

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO

CARRERA DE TELEMÁTICA

**ESTUDIO DE LOS PRINCIPALES MEDIOS DE
TRANSMISIÓN UTILIZADOS EN REDES Y
COMUNICACIONES**

POR:

CHRISTIAN JOSÉ TRUJILLO ALLAUCA

Proyecto de Grado como requisito para la obtención del título:

TECNÓLOGO EN TELEMÁTICA

2004

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por el Sr. **Christian José Trujillo Allauca**, como requerimiento parcial a la obtención del título de **TECNÓLOGO EN TELEMÁTICA**

Ing. Marco Navas.

Latacunga, 20 de octubre del 2004

DEDICATORIA

Quiero dedicar este trabajo a todas las personas que en algún momento supieron brindarme el apoyo económico y sobretodo moral para ser una persona de bien.

A mis padres, hermanos

Quienes en el momento oportuno, estuvieron a mi lado para darme su ayuda y que a base de amor sacrificio han hecho posible la culminación de mis estudios para luego adquirir la profesión que me será útil en mi vida futura.

Alno. Trujillo Christian.

AGRADECIMIENTO

Primeramente agradecerle a Dios, luego a mis padres, hermanos y a mi querida institución y a todo el personal docente que siempre me ha brindado sus sabias enseñanzas.

Quiero manifestarles mi más eterna gratitud, porque ellos han forjado en mí, una persona útil en mi familia, y a mi patria.

También a todos mis maestros e instructores quienes han sabido encaminarnos por el camino del bien, en especial al Ing. Marco Navas quien con sus sabios conocimiento hizo que este trabajo se haga realidad.

Alno. Trujillo Christian.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Carátula.....	I
Certificación.....	II
Dedicatoria..... III	
Agradecimiento..... IV	
Índice de contenidos..... V	
Índice de tablas..... IX	
Índice de figuras..... X	

GENERALIDADES

Introducción.....	1
Planteamiento del problema.....	2
Justificación.....	3
Alcance.....	3
Objetivos.....	4
Objetivo general.....	4
Objetivos específicos.....	4

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1 Medios de Transmisión Guiados.....	5
1.1.1 Par trenzado	5
1.1.1.1 Tipos de Par trenzado.....	7
1.1.1.1.1	
UTP.....	7
1.1.1.1.2 Orden de los	
pares.....	8
1.1.1.1.3	
Conectores.....	9
1.1.1.1.4	
STP.....	10
1.1.1.1.5	
Red de par	
trenzado.....	12
1.1.2 Cable	
coaxial.....	14
1.1.2.1 Estándares del cable	
coaxial.....	18
1.1.2.2	
coaxial.....	19
Red	
1.1.2.3	
Conectores.....	19

1.1.3 Fibra	
Óptica.....	21
1.1.3.1 Composición del cable.....	23
1.1.3.2 Fuentes de luz.....	24
1.1.3.3 Modos de propagación.....	24
1.1.3.3.1 Multimodo.....	26
1.1.3.3.1.1 De índice escalonado.....	26
1.1.3.3.1.2 De índice gradual.....	28
1.1.3.3.2 Monomodo.....	29
1.1.3.3 Tamaño de la fibra.....	30
1.1.3.4 Ventajas de la Fibra Óptica.....	30
1.1.3.5 Desventajas de la fibra óptica.....	31

1.1.3.6	Características
generales.....	33
1.1.3.7	
Conectores.....	34

CAPÍTULO II

2.1	Medios de transmisión no guiados.....	
	..35	
2.1.1	Radiofrecuencia.....	
	..35	
2.1.1.1	Tipos de propagación.....	
	..35	
2.1.1.1.1	Propagación	en
superficie.....	36	
2.1.1.1.2	Propagación	
troposférica.....	36	
2.1.1.1.3	Propagación	
ionosférica.....	37	
2.1.1.1.4	Propagación	por
directa.....	37	visión

2.1.1.1.5	Propagación por el espacio.....	38
2.1.1.2	Propagación de señales específicas.....	..39
2.1.2	Microondas terrestres.....	..41
2.1.2.1	Repetidores.....	..42
2.1.2.2	Antenas.....	..43
2.1.3	Comunicación vía satélite.....	..45
2.1.3.1	Satélites Geosincrónicos.....	..46
2.1.3.2	Frecuencias para satélite.....	..48
2.1.4	Telefonía celular.....	..48
2.1.4.1	Bandas celulares.....	..50
2.1.5	Deterioro de la transmisión.....	..51
2.1.5.1	Atenuación.....	..51

2.1.5.2 Ruido.....	..52
2.1.6 Prestaciones.....	..53
2.1.6.1 Rendimiento.....	..53
2.1.6.2 Velocidad de propagación.....	..54
2.1.6.3 Tiempo de propagación.....	..55
2.1.6.4 Longitud de onda.....	..56

CAPÍTULO III

3.1	PRESUPUESTO.....	.60
3.2	ANÁLISIS ECONÓMICO.....	.61

CAPÍTULO IV

4.1	CONCLUSIONES.....	.62
4.2	RECOMENDACIONES.....	...62
	BIBLIOGRAFÍA.....63
	ANEXOS.....64
	ANEXO A.....	...65
	ANEXO B.....	...67
	ANEXO C.....	...69
	GLOSARIO.....70

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla1.	Orden de los pares UTP.....	9
Tabla 2.	Tipos de cable coaxial.....	
	16	
Tabla 3.	Tamaños de fibra.....	
	30	
Tabla 4.	Bandas de frecuencia para satélite.....	
	48	
Tabla 5.	Comparación de medios.....	
	59	

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig.1	Cables par trenzado.....	5
Fig.2	Cable par trenzado.....	6
Fig.3	UTP CAT 5.....	7
Fig.4	Conectores RJ45-11 UTP.....	
	10	
Fig.5	Pares apantallados y sin apantallar.....	11
Fig.6	Red con par trenzado.....	
	13	
Fig.7	Conectores par trenzado.....	
	14	
Fig.8	Cable coaxial.....	
	14	
Fig.9	Composición del coaxial.....	
	18	
Fig.10	Piezas conectores cable coaxial.....	
	20	
Fig.11	Red con cable coaxial.....	
	21	
Fig.12	Fibra óptica.....	22

Fig.13	Composición Fibra	
	óptica.....	24
Fig.14	Multimodo de índice	
	escalonado.....	27
Fig.15	Multimodo de índice	
	gradual.....	28
Fig.16	Fibra	
	monomodo.....	29
Fig.17	Conectores ST y	
	SC.....	34
Fig.18	Tipos de propagación.....	
	38	
Fig.19	Bandas de	
	frecuencia.....	41
Fig.20	Repetidores.....	
	43	
Fig.21	Antena de disco parabólico.....	
	44	
Fig.22	Transmisión de microondas.....	
	45	
Fig.23	Transmisión vía satélite.....	
	46	
Fig.24	Satélites geosincrónicos.....	
	47	

Fig.25	Sistema	
celular.....		49
Fig.26	Bandas	
celulares.....		51
Fig.27	Atenuación.....	
52		
Fig.28	Ruido.....	
53		
Fig.29	Rendimiento.....	
54		
Fig.30	Tiempo de propagación.....	
56		
Fig.31	Longitud de onda.....	
57		

INTRODUCCIÓN

La tarea fundamental de los medios de transmisión es la de transmitir la información proveniente de una fuente al receptor, no obstante existen varios problemas desde el ruido pasando por las distancias hasta llegar incluso al costo del canal mismo. Es así que, en el mercado actual se puede encontrar una gran variedad de tipos de canales, los cuales tienen sus ventajas y desventajas unos con respecto de otros, son estas últimas las que han incidido en el desarrollo de su próximo mejoramiento tecnológico y en cuanto más perfeccionada es su tecnología, mayor es su valor y los costos bajan.

Las computadoras y otros dispositivos de telecomunicación usan señales para representar los datos. Estas señales se transmiten de un dispositivo a otro en forma de energía electromagnética. Las señales electromagnéticas pueden viajar a través del vacío, el aire u otros medios de transmisión.

La energía electromagnética, una combinación de campos eléctricos y magnéticos vibrando entre sí, comprende a la corriente eléctrica alterna, las señales eléctricas en frecuencia de voz, a las ondas de radio, luz infrarroja, luz visible, luz ultravioleta y los rayos X, gamma y cósmicos. Cada uno de ellos constituye una porción del espectro electromagnético. Sin embargo, no todas las porciones del espectro se pueden usar realmente para las telecomunicaciones y los medios para conducir aquellas que son utilizables están limitados a unos pocos tipos.

Las frecuencias en la banda de voz se transmiten generalmente en forma de corrientes a través de hilos de metal, como los pares trenzados o los cables coaxiales. Las radiofrecuencias pueden viajar a través del aire o del espacio, pero necesitan mecanismos específicos de transmisión y recepción.

La luz visible, el tercer tipo de energía electromagnética que se usa actualmente para las telecomunicaciones, se conduce usando un cable de fibra óptica.

Por eso a continuación se describirán las características que los actuales medios de transmisión poseen, no olvidando también sus ventajas y desventajas de unos con otros.

Los medios de transmisión se pueden dividir en dos grandes categorías, medios guiados y no guiados.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

En la actualidad contamos con una diversidad de redes y conexiones para la transmisión de información, en las cuales se han implementado medios de transmisión que vienen hacer deficientes para la gran cantidad de información que se maneja hoy en día.

Además con el pasar de los tiempos se han ido descubriendo y creando nuevas formas y nuevos medios para transmitir los distintos tipos

de información, medios mas seguros, confiables y más rápidos, que es lo que siempre se ha querido lograr en las comunicaciones.

JUSTIFICACIÓN

Como se puede dar cuenta, la tecnología avanza a pasos gigantescos y un estudiante, debe vivir al tanto de los detalles del campo tecnológico en donde se desenvuelva en el futuro.

Por tal motivo se presenta esta investigación sobre los medios más utilizados para la implementación en redes y telecomunicaciones existentes en nuestro medio.

ALCANCE

Con esta investigación se trata de obtener un manual que sirva de guía a estudiantes y técnicos para facilitar su trabajo en el caso de escoger el medio de transmisión más adecuado para la implementación de una red de computadoras o conexiones para telecomunicaciones.

Este estudio aportara en el conocimiento y familiarización de los estudiantes con los Sistemas de Comunicaciones y el diseño de Redes de Comunicación, así como de material de consulta en las materias

relacionadas con las comunicaciones y la transferencia de información a través de los medios de transmisión analizados en esta investigación.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Llegar a un análisis de los principales medios de transmisión y sus aplicaciones en el campo de las comunicaciones, comparar unos con otros y llegar a saber cuales de estos son los más idóneos para cada transmisión.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Investigar sobre los medios de transmisión más utilizados.
- Describir los principales medios de transmisión guiados y sus aplicaciones.
- Analizar cuales son los mejores medios para cada transmisión, sus ventajas y desventajas.
- Realizar un breve estudio sobre las transmisiones por microonda y la utilización de los medios no guiados.

CAPÍTULO I

1.1 MEDIOS DE TRANSMISIÓN GUIADOS

Los medios guiados son aquellos que proporcionan un conductor de un dispositivo al otro e incluyen cables de pares trenzados, cables coaxiales, y cables de fibra óptica.

1.1.1 PAR TRENZADO O PAR TELEFÓNICO

El par trenzado o par telefónico es un par de conductores cubierto de un material aislante de polietileno y es trenzado con el propósito de reducir las interferencias (mejor conocida como diafonía) producidas por inducción de campo magnético con respecto a los pares cercanos que se encuentran a su alrededor. Generalmente se colocan varios pares de alambres trenzados en un envoltorio común. El paso de trenzado es diferente para cada par para así reducir las interferencias aún más.

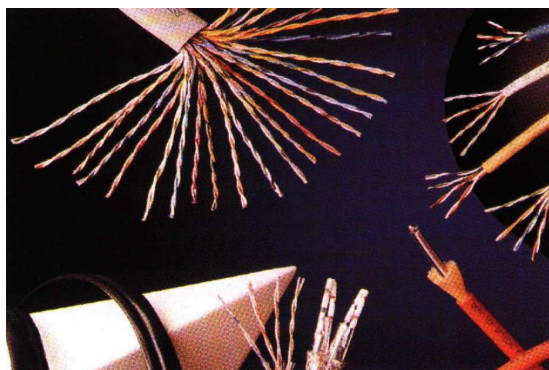


Fig.1 Cables par trenzado

Se trata de dos hilos de cobre que se pueden utilizar tanto para transmisión analógica como digital, y su ancho de banda depende de la sección de cobre utilizado y de la distancia que tenga que recorrer.

Este tipo de cable es el más usado (sobre todo en el cableado telefónico) debido a su bajo costo. Tiene la ventaja de ser flexible y fácil de conectar pero su inconveniente principal es la baja velocidad de transmisión y su corta distancia de alcance.

Por lo tanto debe usarse a distancias limitadas ya que la señal se va atenuando y puede llegar a ser imperceptible y por eso se necesitan emplear, a determinadas distancias, repetidoras que regeneran la señal.

Es un medio muy susceptible a ruidos y a interferencia. Para evitar estos problemas se suelen trenzar el cable con distintos pasos y se suele recubrir con una malla externa para evitar las interferencias externas.

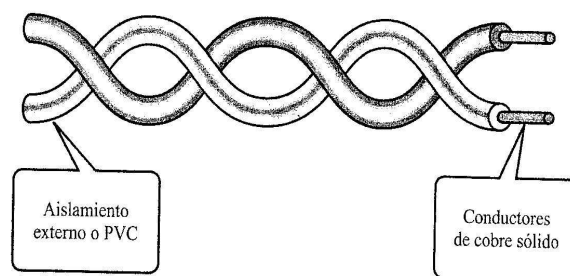


Fig.2 Cable par trenzado

1.1.1.1 TIPOS DE CABLE PAR TRENZADO

1.1.1.1.1 UTP (Unshielded Twisted Pair Cabling)

Como el nombre lo indica el UTP es un cable que no tiene revestimiento o blindaje entre la cubierta exterior y los cables, también llamados no apantallados. El UTP se utiliza normalmente para conexiones de Redes Ethernet, el UTP generalmente se refiere a los cables de categoría 3, 4 y 5 especificados por el TIA/EIA 568-A Standard. Las categorías 5, 6 y 7 han sido propuestas para soportar velocidades más altas. El cable UTP comúnmente contiene cuatro pares de conductores.

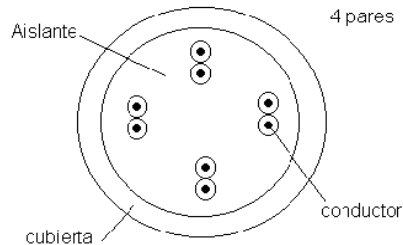


Fig.3 UTP CAT5

Los pares no apantallados, son los más baratos aunque los menos resistentes a las interferencias (sin embargo se usan con éxito en telefonía y redes de área local).

Este medio de transmisión guiado (se llama así por utilizar un medio sólido para la transmisión) presenta una velocidad de transmisión que depende del tipo de cable de par trenzado que se esté utilizando. Está dividido en categorías por el TIA /EIA:

Categoría 1: Hilo telefónico trenzado de calidad de voz no adecuado para las transmisiones de datos. Velocidad de transmisión inferior a 1 Mbps.

Categoría 2: Cable para transmisión de datos. Su velocidad de transmisión es de hasta 4 Mbps.

Categoría 3: Velocidad de transmisión de 10 Mbps. Con este tipo de cable se implementan las redes Ethernet 10-Base-T. Impedancia de 100 ohm y soportan frecuencias de transmisión de hasta 16 Mhz.

Categoría 4: La velocidad de transmisión llega a 16 Mbps. Impedancia de 100 ohm y soportan frecuencias de transmisión de hasta 20 Mhz.

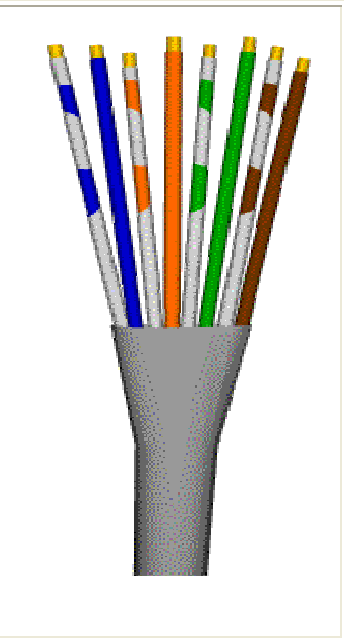
Categoría 5: Velocidad de transmisión de hasta 100 Mbps. Impedancia de 100 ohm y soportan frecuencias de transmisión de hasta 100 Mhz.

1.1.1.1.2 ORDEN DE LOS PARES

Los pares de cables dentro del cable UTP tienen colores para poder identificar cada cable en ambas puntas. Además, los códigos de los

cuatro pares están constituidos por un color sólido y otro del mismo color pero con fondo blanco.

Tabla.1 Orden de los pares UTP

Par #1:	Blanco/Azul Azul	
Par #2:	Blanco/Naranja Naranja	
Par #3:	Blanco/Verde Verde	
Par #4:	Blanco/Café Café	

1.1.1.1.3 CONECTORES

Los conectores y jacks de uso común para cable **UTPC5** son los RJ-45. El conector es una pieza de plástico transparente en donde se inserta el cable.

El Jack es también de plástico, pero en este se inserta el conector. Las siglas RJ significan *Registro de Jack* y el 45 especifica el esquema de numeración de pines.

El cable se inserta en el conector, este se conecta al jack que puede estar en la pared, en la tarjeta de red la computadora o en el concentrador.

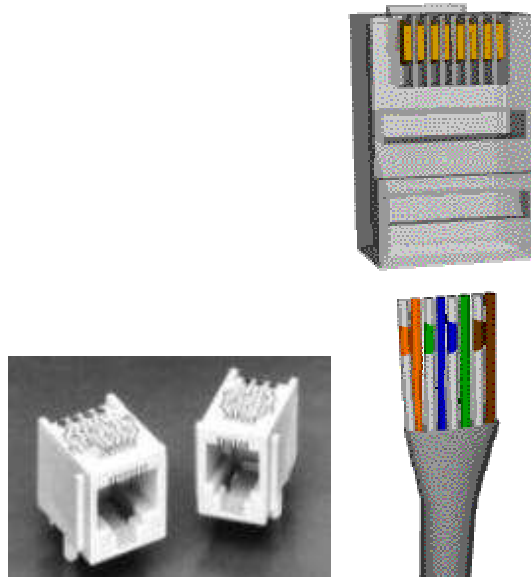


Fig.4 Conectores RJ45-RJ11 UTP

1.1.1.1.4 STP (Shielded Twisted Pair)

El cable STP, también llamado apantallado tiene un blindaje especial que proporciona toma a tierra mediante conectores especiales que forra a los a los pares, comúnmente se refiere al cable par trenzado de 150 ohm. El blindaje esta diseñado para minimizar la radiación electromagnética y la diafonía. Es inadecuado para transmisión de datos de alta velocidad (Mayor de 500 Mbps), el ancho de banda es superior al

UTP. La longitud máxima de los cables de par trenzado están limitadas a 90 metros ya sea para 10 o 100 Mbps.

Los cables apantallados están embutidos en una malla metálica que reduce las interferencias y mejora las características de transmisión. Sin embargo, tiene un costo más elevado y al ser más gruesos son más complicados de instalar.

Los cables Apantallados se utilizan únicamente para instalaciones muy puntuales que requieran una calidad de transmisión muy alta.

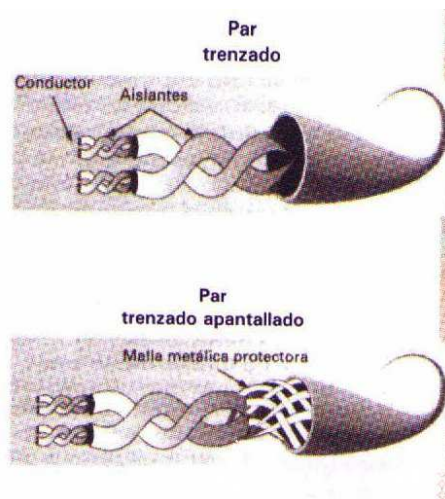


Fig.5 Pares apantallados y sin apantallar

El par trenzado (tanto con blindaje como sin blindaje se emplea habitualmente en redes con una topología de estrella (utiliza concentradores o hubs). Las redes locales que utilizan como medio de

transmisión el par trenzado son sin duda las más fáciles de instalar, ya que el cable de par trenzado es menos rígido que el cable coaxial.

La mayor ventaja de este medio de transmisión para las redes LAN es que el costo de instalación es mínimo ya que cualquier edificio posee ya cableado de este tipo (telefonía).

Tiene una longitud máxima limitada y, a pesar de los aspectos negativos; es una opción a tener en cuenta debido a que ya se encuentra instalado en muchos edificios como cable telefónico y esto permite utilizarlo sin problemas en el caso de querer armar nuestra red en los puntos que conecta este cableado. La mayoría de las mangueras de cable de par trenzado contiene más de un par de hilos por lo que es posible encontrar mangueras ya instaladas con algún par de hilos sin utilizarse. Además resulta fácil de combinar con otros tipos de cables para la extensión de redes.

1.1.1.1.5 RED DE PAR TRENZADO

Una red pequeña de par trenzado se crea normalmente mediante la conexión de un conmutador o concentrador directamente a PCs, utilizando cables de par trenzado. El concentrador o conmutador distribuye la información de la red a las PCs.



Fig.6 Red con par trenzado

El cable de par trenzado tiene conectores fáciles de utilizar, que se insertan simplemente en los puertos de los dispositivos y del equipo de red.

Si uno de los cables de par trenzado se daña o se desconecta, solamente quedará interrumpida esa conexión específica, y el resto de la red continúa funcionando normalmente. Efectuar cambios en la red, tales como añadir PCs, es fácil, y se puede hacer sin que afecte a otros dispositivos en la red.

Para las redes Ethernet se pueden utilizar cables de categoría 3 o 5. No obstante, si utiliza el cable de la categoría 5, podrá aumentar su red de Ethernet a Fast Ethernet en el futuro (ya que el cable de la categoría 3 no se puede utilizar para las redes de Fast Ethernet).

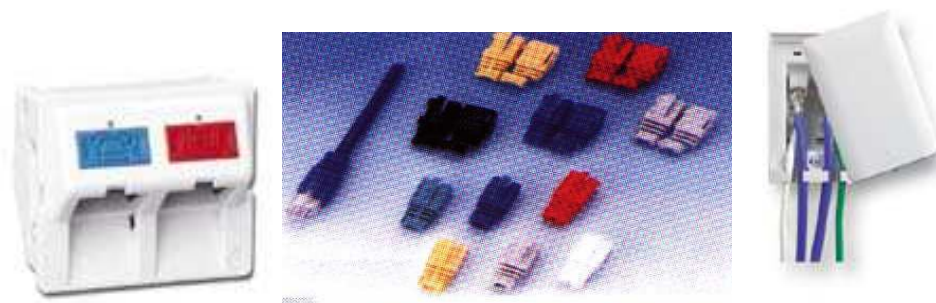


Fig.7 Conectores par trenzado

1.1.2 CABLE COAXIAL.

Consiste en un núcleo de cobre rodeado por una capa aislante. A su vez, esta capa está rodeada por una malla metálica que ayuda a bloquear las interferencias; este conjunto de cables está envuelto en una capa protectora. Le pueden afectar las interferencias externas, por lo que ha de estar apantallado para reducirlas. Emite señales que pueden detectarse fuera de la red.

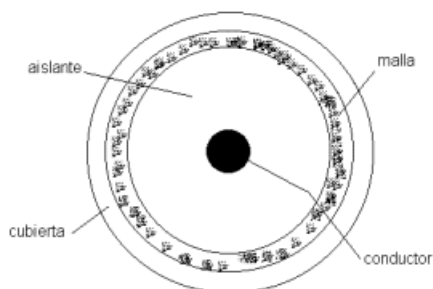


Fig.8 Cable coaxial

Se usa normalmente en la conexión de redes con topología de Bus como Ethernet y Arc Net, es llamado así porque su construcción es de forma coaxial, tenemos el conductor central, un recubrimiento de material aislante, una malla de alambre y un recubrimiento externo (*que funge como recubrimiento y como aislante*). La construcción del cable debe de ser firme y uniforme, ya que si no es así no se tiene un funcionamiento adecuado por factores que se mencionarán a continuación.

El cable coaxial es un medio de transmisión más versátil y tiene un amplio uso y una variedad de aplicaciones. Las más importantes son:

- Redes de área local
- Transmisión telefónica de larga distancia
- Distribución de televisión a casas individuales (Televisión por cable).

Cuando hay refracción alrededor del coaxial, esta es atrapada, y esto evita posibles interferencias. Una de las cosas más importantes del coaxial es su ancho de banda y su resistencia (o impedancia); estas funciones dependen del grosor del conductor central (malla), si varía la malla, varía la impedancia también.

El ancho de banda del cable coaxial esta entre los 500Mhz, esto hace que el cable coaxial sea ideal para transmisión de televisión por cable por múltiples canales.

Tabla.2 Tipos de cable coaxial

Tipo	Impedancia	Usos
RG-8	50 ohms.	10Base5
RG-11	50 ohms.	10Base5
RG-58	50 ohms.	10Base2
RG-62	93 ohms.	ARCnet
RG-75	75 ohms.	CTV (Televisión)

Cada cable tiene su uso particular, los primeros cables se usan para redes de datos (*10Base2*, *10Base5* y *Arc Net*) y el último se usa principalmente para televisión. Los RG-8 y RG-11 son coaxiales gruesos, y de cierta forma el grosor del cable central también va a afectar el factor de que tanta distancia podrá viajar una señal sin debilitarse, y estos coaxiales gruesos en particular permiten una transmisión de datos de mucha distancia, pero por otra parte, un metro de coaxial grueso puede llegar a pesar hasta medio kilogramo, y no puede doblarse fácilmente, de hecho, su radio de curvatura no puede ser más que uno o dos kilómetros. Un enlace de coaxial grueso puede ser hasta 3 veces más largo que un coaxial delgado.

El nombre de *Coaxial* viene de la contracción de **Common Access** o acceso común al medio; ya que es un cable muy usado para la topología de ducto, donde los nodos se conectan a un medio de acceso común. El cable coaxial cobró una gran popularidad en sus inicios por su propiedad idónea de transmisión de voz, audio y video, además de textos e imágenes. El cable coaxial esta estructurado (de adentro hacia afuera) de los siguientes componentes:

Un núcleo de cobre sólido, o de acero con capa de cobre, o bien de una serie de fibras de alambre de cobre entrelazadas (dependiendo del fabricante).

Una capa de aislante que recubre el núcleo o conductor, generalmente de material de polivinilo, dicho aislante tiene la función de guardar una distancia uniforme del conductor con el exterior.

Una capa de blindaje metálico, generalmente cobre o aleación de aluminio entretejido (a veces solo consta de un papel metálico) cuya función es la de mantenerse lo más apretado posible para eliminar las interferencias, además de que evita de que el eje común se rompa o se sesgue demasiado ya que si no se mantiene el eje común, trae como consecuencia que la señal se va perdiendo lo cual afectaría la calidad de la señal.

Una capa final de recubrimiento, generalmente de color negro (coaxial delgado) o amarillo (coaxial grueso), y por lo general de vinilo, xelón o polietileno uniforme para mantener la calidad de las señales.

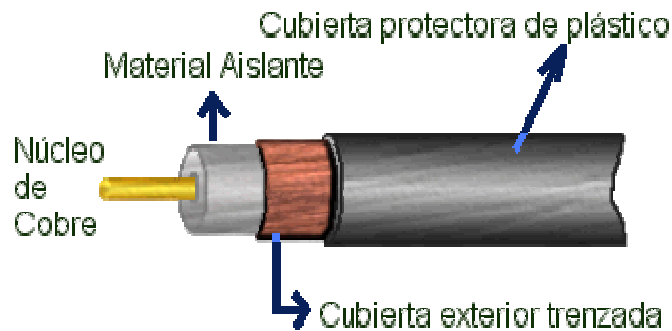


Fig.9 Composición del coaxial

1.1.2.1 ESTÁNDARES DE CABLE COAXIAL

Los distintos diseños del cable coaxial se pueden categorizar según sus clasificaciones de **Radio del Gobierno (RG)**.

Cada número RG denota un conjunto único de especificaciones físicas, incluyendo el grosor del cable del conductor interno, el grosor y el tipo del aislante interior, la construcción del blindaje, el tamaño y el tipo de la cubierta exterior.

Cada cable definido por las clasificaciones RG está adaptado para una función especializada. Los más frecuentes son:

- RG-8. Usado en Ethernet de cable grueso.
- RG-9. Usado en Ethernet de cable grueso.
- RG-11. Usado en Ethernet de cable grueso.
- RG-58. Usado en Ethernet de cable fino.
- RG-59. Usado para TV

1.1.2.2 RED COAXIAL

Una red coaxial se crea por medio de la unión de secciones de cable coaxial con piezas “T” o piezas “Y”, para formar un segmento largo. Los dos extremos del segmento que quedan libres se terminan utilizando piezas finales. Los PC’s están conectados a piezas “T” o “Y” para que de este modo, la información de red, enviada a lo largo del segmento, llegue a todos los dispositivos.

1.1.2.3 CONECTORES

Los conectores de cable coaxial son los llamados conectores BNC; Estos solo se usan para el coaxial delgado; para el cable coaxial grueso se usan conectores tipo N, que son similares.

Sin embargo, para conectar un nodo al ducto principal del coaxial grueso no se usan conectores BNC ni tipo N, sino los conectores de tipo "Vampiro", los cuales están formados de una especie de "mandíbulas" que atrapan el cable y lo perforan hasta llegar al núcleo conductor, mientras que unas especies de "garras" traspasan la cubierta del conductor, llegando hasta la capa de malla y cerrando el circuito.

De estos conectores vampiros sale una conexión de tipo AUI (Attached Unit Interface), que finalmente se conecta por medio de un cable a la tarjeta de red del nodo.

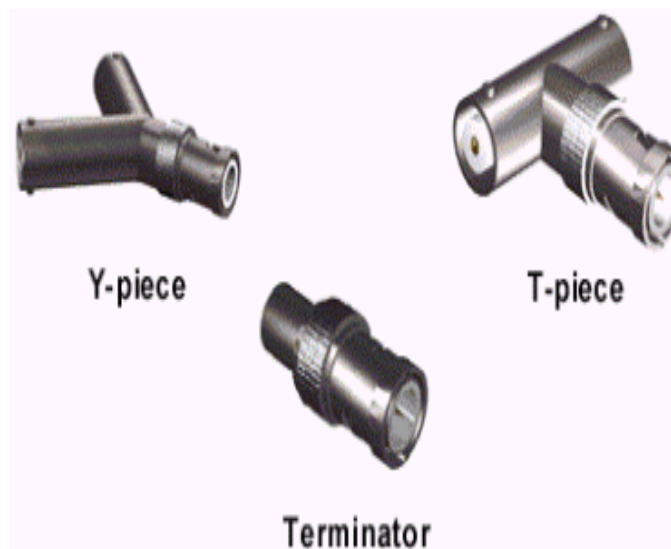


Fig.10 Piezas conectores cable coaxial

El segmento coaxial completo debe permanecer intacto para que funcione la red. Por ello, si una sección del cable se daña o desconecta, la red se interrumpe y no se puede utilizar.

También, el segmento se interrumpe al efectuar cambios en la red, como por ejemplo si se añade una PC.

La red queda inutilizable mientras tienen lugar estos cambios, durante un período conocido como "tiempo de indisponibilidad de la red".

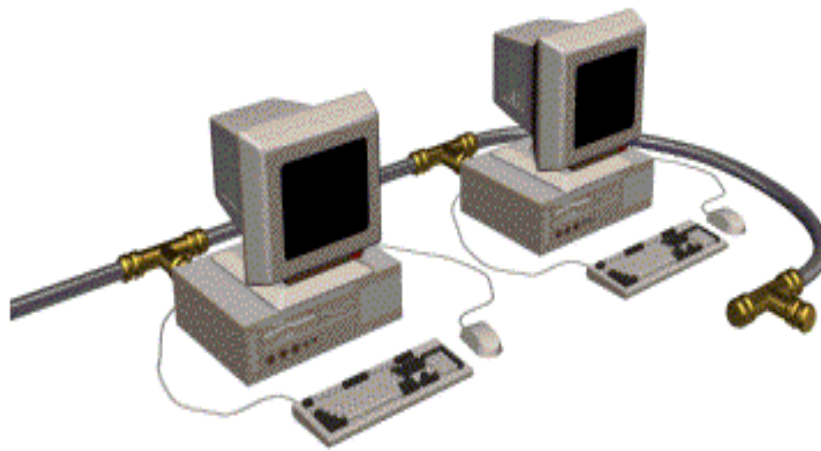


Fig.11 Red con cable coaxial

1.1.3 FIBRA ÓPTICA

Hasta este momento, se han visto cables conductores (de metal) que transmiten señales en forma de corriente. La fibra óptica, por otro lado, está hecha de plástico o de cristal y transmite las señales en forma de luz.

La luz producida por diodos o por láser, viaja a través del núcleo debido a la reflexión que se produce en la cubierta, y es convertida en señal eléctrica en el extremo receptor.

La fibra óptica es un medio excelente para la transmisión de información debido a sus excelentes características: gran ancho de banda, baja atenuación de la señal, integridad, inmunidad a interferencias electromagnéticas, alta seguridad y larga duración. Su mayor desventaja es su coste de producción superior al resto de los tipos de cable, debido a necesitarse el empleo de vidrio de alta calidad y la fragilidad de su manejo en producción. La terminación de los cables de fibra óptica requiere un tratamiento especial que ocasiona un aumento de los costes de instalación. Uno de los parámetros más característicos de las fibras es su relación entre los índices de refracción del núcleo y de la cubierta que depende también del radio del núcleo y que se denomina frecuencia fundamental o normalizada; también se conoce como apertura numérica.



Fig.12 Fibra óptica

La fibra óptica usa la reflexión para transmitir la luz a través de un canal. Un núcleo de cristal o plástico se rodea con una cobertura de cristal o plástico menos denso. La diferencia de densidad de ambos materiales debe ser tal que el rayo de luz que se mueve a través del núcleo sea reflejado por la cubierta en lugar de ser refractado por ella. La información se codifica dentro de un rayo de luz como series de destellos encendido-apagado que representan los bits uno y cero.

1.1.3.1 COMPOSICIÓN DEL CABLE

La fibra está formada por un núcleo rodeado por una cubierta. En la mayoría de los casos, la fibra está cubierta por un nivel intermedio que lo protege de la contaminación. Finalmente, todo el cable está encerrado por una carcasa exterior.

Tanto el núcleo como la cubierta pueden estar hechos de cristal o plástico, pero deben ser de densidades distintas. Además, el núcleo interior debe ser ultra puro y completamente regular en forma y tamaño. Las diferencias químicas del material, e incluso pequeñas variaciones del tamaño y la forma del canal, alteran el ángulo de reflexión y distorsionan la señal. Algunas aplicaciones pueden admitir cierta distorsión y sus cables pueden ser más baratos, pero otras dependen de que haya una uniformidad completa.

La cobertura exterior (o funda) se puede hacer con varios materiales, incluyendo un recubrimiento de teflón, plástico, plástico fibroso, tubería de metal y malla metálica. Cada uno de estos materiales sirve para un propósito distinto. Los plásticos son ligeros y baratos pero no proporcionan fuerza estructural y pueden emitir humos cuando se queman. La tubería de metal proporciona mayor fortaleza pero eleva los costes. El teflón es ligero y se puede usar al aire libre, pero es caro y no incrementa la robustez del cable. La elección del material depende del lugar de instalación del cable.

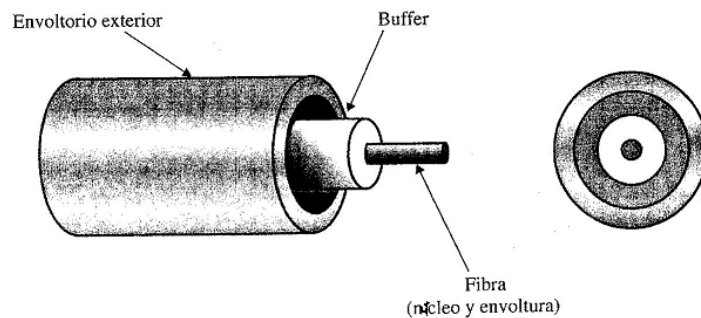


Fig.13 Composición Fibra óptica

1.1.3.2 FUENTES DE LUZ DIVERSAS PARA LOS CABLES ÓPTICOS

Como se ha visto, el objetivo del cable de fibra óptica es contener y dirigir rayos de luz del origen al destino. Para que haya transmisión, el dispositivo emisor debe estar equipado con una fuente luminosa y el

dispositivo receptor con una célula fotosensible (denominada foto-diodo) capaz de traducir la luz recibida en corriente que pueda ser usada en una computadora. La fuente luminosa puede ser bien un diodo emisor de luz (LED, Light Emmitting Diode) o un diodo de inyección láser (ILD, Injection Láser Diode). Los LED son la fuente más barata, pero proporcionan una luz desenfocada que incide en los extremos del canal con ángulos descontrolados y se difumina con la distancia. Por esta razón, el uso de los LED está limitado a distancias cortas.

Por otro lado, los láseres se pueden enfocar en un rango muy estrecho, permitiendo el control del ángulo de incidencia. Las señales láser conservan el carácter de la señal en distancias considerables.

1.1.3.3 MODOS DE PROPAGACIÓN

La tecnología actual proporciona dos modos de propagación de la luz a lo largo de canales ópticos, cada uno de los cuales necesita fibras con características distintas: multimodo y monomodo. A su vez, el multimodo se puede implementar de dos maneras: índice escalonado o de índice de gradiente gradual.

1.1.3.3.1 MULTIMODO

El multimodo se denomina así porque hay múltiples rayos de luz de una fuente luminosa que se mueven a través del núcleo por caminos distintos. Cómo se mueven estos rayos dentro del cable depende de la estructura del núcleo. El multimodo puede ser de dos tipos:

1.1.3.3.1.1 DE ÍNDICE ESCALONADO

La fibra óptica está compuesta por dos estructuras que tienen índices de refracción distintos. La señal de longitud de onda no visible por el ojo humano se propaga por reflexión. Así se consigue un ancho de banda de hasta 100 MHz.

En la fibra multimodo de índice escalonado, la densidad del núcleo permanece constante desde el centro hasta los bordes. Un rayo de luz se mueve a través de esta densidad constante en línea recta hasta que alcanza la interfaz del núcleo y la cubierta. En la interfaz, hay un cambio abrupto a una densidad más baja que altera el ángulo de movimiento del rayo. El término índice escalonado se refiere a la rapidez de este cambio.

Algunos rayos del centro viajan en línea recta a través del núcleo y alcanzan el destino sin reflejarse o refractarse. Algunos otros rayos golpean la interfaz del núcleo y se reflejan en un ángulo menor que el ángulo crítico; estos rayos penetran la cubierta y se pierden. Todavía quedan otros que golpean el borde del núcleo con ángulos mayores que el ángulo crítico y se vuelven a reflejar dentro del núcleo hasta el otro

lado, balanceándose hacia delante y hacia atrás a lo largo del canal hasta que alcanzan su destino.

Cada rayo se refleja fuera de la interfaz en un ángulo igual a su ángulo de incidencia.

Cuanto mayor sea el ángulo de incidencia, más amplio es el ángulo de reflexión. Un rayo con un ángulo de incidencia menor necesitará más balanceos para viajar la misma distancia que un rayo con un ángulo de incidencia mayor. En consecuencia, el rayo con el ángulo de incidencia más pequeño debe viajar más rápido para alcanzar su destino. Esta diferencia en la longitud del camino significa que distintos rayos llegan al destino en momentos distintos. Puesto que los distintos rayos son recombinados en el receptor, el resultado es una señal que no es ya una réplica exacta de la señal que se retransmitió. Esta señal ha sido distorsionada por los retrasos de la propagación. Esta distorsión limita la tasa de datos disponible y hace que el cable multimodo de índice escalonado sea inadecuado para ciertas aplicaciones precisas.

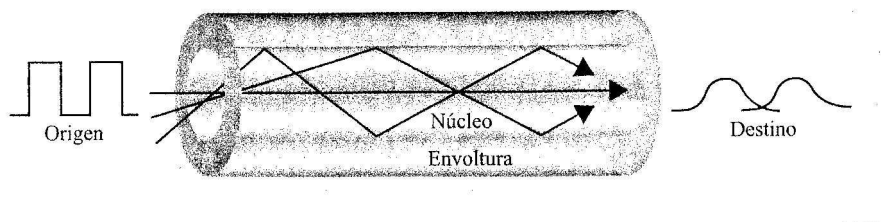


Fig.14 Multimodo de índice escalonado

1.1.3.3.1.2 DE ÍNDICE GRADUAL

El índice de refracción aumenta proporcionalmente a la distancia radial respecto al eje de la fibra óptica. Es la fibra más utilizada y proporciona un ancho de banda de hasta 1 GHz.

La fibra multimodo de índice gradual decreta la distorsión de la señal nombrada anteriormente a través del cable. La palabra índice se refiere en este caso al índice de refracción. Como se ha visto anteriormente, el índice de refracción está relacionado con la densidad. Por tanto, una fibra de índice gradual tiene densidad variable. La densidad es mayor en el centro del núcleo y decrece gradualmente hasta el borde.

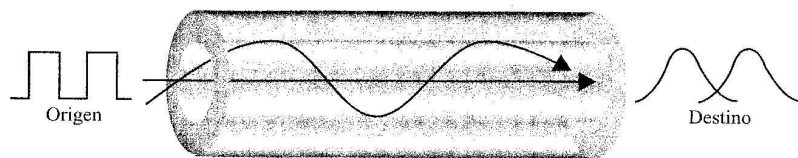


Fig.15 Multimodo de índice gradual

La señal se introduce en el centro del núcleo. A partir de este punto, solamente el rayo horizontal se mueve en línea recta a través de la zona central, de la densidad constante. Los rayos en otros ángulos se mueven a través de una serie de densidades que cambian constantemente. Cada diferencia de densidad hace que el rayo se refracte formando una curva. Además, cambiar la refracción cambia la distancia de cada rayo que viaja en el mismo periodo de tiempo, dando como

resultado que los rayos distintos se intersecan a intervalos regulares. Si se sitúa cuidadosamente el receptor en uno de estos intervalos se puede conseguir reconstruir la señal con una precisión mucho mayor.

1.1.3.3.2 MONOMODO

El monomodo usa fibra de índice escalonado y una fuente de luz muy enfocada que limita los rayos a un rango muy pequeño de ángulos, todos cerca de la horizontal. La fibra monomodo se fabrica con un diámetro mucho más pequeño que las fibras multimodo y con una densidad (índice de refracción) sustancialmente menor. El decrecimiento de densidad da como resultado un ángulo crítico que está muy cerca de los 90 grados para hacer que la propagación de los rayos sea casi horizontal. En este caso, la propagación de los distintos rayos es casi idéntica y los retrasos son despreciables. Todos los rayos llegan al destino (juntos) y se pueden recombinar sin distorsionar la señal.



Fig.16 Fibra monomodo

1.1.3.3 TAMAÑO DE LA FIBRA

Las fibras ópticas se definen por la relación entre el diámetro de su núcleo y el diámetro de su cubierta, ambas expresadas en micras (micrómetros).

La Tabla 3 muestra los tamaños más frecuentes. El último tamaño de la tabla se usa únicamente para monomodo.

Tabla 3. Tamaños de Fibra

Tipo de Fibra	Núcleo (μm)	Cubierta (μm)
62,5/125	62,5	125
50/125	50,0	125
100/140	100,0	140
8,3/125	8,3	

1.1.3.4 VENTAJAS DE LA FIBRA ÓPTICA

Las principales ventajas que ofrece el cable de fibra óptica sobre los pares trenzados y el cable coaxial son: inmunidad al ruido, menor atenuación de la señal y ancho de banda mayor.

- **Inmunidad al ruido.** Debido a que las transmisiones por fibra óptica usan luz en lugar de electricidad, el ruido no es importante. La luz externa, la única interferencia posible, es bloqueada por el recubrimiento opaco exterior del canal.

- **Menor atenuación de la señal.** La distancia de transmisión de la fibra óptica es significativamente mayor que la que se consigue en otros medios guiados. Una señal puede transmitirse a lo largo de kilómetros sin necesidad de regeneración.
- **Ancho de banda mayor.** El cable de fibra óptica puede proporcionar anchos de banda (y por tanto tasas de datos) sustancialmente mayores que cualquier cable de par trenzado o coaxial. Actualmente, las tasas de datos y el uso del ancho de banda en cables de fibra óptica no están limitados por el medio, sino por la tecnología disponible de generación y de recepción de la señal.

1.1.3.5 DESVENTAJAS DE LA FIBRA ÓPTICA

Las principales desventajas de la fibra óptica son el coste, la instalación, el mantenimiento y la fragilidad.

- **Costo.** El cable de fibra óptica es caro. Debido a que cualquier impureza o imperfección del núcleo puede interrumpir la señal, la fabricación debe ser laboriosamente precisa. Igualmente, conseguir una fuente de luz láser puede costar miles de dólares, comparado a los cientos de dólares necesarios para los generadores de señales eléctricas.
- **Instalación/mantenimiento.** Cualquier grieta o rozadura del núcleo de un cable de fibra óptica difumina la luz y altera la señal. Todas las marcas

deben ser pulidas y fundidas con precisión. Todas las conexiones deben estar perfectamente alineadas y ser coincidentes con el tamaño del núcleo y deben proporcionar uniones completamente acopladas pero sin excesivas presiones. Las conexiones de los medios metálicos, por otro lado, se pueden hacer con herramientas de cortado y de presión relativamente poco sofisticadas.

- **Fragilidad.** La fibra de cristal se rompe más fácilmente que el cable, lo que la convierte en menos útil para aplicaciones en las que es necesario transportar el hardware.

A medida que las técnicas de fabricación han mejorado y los costes se han reducido, las altas tasas de datos y la inmunidad al ruido han hecho de la fibra óptica un medio de creciente utilización.

En la fibra monomodo, cuando el valor de la apertura numérica es inferior a 2,405 un único modo electromagnético viaja a través de la línea y por tanto ésta se denomina **monomodo**. Sólo se propagan los rayos paralelos al eje de la fibra óptica, consiguiendo el rendimiento máximo, en concreto un ancho de banda de hasta 50 GHz. Este tipo de fibras necesita el empleo de emisores láser para la inyección de la luz, lo que proporciona un gran ancho de banda y una baja atenuación con la distancia, por lo que son utilizadas en redes metropolitanas y redes de área extensa. Por contra, resultan más caras de producir y el equipamiento es más sofisticado. Puede operar con velocidades de hasta los 622 Mbps y tiene un alcance de transmisión de hasta 100 Km.

En la fibra Multimodo, cuando el valor de la apertura numérica es superior a 2,405, se transmiten varios modos electromagnéticos por la fibra, denominándose por este motivo fibra **multimodo**.

Las fibras multimodo son las más utilizadas en las redes locales por su bajo coste. Los diámetros más frecuentes 62,5/125 y 100/140 micras. Las distancias de transmisión de este tipo de fibras están alrededor de los 2,4 km y se utilizan a diferentes velocidades: 10 Mbps, 16 Mbps, 100 Mbps y 155 Mbps.

1.1.3.6 CARACTERÍSTICAS GENERALES

Ancho de banda: La fibra óptica proporciona un ancho de banda significativamente mayor que los cables de pares (UTP / STP) y el Coaxial. Aunque en la actualidad se están utilizando velocidades de 1,7 Gbps en las redes públicas, la utilización de frecuencias más altas (luz visible) permitirá alcanzar los 39 Gbps. El ancho de banda de la fibra óptica permite transmitir datos, voz, vídeo, etc.

Distancia: La baja atenuación de la señal óptica permite realizar tendidos de fibra óptica sin necesidad de repetidores.

Integridad de datos: En condiciones normales, una transmisión de datos por fibra óptica tiene una frecuencia de errores o BER (Bit Error Rate) menor de $10E^{-11}$. Esta característica permite que los protocolos de comunicaciones de alto nivel, no necesiten implantar procedimientos de corrección de errores por lo que se acelera la velocidad de transferencia.

Duración: La fibra óptica es resistente a la corrosión y a las altas temperaturas. Gracias a la protección de la envoltura es capaz de soportar esfuerzos elevados de tensión en la instalación.

Seguridad: Debido a que la fibra óptica no produce radiación electromagnética, es resistente a las acciones intrusas de escucha. Para acceder a la señal que circula en la fibra es necesario partirla, con lo cual no hay transmisión durante este proceso, y puede por tanto detectarse. La fibra también es inmune a los efectos electromagnéticos externos, por lo que se puede utilizar en ambientes industriales sin necesidad de protección especial.

1.1.3.7 CONECTORES

Los conectores utilizados tradicionalmente son los conectores ST, que atacan directamente el filamento de la fibra, para las nuevas instalaciones, actualmente se recomienda el uso de una nueva variante de los anteriores, los conectores SC.

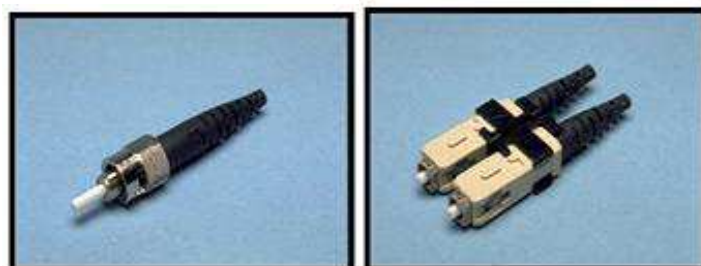


Fig.17 Conectores ST y SC

CAPÍTULO II

2.1 MEDIOS DE TRANSMISIÓN NO GUIADOS

Los medios no guiados, o comunicaciones sin cable, transportan ondas electromagnéticas sin usar un conductor físico. En su lugar, las señales se radían a través del aire (o, en unos pocos casos, el agua) y, por tanto, están disponibles para cualquiera que tenga un dispositivo capaz de aceptarlas.

2.1.1 RADIOFRECUENCIA

La sección del espectro electromagnético definido como comunicación de radio se divide en ocho rangos, denominados bandas, cada una de ellas reguladas por las autoridades gubernamentales. Estas bandas se clasifican desde frecuencia muy baja (VLF, Very Low Frequency) a frecuencia extremadamente alta (EHF, Extremely High Frequency).

2.1.1.1 TIPOS DE PROPAGACIÓN

La transmisión de ondas de radio utiliza cinco tipos de propagación distintos: superficie, troposférica, ionosférica, línea de visión y espacio.

La tecnología de radio considera que la tierra está rodeada por dos capas de atmósfera: la tropósfera y la ionósfera. La tropósfera es la porción de la atmósfera que se extiende hasta aproximadamente 45 Km. desde la superficie de la tierra (en terminología de radio, la tropósfera incluye una capa de máxima altitud denominada estratósfera) y contiene aquello en lo que nosotros generalmente pensamos como el aire. Las nubes, el viento, las variaciones de temperatura y el clima en general ocurren en la tropósfera, al igual que los viajes de avión. La ionósfera es la capa de atmósfera por encima de la tropósfera pero por debajo del espacio. Está más allá de lo que nosotros denominamos atmósfera y contiene partículas libres cargadas eléctricamente (de aquí el nombre).

2.1.1.1.1 Propagación en superficie

En la propagación en superficie, las ondas de radio viajan a través de la porción más baja de la atmósfera, abrazando a la tierra. A las frecuencias más bajas, las señales emanan en todas las direcciones desde la antena de transmisión y sigue la curvatura del planeta. La distancia depende de la cantidad de potencia en la señal: cuanto mayor es la potencia, mayor es la distancia. La propagación en superficie también puede tener lugar en el agua del mar.

2.1.1.1.2 Propagación troposférica

La propagación troposférica puede actuar de dos formas. O bien se puede dirigir la señal en línea recta de antena a antena (visión directa) o

se puede radiar con un cierto ángulo hasta los niveles superiores de la tropósfera donde se refleja hacia la superficie de la tierra. El primer método necesita que la situación del receptor y el transmisor esté dentro de distancias de visión, limitadas por la curvatura de la tierra con relación a la altura de las antenas. El segundo método permite cubrir distancias mayores.

2.1.1.1.3 Propagación ionosférica

En la propagación ionosférica, las ondas de radio de más alta frecuencia se radian hacia la ionósfera donde se reflejan de nuevo hacia la tierra. La densidad entre la tropósfera y la ionósfera hace que cada onda de radio se acelere y cambie de dirección, curvándose de nuevo hacia la tierra. Este tipo de transmisión permite cubrir grandes distancias con menor potencia de salida.

2.1.1.1.4 Propagación por visión directa

En la propagación por visión directa, se transmiten señales de muy alta frecuencia directamente de antena a antena siguiendo una línea recta. Las antenas deben ser direccionales, estando enfrentadas entre sí, y/o están suficientemente altas o suficientemente juntas para no verse afectadas por la curvatura de la tierra. La propagación por visión directa es compleja porque las transmisiones de radio no se pueden enfocar completamente. Las ondas emanan hacia arriba y hacia abajo así como hacia delante y pueden reflejar sobre la superficie de la tierra o partes de

la atmósfera. Las ondas reflejadas que llegan a la antena receptora más tarde que la porción directa de la transmisión pueden corromper la señal recibida.

2.1.1.1.5 Propagación por el espacio

La propagación por el espacio utiliza como retransmisor satélites en lugar de la refracción atmosférica. Una señal radiada es recibida por un satélite situado en órbita, que la reenvía de vuelta a la tierra para el receptor adecuado. La transmisión vía satélite es básicamente una transmisión de visión directa con un intermediario (el satélite). La distancia al satélite de la tierra es equivalente a una antena de súper alta ganancia e incrementa enormemente la distancia que puede ser cubierta por una señal.

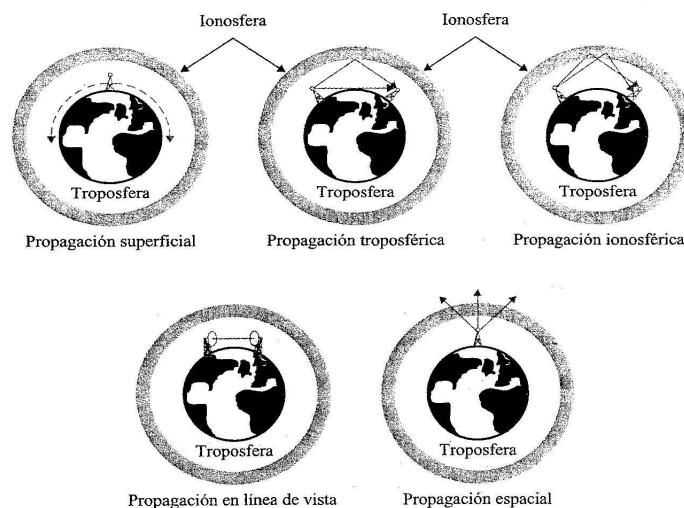


Fig. 18 Tipos de propagación

2.1.1.2 PROPAGACIÓN DE SEÑALES ESPECÍFICAS

El tipo de propagación que se usa en la radio-transmisión depende de la frecuencia (velocidad) de la señal. Cada frecuencia es adecuada para una capa específica de la atmósfera y es más eficiente si se transmite y se envía con tecnologías adaptadas a la capa.

VLF. Las ondas de frecuencia muy baja (VLF, Very Low Frequency) se propagan como ondas de superficie, habitualmente a través del aire, pero algunas veces a través del agua del mar. Las ondas VLF no sufren mucha atenuación debido a la transmisión, pero son sensibles a los altos niveles de ruido atmosférico (calor y electricidad) activo en bajas altitudes.

Las ondas VLF se usan principalmente para radio-navegación de largo alcance y para comunicación submarina.

LF. De forma similar al VLF, las ondas de baja frecuencia (LF, Low Frequency), se propagan también como ondas de superficie. Las ondas LF se usan para radio-navegación de largo alcance y para las radio balizas o localizadores de navegación. La atenuación es mayor durante el día, cuando se incrementa la absorción de las ondas por los obstáculos naturales.

MF. Las señales de frecuencia media (MF, Middle Frequency) se propagan en la troposfera. Estas frecuencias son absorbidas por la ionosfera. Por tanto, la distancia que pueden cubrir está limitada por el ángulo necesario para reflejar la señal en la troposfera sin entrar en la

ionosfera. La absorción se incrementa durante el día, pero la mayoría de las transmisiones MF se efectúan con antenas de visión directa para incrementar el control y evitar también los problemas de absorción. Los usos de las transmisiones MF incluyen radio AM, radio marítima, buscadores audiodireccionales (RDF) y frecuencias de emergencia.

HF. Las señales de frecuencia alta (HF, High Frequency) usan propagación ionosférica. Estas señales se desplazan dentro de la ionosfera, donde la diferencia de densidad las refleja de nuevo hacia la tierra. Los usos de señales HF incluyen los radioaficionados (fan radio), la radio de bandas de ciudadanos (CB), las emisiones internacionales, comunicaciones militares, comunicación de larga distancia para aviones y barcos, teléfonos, telégrafos y faxes.

VHF. La mayoría de las ondas de frecuencia muy alta (VHF, Very High Frequency) usan propagación de visión directa. Los usos del VHF incluyen la televisión VHF, la radio FM, la radio AM de los aviones y la ayuda de navegación de los aviones.

UHF. Las ondas de frecuencia ultra alta (UHF, Ultra High Frequency) siempre se usan en propagación de visión directa. Los usos para el UHF incluyen la televisión UHF, los teléfonos móviles, la radio celular, los buscadores y los enlaces de microondas. Observe que la comunicación con microondas comienza en la frecuencia 1 GHz de la banda UHF y continúa hasta las bandas SHF y EHF.

SHF. Las ondas de frecuencia súper alta (SHF, Super High Frequency) se transmiten usando principalmente propagación por visión directa y algo de propagación espacial. Los usos del SHF incluyen las microondas terrestres y satélite y la comunicación radar.

EHF. Las ondas de frecuencia extremadamente alta (EHF, Extremely High Frequency) usan la propagación espacial. Los usos para el EHF son predominantemente científicos e incluyen radar, satélite y comunicaciones experimentales.

VLf	Lf	Mf	Hf	Vhf	Uhf	Shf	Ehf	
3	30	300	3	30	300	3	30	300
KHz			MHz			GHz		

Fig. 19 Bandas de frecuencia

2.1.2 MICROONDAS TERRESTRES

Las microondas terrestres no siguen la curvatura de la tierra y por tanto necesitan equipo de transmisión y recepción por visión directa. La distancia que se puede cubrir con una señal por visión directa depende principalmente de la altura de la antena: cuanto más altas sean las antenas, más larga es la distancia que se puede ver. La altura permite que la

señal viaje más lejos sin ser interferida por la curvatura del planeta y eleva la señal por encima de muchos obstáculos de la superficie, como colinas bajas y edificios altos que de otra forma bloquearían la transmisión. Habitualmente, las antenas se montan sobre torres que a su vez están construidas sobre colinas o montañas.

Las señales de microondas se propagan en una dirección concreta, lo que significa que hacen falta dos frecuencias para una comunicación en dos sentidos, como por ejemplo una conversación telefónica. Una frecuencia se reserva para la transmisión por microondas en un sentido y otra frecuencia para la transmisión en el otro sentido. Cada frecuencia necesita su propio transmisor y receptor. Actualmente, ambas partes del equipo se combinan habitualmente en un equipo denominado Transceptor, lo que permite usar una única antena para dar servicio a ambas frecuencias y funciones.

2.1.2.1 REPETIDORES

Para incrementar la distancia útil de las microondas terrestres, se puede instalar un sistema de repetidores con cada antena. La señal recibida por una antena se puede convertir de nuevo a una forma transmisible y entregarla a la antena siguiente. La distancia mínima entre los repetidores varía con la frecuencia de la señal y el entorno en el cual se encuentran las antenas. Un repetidor puede radiar la señal regenerada

a la frecuencia original o con una nueva frecuencia, dependiendo del sistema.

Las microondas terrestres con repetidores constituyen la base de la mayoría de los sistemas de telefonía contemporánea alrededor del mundo.

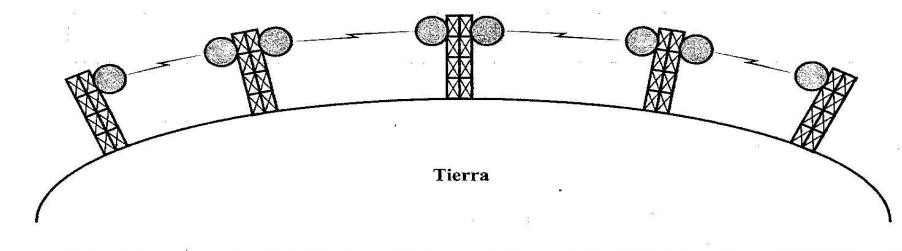


Fig.20 Repetidores

2.1.2.2 ANTENAS

Para las comunicaciones con microondas terrestres se usan dos tipos de antenas: parabólicas y de cornete.

Una antena parabólica se basa en la geometría de una parábola: cada línea paralela a la línea de simetría (línea de vista) refleja la curva en ángulos tales que inciden en un punto común denominado foco. El plato parabólico funciona como un embudo, capturando un amplio rango de ondas y dirigiéndolas a un punto común. De esta forma, se recupera más señal de lo que sería posible con un receptor de punto único.

Las transmisiones de salida se radian a través de un cornete apuntado al disco. Las microondas golpean el disco y son deflexionadas hacia fuera en sentido contrario al camino de recepción.

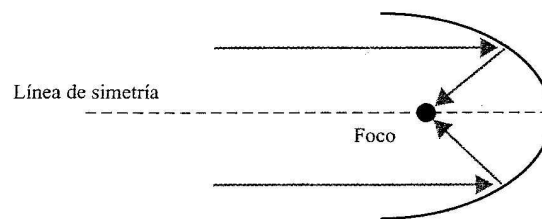


Fig.21 Antena de disco parabólico

Una antena de cornete se parece a una cuchara gigante. Las transmisiones de salida son radiadas hacia arriba de un mástil (que se parece al mango) y deflexionadas hacia fuera en una serie de estrechos haces paralelos mediante la cabeza curvada. Las transmisiones recibidas son recolectadas por la forma de cuchara del cornete, de forma similar a la antena parabólica, y son deflexionadas mástil abajo.

2.1.3 COMUNICACIÓN VÍA SATÉLITE

Las transmisiones vía satélite se parecen mucho más a las transmisiones con microondas por visión directa en la que las estaciones son satélites que están orbitando la tierra. El principio es el mismo que con las microondas terrestres, excepto que hay un satélite actuando como una antena súper alta y como repetidor. Aunque las señales que se transmiten vía satélite siguen teniendo que viajar en línea recta, las limitaciones impuestas sobre la distancia por la curvatura de la tierra son muy reducidas. De esta forma, los satélites retransmisores permiten que las señales de microondas se puedan transmitir a través de continentes y océanos con un único salto.

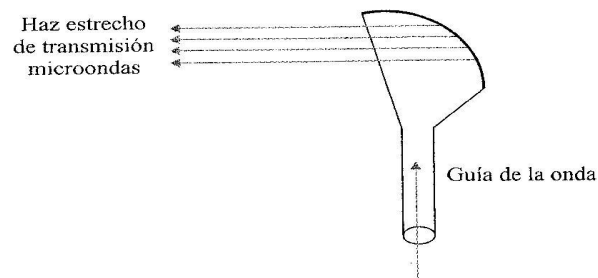


Fig.22 Transmisión de microondas

Las microondas vía satélite pueden proporcionar capacidad de transmisión hacia y desde cualquier localización en la tierra, sin importar lo remota que esta sea. Esta ventaja hace que las comunicaciones de alta

calidad estén disponibles en lugares no desarrollados del mundo sin necesidad de hacer grandes inversiones en infraestructura de tierra. Por supuesto, los satélites en sí mismos son extremadamente caros, pero alquilar tiempo o frecuencias de uno de ellos puede ser relativamente barato.

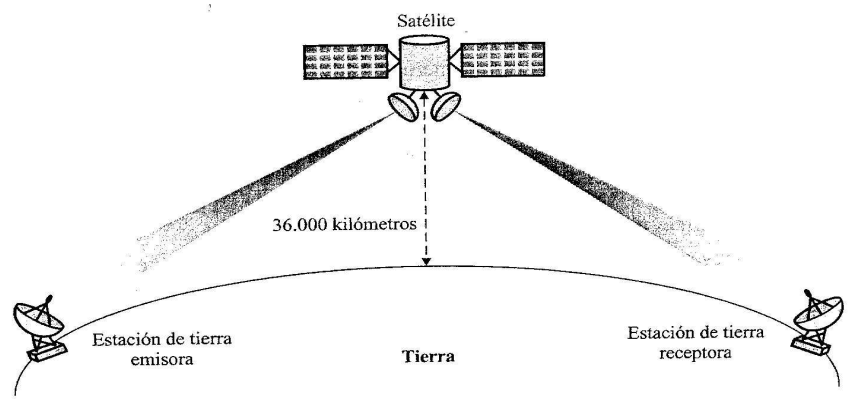


Fig.23 Transmisión vía satélite

2.1.3.1 SATÉLITES GEOSINCRÓNICOS

La propagación por línea de vista necesita que las antenas emisoras y receptoras estén fijas/estáticas con respecto a la localización de las demás en todo momento (una antena debe poder ver a la otra). Por esta razón, un satélite que se mueve más deprisa o más despacio que la rotación de la tierra es útil únicamente para periodos de tiempo cortos (de la misma forma que un reloj parado solamente es exacto dos veces al día).

Para asegurar una comunicación constante, el satélite debe moverse a la misma velocidad que la tierra de forma que parezca que está fijo en un cierto punto. Estos satélites se llaman geosincrónicos.

Debido a que la velocidad orbital depende de la distancia desde el planeta, solamente hay una órbita que puede ser geosincrónica. Esta órbita se produce en el plano ecuatorial y está aproximadamente a 36.000 kilómetros de la superficie de la tierra.

Pero un único satélite geosincrónico no puede cubrir toda la tierra. Un satélite en órbita tiene contacto por línea de vista con un gran número de estaciones, pero la curvatura de la tierra sigue haciendo que gran parte del planeta todavía no se pueda ver. Por ello, es necesario tener un mínimo de tres satélites equidistantes entre sí en órbita geosincrónica para proporcionar una transmisión global completa. La Figura 23 muestra tres satélites, separados 120 grados entre sí en una órbita geosincrónica alrededor del ecuador. Es una vista desde el Polo Norte.

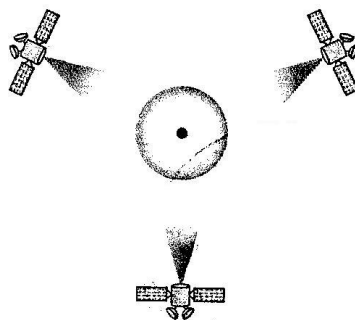


Fig.24 Satélites geosincrónicos

2.1.3.2 BANDAS DE FRECUENCIA PARA COMUNICACIÓN POR SATÉLITE

Las frecuencias reservadas para la comunicación por microondas vía satélite están en el rango de los (GHz). Cada satélite envía y recibe dos bandas distintas. La transmisión desde la tierra al satélite se denomina enlace ascendente. La transmisión desde el satélite a la tierra se denomina enlace descendente. La Tabla 4 muestra los nombres de las bandas de frecuencias para cada rango.

Tabla 4. Bandas de frecuencias para satélite

Banda	Enlace descendente	Enlace ascendente
C	3.7 a 4.2 GHz	5.925 a 6.425 GHz
Ku	11.7 a 12.2 GHz	14 a 14.5GHz
Ka	17.7 a 21 GHz	27.5 a 31 GHz

2.1.4 TELEFONÍA CELULAR

La telefonía celular se diseñó para proporcionar conexiones de comunicaciones estables entre dos dispositivos móviles o entre una unidad móvil y una unidad estacionaria. Un proveedor de servicios debe ser capaz de localizar y seguir al que llama, asignando un canal a la llamada y transfiriendo la señal de un canal a otro a medida que el

dispositivo se mueve fuera del rango de un canal y dentro del rango de otro.

Para que este seguimiento sea posible, cada área de servicio celular se divide en regiones pequeñas denominadas células. Cada célula contiene una antena y está controlada por una pequeña central, denominada central de célula. A su vez, cada central de célula está controlada por una central de conmutación denominada central de conmutación de telefonía móvil

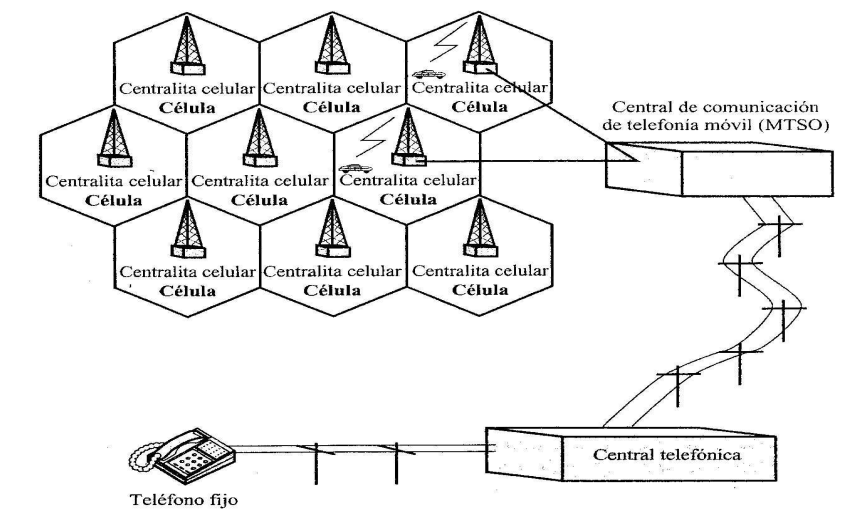


Fig.25 Sistema celular

El tamaño de la célula no es fijo y puede ser mayor o menor dependiendo de la población del área. El radio típico de una célula está entre 2 y 20 kilómetros. Las áreas con alta densidad necesitan más células geográficamente más pequeñas para satisfacer las demandas de tráfico que las áreas de baja densidad de población. Una vez calculado, el

tamaño de células se puede optimizar para prevenir las interferencias de las señales de las células adyacentes. La potencia de la transmisión de cada célula se mantiene baja para prevenir que su señal interfiera a las de otras células.

2.1.4.1 BANDAS CELULARES

La transmisión celular tradicional es analógica. Para minimizar el ruido, se usa modulación en frecuencia (FM) entre los teléfonos móviles y la central de célula. La FCC asigna dos bandas para uso celular. La banda entre 824 y 849 MHz lleva todas las comunicaciones que se inician en dispositivos móviles. La banda entre 869 y 894 MHz transporta las comunicaciones que se inician desde los teléfonos fijos. Las frecuencias portadoras se reparten cada 30 KHz, lo que permite que cada banda pueda soportar hasta 833 portadoras.

Sin embargo, es necesario usar dos portadoras para comunicación dúplex, lo que dobla el ancho de banda necesario para cada canal hasta los 60 KHz y deja únicamente 416 canales disponibles para cada banda.

Por tanto, cada banda se divide en 416 canales FM (de un total de 832 canales). De estos, algunos quedan reservados para datos de control y activación en lugar de comunicación de voz. Además, para prevenir interferencias, los canales se distribuyen entre las células de forma que las células adyacentes no usen los mismos canales. Esta restricción

significa que cada célula tiene acceso normalmente únicamente a 40 canales.

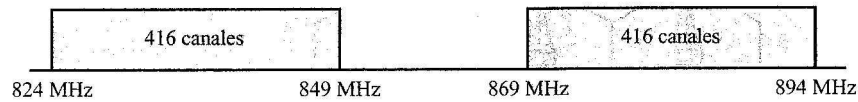


Fig. 26 Bandas celulares

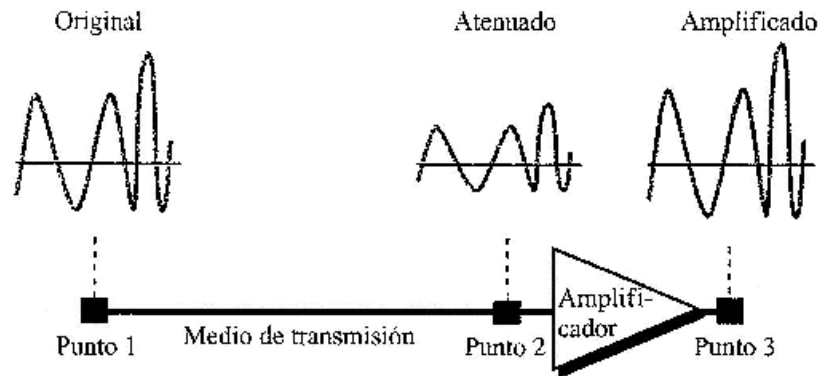
2.1.5 DETERIORO DE LA TRANSMISIÓN

Los medios de transmisión no son perfectos. Las imperfecciones pueden causar deterioros en las señales que se envían a través de los medios. Esto significa que la señal al principio y al final del medio es distinta. Lo que se ha enviado no es lo recibido. Habitualmente ocurren tres tipos de deterioro: atenuación, distorsión y ruido.

2.1.5.1 ATENUACIÓN

La Atenuación significa pérdida de energía. Cuando una señal, simple o compleja, viaja a través de un medio, pierde algo de su energía para vencer la resistencia del medio. Esta es la razón por la cual los cables que llevan señales eléctricas se calientan, si no arden, después de un cierto tiempo. Parte de la energía eléctrica de la señal se convierte en calor. Para compensar esta pérdida, se usan amplificadores para

amplificar la señal. La Figura 27 muestra el efecto de la atenuación y la amplificación.



.Fig.27 Atenuación

2.1.5.2 RUIDO

El ruido es otro problema. Hay varios tipos de ruido, como el ruido térmico, ruido inducido, diafonía y ruidos impulsivos que pueden corromper una señal. El ruido térmico se debe al movimiento aleatorio de electrones en un cable que crea una señal extra no enviada originalmente por el transmisor. El ruido inducido se debe a fuentes externas tales como motores y electrodomésticos. Estos dispositivos actúan como antenas emisoras y el medio de transmisión actúa como la antena receptora. La diafonía se debe al efecto de un cable sobre otro. Un cable actúa como una antena emisora y el otro como una antena receptora. El ruido impulsivo es un pico (una señal con energía alta en un periodo de tiempo muy

corto) que procede de líneas de potencia, iluminación, etc. La Figura 28 muestra el efecto del ruido sobre una señal.

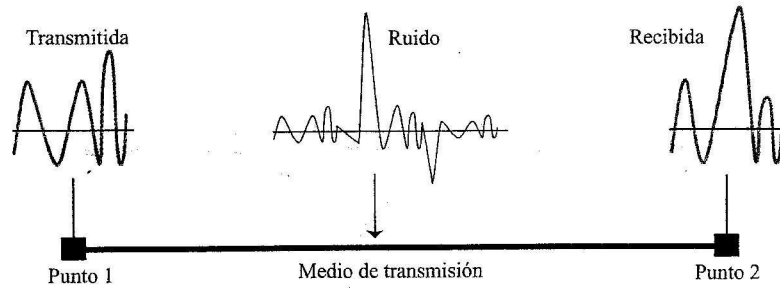


Fig.28 Ruido

2.1.6 PRESTACIONES

Los medios de transmisión son caminos por los que viajan los datos. Para medir las prestaciones de los medios de transmisión se pueden usar tres conceptos: rendimiento, velocidad de propagación y tiempo de propagación.

2.1.6.1 RENDIMIENTO

El rendimiento es la medida de la velocidad con que los datos pueden pasar a través de un punto.

En otras palabras, si se considera cualquier punto del medio de transmisión como una pared a través de la cual pasan los bits, el rendimiento indica el número de bits que pueden pasar esta pared en un segundo.

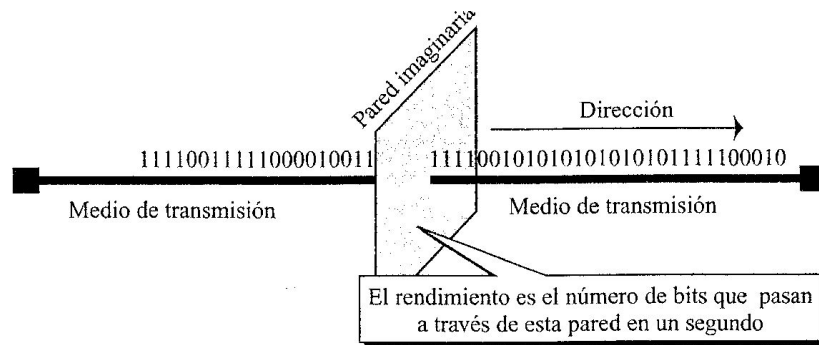


Fig.29 Rendimiento

2.1.6.2 VELOCIDAD DE PROPAGACIÓN

La velocidad de propagación mide la distancia a la cual una señal de bit puede viajar a través de un medio en un segundo. La velocidad de propagación de las señales electromagnéticas depende del medio y de la frecuencia de la señal. Por ejemplo, la luz se propaga en el vacío con una velocidad de 3×10^8 m/s. Es casi la misma en un cable de par trenzado. Sin embargo, en los cables coaxiales y de fibra óptica la velocidad es 2×10^8 m/s para frecuencias en un rango de MHz a GHz

2.1.6.3 TIEMPO DE PROPAGACIÓN

El tiempo de propagación mide el tiempo necesario para que una señal (o un bit) viaje de un punto de un medio de transmisión a otro. El tiempo de propagación se calcula dividiendo la distancia por la velocidad de propagación.

$$TP = \frac{D}{Vp} = t2 - t1$$

Donde:

TP =Tiempo de propagación

D = Distancia

Vp =Velocidad de propagación

t1 =Instante 1

t2 =Instante 2

La Figura 30 describe este concepto.

Habitualmente, el tiempo de propagación se normaliza en kilómetros. Por ejemplo, el tiempo de propagación para un par trenzado normalizado en kilómetros es:

$$TP = \frac{1000m}{3 \times 10^8 m/s} = 3.33 \times 10^{-6} = 3.33 \mu s / Km$$

Para el cable coaxial o de fibra óptica, habitualmente es:

$$TP = \frac{1000m}{2 \times 10^8 m/s} = 5 \times 10^{-6} = 5 \mu s / Km$$

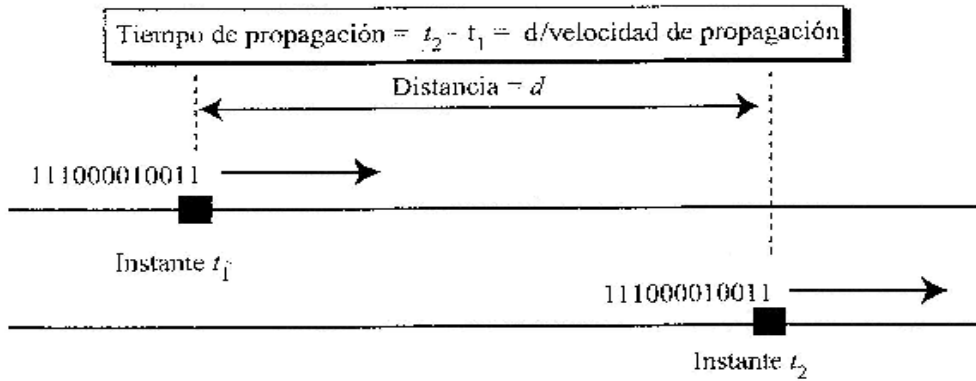


Fig.30 Tiempo de propagación

2.1.6.4 LONGITUD DE ONDA

La longitud de onda es otra característica de una señal que viaja a través de un medio de transmisión.

La longitud de onda relaciona el periodo o la frecuencia de una onda seno aislada con la velocidad de propagación del medio. En otras palabras, mientras la frecuencia de una señal es independiente del medio, la longitud de onda depende tanto de la frecuencia como del medio. Aunque la longitud de onda se puede asociar a señales eléctricas, es

Sin embargo, puesto que el periodo y la frecuencia están relacionados entre sí, se puede decir también:

$$T = \frac{1}{f}$$

$$\lambda = Vp \left(\frac{1}{f} \right) = \frac{Vp}{f}$$

f =Frecuencia

En la siguiente tabla queremos comparar los distintos medios de transmisión basándose en las cualidades descritas anteriormente.

Tabla.5 Comparación de medios

Medio	Coste	Velocidad	Atenuación	I. Interf.	Seguridad	Facilidad instalación
UTP	Bajo	1-100 Mbps	Alto	Alto	Bajo	Sencilla
STP	Moderado	1-150 Mbps	Alto	Moderado	Bajo	Sencilla
Coaxial	Moderado	1Mbps– 1Gbps	Moderado	Moderado	Bajo	Moderada
Fibra óptica	Alto	10Mbps- 1Gbps	Bajo	Bajo	Alto	Compleja
Radio	Moderado	1-10 Mbps	Baja-alta	Alto	Bajo	Compleja
Microondas	Alto	1Mbps- 10Gbps	Variable	Alto	Moderado	Compleja
Satélite	Alto	1Mbps- 10Gbps	Variable	Alto	Moderado	Compleja
Celular	Alto	9.6 Kbps – 19.2Kbps	Bajo	Moderado	Bajo	Compleja

Longitud máxima

UTP	100 m.
STP	100 m.
Coaxial grueso	500 m.
Coaxial delgado	200 m.
Fibra Óptica	2000 m.
Microonda terrestre	7,14 Km.

CAPÍTULO III

3.1 PRESUPUESTO

DESCRIPCION	CANTIDAD	COSTO USD.
Laboratorio de Internet	20 horas	20.00
Uso de la Computadora	300 horas	240.00
Movilizaciones	global	30.00
Gastos elaboración Documentos	global	50.00
IMPREVISTOS	global	20.00
TOTAL		360

3.2 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

PLAN DE ACTIVIDADES

ACTIVIDADES	ABRIL				MAYO				JUNIO				JULIO				AGOSTO				SEPTIEMBRE			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Elaboración del perfil de Tesis	X	X																						
Entrega del Perfil		X																						
Recolección de Datos			X	X	X	X	X	X																
Cotización de los Materiales				X																				
Elaboración de avances de Proyecto					X	X	X	X																
Corrección del 1er. Avance del Proyecto									X															
Adquisición de Materiales										X	X													
Elaboración del 1er. Borrador												X	X	X										
Corrección del 1er. Borrador																				X				
Elaboración del Trabajo Final																				X	X	X	X	X
Entrega y Defensa del Proyecto																								X

CAPÍTULO IV

4.1 CONCLUSIONES

Con este trabajo se ha llegado a la conclusión de que al utilizar medios de transmisión que no tengan las características apropiadas para la transmisión que queremos hacer o al desconocer de las facilidades que nos brindan cada uno de ellos, estamos perdiendo mucha información que se atenúa o se pierde por diferentes aspectos y que puede transportarse por un medio más eficiente.

En el caso de las transmisiones con medios no guiados como la radio, microondas, satelitales, etc, estas dependen de muchos factores como la calidad de los equipos que utilizamos para generar y enviar la señal a transmitir, de la condición del clima del lugar de transmisión y hasta de la hora del día en que se realiza la transmisión.

4.2 RECOMENDACIONES

Se recomienda el uso de medios de transmisión de mejores características que los que se utiliza actualmente para obtener comunicaciones más rápidas y de mejor calidad aunque esto lleve como consecuencia un gasto mas elevado en la construcción de nuestras redes y sistemas de comunicación. También debemos observar las características de cada medio para saber en que casos podemos utilizarlos y para que situaciones presentan mejores características en la transmisión.

BIBLIOGRAFÍA

- Técnico en redes y comunicaciones para computadoras, CODESIS, Tomo I
- Técnico en Telecomunicaciones, Tomo I, II , III. Julián Espinosa de los Monteros, Oscar López Gómez, Santiago García, Editorial Cultural S.A. Madrid-España, 2002.
- Introducción a las Redes de Área Local. Jorge E. Rodríguez, Editorial McGraw-Hill Interamericana Editores S.A., México, 1996.
- Cableado, <http://www.monografias.com.htm>
- Cables, <http://www.eveliux.com/fundatel/mcables.htm>
- Conexiones, <http://www.facu.com/apuntes/informatica/fibraopticayutp/default.htm>

A

Z

E

X

O

S

ANEXO A

GUÍA DE ONDA (Wave Guide)

La guía de onda es otro medio de comunicación también muy usado, el cual opera en el rango de las frecuencias comúnmente llamadas como microondas (en el orden de GHz). Su construcción es de material metálico por lo que no se puede decir que sea un cable. El ancho de banda es extremadamente grande y es usada principalmente cuando se requiere bajas pérdidas en la señal bajo condiciones de muy alta potencia como el caso desde una antena de microondas al receptor/transmisor de radio frecuencia.

Las aplicaciones típicas de este medio son en las centrales telefónicas para bajar/subir señales provenientes de antenas de satélite o estaciones terrenas de microondas.

No todas las guías de onda son duras, también existen guías de onda más flexibles, existe un tipo de guía de onda que fabrica una compañía que se llama ANDREW, y a este tipo de guía de onda flexible se le conoce como Heliax.



Fig.A-1 Guía de onda flexible

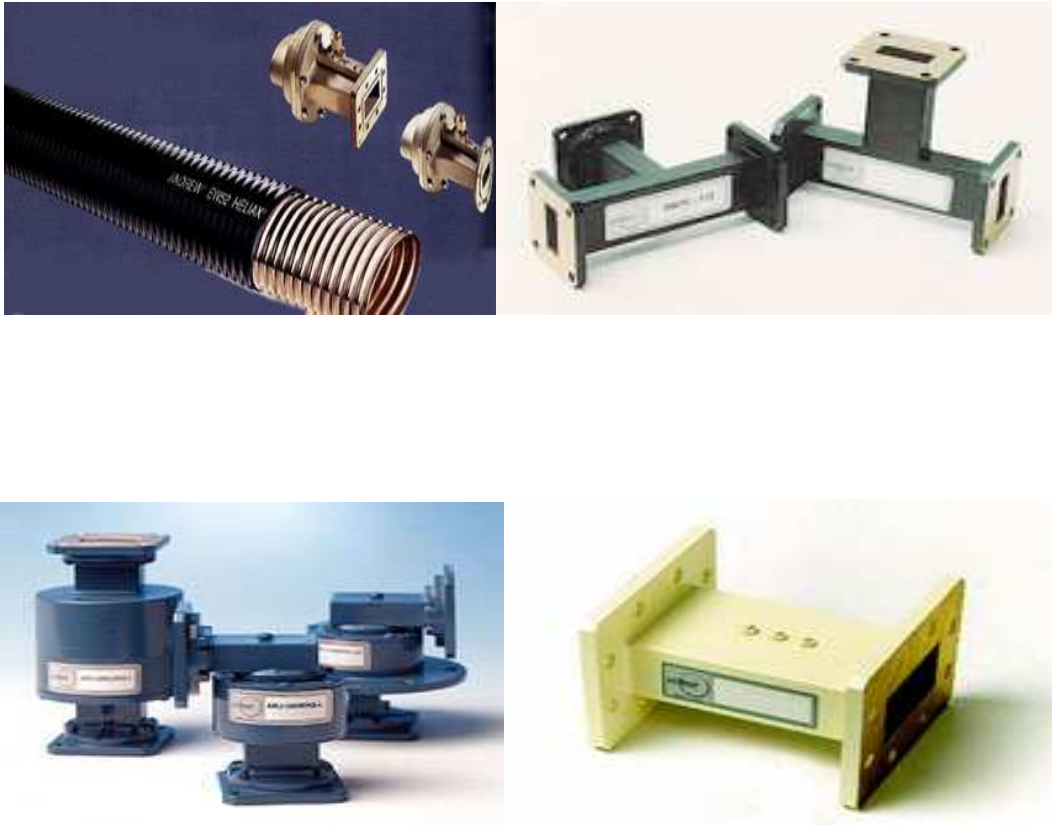


Fig.A-2 Guías y acopladores de guía de onda

ANEXO B

MEDIOS DE TRANSMISIÓN GUIADOS



Fig.B-1 Patch Panel UTP



Fig.B-2 Cables Par Trenzado



Fig.B-3 Cable coaxial



Fig.B-3 Cable de Fibra Optica

ANEXO C

MEDIOS DE TRANSMISIÓN NO GUIADOS



Fig.C-1 Antena Parabólica



Fig.C-2 Antenas de microonda

GLOSARIO

A

Ancho de banda: Es el rango de las frecuencias que se pueden pasar a través de un canal de comunicación.

B

Blindaje: Acción que efectúa un material para proteger de golpes y agentes externos.

C

Conmutador o concentrador: Unidad de acceso multiestación.

D

Densidad: Masa de un cuerpo por unidad de volumen.

Diafonía: Se debe al efecto de un cable sobre otro.

Difumina: Distorsionar la señal.

E

Ethernet: Protocolo y esquema de cableado muy popular con una transferencia de datos de 10 Mbps.

G

Geosincrónicos: Describe una trayectoria circular por encima del ecuador completando la órbita en 24 horas a una altura de 35.800 Km.

I

Impedancia: Resistencia al paso de corriente

J

Jacks: Sirve para la inserción de conectores de par trenzado.

N

Nodo: Punto de red

P

Propagación: Transmitir energía de un lugar a otro.

R

Ruido inducido: Se debe a fuentes externas tales como motores y electrodomésticos

Ruido térmico: Se debe al movimiento aleatorio de electrones en un cable que crea una señal extra no enviada originalmente por el transmisor

T

TIA/EIA 568 Standard: Norma específica para cableado de telecomunicaciones genérico para edificios comerciales.