

Tipos de Cableado para sistemas AV

PINANSON S.L.



DPTO. DE INGENIERÍA
PÍANSON S.L
Elizabeth Sánchez Manzanero

www.pinanson.com
engineering@pinanson.com



ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	Pág. 3
COMPONENTES DE UN CABLE	
CONDUCTOR	Pág. 4
AISLANTE	Pág. 6
APANTALLAMIENTO	Pág. 6
CUBIERTA	Pág. 8
TIPOS DE CABLE	
CABLE DE PAR TRENZADO	Pág. 9
CABLE COAXIAL	Pág. 10
CABLE TRIAXIAL	Pág. 11
CABLE DE INSTRUMENTO	Pág. 12
CABLE DE ALTAVOZ	Pág. 13
MANGUERAS MULTIPAR O MULTICONDUCTOR	Pág. 14
CABLES DE FIBRA ÓPTICA	
PARTES DE UNA FIBRA ÓPTICA	Pág. 15
TIPOS DE FIBRA ÓPTICA	Pág. 16
¿CABLE O LÍNEA DE TRANSMISIÓN?	Pág. 19

1. INTRODUCCIÓN

El cable es un componente del sistema (no un accesorio). La instalación de cable es normalmente la parte de la instalación más laboriosa. En un sistema AV con equipamiento profesional, la señal no debe ir a través de un cable susceptible a interferencia o ruido.

La función del cable es transmitir una señal desde un punto **A** a un punto **B** sin degradación.

El cable de señal de audio, vídeo, aplicaciones de control y redes informáticas de menos de 50 V se considera *cableado de bajo voltaje*.

En el documento se explicarán las partes de las que se compone un cable para luego describir los principales tipos de cable usados en el sector audiovisual, tanto cable de cobre como cable de fibra óptica.

2. COMPONENTES DE UN CABLE.

2.1. CONDUCTOR

Un conductor es un elemento conductivo de la corriente eléctrica y por lo tanto, el elemento que transmite la señal.

Los hilos conductores de cables de señal son hechos de materiales que transmiten con “facilidad” la corriente eléctrica. Todos los conductores tienen una resistencia por la cual se disipa potencia a través de calor. Esta pérdida no es muy significativa en cables que funcionen con pequeña señal como son las señales de audio-vídeo, pero sí es algo a tener en cuenta cuando un cable transmita alta corriente y potencia como los cables de Power. La resistencia está relacionada con el tamaño del conductor. A menor tamaño de conductor mayor resistencia.

La **plata** tiene la menor resistencia dentro de los materiales conductivos, pero es un material caro y difícil de trabajar. El siguiente material conductor con baja resistencia es el **cobre**, el cual es notablemente más barato y accesible. Por lo tanto el cobre es el material más común para la fabricación de cableado. También se usa el aluminio como elemento conductor cuando lo importante es el precio, a excepción de su uso como material del apantallamiento en cinta de cableado de alta calidad.

En muchos conductores el **cobre** viene **estañado**, es decir con una lámina de estaño. El estañado confiere al conductor una **resistencia especial ante**: contaminantes, productos químicos y sal (importante en aplicaciones marinas). El cobre estañado tiene limitaciones para alta frecuencia debido al *skin-effect* (a altas frecuencias la corriente viaja por las capas más externas del conductor) en estos casos debe usarse cobre desnudo o conductores que solo lleven una capa de cobre como capa externa de un conductor de acero por ejemplo.

En ocasiones también se lamina el cobre con plata. La plata es un material algo más conductivo que el cobre pero su mayor ventaja es que el óxido de plata tiene la misma resistencia que la plata en sí, mientras que el óxido de cobre es sólo un semiconductor. Los cables con plata suelen usarse para la marina.

Hay dos tipos de conductores según su estructura:

- **Conductor rígido:**

Un **conductor sólido** usa un único hilo y es más barato que un conductor hilado. Aunque es relativamente más rígido, este cable puede doblarse fácilmente durante la instalación dentro de su radio mínimo de curvatura. Este tipo de cables se suelen utilizar en instalaciones fijas.

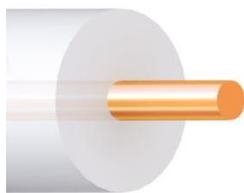
Aplicaciones de cables rígidos e hilados

Los conductores rígidos dentro de un cable se usan, típicamente, para aplicaciones de alta corriente (conductores más grandes) y telefonía, datos y circuitos de control en aplicaciones de baja corriente. Los conductores sólidos proveen de la menor cantidad de resistencia y ofrecen una buena conexión mecánica.

Los conductores hilados dentro de un cable se usan para instalaciones de bajo voltaje, donde la flexibilidad es la principal preocupación. Los usos típicos de este tipo de cable son cable para micrófono, nivel de línea, datos de control serie y altavoces. Los cables hilados se terminan con un conector dependiendo del dispositivo al que se quiera conectar.

- **Conductor hilado:**

Los conductores que combinan varios hilos de material, llamados filamentos, son los que aquí llamaremos **conductores hilados** (*stranded* en inglés). Son cables más flexibles y por lo tanto más manejables permitiendo una fácil instalación. Pero son más caros. Se usan cuando la flexibilidad del cable es importante (por ejemplo para la conexión de cámara que no para de moverse). Cuantos más hilos en un cable hilado, mayor coste y mayor vida flexible (*cuánto tiempo durará un cable hasta que se rompa*). Los cables hilados ofrecen una ligera menor resistencia que los conductores rígidos a secciones comparables.



a.1



a.2

Fig. A: (a.1) Conductor cobre desnudo rígido (a.2) Conductor cobre estañado, hilado

2.2. AISLANTE

Aunque un cable puede llevar el conductor desnudo, lo más habitual es que estos conductores sean conductores aislados, que quiere decir que el conductor va cubierto de un material no conductor de la corriente eléctrica o aislante. En la actualidad, se usan distintos tipos de plásticos o cauchos como material aislante, datos que deben ser dados por el fabricante del cable. Para definir de forma cuantitativa el aislamiento de un material usamos la *Constante Dieléctrica* tomando como referencia el aislamiento máximo, *el vacío*, con **valor 1**. Todos los materiales dieléctricos tendrán valores mayores que 1 (por ejemplo, Polietileno = 2.3).

Materiales termoplásticos (plásticos) usados como aislantes: *VINILO, POLIETILENO (PE), TEFLÓN®, POLIPROPILENO (PP)*.

Materiales termoestables (compuestos del caucho) usados como aislantes: *SILICONA, NEOPRENO, CAUCHO, EPDM (ethylene-propylene-diene monomer)*.

Los materiales termoestables son duros pero más caros que los plásticos, por lo que son mucho más usados los materiales termoplásticos para la construcción de cableado.

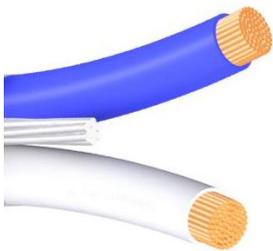


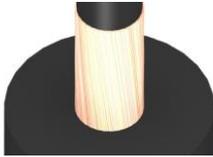
Fig. B: Aislante en un cable de par trenzado.

2.3. APANTALLAMIENTO

El apantallamiento del cable y el trenzado de los pares aseguran la integridad de la señal de audio y vídeo en contra de las posibles EMI y RFI (Interferencias electromagnéticas e Interferencias de radiofrecuencia) del entorno del cable. Los cables pueden ser apantallados o sin apantallar excepto en los cables coaxiales los cuales, por definición, precisan de un solo conductor apantallado.

Tipos de pantalla:

Pantalla en Espiral



La pantalla en espiral se encuentra “enrollada” alrededor del cable. Estas pantallas pueden ser simples o dobles. Son más flexibles que las pantallas trenzadas y más fáciles de terminar. Debido a su estructura en espiral (bobinas) puede mostrar efectos de inductancia y por lo tanto no son adecuadas para trabajar a altas frecuencias. Normalmente se usan para las frecuencias de las señales de audio analógico. Con la flexión, este tipo de pantallas tienden a abrirse por lo que pierden efectividad especialmente a frecuencias altas.

Pantalla Trenzada



Las pantallas en trenza proveen una integridad estructural superior manteniendo buena flexibilidad y durabilidad. Estas pantallas son ideales para minimizar las interferencias en baja frecuencia así como en radio frecuencia y tienen una resistencia DC más baja que la pantalla en cinta.

La cobertura que se pueden obtener con una pantalla trenzada simple puede ser del 95% y una doble pantalla trenzada puede llegar al 98%. Con una pantalla trenzada no es físicamente posible llegar a una cobertura del 100%.

Pantalla en Cinta



Las pantallas de cinta pueden hacerse de metal o cobre pero la más común es la cinta de aluminio-poliéster. Las pantallas de cinta pueden ofrecer una cobertura del 100%. Debido a que este tipo de pantallas son finas para ser usadas como punto de contacto, se utiliza un hilo a lo largo de la pantalla y junto a ella, llamado *drenaje*. Este será el punto de contacto. Debido al hecho de que la longitud de onda de las altas frecuencias puede viajar a través de los agujeros de las pantallas trenzadas, este tipo de pantallas en cinta son más efectivas en alta frecuencia.

Combinación de pantallas



Se pueden combinar distintos tipos de pantallas en un mismo cable sumando las distintas propiedades de cada una.

Por ejemplo: Cinta + Espiral, Cinta + Trenzado, Cinta + Trenzado + Cinta o

Cinta + Trenzado + Cinta + Trenzado

2.4. CUBIERTA

La elección de la cubierta del cable es un factor importante ya que determina la durabilidad del mismo. La flexibilidad es un parámetro a tener en cuenta en un cable sobre todo si se pretende usar en situaciones de movilidad o medioambientales críticas. Una buena elección de la cubierta del cable puede prevenir su deterioro debido al efecto del calor, frío o maltrato mecánico.

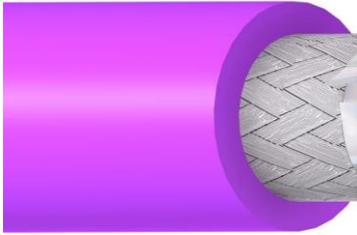


Fig. C: Cubierta de un cable coaxial.

Los materiales utilizados son los mostrados en la sección de *Aislamiento*.

Existe una clasificación de los cables según se comporte su cubierta ante el fuego. Estos cables cumplen con requisitos de inflamabilidad, humos y seguridad para la vida en caso de incendio. Pueden ser retardantes de llama y no emisores de humos dañinos o mortales cuando ardan. Cualquier cable con funda de goma o hecho de PVC no cumple y no puede usarse en conducto de retorno de aire.

La aplicación y el entorno determinan la selección del cable.

Los términos más conocidos son:

LSOH o LSZH → Low Smoke Zero Halogen,
FRLS → Flame Retardant Low Smoke,
Plenum Rating, Non-plenum Rating...

3. TIPOS DE CABLES

3.1. CABLE DE PAR TRENZADO:



(Diseñado por Pinanson)

Fig. D: Ejemplos de cables de pares trenzados: (d.1) Cable de Categoría sin apantallar, (d.2) Cable de audio con pantalla de cinta + drenaje.

Un cable de par trenzado consta de dos conductores aislados, juntos y formando un giro. Estos cables pueden conducir *líneas balanceadas*. Una **línea balanceada**⁽¹⁾ es una configuración en la que hay dos conductores eléctricamente idénticos. La señal eléctrica es referida a tierra que es el punto cero en el circuito. Las líneas balanceadas rechazan el ruido, desde bajas frecuencias 50/60 Hz (de una línea de corriente) hasta señales de megahercios o superiores.

Prácticamente todas las instalaciones de audio profesionales usan pares trenzados apantallados para la señal de audio debido a sus propiedades frente al ruido. Las **señales de audio de micrófono y línea** con niveles entre -60 y -20 dBu y de +4 dBu⁽²⁾ respectivamente, se transmiten por par trenzado.

En el mundo de los equipos de consumo se transmite señal de línea con nivel de -10 dBV y el cable tiene una conexión “vivo” y una pantalla, al que llamamos “cable no balanceado”. Estos cables son eficaces solo para distancias cortas y solo tienen la protección frente al ruido que les ofrece la pantalla.

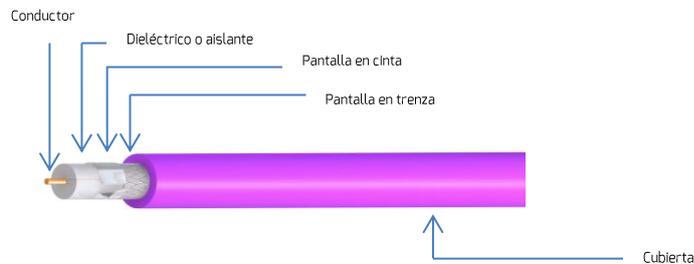
(1) Para saber más sobre LÍNEAS BALANCEADAS acuda al glosario de nuestra web: **SEÑAL BALANCEADA**

http://www.pinanson.com/glosario/?explanatory_dictionary_alphabet_letter=S

(2) Véase el artículo “El decibelio” en nuestra web: <http://www.pinanson.com/white-papers/>

En un principio el cableado mediante par trenzado fue concebido para llevar señal de baja frecuencia como es la señal de audio telefónica. Pero más tarde empezaron a diseñarse cables de pares trenzados para transmitir señales de alta frecuencia como la señal de datos (**cables de Categoría**). Por lo que los cables de **USB, DVI, HDMI, IEEE 1394** entre otros, también transmiten su señal mediante pares trenzados.

3.2. CABLE COAXIAL:



(Diseñado por Pinanson)

Fig. E: Cable coaxial

Un **cable coaxial** es un diseño de estructura en la que el conductor se encuentra centrado dentro de otro con ambos conectores transmitiendo las corrientes de la señal (de la fuente a la carga y retorno). Todas las partes del cable se encuentran en el mismo eje (son coaxiales). Son utilizados para señales de alta frecuencia. Los cables coaxiales tienen una respuesta mucho mejor por encima de 100 KHz que los pares trenzados. Sin embargo, los cables coaxiales son *líneas desbalanceadas*⁽³⁾ por lo que pierden la característica del rechazo al ruido que poseen los pares trenzados funcionando como líneas balanceadas. El aislante existente entre el conductor y la pantalla del cable coaxial afecta a la impedancia y la durabilidad del cable. Los mejores aislantes después del vacío son el aire y el nitrógeno. Los aislantes más usados para este tipo de cable son aislantes químicos en espuma o espuma con gas nitrógeno inyectado. El material ideal es la espuma de alta densidad que posee la densidad de un plástico sólido pero tiene un alto porcentaje de gas nitrógeno. La importancia de la alta densidad (con alta velocidad de propagación 82-84%) de la espuma aislante, es que el conductor queda protegido cuando el cable se dobla manteniendo las variaciones de impedancia al mínimo.

(3) Para saber más sobre LÍNEAS DESBALANCEADAS acuda al glosario de nuestra web: **SEÑAL DESBALANCEADA**

http://www.pinanson.com/glosario/?explanatory_dictionary_alphabet_letter=S

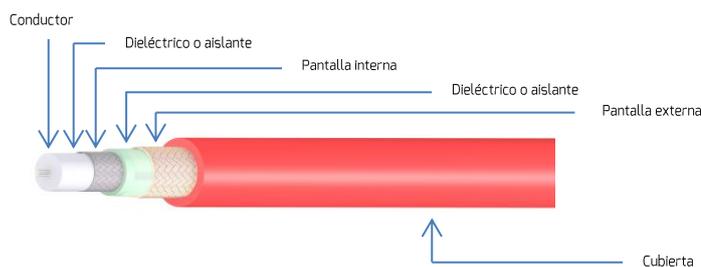
Para **frecuencias muy altas** como son las señales de radio frecuencia o los canales de televisión solo las partes más externas del conductor trabajan debido al *Skin effect* (comentado en el apartado *Conductor*). Por eso se usan cables con conductor de acero revestido con una capa externa de cobre, debido a que solo la capa de cobre será la que transmita la corriente de la señal.

Los cables coaxiales se usan para sistemas de vídeo: CCTV (*closed circuit television*), para CATV (televisión por cable), transmisión de vídeo profesional analógico y digital, o audio digital (estándar *AES 3id*). Todos con una impedancia característica de 75 Ω.

Si hablamos de transmisión de vídeo digital profesional hablamos de señales SDI (Serial Digital Interface) y sus versiones: *SD-SDI* (*Standard Definition*, Formato definición estándar), *HD-SDI* (*High Definition*, Formato alta definición), *3G-SDI* (Formato 3 Gbps de alta definición superior a HD-SDI). Estas señales se transmiten mediante un único cable coaxial de 75 Ω terminado en conector BNC 75 Ω.

En el mercado hay diferentes tipos de cable para vídeo digital que se diferencian en el diámetro de su conductor y su aislante. Los distintos modelos se identifican según sus dimensiones (en mm) siendo la 1ª cifra el diámetro del conductor y la 2ª cifra el del aislante: 0.6/2.8, 0.8/3.7, 1.0/4.6, 1.4/6.6, o 1.6/7.2. La **longitud máxima del cable** se especifica para una pérdida de señal de **20 dB a la mitad de la frecuencia del reloj**.

3.3. CABLE TRIAXIAL:



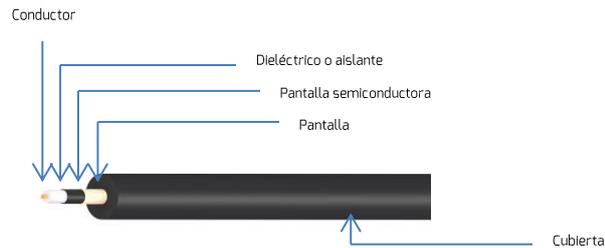
(Diseñado por Pinanson)

Fig. F: Cable triaxial

El cable triaxial o triax se usa para realizar la conexión de una cámara de vídeo con su correspondiente equipamiento. El cable triaxial contiene un conductor central y **dos pantallas aisladas**, está preparado para realizar varias funciones en el mismo cable. El conductor central y la pantalla más externa llevan la señal de vídeo y la señal de *intercom*, monitorado y alimentación de la cámara. La pantalla central lleva la señal de tierra del vídeo o tierra común.

Se suelen usar cables triaxiales de dos tipos de: *TRIAx 8* y *TRIAx 11*, que se corresponden con el diámetro aproximado del cable en sí, de 8.5 mm y 11 mm respectivamente.

3.4. CABLE DE INSTRUMENTO



(Diseñado por Pinanson)

Fig. G: Cable de instrumento

El cable de instrumento es un cable especial para señales de instrumento de alta impedancia como puede ser una guitarra o un bajo eléctricos. Su estructura es como la de un cable coaxial pero con una pantalla semiconductora cubriendo el aislante.

Ésta es una estructura especial es debido a que estos cables suelen verse afectados por el *ruido triboeléctrico* en los cables de guitarra o de micro de alta impedancia por su constante movimiento.

Por lo tanto, los cables de instrumento que no posean la estructura comentada se verán afectados por este ruido mecánico.

El conocido como **ruido triboeléctrico** afecta a este tipo de cable de audio. Es un ruido inducido de forma mecánica. Este tipo de ruido se genera por movimiento del cable causando que los hilos del interior rocen entre sí, de esta forma se crean pequeñas descargas eléctricas por estos cambios relativos de posición de los conductores. Una señal de audio altamente amplificada hace audible ese ruido. El aislante situado alrededor del conductor, ayuda a mantener constante el espacio y la pantalla semiconductora ayuda a disipar la acumulación de carga.

3.5. CABLE DE ALTAVOZ:



(Diseñado por Pinanson)

Fig. H: Cable altavoz.

El cable de altavoz se utiliza para conectar el amplificador al altavoz. Este tipo de cables no suelen ir apantallados ya que por ellos se transmite señal de más alto voltaje, mayores de +25 dBu⁽⁴⁾ y por lo tanto son señales menos susceptibles de ser afectadas por ruidos del entorno.

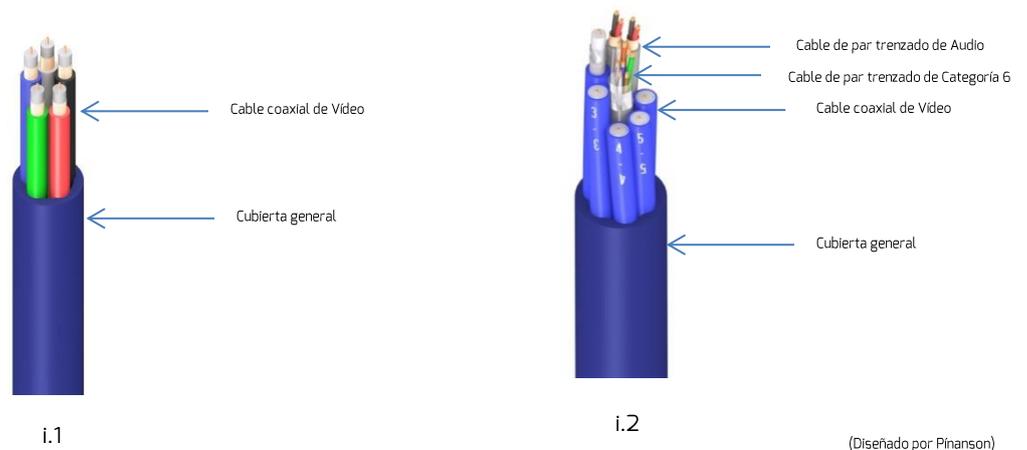
Es muy importante tener en cuenta la sección del cable que dependerá de:

- La **impedancia del altavoz** al que se va a conectar, a menor impedancia mayor sección del cable.
- La **cantidad de altavoces**, a mayor número de cajas mayor sección del cable.
- La **longitud a la que se va a extender el cable**, a mayor longitud de tirada de cable mayor sección.

En equipos profesionales podemos encontrar configuraciones de manguera para altavoz con variedad en número de cables. Esto depende del número de vías al que se quiera alimentar. Por lo tanto, si queremos alimentar mediante una manguera con cable de altavoz un sistema de 4 vías (*Agudos, Medios agudos, Medios graves, Graves*), necesitaremos una manguera con 8 cables de altavoz con la sección que se necesite según los factores a tener en cuenta ya comentados.

(4) Véase el artículo "El decibelio" en nuestra web: <http://www.pinanson.com/white-papers/>

3.5. MANGUERAS MULTIPAR O MULTICONDUCTOR.



(Diseñado por Pinanson)

Fig. I: (i.1) Manguera con 5 cables coaxiales vídeo. (i.2) Manguera híbrida o mixta con 5 VÍDEOS + 1 CAT 6 + 2 AUDIOS.

En muchas instalaciones o eventos se necesita transmitir varias señales diferentes la vez. Para cubrir esta necesidad de una forma cómoda y duradera, se usan mangueras de cable. Éstas se componen de varios cables (según el número de señales a transmitir) en el interior de una cubierta y pantalla común. Cada uno de los cables debe ir individualmente apantallado y con su cubierta individual.

Pueden ser mangueras con cableado del mismo tipo de señal (i.1) o señales diferentes a las que llamamos mangueras *híbridas* o *mixtas* (i.2). Se puede transmitir audio, vídeo, datos, corriente y señales por fibra óptica, por una misma manguera. La elección del tipo de manguera debe hacerse

Un ejemplo de manguera híbrida es la **SMPTE 311** (para usarla con el conector **SMPTE 304**) que contiene: tanto cableado de cobre como fibra óptica monomodo.

dependiendo del uso que se le vaya a dar por ejemplo, la flexibilidad que se necesita (si es para instalación fija o no). Una correcta construcción de este tipo de cableado juega un papel importante a la hora de evitar torsiones de la cubierta con el paso del tiempo.

4. CABLE DE FIBRA ÓPTICA

4.1. PARTES DE UNA FIBRA ÓPTICA

En este documento solo se va a hacer una pequeña presentación de la transmisión mediante cables de fibra óptica debido a que el tema es muy extenso y bien merece un documento específico.

La transmisión de señal por fibra óptica se basa en la transmisión de luz a través de fibra transparente hecha de cristal, sílice fundido o plástico, para obtener información.

La ventaja principal de usar fibra para transmitir señal es que este sistema permite transmitir señales con muy altos anchos de banda con una pérdida baja a grandes distancias sin tener que amplificar la señal. Otra característica que le hace un buen sistema de transmisión es que la conducción de la señal no se hace mediante un conductor de material metálico y por lo tanto se logra inmunidad ante interferencias EMI o RFI (interferencias electromagnéticas o interferencias de radiofrecuencia) y se eliminan los ruidos por *crosstalk*.

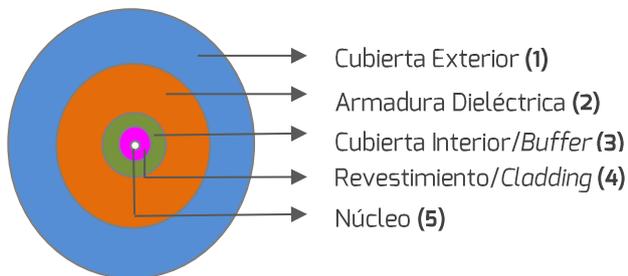


Fig. J: Esquema de las partes de un cable de fibra

- (1) **Cubierta Exterior:** protección contra posibles agentes externos. Hecha de diferentes materiales plásticos.
- (2) **Armadura Dieléctrica:** protección suplementaria frente a agresiones como pueden ser aplastamiento, ataques de roedores, fuego... Pueden ser varillas de fibra de vidrio (dotan de rigidez), hilaturas de fibra de vidrio (más flexibles, efecto disuasorio frente roedores), trenza de fibra de vidrio (dielectricidad y efecto disuasorio, protección permanente y barrera frente al fuego en algunos cables)
- (3) **Cubierta Interior/Buffer:** protección mecánica y aislante (funda plástica) del núcleo en caso de destrucción de la cubierta exterior.
- (4) **Revestimiento/Cladding:** material dieléctrico que rodea al núcleo de la fibra. Impide que la luz "salga" del núcleo, actuando como guía de ondas. Con índice de refracción n_2 .
- (5) **Núcleo:** cristal de silicio por donde viaja la luz. Con índice de refracción n_1 .

NOTA: Para que haya Reflexión Total $n_1 > n_2$.



Fig. K: Ejemplo de cable de fibra óptica

4.2. TIPOS DE FIBRA ÓPTICA

La fibra óptica normalmente se clasifica por su perfil de índice de refracción y el tamaño de su núcleo:

- **Fibra Monomodo:** contiene un diámetro que va desde 8 μm hasta 10 μm , dependiendo del fabricante. Para usar este tipo de fibra, debe usarse un emisor muy preciso para que pueda producir un único modo de radiación de luz dentro de la fibra. El índice de refracción de la fibra monomodo es muy bajo debido a que el núcleo tan reducido ya previene de la dispersión del rayo. Esta fibra óptica tiene capacidad de propagar longitudes de onda de 1310 nm y 1550 nm, atenúa poco la señal (por ejemplo: 0.4 dB/Km). Se utiliza para largas distancias y grandes anchos de banda.

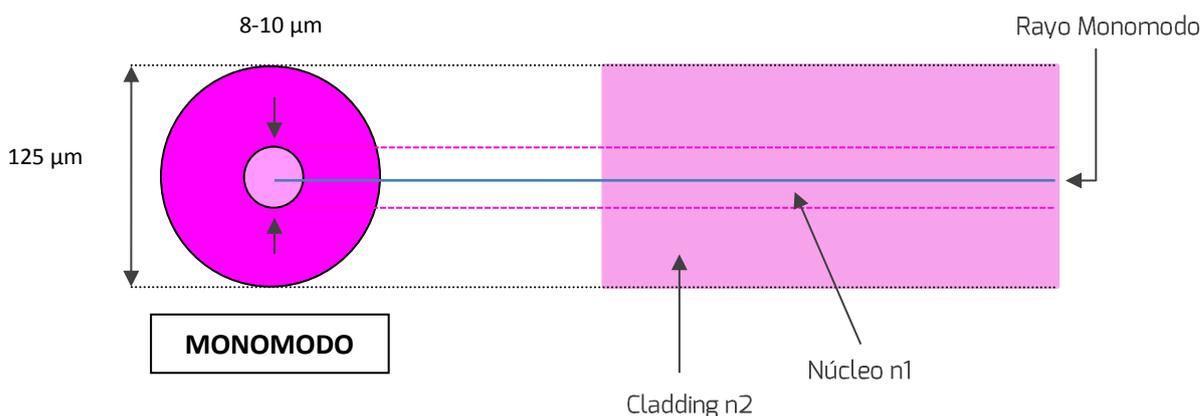


Fig. L: Esquema aproximado de la transmisión en fibra Monomodo.

- **Fibra Multimodo Índice de Paso:** si las capas del núcleo exhiben las mismas propiedades ópticas la fibra se clasifica como *Step Index Fiber traducido como Índice de Paso*. Esta fibra requiere de repetidores situados en cortos intervalos. El objetivo es que todos los rayos o modos lleguen al unísono para producir una réplica lo más fiel posible a la señal de entrada. En comunicaciones los modos suelen ir en canales diferentes controlados para que su llegada sea en el mismo instante.

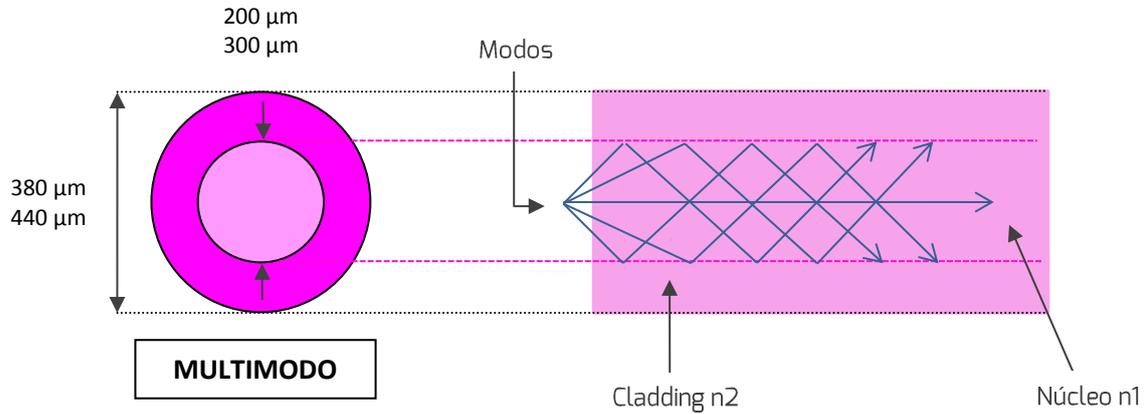


Fig. M: Esquema aproximado de la transmisión en fibra Multimodo.

- **Fibra Multimodo Índice Gradual:** si las capas del núcleo tienen distintos tipos de material que proveen distintas características de transmisión (diferente índice de refracción) la fibra se denomina *Fibra de Índice Gradual*. En este tipo de fibra el eje del núcleo contiene un material de mayor densidad de forma que las ondas viajan de forma más lenta para “sincronizarse” con las ondas que recorren un camino más largo. Los grados de densidad van siendo progresivamente menores desde el eje hacia el exterior para, de nuevo, lograr que las ondas lleguen al unísono y así conseguir una mayor intensidad de la onda recibida.

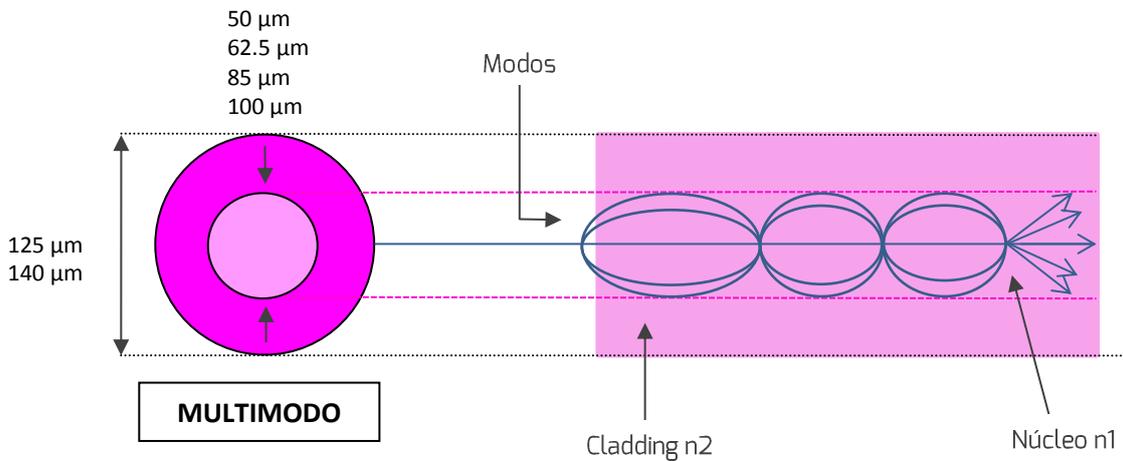


Fig. N: Esquema aproximado de la transmisión en fibra Multimodo.

Las fibras multimodo tienen una mayor atenuación que las monomodo (de hasta 6 dB/Km) siendo las fibras de *Índice de Paso* las de mayor atenuación dentro de las fibras de vidrio.

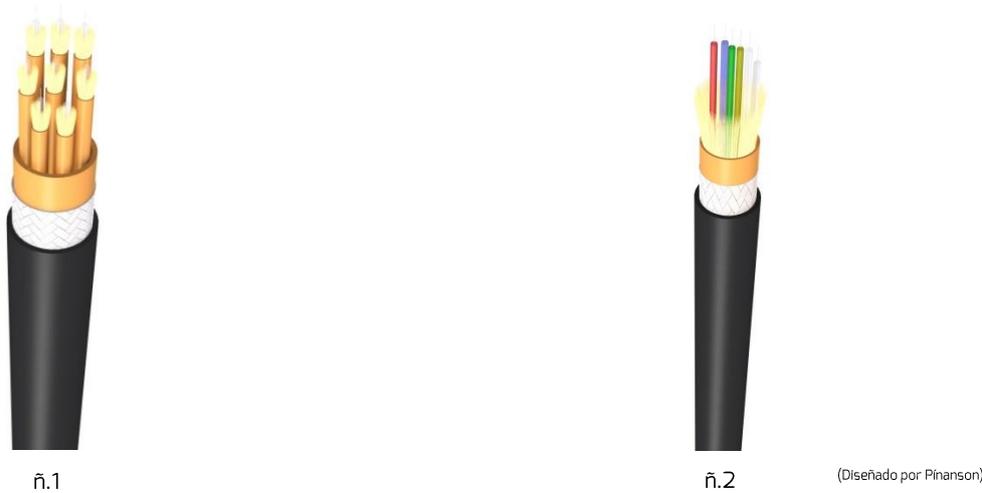


Fig. Ñ: (ñ.1) Fibra con estructura ajustada (ñ.2) Fibra con estructura holgada.

En construcción de cable de fibra *ajustada* cada una de las fibras tiene su armadura dieléctrica y la protección plástica externa de forma individual. Los cables con estructura *holgada* poseen la cubierta dieléctrica y las plásticas externas, protegiendo a todas las fibras a la vez.

5. ¿CABLE o LÍNEA DE TRANSMISIÓN?

Un cable consiste en dos o más conductores que se mantienen cercanos en toda su longitud. Debido a que la misma corriente va y viene a la carga en direcciones opuestas, los campos magnéticos tienen la misma intensidad pero distinta polaridad. En teoría, los campos externos serían cero y la inductancia sería cero neto, si los conductores pudieran ocupar el mismo espacio. La cancelación de la inductancia de ida y vuelta debido al acoplamiento magnético varía con la construcción del cable, con valores típicos de 70 % para par trenzado y 100 % para construcción coaxial.

A frecuencias muy altas, un cable exhibe características muy diferentes de las que tiene, digamos, a 60 Hz. Esto es causa de la velocidad finita llamada *velocidad de propagación*, a la cual la corriente eléctrica viaja a través de los conductores.

Un cable es llamado electrónicamente corto cuando su longitud física está por debajo del 10% de la longitud de onda a la frecuencia más alta de interés.

Existen de forma significativa, diferencia de voltajes a lo largo de una línea de transmisión. Para todos los propósitos prácticos, su equivalente eléctrico es un circuito distribuido que consiste en un gran número de bobinas y resistencias en serie y condensadores en paralelo. Un cable corto puede ser representado por una resistencia $R_{\text{conductor}}$ y R_{pantalla} , bobina $L_{\text{conductor}}$ y L_{pantalla} y el condensador $C_{\text{conductor-pantalla}}$.

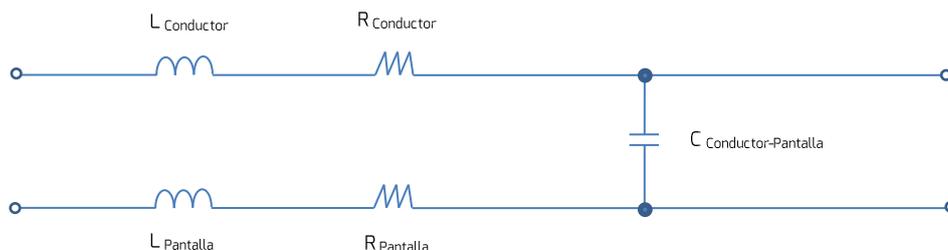


Fig. 0: Modelo de cable coaxial eléctricamente corto.

Cuando un cable es más largo que el 10 % de la longitud de onda, las señales se pueden considerar ondas electromagnéticas y el cable puede ser llamado LÍNEA DE TRANSMISIÓN.

Esto incluye cables típicos de:

- Más de 7 m para 10 MHz de señal de vídeo.
- 20 cm para una señal de radio FM de 100 MHz.
- 2 cm para una señal CATV de 1000 MHz.

Esta *impedancia característica* del cable es el resultado de su inductancia y capacitancia por unidad de longitud, lo cual es determinado por su construcción física.

Si el extremo de la línea se termina con una resistencia que tenga el mismo valor que la impedancia característica de la línea, la energía de la onda será **completamente absorbida**. Para la onda, esta impedancia es simplemente una continuación del cable. En una *línea de transmisión* esta adaptación de impedancias es fundamental y cuando se consigue, se dice que está “correctamente adaptada” o “matched”. Generalmente, las impedancias de la fuente y del receptor son correctamente adaptadas con la impedancia característica de la línea. En una línea en la que no hay adaptación de impedancias, la interacción entre la onda saliente y la reflejada causa un fenómeno llamado: **ondas estacionarias**. Una medida llamada *Standing-Waves Ratio (SWR)* indica la desadaptación de un sistema, con un **SWR de 1.00 que significa una adaptación perfecta**.

Por lo tanto, si nuestro cable tiene las características de una línea de transmisión, entonces, la impedancia y su adaptación comienza a ser importante. Si no tenemos esto en cuenta, la **pérdida por reflexión** puede ser elevada y la transmisión de la señal no será de calidad.

[1] *AV Design Reference Manual. First Edition. InfoComm International.*

[2] *Handbook for Sound Engineers. Glen Ballou. Cuarta edición. Focal Press.*

www.pinanson.com
pinanson@pinanson.com

Consulte toda nuestra gama de cable y cable de fibra óptica en:

<http://www.pinanson.com/catalogue/es/97-cable-y-fibra-optica>

Consulte nuestro Glosario en:

<http://www.pinanson.com/glosario/>

Pinanson S.L.
Avda. Constitución, 40
Mondéjar (Guadalajara) SPAIN
C.P.: 19.110
Teléfono: +34 949 387 180
www.pinanson.com
engineering@pinanson.com