

Soportes de transmisión

Un soporte de transmisión transporta datos en forma de señales entre las interfaces de red.

Hay distintos tipos de soporte en función del precio, de la simplicidad de la instalación, la velocidad, la resistencia a las interferencias, etc.

Entre estos, se distinguen los soportes limitados y los no limitados.

1. Soportes limitados

Son soportes físicos, como los cables que conducen la electricidad.

Los principales soportes limitados son el par trenzado, el cable coaxial y la fibra óptica.

a. El par trenzado

Un par trenzado en su forma más simple está compuesto por dos cables trenzados de cobre, cada uno protegido con una cubierta aislante. Hay varios tipos de pares trenzados: el par trenzado no blindado *Unshielded Twisted Pair* (UTP) y el par blindado *Shielded Twisted Pair* (STP) son los más extendidos.

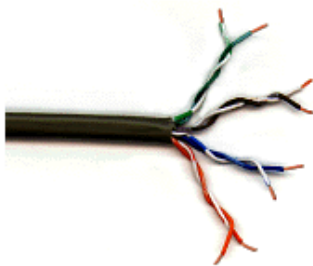
El par trenzado blindado (STP) añade una protección por par. Existe igualmente un tipo de pares FTP (*Foiled Twisted Pair*), que proporciona protección utilizando una tira de aluminio alrededor de los 4 pares. Se puede encontrar también una combinación de los dos anteriores llamada S/FTP o *Shield/Foiled Twisted Pair*. Finalmente, otro tipo de protección consistirá en una hoja doble por par y en general. Se trata de F/FTP.

El número de pares por cable varía. El trenzado de los cables disminuye las interferencias eléctricas procedentes de los pares adyacentes y del entorno exterior.

Par trenzado no blindado

Es el tipo de par trenzado más utilizado en las redes locales. Un segmento de cable UTP puede alcanzar los 100 metros.

La mayoría de los sistemas telefónicos utilizan el tipo UTP. La popularidad de este tipo de cable se debe al hecho de que en un gran número de edificios se realiza un cableado previo para los sistemas telefónicos. No obstante, el sistema telefónico debe respetar las características propias de las redes informáticas (como el trenzado) para garantizar una buena calidad de transmisión.



Cable de pares trenzados

Par trenzado blindado

El cable UTP es especialmente propenso a las interferencias (mezcla de señales debida a pares vecinos). El cable STP mejora la transmisión utilizando una envoltura trenzada de cobre de mejor calidad y más protectora que la empleada para el cableado UTP. Además, una envoltura de aluminio recubre cada uno de los pares trenzados.

Así, a diferencia del cable no blindado, el cable STP alcanza velocidades más elevadas para distancias ligeramente superiores.



Cable STP

El cable F/UTP (*Foiled UTP*) es más resistente a interferencias externas.



Cable F/UTP

El cable S/FTP integra a la vez una protección externa global, al mismo tiempo que una protección de cada uno de los pares:



Cable S/FTP

Conectores

Existen diferentes tipos de conectores para el par trenzado; veamos los principales a continuación:

- RJ11: cable telefónico de 2 pares trenzados.
- RJ14: cable telefónico de 3 pares trenzados.
- RJ45: cable de red de 4 pares trenzados.

Para redes de gran envergadura, es posible organizar las conexiones a partir de un armario de distribución de cables.

El conector RJ45 se utiliza hoy por todas partes, ya sea para conexiones de red o de telecomunicaciones.



Conector RJ45 de plástico



Conector RJ45 blindado

Atención: no lo confunda con los conectores RJ11, utilizados en los antiguos teléfonos.



Comparación de conectores RJ11 et RJ45

Categorías y tipos de cables de pares trenzados

El cableado UTP figura en la normativa de cableado de los edificios comerciales.

A continuación, encontrará las ocho categorías definidas para los cables UTP por *Electronic Industries Association and Telecommunication Industries Association (EIA/TIA)*:

Categorías	Tipo de cable	Características
1 (obsoleto)		Hilo telefónico UTP tradicional (no está adaptado a los sistemas modernos).
2 (obsoleto)		UTP de 4 pares que puede transmitir hasta 4 Mbps (antiguos sistemas 3270).
3	UTP	UTP de 4 pares con tres trenzados por pie (33 cm) que puede transmitir hasta 10 Mbps (antiguo estándar de red y telefonía, que actualmente solo se utiliza en los cables telefónicos).
4	UTP	UTP de 4 pares que puede transmitir hasta 16 Mbps (se utilizaba con Token Ring).
5 (1991)	UTP	UTP, STP o FTP de 4 pares, que puede transmitir hasta 100 Mbps => Ethernet 10 y 100, Token Ring 4 y 16 (hoy en día se utiliza normalmente en las redes locales)
5e (Enhanced) 1999	UTP	UTP, STP o FTP de 4 pares, que puede transmitir hasta 1 Gbps => Ethernet 100, 1000, ATM 155

6 (2002)	UTP	La categoría 6, basada en el UTP de clase E, soporta un subconjunto de la categoría 5e. => Ethernet 100 y 1000 (utilizado sobre todo en algunos países como Finlandia)
6a	FTP	La categoría 6a (aumentada) de clase Ea soporta 1 Gbps y 10 Gbps => Ethernet 10G
7	F/FTP	Esta categoría, basada en F/FTP de clase F, soporta hasta 10 Gbps en distancias más cortas para aplicaciones que necesiten medidas de seguridad fuertes.
7a	F/FTP	La categoría 7 aumentada permite esperar a largo plazo velocidades de hasta 100 Gbps a unos 15 metros (40 Gbps a unos 50 metros).
8.1 (2013)	U/FTP, F/UTP	En desarrollo. Retrocompatible con la categoría 6a. Permitirá llegar a velocidades de hasta 40 Gbps, implementando la autonegociación.
8.2 (2013)	F/FTP, S/FTP	En desarrollo. Retrocompatible con la categoría 7a. Permitirá llegar a velocidades de hasta 40 Gbps, implementando la autonegociación.

El precio del cable aumenta en función de la categoría. Cada componente o conector que se utilice debe soportar la misma velocidad o las mismas limitaciones para una determinada categoría. Una vez realizada la instalación, se debe certificar la infraestructura implementada de acuerdo con la categoría utilizada.

Hoy en día, la categoría 6a comienza a extenderse: soporta tanto el 1GBase-T como el 10GBase-T.

La categoría 7 permite utilizar los 10 Gbps en condiciones de ruido elevadas.

Por último, la categoría 7a, que no utiliza conectores RJ45, no ha sido aprobada por la IEEE, que ha ratificado la 802.3ba (Ethernet 40G y 100G) en junio de 2010. No es, pues, compatible.



F/FTP categoría 7a que no utiliza los conectores RJ45

Evaluación de la calidad de los cables de pares trenzados

Las dos causas principales por las que una señal eléctrica se puede debilitar en un cable de cobre son el debilitamiento lineal (o atenuación expresado en dB/km), que caracteriza la pérdida de señal debida al tránsito a través de una gran distancia, y el debilitamiento paradiafónico constatado en pares trenzados influidos eléctricamente por los pares vecinos.

La atenuación caracteriza la pérdida de señal, que se acentúa a medida que esta recorre el cable. Cuanto más se debilita la señal (es decir, mayor es la resistencia para recorrer el cable), más atenuación tenemos.

El debilitamiento paradiafónico (NEXT - *Near End CrossTalk*) es la capacidad de un par de no ser perturbado por sus vecinos. Cuanto mayor es este parámetro, mejor es el cable.

En consecuencia, tenemos un par de buena calidad cuando la atenuación es escasa y el debilitamiento paradiafónico es elevado.

La calidad de los cables de pares trenzados pasa también por una protección contra las señales parásitas, reduciéndolas o evitando generarlas para no perturbar a los pares adyacentes.

El blindaje del par STP constituye un primer nivel de protección frente al exterior.

Otro medio consiste en transportar una tensión idéntica, pero de polaridad inversa por par, llamada método equilibrado. Estas dos señales opuestas generan una señal global que se anula para no afectar a los pares vecinos.

Con Token Ring existían filtros para frecuencias, que se llamaban BALUN (*BALanced UNbalanced*).

Además, como el cobre es sensible a interferencias externas como motores, neones y tubos fluorescentes, se puede utilizar un casquillo metálico que hace la función de jaula de Faraday.

b. El cable coaxial

Aunque este tipo de cable hoy en día casi no está presente en las empresas, es interesante ver cuáles son sus características para comprender la evolución de las redes informáticas.

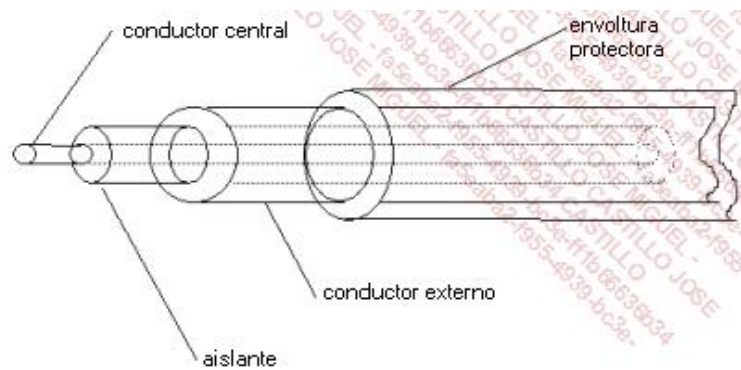
Composición

Está formado por un conductor central de cobre, por un aislante (o dieléctrico), por un segundo conductor en forma de red metálica trenzada que garantiza el blindaje y, finalmente, por una envoltura plástica que garantiza la protección mecánica del conjunto.



Cable coaxial y blindaje

Los cables coaxiales se clasifican según su impedancia característica (la impedancia es, en la corriente alterna, lo mismo que la resistencia en la corriente continua). Entonces, 50 Ohms corresponde a las transmisiones digitales y 75 Ohms a transmisiones analógicas.



RG-8, RG-11	cable coaxial grueso (12 mm de diámetro), <i>Ethernet grueso</i> o <i>thick Ethernet</i> , 50 Ohms, 10 base 5.
RG-58	cable coaxial fino (6 mm de diámetro), <i>Ethernet fino</i> o <i>thinnet</i> , 10 base 2.
/U	cable central de un hilo (medianamente adaptado para redes).
A/U	cable central trenzado (utilizado en redes Ethernet de coaxial fino).
C/U	especificación militar de A/U.
RG-59	cable coaxial TV (75 Ohms).
RG-62	cable ArcNet (93 Ohms).

- Cuanto más grueso sea el hilo central de cobre, más distancia podrán recorrer las señales a través del cable. El RG-58 posibilita segmentos de 185 metros como máximo, mientras que el RG-8 u 11 permite llegar a los 500 metros.

Categorías de cables coaxiales

Hay dos categorías de cables coaxiales. En la primera, la envoltura aislante se fabrica en PVC (policloruro de vinilo). Se trata de los cables coaxiales más utilizados y menos costosos. Sin embargo, en caso de incendio, emiten humo tóxico a partir de temperaturas bajas (alrededor de 100 °C).

La segunda categoría consta de un tipo de cables resistentes al fuego. Están fabricados con teflón, y son más caros que los anteriores. Se les califica como cable para plenum. El plenum es el espacio muerto que existe entre el falso techo y el piso de arriba y que se utiliza para realizar las conexiones en una habitación.

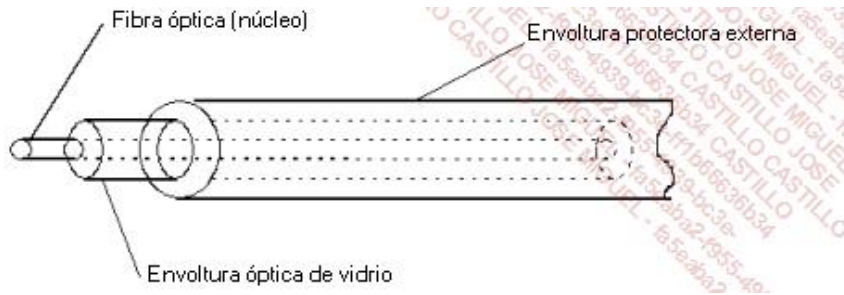
c. La fibra óptica

La fibra óptica está compuesta por una fibra conductora de luz (de vidrio o plástico) extremadamente fina (alrededor de 10 μm (micrómetros) de diámetro). La fibra transfiere datos digitales en forma de impulsos luminosos modulados. Un diodo láser emite una señal luminosa que se recupera en el otro extremo por un fotodiodo que la transforma en señal eléctrica.



Conector de fibra óptica

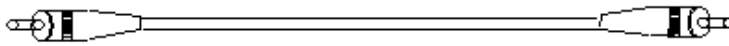
Las señales transmitidas a través de la fibra óptica están protegidas contra cualquier tipo de escucha. De hecho, y contrariamente a lo que pasa con las señales eléctricas, no es posible recoger información emitida por una onda luminosa que va a través de una fibra.



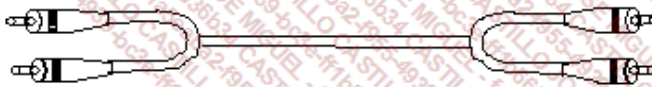
Fibra óptica

Los cables se presentan:

- en forma de una fibra única:

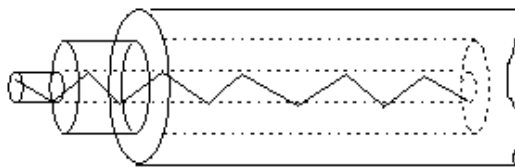


- o en forma de fibra doble con dos conectores separados:



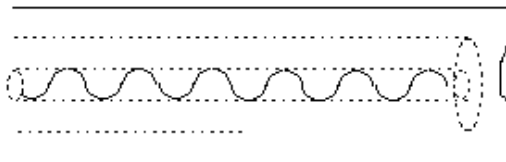
Cable de fibra dúplex de doble fibra

Se distinguen dos tipos de fibras: la fibra monomodo (solo transita una señal luminosa por la fibra de diámetro pequeño, cuyo núcleo es de 2 a 8 μm) y la fibra multimodo (varias señales luminosas transitan por la fibra de diámetro más extenso, de 50 a 125 μm).



Fibra de índice escalonado

El impulso luminoso se refleja en la envoltura óptica de vidrio. Entre la categoría de las fibras multimodo, se distinguen las de índice gradual (onda sinusoidal) de las de índice escalonado (refracción en ángulo recto). En una fibra de índice gradual, el índice de refracción decrece desde el centro hacia la periferia. En una fibra de índice escalonado, no hay degradación del índice de refracción.



- La fibra es muy utilizada para interconectar redes locales Ethernet. De hecho, con la 10BaseFL, y la Ethernet 10 Mbps sobre fibra, es posible utilizar repetidores mixtos (fibra/coaxial o fibra/par trenzado).

La fibra solo permite la transmisión de señales en un único sentido. Por ello, a menudo nos encontraremos con las versiones de dos núcleos o de doble fibra (dos cables unidos) para la emisión y la recepción.

La fibra es ideal para la transmisión a alta velocidad de grandes volúmenes de datos (en general 10 Gbps que pueden llegar a 10 Tbps), debido a la pureza de las señales, a la ausencia de atenuación y a la insensibilidad a las interferencias eléctricas. Permite la transmisión de datos a distancias que pueden alcanzar varios miles de kilómetros.

d. Los criterios de elección de los diferentes medios

Se pueden seleccionar distintos criterios para elegir los posibles medios de transmisión.

Generalmente se considera el coste, el tipo de soporte para la banda de transmisión, la atenuación de la señal, la resistencia a los fenómenos electromagnéticos circundantes o también la simplicidad o complejidad de la instalación. En función del entorno y del tipo de la señal transportada, aparecen una serie de dificultades. Por ejemplo, podemos citar la longitud máxima de un segmento o el número de dispositivos conectados.

En el siguiente cuadro, exponemos un resumen de los principales soportes utilizados.

Características	Par trenzado no blindado (UTP)	Par trenzado blindado (FTP)	Fibra óptica
Precio del cable	Económico (los edificios además suelen estar cableados)	Más caro que UTP	El soporte más caro de todos, aunque los precios están bajando
Longitud de un segmento	100 m	Un poco mayor que UTP	2000 m
Velocidad habitual	100 Mbps (cat 5) 1 Gbps (cat 5e y 6) 10 Gbps (6a y 7)	100 Mbps (cat 5) 1 Gbps (cat 5e y 6) 10 Gbps (6a y 7) Adaptados a entornos con interferencias	De 100 Mbps a 1 Gbps
Instalación	Muy sencilla	Muy sencilla	Las conexiones de fibra deben implementarse de manera que no se bloquee el paso de la luz. Además debe respetarse un radio mínimo de curvatura
Atenuación	Elevada	Escasa	Ninguna
Sensibilidad a las interferencias	Sensible	Poco sensible	Ninguna
Utilización habitual	Redes de oficina o de tamaño mediano	Entornos con interferencias o de gran tamaño	Necesidad de alta velocidad, interconexión entre distribuidores o edificios

2. Soportes no limitados

La tecnología de red inalámbrica aún no está lista para sustituir a los soportes limitados, debido, sobre todo, al pequeño ancho de banda, pero aun así es un buen complemento.

Estas tecnologías se encuentran en todos los ámbitos de la red. A veces la letra «W», de Wireless, colocada junto al acrónimo del ámbito, especifica que la red utiliza la interfaz inalámbrica. Para indicar que la red inalámbrica utiliza las ondas radioeléctricas, se utiliza la letra «R», de Radio.

Estas tecnologías permiten la movilidad de los usuarios en el interior de las oficinas o lugares de trabajo (itinerancia) o en el exterior (nomadismo).

a. Los infrarrojos

En este caso, se utiliza un haz de luz infrarroja para transmitir datos. Estas señales son muy sensibles a las luces potentes. No obstante, es posible alcanzar velocidades de unos 5 Gbps en distancias teóricas de algunos kilómetros.

- Hay redes llamadas de visibilidad directa o por difusión (la señal rebota en las paredes de color claro, las paredes oscuras absorben las señales).

Lo interesante de esta tecnología es que los equipos no son muy costosos, ya que se fabrican en grandes cantidades. Es una solución que se adapta muy bien en interiores, pero que en exteriores no es utilizable debido a su sensibilidad a las condiciones atmosféricas.

- En el capítulo Capas bajas de las redes locales, se estudiará la solución irDA en mayor profundidad.

b. El láser

Como en el caso de la transmisión por infrarrojos en visibilidad directa, esta técnica requiere un campo de visibilidad directa, ya que es sensible al problema de la alineación (entre el láser y el fotodiodo). Sin embargo es resistente a las interferencias y perturbaciones, aunque sensible a las condiciones atmosféricas.

c. Las ondas de radio terrestres

La tecnología de transmisión por ondas de radio es la mejor valorada actualmente, cualquiera que sea el tamaño de la red. En lugar de las ondas de banda estrecha, se suele preferir las ondas de amplio espectro (*spread spectrum*), más resistentes a las interferencias.

Los usos de estas redes son múltiples. Por ejemplo, a través de puentes inalámbricos se pueden interconectar redes locales sin utilizar soportes limitados.


La llegada de ordenadores portátiles y otros periféricos móviles democratizó, a través de Bluetooth o Wi-Fi, el uso de las redes de radio para los usuarios.

Las nuevas generaciones de telefonía móvil también permiten la transmisión de datos.

d. Las ondas de radio por satélite

Los sistemas de microondas permiten interconectar edificios distribuidos por zonas relativamente poco amplias. Es el método más utilizado en Estados Unidos para transmitir a través de largas distancias. Se obtienen resultados excelentes a través de dos puntos cuya visibilidad es directa (un satélite en órbita geoestacionaria y una conexión terrestre, entre dos edificios o a través de grandes extensiones).

En este último caso es necesario disponer de una homologación, de dos transmisores-receptores de radio, así como de antenas direccionales que deben ubicarse adecuadamente.

 En el caso de estaciones de microondas vía satélite, es posible utilizar estaciones terrestres móviles (avión, barco).