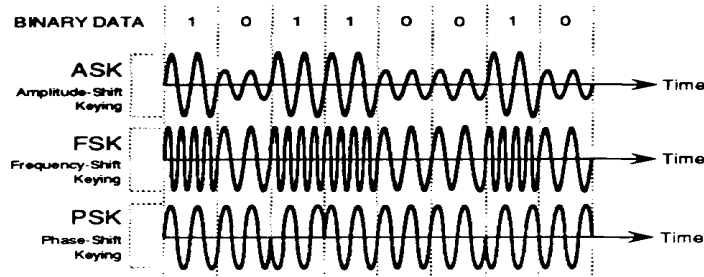
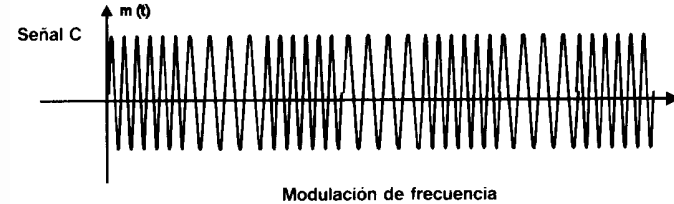
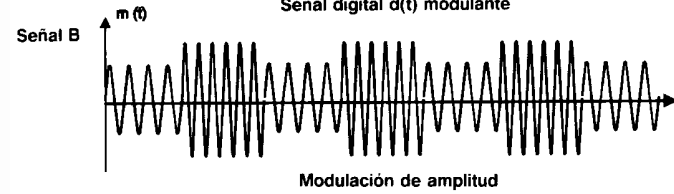
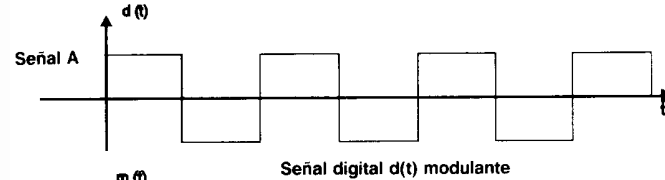
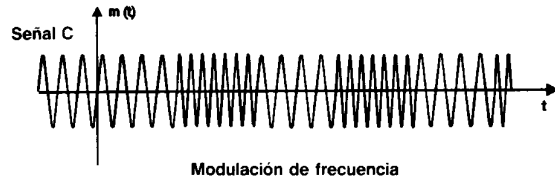
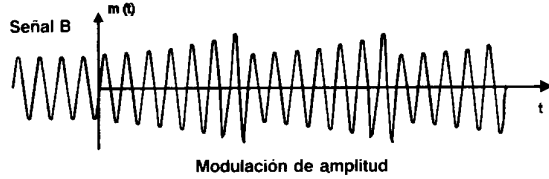
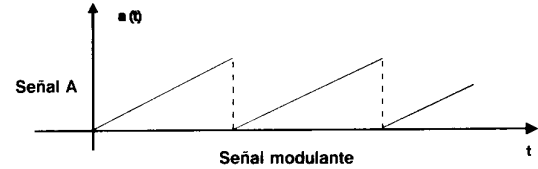
Modulación por onda Continua (portadora analógica)

- Moduladora analógica (AM, FM, PM)
- Moduladora digital (ASK, FSK, PSK, QAM)

Modulación por pulsos (portadora digital)

- Moduladora analógica (PAM, PWM, PPM)
- Moduladora digital (PCM, Delta, Delta adaptativa, diferencial PCM de “q” niveles)

Señales - Modulación



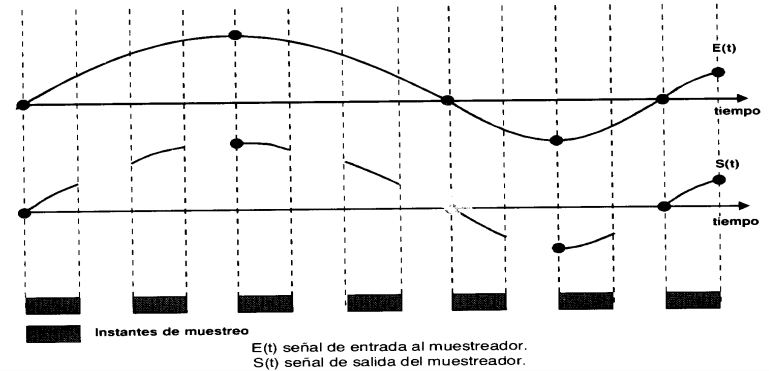
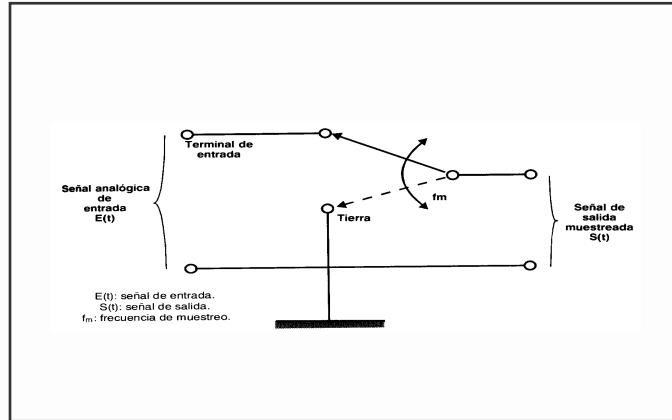
Ejemplos de portadora analógica y
señales moduladoras A y D

Señales - Digitalización - Muestreo (1)

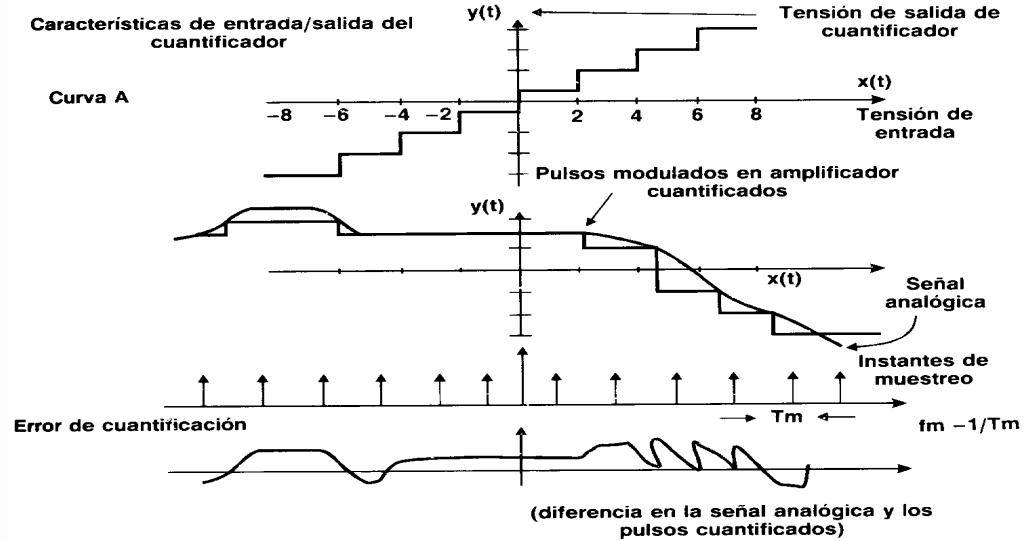
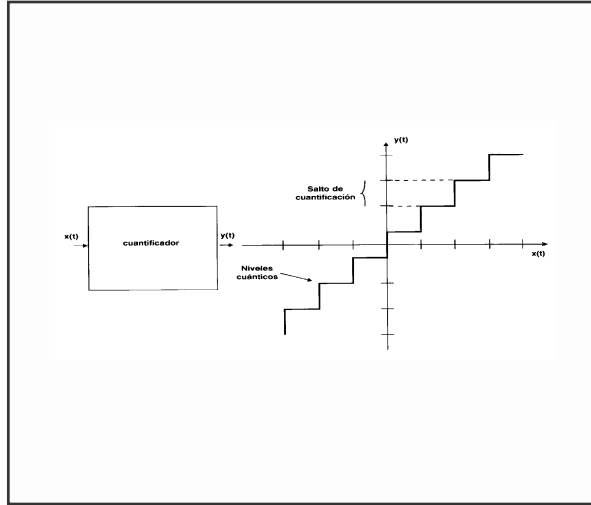
Teorema de NYQUIST

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

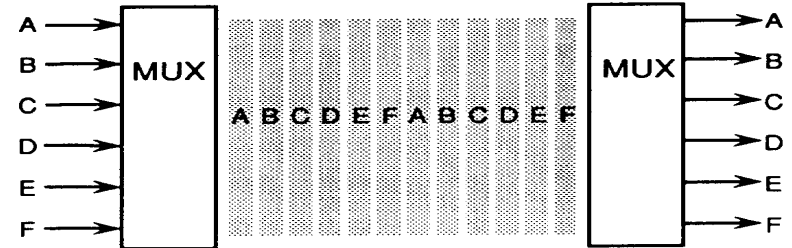
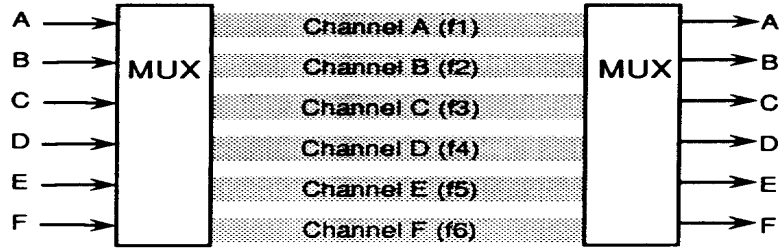
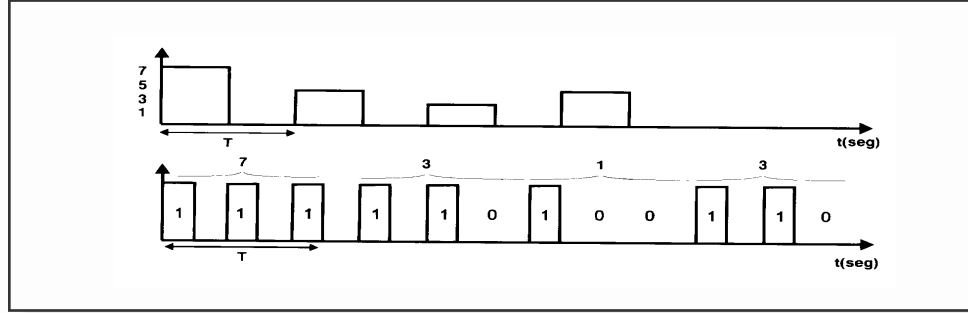
“Una señal de AB finito puede ser satisfactoriamente definida por un conjunto de muestras instantáneas tomadas a una frecuencia de muestreo f_m mayor que el doble del AB de la señal a muestrear”



Señales - Digitalización - Cuantificación (2)



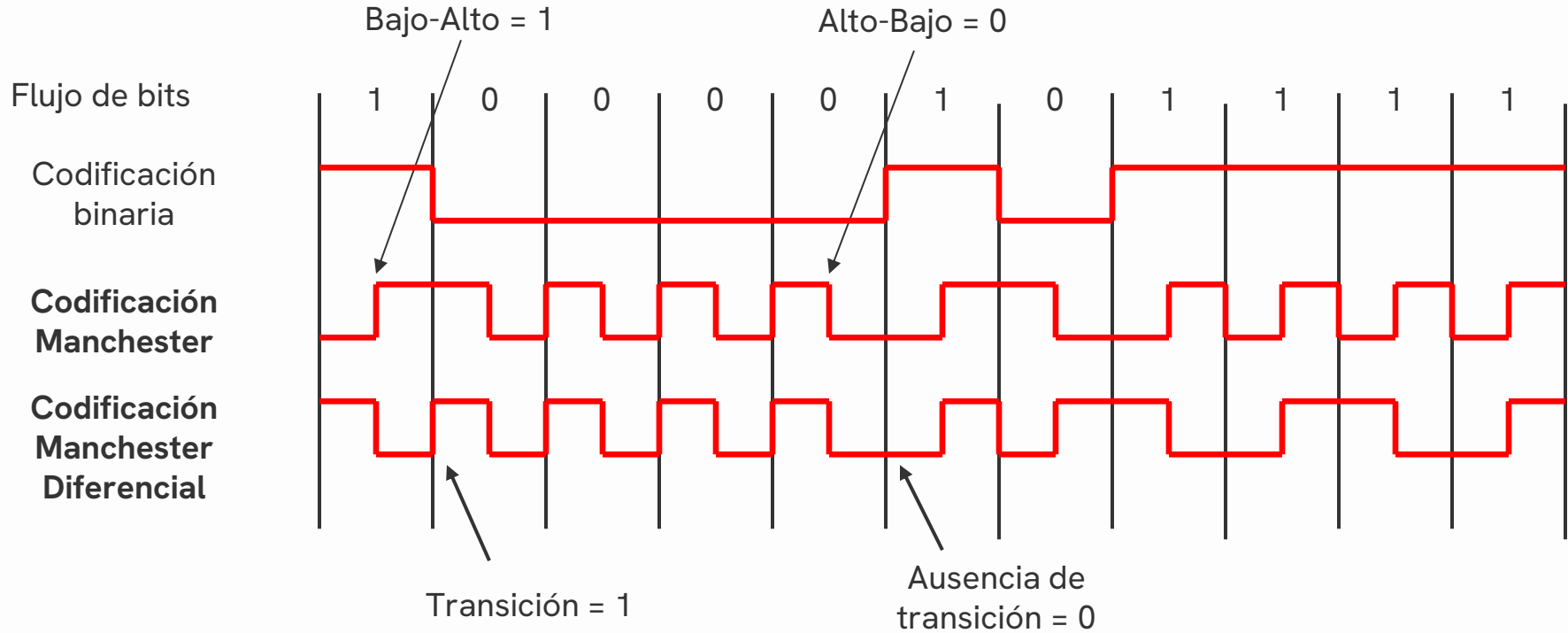
Señales - Digitalización - Codificación (3)



Señales - Digitalización - Codificación (3)

Medio	Veloc. (Mb/s)	Codificación	Pares	Categoría Mínima
1BASE5	1	Manchester	1	2
Token Ring	4	Manch. Dif.	1	3
10BASE-T	10	Manchester	1	3
100BASE-X	100	4B/5B	1	5
100BASE-T2	100	PAM 5x5	2	3
1000BASE-TX	1000	PAM 5x5	4	5E
1000BASE-SX	1000	8B/10B	1	F.O.
ATM	155,52	NRZ	1	5

Señales - Digitalización - Codificación (3)



Ethernet: Codificación Manchester

Token Ring: Codificación Manchester Diferencial

Señales - Digitalización - Codificación (3)

4 bits	5 bits
0000	11110
0001	01001
0010	10100
0011	10101
0100	01010
0101	01011
0110	01110
0111	01111
1000	10010
1001	10011
1010	10110
1011	10111
1100	11010
1101	11011
1110	11100
1111	11101

4 bits	5 bits
IDLE	11111
J	11000
K	10001
T	01101
R	00111
S	11001
QUIET	00000
HALT	00100
No usado	00110
No usado	01000
No usado	01100
No usado	10000
No usado	00001
No usado	00010
No usado	00011
No usado	00101

Señales - Digitalización - Codificación (3)

- En fibra (1000BASE-SX, 1000BASE-LX) y coaxial (1000BASE-CX) se usa 8B/10B. Deriva de Fibre Channel
- Misma eficiencia que 4B/5B (0,8)
- Mayor redundancia que 4B/5B; de los $2^{10} = 1024$ grupos posibles se eligen $2^8 = 256$ (25%)
- Inconveniente: si hay un error se pierden 8 bits (frente a 4 en el caso de 4B/5B)

Señales - Digitalización - Codificación (3)

8B/10B tiene una eficiencia de 0,8, igual que 4B/5B, pero al agrupar mas símbolos tiene una mayor redundancia, ya que solo una de cada cuatro combinaciones posibles es válida ($2^8/2^{10} = 256/1024 = 1/4$), mientras que en 4B/5B es válida una de cada dos ($2^4/2^5 = 16/32 = 1/2$)

NOTA: En caso de error se pierde el doble de información, ya que se manejan bloques de 8 bits en vez de 4. La señalización se realiza a 1250 Mbaudios

Señales - Digitalización - Codificación (3)

Codificación	Uso	Eficiencia	Redundancia
Manchester	10 Mb/s	0,5	50%
4B/5B	100 Mb/s	0,8	50%
8B/10B	1000 Mb/s	0,8	25%
PAM 5x5	1000 Mb/s (UTP)	2	64%

02

OSI

Por qué es importante

Agenda

Conceptos

Introducción

OSI

Diseño

Redes
Corporativas

Modelos

Proyectos

OSI - Nivel 1

MEDIOS GUIADOS (Ondas electromagnéticas)

Cables metálicos (normalmente de cobre)

- Coaxial
- Pares trenzado (apantallados / no apantallados)

Cables de fibra óptica

- Multimodo MM
- Monomodo mm

MEDIOS NO GUIADOS (Ondas electromagnéticas)

- Enlaces vía radio
- Enlaces vía satélite

OSI - Nivel 1

- **Uso:** bucle de abonado, sistemas de red local
- **Ventaja:** minimizan interferencias
- **Inconveniente:** Inadecuado en largas distancias (atenuación).



OSI - Nivel 1

Tipos de cable de par trenzado [\[editar \]](#)

- *Unshielded twisted pair* (UTP) o cable de par trenzado no apantallado o no blindado: Contiene pares trenzados sin blindar que se utilizan para diferentes tecnologías de [redes locales](#). Es de bajo costo y de fácil uso, pero produce más errores que otros tipos de cable y tiene limitaciones para trabajar a grandes distancias sin regeneración de la señal. Su [impedancia característica](#) es de 100 [ohmios](#).
- *Shielded twisted pair* (STP) o cable de par trenzado apantallado o blindado: Contiene pares trenzados rodeados cada par de una cubierta protectora hecha de aluminio. Se utiliza en redes de ordenadores como [Ethernet](#) o [Token Ring](#). Es más caro que la versión sin blindaje y su impedancia característica es de 150 ohmios.
- *Foiled twisted pair* (FTP) o cable de par trenzado con pantalla global: Contiene pares trenzados, todos rodeados de una cubierta protectora hecha de aluminio. Es similar al caso anterior pero este último es más utilizado en equipos inalámbricos en exteriores. su impedancia característica es de 120 ohmios.

OSI - Nivel 1

Tipos de Cables de *Par Trenzado*



Sin Blindar
utilizado en
redes locales de
corta distancia

100 Ω



UTP

Apantallado Global
Mejoran a los UTP
en cuanto a
distancia y
aislamiento

120 Ω



FTP

Blindado Individual
Utilizado en redes
con alto ancho
de banda

150 Ω



STP

Apantallamiento global, con malla metálica LSZH
Mejoran las presta-
ciones de un
cable FTP

100 Ω



S/FTP

Laminado blindado Individual, con malla metálica LSZH
Protección frente a
altas frecuencias.
Es el cable más costoso

100 Ω





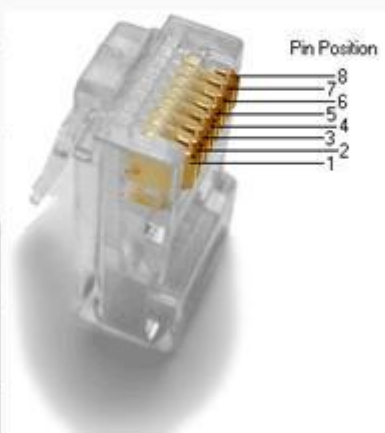













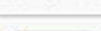

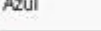


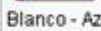
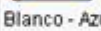
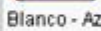
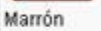








S/STP

UTP Unshielded twisted pair

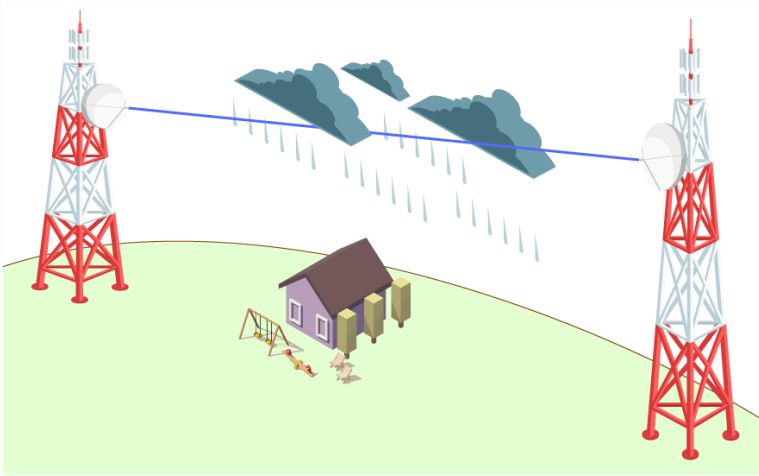
FTP Foil Twisted Pair

STP Shielded twisted pair

OSI - Nivel 1

Pin	Función	568A	568B	Posición de los pines	Gigabit Ethernet (variante A)	Gigabit Ethernet (variante B)
1	TX+ Transceive data +	 Blanco - Verde	 Blanco - Naranja		 Blanco - Naranja	 Blanco - Verde
2	Transceive data -	 Verde	 Naranja		 Naranja	 Verde
3	RX+ Receive data +	 Blanco - Naranja	 Blanco - Verde		 Blanco - Verde	 Blanco - Naranja
4	BDD+ Bi-directional data +	 Azul	 Azul		 Azul	 Blanco - Marrón
5	BDD- Bi-directional data -	 Blanco - Azul	 Blanco - Azul		 Blanco - Azul	 Marrón
6	RX- Receive data -	 Naranja	 Verde		 Verde	 Naranja
7	BDD+ Bi-directional data +	 Blanco - Marrón	 Blanco - Marrón		 Blanco - Marrón	 Azul
8	BDD- Bi-directional data -	 Marrón	 Marrón		 Marrón	 Blanco - Azul

OSI - Nivel 1



Distancia de funcionamiento determinada por:

- Frecuencia
- Tamaño de la antena
- Capacidad del enlace

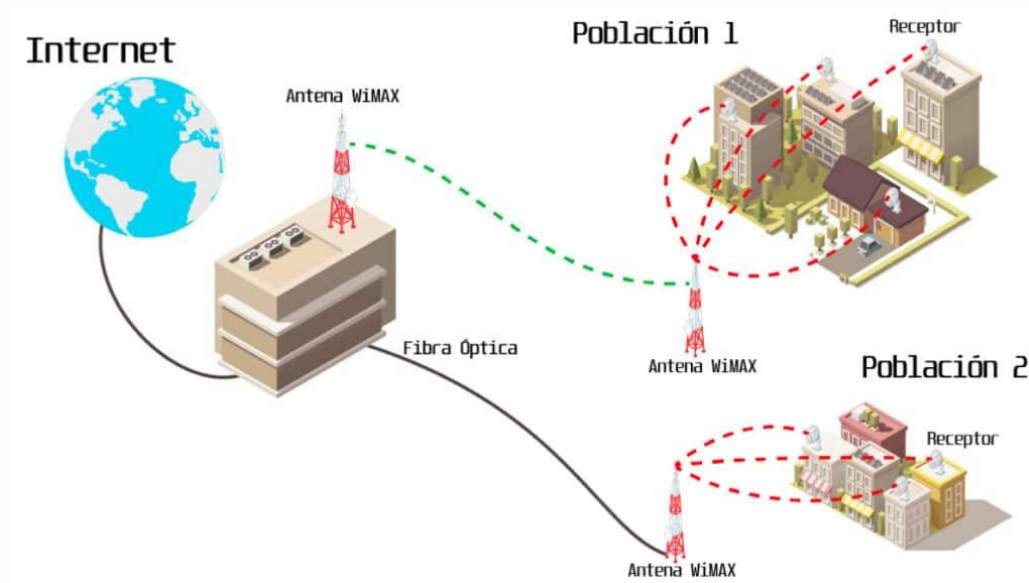
En los radioenlaces de gran rendimiento, es necesario que exista una **línea de visión clara** (línea vista)

Podemos clasificar los radioenlaces comerciales en 2 grupos:

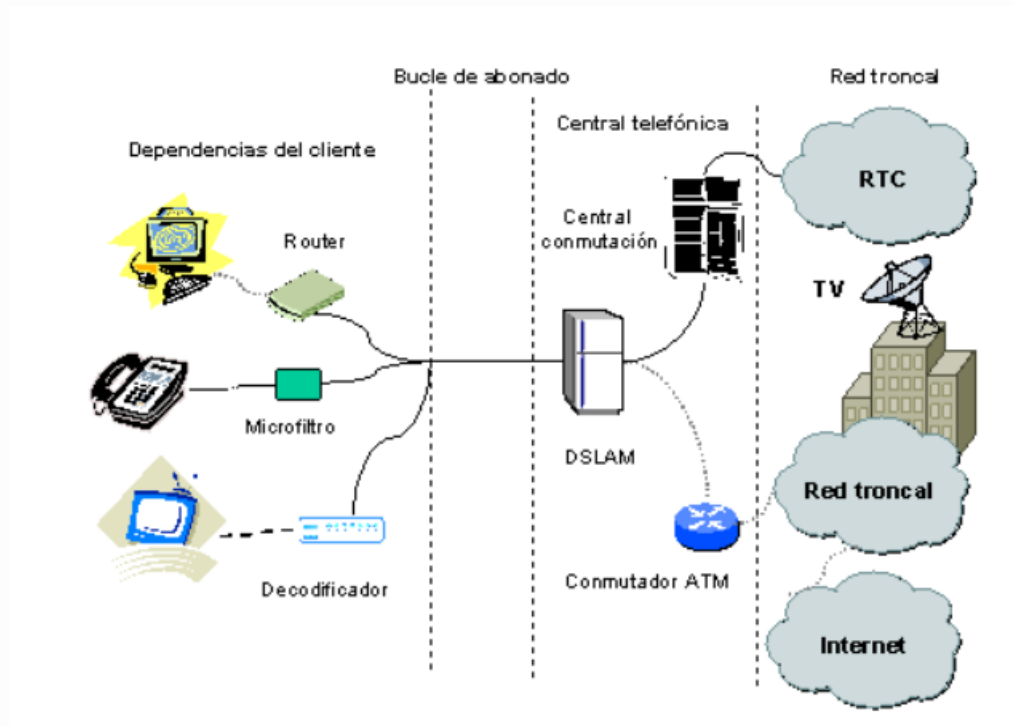
Frecuencia Ultra Alta (UHF): de 0.3 a 3 GHz, como los WIFI de 2.4 GHz o los WiMAX de 2,3 GHz

Frecuencia Súper Alta (SHF): de 3 a 30 GHz, como la WIFI de 5 GHz o los WiMAX de 5,8 GHz
Cuanto mayor es la frecuencia, mayor es la capacidad de carga de datos y menor la antena requerida, pero requiere más potencia y menor alcance

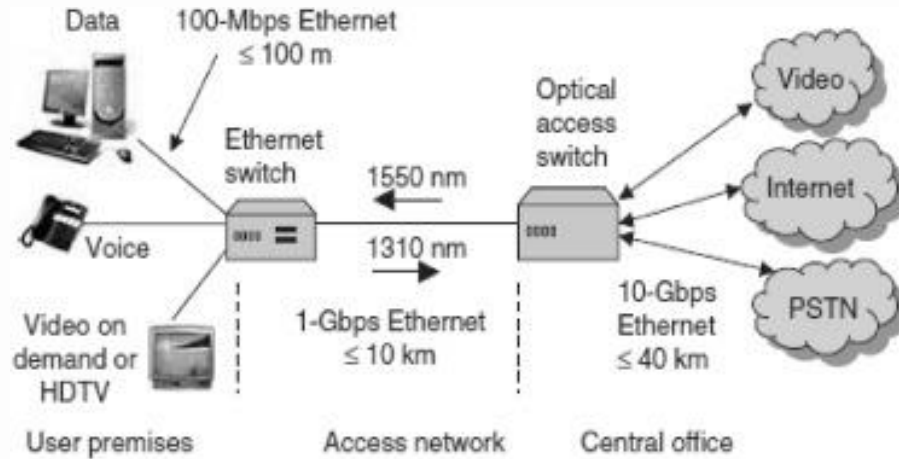
OSI - Nivel 1



OSI - Nivel 1



OSI - Nivel 1

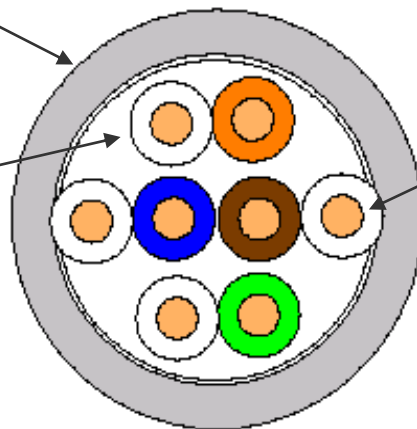


OSI - Nivel 1

Cubierta hecha con
material aislante

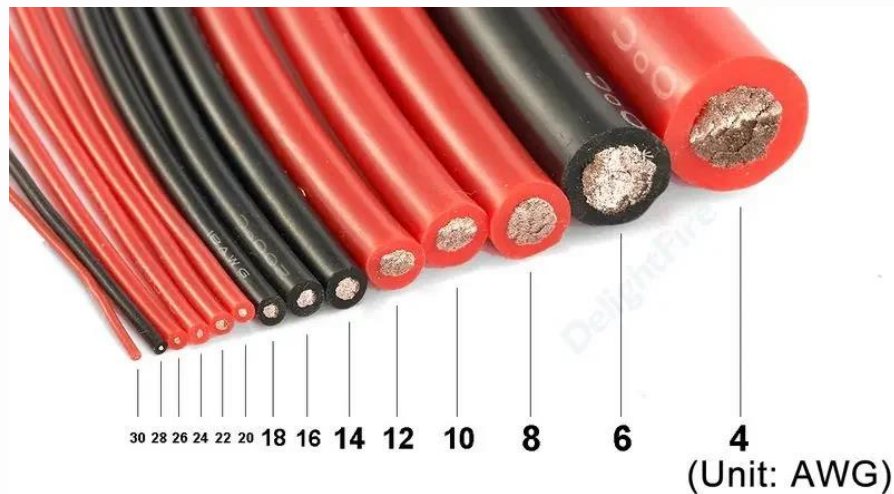
Aislante de
cada conductor

J-2YY



Alambre de cobre.
Normalmente AWG 24
(\varnothing 0,51 mm)

OSI - Nivel 1



Size NO.	Conductor				Insulation			Rated current (A)	Rated voltage (V)	Temperature range(°C)
	Specification NO./OD	Diameter (MM)	Cross-sectional area(MM²)	Resistance (Ohm/KM)	Material	Thickness (MM)	Outer diameter (MM)			
4 AWG	5000*0.08TS	8.25	25	3.70	Silicone Rubber	1.38	11	180A	600	-60~+200
6 AWG	3200*0.08TS	5.25	16	3.70	Silicone Rubber	1.63	8.50	140A	600	-60~+200
8 AWG	1605*0.08TS	3.75	8.29	3.70	Silicone Rubber	1.25	6.00	80A	600	-60~+200
10 AWG	1050*0.08TS	2.92	5.28	6.30	Silicone Rubber	1.12	5.50	50A	600	-60~+200
12 AWG	680*0.08TS	2.41	3.42	9.80	Silicone Rubber	1.00	4.50	30A	600	-60~+200
14 AWG	400*0.08TS	1.85	2.07	15.60	Silicone Rubber	0.90	3.50	20A	600	-60~+200
16 AWG	252*0.08TS	1.47	1.30	24.40	Silicone Rubber	0.80	3.00	10A	600	-60~+200
18 AWG	150*0.08TS	1.13	0.75	39.50	Silicone Rubber	0.60	2.30	6A	600	-60~+200
20 AWG	100*0.08TS	0.92	0.50	62.50	Silicone Rubber	0.55	1.80	5A	600	-60~+200
22 AWG	60*0.08TS	0.72	0.30	88.60	Silicone Rubber	0.55	1.70	3A	600	-60~+200
24 AWG	40*0.08TS	0.58	0.20	97.60	Silicone Rubber	0.55	1.60	2A	600	-60~+200
26 AWG	30*0.08TS	0.44	0.15	123.00	Silicone Rubber	0.55	1.50	1.5A	600	-60~+200
28 AWG	16*0.08TS	0.32	0.08	331.00	Silicone Rubber	0.45	1.20	0.8A	600	-60~+200
30 AWG	11*0.08TS	0.3	0.06	485.71	Silicone Rubber	0.25	0.80	0.6A	600	-60~+200

Note: Diameter tolerance:+-0.2mm; The specification date is for reference only.

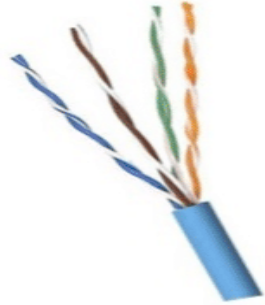
OSI - Nivel 1

Conversion table - American Wire Gauge - mm. - mm ²						
AWG N°	Diam. mm.	Area mm ²		AWG N°	Diam. mm.	Area mm ²
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	8,350		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	4,150		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>

OSI - Nivel 1



CAT 5e



CAT 6



CAT 6a



CAT 7

OSI - Nivel 1

Difference between Cat1, Cat2, Cat3, Cat4, Cat5, Cat5e, Cat6, Cat7 and Cat8 Ethernet Cable

Category	Speed	Frequency
CAT 1	Carry only voice	1MHz
CAT 2	4Mbps	4MHz
CAT 3	10Mbps	16Mhz
CAT 4	16Mbps	20Mhz
CAT 5	100Mbps	100Mhz
CAT 5e	1000Mbps	100Mhz
CAT 6	1000Mbps	250MHz
CAT 7	10Gbps	600MHz
CAT 7a	10Gbps	1000Gbps
CAT 8	25Gbps	2000Mhz

OSI - Nivel 1

Categoría	Clase	Velocidad máxima de transmisión	Distancia máxima
Cat 6A	Class EA	10 Gb/s	100 m
Cat 7 (no reconocida por TIA)	Class F	10 Gb/s	100 m
Cat 7A (no reconocida por TIA)	Class FA	10 Gb/s	100 m
Cat 8.1	Class I	40 Gb/s	30 m
Cat 8.2 (no reconocida por TIA)	Class II	40 Gb/s	30 m

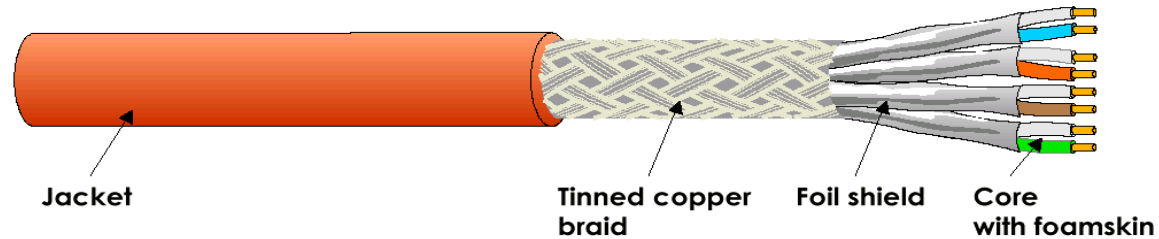
En 2016 y 2017 ANSI/TIA e ISO/IEC aprobaron la Cat8 para soportar velocidades de transmisión Ethernet: IEEE 25GBASE-T y 40GBASE-T.

Cat 8 pone en duda la utilidad de los sistemas de cableado Cat 7 y Cat 7A, ya que los beneficios de la Cat 6A y ahora de la Cat 8 tienen a los profesionales de la industria preguntando: ¿Qué pasa con la Cat 7 y 7A?

La Cat 7 se estableció para ofrecer una frecuencia más alta y un mejor rendimiento que el de la Categoría 6, con capacidad de transmisión a 10 Gb/s. Asimismo, la Cat 7A ofrece una frecuencia más alta y un margen mayor de rendimiento que la Cat 6A, pero no incrementa con el ancho de banda. Como las Cat 7 y 7A nunca han sido muy adoptadas, parece ser que experimentarán una adopción todavía menor.

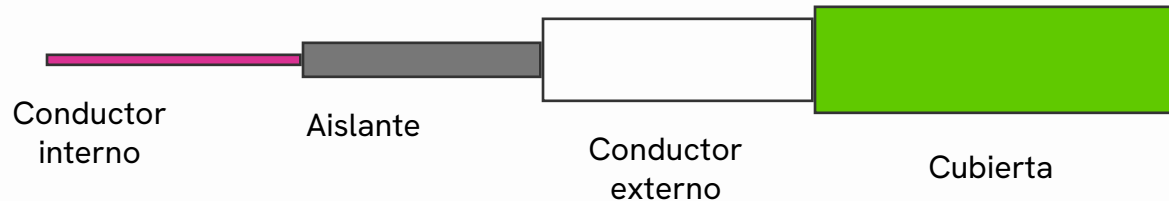
OSI - Nivel 1

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

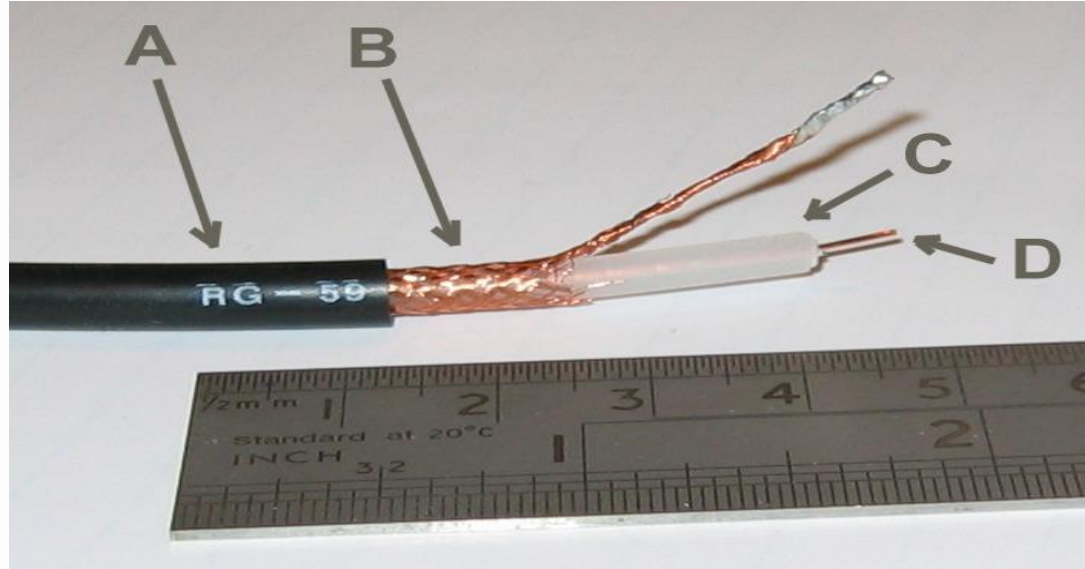


OSI - Nivel 1 - Coaxial

- La impedancia puede ser de 50 o 75 Ω
- 50 Ω : usado en redes locales Ethernet (10BASE2 y 10BASE5)
- 75 Ω : usado en conexiones WAN y redes CATV (Community Antenna TeleVision)



OSI - Nivel 1 - Coaxial

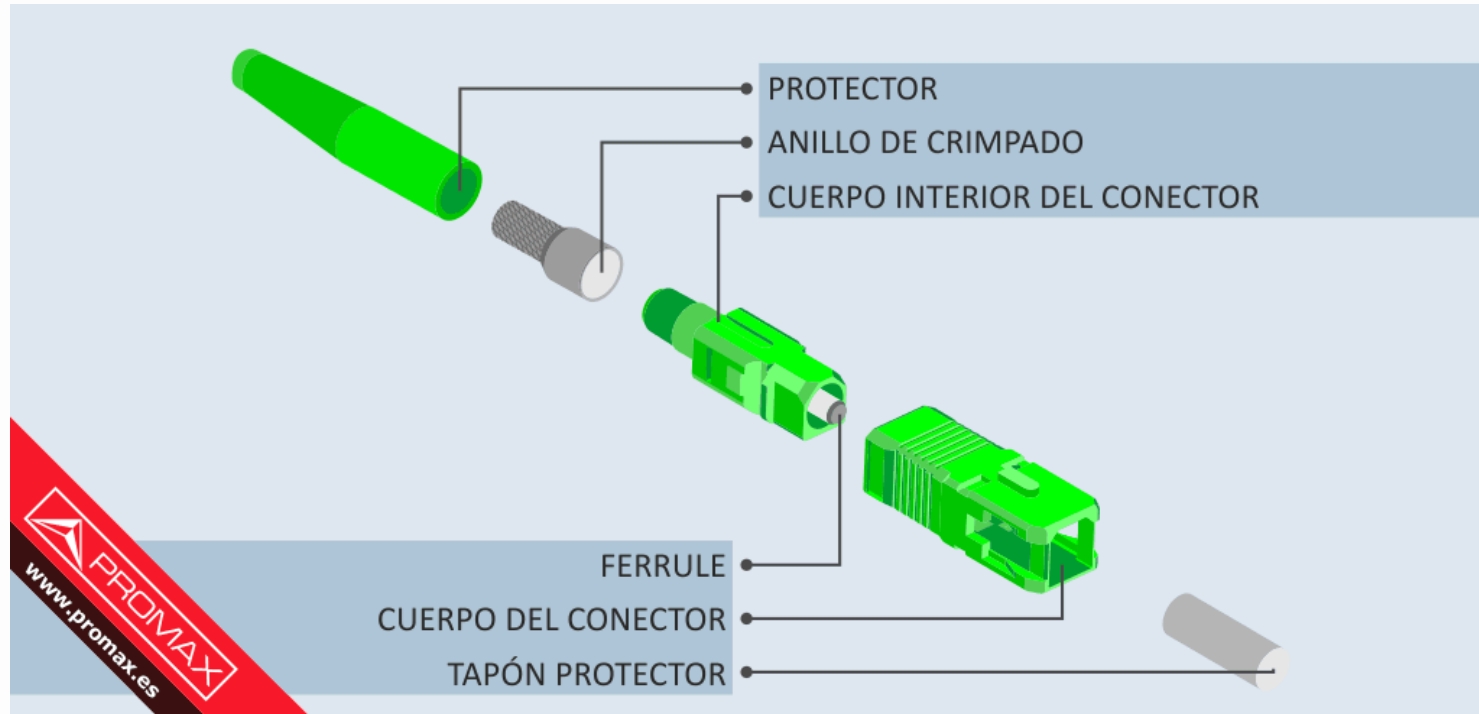


OSI - Nivel 1 - Coaxial

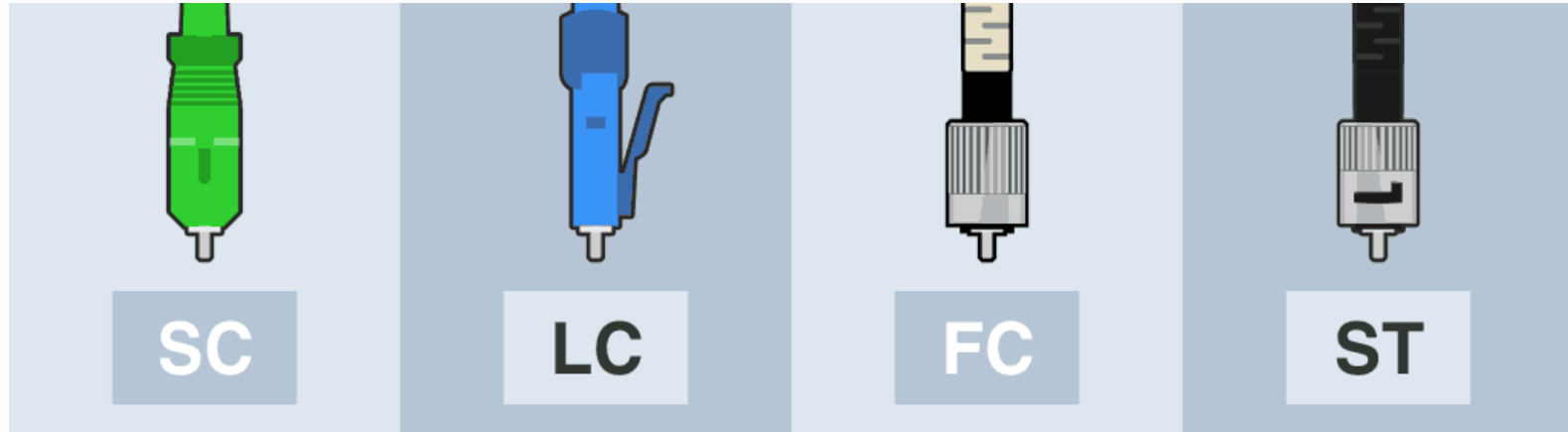
El **cable coaxial** es un cable formado por dos conductores concéntricos:

- Un conductor central o núcleo, formado por un hilo sólido o trenzado de cobre (llamado positivo o vivo).
- Un conductor exterior en forma de tubo o vaina, y formado por una malla trenzada de cobre o aluminio o bien por un tubo, en caso de cables semirrígidos. Este conductor exterior produce un efecto de blindaje y además sirve como retorno de las corrientes. El primero está separado del segundo por una capa aislante llamada dieléctrico. De la calidad del dieléctrico dependerá principalmente la calidad del cable. Todo el conjunto puede estar protegido por una cubierta aislante.

OSI - Nivel 1- Fibra óptica



OSI - Nivel 1- Fibra óptica

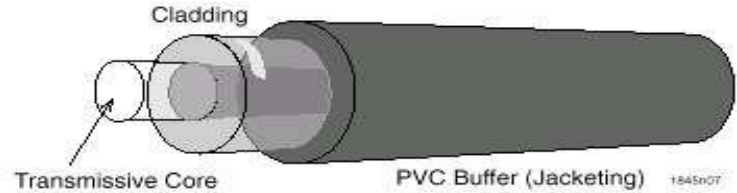


<https://www.promax.es/esp/noticias/578/tipos-de-conectores-de-fibra-optica>

OSI - Nivel 1- Fibra óptica

Algunos terminadores de FO

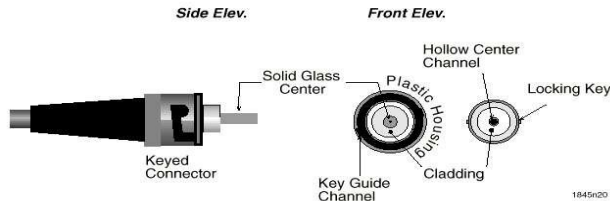
- SMA Sub-Miniature Assembly
- ST Straight-Tip by AT&T
- FDDI MIC
- SC (más reciente)



Núcleo de fibra de vidrio

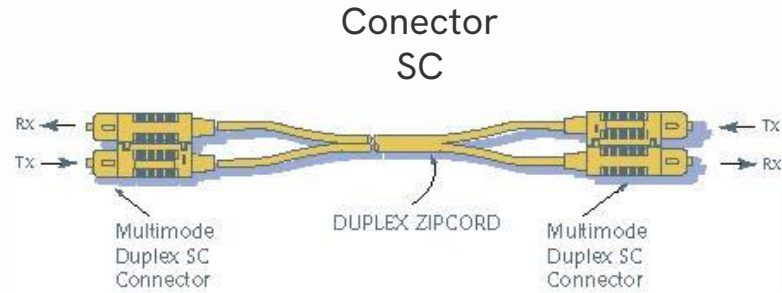
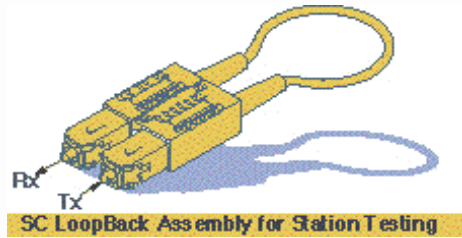
Las reflexiones se producen cuando la trayectoria del impulso de luz incide con el material reflectante que rodea a la fibra óptica "Cladding"

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

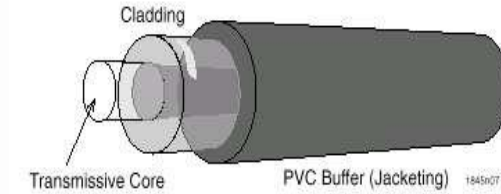
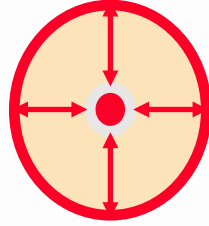


Conector ST

OSI - Nivel 1- Fibra óptica



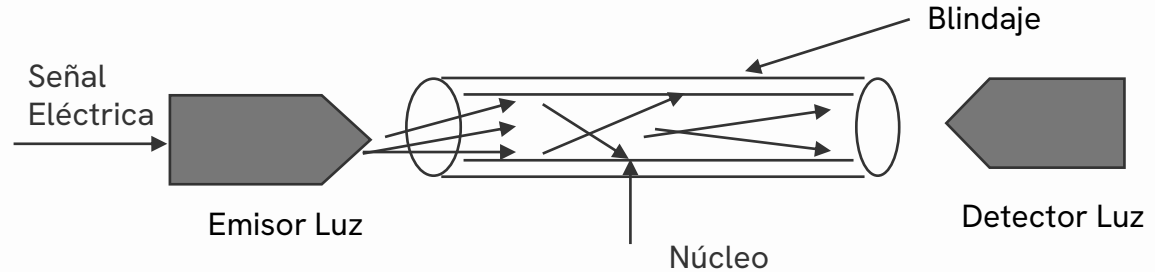
OSI - Nivel 1- Fibra óptica



- 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.

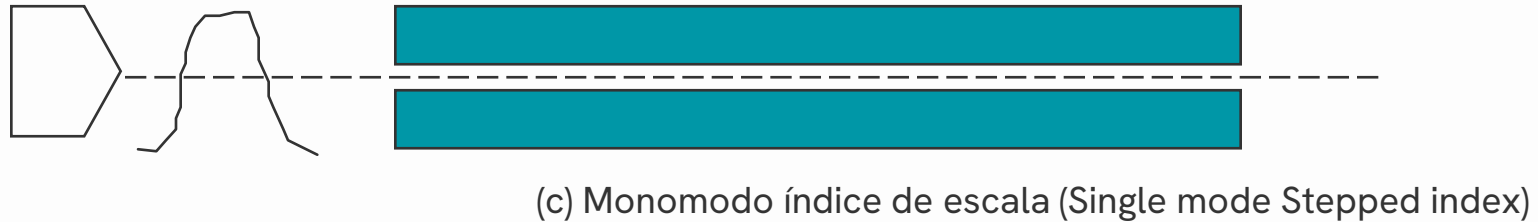
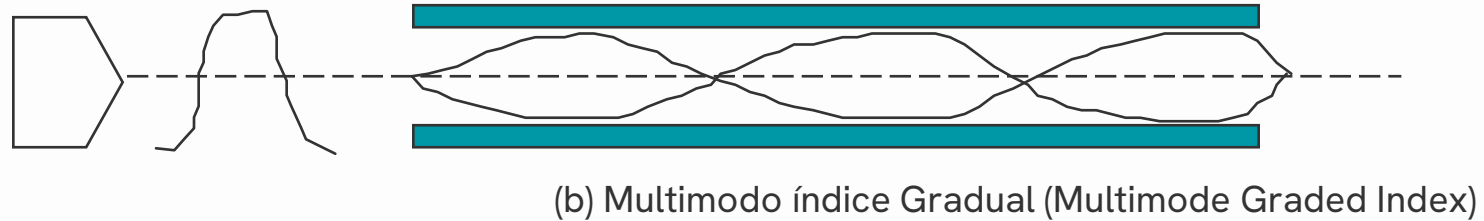
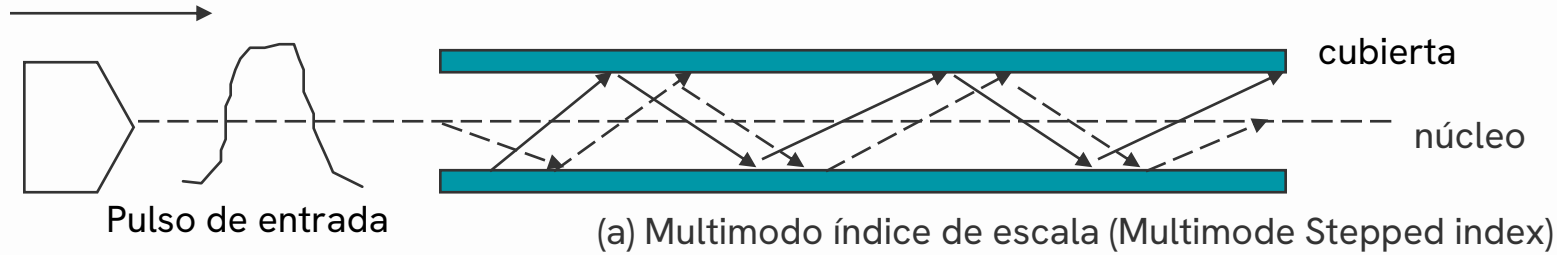
OSI - Nivel 1- Fibra óptica

- **Tipo 1** LEDS Light-Emitting Diode
 - Luz normal (no coherente).
 - Cada rayo tiene 1 modo.
 - Usa FO MultiModo MM.



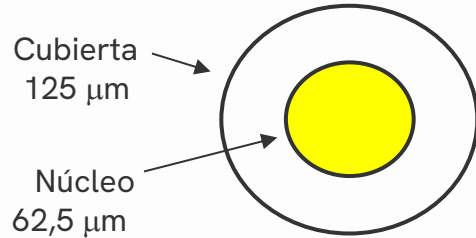
- **Tipo 2** Diodos Láser
 - Luz coherente-
 - Único rayo-
 - Usa FO monomodo mm

OSI - Nivel 1- Fibra óptica

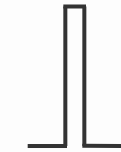
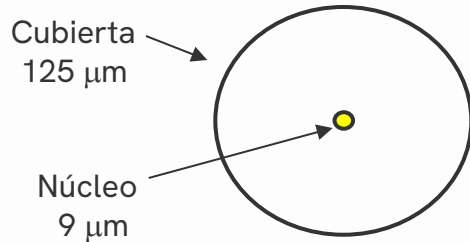


OSI - Nivel 1- Fibra óptica

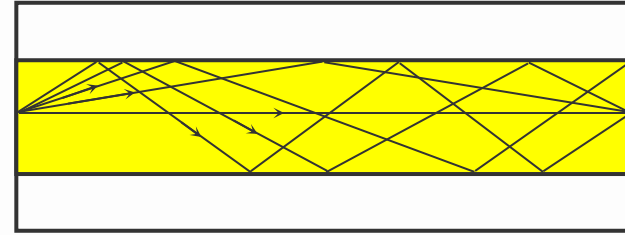
Multimodo



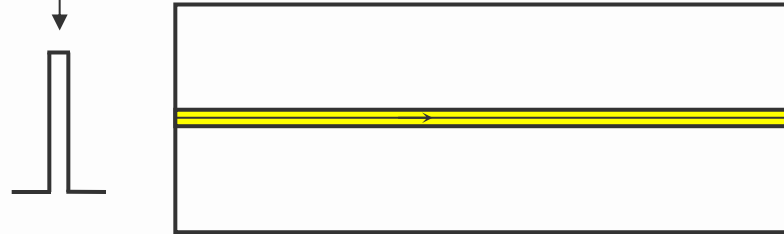
Monomodo



Pulso
entrante



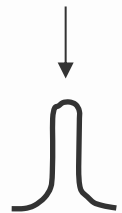
Los múltiples modos que se propagan
generan un 'jitter' que ensancha los pulsos y
limita la distancia o la frecuencia



Al propagarse solo un modo no se
produce 'jitter' y el pulso no se ensancha

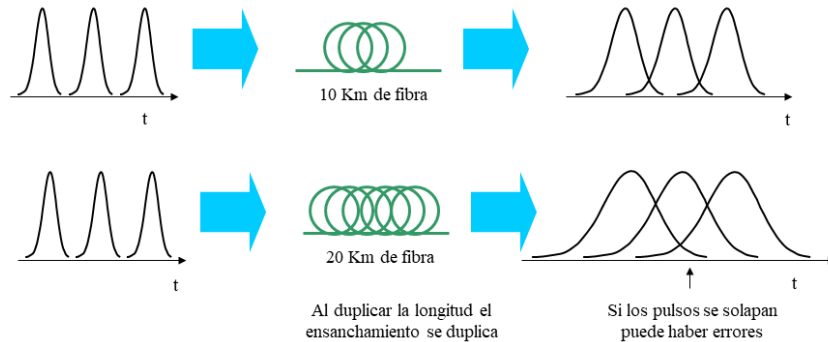


Pulso
saliente



OSI - Nivel 1- Fibra óptica

- Cuando un pulso de luz se transmite por fibra se ensancha. A este efecto lo llamamos dispersión. La dispersión es proporcional a:
 - La longitud de la fibra, y a
 - La frecuencia de los pulsos de luz, es decir el caudal en bits/s



OSI - Nivel 1- Fibra óptica

DISPERSIÓN

Ensanchamiento del pulso recibido cuando se transmite 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

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

Ejemplo: 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)

OSI - Nivel 1- Fibra óptica

Ejemplo: Suponga un enlace ATM a 622 Mb/s que opera sobre fibra Multimodo MM y con dispersión de 500 MHz*Km.

Supongamos que 622 Mb/s = 622 MHz (bits = baudio en este caso)

- Dispersión = Frecuencia * Long fibra
- 500 (MHz*Km) = 622 (MHz) * Longitud (Km)
- Longitud = $500/622 = 0,8 \text{ Km} = 800 \text{ m}$

OSI - Nivel 1- Fibra óptica

Fibra 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 monomodo **mm**

OSI - Nivel 1- Fibra óptica

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

OSI - Nivel 1- Fibra óptica

Factores que influyen en la atenuación

- Distancia a cubrir.
- Latiguillos, conexiones y soldaduras.
- Curvas cerradas en la fibra.
- Suciedad en conectores.
- Variaciones de temperatura.
- Envejecimiento de los componentes.

OSI - Nivel 1- Fibra óptica

Teniendo en cuenta la definición y la fórmula de la longitud de onda:

$$\text{Longitud de onda} = \text{Velocidad} / \text{Frecuencia}$$

y la gráfica “atenuación frente a longitud de onda” que se muestra en las siguientes transparencias, deduzca la relación entre ambas para entender los conceptos de primera, segunda y tercera ventana de transmisión en los equipos de comunicaciones ópticos.

OSI - Nivel 1- Fibra óptica

La longitud de una onda es la distancia entre dos crestas consecutivas.

La longitud de una onda describe cuán larga es la onda. La distancia existente entre dos crestas o valles consecutivos es lo que llamamos longitud de onda.

La letra griega " λ " (lambda) se utiliza para representar la longitud de onda en ecuaciones. La longitud de onda es inversamente proporcional a la frecuencia de la onda. Una longitud de onda larga corresponde a una frecuencia baja, mientras que una longitud de onda corta corresponde a una frecuencia alta.

La longitud de ondas de las ondas de sonido, en el rango que los seres humanos pueden escuchar, oscilan entre menos de 2 cm (una pulgada), hasta aproximadamente 17 metros (56 pies). Las ondas de radiación electromagnética que forman la luz visible tienen longitudes de onda entre 400 nanómetros (luz morada) y 700 nanómetros (luz roja).

OSI - Nivel 1- Fibra óptica

- 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.

OSI - Nivel 1- Fibra óptica

