



Δ Alfaomega Grupo Editor

Comunicaciones

Castro-Fusario

Capítulo 5: Medios de comunicaciónes

Colaboración Ing Alejandro Echazu



Temas:

- 5.1 Introducción
- 5.2 Cables de cobre
- 5.3 Líneas de cobre desnudos
- 5.4 Cables de par trenzados
- 5.5 Cables multipares
- 5.6 Cables coaxiales
- 5.7 Cables de pares trenzados blindados y sin blindar
- 5.8 Cables submarinos de cobre
- 5.9 Radiocomunicaciones
- 5.10 Satélites
- 5.11 Microondas
- 5.12 Guias de onda
- 5.13 Láser
- 5.14 Fibras ópticas
- 5.15 Cables submarinos de fibra óptica



5.1 Introducción

El Equipo Terminal debe tener las características adecuadas que permitan transmitir la información que se desea.

Todo sistema de comunicaciones debe tener:

- un equipo terminal en cada extremo
- transmisores y receptores
- medio físico de comunicaciones



5.2 Cables de cobre

5.2.1 Definición y distintos tipos

Son el medio de comunicaciones más usado

Se usa en las redes de banda ancha con la **tecnología xDSL**.

Variantes:

Líneas de cobre desnudos.

Cables de par trenzados.

Cables multipares subterráneos.

Cables multipares aéreos.

Cables coaxiales.

Cables de pares trenzados blindados (para uso en cableado estructurado).

Cables de pares trenzados sin blindar (para uso en cableado estructurado).

Cables submarinos de cobre.



CARACTERÍSTICAS FUNDAMENTALES DE LOS MEDIOS DE COMUNICACIONES

- **ANCHO DE BANDA / VELOCIDAD DE TRANSMISIÓN**
- **COSTO**
- **PARÁMETROS FÍSICOS (PESO, PROTECCIÓN, ETC)**
- **ATENUACIÓN (ALCANCE) Y DISTORSIÓN**
- **INMUNIDAD CONTRA EL RUIDO Y LA INTERFERENCIA**
- **CONFIABILIDAD**
- **FACILIDAD PARA LA INSTALACIÓN Y ESTÉTICA**
- **FLEXIBILIDAD**



5.2.2 Los medios de transmisión basados en conductores de cobre

Los conductores presentan formas constructivas diversas.

Características similares:

- Conductividad del material directamente relacionada con su atenuación por kilometro.
- Diámetro y la separación entre los conductores.
- Características del dieléctrico utilizado.
- Capacidad mutua entre conductores.

Ambos se comportan entre si como si fueran capacitores.

La capacitancia mutua es la capacidad que presentan cada uno de ellos respecto del otro

- Resistencia mecánica que ofrecen para su instalación.
- Facilidad con que pueden ser manipulados.



5.3 Líneas de cobre desnudos

5.3.1 Características generales

Alto costo de mantenimiento o de ampliación de sus recorridos.

Ancho de banda limitado.

Fuerte dependencia de factores meteorológicos o inclemencias del tiempo

Propensas a acciones de vandalismo

Posibilidad de capturar ruido exógeno, o generación de diafonía por defectos constructivos.



5.3.2 Detalles constructivos y operativos

Líneas abiertas a dos hilos sobre postes con dos alambres sobre aisladores cerámicos en travesaños horizontales a $0,5\text{ m}$.

Los postes son de palmera previamente tratados con creosota para mayor duración.

COBRE: Conductores de 3, 4 y 5 mm

BRONCE: Conductores de 1,5, 2 y 3 mm

HIERRO GALVANIZADO: Conductores de 2, 3



5.4 Cables de par trenzados

5.4.1 Características generales

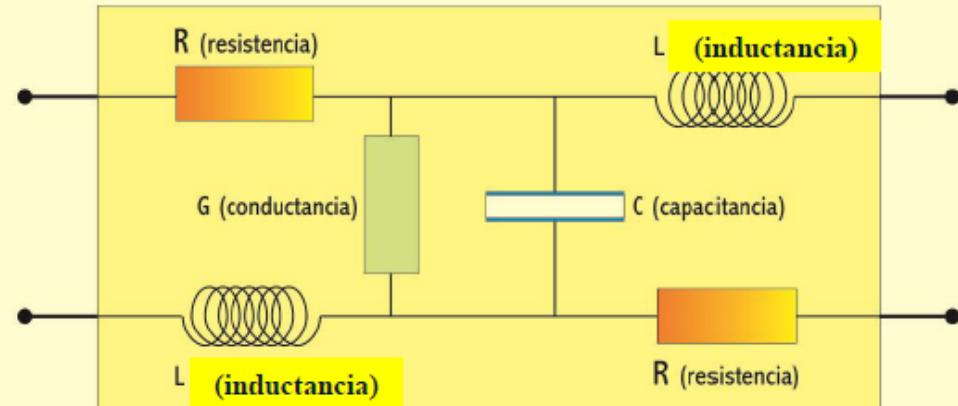
- Escasa inmunidad frente a las interferencias producidas por campos electromagnéticos externos y al ruido impulsivo.
- Bajo costo, y por lo tanto amplio uso en distintas partes de la red.
- Posibilidad de presencia de diafonía.
- Ancho de banda máximo reducido.
- Resistencia eléctrica del par: disminuye cuanto mayor es el diámetro del conductor y aumenta con la distancia.
- El uso limitado por el **efecto pelicular (skin effect)**, más evidente a mayor frecuencia .



5.4.2 Características eléctricas

TRANSMISIÓN EN MEDIOS CONDUCTORES

Características eléctricas



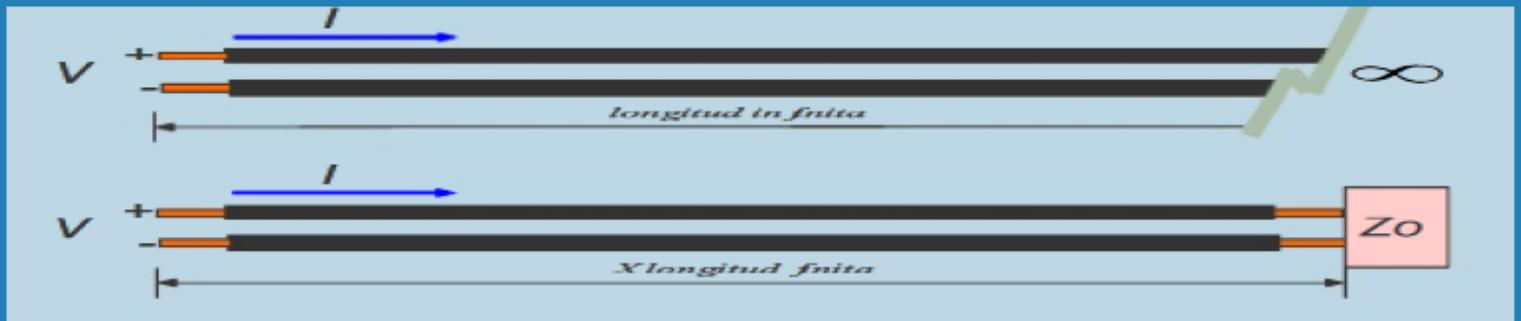
$$Z = R + j(X_L - X_C) \quad \text{ohms}$$

$$R = \rho l/S \quad X_L = \omega L \quad X_C = 1 / \omega C$$



TRANSMISIÓN EN MEDIOS CONDUCTORES

Impedancia Característica



$$Z_0 = \frac{V}{I}$$

$$Z_0 = \sqrt{\frac{R + j\omega L}{G + j\omega C}}$$

$$Z_0 = g(R, L, C, G, \omega)$$

Si R y G son muy pequeñas (línea de bajas pérdidas) o la frecuencia de operación es elevada



$$Z_0 = \sqrt{\frac{L}{C}}$$



TRANSMISIÓN EN MEDIOS CONDUCTORES

Efecto pelicular

Profundidad de penetración (δ)

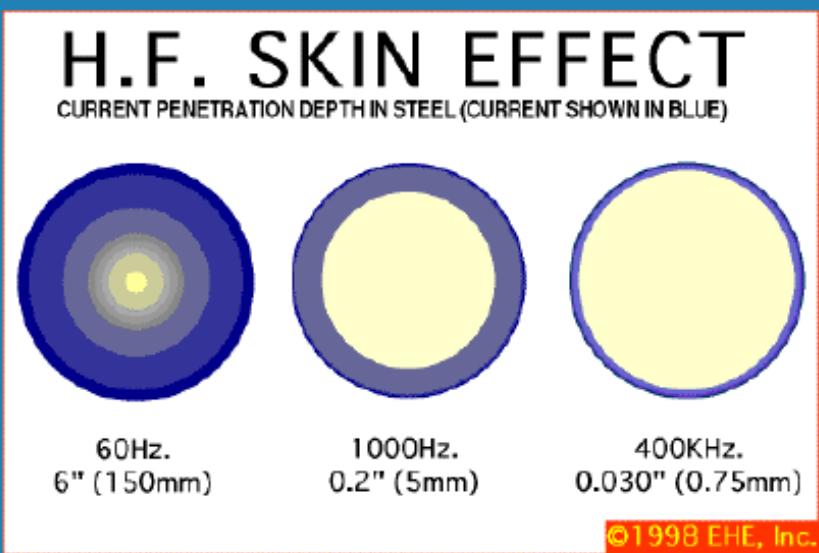
$$\delta = \sqrt{\frac{2}{\omega\mu\sigma}}$$

Depende de:

Frecuencia de operación (ω)

Permeabilidad magnética (μ)

Conductividad eléctrica (σ)





5.4.3 Detalles constructivos y operativos

5.4.3.1 Estructura general



Las corrientes circularan en sentido contrario creando campos eléctricos opuestos que se anulan entre sí.



Los pares trenzados se construyen blindados para evitar interferencia externa. Recubiertos por una capa metálica entre las aislaciones. Aumenta el costo, pero permite grandes velocidades a cientos de metros. Normalizados por la **American Wire Gauge - AWG**, en valores enteros denominados calibres.

Cable de 2 hilos



Cable de





5.4.3.2 Empleo y características de los conductores

Se aplica en:

- redes internas con las centrales telefónicas privadas
- circuito terminal de llegada a los usuarios.

En redes telefónicas públicas se denominan **pares de abonado** (bucle de abonado).

Se usan los calibres 22 y 24.

Transmiten señales analógicas como digitales.

En analógico se necesitan amplificadores cada 10 o 20 km.

En digitales se necesitan repetidores regenerativos cada 2 a 4 km.

Los conductores son de alambre de cobre electrolítico recocido y de sección circular.

Resistencia máxima normalizada de $0,017241 \text{ Ohm} \times \text{mm}^2/\text{m}$, a 20° C de temperatura.



5.5 Cables multipares

5.5.1 Definición y uso

Cables multipares tienen un número variable de pares trenzados.

5.5.2 Distintos tipos

Se instalan en forma subterránea, aérea o utilizando ductos.

5.5.3 Cables multipares subterráneos o para instalación en ductos

5.5.3.1 Definición y uso

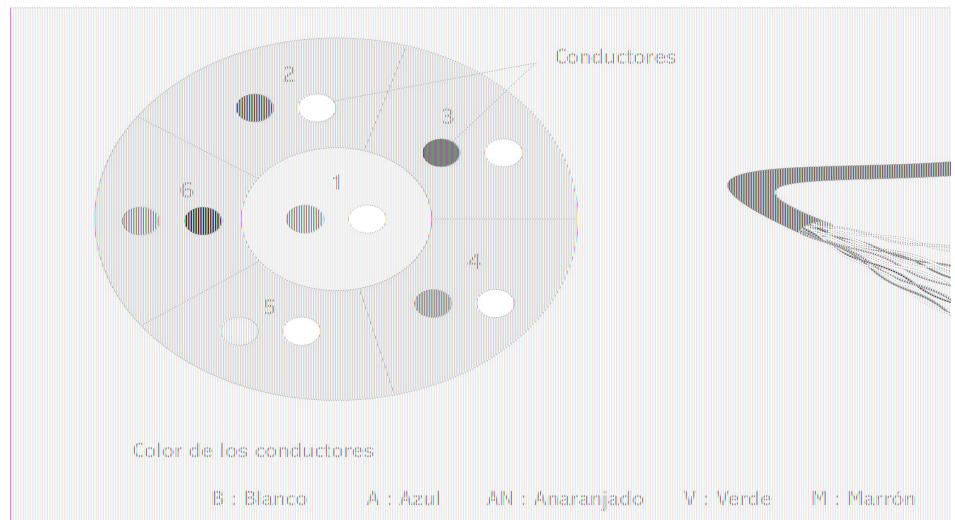
Tienen elementos aislantes o están en ductos que los protejan de su deterioro o destrucción.

Desde 6 pares hasta miles de pares.



5.5.3.2 Detalles constructivos

- Aislación



Par Número	Color del aislamiento	Conductor N° 1	Cond
1	Blanco		A
2	Blanco		
3	Blanco		
4	Blanco		
5	Blanco		G
6	Rojo		

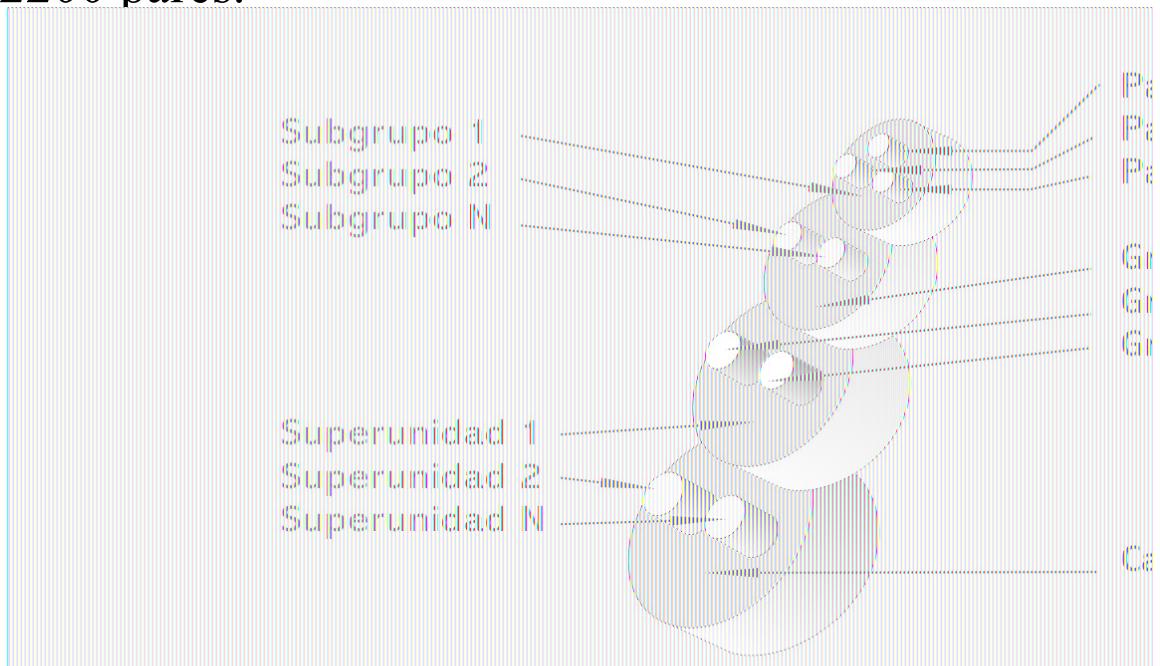


Formación de los pares de conductores

Los conductores son aislados, trenzados de a pares según el color de aislación

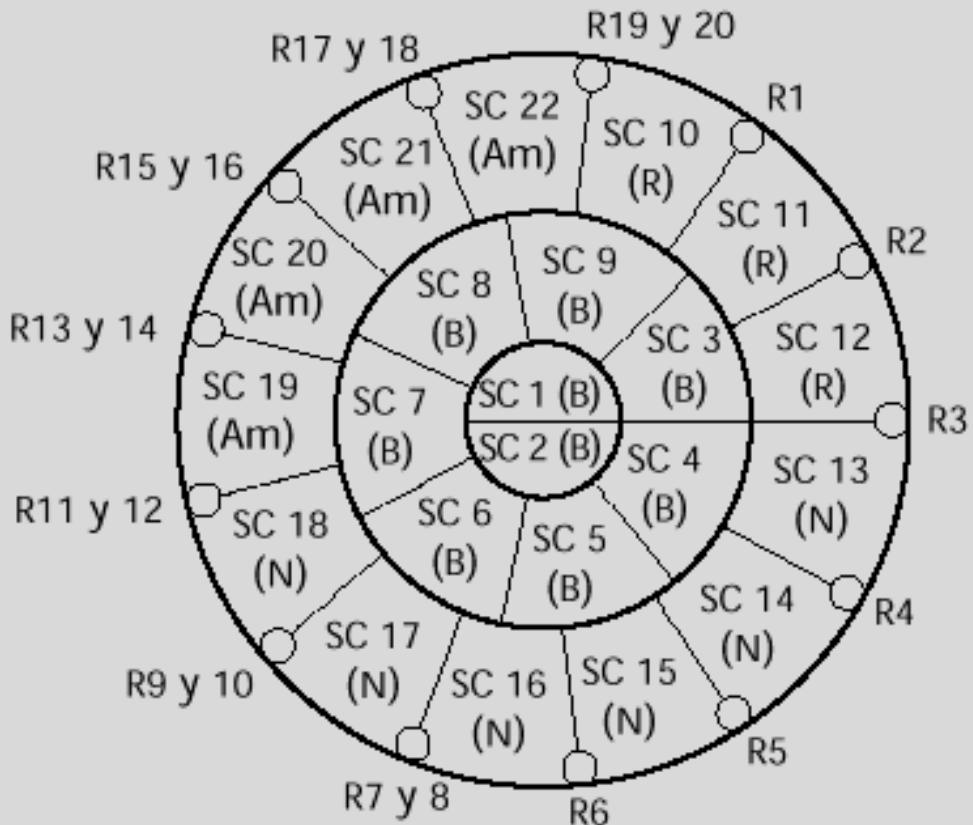
Cableado

Cables normalizados: 6, 10, 18, 20, 30, 50, 80, 100, 150, 200, 300, 400, 600, 900, 1200, 1500, 1800 o 2200 pares.





Cable de 2200 pares



1. Referencias

B: Blanco

N: Negro

R: Rojo

Am: Amarillo

2. Observaciones

Nota 1: SC1 a SC22 son superunidades de 100 pares cada una.

Nota 2: R1 a R20 son pares de reserva.

Nota 3: Entre paréntesis se indican los colores de las ataduras de las superunidades que forman el cable.



Pares de reserva

Para reemplazar pares defectuosos o por el crecimiento de la red hay pares de reserva (10% del total).

Envoltura y cubierta exterior

Los pares trenzados se recubren totalmente con una cinta de material **dieléctrico no higroscópico** resistente a la humedad y aplicado en forma helicoidal o longitudinal (protección contra el calor)

Se aplica una cubierta protectora de polietileno o copolimero de etileno con blindaje de polietileno/aluminio/polietileno laminado.

El cierre de las puntas se efectúa con capuchones en ambos extremos.

Los capuchones en el extremo interno de la bobina tienen válvulas tipo **cámara de automóvil**.

Hay capuchón de plástico termo contraíble con adhesivo.



5.5.4 Cables multipares aéreos

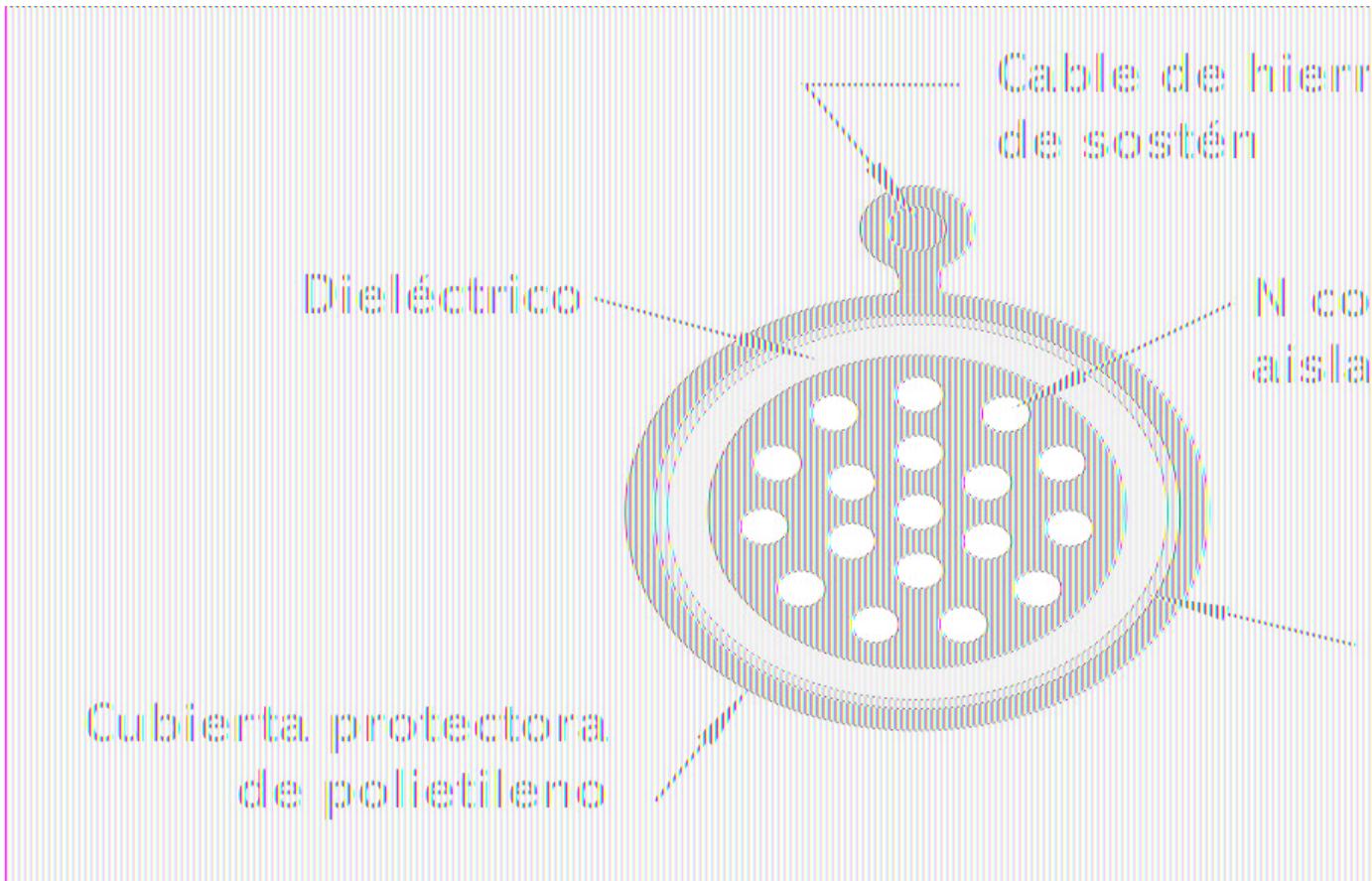
5.5.4.1 Definición y uso

Cuentan con los elementos de sostén adecuados.

Contienen entre 100 y 300 pares con conductores de 0,5 mm.



5.5.4.2 Detalles constructivos





PARES TELEFÓNICOS

■ Telefonía interior - Instalaciones



Normas: GTER f5104 del Grupo Telefónica,
ISO 527-1-2, IEC 61156

Temp. Máx. de servicio: 80 °C

■ Multipares Telefonía interior

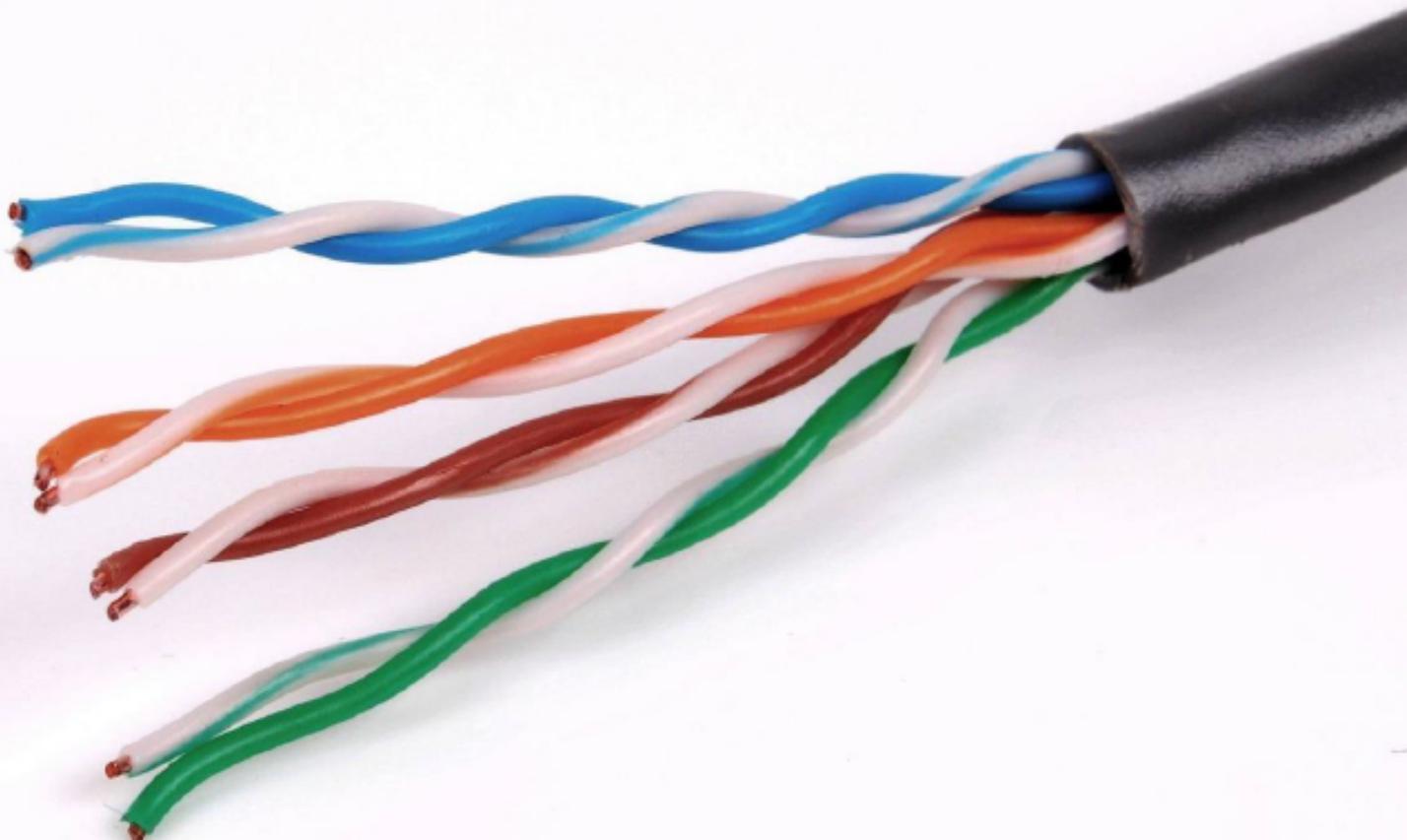


Normas: ISO 527-1-2, Norma 755, IEC 61156,
AR. ER. 15010 de Grupo Telefónica

Temp. Máx. de servicio: 80 °C



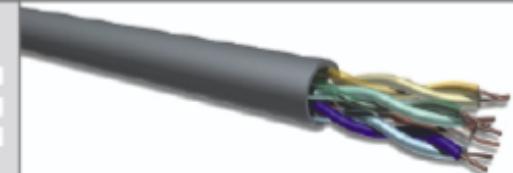
支持
www.123345678.com





PAR TRENZADO

■ UTP - Categoría 5e - Interior



Normas: EIA - TIA - 568 B
HD 608 EN 50167 / 50169 / 50173 /
50288 ISO/IEC 11801 - IEC
61156-1 IEC 332.1 - IEC 61156-2

■ FTP - categoría 5e - Interior



Normas: EIA - TIA - 568-B-5 - HD
608 EN 50167 / 50169 / 50173 /
50288 ISO/IEC 11801 - IEC
61156-1 IEC 332.1 - IEC 61156-2

■ FTP - Categoría 5e - Exterior y Autosuspendido



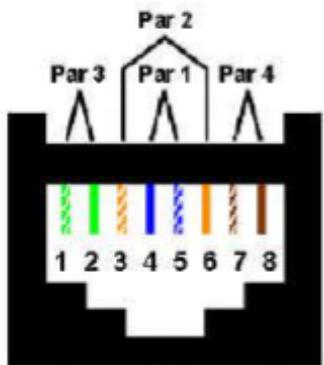
Normas: EIA - TIA - 568-B-5 - HD
608 EN 50167 / 50169 / 50173 /
50288 ISO/IEC 11801 - IEC
61156-1 IEC 332.1 - IEC 61156-2



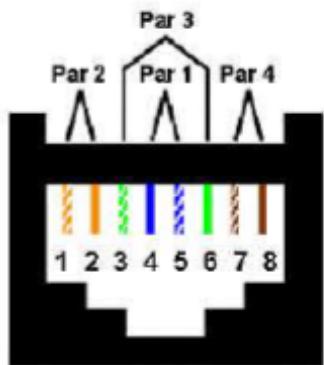
PAR TRENZADO

Asignación pin/par

568A



568B (opcional)



Configuración UTP

- Recto

568 A - 568 A

→ Entre panel-dispositivo, WS-roseta, WS-dispositivo, dispositivo-puerto crossover.

- Cruzado

568 A - 568 B

→ Entre dispositivos, entre WSs, WS-Servidor.



Conectores



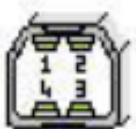
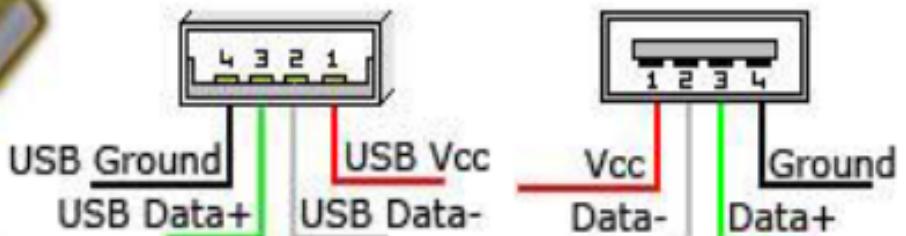
5. Puerto USB

- USB 1.1**
- USB 2.0**
- USB 3.0**
 - Desarrollado en el 2009 por HP, NEC, Microsoft, Intel
 - Puede alcanzar velocidades hasta de 5 Gbps





USB pinout



the same



USB is a serial bus. It uses 4 shielded wires: two for power (+5v & GND) and two for differential data signals (labelled as D+ and D- in pinout)

http://pinouts.ru/Slots/USB_pinout.shtml

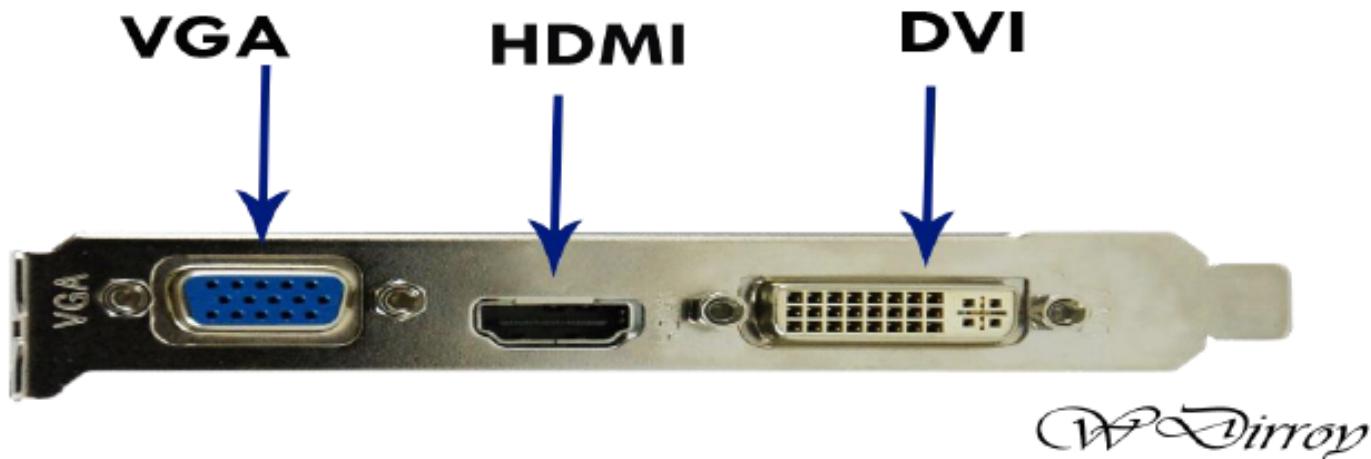


Conectores

High-Definition Multimedia Interface o **HDMI** («interfaz multimedia de alta definición») es una norma de audio y vídeo digital cifrado sin compresión

Digital Visual Interface (DVI) o “**Interfaz Visual Digital**” es una interfaz de video diseñada para obtener la máxima calidad de visualización posible en pantallas digitales

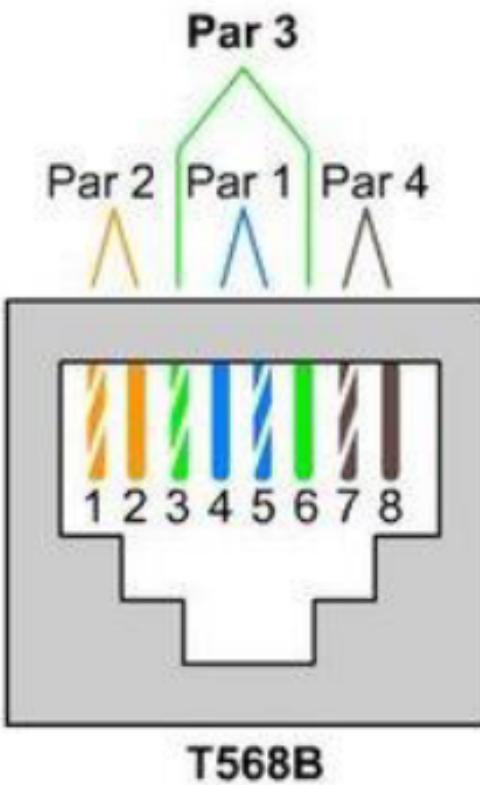
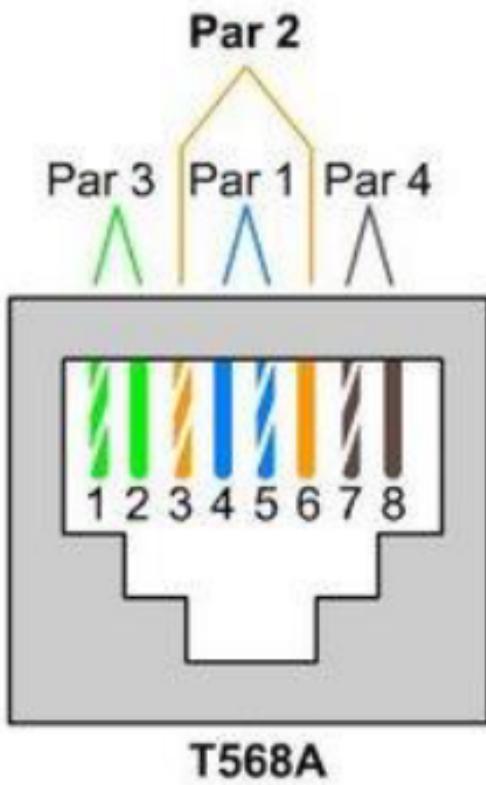
Video Graphics Array (VGA) o **Adaptador Gráfico de Video**



W. Dirroy

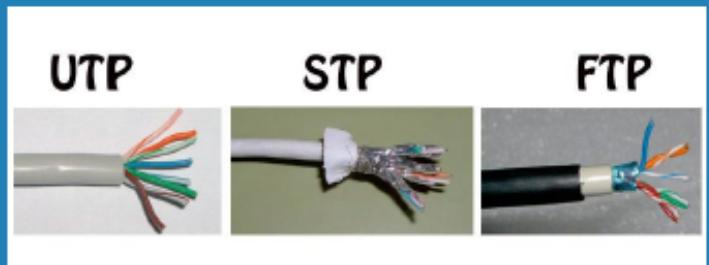


T568 A y B





UTP	Vel Tx máx	Uso
1		Voz
2	4 Mbps	Voz y datos
3	10 Mbps	Voz y datos
4	16 Mbps	Voz y datos
5	100 Mbps	Voz y datos
6	1 Gbps	Voz y datos
7	10 Gbps	Voz y datos



Acrónimo	Impedancia	Significado
STP	150 ohms	Par trenzado blindado
FTP	120 ohms	Par trenzado cubierto de pantalla de aluminio
SFTP	120 ohms	FTP con una malla de cobre adicional
SSTP	120 ohms	Par trenzado con una pantalla de aluminio independiente y una malla exterior de cobre



5.6 Cables coaxiales

5.6.1 Definición y uso

Son dos conductores concéntricos: uno interno o central y uno externo, que lo rodea. Construidos con cobre electrolítico.

Usado para el envío de señales de televisión por cable, denominados CATV.

Cables de varios conductores se usaban en redes interurbanas.

Antes fue empleado en las LAN, ahora reemplazado por el cable UTP.

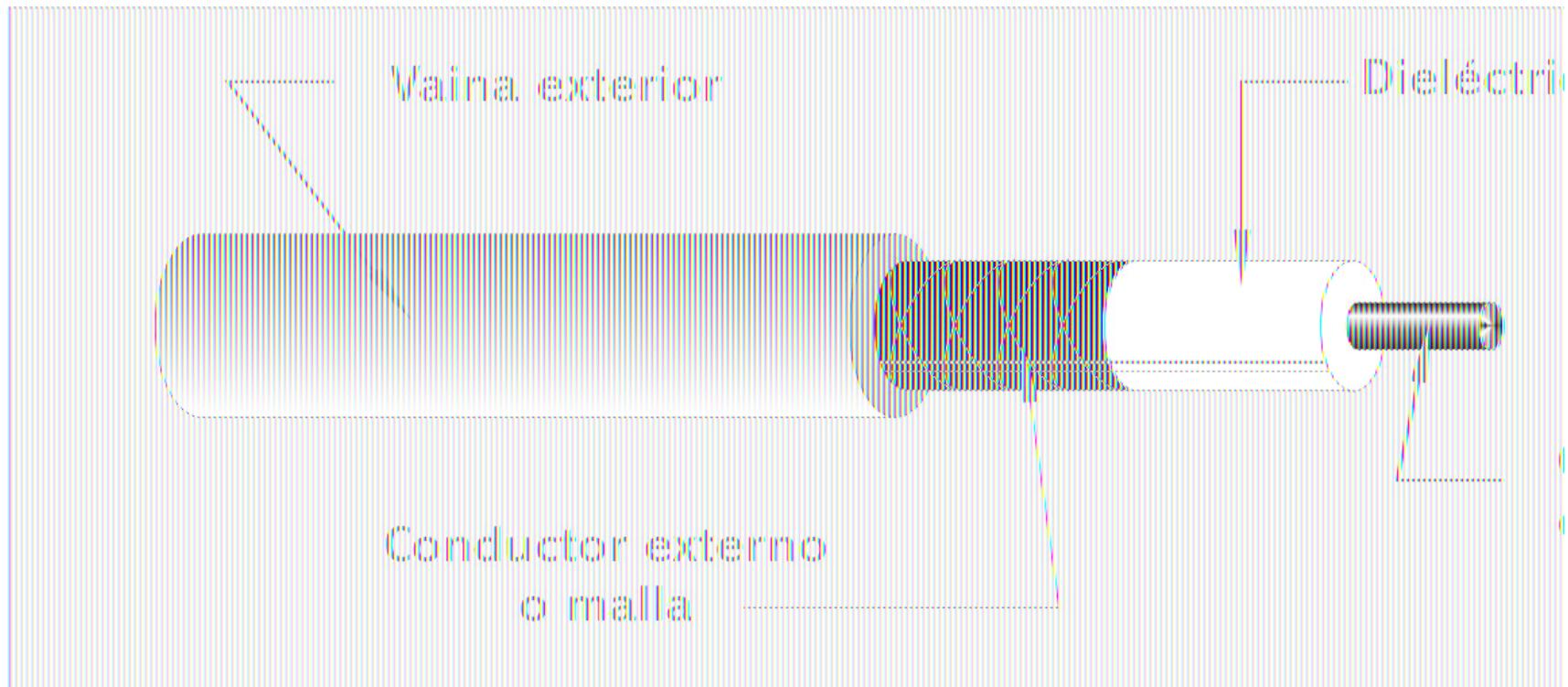


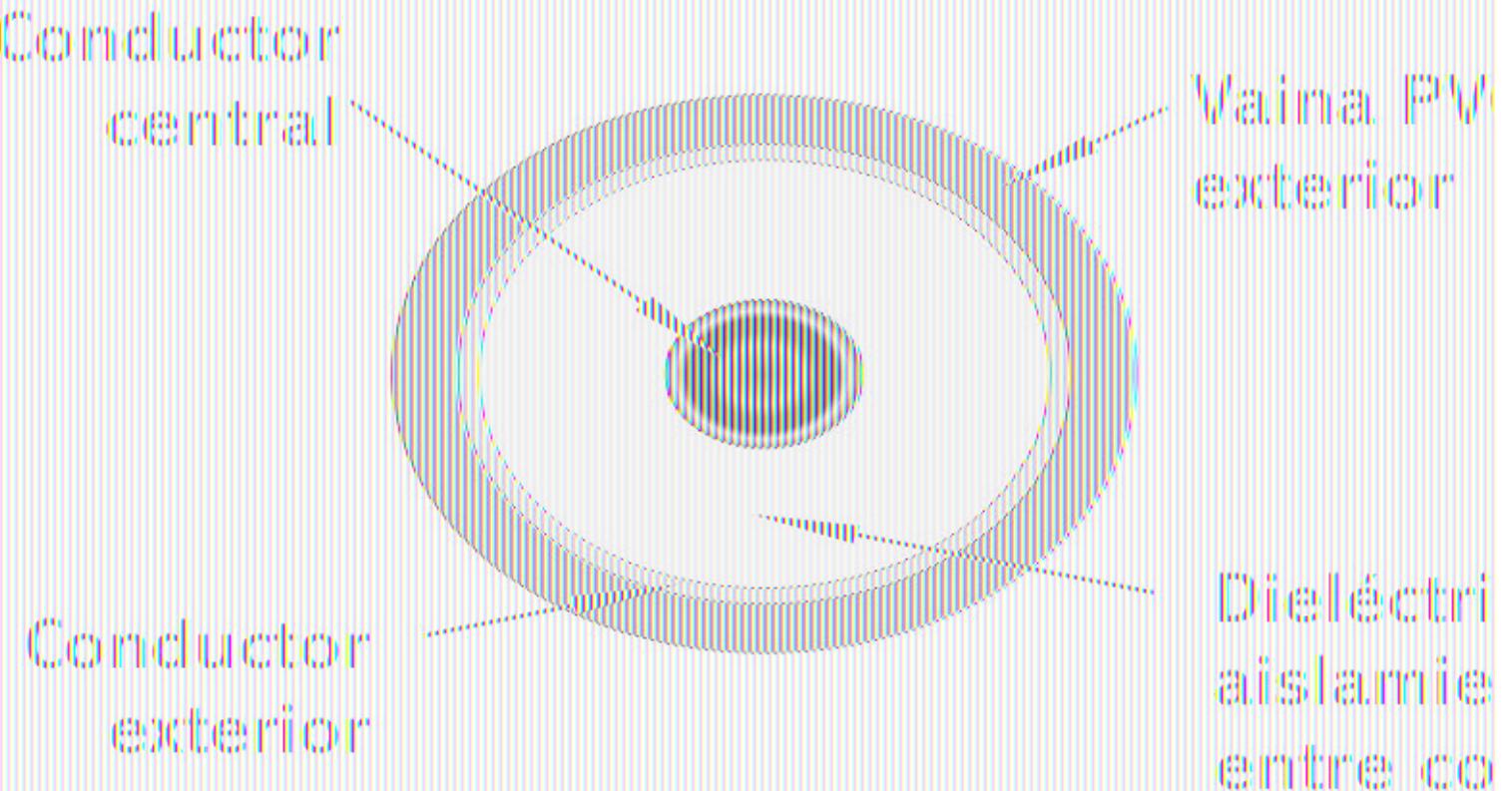
Características (respecto Par Trenzado)

- ✓ Menor Atenuación por unidad de longitud
- ✓ Mayor Respuesta en frecuencia
- ✓ Mayor inmunidad al ruido



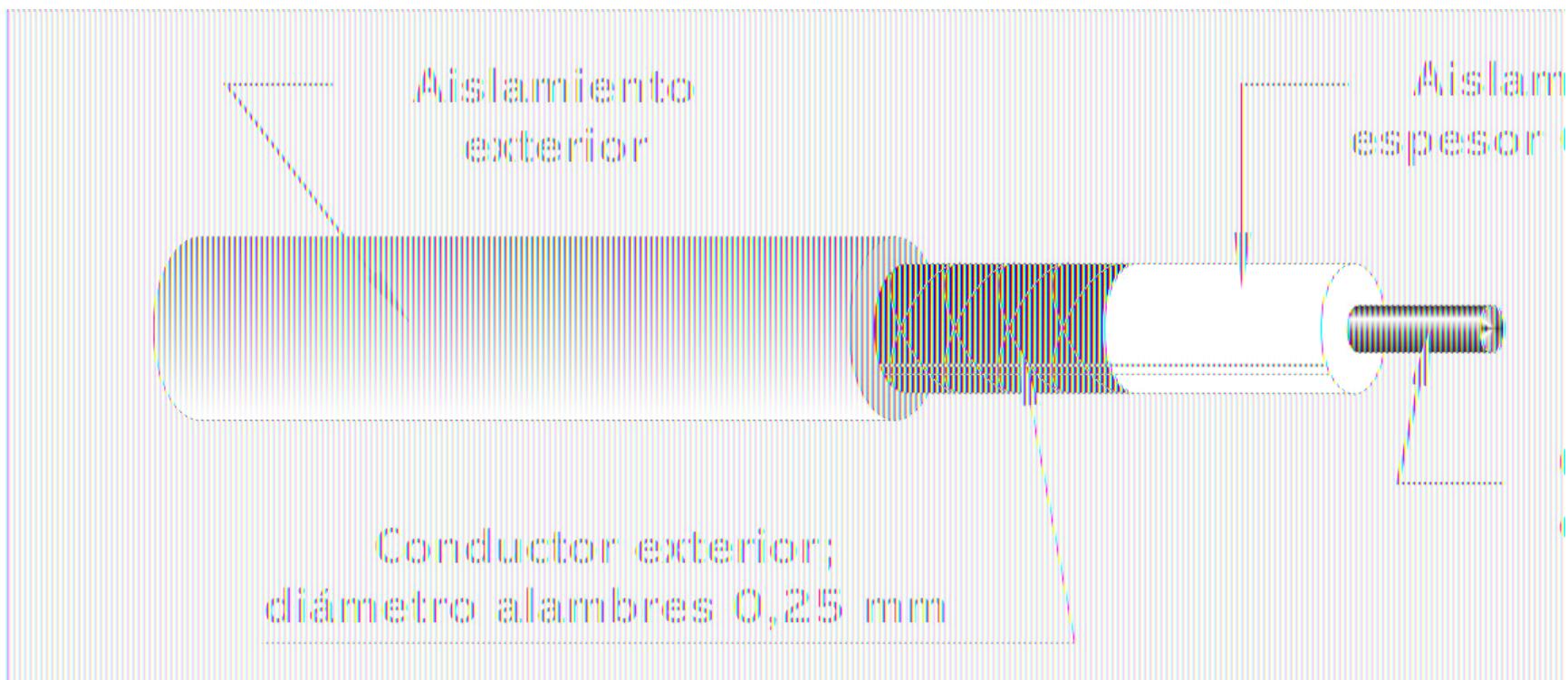
5.6.2 Detalles constructivos







Ejemplo Coaxil





Algunos parámetros característicos

Eléctricas

Coaxial tipo	Eléctricas				$U_{\max} = [\text{kV}]$	Atenuación	
	Impedancia $Z_0 = [\Omega] \pm 2$	Capacidad $C[\text{pF/m}]$	Velocidad de Propagación $V_o = [\%]$	Tensión máxima		1000	1000
Rg174 A/U	50	101	66	1,5	12,80	23,0	
RG122 /U	50	101	66	1,9	5,90	14,2	
RG58 C/U	50	101	66	1,9	4,90	12,0	
RG223 /U	50	101	66	1,9	4,30	10,0	
RG223 /U	50	101	66	1,9	3,90	9,5	
RG 213 /U	50	101	66	5,0	2,00	4,9	
RG9 B/U	50	101	66	5,0	2,20	5,4	
RG21 4/U	50	101	66	5,0	2,20	5,4	
RG21 8/U	50	101	66	11,0	0,75	1,8	
RG17 7/U	50	101	66	11,0	0,78	1,8	



5.6.3 Características eléctricas

5.6.3.1 Impedancia Característica

Impedancia característica

La **impedancia característica** de estos cables es un parámetro muy importante. Se puede calcular como la relación entre la **tensión** aplicada y la **corriente** absorbida por un cable de longitud infinita.

Este valor característico de los cables coaxiales está determinado por la relación entre los diámetros de los **conductores interno y externo** y por la **constante dieléctrica del material aislante** que se encuentra entre dichos conductores. La expresión de la impedancia característica es la siguiente:

$$Z_0 = \frac{138}{E} \log(D/d) \text{ (Ohms)} \quad (7.3)$$

donde:

E = constante dieléctrica del material aislante.

D = diámetro del conductor externo (medido en pulgadas).

d = diámetro del conductor interno (medido en pulgadas).



5.6.3.3 Atenuación

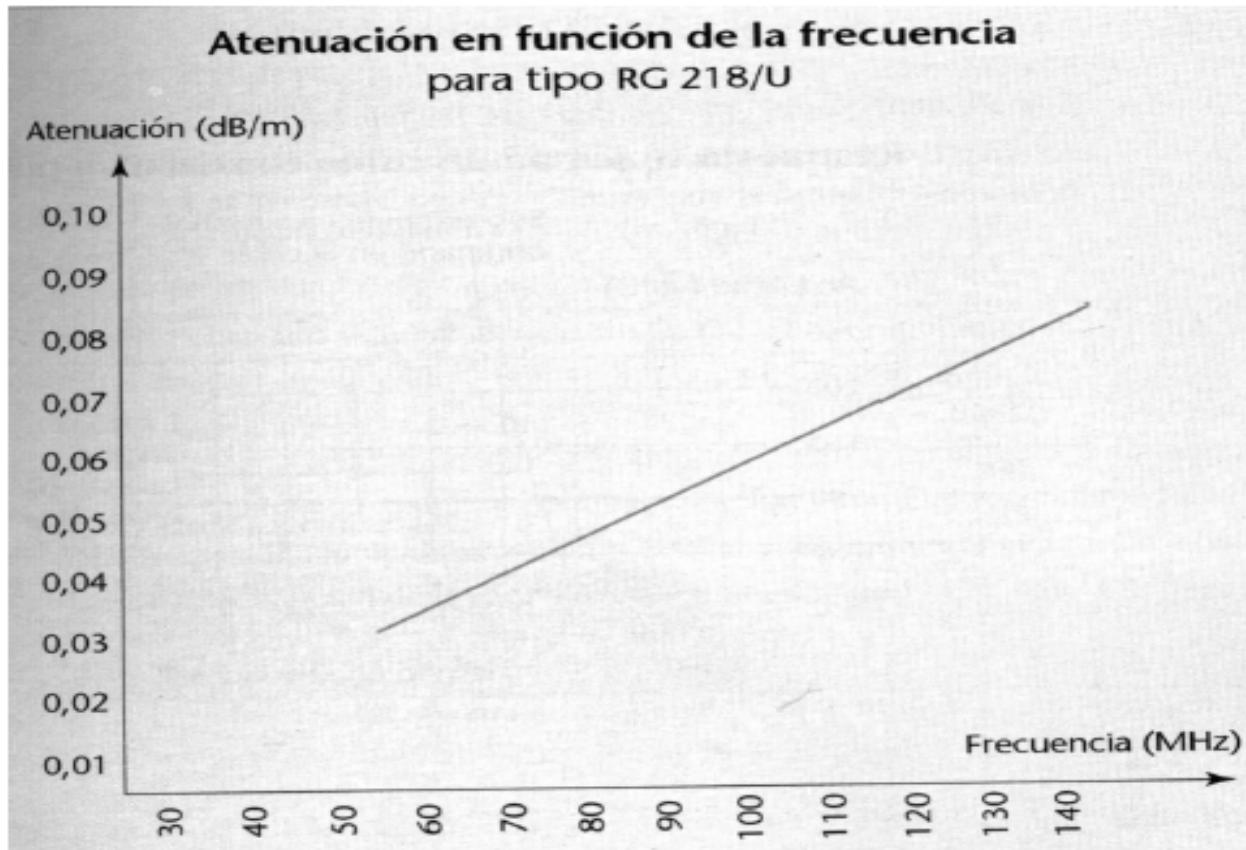
La **atenuación** es la pérdida de potencia a una determinada frecuencia expresada en decibeles por cada kilometro de cable.

La atenuación depende de la temperatura, que incrementa la resistividad.

Atenuación dB/km	Frecuencia MHz
0,59	0,1
1,27	0,3
2,32	1,0
3,01	12,0
14,67	60,0
40,7	300,0



Atenuación RG 218 / U



Ing R.J. Fusario



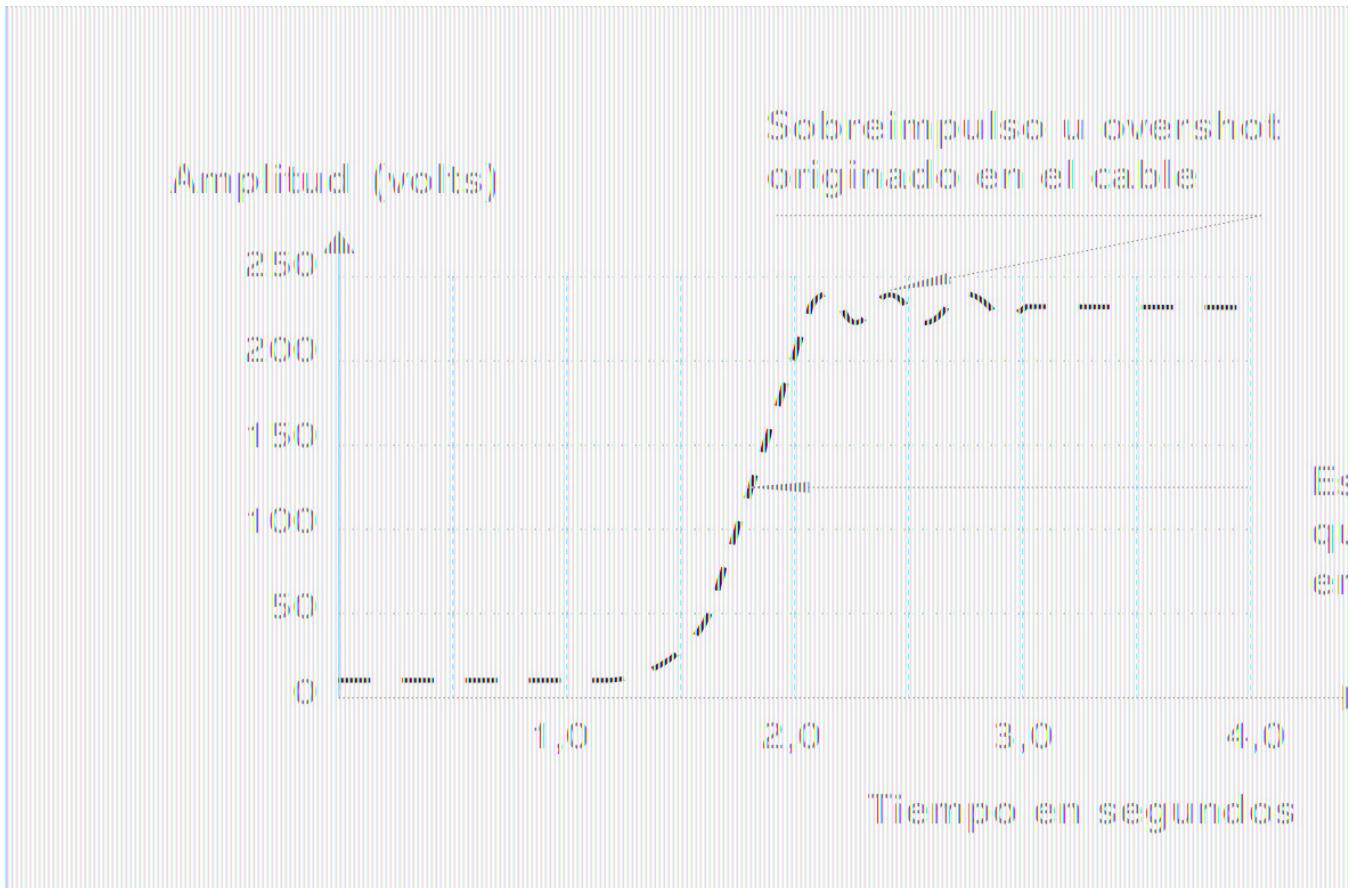
5.6.4 Respuesta de los cables coaxiales a la transmisión de señales digitales

Cuando se transmiten pulsos a través de los cables coaxiales se producen distorsiones en la transmisión.

El **tiempo de crecimiento** de un pulso: intervalo para que crezca desde un 10% hasta 90% del valor máximo.

Si el cable fuese ideal:

- el **tiempo de crecimiento** debería ser cero
- no habría distorsión del pulso.





5.6.5 Velocidad de propagación de las señales

Está determinada por la **constante dieléctrica del material aislante** que separa al conductor central del conductor exterior.

La velocidad se expresa como un **porcentaje de la velocidad de propagación de la luz** en el espacio libre.

Cable coaxial con material dieléctrico	Tiempo de retardo (m seg/Ft)
Poliétileno sólido	1,54
Poliétileno espumoso	1,27
Poliétileno y aire	1,15 - 1,21
Teflón sólido	1,46
Elastipar	1,50
Teflón expandido	1,27



5.6.6 Designación de los cables coaxiles

La norma más conocida es la de las Fuerzas Armadas de EE.UU: **MIL C -17 E**

Define unas siglas para identificar a cada tipo de cable y sus características físicas y eléctricas.

Las siglas tienen tres partes:

- las letras **RG** (**radiofrecuencia/gobierno**)
- un número progresivo para cada tipo de cable
- la letra **U** (**universal**)

Las versiones se identifican con una letra delante de la letra **U** (**A/U**, **B/U**, etc.).

Para la elección de cada cable coaxil se deben tener en cuenta los siguientes tres parámetros :

Impedancia característica.

Frecuencia de trabajo.

Atenuación máxima.



Componentes de un Cable Coaxial



Componentes de un Cable Coaxial con Mensajero



Con cinta de aluminio adicional

- Coaxial RG 58 A/U FOAM - Flexible / Sólido



Normas: IRAM 4045, MIL C17
Temp. Máx de servicio: 80 °C



Autosoportado o con mensajero

IMPEDANCIA (en ohms)

75

USO

Televisión
Video

50

Datos
Radio



COAXILES COMPARADOS

TIPO DE BLINDAJE			
blindaje de trenzado simple (95% de cobertura)	blindaje de trenzado simple (60%)+lamina metalica (100%)	doble trenzado (60%) + doble lamina metalica (100%)	cable conformable
-55dB	-90dB	-110dB	-150dB

CARACTERISTICAS Y USOS DE CABLE COAXIAL

TIPO DE CABLE	IMPEDANCIA (Ohms)	DIAMETRO DIELECTRICO (pulgadas)	DIAMETRO CONDUCTOR (pulgadas)	USO TIPICO
Ethernet (thick)	50	0.275	0.075	Redes Ethernet.
Ethernet (thin)	50	0.144	0.034	Redes Ethernet.
RG-8	50	0.205	0.085	Sustituye Ethernet (thick).
RG-58	50	0.116	0.036	Sustituye Ethernet (thin).
RG-59	75	0.242	0.023	T.V. portátil y video.
RG-62	93	0.242	0.025	Conexión de mainframe a terminal.



CONECTORES DE COAXIL - SU IMPORTANCIA

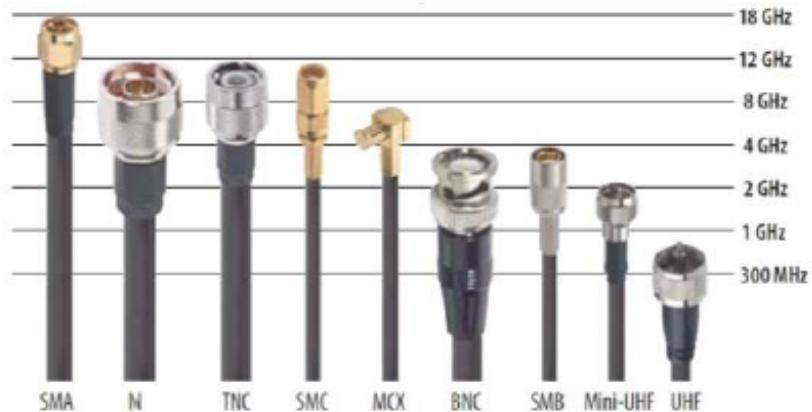
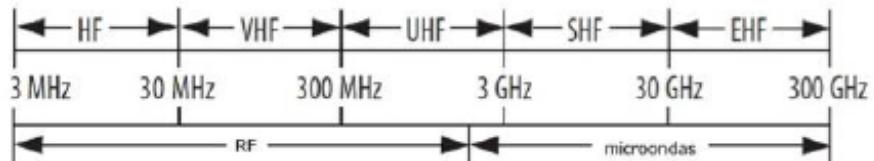


Gráfico de conectores según la frecuencia



Espectro de frecuencias



BNC



RG 6



TIPO F

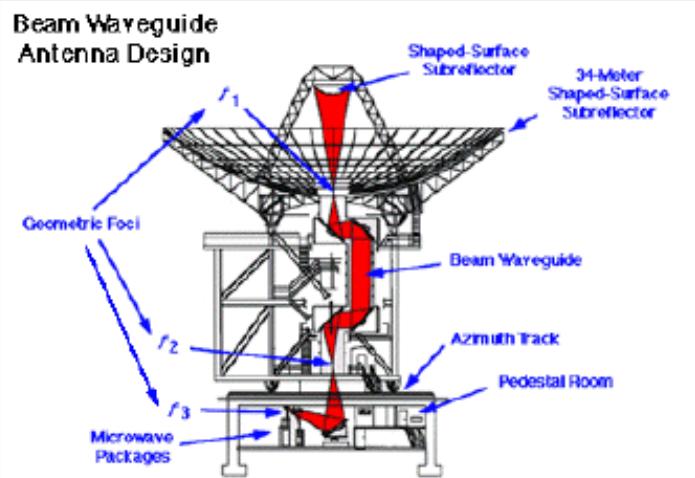
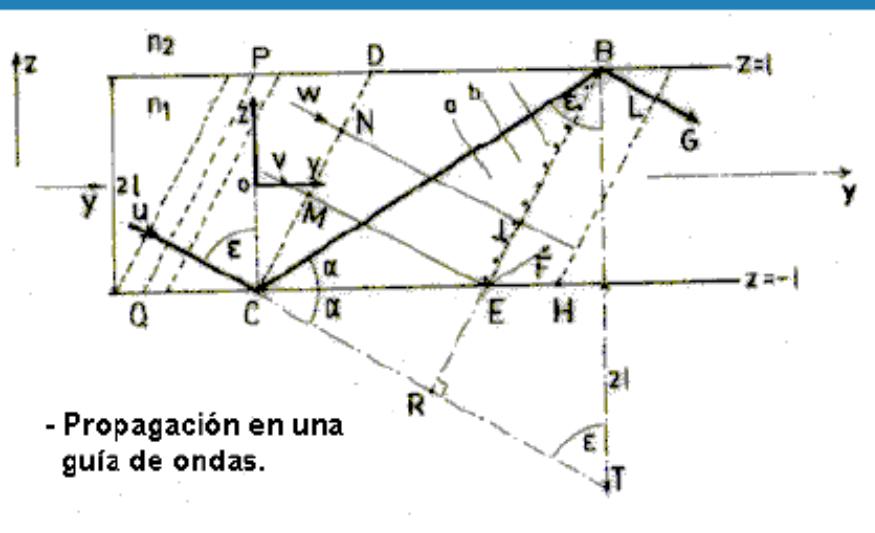
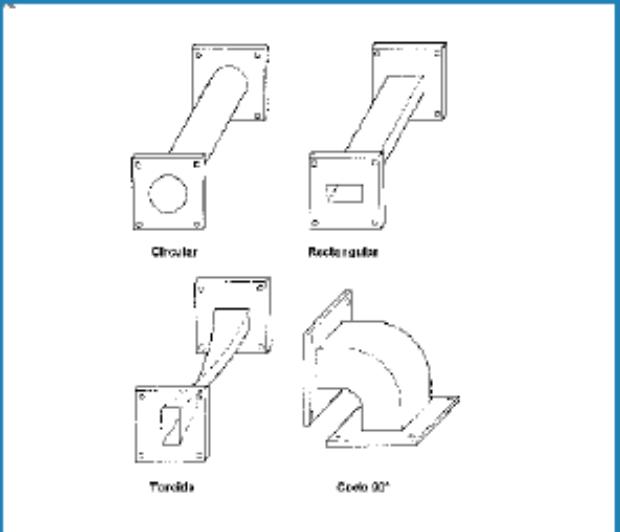


Conectores y divisores





GUÍA DE ONDA





5.7 Cables de pares trenzados blindados y sin blindar

5.7.1 Conceptos generales sobre el cableado estructurado

Se instala simultáneamente tres tipos de redes a cada puesto de trabajo:

Red para la **transmisión de datos**, que permita organizar una **Red de Área Local**;

Red de cables multipares de cobre que posibilite el funcionamiento de la **Red Telefónica**,

Red de Energía Eléctrica.

Es un sistema de cableado de telecomunicaciones para edificios que soporta una amplia gama de productos sin necesidad de ser modificado, y permite reconfigurar la topología de las redes sin efectuar nuevos tendidos de cables hacia los puestos de trabajo.



5.7.2 Características generales de los cables UTP y STP

Los cables **UTP** o **STP** son clasificados en siete categorías según las normas TIA (1 al 7).

El cable **STP** es similar al UTP pero tiene una cubierta protectora y además una lámina externa de aluminio o de cobre trenzado alrededor del conjunto de pares para reducir el ruido eléctrico.

UTP = Sin aislamiento Unshielded Twisted Pair

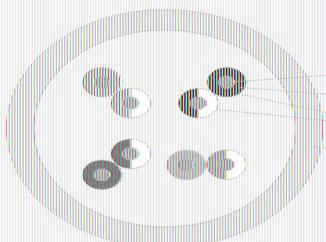
STP = Aislamiento Shielded Twisted Pair

Cuatro pares trenzados = ocho cable

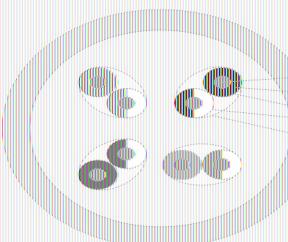
STP == Cables de cobre aislados dentro de una cubierta

UTP == Cables de cobre aislados dentro de un par

UTP

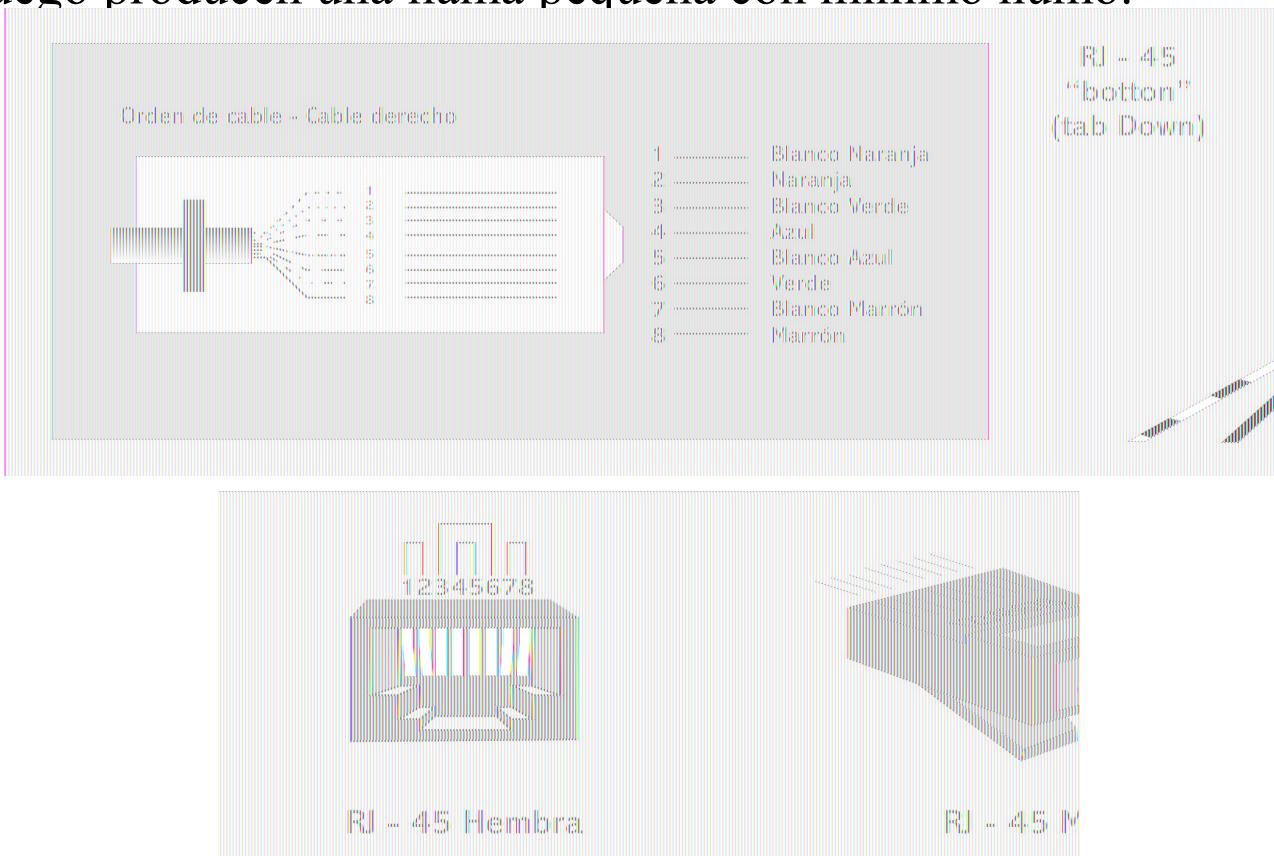


STP





Dentro de cada categoría existe una clase especial con aislación exterior **plenum**.
En caso de fuego producen una llama pequeña con mínimo humo.





5.7.3 Características particulares de los cables UTP y STP

5.7.3.1 Aspectos generales

Las especificaciones están normalizadas por la TIA y por la ISO.

Son muy similares pero usan terminología diferente.

En las normas TIA el rendimiento se caracteriza por categoría.

En las normas ISO el mismo se divide en **clases** y sus componentes por **categorías**.



5.7.3.2 Cables de las categorías 1 a 4

UTP - Categoría 1: (telefonía analógica, no apto para la transmisión de datos).

Un solo par de cables de cobre trenzados.

UTP - Categoría 2: (telefonía analógica y digital hasta 4 Mbps).

Cuatro pares de cables de cobre trenzados.

UTP - Categoría 3: (voz y datos hasta 10 Mbps)

Redes de Área Local con tecnologías **Token Ring** de 4 Mbps o **Ethernet**.

Cuatro pares de cables de cobre trenzados, con una trenza cada 10 cm.

Atenuación cada 100 m: **13,1 dB a 10 Mbps**.

UTP - Categoría 4: (telefonía digital hasta 20 Mbps)

Redes de Área Local con tecnologías **Token Ring** de 16 Mbps o **Ethernet**.

Cuatro pares de cables de cobre trenzados.



5.7.3.3 Cables para uso en velocidades de 100 Mbps o mayores

Ancho de Banda [Mhz]	Normas TIA		
	Cables	Componentes	Cables
100	Categoría 5/5e	Categoría 5/5e	Clase D
250	Categoría 6	Categoría 6	Clase E
500	Categoría 6A	Categoría 6A	Clase E A
600	Categoría 7	Categoría 7	Clase F
1000	Categoría 7A	Categoría 7A	Clase F A



5.7.3.4 Características de cada norma

UTP - Categoría 5 y 5e/Clase D: (voz y datos en **Redes de Área Local 100BASE – T** a 100 Mbps). Cuatro pares de cables de cobre trenzados.

Atenuación cada 100 m: **8,2 dB a 16 Mbps y 22,0 dB a 100 Mbps.**

UTP - Categoría 6 y 6A/Clase E y EA: (voz y datos hasta *1.000 Mbps*)
Redes de Área Local con tecnología **Ethernet**.

Actualmente muy usado por rendimiento y relación de precio-calidad.

Categoría 7 y 7A/Clase F y FA:

Mínimo de atenuación/diafonía a la interferencia en valores de *600 MHz* y *1.000 MHz*.

Construcción blindada brinda una excelente **compatibilidad electromagnética** (disminuye los efectos del acoplamiento entre elementos eléctricos o electrónicos).



5.7.3.5 Parámetros más representativos de cada categoría o clase

Parámetros	Categoría - Clases			
	5e / D	6 / E	6A / E _A	7
Frecuencia [MHz]	1 ~ 100	1 ~ 250	1 ~ 500	1 ~
Aternuación [dB] (1)	24	21,3 / 21,7	20,9	21
Pérdida NEXT [dB] (2)	30,1	39,9	39,9	6
Pérdida ACRF [dB] (2)	17,4	23,3	23,3 / 25,5	4
Pérdida Retorno [dB] (2)	10	12	12	1
Delay de propagación [ns]	548	548	548	5



5.8 Cables submarinos de cobre

5.8.1 Definición y uso

Compuestos por coaxiles para la transmisión de señales aptos para ser instalados bajo la superficie del mar.

Son obsoletos y fueron reemplazados por la **fibra óptica**.



5.8.2 Breve reseña histórica

1832 a 1836: Morse desarrolla el telégrafo eléctrico.

1844: servicio entre Washington y Baltimore.

1850: cable submarino para conectar Inglaterra con el continente europeo.

1866: cable entre Europa y América.



5.8.3 Detalles constructivos

Los cables coaxiales submarinos son similares a los usados para tendidos terrestres, aunque tienen mucha mayor calidad y aislación. La vida útil es del orden de los veinticinco años con no más de dos fallas.