

MEDIOS DE TRANSMISIÓN

Tabla de contenido

1.	DEFINICIÓN	3
2.	CLASIFICACIÓN	3
3.	CONCEPTOS PREVIOS	3
a.	Ancho de banda	3
b.	Interferencia electromagnética.....	4
c.	Campo magnético inducido	4
d.	Impedancia característica	5
e.	Reflexión. Onda estacionaria. ROE (SWR).....	5
f.	Atenuación del cable.....	6
4.	EL PAR TRENZADO	7
5.	EL CABLE COAXIAL	8
6.	LA FIBRA ÓPTICA	8
	Características	9
	Funcionamiento	10
	Ventajas.....	10
	Desventajas	10
	Tipos	11
	a. Fibra multimodo.....	11
	b. Fibra monomodo	11
	Tipos según su diseño	11
	a. Cable de estructura holgada	12
	b. Cable de estructura ajustada.....	12
	Componentes de la fibra óptica	12
	Tipos de conectores	12
	Emisores del haz de luz	13
	Conversores luz-corriente eléctrica	13
	Cables de fibra óptica.....	14
	Las funciones del cable.....	14

Instalación y explotación.....	15
Elementos y diseño del cable de fibra óptica.....	15
Elementos estructurales	15
Elementos de refuerzo	15
Funda.....	16
Pérdida en los cables de Fibra Óptica	16
Pérdidas por absorción.....	16
Pérdida de Rayleigh	16
Dispersión cromática.	16
Pérdidas por radiación.....	16
Dispersión modal	16
Pérdidas por acoplamiento	16
7. INFRARROJOS	16
El transmisor.....	17
El receptor	17
8. RADIOFRECUENCIA	18
Antenas	18
Radio programación	18
Ondas de tierra.....	18
9. VENTAJAS E INCONVENIENTES DE LOS DIFERENTES SOPORTES.....	19
BIBLIOGRAFÍA.....	19

1. DEFINICIÓN

El **medio de transmisión** constituye el canal que permite la transmisión de información entre dos terminales en un sistema de transmisión. Las transmisiones se realizan habitualmente empleando ondas electromagnéticas que se propagan a través del canal.

A veces el canal es un medio físico y otras veces no, ya que las ondas electromagnéticas son susceptibles de ser transmitidas por el vacío.

2. CLASIFICACIÓN

Dependiendo de la **forma de conducir la señal a través del medio**, los medios de transmisión se pueden clasificar en dos grandes grupos:

- medios de transmisión **guiados**
 - El par trenzado
 - El cable coaxial
 - La fibra óptica
- medios de transmisión **no guiados**
 - radio
 - microondas
 - luz (infrarrojos/láser).

Según el sentido de la transmisión podemos encontrarnos con 3 tipos diferentes:

- Simplex
- Half-Duplex
- Full-Duplex.

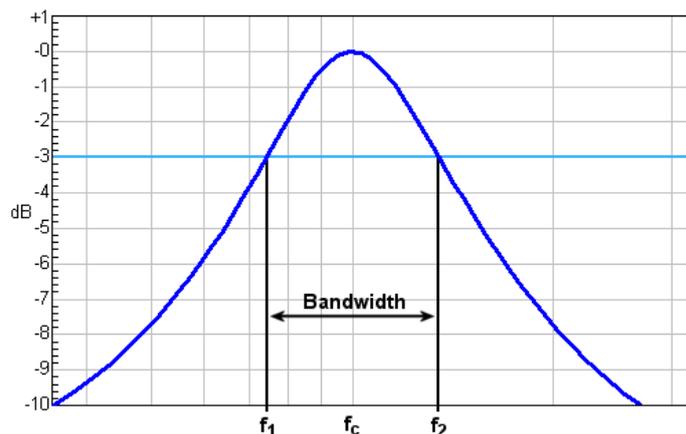
También los medios de transmisión se caracterizan por utilizarse en rangos de frecuencia de trabajo diferentes.

3. CONCEPTOS PREVIOS

a. Ancho de banda

Para señales analógicas, el ancho de banda es la longitud, medida en Hz, del rango de frecuencias en el que se concentra la mayor parte de la potencia de la señal. Puede ser calculado a partir de una señal temporal mediante el análisis de Fourier. También son llamadas frecuencias efectivas las pertenecientes a este rango.

En conexiones a Internet el ancho de banda es la cantidad de información o de datos que se puede enviar a través de una conexión de red en un período dado. El ancho de banda se indica generalmente en bits por segundo (bps), kilobits por segundo (Kbps), o megabits por segundo (Mbps).



Es común denominar *ancho de banda digital* a la cantidad de datos que se pueden transmitir en una unidad de tiempo.

Por ejemplo, una línea ADSL de 256 kbps puede, teóricamente, enviar 256000 bits (no bytes) por segundo. Esto es en realidad la tasa de transferencia máxima permitida por el sistema, que depende del ancho de banda analógico, de la potencia de la señal, de la potencia de ruido y de la codificación de canal.

Un ejemplo de *banda estrecha* es la realizada a través de una conexión telefónica, y un ejemplo de *banda ancha* es la que se realiza por medio de una conexión DSL, microondas, cable módem o T1. Cada tipo de conexión tiene su propio ancho de banda analógico y su tasa de transferencia máxima. El ancho de banda y la *saturnación redil* son dos factores que influyen directamente sobre la calidad de los enlaces.

El rango de frecuencia que deja a un canal pasar satisfactoriamente se expresa en Hz.

$$Bw = \Delta f = f_{cs} \text{ (frecuencia de corte superior)} - f_{ci} \text{ (frecuencia de corte inferior)}$$

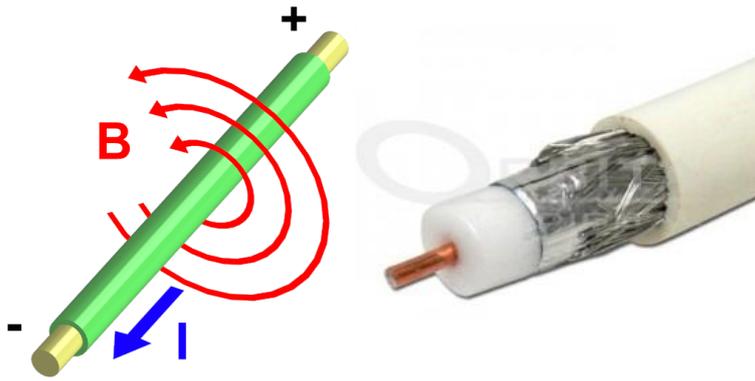
b. Interferencia electromagnética

La **interferencia electromagnética** es la perturbación que ocurre en cualquier circuito, componente o sistema electrónico causado por una fuente externa al mismo. También se conoce como **EMI** por sus siglas en inglés (ElectroMagnetic Interference), **Radio Frequency Interference** o **RFI**. Esta perturbación puede interrumpir, degradar o limitar el rendimiento de ese sistema. La fuente de la interferencia puede ser cualquier objeto, ya sea artificial o natural, que posea corrientes eléctricas que varíen rápidamente, como un circuito eléctrico, el Sol o las auroras boreales.

c. Campo magnético inducido

La circulación de una corriente eléctrica a través de un conductor, genera un campo magnético entorno a dicho conductor. De igual forma, cualquier campo magnético entorno a un conductor puede inducir una corriente eléctrica en este. Eso podría considerarse una interferencia.

Para evitar este fenómeno se utilizan cables eléctricos **apantallados**.



d. Impedancia característica

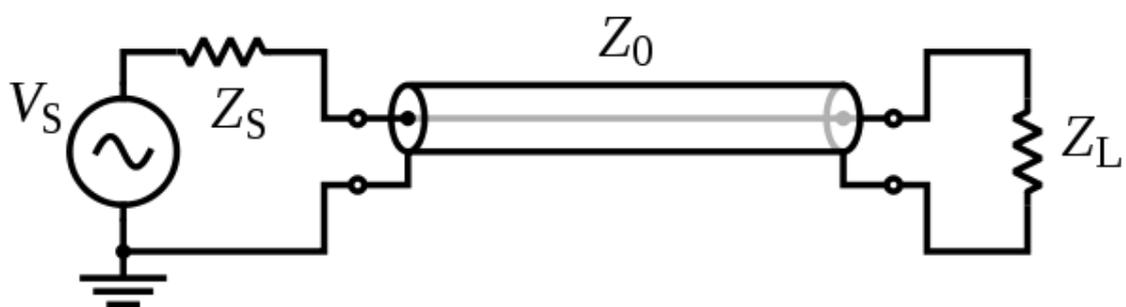
Se denomina impedancia característica de una línea de transmisión a la relación existente entre la diferencia de potencial aplicada y la corriente absorbida por la línea en el caso hipotético de que esta tenga una longitud infinita, o cuando aún siendo finita no existen reflexiones.

En el caso de líneas reales, se cumple que la impedancia de las mismas permanece inalterable cuando son cargadas con elementos, generadores o receptores, cuya impedancia es igual a la impedancia característica.

La impedancia característica es independiente de la frecuencia de la tensión aplicada y de la longitud de la línea, por lo que esta aparecerá como una carga resistiva y **no se producirán reflexiones por desadaptación de impedancias, cuando se conecte a ella un generador con impedancia igual a su impedancia característica.**

De la misma forma, en el otro extremo de la línea esta aparecerá como un generador con impedancia interna resistiva y la transferencia de energía será máxima cuando se le conecte un receptor de su misma impedancia característica.

No se oculta, por tanto, la importancia de que todos los elementos que componen un sistema de transmisión presenten en las partes conectadas a la línea impedancias idénticas a la impedancia característica de esta, para que no existan ondas reflejadas y el rendimiento del conjunto sea máximo.



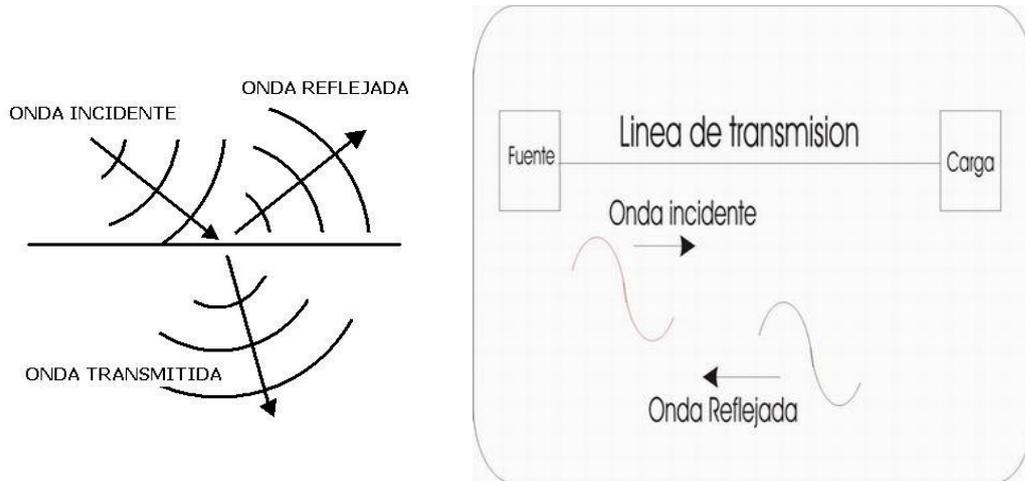
Para evitar reflexiones y asegurarnos que se transmite toda la potencia posible:

$$Z_S = Z_0 = Z_L$$

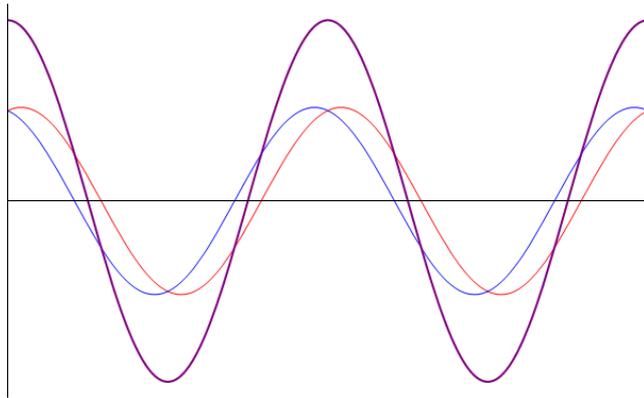
e. Reflexión. Onda estacionaria. ROE (SWR)

Cuando se produce una transmisión de señales en un medio de transmisión, la señal que transmitimos desde la fuente (emisor) a la carga (receptor o medio de transmisión) la llamamos **onda incidente**. Cuando las impedancias del sistema están adaptadas $Z_S = Z_0 = Z_L$, toda la onda incidente se transmite a

la carga, pero cuando no existe esa adaptación, una parte de la onda incidente se transmite y otra parte se refleja y vuelve en sentido contrario a esta, tomando el nombre de **onda reflejada**.



La suma de las dos ondas genera lo que se llama una **onda estacionaria**.



En transmisión de ondas de radio, las ondas estacionarias en las líneas de transmisión son sumamente peligrosas para la integridad física de los componentes. Un aparato, el ROE-metro, mide el porcentaje de la onda incidente que es reflejada.

En el caso ideal en que se estableciera una onda estacionaria en la línea de transmisión, el transmisor terminaría por destruirse.

Una ROE (Relación de Onda Estacionaria) de 1,5 equivale a una reflexión de 4% de la onda incidente, y se admite que es el máximo que un transmisor de 100 Watts a transistores puede soportar sin sufrir daños. En cambio, los transmisores a válvulas son menos sensibles a las ondas estacionarias.

EFFECTOS DE ONDA ESTACIONARIA:

Puente de Tacoma <http://www.youtube.com/watch?v=j-zczJXSxw&feature=fvwrrel>

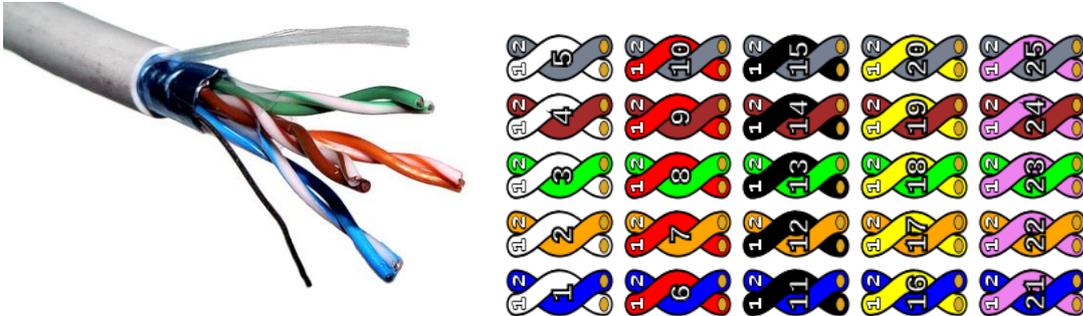
f. Atenuación del cable

La atenuación es la pérdida de señal que aprecia cuando se compara la señal a la salida del cable con respecto a la entrada. Depende del medio de transmisión y de la longitud de este. Se mide en dB.

$$\alpha = 10 \times \log \frac{P_1}{P_2} \quad \alpha = 20 \times \log \frac{V_1}{V_2}$$

4. EL PAR TRENZADO

El par trenzado consiste en un par de hilos de cobre conductores cruzados entre sí, con el objetivo de reducir el ruido de diafonía. A mayor número de cruces por unidad de longitud, mejor comportamiento ante el problema de diafonía.



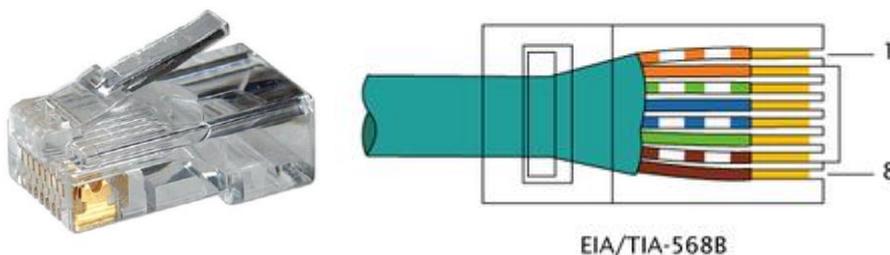
Existen dos tipos de par trenzado:

- Protegido: *Shielded Twisted Pair* (STP)
- No protegido: *Unshielded Twisted Pair* (UTP)

Las aplicaciones principales en las que se hace uso de cables de par trenzado son:

- **Bucle de abonado:** Es el último tramo de cable existente entre el teléfono de un abonado y la central a la que se encuentra conectado. Este cable suele ser UTP Cat.3 y en la actualidad es uno de los medios más utilizados para transporte de banda ancha, debido a que es una infraestructura que está implantada en el 100% de las ciudades.
- **Redes LAN:** En este caso se emplea UTP Cat.5 o Cat.6 para transmisión de datos. Consiguiendo velocidades de varios centenares de Mbps. Un ejemplo de este uso lo constituyen las redes 10/100/1000BASE-T.

Para conectar el cable UTP a los distintos dispositivos de red se usan unos conectores especiales, denominados RJ-45



Velocidades de transmisión de datos:

Categoría 1 Voz (Cable de teléfono)

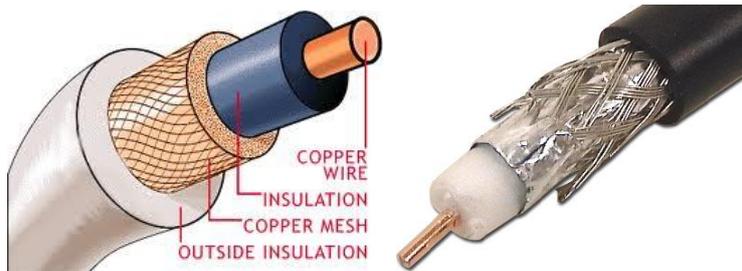
Categoría 2 Datos a 4 Mbps (LocalTalk)

Categoría 3 Datos a 10 Mbps (Ethernet)

Categoría 4 Datos a 20 Mbps/16 Mbps Token Ring

5. EL CABLE COAXIAL

El cable coaxial se compone de un hilo conductor, llamado núcleo, y una malla externa separados por un dieléctrico o aislante



El cable coaxial es quizá el medio de transmisión más versátil, por lo que está siendo cada vez más utilizado en una gran variedad de aplicaciones. Se usa para transmitir tanto señales analógicas como digitales. El cable coaxial tiene una respuesta en frecuencia superior a la del par trenzado, permitiendo por tanto mayores frecuencias y velocidades de transmisión. Por construcción el cable coaxial es mucho menos susceptible que el par trenzado tanto a interferencias como a diafonía.

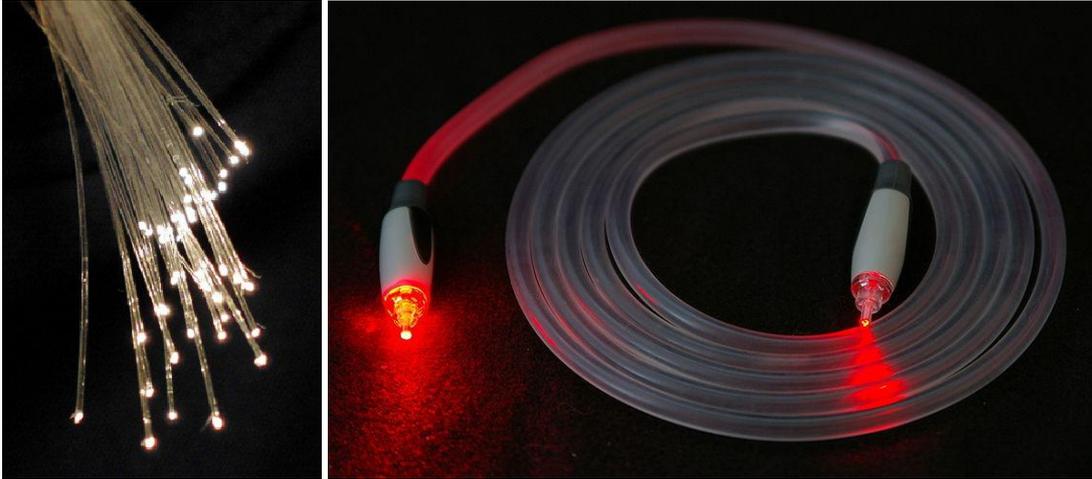
Las aplicaciones más importantes son:

- Distribución de televisión
- Telefonía a larga distancia
- Conexión con periféricos a corta distancia
- Redes de área local

Debido a la necesidad de manejar frecuencias cada vez más altas y a la digitalización de las transmisiones, en años recientes se ha sustituido paulatinamente el uso del cable coaxial por el de fibra óptica, en particular para distancias superiores a varios kilómetros, porque el ancho de banda de esta última es muy superior.

6. LA FIBRA ÓPTICA

La fibra óptica es un medio de transmisión empleado habitualmente en redes de datos; un hilo muy fino de material transparente, vidrio o materiales plásticos, por el que se envían pulsos de luz que representan los datos a transmitir. El haz de luz queda completamente confinado y se propaga por el interior de la fibra con un ángulo de reflexión por encima del ángulo límite de reflexión total, en función de la ley de Snell. La fuente de luz puede ser láser o un LED.

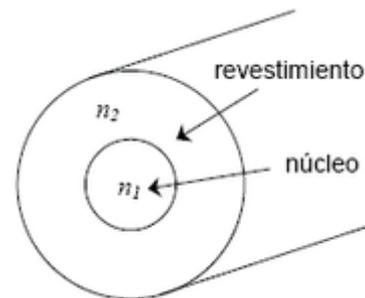


Las fibras se utilizan ampliamente en telecomunicaciones, ya que permiten enviar gran cantidad de datos a una gran distancia, con velocidades similares a las de radio o cable. Son el medio de transmisión por excelencia al ser inmune a las interferencias electromagnéticas, también se utilizan para redes locales, en donde se necesite aprovechar las ventajas de la fibra óptica sobre otros medios de transmisión.

Características

La fibra óptica es una guía de ondas dieléctrica que opera a frecuencias ópticas.

Cada filamento consta de un núcleo central de plástico o cristal (óxido de silicio y germanio) con un alto **índice de refracción**, rodeado de una capa de un material similar con un índice de refracción ligeramente menor. Cuando la **luz** llega a una superficie que limita con un índice de refracción menor, se refleja en gran parte, cuanto mayor sea la diferencia de índices y mayor el ángulo de incidencia, se habla entonces de reflexión interna total.



En el interior de una fibra óptica, la luz se va reflejando contra las paredes en ángulos muy abiertos, de tal forma que prácticamente avanza por su centro. De este modo, se pueden guiar las señales luminosas sin pérdidas por largas distancias.

A lo largo de toda la creación y desarrollo de la fibra óptica, algunas de sus características han ido cambiando para mejorarla. Las **características más destacables** de la fibra óptica en la actualidad son:

- Cobertura más resistente: La cubierta contiene un 25% más material que las cubiertas convencionales.
- Uso dual (interior y exterior): La resistencia al agua y emisiones ultravioleta, la cubierta resistente y el funcionamiento ambiental extendido de la fibra óptica contribuyen a una mayor confiabilidad durante el tiempo de vida de la fibra.
- Mayor protección en lugares húmedos: Se combate la intrusión de la humedad en el interior de la fibra con múltiples capas de protección alrededor de ésta, lo que proporciona a la fibra, una mayor vida útil y confiabilidad en lugares húmedos.
- Empaquetado de alta densidad: Con el máximo número de fibras en el menor diámetro posible se consigue una más rápida y más fácil instalación, donde el cable debe enfrentar dobleces agudos y espacios estrechos. Se ha llegado a conseguir un cable con 72 fibras de construcción súper densa cuyo diámetro es un 50% menor al de los cables convencionales.

Funcionamiento

Los principios básicos de su funcionamiento se justifican aplicando las leyes de la óptica geométrica, principalmente, la ley de la refracción (principio de reflexión interna total) y la [ley de Snell](#).

Su funcionamiento se basa en transmitir por el núcleo de la fibra un haz de luz, tal que este no atraviese el revestimiento, sino que se refleje y se siga propagando. Esto se consigue si el índice de refracción del núcleo es mayor al índice de refracción del revestimiento, y también si el ángulo de incidencia es superior al ángulo límite.

Ventajas

- Una banda de paso muy ancha, lo que permite flujos muy elevados (del orden del Ghz).
- Pequeño tamaño, por tanto ocupa poco espacio.
- Gran flexibilidad, el radio de curvatura puede ser inferior a 1 cm, lo que facilita la instalación enormemente.
- Gran ligereza, el peso es del orden de algunos gramos por kilómetro, lo que resulta unas nueve veces menos que el de un cable convencional.
- Inmunidad total a las perturbaciones de origen electromagnético, lo que implica una calidad de transmisión muy buena, ya que la señal es inmune a las tormentas, chisporroteo...
- Gran seguridad: la intrusión en una fibra óptica es fácilmente detectable por el debilitamiento de la energía luminosa en recepción, además, no radia nada, lo que es particularmente interesante para aplicaciones que requieren alto nivel de confidencialidad.
- No produce interferencias.
- Insensibilidad a los parásitos, lo que es una propiedad principalmente utilizada en los medios industriales fuertemente perturbados (por ejemplo, en los túneles del metro). Esta propiedad también permite la coexistencia por los mismos conductos de cables ópticos no metálicos con los cables de energía eléctrica.
- Atenuación muy pequeña independiente de la frecuencia, lo que permite salvar distancias importantes sin elementos activos intermedios. Puede proporcionar comunicaciones hasta los 70 km. antes de que sea necesario regenerar la señal, además, puede extenderse a 150 km. utilizando amplificadores láser.
- Gran resistencia mecánica (resistencia a la tracción, lo que facilita la instalación).
- Resistencia al calor, frío, corrosión.
- Facilidad para localizar los cortes gracias a un proceso basado en la telemetría, lo que permite detectar rápidamente el lugar y posterior reparación de la avería, simplificando la labor de mantenimiento.
- Con un coste menor respecto al cobre.

Desventajas

A pesar de las ventajas antes enumeradas, la fibra óptica presenta una serie de desventajas frente a otros [medios de transmisión](#), siendo las más relevantes las siguientes:

- La alta fragilidad de las fibras.
- Necesidad de usar transmisores y receptores más caros.
- Los empalmes entre fibras son difíciles de realizar, especialmente en el campo, lo que dificulta las reparaciones en caso de ruptura del cable.
- No puede transmitir electricidad para alimentar [repetidores](#) intermedios.
- La necesidad de efectuar, en muchos casos, procesos de conversión eléctrica-óptica.
- La fibra óptica convencional no puede transmitir potencias elevadas.²
- No existen memorias ópticas.

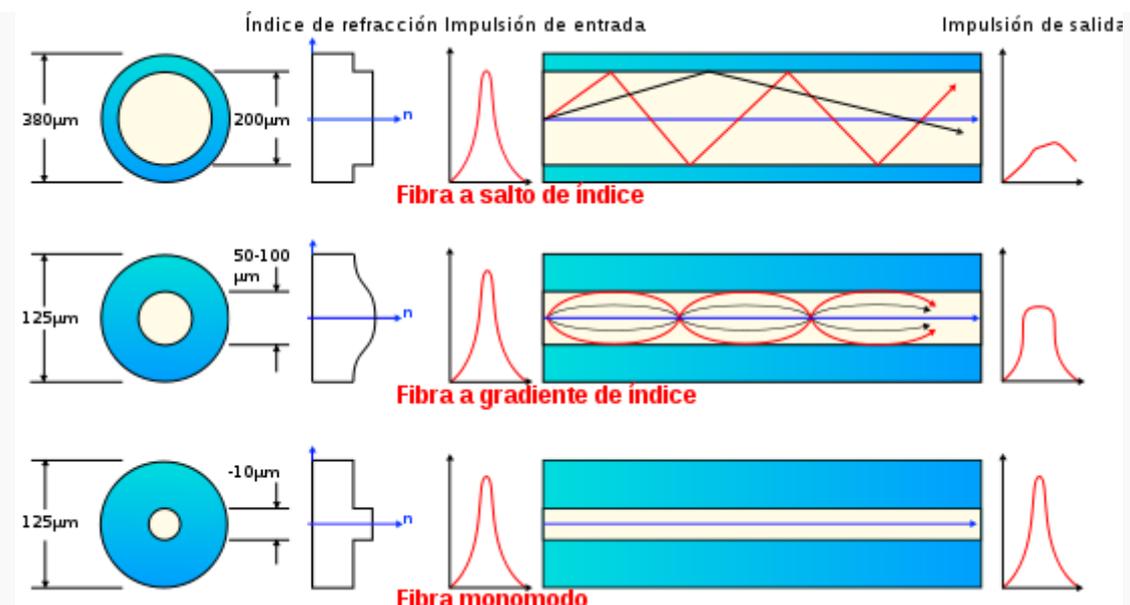
La fibra óptica no transmite energía eléctrica, esto limita su aplicación donde el terminal de recepción debe ser energizado desde una línea eléctrica. La energía debe proveerse por conductores separados.

Las moléculas de hidrógeno pueden difundirse en las fibras de silicio y producir cambios en la atenuación. El agua corroe la superficie del vidrio y resulta ser el mecanismo más importante para el envejecimiento de la fibra óptica.

Incipiente normativa internacional sobre algunos aspectos referentes a los parámetros de los componentes, calidad de la transmisión y pruebas.

Tipos

Las diferentes trayectorias que puede seguir un haz de luz en el interior de una fibra se denominan modos de propagación. Y según el modo de propagación tendremos dos tipos de fibra óptica: multimodo y monomodo.



Tipos de fibra óptica.

a. Fibra multimodo

Una fibra multimodo es aquella en la que los haces de luz pueden circular por más de un modo o camino. Esto supone que no llegan todos a la vez. Una fibra multimodo puede tener más de mil modos de propagación de luz. Las fibras multimodo se usan comúnmente en aplicaciones de corta distancia, menores a 1 km, es simple de diseñar y económico.

b. Fibra monomodo

Una fibra monomodo es una fibra óptica en la que sólo se propaga un modo de luz. Se logra reduciendo el diámetro del núcleo de la fibra hasta un tamaño (8,3 a 10 micrones) que sólo permite un modo de propagación. Su transmisión es paralela al eje de la fibra. A diferencia de las fibras multimodo, las fibras monomodo permiten alcanzar grandes distancias (hasta 400 km máximo, mediante un láser de alta intensidad) y transmitir elevadas tasas de información (decenas de Gb/s).

Tipos según su diseño

De acuerdo a su diseño, existen dos tipos de cable de fibra óptica

a. Cable de estructura holgada

Es un cable empleado tanto para exteriores como para interiores que consta de varios tubos de fibra rodeando un miembro central de refuerzo y provisto de una cubierta protectora. Cada tubo de fibra, de dos a tres milímetros de diámetro, lleva varias fibras ópticas que descansan holgadamente en él. Los tubos pueden ser huecos o estar llenos de un gel hidrófugo que actúa como protector antihumedad impidiendo que el agua entre en la fibra. El tubo holgado aísla la fibra de las fuerzas mecánicas exteriores que se ejerzan sobre el cable.

Su núcleo se complementa con un elemento que le brinda resistencia a la tracción que bien puede ser de varilla flexible metálica o dieléctrica como elemento central o de hilaturas de Aramida o fibra de vidrio situadas periféricamente.

b. Cable de estructura ajustada

Es un cable diseñado para instalaciones en el interior de los edificios, es más flexible y con un radio de curvatura más pequeño que el que tienen los cables de estructura holgada.

Contiene varias fibras con protección secundaria que rodean un miembro central de tracción, todo ello cubierto de una protección exterior. Cada fibra tiene una protección plástica extrusionada directamente sobre ella, hasta alcanzar un diámetro de 900 μm rodeando al recubrimiento de 250 μm de la fibra óptica. Esta protección plástica además de servir como protección adicional frente al entorno, también provee un soporte físico que serviría para reducir su coste de instalación al permitir reducir las bandejas de empalmes.

Componentes de la fibra óptica

Dentro de los componentes que se usan en la fibra óptica caben destacar los siguientes: los conectores, el tipo de emisor del haz de luz, los conversores de luz, etc.

Transmisor de energía óptica. Lleva un modulador para transformar la señal electrónica entrante a la frecuencia aceptada por la fuente luminosa, la cual convierte la señal electrónica (electrones) en una señal óptica (fotones) que se emite a través de la fibra óptica.

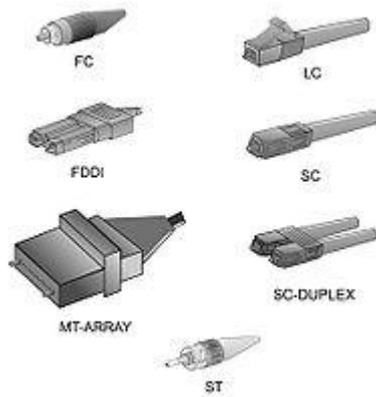
Detector de energía óptica. Normalmente es un fotodiodo que convierte la señal óptica recibida en electrones (es necesario también un amplificador para generar la señal)

Su componente es el silicio y se conecta a la fuente luminosa y al detector de energía óptica. Dichas conexiones requieren una tecnología compleja.

Tipos de conectores

Estos elementos se encargan de conectar las líneas de fibra a un elemento, ya puede ser un transmisor o un receptor. Los tipos de conectores disponibles son muy variados, entre los que podemos encontrar se hallan los siguientes:

- FC, que se usa en la transmisión de datos y en las telecomunicaciones.
- FDDI, se usa para redes de fibra óptica.
- LC y MT-Array que se utilizan en transmisiones de alta densidad de datos.
- SC y SC-Dúplex se utilizan para la transmisión de datos.
- ST o BFOC se usa en redes de edificios y en sistemas de seguridad.



Emisores del haz de luz

Estos dispositivos se encargan de convertir la señal eléctrica en señal luminosa, emitiendo el haz de luz que permite la transmisión de datos, estos emisores pueden ser de dos tipos:

- LEDs. Utilizan una corriente de 50 a 100 mA, su velocidad es lenta, solo se puede usar en fibras multimodo, pero su uso es fácil y su tiempo de vida es muy grande, además de ser económicos.
- Lasers. Este tipo de emisor usa una corriente de 5 a 40 mA, son muy rápidos, se puede usar con los dos tipos de fibra, monomodo y multimodo, pero por el contrario su uso es difícil, su tiempo de vida es largo pero menor que el de los LEDs y también son mucho más costosos.

Conversores luz-corriente eléctrica

Este tipo de dispositivos convierten las señales luminosas que proceden de la fibra óptica en **señales eléctricas**. Se limitan a obtener una corriente a partir de la luz modulada incidente, esta corriente es proporcional a la potencia recibida, y por tanto, a la forma de onda de la señal moduladora.

Se fundamenta en el fenómeno opuesto a la recombinación, es decir, en la generación de pares electrón-hueco a partir de los fotones. El tipo más sencillo de detector corresponde a una unión semiconductor P-N.

Las condiciones que debe cumplir un fotodetector para su utilización en el campo de las comunicaciones, son las siguientes:

- La corriente inversa (en ausencia de luz) debe ser muy pequeña, para así poder detectar señales ópticas muy débiles (alta sensibilidad).
- Rapidez de respuesta (gran ancho de banda).
- El nivel de ruido generado por el propio dispositivo ha de ser mínimo.
- Hay dos tipos de detectores: los fotodiodos PIN y los de avalancha APD.
- **Detectores PIN:** Su nombre viene de que se componen de una unión P-N y entre esa unión se intercala una nueva zona de material intrínseco (I), la cual mejora la eficacia del detector.

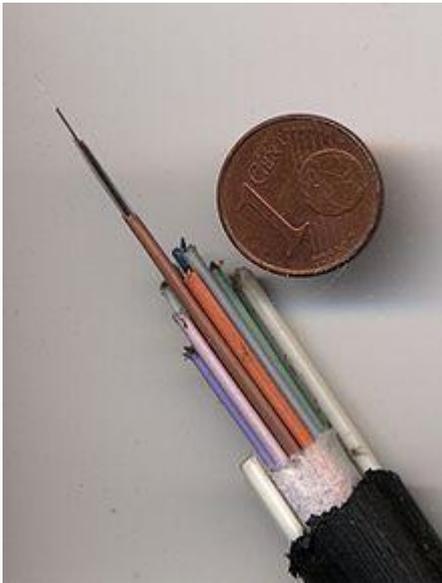
Se utiliza principalmente en sistemas que permiten una fácil discriminación entre posibles niveles de luz y en distancias cortas.

- **Detectores APD:** Los **fotodiodos de avalancha** son fotodetectores que muestran, aplicando un alto voltaje en inversa, un efecto interno de ganancia de corriente (aproximadamente 100), debido a la ionización de impacto (efecto avalancha). El mecanismo de estos detectores consiste en lanzar un electrón a gran velocidad (con la energía suficiente), contra un átomo para que sea capaz de arrancarle otro electrón.

Estos detectores se pueden clasificar en tres tipos:

- de **silicio**: presentan un bajo nivel de ruido y un rendimiento de hasta el 90% trabajando en primera ventana. Requieren alta tensión de alimentación (200-300V).
- de **germanio**: aptos para trabajar con longitudes de onda comprendidas entre 1000 y 1300 nm y con un rendimiento del 70%.
- de compuestos de los grupos III y V.

Cables de fibra óptica



Sección de un cable de fibra óptica.



Conectores de cable de fibra óptica.

Un **cable** de fibra óptica está compuesto por un grupo de fibras ópticas por el cual se transmiten señales luminosas. Las fibras ópticas comparten su espacio con hiladuras de aramida que le confieren la necesaria resistencia a la tracción.

Los cables de fibra óptica proporcionan una alternativa sobre los coaxiales en la industria de la electrónica y las **telecomunicaciones**. Así, un cable con 8 fibras ópticas tiene un tamaño bastante más pequeño que los utilizados habitualmente, puede soportar las mismas comunicaciones que 60 cables de 1623 pares de cobre o 4 **cables coaxiales** de 8 tubos, todo ello con una distancia entre **repetidores** mucho mayor.

Por otro lado, el peso del cable de fibra óptica es muchísimo menor que el de los coaxiales, ya que una bobina del cable de 8 fibras antes citado puede pesar del orden de **30 kg/km**, lo que permite efectuar tendidos de 2 a 4 km de una sola vez, mientras que en el caso de los cables de cobre no son prácticas distancias superiores a 250 - 300 m.

La "fibra óptica" no se suele emplear tal y como se obtiene tras su proceso de creación (tan sólo con el revestimiento primario), sino que hay que dotarla de más elementos de refuerzo que permitan su instalación sin poner en riesgo al vidrio que la conforma. Es un proceso difícil de llevar a cabo, ya que el vidrio es quebradizo y poco dúctil. Además, la sección de la fibra es muy pequeña, por lo que la resistencia que ofrece a romperse es prácticamente nula. Es por tanto necesario protegerla mediante la estructura que denominamos cable.

Las funciones del cable

Las funciones del cable de fibra óptica son varias. Actúa como elemento de protección de la(s) fibra(s) óptica(s) que hay en su interior frente a daños y fracturas que puedan producirse tanto en el momento de su instalación como a lo largo de la vida útil de ésta. Además, proporciona suficiente consistencia

mecánica para que pueda manejarse en las mismas condiciones de tracción, compresión, torsión y medioambientales que los cables de conductores. Para ello incorporan elementos de refuerzo y aislamiento frente al exterior.

Instalación y explotación

Referente a la instalación y explotación del cable, nos encontramos frente a la cuestión esencial de qué tensión es la máxima que debe admitirse durante el tendido para que el cable no se rompa y se garantice una vida media de unos 20 años.

Técnicas de empalme: Los tipos de empalmes pueden ser:

- Empalme mecánico con el cual se pueden provocar pérdidas del orden de 0.5 dB.
- Empalme con pegamentos con el cual se pueden provocar pérdidas del orden de 0.2 dB.
- Empalme por fusión de arco eléctrico con el cual se logran pérdidas del orden de 0.02 dB.

Elementos y diseño del cable de fibra óptica

La estructura de un cable de fibra óptica dependerá en gran medida de la función que deba desempeñar esa fibra. A pesar de esto, todos los cables tienen unos elementos comunes que deben ser considerados y que comprenden: el revestimiento secundario de la fibra o fibras que contiene; los elementos estructurales y de refuerzo; la funda exterior del cable, y las protecciones contra el agua. Existen tres tipos de "revestimiento secundario":

- "Revestimiento ceñido": Consiste en un material (generalmente plástico duro como el nylon o el poliéster) que forma una corona anular maciza situada en contacto directo con el revestimiento primario. Esto genera un diámetro externo final que oscila entre 0'5 y 1 mm. Esto proporciona a la fibra una protección contra microcurvaturas, con la salvedad del momento de su montaje, que hay que vigilar que no las produzca ella misma.
- "Revestimiento holgado hueco": Proporciona una cavidad sobredimensionada. Se emplea un tubo hueco extruido (construido pasando un metal candente por el plástico) de material duro, pero flexible, con un diámetro variable de 1 a 2 mm. El tubo aísla a la fibra de vibraciones y variaciones mecánicas y de temperatura externas.
- "Revestimiento holgado con relleno": El revestimiento holgado anterior se puede rellenar de un compuesto resistente a la humedad, con el objetivo de impedir el paso del agua a la fibra. Además ha de ser suave, dermatológicamente inocuo, fácil de extraer, autorregenerativo y estable para un rango de temperaturas que oscila entre los -55 y los 85 °C. Es frecuente el empleo de derivados del petróleo y compuestos de silicona para este cometido.

Elementos estructurales

Los elementos estructurales del cable tienen como misión proporcionar el núcleo alrededor del cual se sustentan las fibras, ya sean trenzadas alrededor de él o dispersándose de forma paralela a él en ranuras practicadas sobre el elemento a tal efecto.

Elementos de refuerzo

Tienen por misión soportar la tracción a la que éste se ve sometido para que ninguna de sus fibras sufra una elongación superior a la permitida. También debe evitar posibles torsiones. Han de ser materiales flexibles y, ya que se emplearán kilómetros de ellos han de tener un coste asequible. Se suelen utilizar materiales como el acero, Kevlar y la fibra de vidrio.

Funda

Por último, todo cable posee una funda, generalmente de plástico cuyo objetivo es proteger el núcleo que contiene el medio de transmisión frente a fenómenos externos a éste como son la temperatura, la humedad, el fuego, los golpes externos, etc. Dependiendo de para qué sea destinada la fibra, la composición de la funda variará. Por ejemplo, si va a ser instalada en canalizaciones de planta exterior, debido al peso y a la tracción bastará con un revestimiento de polietileno extruido. Si el cable va a ser aéreo, donde sólo importa la tracción en el momento de la instalación nos preocupará más que la funda ofrezca resistencia a las heladas y al viento. Si va a ser enterrado, queremos una funda que, aunque sea más pesada, soporte golpes y aplastamientos externos. En el caso de las fibras submarinas la funda será una compleja superposición de varias capas con diversas funciones aislantes.

Pérdida en los cables de Fibra Óptica

A la pérdida de potencia a través del medio se conoce como Atenuación, es expresada en decibelios, con un valor positivo en dB, es causada por distintos motivos, como la disminución en el ancho de banda del sistema, velocidad, eficiencia. La fibra de tipo multimodal, tiene mayor pérdida debido a que la onda luminosa se dispersa originada por las impurezas. Las principales causas de pérdida en el medio son:

Pérdidas por absorción. Ocurre cuando las impurezas en la fibra absorben la luz, y esta se convierte en energía calorífica; las pérdidas normales van de 1 a 1000 dB/Km.

Pérdida de Rayleigh. En el momento de la manufactura de la fibra, existe un momento donde no es líquida ni sólida y la tensión aplicada durante el enfriamiento puede provocar microscópicas irregularidades que se quedan permanentemente; cuando los rayos de luz pasan por la fibra, estos se difractan haciendo que la luz vaya en diferentes direcciones.

Dispersión cromática. Esta dispersión sólo se observa en las fibras tipo unimodal, ocurre cuando los rayos de luz emitidos por la fuente y se propagan sobre el medio, no llegan al extremo opuesto en el mismo tiempo; esto se puede solucionar cambiando el emisor fuente.

Pérdidas por radiación. Estas pérdidas se presentan cuando la fibra sufre de dobleces, esto puede ocurrir en la instalación y variación en la trayectoria, cuando se presenta discontinuidad en el medio.

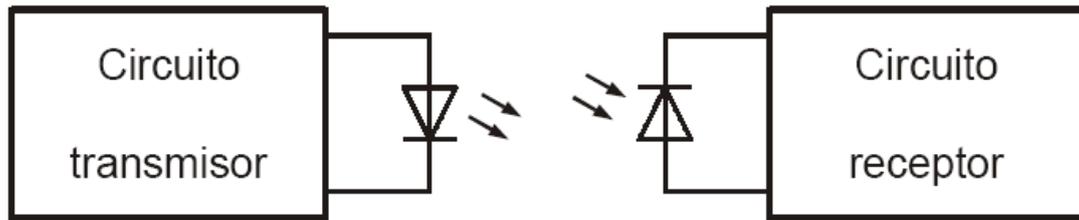
Dispersión modal. Es la diferencia en los tiempos de propagación de los rayos de luz.

Pérdidas por acoplamiento. Las pérdidas por acoplamiento se dan cuando existen uniones de fibra, se deben a problemas de alineamiento.

7. INFRARROJOS

Mediante este tipo de transmisión, el propósito es el de dar al equipo la posibilidad de realizar una comunicación punto a punto utilizando un enlace óptico al aire libre como medio de transmisión, con una longitud determinada, estando ésta dentro del infrarrojo.

El enlace óptico aquí tratado se fundamenta en una emisión de radiación infrarroja, vía aire, a diferencia del módulo anterior, en el cual la radiación luminosa emitida era conducida por el interior de la fibra. Esto comporta, naturalmente, una mayor atenuación y una menor directividad. Se trata de un sistema clásico utilizado en muchos mandos a distancia. El módulo puede dividirse en dos grandes bloques: el transmisor y el receptor.



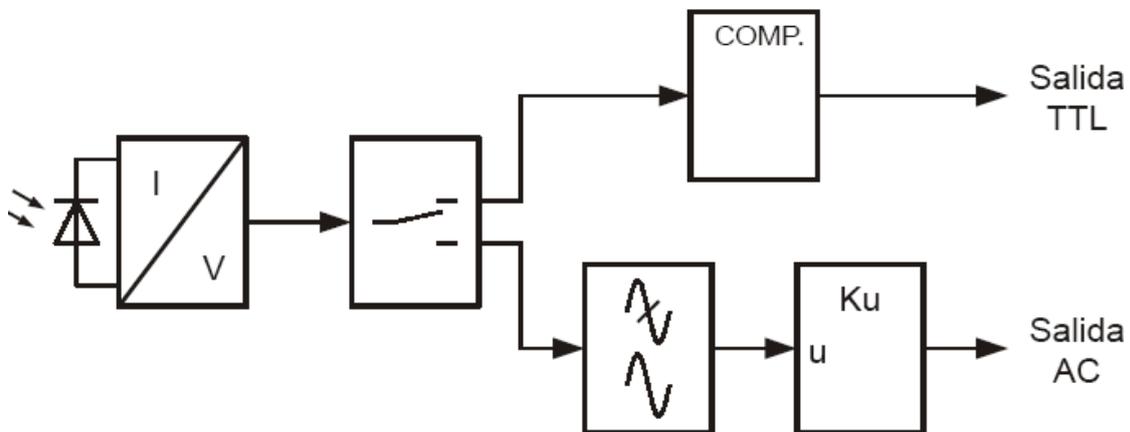
El transmisor

El transmisor consta de dos entradas con el propósito de dar al sistema la posibilidad de la transmisión tanto de señales analógicas (o digitales previamente moduladas con portadoras senoidales) como digitales. Está basado en dos elementos principales: un convertidor tensión-corriente, formado por un transistor, cuya misión será la de modular al LED emisor de infrarrojos TSUS5200 de tal forma que la potencia óptica radiada varíe del mismo modo que lo hace la señal de entrada; y el LED emisor.

Según el tipo de señal a transmitir, cambia la forma en que se debe hacer trabajar al transistor. Así, para enviar señales analógicas, el transistor deberá trabajar en su región lineal.

El receptor

Diagrama de bloques.



El circuito receptor utiliza un fotodiodo PIN como detector de luz. El motivo que llevó a la elección de este elemento, fue el de la frecuencia en las señales a transmitir por él. Un fototransistor, por ejemplo, nos daría una mayor corriente para una misma radiación de luz, sin embargo, sus tiempos de subida y bajada limitan su frecuencia de trabajo por debajo de los 100 KHz. Teniendo en cuenta que el sistema debe de poder transmitir señales moduladas de AM y FM con portadoras de frecuencia iguales e incluso superiores a la mencionada, el elemento detector de la radiación luminosa emitida por el transmisor debe de poder trabajar a estas frecuencias.

La corriente que nos proporciona el fotodiodo es aplicada a un convertidor corriente-tensión de gran ganancia basado en un amplificador operacional. La tensión de salida varía linealmente con la energía luminosa recibida por el fotodiodo, condición indispensable para una buena reconstrucción de señales analógicas. La salida de este convertidor es convenientemente amplificada y llevada a la entrada de un conmutador mediante el cual se seleccionará el paso final al que se aplicará la misma.

En el caso de transmitir señales digitales (Pulsos), el paso final seleccionado será un comparador, el cual comparará la señal detectada con un nivel DC a fin de reconstruir el dato. Si la señal transmitida es analógica, el conmutador deberá posicionarse en AC y el último paso será un filtro pasa-bajo de tercer orden, estando su frecuencia de corte sobre los 300Hz, y un amplificador cuya ganancia está ajustada para que el nivel de salida del receptor sea aproximadamente el de la entrada al transmisor.

8. RADIOFRECUENCIA

Antenas

Después de que un transmisor genere una señal de RF, debe haber algún método de radiar esta señal al espacio y debe haber también otro método para que un receptor intercepte o capte la señal. La antena cumple estos requerimientos.

Una antena convierte las corrientes de alta frecuencias en ondas electromagnéticas para su transmisión y justamente hace lo contrario para la recepción. Las antenas transmisoras y receptoras tienen distintas funciones, pero se comportan exactamente igual. Es decir, su comportamiento es recíproco.

Radio programación

La energía radiada de una antena transmisora viaja en el espacio en muchas direcciones. Según la distancia a la antena aumenta, el campo de energía se expande y la intensidad de campo disminuye. Sin embargo, el camino o caminos mediante los cuales la señal alcanza la localización del receptor también afecta la intensidad de campo. Hay tres amplias clasificaciones de camino de la señal. Estas son: la onda de tierra, la onda de espacio, y la onda celeste.

Nosotros describiremos únicamente las ondas de tierra que son las que vamos a utilizar en nuestro rango de frecuencias.

Ondas de tierra

La onda de tierra es una onda de radio que viaja a lo largo de la superficie de la tierra. En las bandas de baja frecuencia (LF) y frecuencia media (MF), este es el modo predominante de propagación. Estas longitudes de onda más largas tienden a seguir la curvatura de la tierra y realmente viajan más allá del horizonte. Sin embargo, según la frecuencia aumenta, la onda de tierra es más efectivamente absorbida por las irregularidades de la superficie terrestre. Esto es debido, a que según la frecuencia aumenta, las montañas, colinas, etc., se hacen significativas con relación a la longitud de onda transmitida.

Por ejemplo, a 30KHz la longitud de onda es de 10.000 metros. Incluso las montañas son relativamente insignificantes comparado con esta longitud de onda. Así, la onda de tierra, experimenta muy poca atenuación. Por otra parte, a 3MHz la longitud de onda es de 100 metros. Esto es suficientemente corto, como para que las colinas, árboles, y grandes edificios rompan y absorban la onda de tierra a causa de que son aproximadamente del mismo tamaño que la longitud de onda.

9. VENTAJAS E INCONVENIENTES DE LOS DIFERENTES SOPORTES

	PARES TRENZADOS	CABLE COAXIAL	CABLE ELÉCTRICO	FIBRA ÓPTICA	INFRA ROJOS	RADIO FRECUENCIA
Coste soporte	BAJO (barato)	BASTANTE ALTO	NO APLICABLE	ELEVADO	NO APLICABLE	NO APLICABLE
Onda utilizada	- Analógica - Numérica (máximo 10Mbits/seg sobre 50m) - TV comprimida	- Analógica - Numérica - TV	- Analógica - Numérica	- Analógica - Numérica - TV	- Analógica - Numérica (ligado a la potencia de las fuentes y a la sensibilidad de los detectores)	- Analógica - Numérica (con modificaciones)
Flujos de información (mando, control)	POSIBLE	POSIBLE	POSIBLE	POSIBLE	POSIBLE	POSIBLE
Transmisión de sonido	POSIBLE	POSIBLE	POSIBLE	POSIBLE	MEDIOCRE	POSIBLE
Transmisión de imagen	MEDIOCRE	POSIBLE	IMPOSIBLE	POSIBLE	MEDIOCRE	MEDIOCRE
Transmisión de energía	MEDIOCRE	IMPOSIBLE	POSIBLE	IMPOSIBLE	IMPOSIBLE	IMPOSIBLE

BIBLIOGRAFÍA

- Wikipedia
 - http://es.wikipedia.org/wiki/Medio_de_transmisi%C3%B3n
 - http://es.wikipedia.org/wiki/Fibra_%C3%B3ptica
 - http://es.wikipedia.org/wiki/Fibra_%C3%B3ptica
- Manual de Prácticas Equipos de Comunicaciones ALECOP