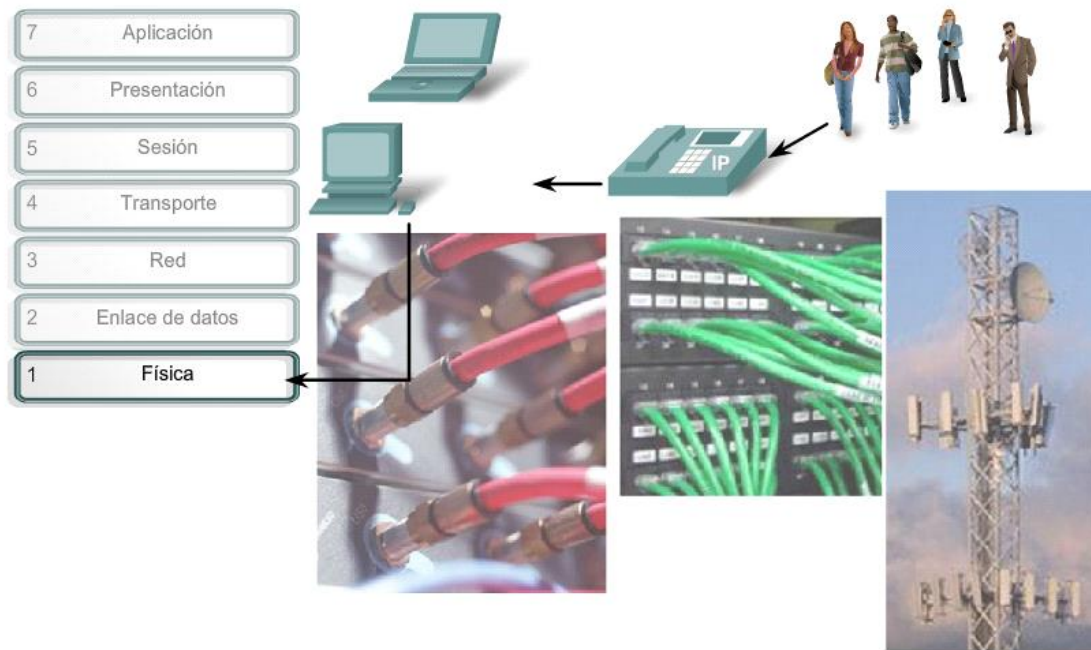


9.0.1 Introducción a la capa física

Función: codificación en dígitos binarios los contenidos de datos, segmentos, datagramas, paquetes y tramas para su transmisión a través de los medios de comunicación alámbricos, ópticos o inalámbricos.

Objetivos del capítulo:

- Descripción del propósito de la codificación y señalización de la capa física.
- Descripción de las señales que se utilizan para la representación de los bits.
- Identificación de las características básicas de los medios de cobre, fibra óptica y enlaces inalámbricos para el transporte de las señales.
- Descripción de los usos comunes de los medios de cobre, fibra y enlaces inalámbricos.



La capa Física interconecta nuestras redes de datos.

9.1.1 Capa Física: Objetivos

La capa Física proporciona el medio de transporte para los bits que conforman la capa de Enlace de Datos. La capa Física acepta cada una de las tramas completas procedentes de la capa de Enlace de Datos y lo codifica como una secuencia de señales para su transmisión a través de los medios.

El envío de tramas a través de los medios locales requiere de los siguientes elementos de la capa Física:

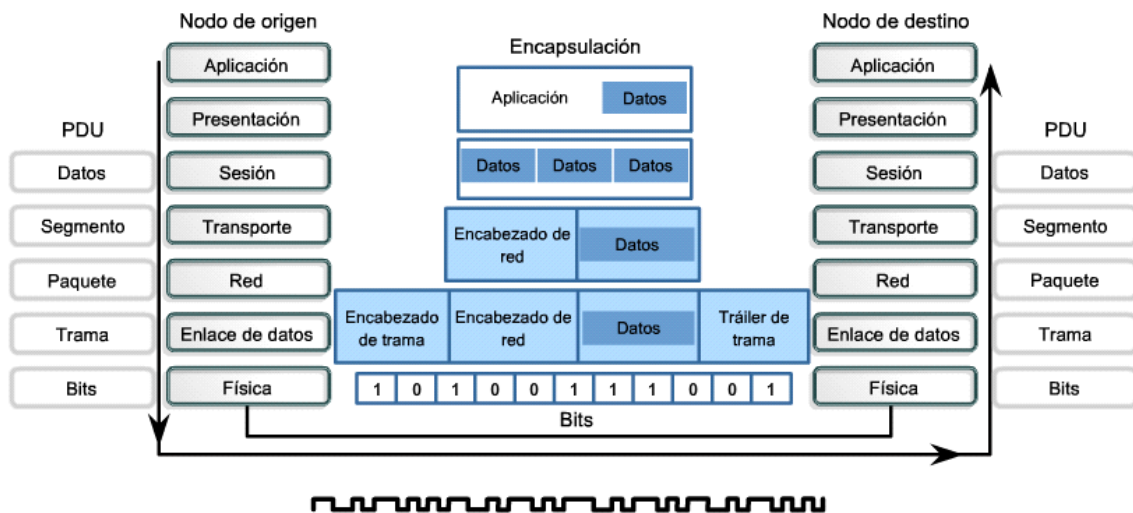
- Medios físicos y conectores asociados.
- Una representación de los bits en los medios.
- Codificación de los datos y de la información de control.
- Circuitos para la colocación y extracción de la información del medio.

El objetivo de la capa Física es la creación de la señal eléctrica, óptica o inalámbrica que representan los bits de cada trama.

Estas representaciones de la trama se envían por medios de bits en forma serial.

Otra función es la recuperación de la señal que se propaga por el medio para restaurarla a su forma original para su entrega a las capas superiores.

Transformación en bits de las comunicaciones de redes humanas



En los diagramas, las señales en los medios físicos están representadas por medio de este símbolo.



9.1.2 Capa Física: funcionamiento

Los medios no transportan la trama como una entidad, sino transportan un contenido un bit por vez uno tras otro, en forma serial.

Existen tres tipos básicos de medios. La representación de la señal es diferente en cada uno de ellos.

Para los medios de cobre se tienen patrones de pulsos eléctricos.

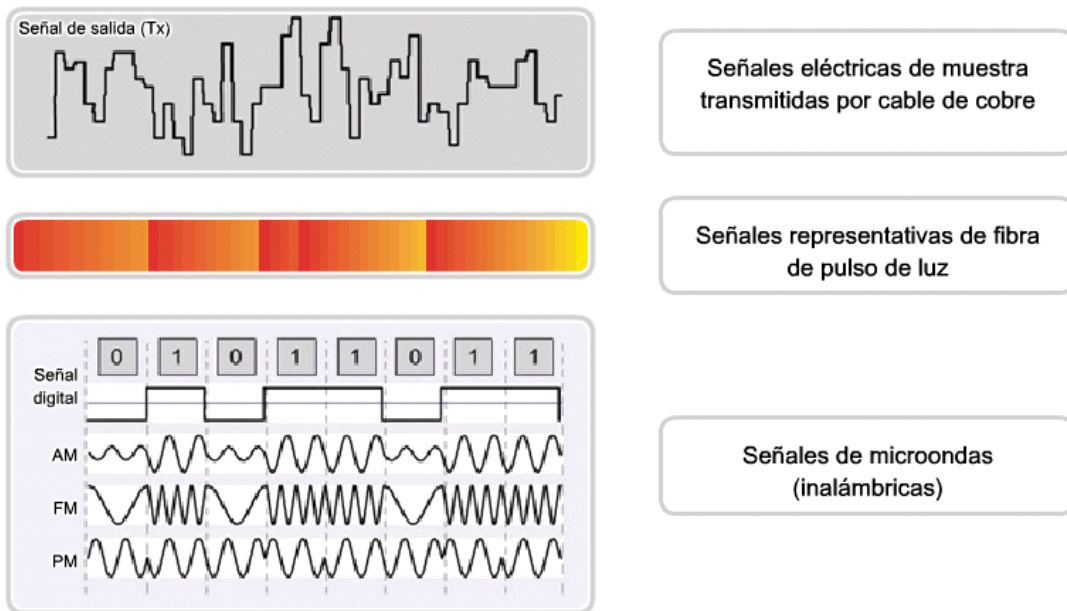
Para la fibra óptica se tienen patrones de luz.

Para el medio inalámbricos se tienen patrones de radiación electromagnética.

Identificación de una trama

Una de las funciones de la capa de Enlace de Datos es la identificación del origen y el final de cada trama. En la capa Física, adicionalmente se generan bits que están ubicados al principio y al final de la trama para la delimitación de la trama.

Representaciones de señales en los medios físicos



9.1.3 Capa Física: Estándares

La capa Física consiste en un hardware creado por estándares y representados por conectores, medios de transmisión y circuitos para la inserción y extracción de la señal del medio de transmisión.

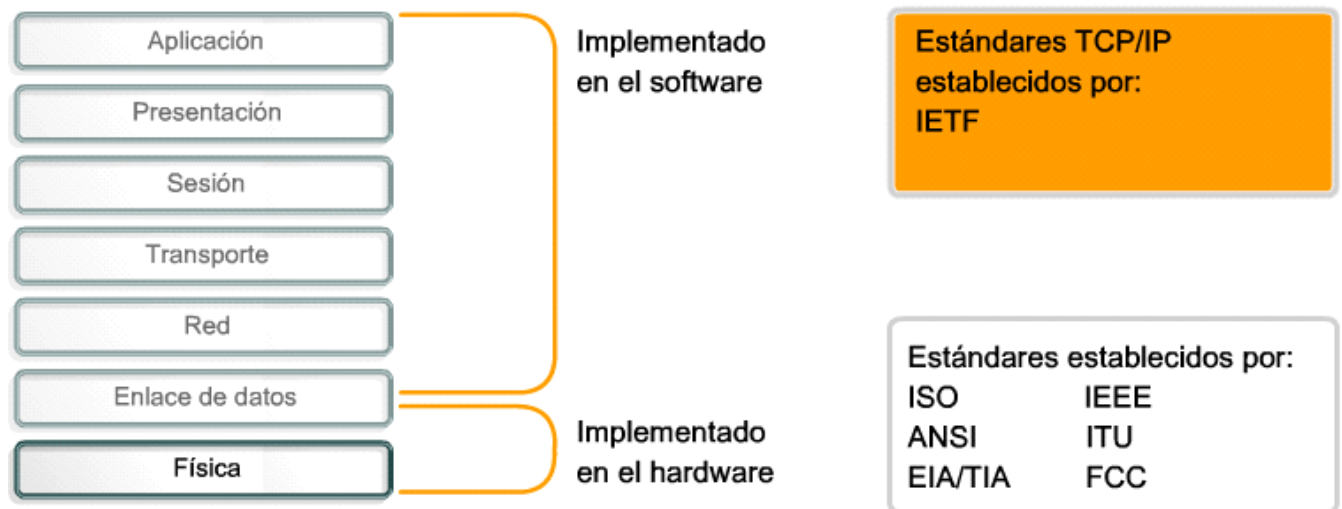
Las operaciones de las capas de Red, Transporte y Aplicación se llevan a cabo por medio del software.

El grupo de IETF realiza esta labor de integración por medio de la RFC.

Las tecnologías de la capa Física se define por diferentes organizaciones

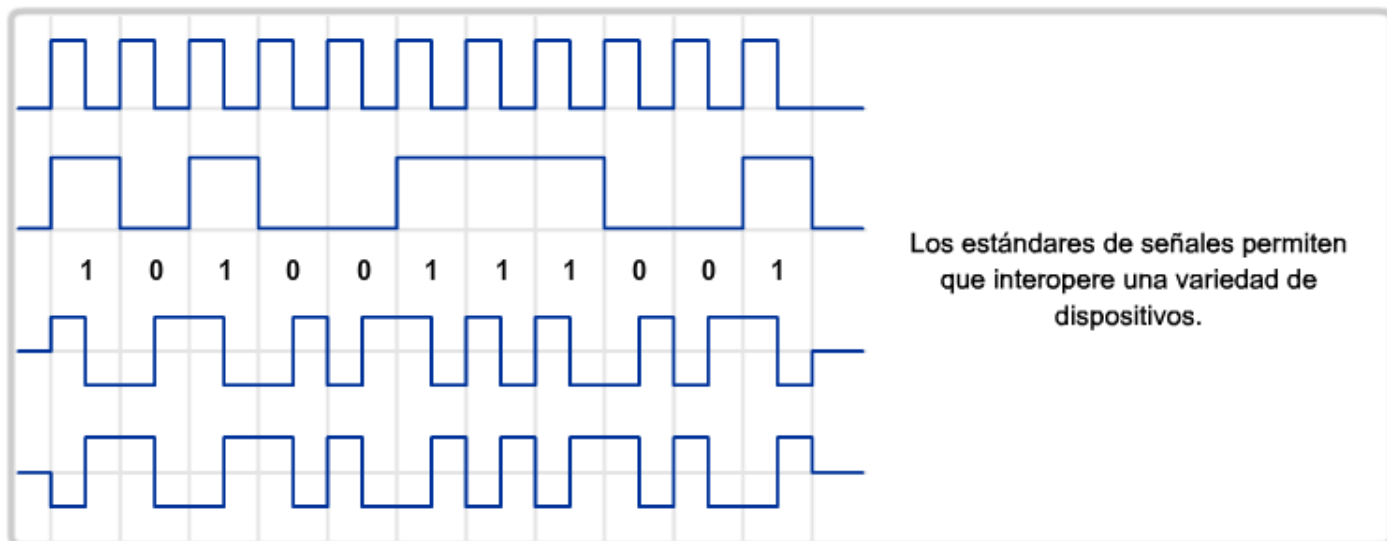
- Organización Internacional para la Estandarización ISO.
- Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos IEEE.
- Instituto Nacional Estadounidense para la estandarización ANSI.
- Unión Internacional de Telecomunicaciones ITU.
- Asociación de Industrias Electrónicas y de las Telecomunicaciones EIA/TIA.
- Autoridades de las telecomunicaciones en los EE.UU., FCC.

Comparación entre los estándares de capa física y los estándares de capa superior



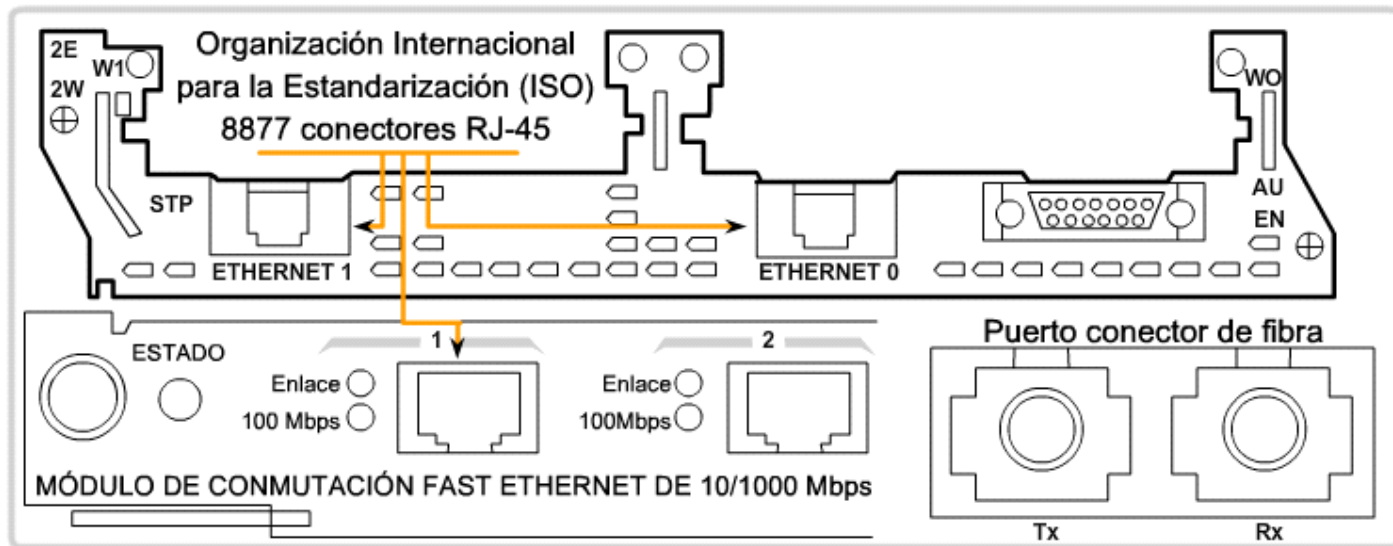
9.1.3.1 Capa física: estándares

Señales



9.1.3.2 Capa física: Estándares

Conectores



9.1.3.3 Capa física: estándares

Cables

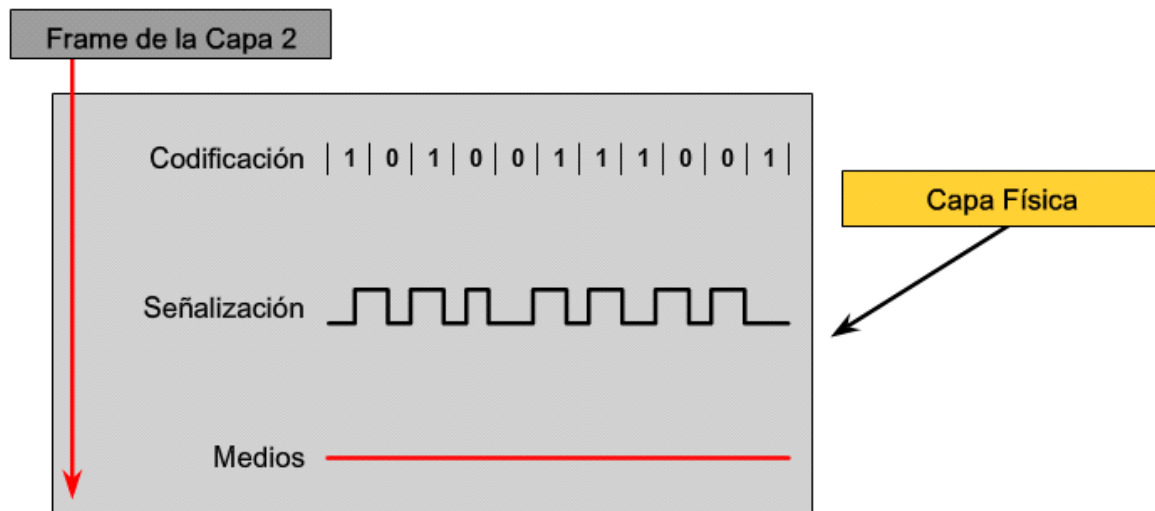


9.1.4 Principios fundamentales de la capa física

Las funciones principales de la capa física son:

- Los componentes físicos
medios físicos, conectores.
- La codificación
agrupamiento de bits con un patrón cuyo comportamiento o función es predecible, ej. sincronismo para la identificación del comienzo y final de una trama en el emisor y en el receptor.
- Señalización:
representación de los unos y ceros por medio de señales eléctricas, impulso óptico, radiación electromagnética.

Principios fundamentales de la capa Física



9.2.1.1 Señalización de bits para los medios

Transmisión de la información por medios de bits.

Cada bit dispone de un intervalo de tiempo para ocupar el medio de transmisión. La detección de un pulso debe ser efectuada periódicamente en un determinado instante de duración del pulso.

En las LAN cada extremo mantiene su propio reloj de sincronización.

Muchos dispositivos utilizan transiciones predecibles para la sincronización.

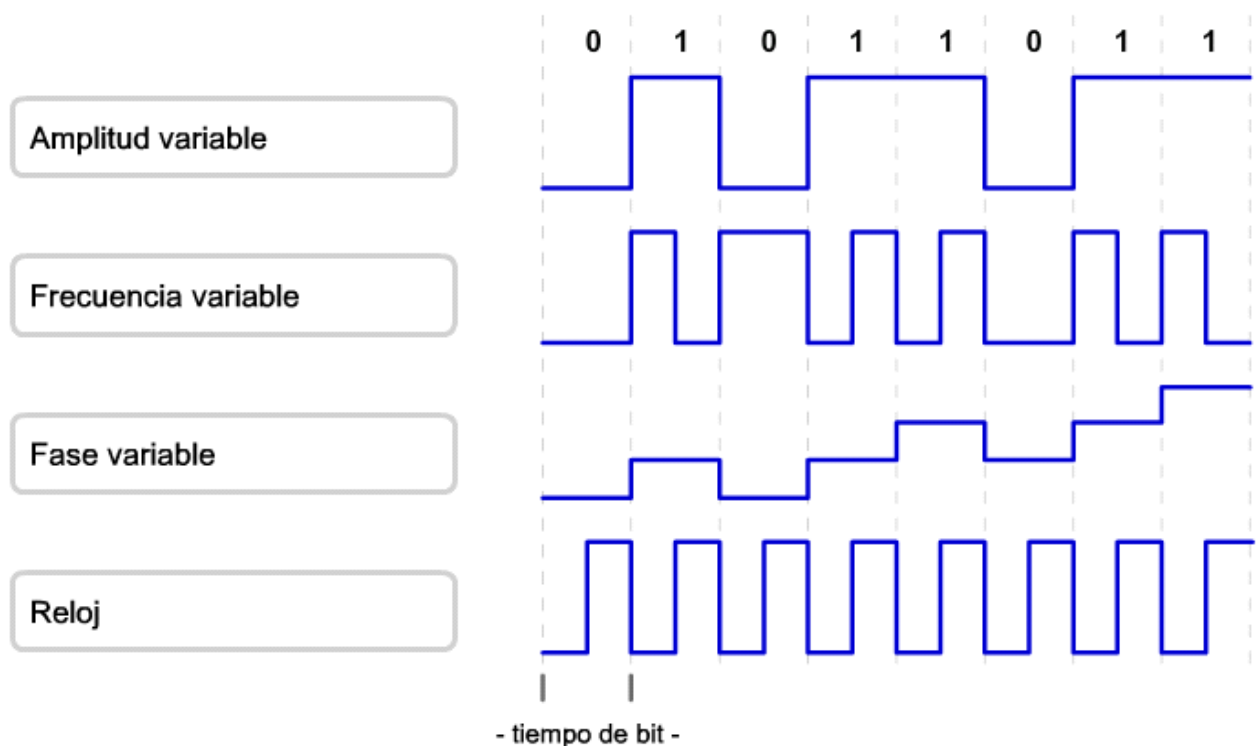
Métodos de señalización: un bit puede tener los siguientes parámetros

- Amplitud.
- Frecuencia.
- Fase.

Se tienen bits NRZ y RZ.

El transmisor y el receptor deben disponer de procedimientos comunes que les permitan codificar y decodificar los bits.

Formas de representar una señal en el medio



9.2.1.2 Señalización de bits para los medios

Señalización NRZ

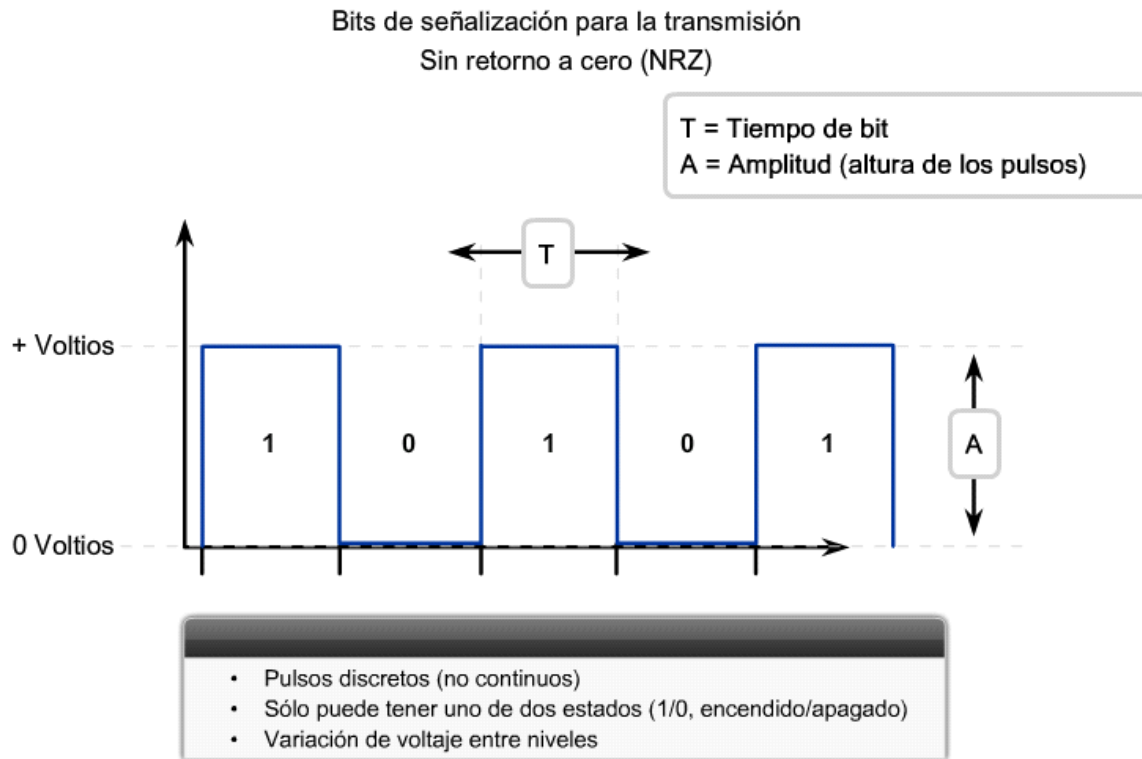
Un valor de voltaje alto representa un uno y un valor de voltaje bajo representa un cero.

No presenta transiciones permanentemente para la sincronización entre el emisor y el receptor.

La sincronización se pierde con una larga secuencia de unos o una larga secuencia de ceros.

Adecuado para enlaces de datos de velocidad lenta.

Es susceptible a errores.



9.2.1.3 Señalización de bits para los medios

Codificación Manchester. También denominado código de bifase.

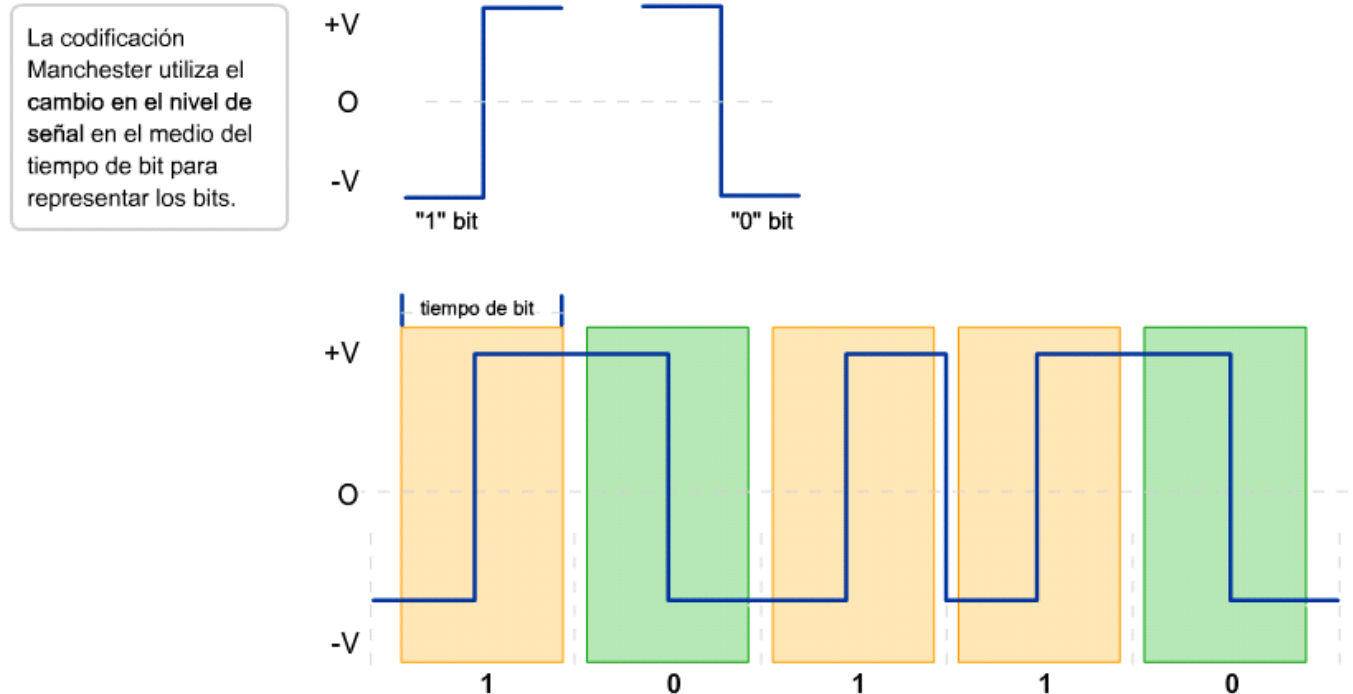
La transición se efectúa en la mitad de la duración del bit.

Tiene alta cantidad de transiciones y la componente DC tiene el valor de cero.

El estándar IEEE 802.3 establece la transición $[-V ; +V]$ para la representación del uno y la transición $[+V ; -V]$ para la representación del cero.

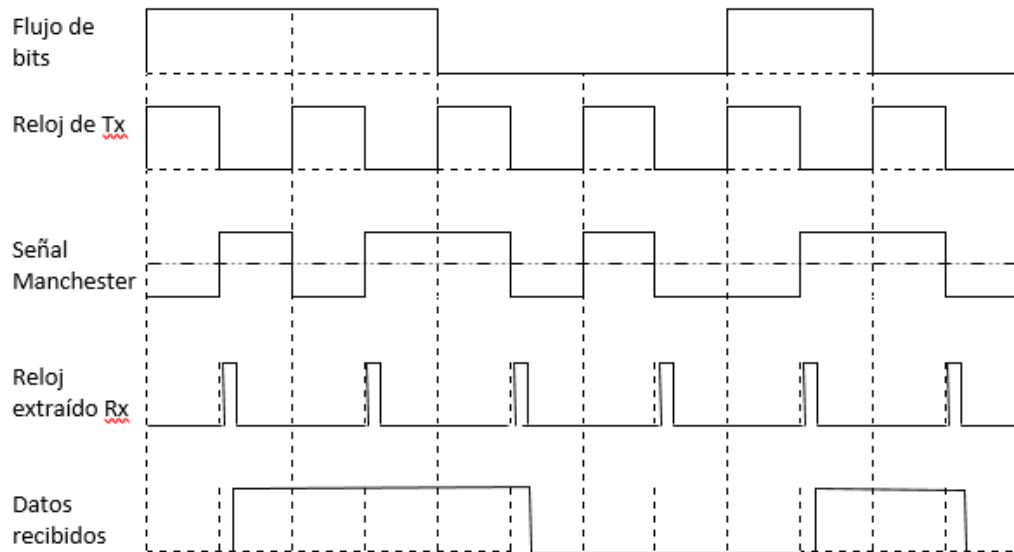
Usado en las redes 10BaseT ; 10 Mbit/s.

Bits de señalización para la transmisión
Codificación Manchester



9.2.1.4 Codificación Manchester

Una señal transmitida con el código Manchester ocupa el doble del ancho de banda comparada con una señal unipolar NRZ, en un medio de transmisión.
Los valores de las amplitudes de una señal Manchester tienen los valores de - 0.85 Voltios y + 0.85 Voltios.



9.2.2.1 Codificación. Agrupación de bits

La codificación se realiza por medio de una agrupación simbólica de bits que se propagan en el medio de transmisión.

A medida que la velocidad de transmisión se incrementa, también aumenta la posibilidad de errores que puedan aparecer en la señal que se propaga por el medio de transmisión.

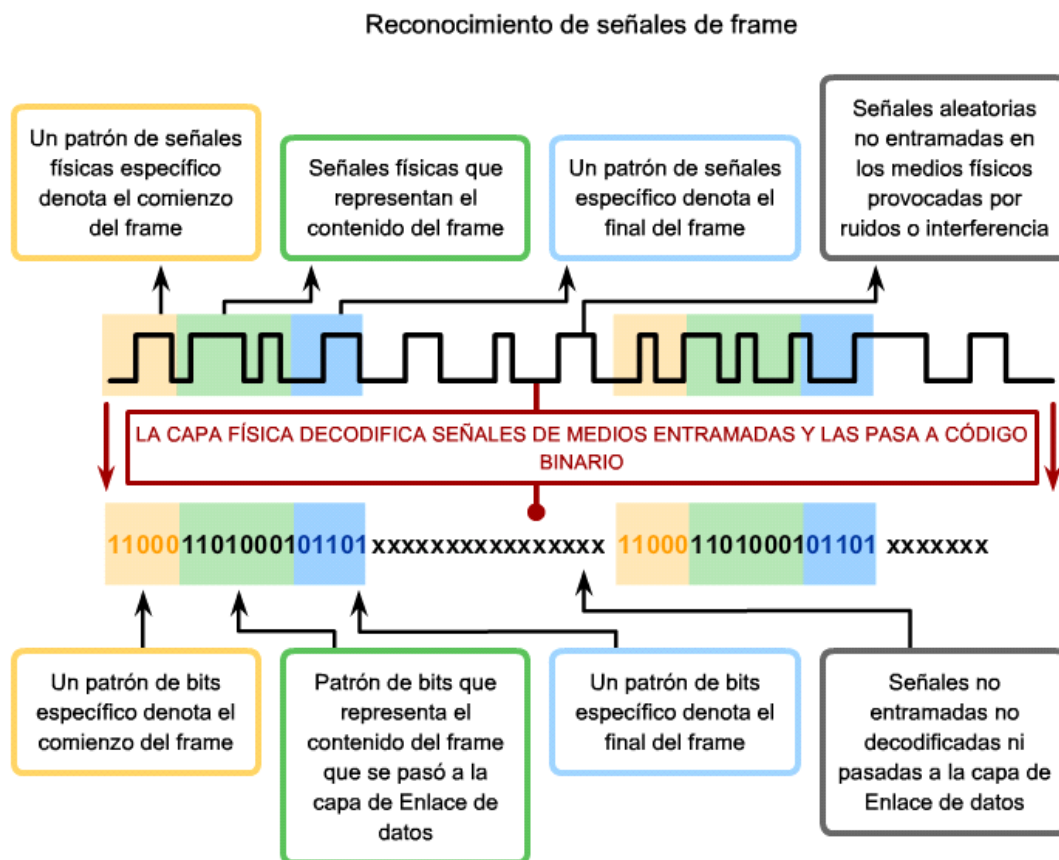
La codificación de señales permite la detección de errores.

La codificación debe detectar las señales de bits que se consideren válidas y eliminar las señales espurias que puedan aparecer aleatoriamente como consecuencia del ruido en un medio de transmisión.

Existen casos en los cuales es posible el incremento de la velocidad de transmisión de una señal por medio de la codificación.

Patrones de señales

Una manera de identificación de las tramas se realiza por medio de la asignación de patrones específicos que indiquen el comienzo y el final de una trama.



9.2.2.2 Codificación. Agrupación de bits

Las técnicas de codificación utilizan patrones de bits denominados símbolos.

La capa física utiliza un conjunto de símbolos codificados denominados grupos de códigos.

Un grupo de códigos es una secuencia consecutiva de bits de códigos que se interpretan y asignan como bits de datos.

Los grupos de códigos son conformados en la capa Física antes de la generación de los bits de datos por medio de señales eléctricas, ópticas o de radiofrecuencia.

La transmisión de símbolos permite la detección de errores y mejora la sincronización entre el transmisor y el receptor.

La transmisión de símbolos es útil en los enlaces de alta velocidad.

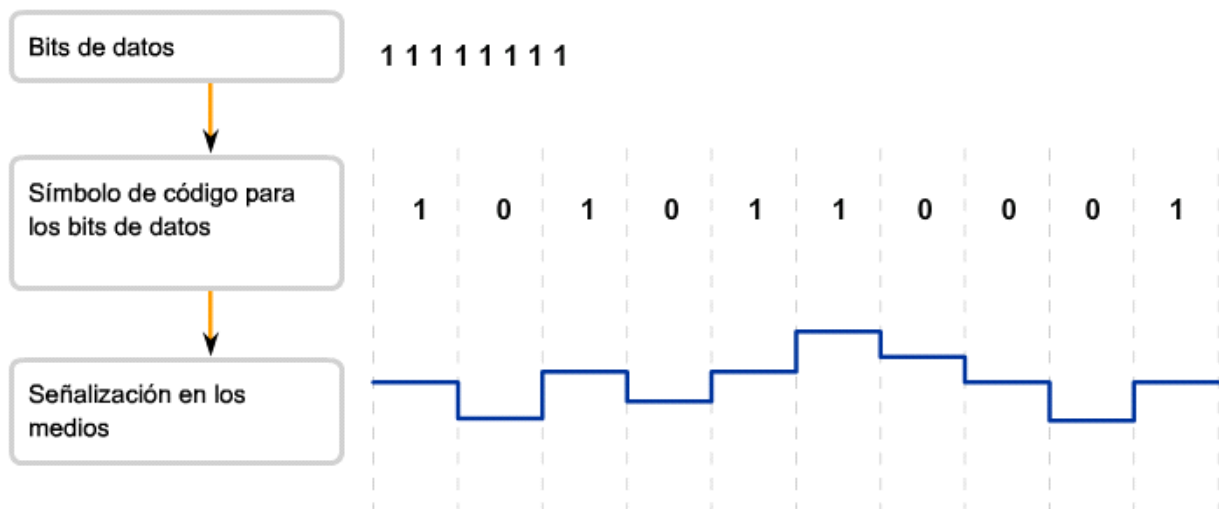
Reducción de los errores en el nivel de bits

Para la sincronización entre el transmisor y el receptor es necesario que en el medio de transmisión se propague una alta densidad de transiciones, lo cual se consigue con un equilibrio en la cantidad de unos y ceros.

Dependiendo de la secuencia de caracteres transmitidos, es posible el envío de una larga secuencia de unos o ceros consecutivos.

Los grupos de códigos se diseñan para la inserción de unos y ceros dentro de una larga secuencia de unos y ceros que sean transmitidos en forma consecutiva.

Grupos de códigos



9.2.2.3 Codificación. Agrupación de bits

Limitación de la energía transmitida

El proceso de equilibrio entre la cantidad de unos y ceros transmitidos permite que la componente de D.C. de una señal tenga el valor igual o próximo a cero. Una larga secuencia de unos podría generar un exceso de energía con el consecuente calentamiento de los emisores de señal como el láser y el fotodiodo, lo cual podría ocasionar que estos dispositivos funcionen fuera de la región de funcionamiento confiable.

Distinción entre datos y control

Los grupos de códigos incluyen tres tipos de símbolos

- Símbolos de datos: símbolos que representan los datos de la trama cuando esta se transmite a la capa física.
- Símbolos de control: códigos especiales introducidos en la capa física para el control de la transmisión. Entre ellos se incluyen los códigos de inicio, fin de trama y medios inactivos.
- Símbolos no válidos: símbolos cuyos patrones no están permitidos en una trama. Esto indica un error dentro de la trama.

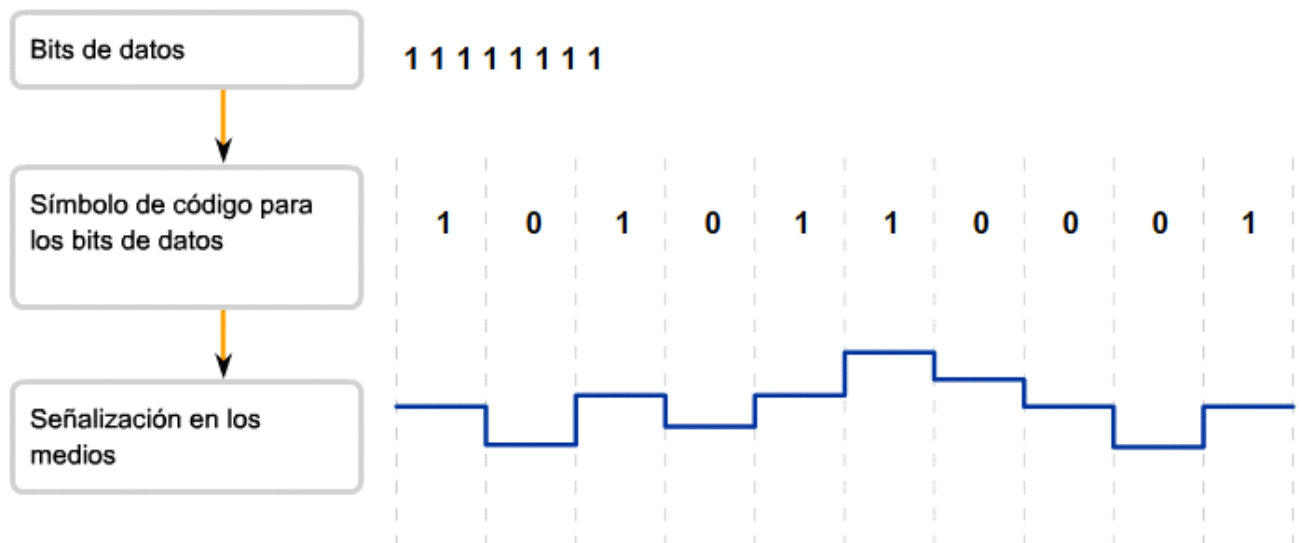
Todos los símbolos codificados en los medios son exclusivos.

Esto permite la identificación de cada uno de los campos dentro de una trama y su delimitación.

Mejoras en la detección de errores

Los símbolos inválidos pueden generar largas secuencias de unos y ceros. En esta circunstancia, un receptor puede determinar que se ha producido un error.

Grupos de códigos



9.2.2.4 Codificación. Agrupación de bits

En esta técnica, cuatro bits se convierten en cinco bits para su transmisión. En la técnica 4B/5B cada octeto se divide en dos partes de cuatro bits cada una. Cada grupo de cuatro bits se codifica como un símbolo de cinco bits para su transmisión.

Los símbolos incluyen códigos que indican el comienzo y el final de una trama. Aparentemente este proceso genera sobrecargas.

El código 4B/5B garantiza al menos una transición por cada código transmitido para lograr la sincronización.

La mayoría de los códigos 4B/5B equilibran la cantidad de unos y ceros para garantizar la sincronización.

De los 32 posibles grupos de códigos, se asignan 16 para los bits de datos.

Se utilizan seis restantes para los símbolos de control.

Los otros diez códigos restantes son considerados inválidos.

Ningún código tiene más de un cero inicial ni más de dos ceros finales. Esto evita la aparición de tres ceros consecutivos.

Existen al menos dos unos en cada código de cinco bits.

4B/5B se utiliza en las conexiones FDDI y 100Base-Tx.

Símbolos de código 4B/5B

Códigos de datos

Código 4B	Símbolo 5B
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

Códigos no válidos y de control

Código 4B	Símbolo 5B
inactivo	11111
inicio del stream	11000
inicio del stream	10001
final del stream	01101
final del stream	00111
error de transmisión	00100
inválido	00000
inválido	00001
inválido	00010
inválido	00011
inválido	00100
inválido	00101
inválido	00110
inválido	01000
inválido	10000
inválido	11001

9.2.2.5 Codificación. Agrupación de bits

Los grupos de cuatro bits 4B de un código original pueden tener un solo uno o pueden no algún bit con el valor uno.

Existen al menos dos unos en cada código de cinco bits 5B.

Ningún código 5B tiene más de un cero inicial ni más de dos ceros finales. Esto evita la aparición de tres ceros consecutivos.

4B/5B se utiliza en las conexiones FDDI y 100Base-Tx.

Símbolos de código 4B/5B

Códigos de datos

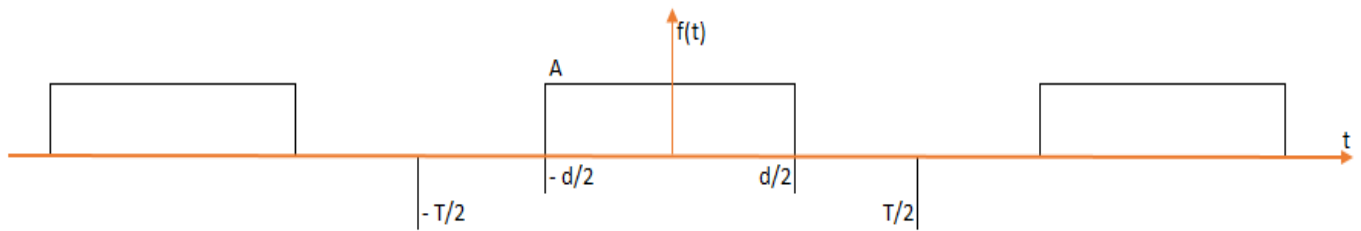
Código 4B	Símbolo 5B
0000	11110
0001	01001
0010	10100
0011	10101
0100	01010
0101	01011
0110	01110
0111	01111
1000	10010
1001	10011
1010	10110
1011	10111
1100	11010
1101	11011
1110	11100
1111	11101

Códigos no válidos y de control

Código 4B	Símbolo 5B
inactivo	11111
inicio del stream	11000
inicio del stream	10001
final del stream	01101
final del stream	00111
error de transmisión	00100
inválido	00000
inválido	00001
inválido	00010
inválido	00011
inválido	00100
inválido	00101
inválido	00110
inválido	01000
inválido	10000
inválido	11001

9.2.2.6 Ancho de banda de una señal digital

Para una señal digital unipolar periódica NRZ, el espectro de frecuencia complejo tiene la expresión



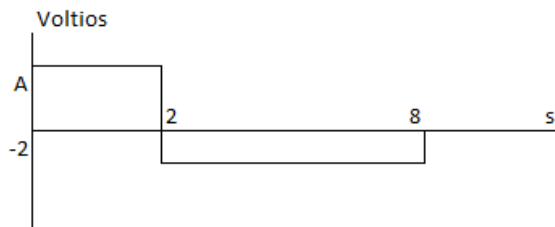
$$C_n = \frac{A d}{T} \frac{\text{sen} \frac{n \omega_o d}{2}}{\frac{n \omega_o d}{2}}$$

El ancho de banda que ocupa la señal está dada por la expresión $AB = \frac{1}{d}$

9.2.2.7 Ejemplos

Ejemplo: una onda rectangular unipolar NRZ tiene la velocidad de propagación de 10 Mbits/s en un medio de transmisión. Calcule el ancho de banda que ocupa dicha onda.

Ejemplo: calcule el valor de la amplitud A en la onda rectangular periódica, para que la componente de D.C. tenga el valor de cero.



9.2.2.8 Capacidad para transportar datos

Los diferentes medios físicos admiten la transferencia de bits a distintas velocidades. La velocidad de transferencia de información puede ser medido de las siguientes formas:

- Ancho de banda.
- Rendimiento.
- Capacidad de transferencia útil.

Ancho de banda

El ancho de banda digital mide la cantidad de información digital que un medio puede transportar de un lugar hasta otro.

La unidad de medida usualmente usada es Kbit/s y Mbit/s.

El ancho de banda práctico de una red se determina por las tecnologías de generación de una señal, la capacidad de transporte del medio de transmisión y la capacidad de detección de los receptores para la recuperación de la señal original.

Unidades de ancho de banda, velocidad de transmisión (throughput) y capacidad de transferencia útil

Unidad de ancho de banda	Abreviatura	Equivalencia
Bits por segundo	bps	1 bps = unidad fundamental de ancho de banda
Kilobits por segundo	kbps	1kbps = 1000bps = 10^3 bps
Megabits por segundo	Mbps	1Mbps = 1000000bps = 10^6 bps
Gigabits por segundo	Gbps	1Gbps = 1000000000bps = 10^9 bps
Terabits por segundo	Tbps	1Tbps = 1000000000000bps = 10^{12} bps

9.2.2.9 Capacidad para transportar datos

Rendimiento: throughput

Es la medida de la transferencia de bits a través de un medio durante un período de tiempo predeterminado.

En una red Ethernet, el acceso al medio es por contención. La velocidad se degrada en la medida que el número de usuarios se incrementa en la red.

En una red con numerosos segmentos, la velocidad de transferencia de información nunca puede ser igual o superior a una red que tuviese un único enlace entre los puntos extremos.

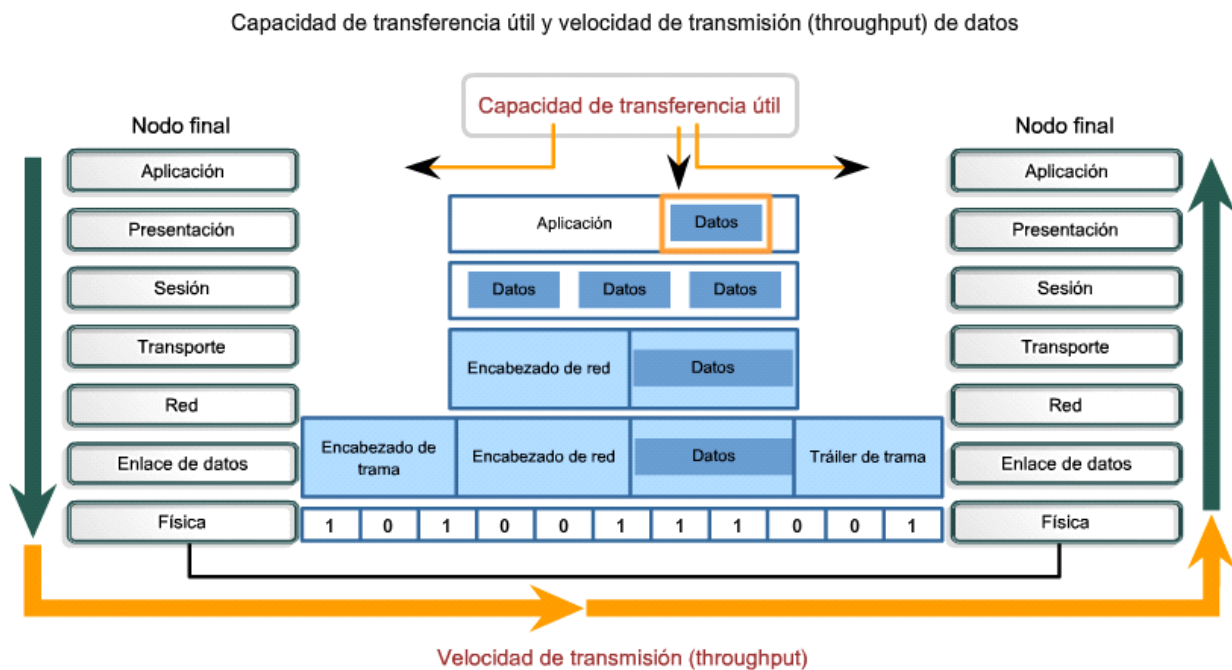
Capacidad de transferencia útil

Es la medida de datos utilizables transferidos en un determinado tiempo.

La capacidad de transferencia útil mide la capacidad de transferencia de los datos del usuario entre las entidades de aplicación.

La capacidad de transferencia útil considera los bits de sobrecarga del protocolo.

El protocolo establece sesiones, realiza acuses de recibo, encapsulaciones ect.



La velocidad de transmisión (throughput) de **datos** es el rendimiento real de la red. La **capacidad de transferencia útil** es una medida de la transferencia de datos utilizables una vez que se ha eliminado el tráfico de encabezado de protocolo.

9.3.1.1 Tipos de medios físicos

Los cables del tipo T se encuentran entorchados.

Los tipos de Ethernet más comunes son:

	Velocidad, Mbps	Nombre alternativo	Estándar IEEE	Tipo de cable, Longitud máxima
Ethernet	10	10Base-T	IEEE 802.3	Cobre, 100 m
Fast Ethernet	100	100Base-TX	IEEE 802.3u	Cobre, 100 m
Gigabit Ethernet	1000	1000Base-LX 1000Base-SX	IEEE 802.3z	Fibra, 550 m. SX ; 5 Km LX
Gigabit Ethernet	1000	1000Base-T	1000Base-T	100 m

9.3.1.2 Tipos de medios físicos

En esta capa se realizan las especificaciones correspondientes a los valores de amplitud de los pulsos eléctricos, longitudes de onda de los haces de luz que se propagan en la fibra óptica y las frecuencias de los emisores inalámbricos.

Numerosas organizaciones que establecen estándares han publicado normas relacionadas con las señales, tipos de medios, clases de conectores y todo lo relacionado con los dispositivos usados en la capa Física.

Medio Ethernet.

Medios físicos: Características

Medios Ethernet

	10BASE-T	100BASE-TX	100BASE-FX	1000BASE-CX	1000BASE-T	1000BASE-SX
Medios	UTP Categoría 3, 4, 5 EIA/TIA, cuatro pares	UTP Categoría 5 EIA/TIA, dos pares	50/62,5m fibra multimodo	STP	UTP Categoría 5 (o superior) EIA/TIA, cuatro pares	fibra multimodo de 50/62,5 micrones
Longitud máxima del segmento	100m (328 pies)	100m (328 pies)	2km (6562 pies)	25m (82 pies)	100m (328 pies)	Hasta 550m (1804 pies) según la fibra utilizada
Topología	Estrella	Estrella	Estrella	Estrella	Estrella	Estrella
Conector	ISO 8877 (RJ-45)	ISO 8877 (RJ-45)		ISO 8877 (RJ-45)		

1000BASE-LX	1000BASE-ZX	10GBASE-ZR
fibra multimodo de 50/62,5 micrones o fibra monomodo de 9 micrones	fibra monomodo de 9m	fibra monomodo de 9m
550m (MMF) 10km (SMF)	Aprox. 70km	Hasta 80km
Estrella	Estrella	Estrella

9.3.1.3 Tipos de medios físicos

Medios inalámbricos

Medios físicos: Características

Medios inalámbricos

Estándares	Bluetooth 802.15	802.11 (a, b, g, n), HiperLAN 2	802, 11, MMDS, LMDS	GSM, GPRS, CDMA, de 2,5 a 3G
Velocidad	<1Mbps	de 1 a 54+ Mbps	22Mbps+	de 10 a 384Kbps
Rango	Corto	Medio	De medio a largo	Largo
Aplicaciones	Punto a punto dispositivo a dispositivo	Redes empresariales	Fijo, acceso de última milla	PDA, teléfonos móviles, acceso celular

9.3.2.1 Medios de cobre

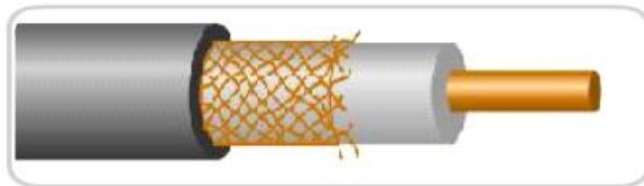
El medio de cobre transporta los bits de control y de datos de la trama.

El cable coaxial consta de un conductor en la parte central y un blindaje en la periferia la cual esta protegido por un forro plástico.

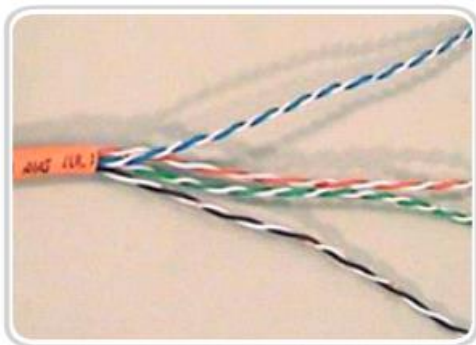
Los cables para la red Ethernet se encuentran entorchados, y pueden ser blindados ó sin blindaje exterior.

El conector más utilizado tiene la referencia RJ-45.

Medios de cobre



Cable coaxial



Cable de par trenzado no blindado



Conexiones RJ-45

9.3.2.2 Medios de cobre

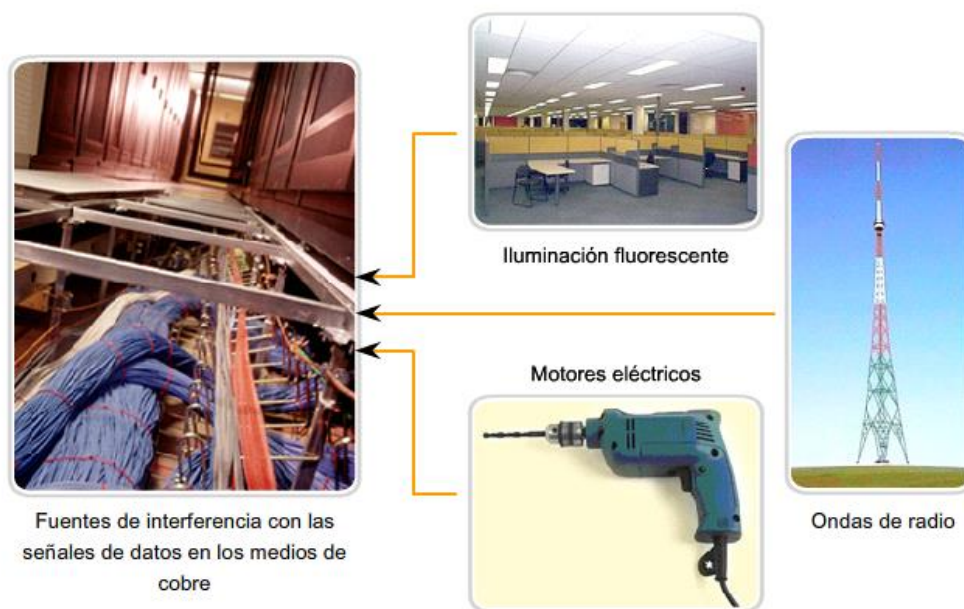
Interferencia de señal externa

Los datos se transmiten en cables de cobre como impulsos eléctricos. Un detector en la interfaz de red de un dispositivo de destino debe recibir una señal que pueda decodificarse exitosamente para que coincida con la señal enviada.

Los valores de voltaje y sincronización en estas señales son susceptibles a la interferencia o "ruido" que se genera fuera del sistema de comunicaciones. Estas señales no deseadas pueden distorsionar y corromper las señales de datos que se transportan a través de los medios de cobre. Las ondas de radio y los dispositivos electromagnéticos como luces fluorescentes, motores eléctricos y otros dispositivos representan una posible fuente de ruido.

Los tipos de cable con blindaje o trenzado de pares de alambre están diseñados para minimizar la degradación de señales debido al ruido electrónico.

Interferencia externa con los medios de cobre



9.3.3.1 Cable de par trenzado no blindado UTP

Es escasamente afectado por la interferencia electromagnética externa y la interna procedente de otros conductores.

El campo electromagnético generado en un conductor se cancela con el campo generado en otro conductor con el cual esta trenzado.

Los estándares están establecidos por la Asociación de Industrias de Telecomunicaciones TIA y por la Alianza de Industrias Electrónica EIA.

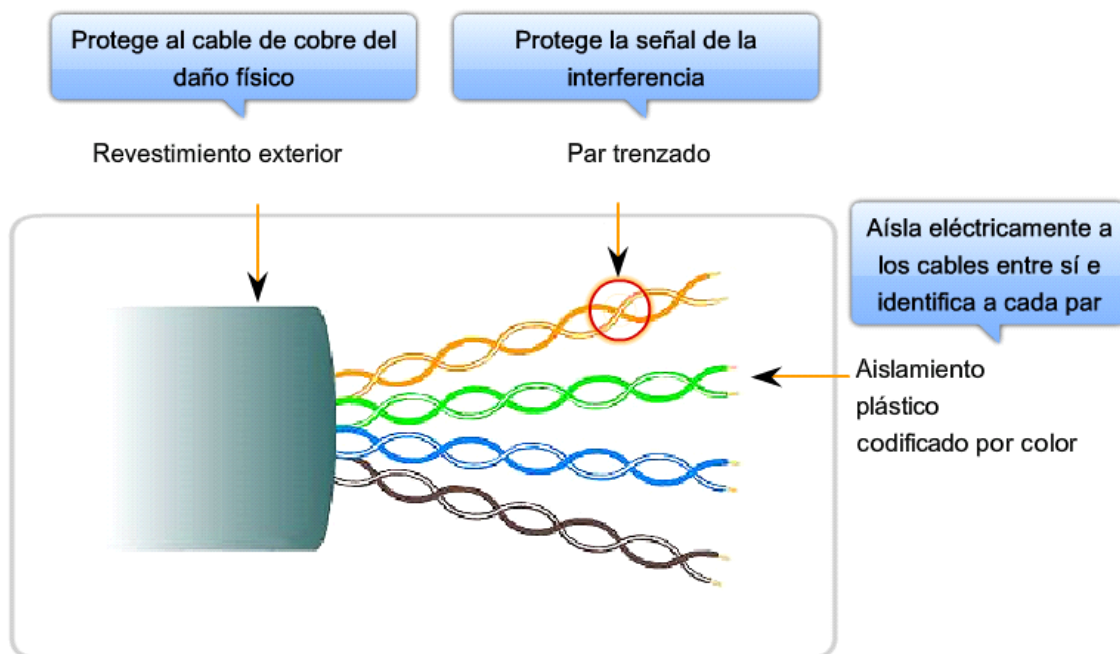
Cable con revestimiento plástico, trenzado y con códigos de colores.

Actualmente se usan las categorías cinco y seis.

La Cat5 se usa para 100Base-T.

La Cat6 se usan para anchos de banda mayores.

Cable de par trenzado no blindado (UTP)



9.3.3.2 Cable de par trenzado UTP

Conexión de estaciones de trabajo, hubs, switches y enrutadores.

Los estándares son T568A y T568B.

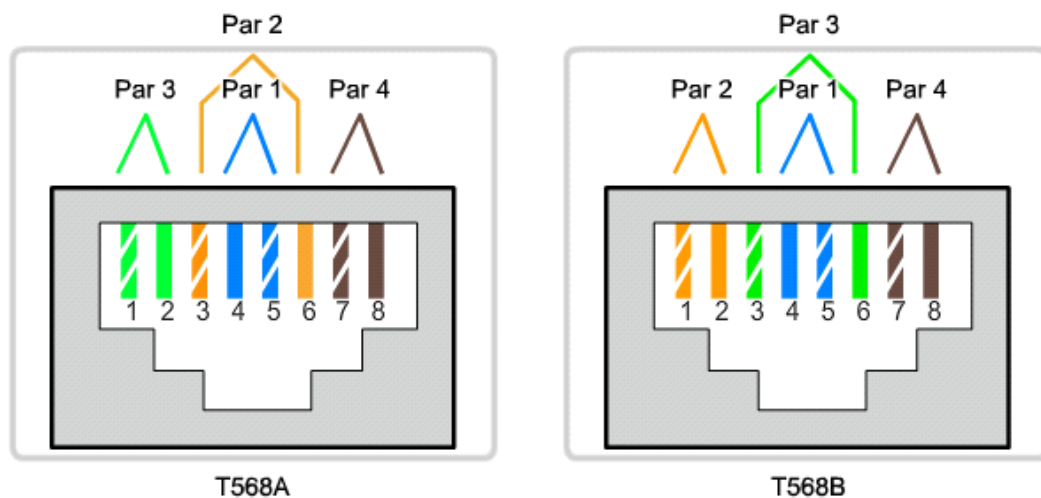
Las conexiones pueden ser

- Directas.
- Cruzadas.
- Transpuestas.

Conector del tipo RJ-45.

Tipos de cables directo, de conexión cruzada y transpuesto

Tipo de cable	Estándar	Aplicación
Cable directo de Ethernet	Ambos extremos T568A o ambos extremos T568B	Conexión de un host de red a un dispositivo de red como un switch o un hub.
Cruzado Ethernet	Un extremo T568A, otro extremo T568B	Conexión de dos hosts de red. Conexión de dos dispositivos intermediarios de red (switch a switch o router a router).
Transpuesto	Patentado por Cisco	Conecte el puerto serial de una estación de trabajo al puerto de consola de un router utilizando un adaptador.



9.3.4.1 Otros cables de cobre

Cable coaxial

Compuesto por un conductor interno, una cubierta aislante, una malla metálica para la reducción de las interferencias y una cubierta aislante externa protectora.

Usos del cable coaxial

El cable coaxial fue utilizado en las primeras instalaciones de las redes de área local.

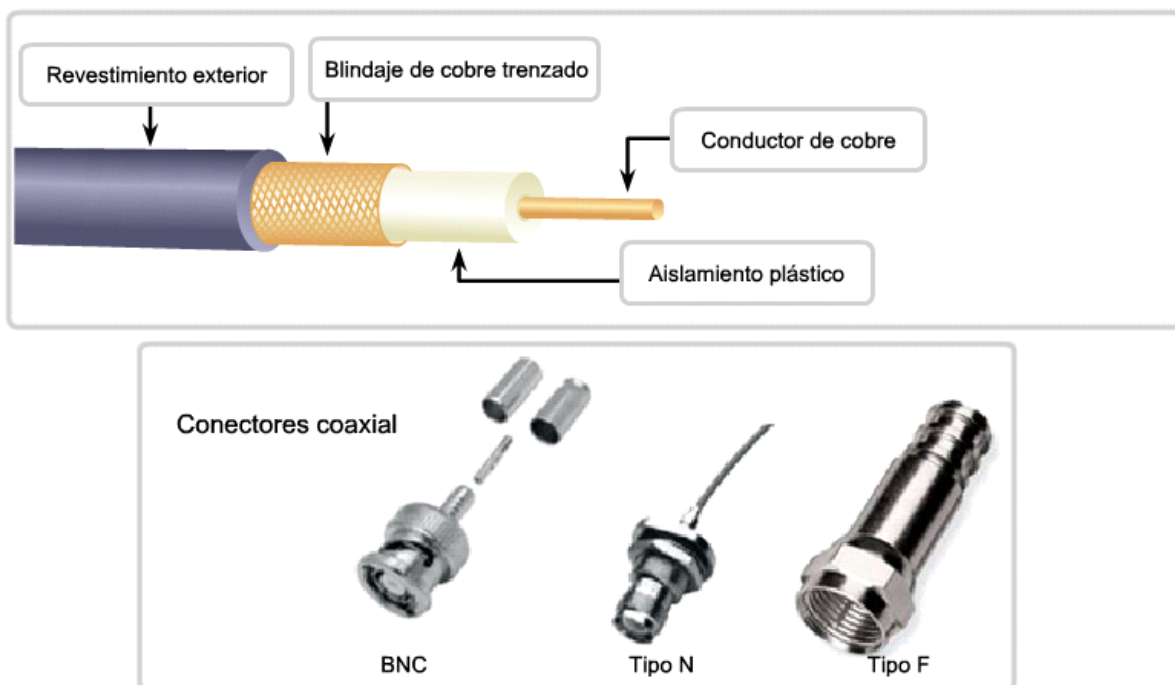
La topología usada fue en bus. Debido a la falta de centralización en la instalación se dificultó el mantenimiento operativo de una red.

Se utiliza en las instalaciones de televisión por cable.

En algunos servicios de telecomunicaciones de banda ancha, el tramo comprendido desde el operador hasta las cercanías a un edificio o conjunto residencial se utiliza la fibra óptica y el último recorrido se finaliza con cable coaxial.

El cable UTP debido sus costos menores y a la posibilidad de implementación de un cuarto de telecomunicaciones con mantenimiento centralizado sustituyó al cable coaxial.

Diseño del cable coaxial



9.3.4.2 Cable coaxial

Ejemplo de frecuencias de señales y servicios usados con cable coaxial

Tabla N°2 Bandas de frecuencia y asignación de canales		
Banda (MHz)	Asignación de Canales	
	TV libre recepción	TV Cable
54-60	2	2
60-66	3	3
66-72	4	4
72-80	5	5
~		
82-88	6	6
88-108	Emisoras FM	
~		
120-126	Servicios VHF	14
126-132		15
132-138		16
138-144		17
144-150		18
150-156		19
156-162		20
162-168		21
168-174		22
174-180	7	7
180-186	8	8
186-192	9	9
192-198	10	10
198 - 204	11	11
204 - 210	12	12
210 - 216	13	13
216 - 222	Otros servicios VHF	23
222 - 228		24
228 - 234		25
234 - 240		26
240 - 246		27
246 - 252		28
252 - 258		29
258 - 264		30
264 - 270		31
~		
294 - 300	36	

300 - 306	37	
306 - 312	38	
~		
438 - 444	60	
444 - 450	61	
450 - 456	62	
~		
470 - 476	14	
476 - 482	15	
482 - 488	16	
~		
554 - 560	28	
560 - 566	29	
566 - 572	30	
~		
576 - 582		83
582 - 588		84

En el concepto de redes CATV multiservicios la banda de frecuencias se ha ampliado y reasignado como se indica a continuación:

Banda (MHz)	Dirección	Aplicación
5-42	Retorno	Señales de control y datos del abonado. Eventualmente telefonía digital
54-550	Directa	Canales de TV analógicos de 6 MHz (total 80)
550-750		Canales de TV Digitales comprimidos y/o señales digitales de transmisión de datos y/o telefonía
750-1000		Transmisión de datos, telefonía digital y/o PCS

9.3.4.2 Otros cables de cobre

Cable de par blindado STP

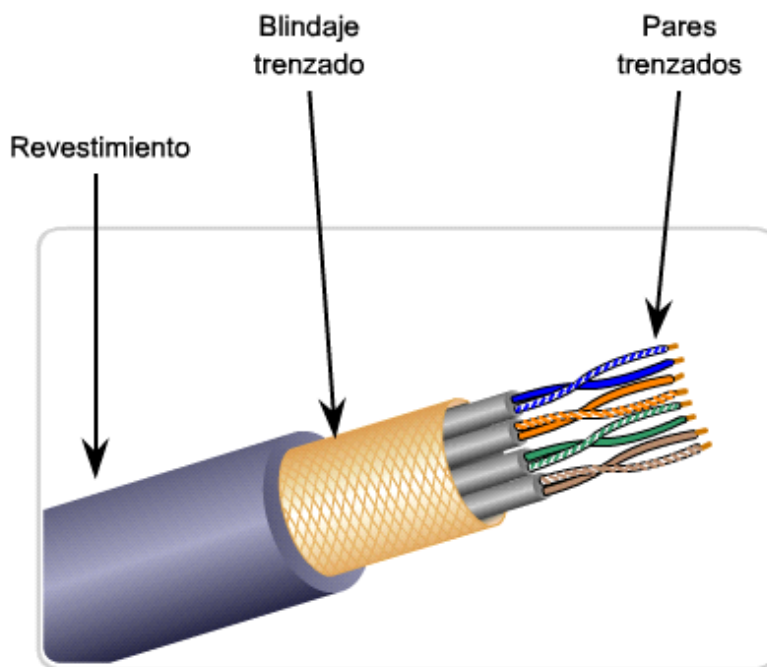
Todos los pares están cubiertos por una malla metálica.

Ofrece una mejor protección contra el ruido comparado con el UTP pero el precio es mayor que el UTP.

Usado inicialmente en las redes Token Ring las cuales han sido sustituidas por Ethernet.

El estándar 10Base-T inicialmente utilizó este tipo de cable.

Cable de par trenzado blindado (STP)



9.3.5 Seguridad de los medios de cobre

Peligro de la electricidad

Casos de diferencia de potencial apreciable entre los conductores por fallas en los puntos de generación de energía.

Conexión accidental del chasis metálico a los equipos con los cables.

Diferencias de potencial en la conexión a tierra entre diferentes edificios.

Descargas atmosféricas que se propagan través de los conductores.

Peligros de incendio

La cubierta interna y la carcasa externa de plástico son elementos inflamables, los cuales con el calentamiento despiden emanaciones tóxicas.

Seguridad de los medios de cobre



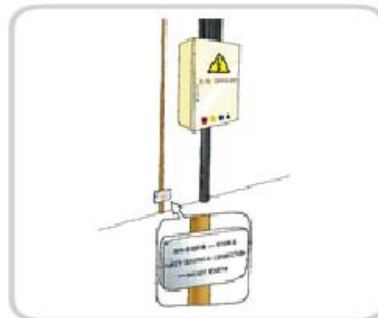
La separación entre el cableado de datos y el de energía eléctrica debe cumplir con los códigos de seguridad.



Los cables deben estar conectados correctamente.



Se deben verificar las instalaciones para detectar cualquier daño.



El equipo debe estar correctamente conectado a tierra.

9.3.6.1 Medios de fibra

Uso de fibras de vidrio ó plástico para el transporte de la información.

Los bits se codifican como impulsos de luz.

Este medio de transmisión tiene un ancho de banda superior a los medios alámbricos e inalámbricos. La determinación del ancho de banda en algunos tipos de fibra aún se encuentra en un proceso de evaluación.

Comparación entre el cableado de cobre y la fibra óptica

La fibra es inmune a la interferencia electromagnética.

No existe inconveniente con la diferencia entre los potenciales de tierra ni con la conducción de la descarga atmosférica.

La atenuación de la señal es baja.

Inconvenientes con la fibra

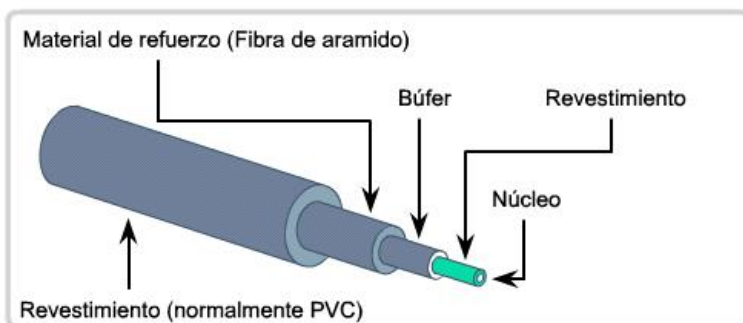
Más costoso que el cable de cobre.

Requerimiento de elementos costosos para la conectorización, diagnóstico de funcionamiento y reparación de una sección averiada.

Manejo más cuidadoso que los medios de cobre.

Uso extensivo de la fibra óptica para el cableado troncal dentro de los edificios y entre los edificios debido a su gran ancho de banda, baja pérdida e inmunidad a la interferencia electromagnética.

Diseño de cables de medios de fibra



Conectores de fibra

9.3.6.2 Medios de fibra

Fabricación del cable

Revestimiento de PVC y otros materiales que rodean al núcleo para evitar la pérdida de la señal que se propaga a través de la fibra.

Los conectores permiten que se puedan acomodar dos fibras en sus terminales para una transmisión full dúplex.

Cada fibra óptica transmite en un solo sentido.

Diseño de cables de medios de fibra

La fibra proporciona comunicaciones full duplex con un cable dedicado para cada dirección.



9.3.6.3 Medios de fibra

Generación y detección de señales ópticas

Los láseres y leds generan impulsos luminosos con la presencia o ausencia de una señal en sus terminales de entrada.

Los dispositivos electrónicos, por medio de fotodiodos, detectan la presencia o ausencia de los impulsos luminosos, lo cual le permite la regeneración de los impulsos eléctricos.

Estos haces de luz que se propagan por la fibra afectan a los ojos.



Fibra monomodo

Emisor laser, diámetro angosto de la fibra, alta directividad de la luz, grandes distancias.

Fibra multimodo

Emisor LED, mayor diámetro de la fibra que el tipo monomodo, poca directividad de luz, corto alcance. La señal recibida en un extremo no es homogénea debido a los retardos que tienen las señales reflejadas que ingresan con diferentes ángulos. La señal dispersa recibida en uno de los extremos determina la dispersión modal de la fibra óptica.

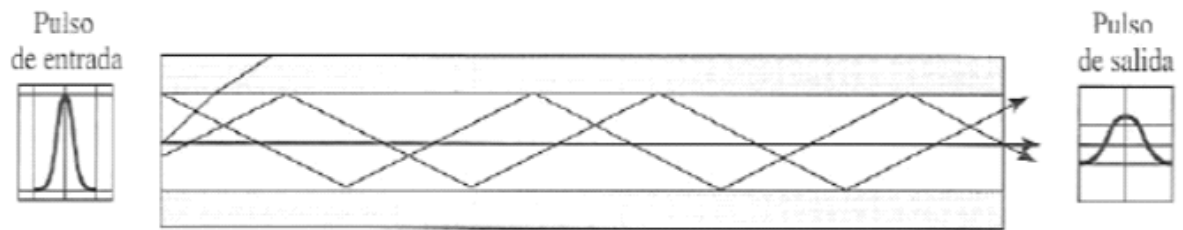
Modos de medios de fibra

Monomodo	Multimodo
 <p>Revestimiento polimérico</p> <p>Produce un único recorrido directo para la luz</p> <p>Revestimiento de vidrio 125 micrones de diámetro</p> <p>Núcleo de vidrio = 8 a 10 micrones</p>	 <p>Revestimiento polimérico</p> <p>Permite recorridos múltiples para la luz</p> <p>Revestimiento de vidrio 125 micrones de diámetro</p> <p>Núcleo de vidrio = 50/62.5 10 micrones</p>
<ul style="list-style-type: none">• Núcleo pequeño• Menor dispersión• Adecuado para aplicaciones de larga distancia (hasta 100km, 62,14 millas)• Utiliza láser como fuente de luz, a menudo en backbones de campus, para distancias de varios miles de metros	<ul style="list-style-type: none">• Núcleo mayor que el del cable monomodo (50 micrones o superior)• Permite mayor dispersión y, por lo tanto, pérdida de señal• Usado para aplicaciones de larga distancia, pero para menores distancias que el monomodo (hasta ~2km, 6560pies)• Usa LED como fuente de luz a menudo en las LAN o para distancias de unos doscientos metros dentro de una red de campus

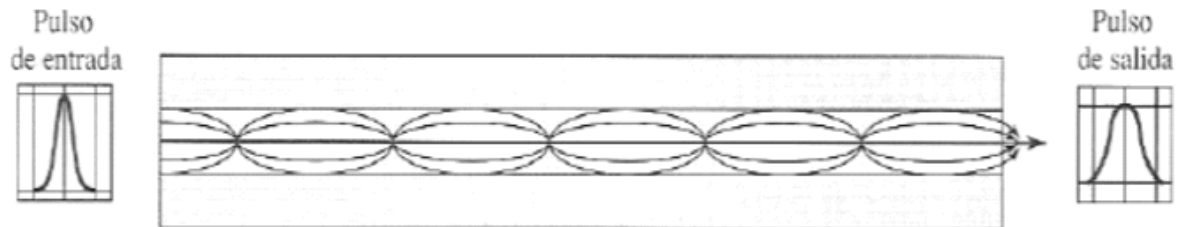
9.3.6.4 Rango de frecuencia de la fibra óptica

Rango de longitudes de onda (en el vacío) (nm)	Rango de frecuencia (THz)	Etiqueta	Tipo de fibra	Aplicación
820 a 900	366 a 33	S C L	Multimodo	LAN
1.280 a 1.350	234 a 222		Monomodo	Varias
1.528 a 1.561	196 a 192		Monomodo	WDM
1.561 a 1.620	192 a 185		Monomodo	WDM

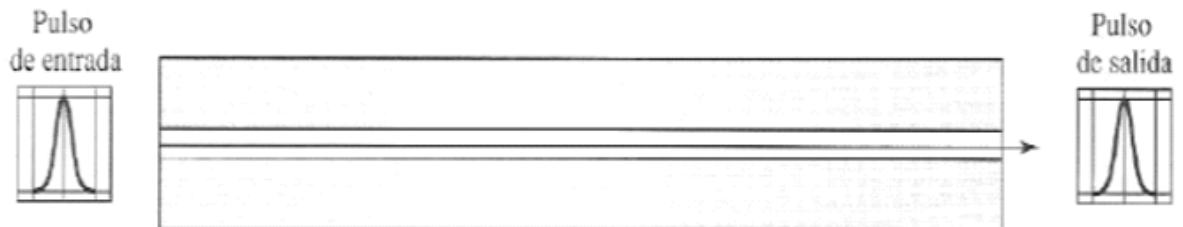
9.3.6.5 Transmisión en una fibra óptica



(a) Multimodo de índice discreto

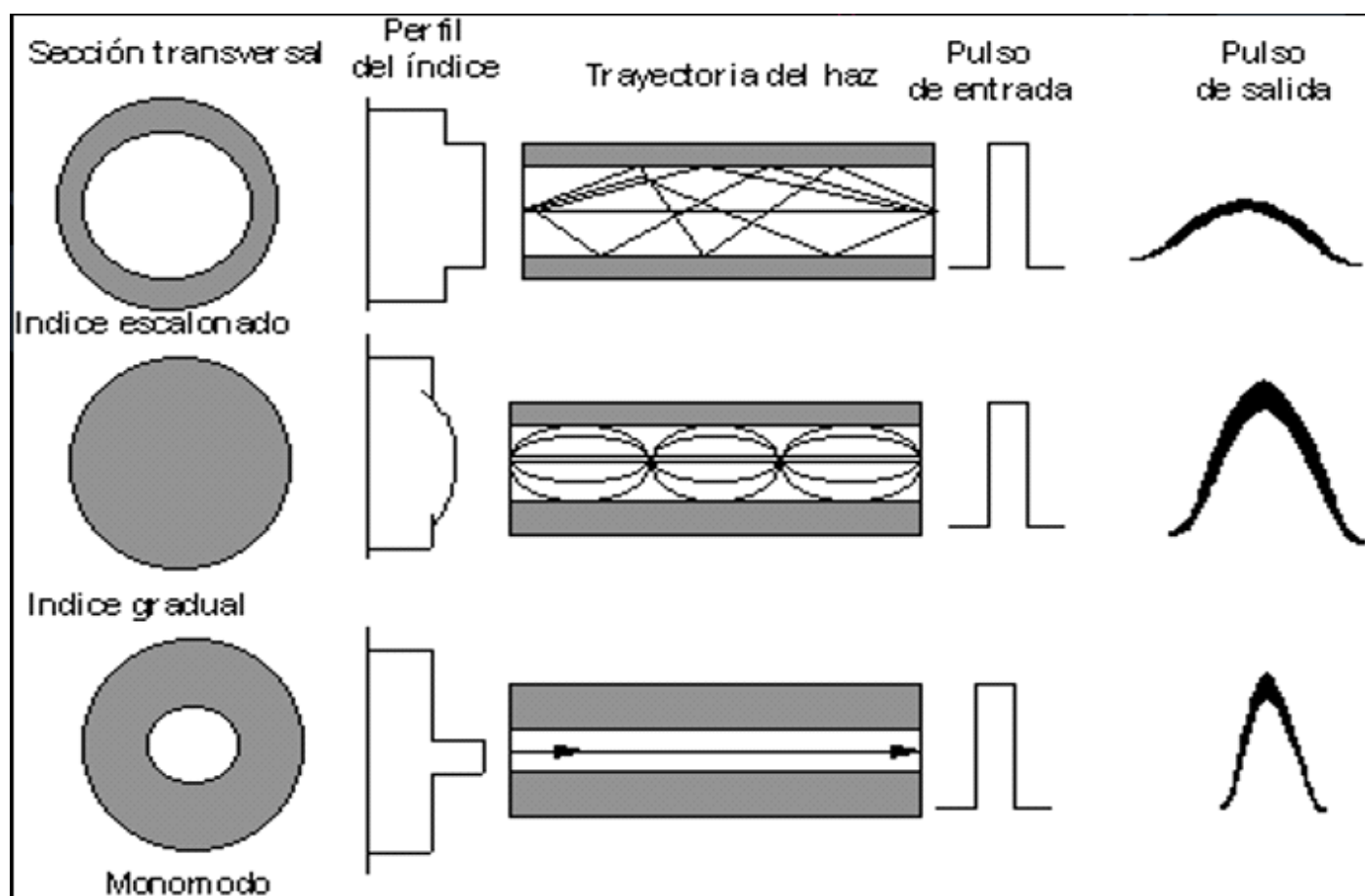


(b) Multimodo de índice gradual



(c) Monomodo

9.3.6.6 Transmisión en una fibra óptica



9.3.7.1 Medios inalámbricos

Los medios inalámbricos transportan señales electromagnéticas correspondientes a los dígitos binarios de las transmisiones de datos.

Las tecnologías inalámbricas funcionan bien en los entornos abiertos, sin embargo existen dificultades en las zonas urbanas donde existen altas densidades de edificaciones, tendidos eléctricos, transformadores de energía eléctrica y otros servicios radioeléctricos que podrían causar interferencia en el espectro electromagnético.

Enlace de microondas para larga distancia y enlace Wi-Fi de corta distancia.

Debido a la accesibilidad a la señal radiada, en caso que no existan procedimientos de autenticación, cualquier usuario no autorizado podría ingresar a la red.

Seguridad y señales de medios inalámbricos



9.3.7.2 Medios inalámbricos

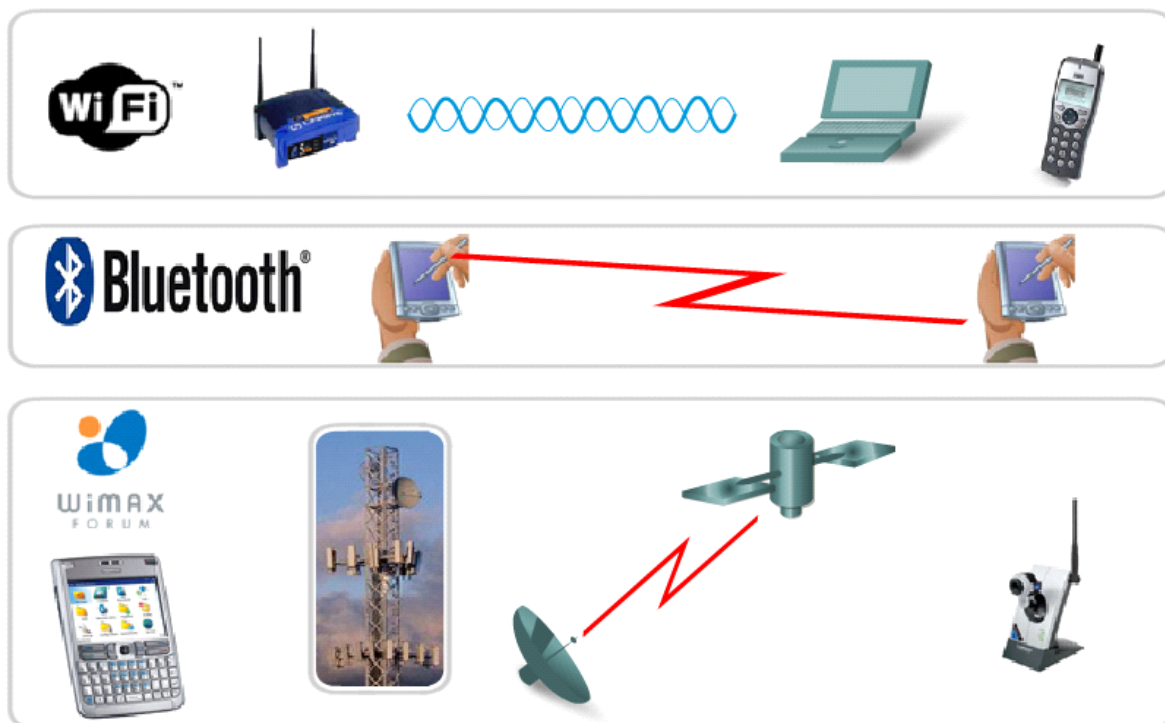
Tipos de redes inalámbricas

Existen cuatro normas estándares utilizados para las redes inalámbricas.

- IEEE estándar 802.11: Wi-Fi, denominada también tecnología LAN inalámbrica. Los usuarios acceden a la red por contención CSMA/CA. La cobertura de 30 metros aproximadamente.
- IEEE estándar 802.15, es un estándar de red de área personal, denominado Bluetooth, la cobertura tiene un alcance de 100 metros aproximadamente.
- IEEE estándar 802.16, WiMax, utiliza una topología punto-multipunto para proporcionar un acceso de ancho de banda inalámbrico, la cobertura de la red puede alcanzar 50 Km.
- Sistema Global para Comunicaciones Móviles GSM, incluye las especificaciones de la capa Física que habilitan la implementación del protocolo Servicio General de Radio por paquetes GPRS, para la transferencia de datos a través de redes celulares móviles.

Otro tipo de tecnología inalámbrico lo conforman los enlaces satelitales. Los protocolos, incluso GPRS, permiten la transferencia de datos entre estaciones terrestres y enlaces satelitales.

Tipos y estándares de medios inalámbricos



9.3.7.3 Medios inalámbricos

LAN inalámbrica

Una LAN inalámbrica requiere de los siguientes dispositivos de red

- Punto de acceso inalámbrico: concentra las señales inalámbricas de los usuarios y se conecta con la red LAN de cobre, generalmente Ethernet.
- Adaptadores NIC inalámbricos: proporciona la capacidad de comunicación inalámbrica a cada host.

IEEE 802.11a: frecuencia de operación de 5 Ghz y velocidad de 54 Mbps. No compatible con IEEE802.11b ni 802.11g. Poco alcance.

IEEE 802.11b: frecuencia de 2,4 Ghz y velocidad de hasta 11 Mbps. Mayor alcance que 802.11a.

IEEE 802.11g: frecuencia de 2,4 Ghz y velocidad de hasta 54 Mbps.

IEEE 802.11n: frecuencia de 2,4 Ghz o 5 Ghz y velocidad desde 100 a 210 Mbps. Alcance de aproximadamente 70 metros.

La conveniencia del uso de tecnologías inalámbrica permite el acceso a la red sin el uso de cables ni instalaciones especiales, permite la movilidad del host.

Adaptadores y puntos de acceso de una WLAN



Punto de acceso
inalámbrico



Adaptadores
inalámbricos

9.3.8.1 Conectores de medios

Conectores comunes de medios de cobre

Los diferentes estándares de la capa física especifican el uso de distintos conectores.

Estos estándares establecen las propiedades eléctricas y mecánicas de los conectores y partes componentes de los conectores.

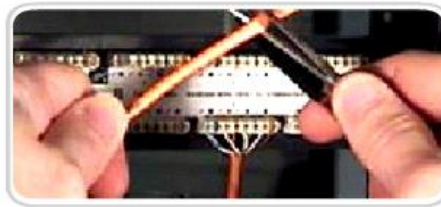
Algunos conectores pueden parecer idénticos, sin embargo pueden ser usados para las conexiones con los equipos de una manera diferente. Por ejemplo los conectores RJ-45 para la conexión con los cables conforme a los estándares 568A y 568B.

Algunos tipos de cables se consiguen prefabricados como por ejemplo los cordones de empalmes (patch cord) y en otros casos es necesario realizar el tendido de los cables y el trabajo de conectorización conforme a la longitud requerida de cable.

Conectores de medios de cobre



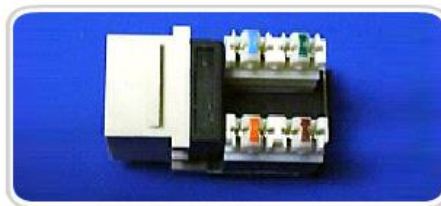
Bloque de
inserción a
presión 110



Conectores UTP
RJ-45



Socket UTP RJ-
45

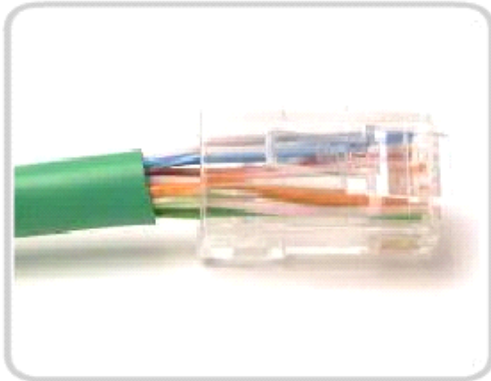


9.3.8.2 Conectores de medios

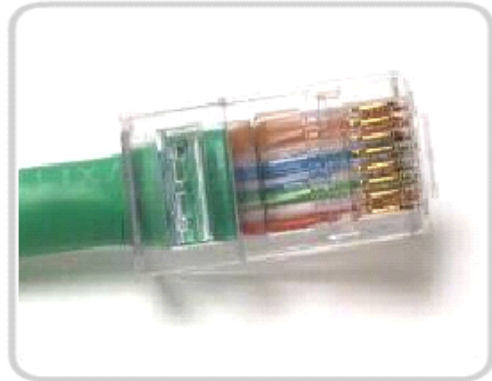
Terminación correcta del conector

Posibilidad de averías en las conexiones que funcionan con tecnologías diferentes.

Conectores de medios de cobre Terminación RJ-45



Conector defectuoso: Los hilos están sin trenzar en un trecho demasiado largo.



Conector correcto: Los hilos están sin trenzar sólo en el trecho necesario para unir el conector.

Las terminaciones de cableado inadecuadas pueden afectar el rendimiento de la transmisión.

9.3.8.3 Conectores de medios

Conectores comunes de fibra óptica

Conectores para fibras monomodo y multimodo.

Errores de empalme de una fibra óptica.

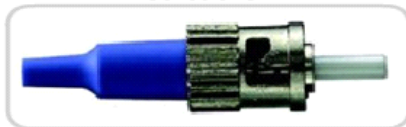
- Desalineación en la unión.
- Separación de los extremos.
- Acabado final: los extremos de la fibra óptica no se encuentran pulidos.

Uso del reflectómetro OTDR para la medición del estado de la fibra óptica: se emite un haz y se observa si existe reflexión. Es posible conocer la distancia en la cual se presenta una avería o un empalme incorrecto en una fibra óptica.

Una prueba rápida se efectúa por medio de la inserción de un haz de luz en uno de los extremos y la verificación de la recepción en el otro extremo. Esta prueba no garantiza el funcionamiento correcto de un enlace a través de la fibra, sin embargo es una prueba rápida.

Conectores de medios de fibra

Conector ST



El conector de punta recta (ST) es ampliamente usado con la fibra multimodo

Conector SC



El conector suscriptor (SC) es ampliamente usado con la fibra monomodo

Monomodo (LC)



Conector Lucent (LC) monomodo

Multimodo (LC)



Conector LC multimodo

Multimodo duplex (LC)



Conector LC multimodo duplex