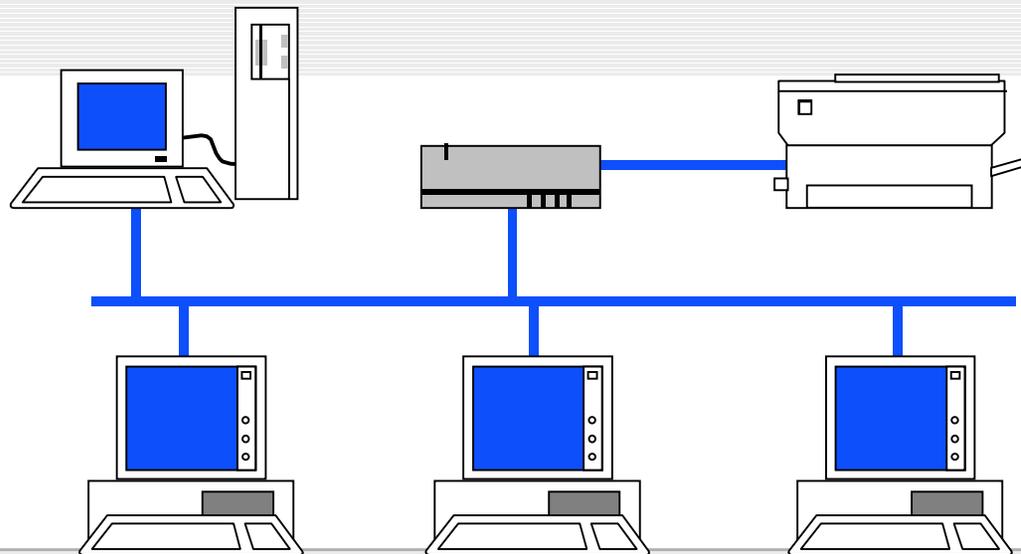


Redes de Computadores

Capa Física





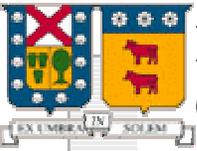
Medios de Transmisión

■ Cobre

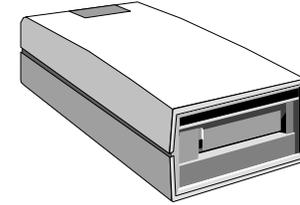
- *Medio magnético*
- Cable coaxial
- Par trenzado

■ Fibra óptica

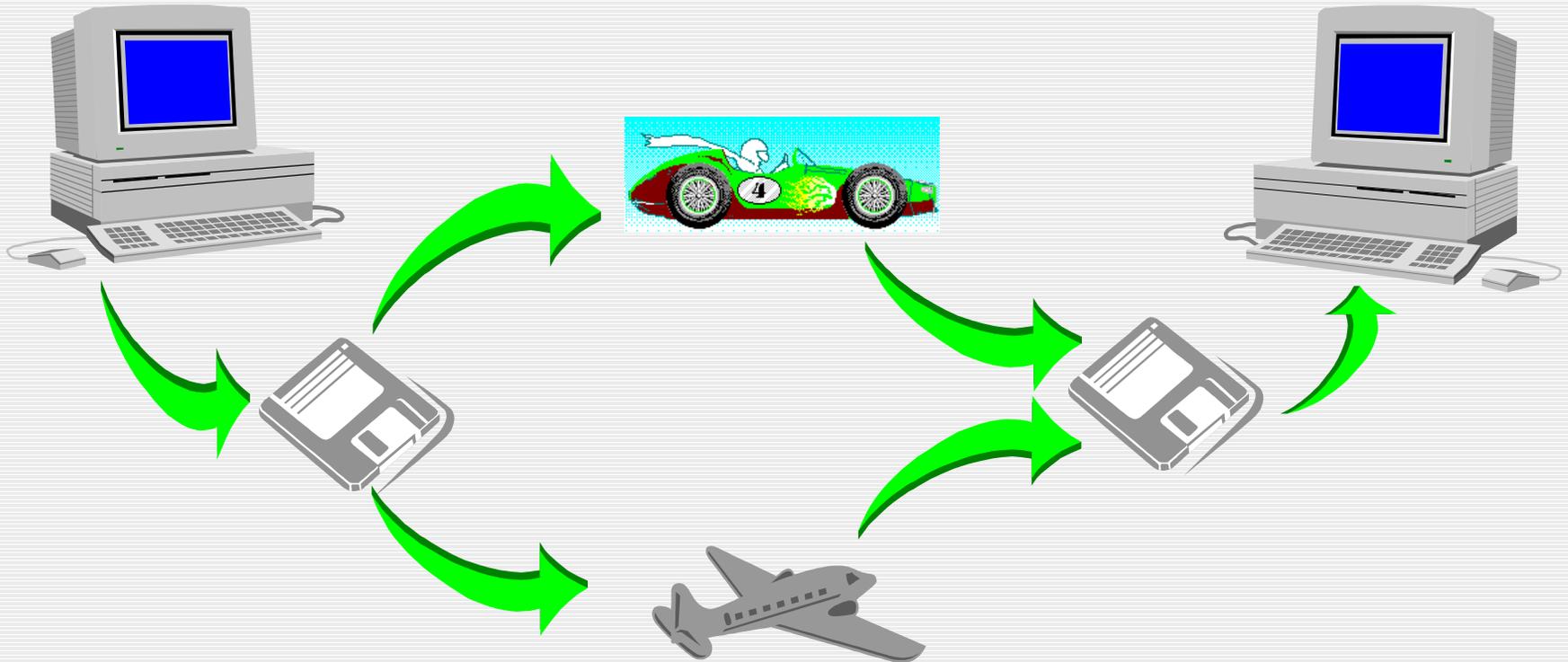
■ Inalámbrico



Medio Magnético

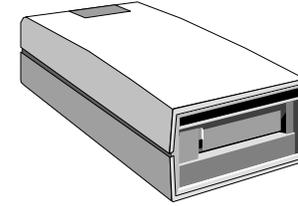


- Consiste en almacenar los datos en algún dispositivo de almacenamiento magnético y transportarlos físicamente al lugar destino.





Medio Magnético



Ventajas:

- Gran ancho de banda
- Capacidad
- Bajo costo

Desventajas:

- Retardo

Ejemplo:

- una caja de 50x50x50 cm puede almacenar 1000 cintas de 8mm =>7000 Gb
- puede ser entregada por DHL en 24 horas, lo que da un BW de 648 Mbps.....mayor que Red ATM a 622 Mbps!!



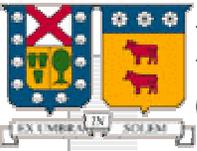
Medios de Transmisión

■ Cobre

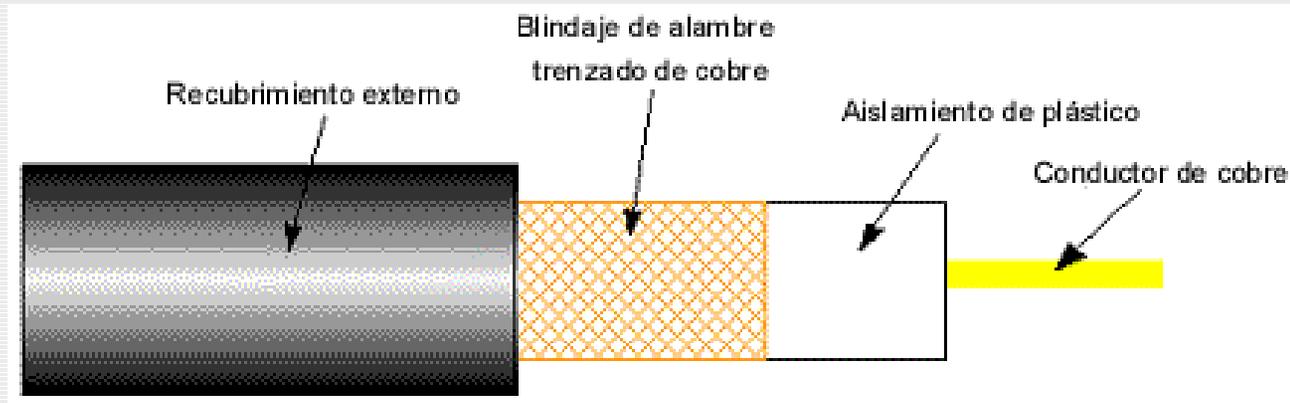
- Medio magnético
- **Cable coaxial**
- Par trenzado

■ Fibra óptica

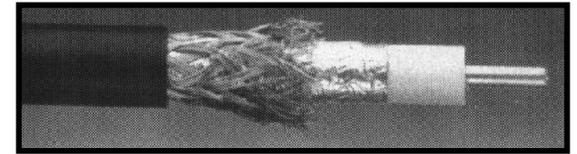
■ Inalámbrico



Cable Coaxial



- conductor interno: en general de cobre
- material dieléctrico: usualmente plástico
- trenzado metálico: funciona como conductor de retorno y proporciona blindaje electrostático
- recubrimiento externo: generalmente de plástico negro o blanco
- Popular en TV-cable y Redes LAN Ethernet 10Base2



Cable Coaxial

■ Ventajas

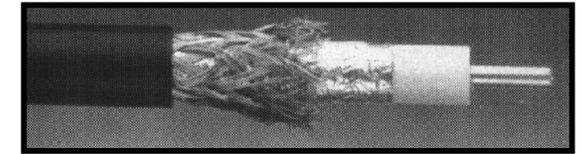
- Soporta tasas de transmisión más altas que un par trenzado.
- Buena inmunidad al ruido

■ Desventajas

- Mayor costo que el par trenzado
- Menos flexible que el par trenzado y menor facilidad de instalación

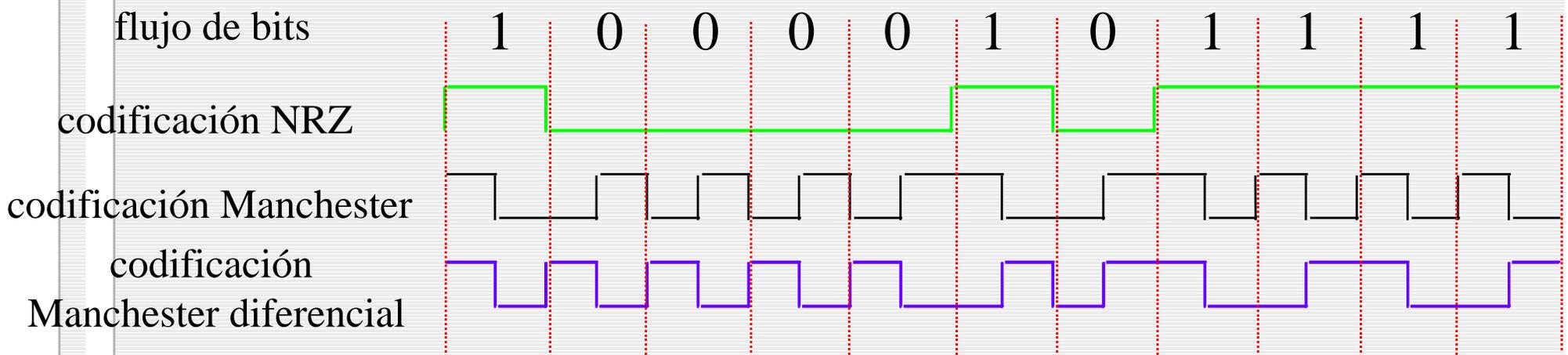
■ 2 Tipos:

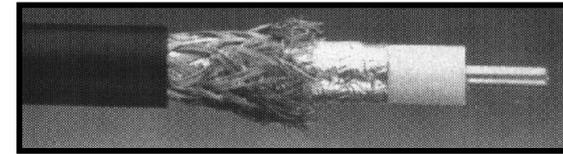
- 50 ohm: TX digital en Banda Base
 - Redes de Computadores
- 75 ohm: TX análoga en Banda Ancha (CATV)
 - antiguas antenas dipolo eran de 300 ohm para TV



Cable Coaxial con TX en Banda Base

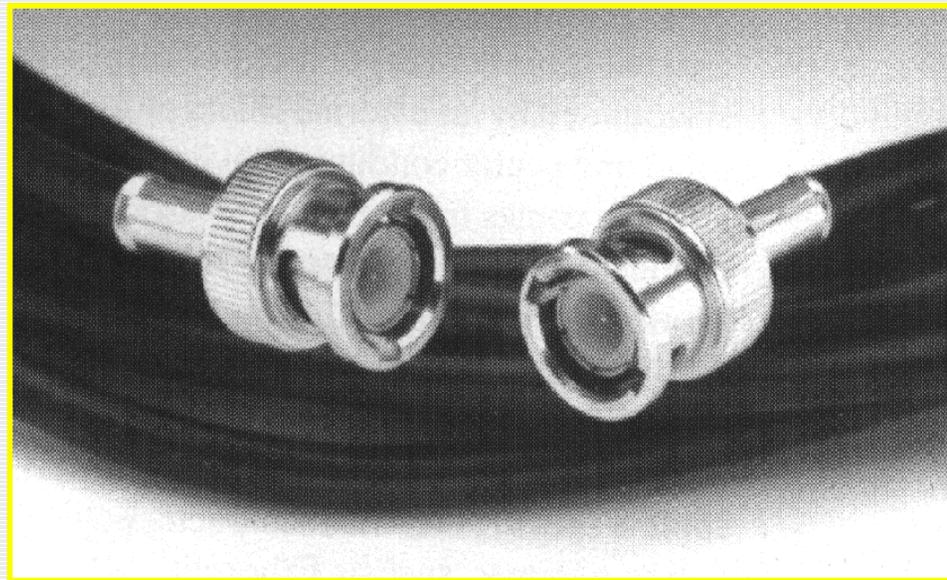
- Se usan ampliamente en redes LAN.
- Posee una impedancia de 50 [Ω]
- Se usan cables RG58 (180-300m) y RG8 (500m) @ 10Mbps
- Es usual la codificación Manchester y Manchester diferencial para TX digital

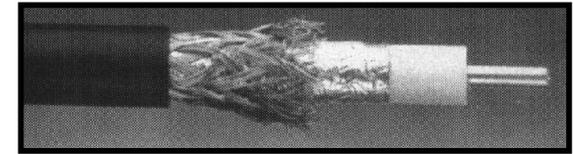




Cable Coaxial con TX en Banda Base

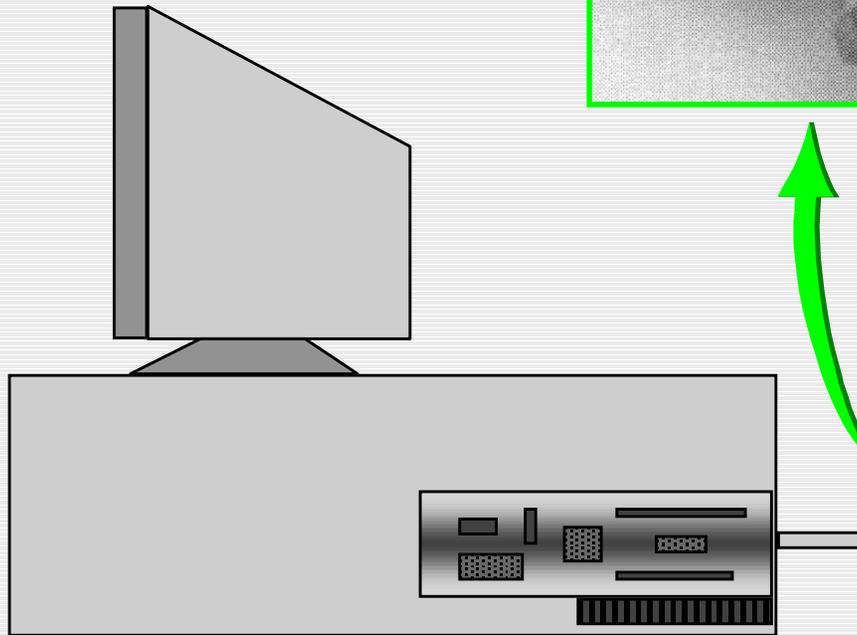
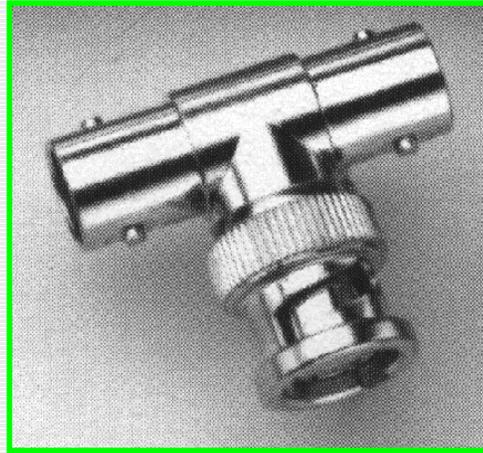
- La conexión se realiza a través de conectores BNC
- En las bifurcaciones se utilizan uniones T o vampiros.





Cable Coaxial con TX en Banda Base

Conector T



Conector BNC Macho

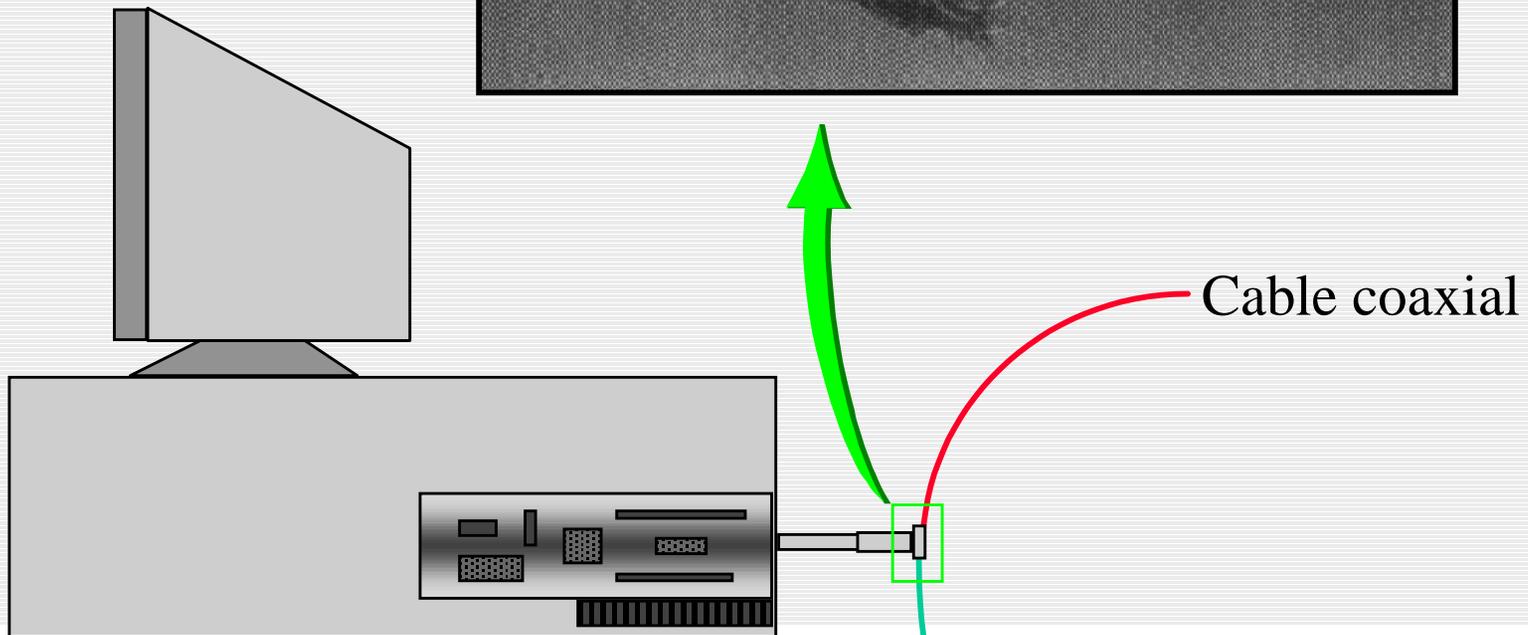
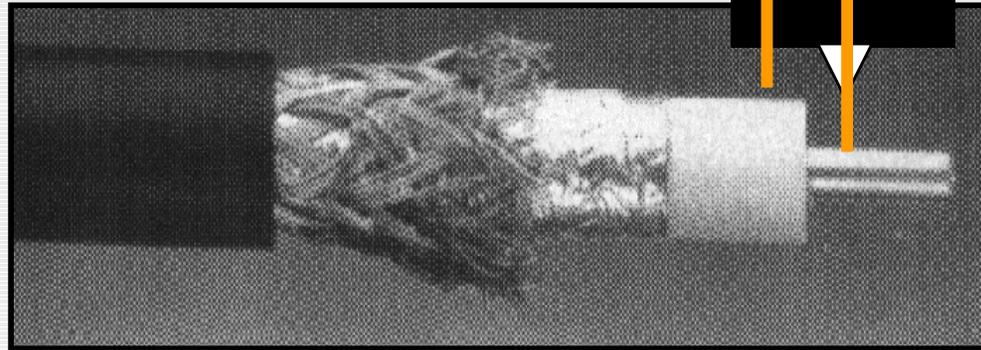
Conector T BNC

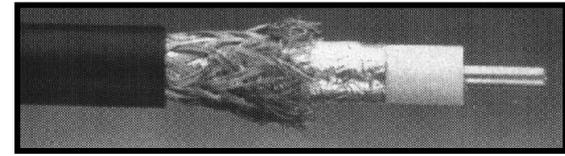
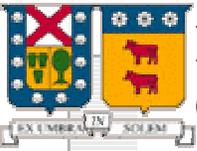
Terminador BNC Macho 50 Ohm



Cable Coaxial con TX en Banda Base

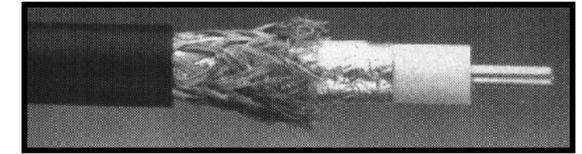
Conector Vampiro





Cable Coaxial *con TX en Banda Ancha*

- Sistema muy usado en CATV (Cable TV - Broadband Coaxial)
- TX análoga hasta 450 Mhz @ 100 Km
- Se divide el espectro en canales de 6Mhz para:
 - TV
 - Data (**Cable Modem**)
 - Telefonía
 - Audio CD (1.4 Mbps)



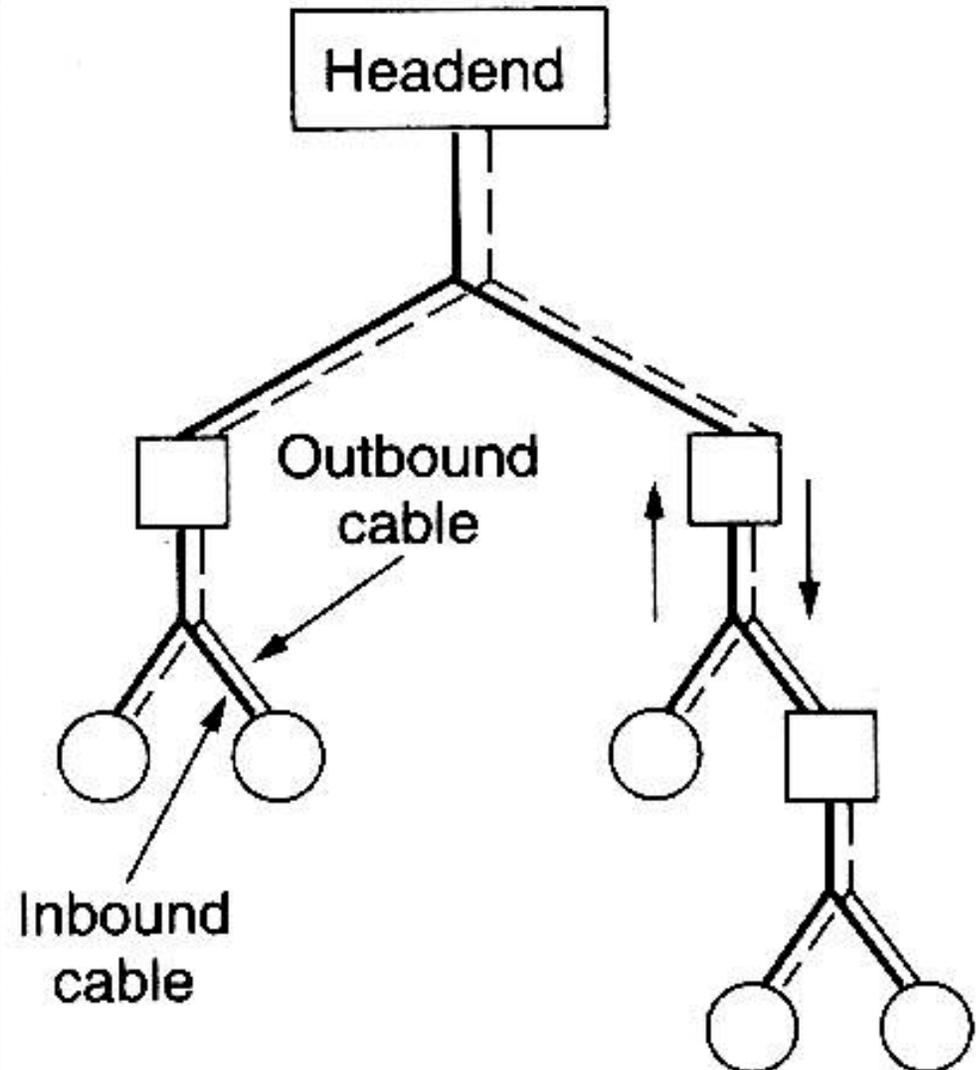
Cable Coaxial con TX en Banda Ancha

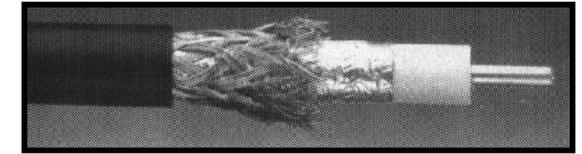
SISTEMA CATV

Debido a costos, los amplificadores son sólo en 1 sentido y por ende nacen 2 tipos de “planta externa”

Two-way (2 coax)

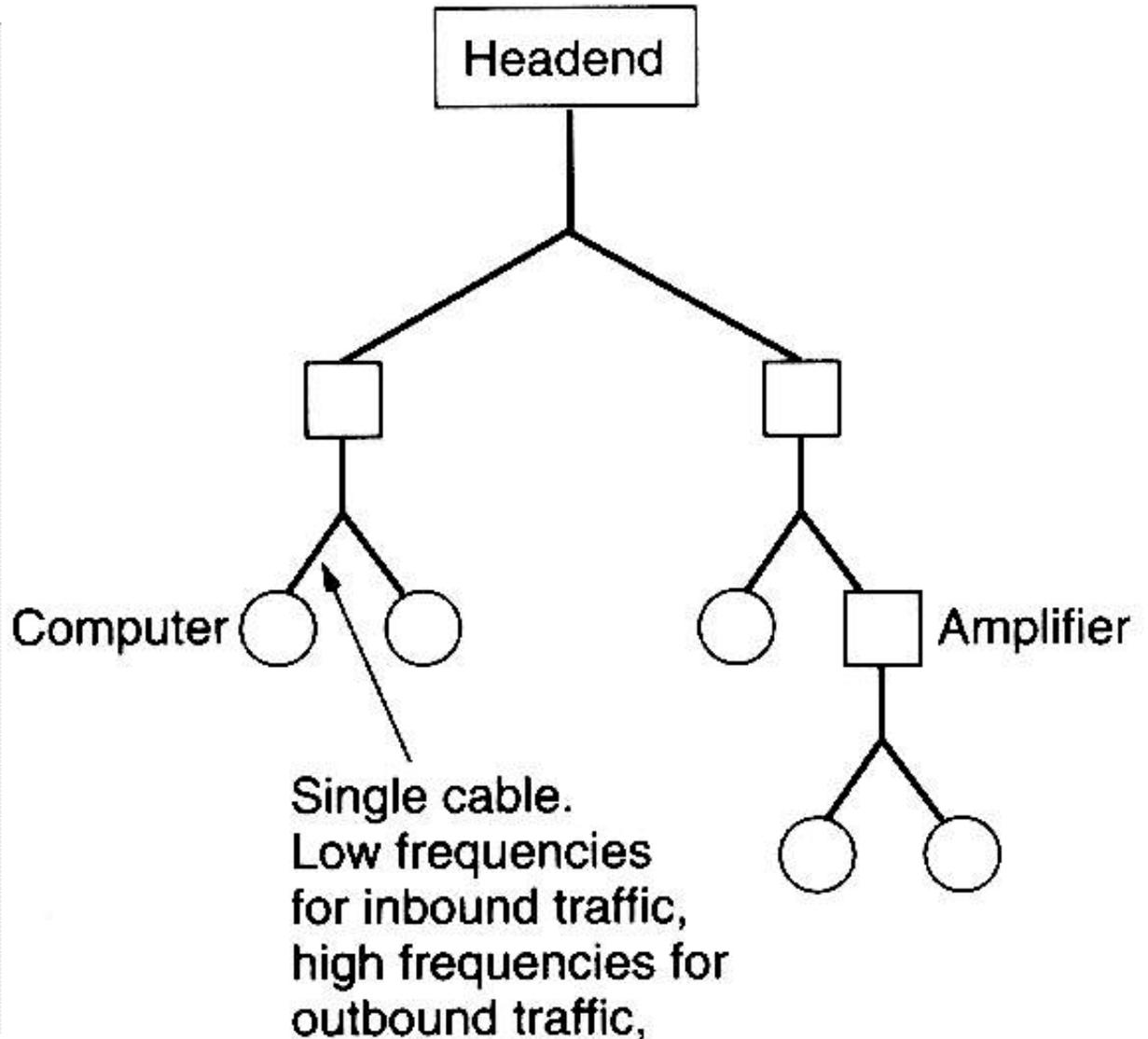
Hibrido (coax + teléfono)





Cable Coaxial *con TX en Banda Ancha*

Con amplificadores bi-direccionales, sólo se requiere 1 coaxial para comunicación full-duplex





Medios de Transmisión

■ Cobre

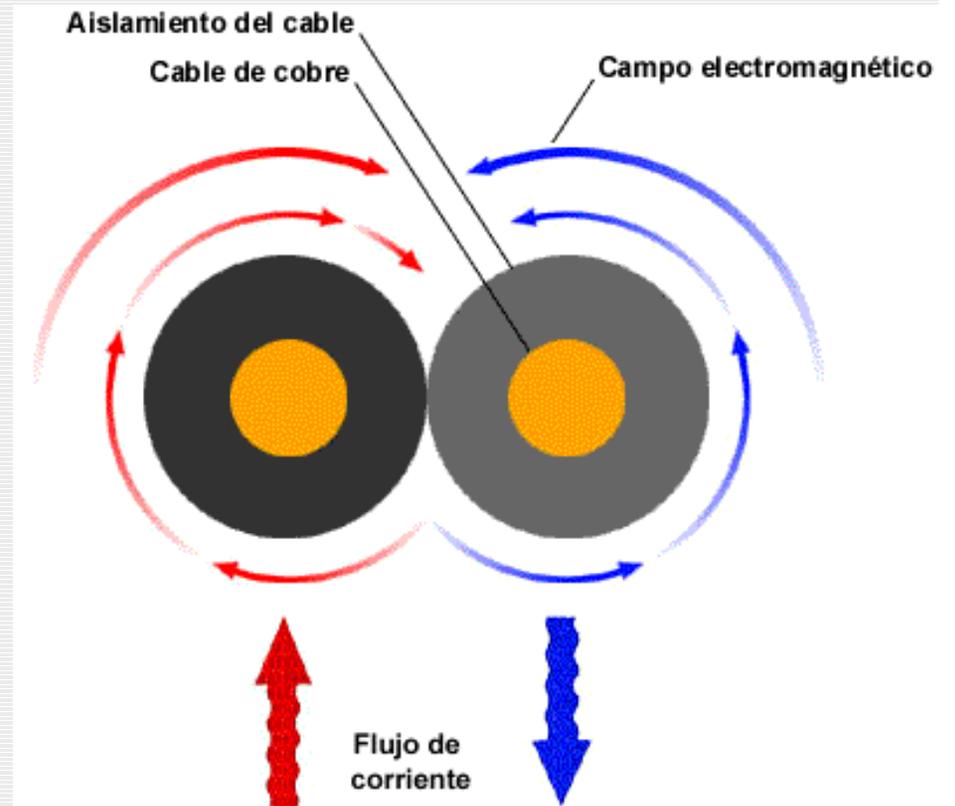
- Medio magnético
- Cable coaxial
- **Par trenzado**

■ Fibra óptica

■ Inalámbrico

Par Trenzado (Twisted Pair)

- Consiste en un grupo de pares de alambres entrelazados
- La forma trenzada se utiliza para reducir la interferencia respecto a los pares vecinos
- Usado en TX análoga y digital
- La aplicación más usual es en líneas telefónicas y Redes LAN.





Par Trenzado (Twisted Pair)



Las propiedades del par dependen del diámetro, blindaje y calidad de los alambres utilizados

- UTP: (Unshielded Twisted Pair), FTP (Foiled Twisted Pair) y STP: (Shielded Twisted Pair)
- Categorías: 3, 4 ,5, 5E, 6 y 7



Par Trenzado



Ventajas:

- Se pueden recorrer varios kilómetros sin necesidad de amplificar la señal
- Se pueden alcanzar tasas de TX de Mbps dependiendo de la distancia
- Bajo costo
- Alta maleabilidad (flexibilidad) y fácil instalación

Desventajas

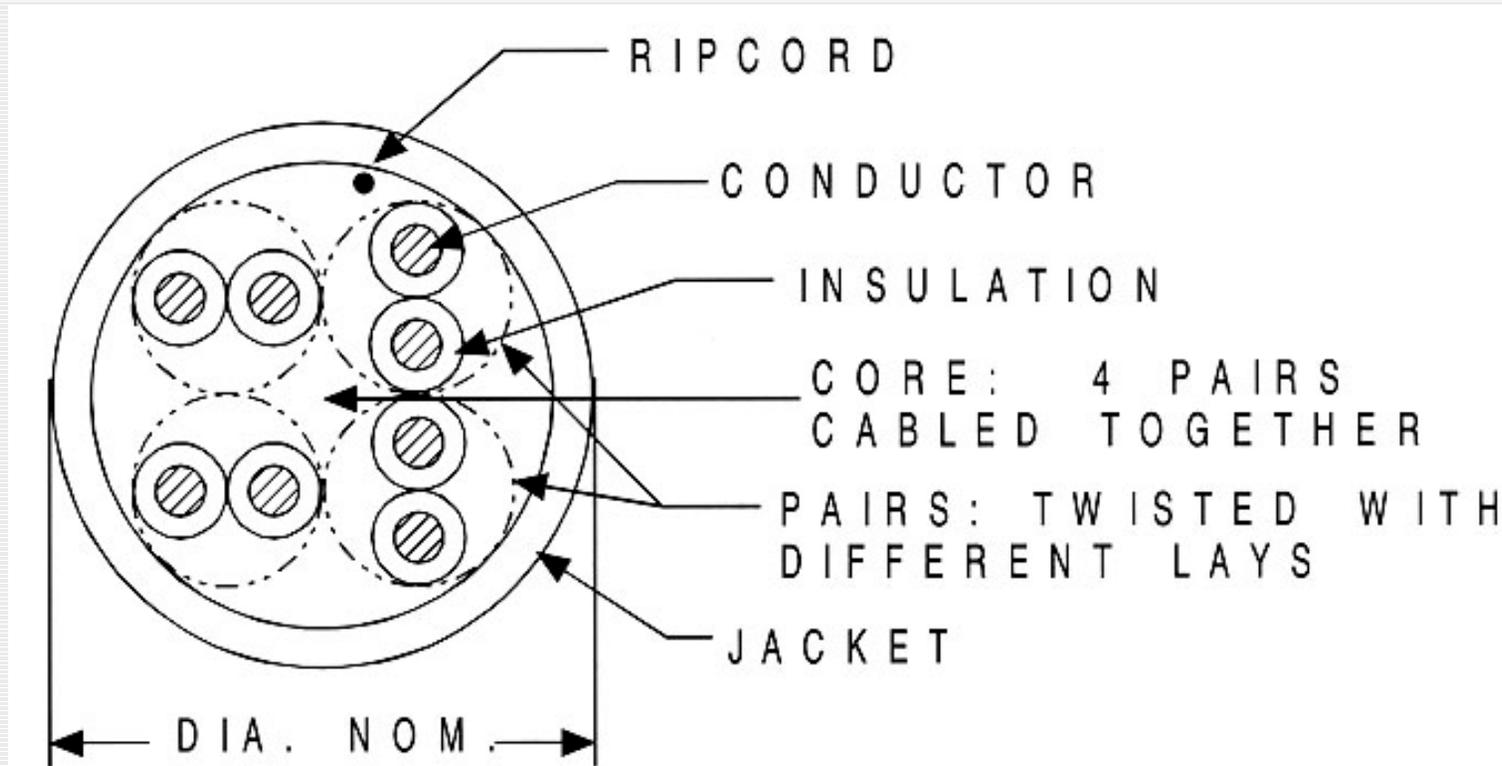
- Susceptible a ruido externo.



Par Trenzado

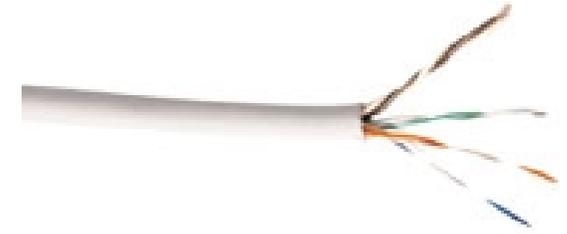
Cable UTP

- El cable deberá estar restringido a un tamaño de 4 pares para soportar una amplia gama de aplicaciones.





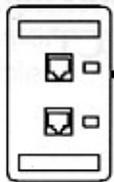
Par Trenzado



Categoría 3

- El uso de cable vertical UTP multipar categoría 3 para aplicaciones cuya anchura espectral esté en el rango de 5 MHz a 16 MHz, debería ser limitado a un total de 90m por norma EIA/TIA 568A

110Connect Outlet

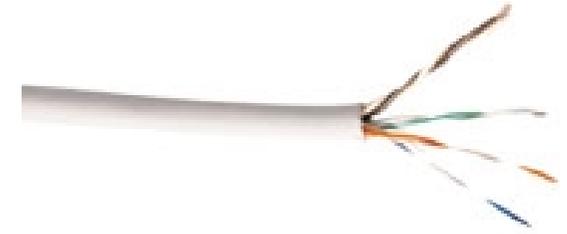


90 and 15 Meters

Enhanced Cat 5 Cable

110Connect Patch Panel





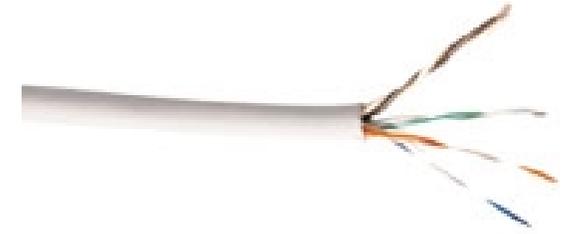
Par Trenzado

■ Categoría 4

- El uso de cable vertical UTP multipar categoría 4 para aplicaciones cuya anchura espectral este en el rango de 10 MHz a 20MHz, debería ser limitado a un total de 90m.

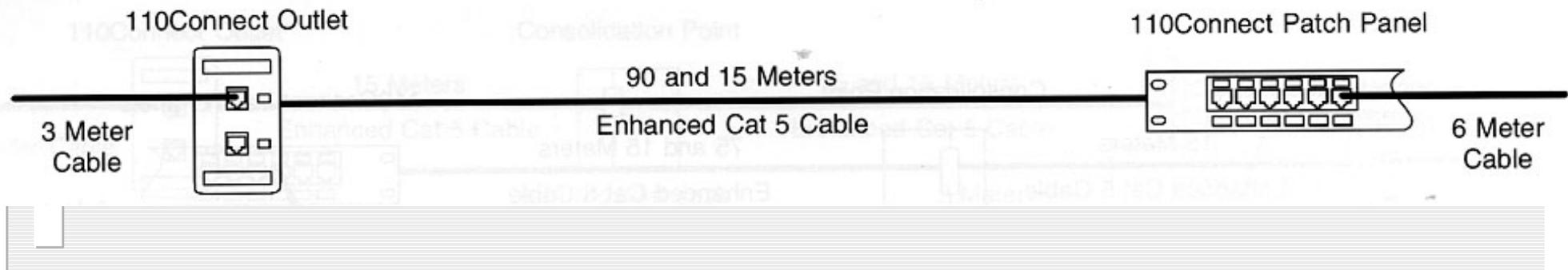
■ Categoría 5

- El uso de cable vertical UTP multipar categoría 5 para aplicaciones cuya anchura espectral este en el rango de 20 MHz a 100MHz, debería ser limitado a un total de 90m.



Conector/Roseta de Telecomunicaciones

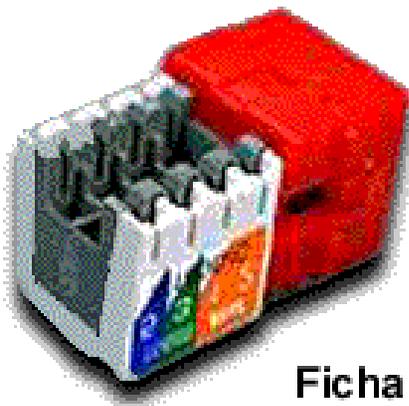
- Cada cable de 4 pares debe ser terminado en un jack modular de 8 posiciones en el área de trabajo.
- La asignación de pares/pines se realizan de acuerdo a 2 normas: TIA-568A o TIA-568B





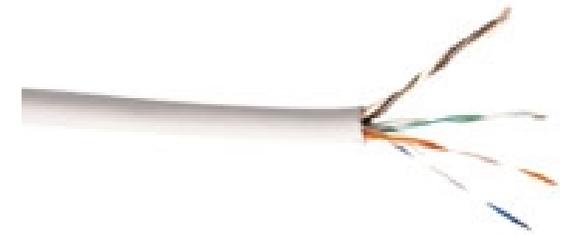
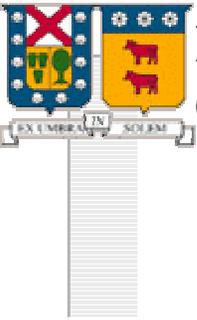
Conector/Roseta de Telecomunicaciones

Código de Colores UTP-FTP-STP

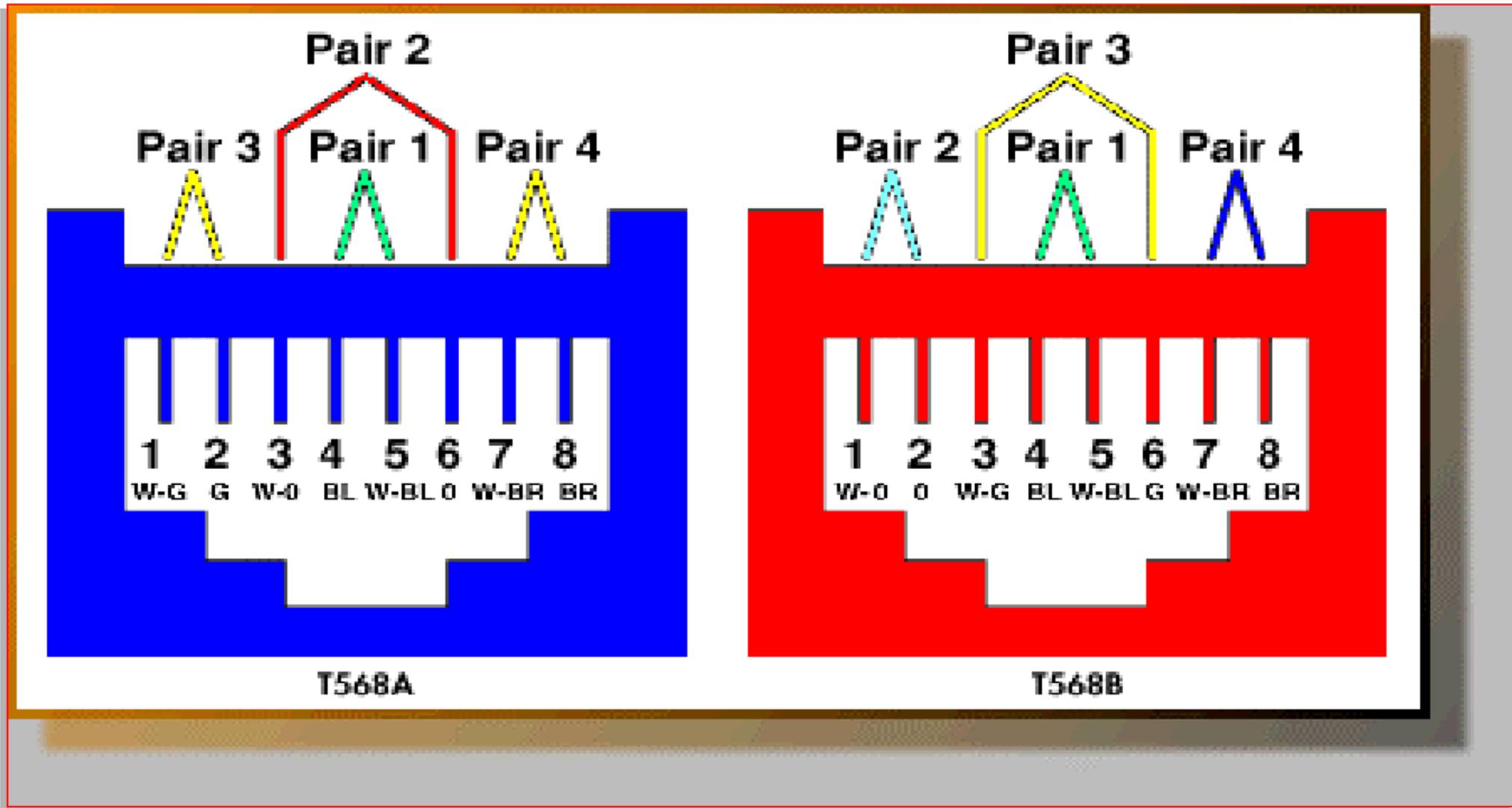


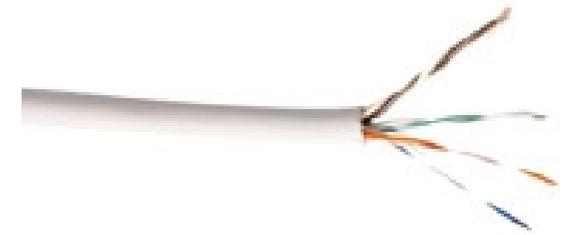
Ficha RJ45

Identificación	Código de color	Abreviación
Par 1	Blanco-Azul Azul	W-BL BL
Par 2	Blanco-Naranja Naranja	W-O O
Par 3	Blanco-Verde Verde	W-G G
Par 4	Blanco-Café Café	W-BR BR



Conector/Roseta de Telecomunicaciones

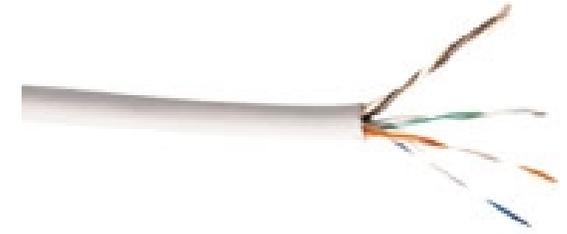




Patch Panel

vista reversa



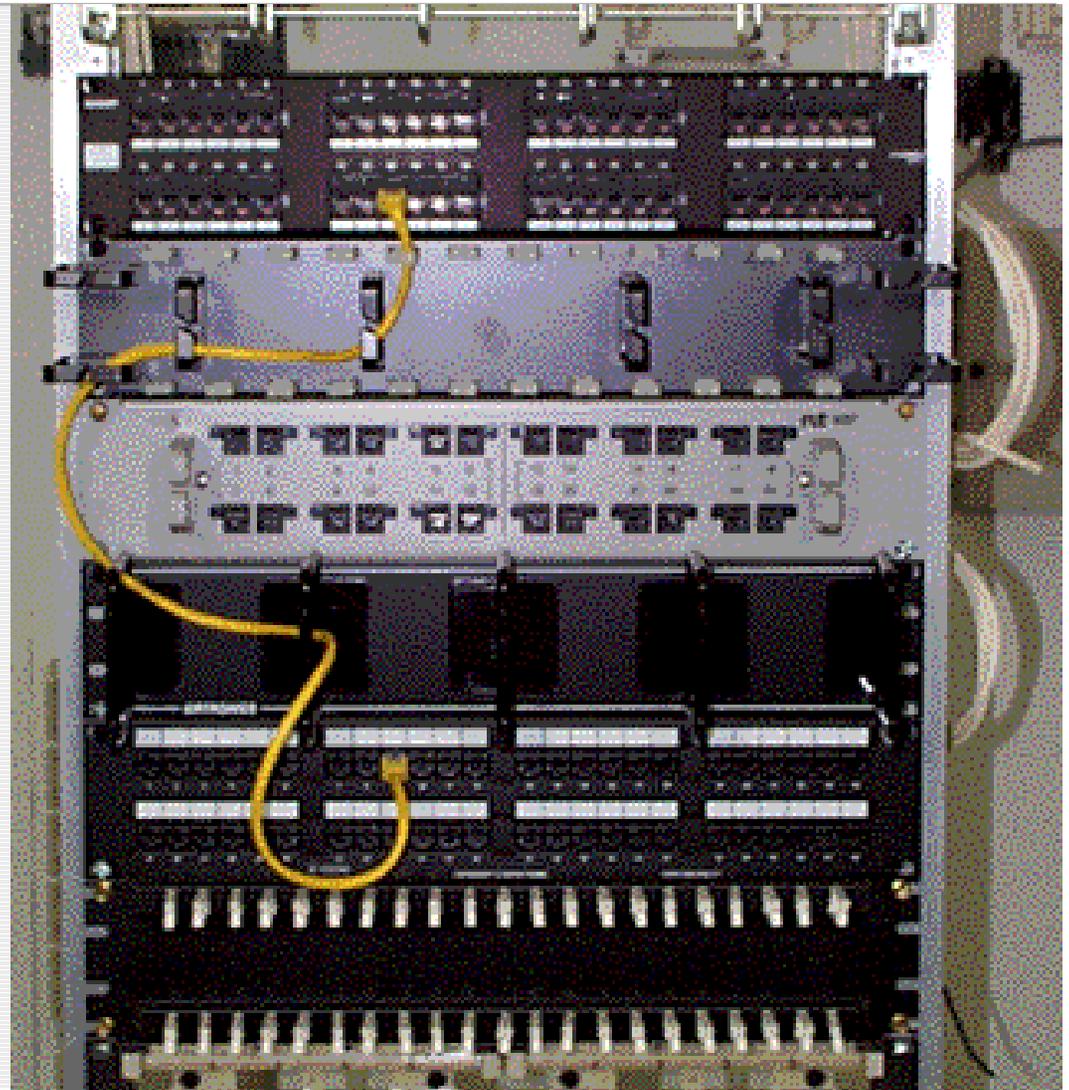


Rack de Comunicaciones

Equipos de
Comunicaciones

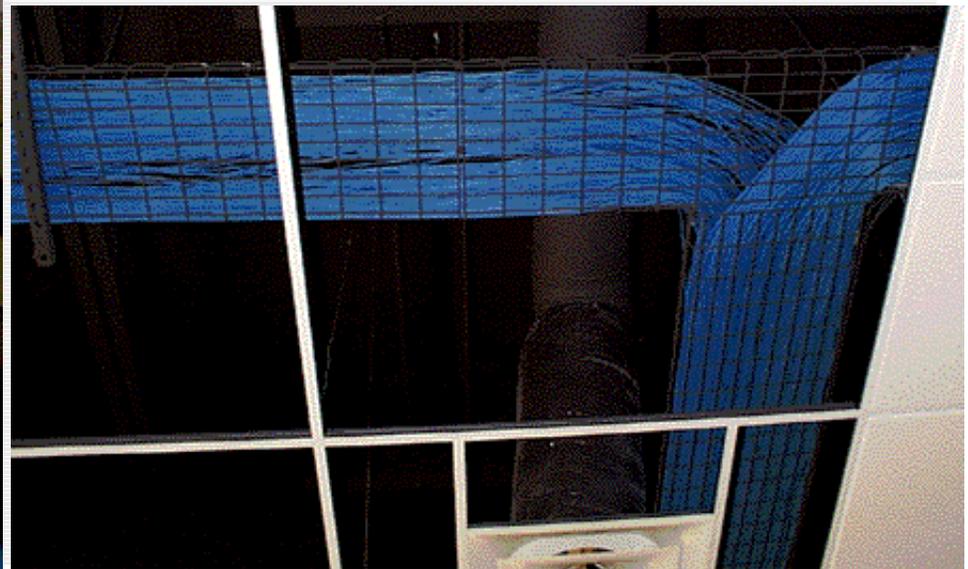
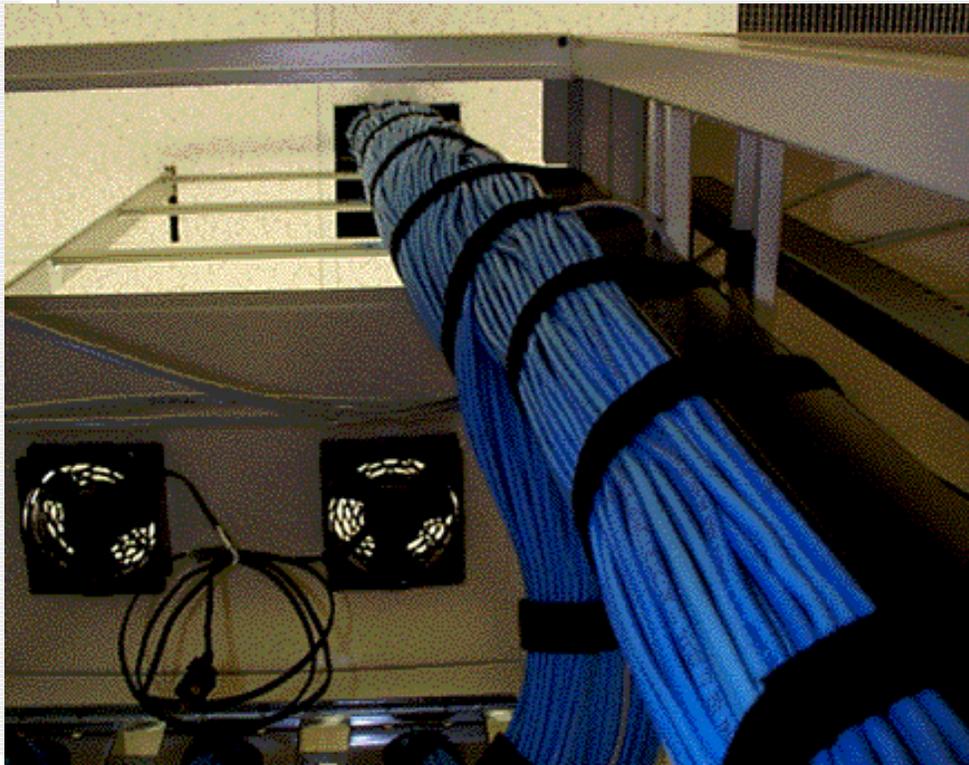
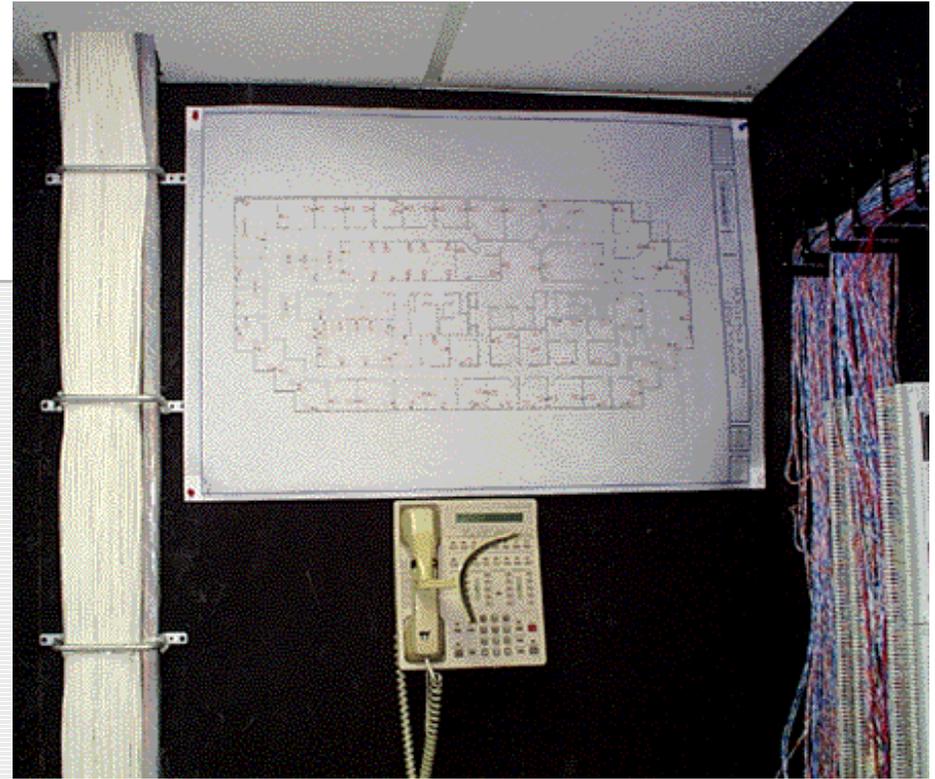
Patch Panel

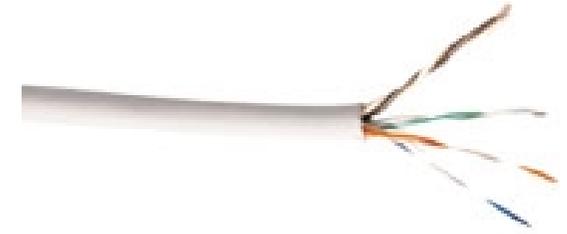
Cross Connect





Sala de Operaciones

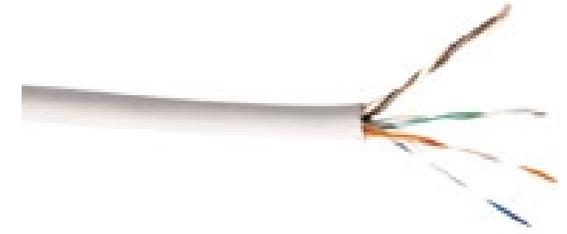




Par Trenzado

Más allá de la Categoría 5

- En 1995 se ratificaron las especificaciones para normalizar las pruebas para cableado UTP 4 hilos a 100 MHz.
- El cableado de categoría 5 fue la norma de certificación para cables de redes más estable y consolidada.
- Lo mínimo que se instala hoy en día es cableado categoría 5, pero se recomienda categoría 5E.



Par Trenzado

Nuevos Sistemas de Cableado

- Se definen como "reforzado", "mejorado", o de "alto rendimiento" y prometen exceder la categoría 5 en el ancho de banda utilizable.
- Los Organismos normalizadores, tales como, EIA/TIA y ISO/IEC están discutiendo nuevos estándares que van más allá de la Categoría 5.
- Las Nuevas normas incluirán Categoría 5 mejorada/Enhanced (Cat. 5E), Categoría 6 y Categoría 7.



Par Trenzado

Tabla de comparación

CARACTERISTICAS	CAT 5	CAT 5E	CAT 6	CAT 7
Frecuencia de prueba Mhz	100	100	200	600
Compatibilidad RJ - 45	Si	Si	Si	No
Requisitos de pruebas de terreno	Nivel II	Nivel II E	Nivel III	?
Parámetros de Pruebas	Wire Map, Length	Cat 5 +	Idem Cat 5E	
	Atenuación, NEXT	PowerSum NEXT, PowerSum ELFEXT		
		PowerSum ACR, Return Loss		
		Delay / Delay Skew		



Par Trenzado

Capacidades de cada categoría

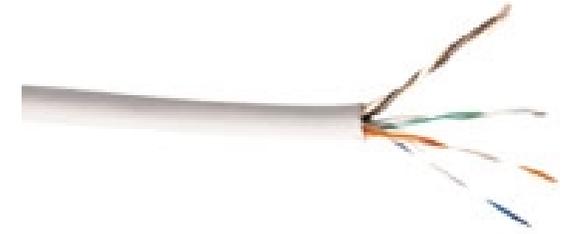
- La categoría 5 soporta la inmensa mayoría de redes tales como 100BASE-T y ATM 155 (155 Mbps)
- La categoría 5E “soporta” directamente a Gigabit Ethernet. TIA y IEEE están trabajando juntos en la definición de la Categoría 5E en respuesta a los requisitos para la transmisión en 1000BASE-T
- La categoría 6 considera todos los parámetros definidos para la Cat. 5E, pero considera frecuencias de prueba sobre los 200 MHz, excediendo la actual Categoría 5E.



Par Trenzado

Capacidades de cada categoría (cont.)

- La Categoría 7, actualmante se discute sobre aquellos aspectos para los cuales no será apropiada, es decir, el tema aún esta en discusiones iniciales
- La Categoría 7 no considera el uso de cable UTP, pero se prevee que se usarán cables apantallados. Las terminaciones serán algo diferente a los conectores RJ-45 debido a las limitaciones de Ancho de Banda inherentes a los conectores RJ-45
- La Categoría 7 no se orienta a dar soporte a las nuevas tecnologías de redes, sino más bien, se orienta a satisfacer los requerimientos de BW de las futuras redes, las cuales tendran un nivel de exigencia muy significativo de la infraestructura del cableado.



Par Trenzado

El impacto de 1000BaseT en la Certificación de Cableado

- La meta del grupo de trabajo IEEE 802.3 es desarrollar una norma para transmitir a un gigabit, utilizando el medio físico instalado basado principalmente en 4 pares de Categoría 5, a 100 MHz
- Gigabit Ethernet utilizará 4 pares de cobre transmitiendo simultáneamente en ambas direcciones (Full Duplex). La complejidad agregada a 1000BASE-T, requiere que los medios físicos de transmisión cumplan parámetros eléctricos no definidas por las actuales normas aplicadas en cableado estructurado. Tales como:
 - PowerSum (Inducción triple)
 - Return Loss (Pérdidas de Retorno)
 - FEXT (Far End CrossTalk)
 - Delay/Delay Skew



Par Trenzado

Tabla de comparación

FAST ETHERNET VS. GIGABIT ETHERNET

standard	throughput	Tx. BW	wire pairs used	cable standard
100BASE-T	100 Mbps Half Duplex	100 MHz	2	Category 5
1000BASE-T	1000 Mbps Full-Duplex	100 MHz	4	Categories 5E, 6, 7



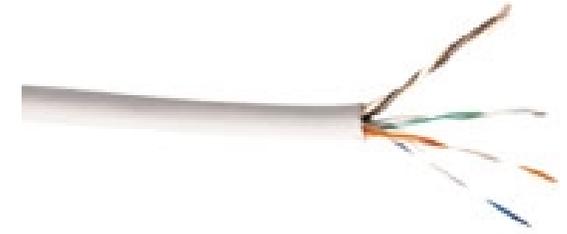
Par Trenzado

Parámetros de Certificación Categoría 5 (comportamiento eléctrico @ 100 MHz)

- Wire Map (Diagrama de cableado)
 - Diagrama que indica la conectividad de extremo-a-extremo de cables terminados. Permite también detectar cables en circuito abierto o en corto circuito y proporciona una identificación para verificar el apareamiento correcto de los pares trenzados
- Length (Longitud)
 - Indica la longitud eléctrica del segmento bajo prueba. Las medidas de longitud son necesarias para asegurar que el enlace del cable no exceda el máximo permitido. Cuando se excede el límite máximo de longitud de extremo-a-extremo se puede producir retraso excesivo en la propagación y/o atenuación que producen un desempeño inadecuado de la red.



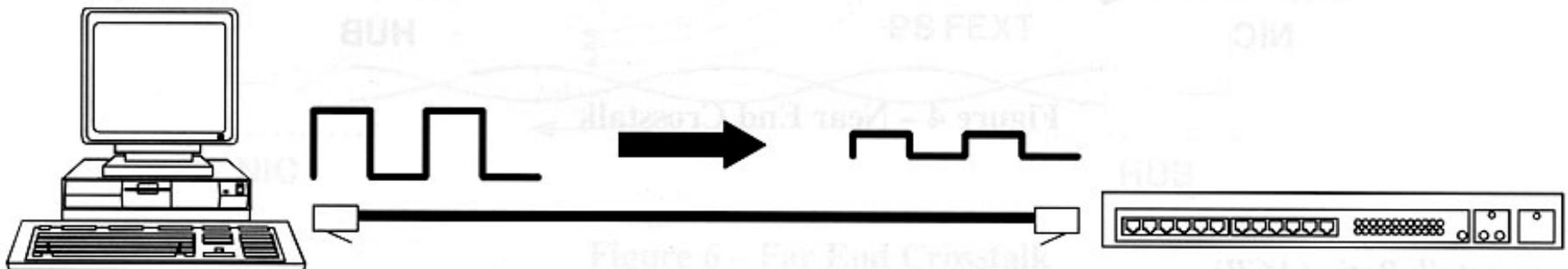
Par Trenzado



Parámetros de Certificación Categoría 5 (comportamiento eléctrico @ 100 MHz)

- Atenuación

La atenuación, medida en decibelios (dB), indica la pérdida de la señal en el cable. La atenuación aumenta con la longitud del cable, la frecuencia a la que los datos se transmiten, y hasta cierto punto, la temperatura del cable.





Parámetros de Certificación Categoría 5 (comportamiento eléctrico @ 100 MHz)



- NEXT (Near End Crosstalk)

Este parámetro (medido en dB) indica el grado de acoplamiento de señales no deseadas desde el par adyacentes. Esta inducción de energía no deseada desde otro par puede perturbar la señal deseada.

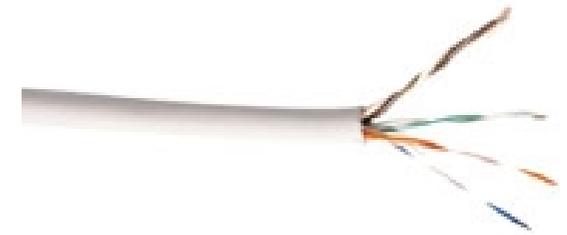
Next es una medición que se realiza entre cada par de conductores "par-a-par" obteniéndose el grado de inducción entre un par y otro (i.e. se TX por el par 5-6 y se mide en el par 7-8).

El valor del Next depende de la frecuencia de transmisión.





Par Trenzado



ATENUACION EN CABLES HORIZONTALES UTP dB por 100 m a 20 ° C

Fre c Mhz	Cat 3 dB	Cat 4 dB	Cat 5 dB
0.064	0.9	0.8	0.8
0.256	1.3	1.1	1.1
0.512	1.8	1.5	1.5
0.772	2.2	1.9	1.8
1.0	2.6	2.2	2.0
4.0	5.6	4.3	4.1
8.0	8.5	6.2	5.8
10.0	9.7	6.9	6.5
16.0	13.1	8.9	8.2
20.0	---	10.0	9.3
25.0	---	---	10.4
31.0	---	---	11.7
62.5	---	---	17.0
100.0	---	---	22.0



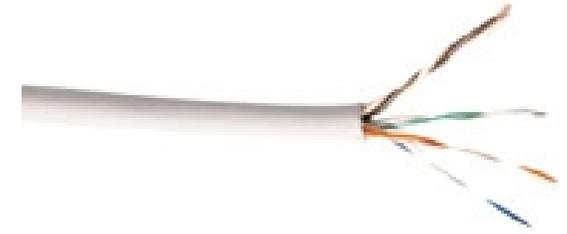
Par Trenzado



PÉRDIDAS POR NEXT EN CABLEADO HORIZONTAL UTP

PARA dB \geq 100 m

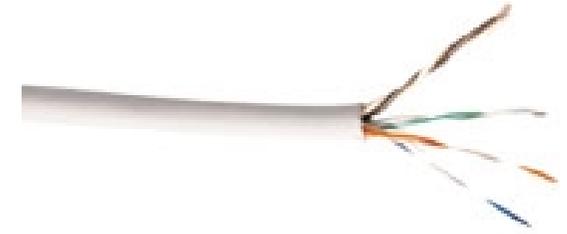
Fre c Mhz	Cat 3 dB	Cat 4 dB	Cat 5 dB
0.150	53	68	74
0.772	43	58	64
1.0	41	56	62
4.0	32	47	53
8.0	27	42	48
10.0	26	41	47
16.0	23	38	44
20.0	---	36	42
25.0	---	---	41
31.25	---	---	39
62.5	---	---	35
100.0	---	---	32



Par Trenzado

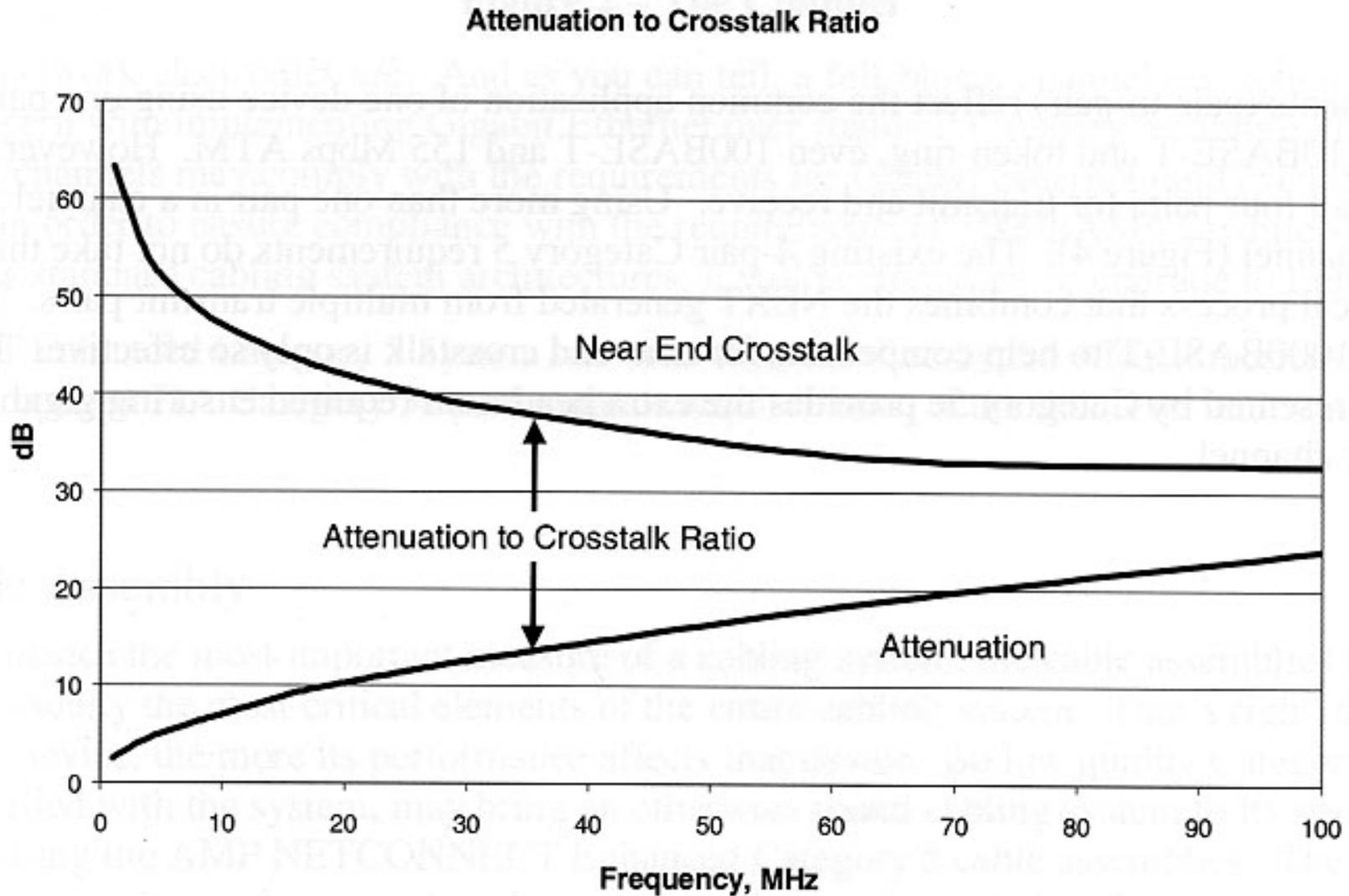
Nuevos Parámetros de Certificación

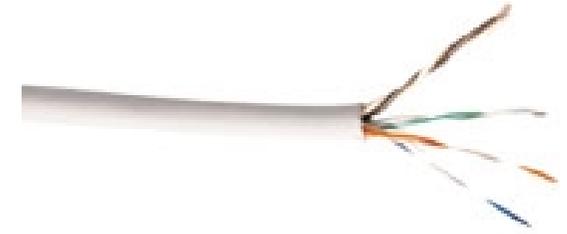
- La certificación más allá de la Categoría 5 requerirá cumplir con las pruebas actuales así como varios nuevos parámetros.
- ACR (Razón Atenuación Crosstalk)
 - Es una comparación relativa entre Next y la Atenuación. Se expresa en decibelios (dB) y corresponde a la diferencia aritmética entre NEXT y Atenuación. ACR es significativo porque entrega una medida de la potencia de la señal en comparación con el ruido producido por el fenómeno de crosstalk.
 - $ACR = NEXT - Atenuación [Db]$



ACR (Razón Atenuación Crosstalk)

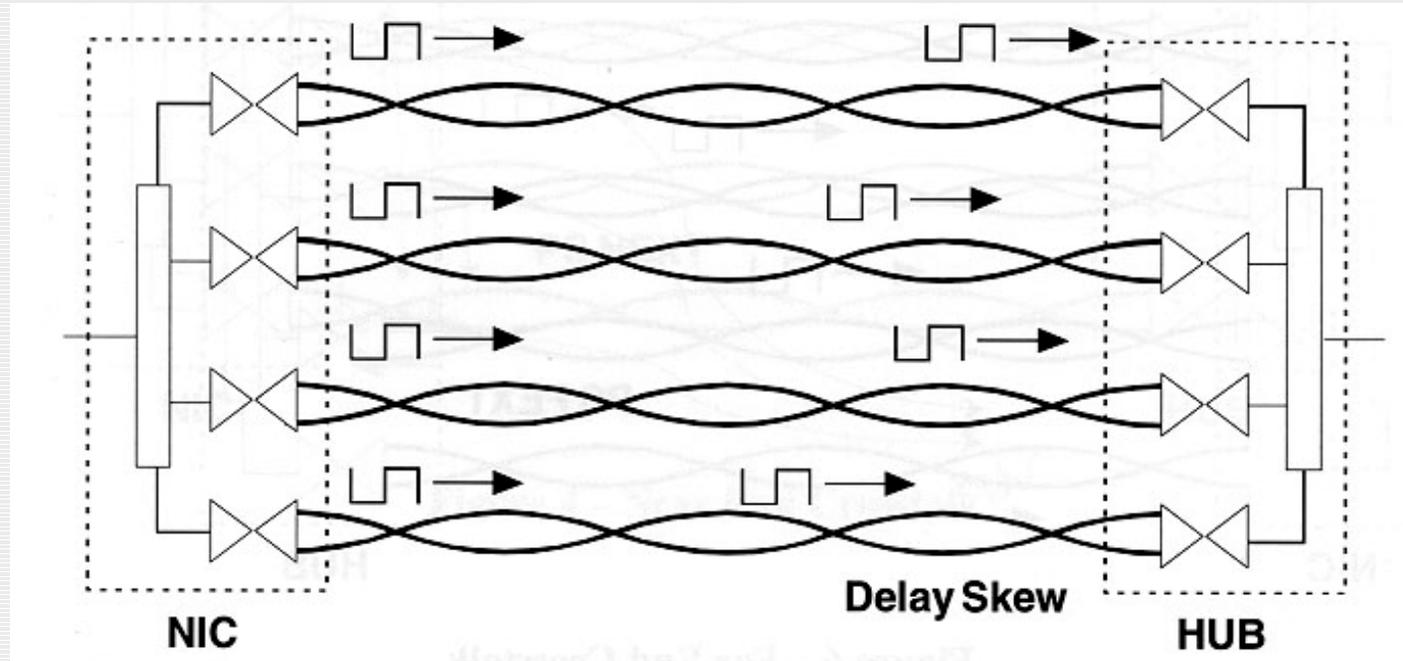
$$ACR = NEXT - \text{Atenuación [Db]}$$





- Delay/Delay Skew (Retraso / retraso de grupo)

Indica el tiempo (nseg.) que se toma una señal eléctrica para viajar del transmisor al extremo receptor. La inclinación de retardo es la diferencia en retraso medido en los cuatro pares. Si se produce un Retraso excesivo o una Inclinación de Retraso efectiva, se perjudicará el rendimiento general de la red, particularmente en esquemas de transmisión donde es necesario que la señal de datos llege casi simultáneamente al receptor, como es el caso de Ethernet.



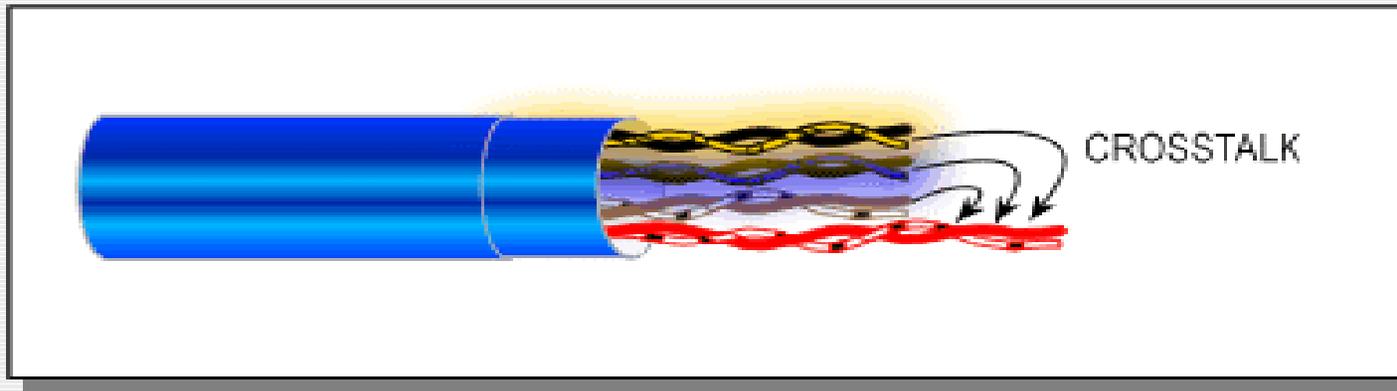


Par Trenzado



- PowerSum NEXT

PowerSum (Db) se calcula del resultado obtenido al medir el parámetro Crosstalk par a par. PowerSum Next difiere de Next par-a-par en que se determina el crosstalk inducido en un par por los otros 3 pares restantes. Esta metodología es crítica para el soporte de transmisiones que utilizan los cuatro pares tal como Gigabit Ethernet.



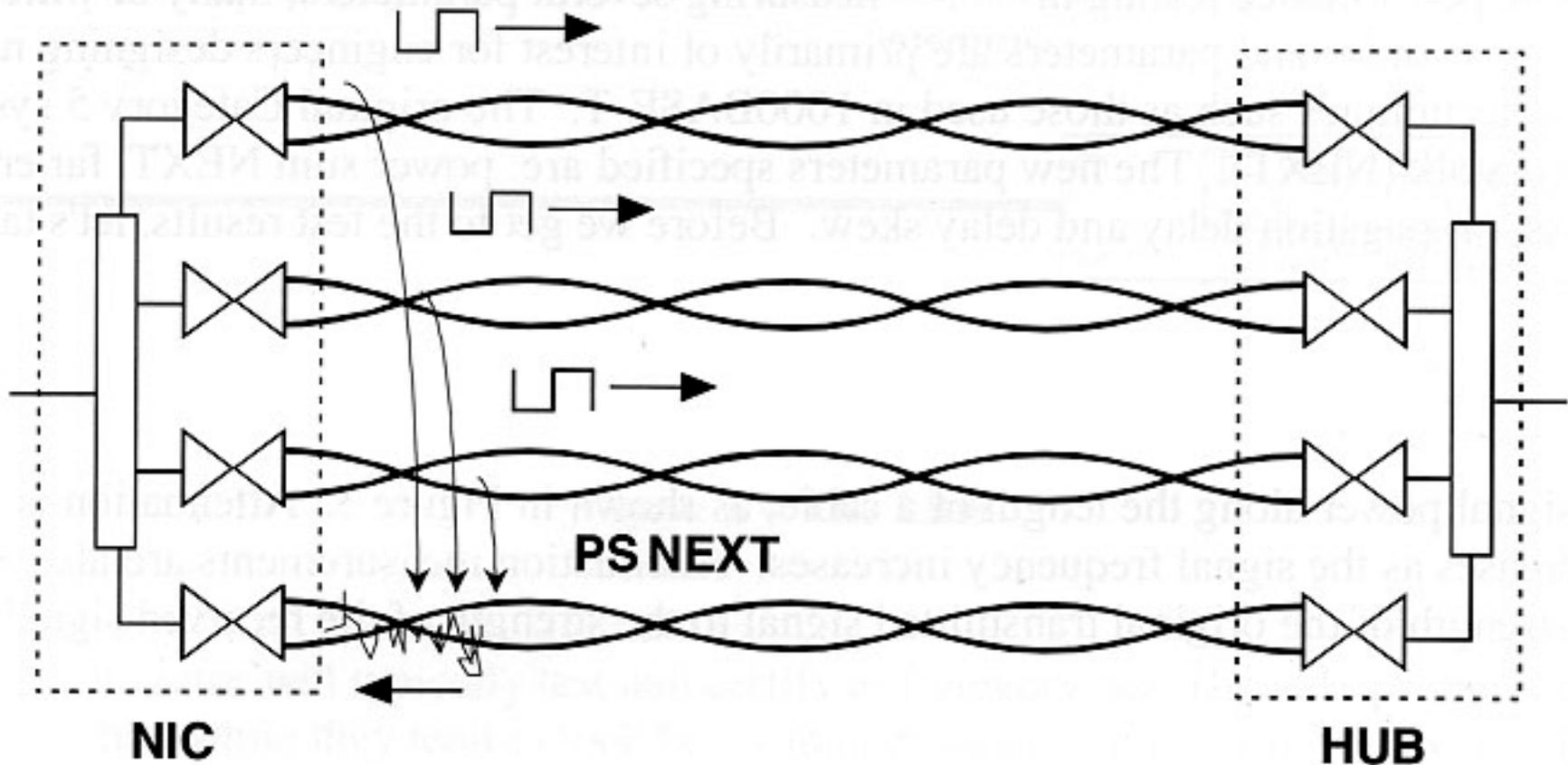
La inducción de tres pares causan ruido en la señal del cuarto par.



Par Trenzado

- PowerSum NEXT

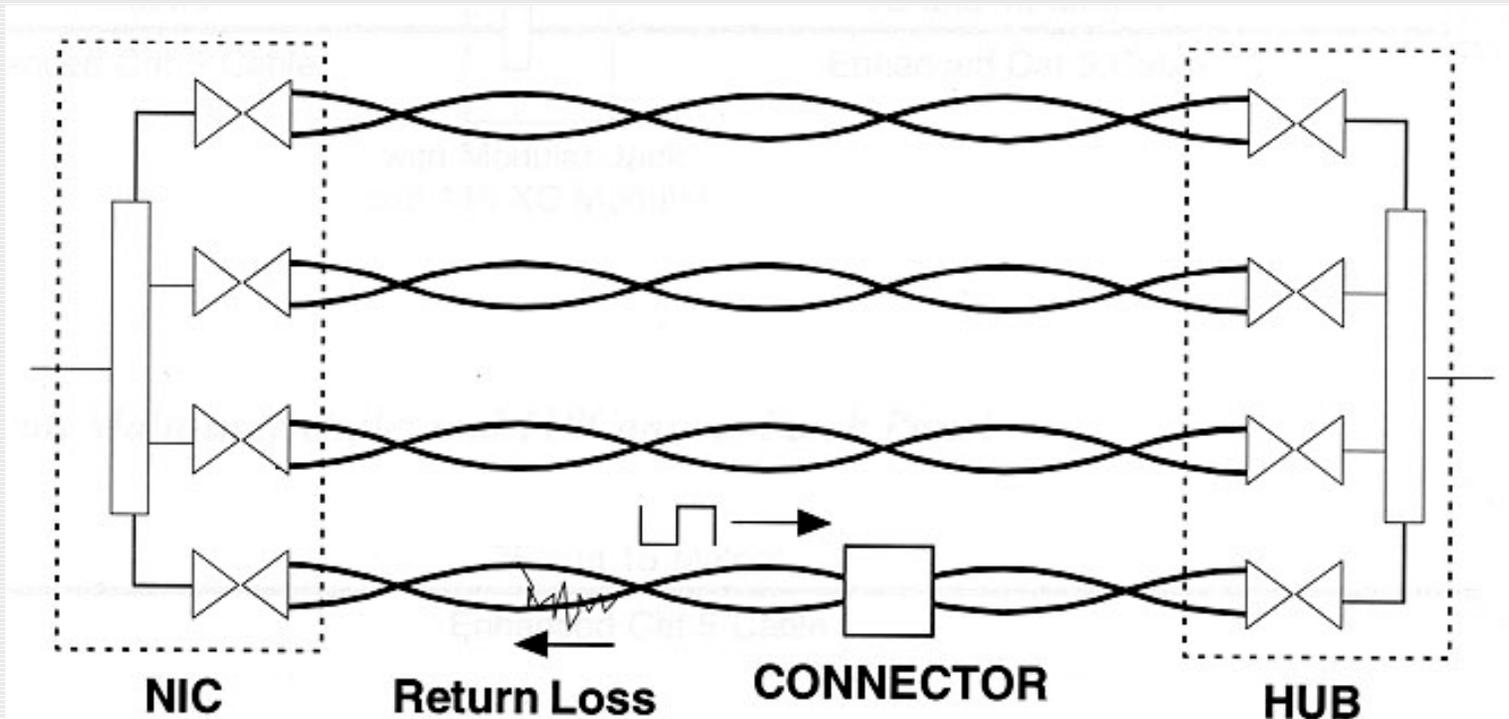
La inducción de tres pares causan ruido en la señal del cuarto par.

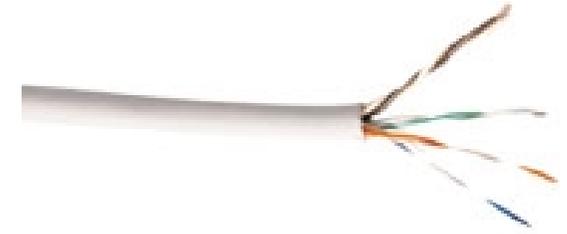




Par Trenzado

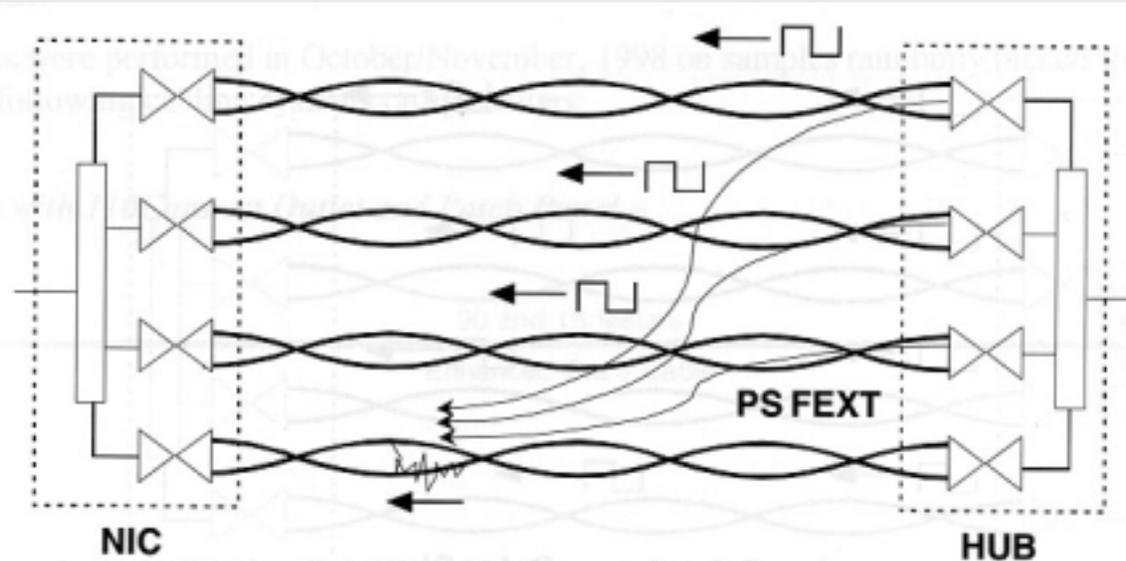
- Pérdidas de Retorno (Return Loss)
 - Las Pérdidas de retorno (en dB) es una medida de la consistencia de impedancia en un cable. Las variaciones de la impedancia del cable pueden causar reflexiones de una porción de la energía de la señal, que puede interferir con el datos transmitido.





- Far End Crosstalk (FEXT)

- El efecto Crosstalk en el punto lejano o FEXT es similar al efecto NEXT, pero se mide en el extremo opuesto al punto de transmisión. La medida del FEXT es un indicador más significativo del comportamiento del cable, dado que intrínsecamente se está considerando la atenuación.
- La medida comparativa de FEXT y de atenuación se denomina Crosstalk en el Extremo Opuesto de Igual Nivel o ELFEXT y corresponde a la diferencia aritmética entre FEXT y Atenuación.
- $ELFEXT = FEXT - At.$





Par Trenzado

■ Categoría 5E:

- Considera las nuevas pruebas además de las tradicionales, proporcionando información adicional acerca del comportamiento del cable para aplicaciones que excedan la performance de la Categoría 5.

■ Categoría 6:

- Se ha dado un paso importante extendiendo la frecuencia de barrido de prueba más allá de 200 MHz, dos veces los requerimientos de frecuencia exigidos para la actual Categoría 5.



Par Trenzado

¿Cómo se prueba?

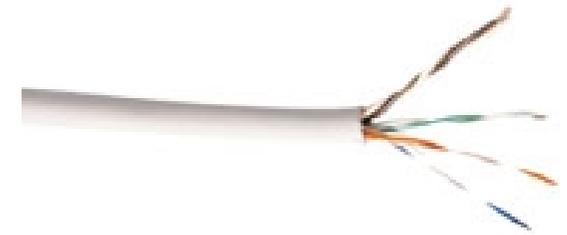
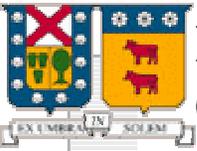
- La certificación, por un instrumento, implica además de la pruebas “ Pass / Fail ”, que estos resultados estén en acuerdo con límites establecidos por una norma plenamente aceptada. Faltando una norma que defina claramente los nuevos parámetros de prueba o los nuevos barridos de frecuencias para valores que excedan los 100 MHz, la certificación para un nivel más alto que la actual categoría 5 no es posible.
- La única forma de verificar actualmente es probando. Sin embargo se puede obtener las características eléctricas de la transmisión cuando la velocidad se incrementa. Es importante comprender los resultados obtenidos en pruebas del cableado para poder compararlos con los parámetros definidos como límites de la categoría Categoría 5, o bien con valores existentes como borradores de las categorías 5E y 6 de los cuerpos de normalización.



Par Trenzado

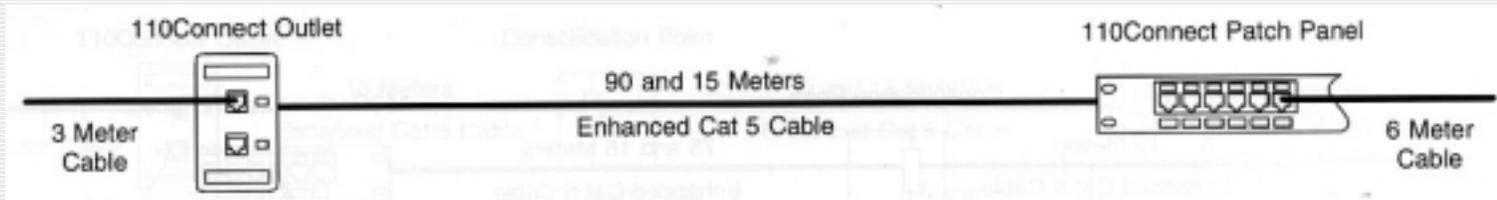
Valores Límites - Borrador Categoría 5E

Frec Mhz	Pair-to-Pair Next (dB)	PowerSum Next (dB)	ACR (dB)	PowerSum ACR (dB)	PowerSum ELFEXT	Return Loss
1	64.2	61.2	62.2	59.2	57.0	17.0
10	48.5	45.5	42.1	39.1	37.0	17.0
20	43.7	40.7	34.5	31.5	31.0	17.0
62.5	35.7	32.7	18.9	15.9	21.1	13.5
100	32.3	29.3	10.7	7.7	17.0	12.1
Delay < 548 nanosec. , Delay Skew < 45 nanosec.						



Par Trenzado

Valores Límites - Categoría 5E

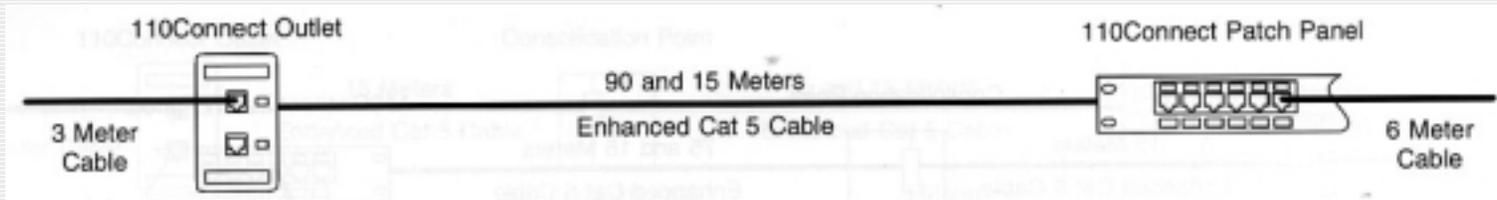


	Attenuation, dB		Return Loss, dB		NEXT, dB		PS NEXT, dB	
	Spec	AMP	Spec	AMP	Spec	AMP	Spec	AMP
1	2.5	2.1	17.0	19.4	60.0	75.7	57.0	71.5
4	4.5	4.2	17.0	20.1	53.6	62.7	50.9	59.6
8	6.3	5.9	17.0	23.7	48.6	55.0	45.7	53.3
10	7.0	6.6	17.0	21.8	47.0	53.8	44.1	51.6
16	9.2	8.4	17.0	21.9	43.6	50.4	40.6	48.6
20	10.3	9.4	17.0	22.0	42.0	50.6	39.0	48.6
25	11.4	10.6	16.0	20.8	40.4	51.6	37.3	48.8
31.25	12.8	11.8	15.1	21.9	38.7	49.6	35.7	46.6
62.5	18.5	17.0	12.1	19.9	33.6	38.4	30.6	36.1
100	24.0	21.9	10.0	19.5	30.1	38.2	27.1	35.4



Par Trenzado

Valores Límites - Categoría 5E



	ELFEXT, dB		PS ELFEXT, dB		ACR, dB		PS ACR, dB	
	Spec	AMP	Spec	AMP	Derived Limit	AMP	Derived Limit	AMP
1	57.4	70.2	54.4	67.1	57.5	74.6	54.5	71.7
4	45.3	62.6	42.4	58.1	49.1	61.4	46.4	57.5
8	39.3	56.4	36.3	52.4	42.3	52.8	39.4	50.3
10	37.4	54.2	34.4	50.7	40.0	50.4	37.1	48.1
16	33.3	51.2	30.3	46.5	34.4	45.3	31.4	43.0
20	31.4	49.2	28.4	44.8	31.7	44.6	28.7	42.1
25	29.4	46.9	26.4	43.0	29.0	43.9	25.9	40.3
31.25	27.5	45.3	24.5	41.4	25.9	40.2	22.9	36.7
62.5	21.5	40.7	18.5	36.5	15.1	26.9	12.1	24.2
100	17.4	37.1	14.4	30.0	6.1	18.8	3.1	16.8



Par Trenzado

Valores Límites - Borrador Categoría 6

Frec. Mz	Pair-to-Pair Next (dB)	PowerSum Next (dB)	ACR (dB)	PowerSum ACR (dB)	PowerSum ELFEXT	Return Loss
1	73.5	71.3	71.5	69.3	62.2	19.0
10	57.8	55.5	52.0	49.7	42.2	19.0
20	53.1	50.7	44.8	42.4	36.2	19.0
62.5	45.2	42.7	30.1	27.6	26.3	15.5
100	41.9	39.3	22.4	19.8	22.2	14.1
125	40.3	37.7	18.2	15.7	20.3	13.4
200	36.9	34.3	8.3	5.7	16.2	12.0
250	35.4	32.7	2.8	0.2	14.2	11.3
Delay < 548 nanosec. , Delay Skew < 45 nanosec.						