

**MODALIDAD DE GRADO:
ESTUDIO COMPLEMENTARIO DE POSTGRADO**

**HUGO ARMANDO OCAMPO MARTINEZ
COD 1997201120**

**UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA DE INGENIERIA ELECTRONICA
NEIVA HUILA
2006**

**MODALIDAD DE GRADO:
ESTUDIO COMPLEMENTARIO DE POSTGRADO**

**HUGO ARMANDO OCAMPO MARTINEZ
COD 1997201120**

**Informe del Plan Complementario en Programa de Postgrado para obtener el
título de Ingeniero Electrónico**

**ING. YAMIL A. CERQUERA ROJAS
Coordinador Postgrado Teleinformática**

**UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA DE INGENIERIA ELECTRONICA
NEIVA HUILA
2006**

Nota de aceptación:

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Neiva, 23 de agosto del 2007

Este trabajo va dedicado a Dios por permitirme tener una familia que siempre me ha apoyado en esta etapa importante de la vida, familia que sin discusión alguna merece esta dedicación por su entrega y colaboración, esperando como recompensa solamente mi bienestar.

También lo dedico de manera especial a mi padre que desde el cielo siento que me ha apoyado y guiado siempre por el mejor camino, a mi hijo quien se convirtió en el centro de mi vida, a mi Esposa, a mi abuelita quien fuese el motor de esta importante faceta, a mi madre por estar siempre donde la he necesitado y a mis tíos por su incondicional apoyo.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a los profesores que durante toda la carrera me formaron como profesional cumpliendo a cabalidad con sus objetivos.

También agradezco de manera muy especial a mi Abuelita Amalia Cabrera de Martínez, quien fuese la culpable de este importante triunfo de mi vida, a mi tío Miguel de Jesús Martínez Cabrera por su apoyo incondicional durante mi carrera y por estar siempre pendiente, a todos mis tíos y familiares quienes de una u otra forma se vincularon en este proyecto de mi vida.

Son merecedores de mis profundos agradecimientos el Ing. Yamil A Cerquera Rojas, quien estuvo pendiente para que cumpliera con los objetivos de mi carrera como es el de graduarme de Ingeniero Electrónico y me impulsó para continuar con esta importante formación profesional, al igual que todos los profesores que también lo hicieron y a mis compañeros que se han convertido en amigos y con quienes siempre he contado.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	11
1. MEDIOS DE TRANSMISIÓN	12
1.1 CABLES DE PAR TRENZADO	13
1.1.1 DESCRIPCION	13
1.1.2 CARACTERISTICAS Y APLICACIONES	14
1.2. CABLES MULTIPARES	16
1.2.1 DESCRIPCION	16
1.2.2 DETALLES CONSTRUCTIVOS	18
1.2.2.1. AISLACION	18
1.2.2.2. FORMACIÓN DE PARES CONDUCTORES	20
1.2.2.3. CABLEANDO	21
1.2.2.4. PARES DE RESERVA	22
1.2.2.5. ENVOLTURA Y CUBIERTA EXTERIOR	22
1.2.2.6 CARACTERISTICAS Y APLICACIÓN	23
1.3. CABLE COAXIAL	27
1.3.1. DESCRIPCION	27

1.3.2. CARACTERISTICAS	28
1.3.3. APLICACIONES	31
1.4. TRANSMISION POR FIBRA OPTICA	34
1.4.1. DESCRIPCION	34
1.4.2. CARACTERISTICAS Y APLICACIONES	36
1.5. SISTEMAS DE RADIOCOMUNICACIONES	50
1.5.1. DESCRIPCION	50
1.5.2. CARACTERISTICAS Y APLICACIONES	51
1.5.3. OTRAS CLASES DE RADIO ENLACE Y APLICACIONES	54
1.6. COMUNICACIONES SATELITALES	55
1.6.1. DESCRIPCION	55
1.6.2. CARACTERISTICAS Y APLICACIONES	62
2 CONCLUSIONES	64
BIBLIOGRAFIA	66

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 Satélite en órbita	11
Figura 1.1 Sistema de comunicación de datos	12
Figura 1.1.1.1 Cables trenzados	13
Figura 1.1.1.2 Estructura cable UTP 4 pares	14
Figura 1.1.2.1 Estructura de un cable conductor sólido	15
Figura 1.2.1.1- Estructura del cable UTP	16
Figura 1.2.1.2 Cable STP	17
Figura 1.2.1.3 Cable multipar	18
Figura 1.2.2.1.1 Cable con aislación	19
Figura 1.2.2.1.2 Distribución de los pares de conductores en un cable de 6 pares	19
Figura 1.2.2.5.1 Estructura cable UTP de rango vocal	23
Figura 1.2.2.6.1 Cable multipar categoría 3	24
Figura 1.2.2.6.2 Cable UTP cat 5e	24
Figura 1.2.2.6.3 Cable FTP cat 5e	24
Figura 1.2.2.6.4 Cable UTP cat 6	25
Figura 1.2.2.6.5 Cable FTP cat 6	25

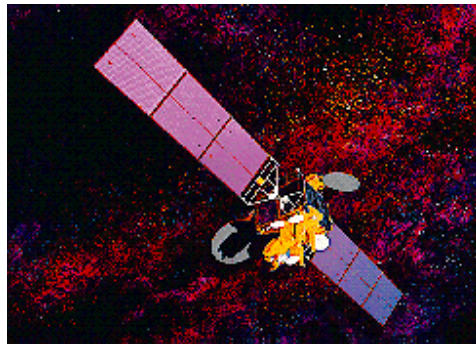
Figura 1.2.2.6.6 Cable multipar	26
Figura 1.3.1.1 Cable coaxial	27
Figura 1.3.1.2 Estructura cable coaxial	28
Figura 1.3.2.1 Velocidad de propagación del cable coaxial según el material del dieléctrico	29
Figura 1.3.3.1 Tipos de conectores para cable coaxial	32
Figura 1.4.1.1 Cable de fibra óptica estructura holgada, exterior (monomodo y multimodo)	34
Figura 1.4.1.2 Fibra óptica multimodo	35
Figura 1.4.2.1 Fibra óptica monomodo y multimodo respectivamente	36
Figura 1.4.2.2 Principio de la refracción	37
Figura 1.4.2.3 Cono de aceptación	37
Figura 1.4.2.4 Fibra óptica monomodo	38
Figura 1.4.2.5 Fibra óptica monomodo	39
Figura 1.4.2.6 Fibra óptica multimodo de índice gradual	40
Figura 1.4.2.7 Fibra óptica multimodo de índice gradual	40
Figura 1.4.2.8 Fibra óptica multimodo de salto de índice	40
Figura 1.4.2.9 Fibra óptica multimodo de índice escalonado	41
Figura 1.4.2.10 Longitudes de onda	42
Figura 1.4.2.11 Empalme Fibra óptica	44
Figura 1.4.2.12 Conectores fibra óptica	45
Figura 1.4.2.13 Multiplexación DWDM	47

Figura 1.4.2.14 Repartidores y multiplexores ópticos	48
Figura 1.4.2.15 WDMs ópticos	49
Figura 1.5.1.1 Esquema de un sistema de radiocomunicaciones punto a punto	50
Figura 1.5.1.2 Propagación de las ondas de radio	52
Figura 1.6.1.1 Nombre de las órbitas según su altura	56
Figura 1.6.1.2 Representación de la colocación de los satélites	58
Figura 1.6.1.3 Representación de los satélites de globalstar	59
Figura 1.6.1.4 Visión global del sistema Orbcomm	60
Figura 1.6.1.5 representación de los satélites de Orbcomm	60

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de Comunicaciones, correspondiente al programa de estudios de la Especialización en Teleinformática, tiene como propósito fundamental analizar la parte de la estructura física de las redes de comunicaciones denominadas medios de transmisión, los cuales son los encargados de transportar la información desde el destino hacia el usuario final.

Figura 1 Satélite en órbita



www.mexicanadecomunicacion.com.mx/Tables/FMB/librosenlinea/comunicacionsatelital

Para realizar esta función se utilizan diversos medios de transmisión, los cuales serán analizados teniendo en cuenta los siguientes factores:

Tipo de medio utilizado:

- Velocidades máximas que pueden proporcionar (ancho de banda).
- Distancias máximas que pueden ofrecer.
- Inmunidad frente a interferencias electromagnéticas.
- Facilidad de instalación.
- Coste.
- Capacidad de soportar diferentes tecnologías de nivel de enlace.

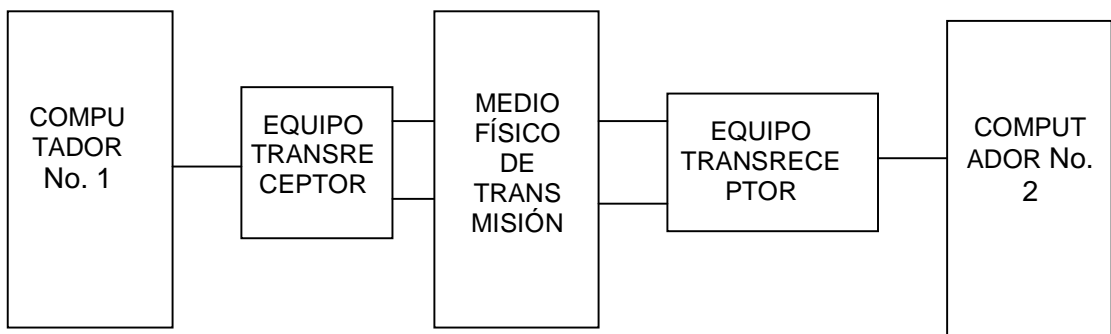
Considerando lo anterior serán analizados los medios de transmisión en referencia teniendo en cuentas varios de esto factores.

1. MEDIOS DE TRANSMISIÓN

Los elementos principales para llevar a cabo la comunicación física entre dispositivos distantes son de diferentes características, las cuales dependen de muchos factores tales como distancias, velocidad y costo. A estos elementos o conjunto de los mismos se les denomina medios de transmisión.

SISTEMA DE COMUNICACIÓN DE DATOS

Figura 1.1 Sistema de Comunicación de Datos



Esp. Orlando Rodríguez

Entre los medios físicos de transmisión existen: Cables, Fibra Óptica, Radiocomunicaciones, Microondas y Comunicaciones satelitales, los cuales se utilizan de acuerdo con una gran variedad de criterios y requerimientos de tipo técnico y económico.

La figura 1.1, muestra un sistema de comunicación de datos, donde no se abre juicio sobre si el medio de comunicaciones se usará con señales análogas o digitales.

La información digital proveniente de una computadora, se debe adecuar o adaptar al medio físico por el cual será transportada hasta su llegada al sistema receptor. La adecuación dependerá del tipo de señales que se usen, en correspondencia con la forma de diseñar el medio de comunicaciones elegido (análogo o digital).

Los medios físicos principales actualmente en uso en las redes de telecomunicaciones son los siguientes: cables trenzados, cables telefónicos multipares, cables coaxiales, fibras ópticas, radiocomunicaciones, satélites, microondas, guías de ondas, sistemas láser, etc.

En particular, en las llamadas redes de área local – LAN, se utilizan tecnologías que emplean los cables trenzados, coaxiales y fibras ópticas.

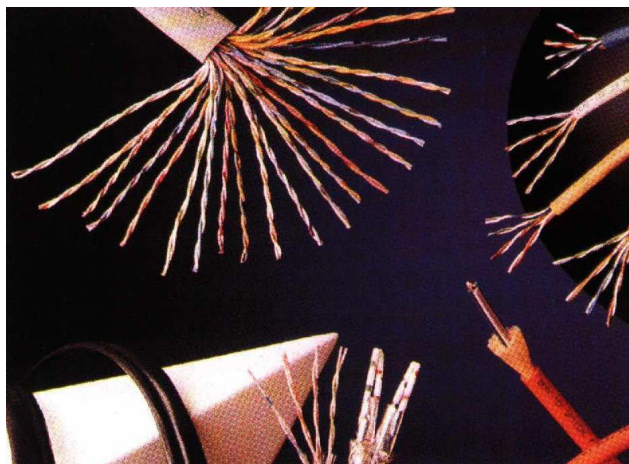
1.1 CABLES DE PAR TRENZADO

1.1.1. DESCRIPCION

Los cables de par trenzado son uno de los tipos más comunes de cable y económicos usados como medios de interconexión en una red de telecomunicaciones.

El tipo de cable consiste en dos (2) conductores generalmente de cobre aislados entre sí y con el exterior, y trenzados de modo que cada uno esté expuesto a la misma cantidad de ruido inductivo proveniente del exterior.

Figura 1.1.1.1 Cables trenzados



www-wsp.adckrone.com/es

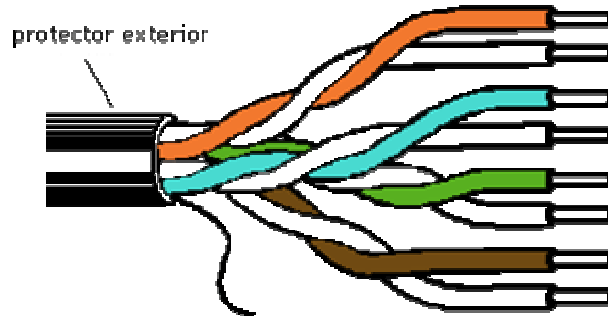
El ruido se incorpora aditivamente a la señal útil que se está transmitiendo y al restar el par trenzado se reduce sin eliminarse por completo.

Sus principales problemas son la escasa inmunidad al ruido frente a interferencias producidas por campos magnéticos externos, la diafonía, lo que hace necesario el blindaje de los mismos.

En las llamadas red de áreas locales, para un número limitado de usuarios y velocidades de transmisión Mbps, el par trenzado es normalmente muy conveniente por su bajo costo y su facilidad de instalación.

Debido a que la resistencia eléctrica disminuye con el diámetro de los conductores, es conveniente para la transmisión de señales en banda base a velocidades elevadas y para la transmisión de señales telefónicas de voz.

Figura 1.1.1.2 Estructura cable UTP 4 pares



Cable UTP (4 pares)

Comunidad Ulfix

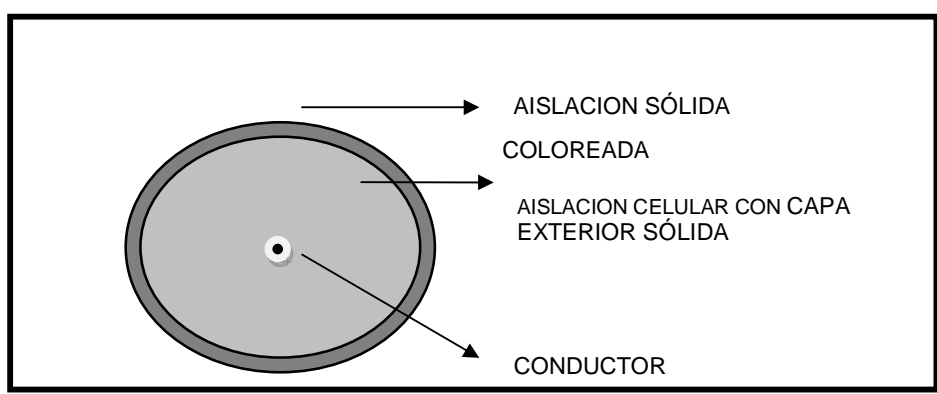
1.1.2. CARACTERÍSTICAS Y APLICACIONES

Su estructura es la de uno o varios conductores aislados, trenzados de “a pares” en espiral y protegidos por una cubierta de polietileno o policloruro de vinilo (conocido comúnmente como PVC) u otro material aislante.

La figura 1.1.2.1 muestra la forma en que está construida la sección de uno de los conductores del par trenzado.

COMPONENTES DE UN CONDUCTOR DEL CABLE TELEFÓNICO

Figura 1.1.2.1 Estructura de un cable conductor sólido



En algunos casos los pares trenzados se construyen blindados (STP) para evitar la interferencia externa (recubiertos por una capa metálica entre el aislamiento).ver *Figura 1.1.1.2*

Esto aumenta su rendimiento, aunque también su costo, para posibilitar la transmisión digital de datos a grandes velocidades (se puede alcanzar hasta 2 Mbps a una distancia de hasta 100 metros).

Estos cables están normalizados por la AMERICAN WIRE GAUGE – AWG, en valores enteros denominados calibre y tienen su correlato en mm o en pulgadas.

NORMA AMERICAN WIRE GAUGE – AWG RELACION ENTRE CALIBRES Y DIAMETROS EN MM

CALIBRES (AWG)	19	22	24	26	28
DIÁMETRO (en mm)	0.912	0.644	0.511	0.405	0.320

En los cables usados en las redes internas de las centrales privadas y en los cables denominados “pares de abonado”, los valores empleados normalmente son los correspondiente a los calibres 22 y 24 (este último especialmente).

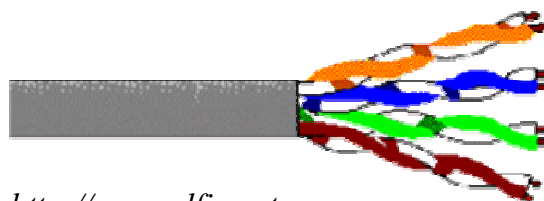
1.2 CABLES MULTIPARES

1.2.1 DESCRIPCION

Los cables multipares están compuestos por un número variable de pares trenzados, que permiten propagar señales y se utilizan preferiblemente para transmisión de voz y datos.

El cable par trenzado, más conocido como UTP (*Unshielded Twisted Pair, par trenzado no apantallado* y normalizado de acuerdo a la norma TIA/EIA-568A y 568B), es el cable de pares trenzados más simple y empleado, sin ningún tipo de apantalla adicional y con una impedancia característica de 100 Ohmios. El conector más frecuente con el UTP es el RJ45 (entre otros como DB25, DB9, etc dependiendo del adaptador). El UTP es uno de los más comunes y difundidos debido a la alta expansión de las redes telefónicas en todo el mundo. Es por ahora y hasta que la fibra óptica le vaya arrebatando su sitio, uno de los medios más empleados para la transmisión de señales inteligentes de rango vocal en redes de conmutación de circuitos o las llamadas redes telefónicas. Este tipo de redes propiciaron precisamente el ingreso de UTP a los mercados de redes de computadores. Actualmente tiene una amplia difusión no solamente en telefonía, sino también dentro de las redes LAN de computadoras. Esta adaptabilidad responde a que el mismo es fabricado en diversas categorías, cada una de las cuales tiene un objetivo específico.

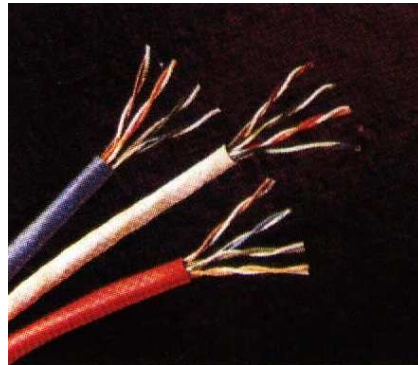
Figura 1.2.1.1- Estructura del cable UTP



<http://www.ulfix.net>

El cable STP (*STP, kshielded Twisted Pair*, cable de par trenzado apantallado). En este caso, cada par va recubierto por una malla conductora que actúa de apantalla frente a interferencias y ruido eléctrico. Su impedancia es de 150 OHMIOS.

Figura 1.2.1.2 Cable STP



www-wsp.adckrone.com/es

El nivel de protección del STP ante perturbaciones externas es mayor al ofrecido por UTP. Sin embargo es más costoso y requiere más instalación. La pantalla del STP para que sea más eficaz requiere una configuración de interconexión con tierra (dotada de continuidad hasta el terminal). Con el STP se suele utilizar conectores RJ49.

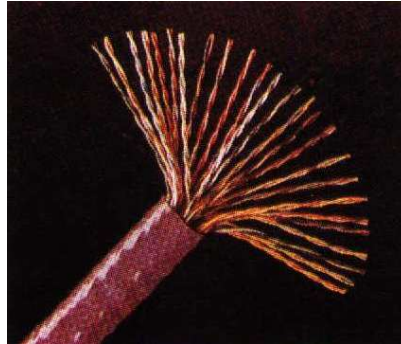
También se encuentra el cable FTP (*Foiled Twisted Pair*, cable de par trenzado con pantalla global). En este tipo de cable como en el UTP, sus pares no están apantallados, pero sí dispone de una apantalla global para mejorar su nivel de protección ante interferencias externas. Su impedancia característica típica es de 120 OHMIOS y sus propiedades de transmisión son más parecidas a las del UTP. Se usan generalmente conectores RJ45.

Los cables multipares son soporte físico compuesto por un número variable de pares trenzados, que permiten propagar señales y se utilizan preferencialmente para la transmisión de frecuencias vocales en las comunicaciones.

Estos, contienen desde 6 pares hasta un número variable de orden de los miles de pares y que dependen de las normas de construcción que se utilicen.

En las redes telefónicas urbanas, es muy frecuente el uso de cables telefónicos multipares, confeccionados sobre la base de cables trenzados.

Figura 1.2.1.3 Cable multipar



www-wsp.adckrone.com/es

Se emplean tanto para llegar desde las centrales telefónicas urbanas hasta el abonado, mediante cables multipares que están formados por lo que se denomina “par abonado”.

También permite interconectar centrales telefónicas urbanas entre si o conectar a éstas con centrales de tránsito (si bien hoy, se prefieren otras tecnologías, para este tipo de enlaces, como lo son las redes de fibra óptica).

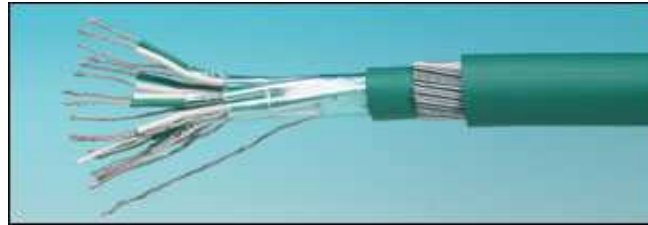
1.2.2 DETALLES CONSTURCTIVOS

1.2.2.1 AISLACIÓN

Cada conductor se encuentra revestido por una capa aislante sólida de polietileno de color uniforme y opaco.

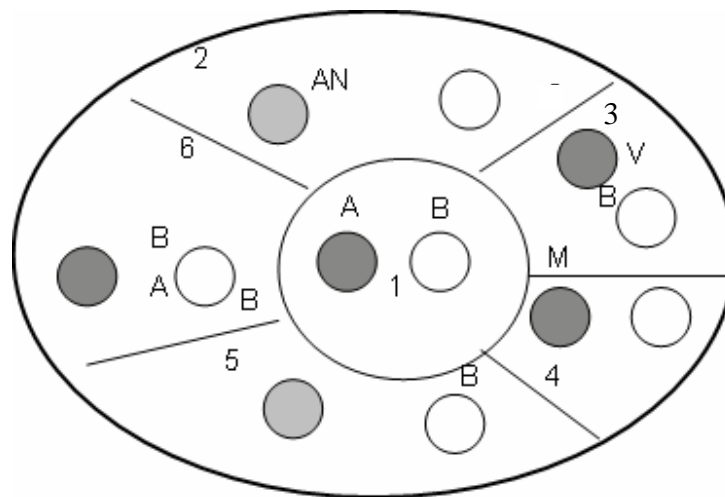
Los colores de la aislación se hallan especificados de acuerdo al número de par.

Figura 1.2.2.1.1 Cable con aislación



<http://campusdigital.uag.mx>

Figura 1.2.2.1.2 Distribución de los pares de conductores en un cable de 6 pares



http://www.elprisma.com/apuntes/ingenieria_electrica_y_electronica/

COLOR DEL CONDUCTOR:

B: BLANCO

A: AZUL

AN: ANARANJADO

V: VERDE

M: NARRÓN:

G: GRIS

A su vez el número de par está dado, según se puede observar en las anteriores figuras, por la ubicación de los conductores dentro del cable.

CÓDIGO DE COLORES DE LA AISLACIÓN PARA CABLES DE HASTA 6 PARES

PAR NÚMERO	COLOR DE AISLACIÓN	
	CONDUCTOR No. 1	CONDUCTOR No. 2
1	BLANCO	AZUL
2	BLANCO	ANARANJADO
3	BLANCO	VERDE
4	BLANCO	MARRÓN
5	BLANCO	GRIS OSCURO
6	ROJO	AZUL

Debajo de la aislación sólida coloreada, se halla otra capa compuesta por polietileno de densidad media o alta que contiene en su composición una sustancia antioxidante adecuada. También suele emplearse para la misma un copolímero de propileno – etileno cristalino.

La aislación total del conductor formada por las capas celular y sólida, debe tener un espesor uniforme tal que el diámetro exterior del conductor aislado no sobrepase los valores que se indican en la siguiente tabla para cada calibre del conductor.

DIÁMETRO MÁXIMO DEL CONDUCTOR EXTERIOR

DIÁMETRO DEL CONDUCTOR (mm)	DIÁMETRO EXTERIOR MÁXIMO DEL CONDUCTOR AISLADO (mm)
1,04 Y 0,50	1,10
0,65	1,40
0,80 Y 0,90	1,70

1.2.2.2 FORMACIÓN DE LOS PARES CONDUCTORES

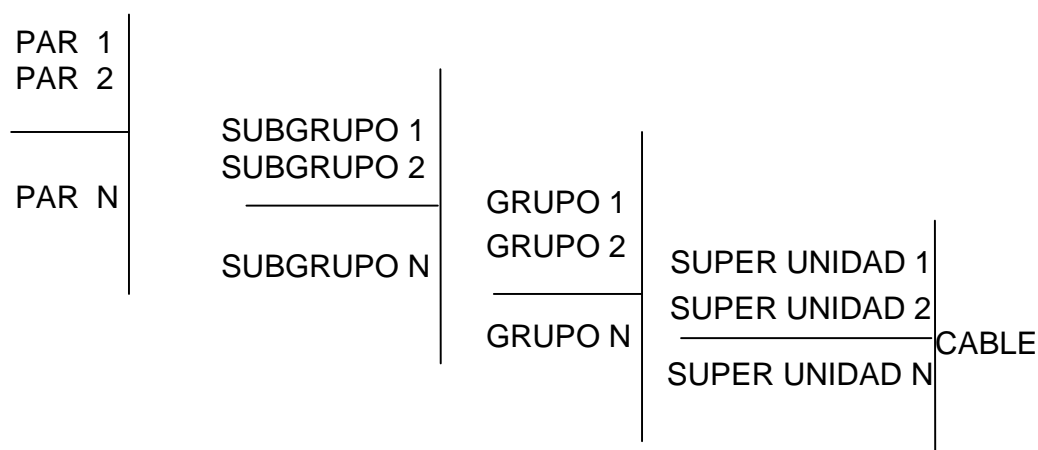
Los conductores una vez aislados, se les trenzan en pares, de acuerdo al color de aislamiento de cada uno de ellos.

1.2.2.3 CABLEANDO

Luego de constituidos los pares se les agrupa para formar el cable, de acuerdo al siguiente esquema. Los cables telefónicos normalizados pueden ser armado en:

4, 6, 10, 18, 20, 30, 50, 80, 100, 150, 200, 300, 400, 600, 900, 1200, 1500, 1800 o 2200 pares

ESQUEMA DE AGRUPACION DE CABLES



Un cable se puede armar hasta llegar a una capacidad final de 2.200 pares y se puede constituir por 22 superunidades de 4 grupos de cada una, así mismo, cada grupo estará formado por dos subgrupos de 12 y 13 pares respectivamente, cuatro grupos de 25 pares cada una conformarán una superunidad de 100 pares. 22 superunidades de 100 pares cada una constituirán el cable de 2.200 pares.

1.2.2.4 PARES DE RESERVA

Para el reemplazo de eventuales pares defectuosos se colocan pares de reserva en cables que tengan 100 o más pares. Se ubican en la parte mas externa del cable y su número no puede ser mayor al 1% de la cantidad total de pares del cable.

1.2.2.5 ENVOLTURA Y CUBIERTA EXTERIOR

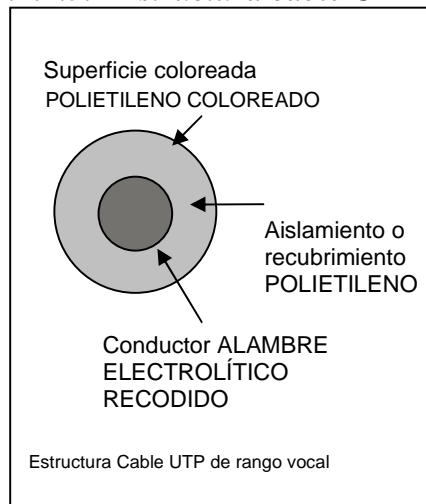
El núcleo del cable (formado por los pares trenzados y cableados o por grupos, subgrupos o superunidades cableadas) se recubre totalmente con una cinta de material dieléctrico no hidrocópico resistente a la humedad y aplicando en forma helicoidal o longitudinal. Este recubrimiento brinda una adecuada protección contra el calor a efectos de evitar deformaciones en el aislamiento de los conductores.

Una vez ajustado el núcleo del cable y recubierto con la cinta arriba descrita, se le aplica una cubierta protectora de polietileno o copolímero de etileno con blindaje de polietileno – aluminio – polietileno laminado. El cierre de la puntas del cable se efectúa con capuchones colocados en ambos extremos.

Los capuchones dispuestos en el extremo interno de la bobina están provistos con válvulas tipo “cámara de automóvil”, unidas de su correspondiente ovulo y tapón roscado.

Otro tipo de capuchón que se utiliza actualmente es el de plástico termocontraíble con adhesivo en su superficie interior.

Figura 1.2.2.5.1 Estructura cable UTP de rango vocal



www.elprisma.com/apuntes/ingenieria_electronica_y_electronica

1.2.2.6 CARACTERÍSTICAS Y APLICACION

CATEGORIAS DEL CABLE UTP

Existen hasta el día de la fecha 6 categorías del cable UTP

Cat 1: Actualmente no reconocido por TIA/EIA (Telecommunications Industry Association / Electronic Industries Association). Previa y especialmente usado para comunicaciones telefónicas POTS (Plain Old Telephone Service o Viejo Servicio telefónico, conocido también como Servicio Telefónico Tradicional), ISDN (Integrated Services Digital Network o Red digital de servicios integrados). Especialmente diseñado para redes telefónicas, el clásico cable empleado en teléfonos y dentro de las compañías telefónicas

Cat 2: Actualmente no reconocido por TIA/EIA. Previamente fue usado con frecuencia en redes token ring de 4 Mbit/s.

Cat 3: Actualmente definido en TIA/EIA-568-B (estándar para cableado estructurado), usado para redes de datos usando frecuencias de hasta 16 MHz (clase C). Historicamente popular para redes ethernet de 10 Mbit/s.

Figura 1.2.2.6.1 Cable multipar categoría 3



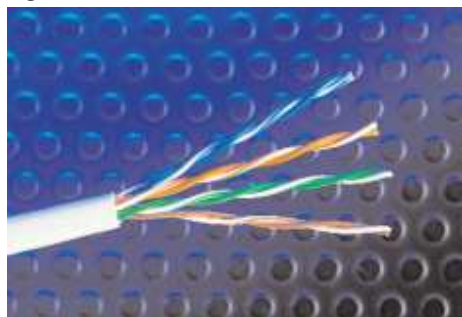
www-wsp.adckrone.com

Cat 4: Actualmente no reconocido por TIA/EIA. Posee performance de hasta 20 MHz, y fue frecuentemente usado en redes token ring de 16 Mbit/s.

Cat 5: Actualmente no reconocido por TIA/EIA. Posee performance de hasta 100 MHz (clase D), y es frecuentemente usado en redes Ethernet de 100 Mbit/s ethernet networks. Es posible usarlo para Ethernet de gigabit 1000BASE-T.

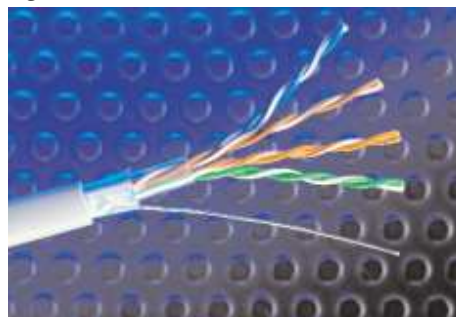
Cat 5e: Actualmente definido en TIA/EIA-568-B. Posee performance de hasta 100 MHz (clase D), y es frecuentemente usado tanto para ethernet 100 Mbit/s como para ethernet 1000 Mbit/s (gigabit). Lo interesante de este modelo es la capacidad de compatibilidad que tiene contra los tipos anteriores. Sintéticamente los cables UTP se pueden catalogar en una de dos clases básicas: Los destinados a comunicaciones de voz, y los dedicados a comunicaciones de datos en red de computadoras

Figura 1.2.2.6.2 Cable UTP cat 5e



www-wsp.adckrone.com

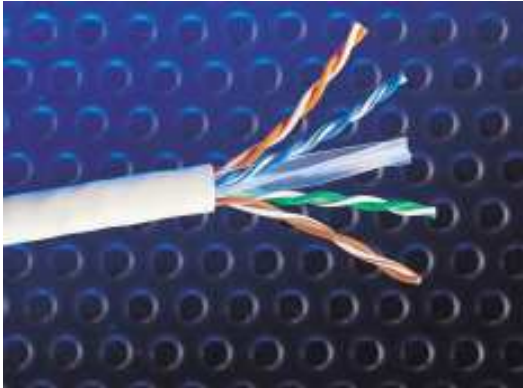
Figura 1.2.2.6.3 Cable FTP cat 5e



www-wsp.adckrone.com

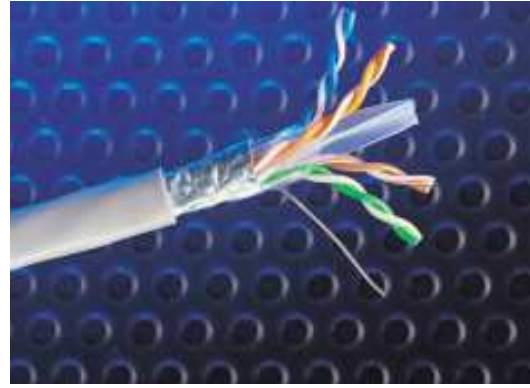
Cat 6: Actualmente definido en TIA/EIA-568-B. Posee performance de hasta 250 MHz (clase E), más del doble que las categorías 5 y 5e. Usado principalmente para Gigabit.

Figura 1.2.2.6.4 Cable UTP cat 6



www-wsp.adckrone.com

Figura 1.2.2.6.5 Cable FTP cat 6



www-wsp.adckrone.com

Cat 6a: Especificación para aplicaciones de 10 Gbit/s.

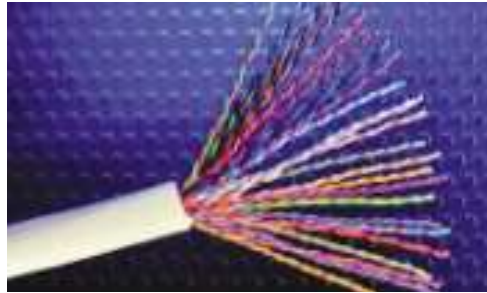
Cat 7: Nombre informal aplicado al cableado de clase F de ISO/IEC 11801 (estándar internacional que especifica sistemas de cableado para telecomunicación de multipropósito). Este estándar especifica 4 pares blindados individualmente dentro de otro blindaje. Diseñado para transmisión a frecuencias de hasta 600 MHz (clase F).

EL CABLE UTP PARA COMUNICACIONES DE RANGO VOCAL. Por lo general, la estructura de todos los cables UTP no difiere significativamente, aunque es cierto que cada fabricante introduce algunas tecnologías adicionales mientras los estándares de fabricación lo permitan. El cable está compuesto internamente por un conductor que es de alambre electrolítico recocido, de tipo circular, aislado por una capa de aislación también de polietileno, que contienen en su composición una sustancia antioxidante para evitar la corrosión del cable. El conductor solo tiene un diámetro de aproximadamente medio milímetro, y más la aislación el diámetro puede superar el milímetro.

Sin embargo es importante aclarar que habitualmente este tipo de cable no se maneja por unidades, sino por pares y grupos de pares, paquete conocido como cable multipar. Todos los cables del multipar están trenzados entre sí con el objeto de mejorar la resistencia de todo el grupo hacia diferentes tipos de interferencia electromagnética externa. Por esta razón surge la necesidad de poder definir colores para los mismos que permitan al final de cada grupo de cables conocer cuál cable va con cual otro. Los colores de la aislación están normalizados a fin de su manipulación por grandes cantidades.

En telefonía, es común encontrar dentro de las conexiones grandes, cables telefónicos compuestos por cantidades de pares trenzados, aunque perfectamente identificables unos de otros a partir de la normalización de los mismos según se muestra en la figura 1.2.2.6.6.

Figura 1.2.2.6.6 Cable multipar



www-wsp.adckrone.com

Los cables una vez fabricados unitariamente y aislados, se trenzan de a pares de acuerdo al color de cada uno de ellos, aún así estos se vuelven a unir a otros formando estructuras mayores: los pares se agrupan en subgrupos, los subgrupos se agrupan en grupos, los grupos se agrupan en superunidades y las superunidades se agrupan en el denominado cable.

De esta forma se van uniendo los cables hasta llegar a capacidades de 2200 pares; un cable normalmente está compuesto por 22 superunidades; cada subunidad está compuesta por 12 pares aproximadamente; este valor es el mismo para las unidades menores. Los cables telefónicos pueden ser armados de 4, 6, 10, 18, 20, 30, 50, 80, 100, 150, 200, 300, 400, 600, 900, 1200, 1500, 1800 o 2200 pares.

PRESURIZACIÓN DE LOS CABLES.- La presurización es un proceso por el cual se introduce al interior de los cables un gas seco, a efectos de eliminar la humedad del interior. Esto tan solo para los cables que poseen más de 50 pares.

PRUEBAS SOBRE LOS CABLES.- Los cables antes de ser lanzados al mercado son probados de diversas formas: pruebas electrónicas con el objeto de probar los cables se emplea una corriente continua aplicada sobre un tramo del cable de longitud determinada, atemperado a 20 grados Celcius. El cable deberá presentar una resistencia que no sobrepase los 143 Ohms/Km. Un cable de mayor resistencia ocasionaría demasiada atenuación, por ende, disminuye el alcance de las señales enviadas por el mismo. Las pruebas físicas se efectúan para medir valores de

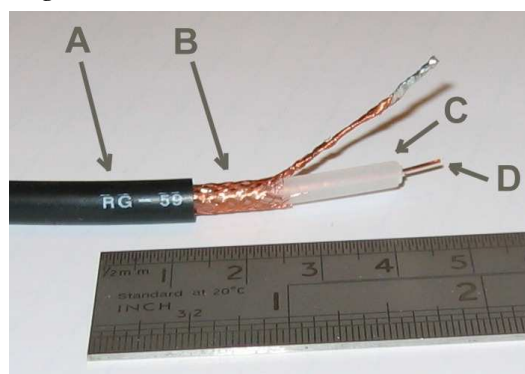
Tracción, Alargamiento y Ruptura, empleando porciones del cable denominadas probetas. La probeta es sometida a una tracción, determinándose el punto para el cual comienza el alargamiento, valor que se denomina Tracción Mínima. Se realiza otra prueba para determinar e nivel de Contracción Del Cable, para ello, se toma una muestra de 150mm de cable, se la somete a un calentamiento de entre 115 y 130 grados Celcius, por 4 horas, luego se regirá la muestra y se mide el nivel de contracción a temperatura ambiente hasta el equilibrio.

1.3 CABLE COAXIAL

1.3.1 DESCRIPCION

El cable coaxial está compuesto por dos conductores, uno interno o central y otro exterior que lo rodea totalmente. Esta disposición provee de un excelente blindaje entre los dos conductores del mismo. El conductor interno está fabricado generalmente de alambre de cobre rojo recocido, mientras que el revestimiento en forma de malla está fabricado de un alambre muy delgado, trenzado de forma helicoidal sobre el dieléctrico o aislador.

Figura 1.3.1.1 Cable coaxial



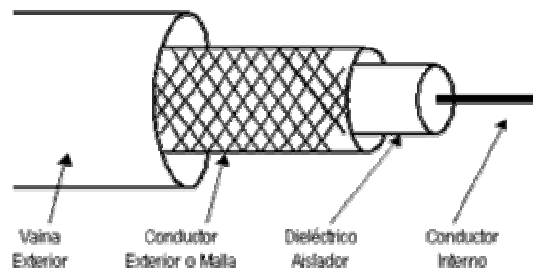
http://es.wikipedia.org/wiki/Cable_coaxial

- A: Cubierta protectora de plástico
- B: Malla de cobre

C: Aislante
D: Núcleo de cobre

Entre ambos conductores existe un aislamiento de polietileno compacto o espumoso, denominado dieléctrico. Finalmente y de forma externa existe una aislación compuesta por PVC o Policloruro de Vinilo. La estructura se ilustra en la figura 1.3.1.2

Figura 1.3.1.2 Estructura cable coaxial



Estructura Cable Coaxial

<http://www.ulfix.net>

El material dieléctrico define de forma importante la capacidad del cable coaxial en cuanto a velocidad de transmisión por el mismo se refiere. Siempre haciendo referencia a la velocidad de la luz.

Lo interesante del cable coaxial es su amplia difusión en diferentes tipos de redes de transmisión de datos, no solamente en computación, sino también en telefonía y especialmente en televisión por cable.

1.3.2 CARACTERÍSTICAS

Existen básicamente dos tipos de cable coaxial. El primero de los mismos denominado de Banda Base, es el normalmente empleado en redes de computadoras,

con una resistencia de 50 Ohm, por el que fluyen señales digitales, al contrario que su pariente más cercano, el cable coaxial de banda ancha.

Características de atenuación o pérdidas para diferentes marcas de cables coaxiales:

Figura 1.3.2.1 Velocidad de propagación del cable coaxial según el material del dieléctrico

MATERIAL DIELECTRICO	% VELOCIDAD	VELOCIDAD (K m/seg)
Polietileno Sólido	65,9%	197700
Polietileno Espumoso	80,0%	240000
Polietileno	88,0%	264000
Teflón Sólido	69,4%	208200
Elastipar	66,0%	198000
Teflón Expandido	85,0%	255000

http://docente.uco.mx/al008353/public_html/

Tabla de características de los principales cables coaxiales

Características de los Cables Coaxiales													
Coaxial	Ohm	Factor Veloc	Aislan. Dieléct.	Tensión Máx RMS	pF Por Metro	Atenuación en decibelios por cada 100 mts							
						10 Mhz	50 Mhz	100 mhz	200 Mhz	400 Mhz	1 Ghz	3 Ghz	Diam. en mm
RG-5	50	0,66	Esp PE	-----	93,50	2,72	6,23	8,85	13,50	19,40	32,15	75,50	8,30
RG-6	75	0,66	Esp PE	-----	61,60	2,72	6,23	8,85	13,50	19,40	32,15	75,50	8,50
RG-8	52	0,66	PE	4.000	97	1,80	4,27	6,23	8,86	13,50	26,30	52,50	10,30
RG-9	51	0,66	PE	4.000	98	2,17	4,92	7,55	10,80	16,40	28,90	59,00	10,70
RG-10	52	0,66	-----	-----	100	1,80	4,25	6,25	8,85	13,50	26,30	52,50	12,00
RG-11	75	0,66	Esp PE	4.000	67	2,18	5,25	7,55	10,80	15,80	25,60	54,00	10,30
RG-12	75	0,66	PE	4.000	67	2,18	5,25	7,55	10,80	15,80	25,60	54,00	12,00
RG-13	74	0,66	-----	-----	67	2,18	5,25	7,55	10,80	15,80	25,60	54,00	10,70
RG-14	52	0,66	-----	-----	98,40	1,35	3,28	4,60	6,55	10,20	18,00	41,00	13,90
RG-17	52	0,66	PE	11.000	67	0,80	2,05	3,15	4,90	7,85	14,40	31,10	22,10
RG-18	52	0,66	-----	-----	100	0,80	2,05	3,15	4,90	7,85	14,40	31,10	24,00
RG-19	52	0,66	-----	-----	100	0,55	1,50	2,30	3,70	6,05	11,80	25,30	28,50
RG-20	52	0,66	-----	-----	100	0,55	1,50	2,30	3,70	6,05	11,80	25,30	30,40
RG-21	53	0,66	-----	-----	98	14,40	30,50	47,70	59,00	85,30	141,00	279,00	8,50
RG-34	75	0,66	-----	-----	67	1,05	2,79	4,60	6,90	10,80	19,00	52,50	15,90
RG-35	75	0,66	-----	-----	67	0,80	1,90	2,80	4,15	6,40	11,50	28,20	24,00
RG-55	53,50	0,66	PE	1.900	93	3,94	10,50	15,80	23,00	32,80	54,10	100,00	5,30

RG-58	50	0,66	PE	1.900	93	4,60	10,80	16,10	24,30	39,40	78,70	177,00	5,00
RG-59	73	0,66	PE	600	69	3,60	7,85	11,20	16,10	23,00	39,40	87,00	6,20
RG-74	52	0,66	-----	-----	98	1,35	3,28	4,59	6,56	10,70	18,00	41,00	15,70
RG-122	50	0,66	-----	-----	-----	5,58	14,80	23,00	36,10	54,10	95,10	187,00	4,10
RG-142	50	0,70	PTFE	1.900	96	3,60	8,85	12,80	18,50	26,30	44,25	88,60	4,90
RG-174	50	0,66	PTFE	1.500	101	12,80	21,70	29,20	39,40	57,40	98,40	210,00	2,60
RG-177	50	0,66	-----	-----	-----	0,70	2,03	3,12	4,92	7,85	14,40	31,20	22,70
RG-178	50	0,69	-----	-----	-----	18,40	34,50	45,90	63,30	91,90	151,00	279,00	1,90
RG-179	75	0,69	-----	-----	-----	17,40	27,90	32,80	41,00	52,50	78,70	144,00	2,50
RG-180	95	0,69	-----	-----	-----	10,80	15,10	18,70	24,90	35,50	55,80	115,00	3,70
RG-187	75	0,69	-----	-----	-----	17,40	27,90	32,80	41,00	52,50	78,70	144,00	2,80
RG-188	50	0,69	-----	-----	-----	19,70	31,50	37,40	46,60	54,80	102,00	197,00	2,80
RG-195	95	0,69	-----	-----	-----	10,80	15,10	18,70	24,90	35,40	55,80	115,00	3,90
RG-196	50	0,69	-----	-----	-----	18,40	34,50	45,20	62,30	91,90	151,00	279,00	2,00
RG-212	50	0,66	-----	-----	-----	2,72	6,23	8,86	13,50	19,40	32,20	75,50	8,50
RG-213	50	0,66	PE	5.000	101	1,80	4,30	6,25	8,85	13,50	26,30	52,50	10,30
RG-214	50	0,66	PE	5.000	101	2,15	4,95	7,55	10,80	16,40	28,90	59,00	10,80
RG-215	50	0,66	PE	5.000	101	1,80	4,30	8,20	8,85	13,50	26,30	52,50	10,30
RG-216	75	0,66	PE	5.000	67	2,15	5,25	7,55	10,80	15,80	25,60	54,10	10,80
RG-217	50	0,66	-----	-----	-----	1,35	3,30	4,60	6,55	10,20	18,00	40,50	13,80
RG-218	50	0,66	-----	-----	96	0,80	2,05	3,10	4,90	7,85	14,40	31,20	22,10
RG-219	50	0,66	-----	-----	-----	0,80	2,05	3,10	4,90	7,85	14,40	31,20	24,00
RG-220	50	0,66	-----	-----	96	0,55	1,50	2,30	3,70	6,10	11,80	25,50	28,50
RG-221	50	0,66	-----	-----	-----	0,55	1,50	2,30	3,70	6,10	11,80	25,50	30,40
RG-222	50	0,66	-----	-----	-----	14,40	30,50	42,70	59,10	85,30	141,00	279,00	8,50
RG-223	50	0,66	PE	1.900	101	3,95	10,50	15,80	23,00	32,80	54,10	100,00	5,40
RG-302	75	0,69	-----	-----	-----	1,50	4,00	10,80	15,40	22,60	41,90	85,25	5,30
RG-303	50	0,69	-----	-----	-----	3,61	8,86	12,80	18,50	26,30	44,30	88,60	4,30
RG-316	50	0,69	-----	-----	-----	19,70	31,50	37,40	46,60	54,80	102,00	197,00	2,60
NOTAS	PE = Polietileno												
	Esp.PE = Espuma de Polietileno												
	PTFE = Teflón (Politetrafluoroetileno)												
	RG-214 y RG-223 = Con doble protección (Doble apantallado)												

<http://www.electronicafacil.net/tutoriales/tutorial129.html>

1.3.3 APLICACIONES

- Sistemas de comunicaciones:

El cable de banda ancha normalmente mueve señales analógicas, posibilitando la transmisión de gran cantidad de información por varias frecuencias, y su uso más común es la televisión por cable. Por cierto que en muchos países del mundo, esta red tendida sobre las ciudades ha permitido a muchos usuarios de Internet tener un nuevo tipo de acceso a la red, para lo cual existe en el mercado una gran cantidad de dispositivos, incluyendo Modems para redes de televisión por cable o CATV (Community Antenna Television). Es utilizado en la última milla de Tv por cable.

- Redes de computadores:

Anteriormente usado. La instalación de una red empleando cable coaxial es relativamente sencilla. Quien sabe, el proceso más complicado es el ajuste del conector BNC al cable coaxial, pero se convierte en una tarea fácil luego de efectuada un par de veces. El nombre BNC proviene de la abreviatura de Conector Nacional Británico, y existen diversos tipos de los mismos.

Cada una de las tarjetas de red de las computadoras se conectan al conector BNC-T (conector que viene en forma de T). Este conector permite unir dos porciones o segmentos de red incorporando a una computadora a la red misma. El problema principal en esta red radica precisamente en la gran cantidad de conexiones o juntas que se realizan con estos conectores, lo que normalmente puede derivar en que una porción de la red quede inutilizada, hasta descubrir el conector aflojado.

Por su parte, cada porción de cable entre dos computadoras debe tener un conector BNC macho y uno hembra. Actualmente existen diversos tipos de conectores según la forma de conexión que tiene el cable coaxial; algunos de ellos son por presión, otros por inserción de púas, a tornillos, etc. La elección corresponde a la comodidad

de cada administrador de red. En la figura 1.3.3.1 se muestran algunos de los conectores para cable coaxial.

Figura 1.3.3.1 Tipos de conectores para cable coaxial

Imágen	Características
	RG-174, RG-188, RG-316, LMR-100. Cuerpo chapado en oro. Aislante PTFE. Contacto central de latón chapado en oro.
	RG-58, RG-141, RG-142, RG-223, RG-400. Cuerpo chapado en oro. Aislante PTFE. Contacto central de cobre al berilio.
	RF-240, LMR-240, WBC-240, RG-8X, H-155. Cuerpo chapado en oro. Aislante PTFE. Contacto central de latón chapado en oro.
	RG-174, RG-188, RG-316, LMR-100. Cuerpo chapado en oro. Aislante PTFE. Contacto central de cobre al berilio.
	RG-58, RG-141, RG-142, RG-223, RG-400. Cuerpo de latón niquelado. Aislante PTFE. Contacto central de cobre al berilio.
	RG-58, RG-141, RG-142, RG-223, RG-400. Cuerpo de latón niquelado. Aislante PTFE. Contacto central de latón chapado en oro. Con funda protectora de goma. (Amphenol)
	RG-141, RG-142, RG-223, RG-8X, RF-240. Cuerpo de latón niquelado. Aislante Delrin. Contacto central chapado en oro. Roscado.
	RG-174, RG-188, RG-316, LMR-100. Cuerpo de latón plateado. Aislante PTFE. Contacto central de cobre al berilio.

 <p>BNC macho RG-213</p>	<p>RG-213, RG-214, H-100, H-2000, RF-400. Cuerpo de latón plateado. Aislante PTFE. Contacto central de cobre al berilio.</p>
	<p>RG-58, RG-141, RG-142, RG-223, RG-400. Cuerpo de latón plateado. Aislante PTFE. Contacto central de cobre al berilio.</p>
	<p>RG-58, RG-141, RG-142, RG-223, RG-400. Cuerpo de latón plateado. Aislante PTFE. Contacto central de cobre al berilio.</p>
	<p>RG-58, RG-141, RG-142, RG-223, RG-400. Cuerpo de latón niquelado. Aislante PTFE. Contacto central de latón chapado en oro.</p>

<http://www.radcom-radio.com/index.shtml?file=/catalog/accesorios>

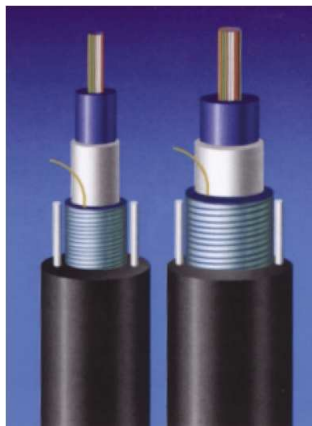
Es importante notar que hoy en día las redes de computadoras que emplean cable coaxial han quedado desplazadas por el cable UTP, en muchos sentidos, particularmente por la seguridad de la topología UTP que evita los frecuentes problemas que presenta el cable coaxial al perderse la señal por algún conector en mala posición. Por esta razón., si de instalar una red nueva se trata, siempre ha de ser más conveniente el cable UTP. Para mantener la compatibilidad hacia medios coaxial, es importante contar con un hub provisto del respectivo conector BNC.

1.4 TRANSMISIÓN POR FIBRA OPTICA

1.4.1 DESCRIPCIÓN

La fibra óptica es un fino hilo conductor de vidrio que permite transportar la luz (generalmente esta luz es infrarroja y por lo tanto no es visible por el ojo humano). Dicha luz modulada convenientemente, permite transmitir señales entre dos puntos. La modulación de esta luz permite transmitir información tal como lo hace los medios eléctricos.

Figura 1.4.1.1 Cable de fibra óptica estructura holgada, exterior (monomodo y multimodo)



www-wsp.adckrone.com

Formando cables de varios conductores es usado en los circuitos de transmisión en redes de telecomunicaciones urbanas e interurbanas. También se emplea en las denominadas redes de área local – LAN.

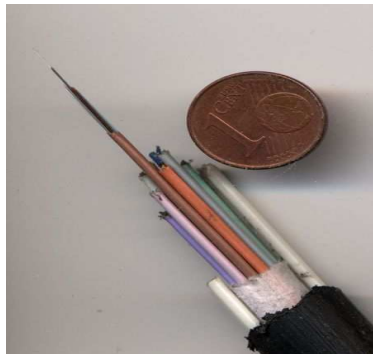
Este tipo presenta ventajas importantes respecto de los pares trenzados de conductores de cobre o coaxiales en particular las siguientes: Una baja atenuación

por Kilómetro, total inmunidad al ruido y a las interferencias electromagnéticas, lo que constituye un medio especialmente útil en ambientes de alto ruido, uso de potencia de microwatios en comparación con otros sistemas, facilidad para instalación entre otras.

Por lo anterior, en la actualidad todos los tipos de redes que emplean algún tipo de cableado, apuntan hacia la fibra óptica, en cualquiera de sus aplicaciones prácticas, llámese FDDI (Fiber Distributed Data Interface - Interfaz de Datos Distribuida por Fibra), ATM (Asynchronous Transfer Mode o Modo de Transferencia Asíncrona), o inclusive en redes LAN con el estándar 100BaseF, que emplea un par de fibras ópticas para mover información a lo largo de toda la red. En la actualidad ya existen gran cantidad de redes en todo el mundo que emplean la fibra óptica como un elemento importante dentro de la red, particularmente cubriendo el papel del backbone o medio de transmisión vertebral, uniendo dos edificios, oficinas de un campus, poblaciones cercanas, etc.

La *fibra óptica* es el medio de transmisión de datos inmune a las interferencias por excelencia, con seguridad debido que por su interior dejan de moverse impulsos eléctricos, proclives a los ruidos del entorno que alteren la información. Al conducir luz por su interior, la fibra óptica no es propensa a ningún tipo de interferencia electromagnética o electrostática.

Figura 1.4.1.2 Fibra óptica multimodo



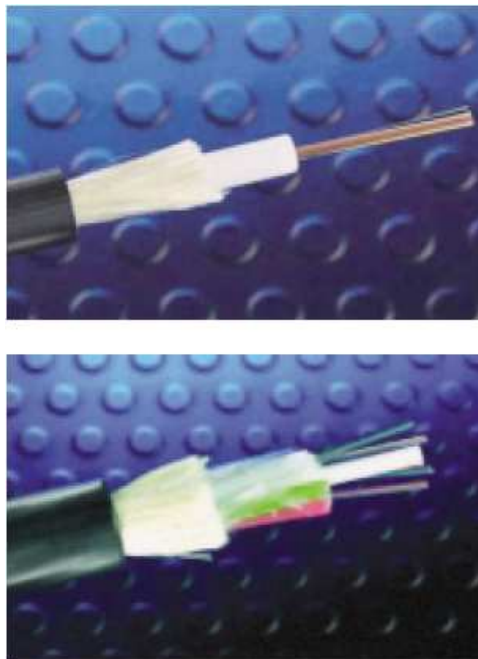
Comunidad Ufix

1.4.2 CARACTERISTICAS Y APLICACIONES

La estructura de la fibra óptica es relativamente sencilla, aunque la mayor complejidad radica en su fabricación. La fibra óptica está compuesta por dos capas, una denominada Núcleo (Core) y la otra denominada Recubrimiento (Clad). La relación de diámetros es de aproximadamente 1 de recubrimiento por 3 de núcleo.

El extra delgado hilo de vidrio está cubierto por una capa plástica que le brinda la protección necesaria, aunque normalmente un gran conjunto de fibras se unen entre sí para obtener mayor seguridad como verá un poco más adelante.

Figura 1.4.2.1 Fibra óptica monomodo y multimodo respectivamente

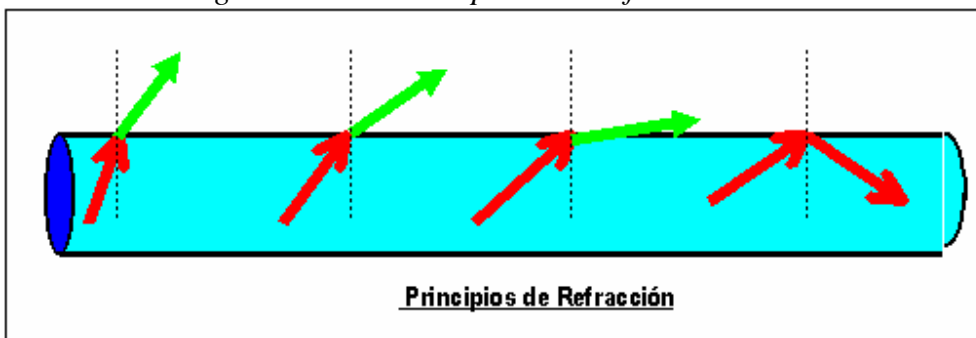


www-wsp.adckrone.com

PRINCIPIOS DE PROPAGACIÓN DE LA LUZ.- La fibra óptica está compuesta por dos capas de vidrio, cada una con distinto índice de refracción. El índice de

refracción del núcleo es mayor que el del revestimiento, razón por la cual, y debido a la diferencia de índices la luz introducida al interior de la fibra se mantiene y propaga a través del núcleo. Se produce por ende el efecto denominado de Refracción Total, tal como se ilustra en la figura 1.4.2.2

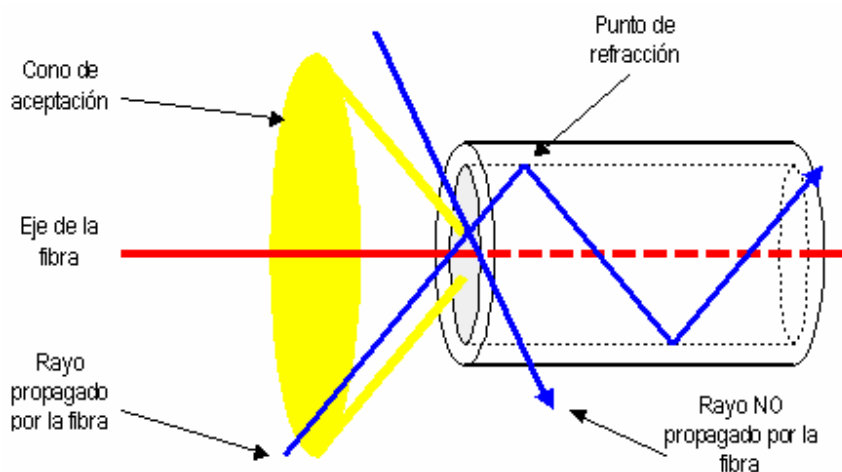
Figura 1.4.2.2 Principio de la refracción



<http://members.fortunecity.com>

CONO DE ACEPTACIÓN.- Los rayos de luz pueden entrar a la fibra óptica si el rayo se halla contenido dentro de un cierto ángulo denominado CONO DE ACEPTACIÓN. Un rayo de luz puede perfectamente no ser transportado por la fibra óptica si no cumple con el requisito del cono de aceptación. El cono de aceptación está directamente asociado a los materiales con los cuales la fibra óptica ha sido construída.

Figura 1.4.2.3 Cono de aceptación



<http://members.fortunecity.com>

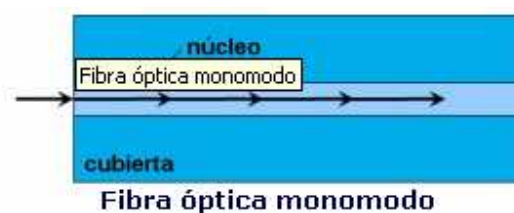
Respecto a atenuaciones producidas dentro de otros medios de transmisión, la fibra óptica presenta niveles de atenuación realmente bajos que permiten transmitir luz por varios kilómetros sin necesidad de reconstruir la señal (regenerar).

LONGITUD DE ONDA.- Todo rayo de luz se halla dentro de un espectro posible. El espectro incluye en la parte más izquierda, los rayos de luz de menor longitud de onda, pero que poseen más energía, denominados ultravioletas. En el otro extremo, se hallan las luces de mayores longitudes de onda, pero que poseen menor energía, a las que se denomina infrarrojas. Un intervalo relativamente pequeño de todo este espectro, que se halla entre los colores violeta y rojo, es el que el ojo humano puede apreciar. Son precisamente las luces que se hallan dentro del espectro correspondiente a los infrarrojos los que se emplean para transmitir información por el interior de las fibras ópticas.

TIPOS DE FIBRA ÓPTICA.- Las fibras ópticas se clasifican de acuerdo al modo de propagación que dentro de ellas describen los rayos de luz emitidos. En esta clasificación existen tres tipos que son:

MONOMODO: En este tipo de fibra, los rayos de luz transmitidos por la fibra viajan linealmente. Este tipo de fibra se puede considerar como el modelo más sencillo de fabricar, y sus aplicaciones son concretas.

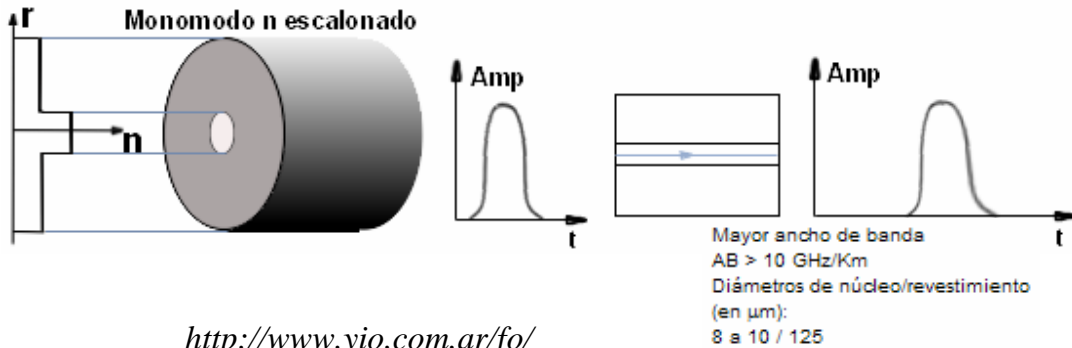
Figura 1.4.2.4 Fibra óptica monomodo



<http://www.radioptica.com/Fibra>

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 en línea recta. Su distancia va desde 2.3 km a 100 km máximo y usa hub con cañón láser de alta intensidad. A diferencia de las fibras multimodo, las fibras monomodo permiten alcanzar grandes distancias y transmitir elevadas tasas de bit.

Figura 1.4.2.5 Fibra óptica monomodo



<http://www.yio.com.ar/fo/>

MULTIMODO: Una fibra multimodo es aquella que puede propagar más de un modo de luz. Una fibra multimodo puede tener más de mil modos de propagación de luz. Estas fibras se usan comúnmente en aplicaciones de corta distancia, es simple de diseñar y económico.

Su distancia máxima es de 2Km dependiendo del tipo de fibra multimodo que se utilice y usa cañón láser de baja intensidad.

El núcleo de una fibra multimodo tiene un índice de refracción superior, pero del mismo orden de magnitud, que el revestimiento. Debido al gran tamaño del núcleo de una fibra multimodo, es más fácil de conectar y tiene una mayor tolerancia a componentes de menor precisión.

Dependiendo el tipo de índice de refracción del núcleo, se tiene dos tipos de fibra multimodo:

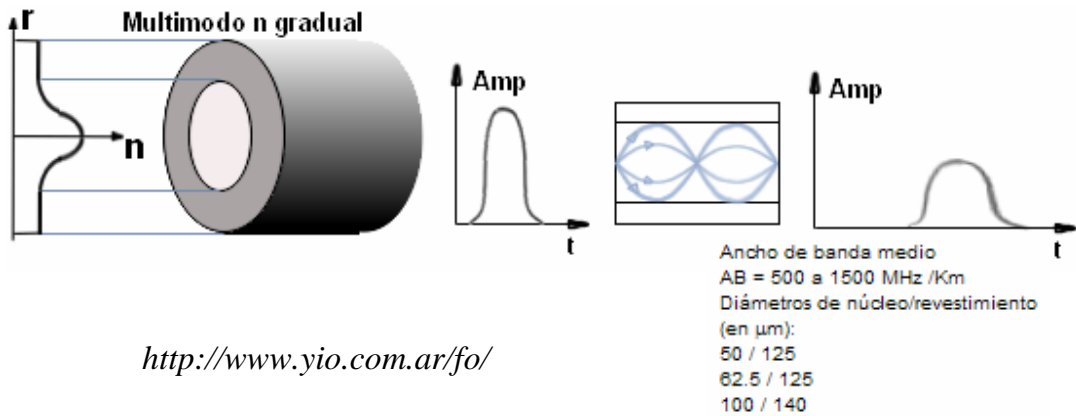
MULTIMODO – GRADED INDEX: Multimodo de índice gradual. Este tipo de fibra es más costosa, y tienen una capacidad realmente amplia. La tecnología de fabricación de las mismas es importante. Sus costos son elevados ya que el índice de refracción del núcleo varía de más alto, hacia más bajo en el recubrimiento. Este hecho produce un efecto espiral en todo rayo introducido en la fibra óptica, ya que todo rayo describe una forma helicoidal a medida que va avanzando por la fibra.

Figura 1.4.2.6 Fibra óptica multimodo de índice gradual



<http://www.radioptica.com/Fibra>

Figura 1.4.2.7 Fibra óptica multimodo de índice gradual



<http://www.yio.com.ar/fo/>

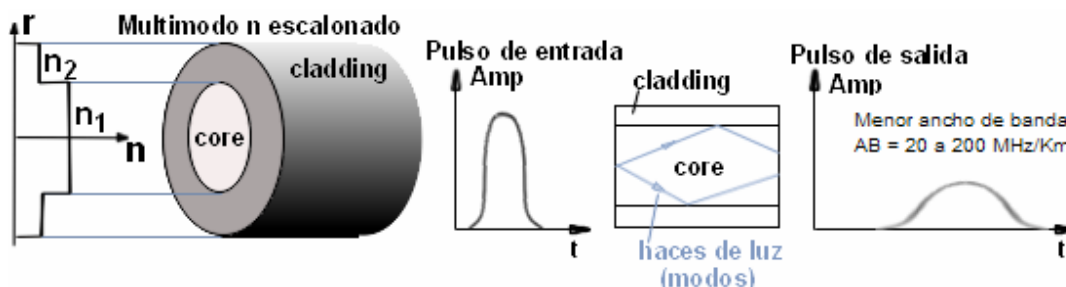
MULTIMODO – STEP INDEX: Este tipo de fibra, se denomina de multimodo índice escalonado. La producción de las mismas resulta adecuado en cuanto a tecnología y precio se refiere. No tiene una capacidad tan grande, pero la calidad final es alta. El índice de refracción del núcleo es uniforme.

Figura 1.4.2.8 Fibra óptica multimodo de salto de índice



<http://www.radioptica.com/Fibra>

Figura 1.4.2.9 Fibra óptica multimodo índice escalonado



<http://www.yio.com.ar/fo/>

Las aplicaciones son prácticamente ilimitadas, pero especialmente se utilizan para sistemas de comunicaciones donde la cantidad de datos o información es grande, tales como video, comunicaciones de redes de computadores, Internet, telefonía, etc.

Modos de las Fibras: como conclusión de este subtema se puede afirmar que la fibra Multimodo se restringe su uso en distancias relativamente cortas, a no más de 2.000 metros. Sin embargo debido a la aparición de protocolos de LAN a velocidades de Gigabits, muchos diseñadores están limitando el uso de fibras Multimodo a distancias de 500 o 300 metros, e inclusive hay quienes limitan su uso a distancias no mayores de 100 metros. A continuación se presentan unos valores que pueden servir de guía para tomar esta importante decisión.

- Mas de 2.000 metros: Fibra SM
- Menos de 300 metros: Fibra MM
- Entre 300 y 2.000 metros: Depende del análisis de volumen de tráfico requerido, ante dudas cable de fibra mixta MM + SM.

Los cables de fibra óptica mixto, son aquellos que incluyen ambos tipos de fibra simultáneamente y tienen la ventaja de requerir en un principio poca inversión en los equipos activos (MM) y garantizar el crecimiento futuro a las velocidades que se requieran (SM).

Los fabricantes de equipos de comunicación han elegido como longitudes de onda de operaciones las siguientes:

Figura 1.4.2.10 Longitudes de onda

TIPO	VENTANA	ATENUACION	DISTANCIA
MM	850 nm	3.5 db/Km	2 Km
MM	1300 nm	1.0 db/Km	5 Km
SM	1310 nm	0.5 db/Km	30 Km
SM	1550 nm	0.3 db/Km	100 Km

<http://es.geocities.com/marbry69/Redes>

Ventanas de Operación:

- La longitud de 850 nm se denomina la primera ventana y corresponde a los equipos más económicos, pero como contrapartida son los que generan mayor atenuación en la fibra y la dispersión de pulsos más grave por lo que tiene fuertes limitantes en ancho de banda. Las salidas de estos equipos generalmente es de diodos LEDs infrarrojos.
- Las de 1300 y 1310 se agrupan como la segunda ventana, son equipos con salidas láser de baja potencia ‘VSELS’.
- La de 1550 se considera la tercera ventana, son equipos laser de alta potencia, usado para enlaces de largas distancias.
- Se espera la aparición de una cuarta ventana en los 1620 nm.

Atenuación: es la pérdida de potencia óptica en una fibra y se mide en dB y dB/Km. Las pérdidas pueden ser:

- *Intrínsecas*: Dependen de la composición del vidrio, impurezas, etc., y no se pueden eliminar. Las ondas de luz en el vacío no sufren ninguna perturbación. Pero si se propagan por un medio no vacío, interactúan con la materia produciéndose un fenómeno de dispersión debida a dos factores que son por absorción (la luz es absorbida por el material transformándose en calor y por difusión (la energía se dispersa en todas las direcciones). También ocurre variación del diámetro del núcleo

Esto significa que parte de la luz se irá perdiendo en el trayecto, y por lo tanto resultará estar atenuada al final de un tramo de fibra.

- *Extrínsecas*: son debidas al mal cableado y empalme. Las pérdidas por curvaturas se producen cuando se le da a la fibra una curvatura excesivamente pequeña (radio menor a 4 o 5 cm) la cual hace que los haces de luz logren escapar del núcleo, por superar el ángulo máximo de incidencia admitido para la reflexión total interna. También se dan cuando, al aumentar la temperatura y debido a la diferencia entre los coeficientes de dilatación térmica entre fibras y buffer, las fibras se curvan dentro del tubo.

Multimodo versus Monomodo

- *Monomodo*

- Solo una ruta de luz debido a un núcleo pequeño. Similar al disparo de una bala.
- Distancias muy largas, fácilmente 20 KM.
- Láser para larga distancia disponibles para alcanzar sobre 80-100 KM o más.
- Virtualmente sin límite en el ancho de banda.
- Pérdidas de potencia óptica de 0.3 a 0.4 dB/KM.
- Diámetro del núcleo típicamente de 8 a 12 micras.
- Longitudes de onda de 1310nm, 1550nm y otras CWDM.
- Equipamiento, conectores, y acopladores, son más caros.

- *Multimodo*

- Varias rutas de luz debido a núcleo mayor, similar a un disparo de perdigones.
- Distancias más cortas, alrededor de 5 KM.
- Ancho de Banda Limitado, 600 MHz/KM.
- Pérdida de potencia óptica de 0.7 a 3 dB/KM.
- Tamaño del núcleo de la fibra es típicamente 62.5 micras.
- Longitudes de onda de 850nm y 1310nm.
- Bajo costo para equipo, conectores, y empalmes.

Conectores y empalmes: Las secciones de las fibras ópticas se conectan a través de emplames, mecánicos o por fusión. Un empalme es una unión permanente que alinea perfectamente el final de dos fibras. Los conectores ópticos se usan para conectar las fibras ópticas a equipos u otros dispositivos.

Figura 1.4.2.11 Empalme Fibra óptica



<http://es.geocities.com/marbry69/Redes>

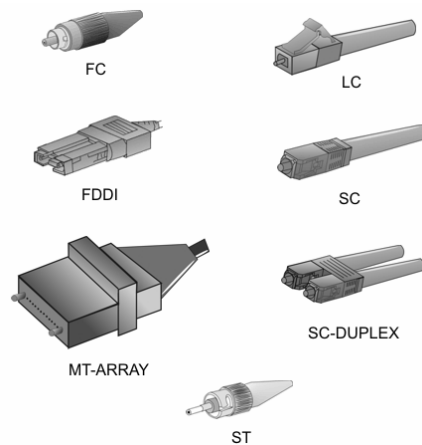
Empalmes Mecánicos: Son empalmes rápidos, permanentes o temporales, que pueden usarse, por ejemplo, para probar bobinas. Producen atenuaciones altas, del orden de 0.20 a 1dB, vienen rellenos con gel para mejorar la continuidad de la luz, pueden ser cilindros con un orificio central, o bandejitas cerradas con dos pequeñas llaves que nos permiten introducir las fibras. A las fibras se les retira unos 3 cm del coating (color), se limpian con alcohol isopropílico, y luego se les practica un corte perfectamente recto a unos 5 o 6 mm, con un cortador (cutter o cleaver) especial, con filo de diamante.

Empalmes por Fusión: Son empalmes permanentes y se realizan con máquinas empalmadoras, manuales o automáticas, que luego de cargarles las fibras sin coating y cortadas a 90° realizan un alineamiento de los núcleos de una y otra, para luego fusionarlas con un arco eléctrico producido entre dos electrodos. Llegan a producir atenuaciones casi imperceptibles (0.01 a 0.10 dB).

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 se pueden 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 se usa en redes de edificios y en sistemas de seguridad.

Figura 1.4.2.12 Conectores fibra óptica



[http:// es.wikipedia.org/wiki](http://es.wikipedia.org/wiki)

Aplicaciones de la fibra óptica : El campo de aplicación de la fibra óptica es muy amplio y aumenta día a día. Algunas de las aplicaciones frecuentes son:

- Ø *Telecomunicaciones.* En este apartado cabe incluir la red de enlaces y la red de abonado de las administraciones públicas de telefonía. Hay que destacar la importancia de las fibras ópticas en el contexto de la red digital de servicios integrados (RDSI).
- Ø *Redes locales y comunicación entre ordenadores.*
- Ø *Aplicaciones militares.* La seguridad (secreto) que ofrecen las comunicaciones por fibra óptica, hace que esta tecnología sea muy apetecible en aplicaciones militares.
- Ø *Enlaces de televisión.* Esta especialmente indicada la utilización de fibras ópticas en enlaces de televisión para aplicaciones de seguridad.

Ø *Electromedicina.*

Ø *Otros.* Por su ligereza y alta capacidad de transmisión de datos, son muy útiles cuando el peso es determinante, como por ejemplo en aviones y barcos.

También se puede adicionar que el cable de fibra óptica viene para ser utilizado de manera subterránea, aérea y bajo el mar.

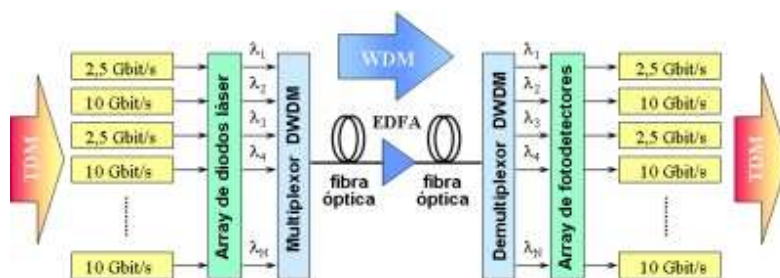
REDES OPTICAS DWDM (Dense Wavelength Division Multiplexing)

La introducción de nuevos servicios de valor añadido tales como video bajo demanda o aplicaciones multimedia requiere de una gran cantidad de ancho de banda para satisfacer las necesidades de los usuarios. Las soluciones que tienen los proveedores de servicio para satisfacer este aumento de la demanda de tráfico son diversas. Por una parte pueden instalar más fibra, aunque ésta es una solución cara y en algunos casos inviable. Otra solución consiste en utilizar técnicas de multiplexación por división en el tiempo (TDM), donde el aumento de capacidad se consigue por medio de ranuras de tiempo más pequeñas que permiten transmitir mayor cantidad de bits (datos) por segundo. Esta tecnología ha sido utilizada en las redes de transporte basadas en los estándares SDH/SONET (Synchronous Digital Hierarchy / Synchronous Optical Network, europeo y estadounidense respectivamente). No obstante, el principal problema al que se enfrentan los proveedores de servicio es el relacionado con el salto a una capacidad mayor. Basándose en la jerarquía SDH, la capacidad inmediatamente superior a los 10 Gbit/s son los 40 Gbit/s, por lo que se obtiene más capacidad de la que pudiera necesitarse en un principio, con el correspondiente desembolso económico pues hay que actualizar todos los transmisores y receptores del sistema.

Finalmente, la tercera alternativa consiste en DWDM (Dense wavelength Division Multiplexing o Multiplexación por división en longitudes de onda densas), que permite aumentar de una forma económica la capacidad de transporte de las redes existentes. Por medio de multiplexores, DWDM combina multitud de canales ópticos sobre una misma fibra, de tal modo que pueden ser amplificados y transmitidos simultáneamente. Cada uno de estos canales, a distinta longitud de onda, puede transmitir señales de diferentes velocidades y formatos: SDH/SONET, IP, ATM, etc. Es decir, DWDM puede multiplexar varias señales TDM sobre la misma fibra. Las redes DWDM futuras se espera que transporten 80 canales

OC-48/STM-16 (interfaz óptica) de 2,5 Gbit/s (un total de 200 Gbit/s), ó 40 canales OC-192/STM-64 de 10 Gbit/s (un total de 400 Gbit/s), la capacidad equivalente a unos 90.000 volúmenes de enciclopedia por segundo. A diferencia del sistema WDM (Wavelength División Multiplexing o Multiplexación por División de Longitud de Onda) convencional, en este caso todas las portadoras ópticas viajan por la fibra con separaciones inferiores a 1 nm.

Figura 1.4.2.13 Multiplexación DWDM



<http://www.radioptica.com/Fibra>

Una de las principales ventajas de los sistemas DWDM es su modularidad, la cual permite crear una infraestructura conocida como "grow as you go", que se basa en añadir nuevos canales ópticos de forma flexible en función de las demandas de los usuarios. Así, los proveedores de servicio pueden reducir los costes iniciales significativamente, al tiempo que desarrollan progresivamente la infraestructura de red que les servirá en el futuro.

Sin embargo, la revolución de los sistemas DWDM no hubiese sido posible sin las características clave de tres tipos de tecnología:

- La capacidad que poseen los diodos láseres de emitir luz a una longitud de onda estable y precisa con un ancho de línea espectral muy estrecho.
- El formidable ancho de banda de la fibra óptica (varios THz), el cual no ha sido aprovechado completamente durante tiempo.
- La transparencia de los amplificadores ópticos de fibra (EDFA, Erbium Doped Fiber Amplifier) a las señales de modulación y su habilidad para amplificar de forma uniforme varios canales simultáneamente.

Los rápidos avances producidos en DWDM en los últimos años, junto con la creciente demanda de servicios de alta velocidad y gran ancho de banda, están

provocando cambios sustanciales en las arquitecturas de las redes ópticas. Así, la tecnología DWDM se está expandiendo progresivamente desde el núcleo de las redes ópticas de alta velocidad hacia las redes metropolitanas y de acceso. Y todo ello provocado por el éxito alcanzado por las soluciones DWDM de largo alcance que han permitido un aumento espectacular en la capacidad de las redes ópticas de transporte.

La primera generación de redes WDM surgió para aliviar el problema del agotamiento de capacidad de las redes SDH/SONET, y tal y como se ha comentado, consistía simplemente en combinar múltiples longitudes de onda en una misma fibra. El número de canales era pequeño (del orden de 16) y la protección se realizaba en las capas 2 ó 3.

Figura 1.4.2.14 Repartidores y multiplexores ópticos

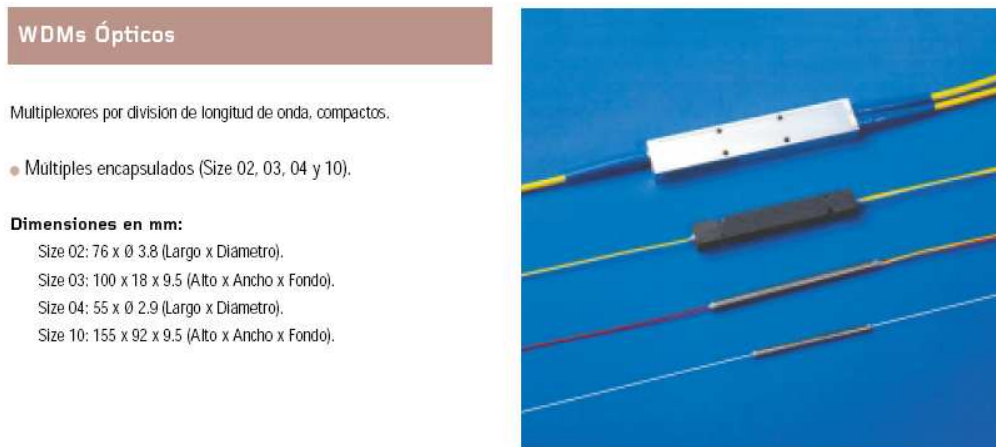


<http://www.radioptica.com>

La segunda generación de redes metropolitanas DWDM dobla el número de canales e introduce protección de anillo y OADMs (optical add-drop multiplexers, se añaden y retiran canales) estáticos (maneja la capacidad en la capa óptica), permitiendo que los proveedores de servicio proporcionen servicios basados en longitud de onda. Adicionalmente, las arquitecturas de red que emplean DWDM de segunda generación soportan interfaces multiservicio protegidos, tales como Gigabit Ethernet, ESCON y SDH/SONET. Si bien estas mejoras son enormes en comparación con las redes SDH/SONET convencionales, la segunda generación de

redes posee limitaciones en cuanto a capacidad, costo, escalabilidad y gestión de red. La conmutación entre múltiples anillos metropolitanos se realiza de forma centralizada y las longitudes de onda se demultiplexan antes de ser conmutadas/enrutadas de forma individual. Esto da lugar a conmutadores con un gran número de puertos (por ejemplo, 1024 x 1024) para poder gestionar el tráfico entre anillos, resultando en costos elevados. Adicionalmente, la mayoría de OXCs (optical cross-connects o conmutador cruzado óptico y también surge para manejar la capacidad en la capa óptica) existentes realizan conversiones optoelectrónicas a la entrada y a la salida del conmutador debido a la falta de estándares de interconexión de longitudes de onda en entornos donde existen equipos de múltiples fabricantes.

Figura 1.4.2.15 WDMs ópticos



<http://www-wsp.adckrone.com>

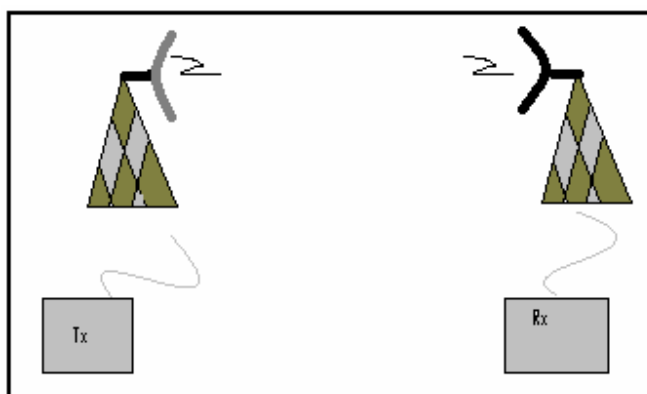
Finalmente, las redes ópticas de tercera generación se caracterizan por ofrecer gestión dinámica de las longitudes de onda directamente en el dominio óptico, proporcionando ventajas significativas con respecto a la segunda generación de redes. Asimismo, el número de canales es mayor y existe una monitorización de prestaciones más sofisticada que se realiza sobre cada canal óptico. Por medio de láseres sintonizables y filtros, junto con tarjetas de interfaz de múltiples velocidades, se puede realizar la gestión dinámica de longitudes de onda en el dominio óptico de una forma rápida y eficiente. Sin embargo, la clave para ganar clientes consiste en su habilidad para proporcionar nuevos servicios o cambiar la capacidad de los existentes de forma rápida.

1.5 SISTEMAS DE RADIOCOMUNICACIONES

1.5.1. DESCRIPCION

Este es un medio de transmisión habitual, por cierto, es uno de los medios más empelados en las formas de interconexión de redes modernas, las redes inalámbricas que emplean parte del espectro para mover información entre los equipos.

Figura 1.5.1.1 Esquema de un sistema de radiocomunicaciones punto a punto



Por definición, la radiocomunicación es la técnica que permite el intercambio de información entre dos puntos geográficos distantes mediante la transmisión y recepción de ondas electromagnéticas. Estas tienen una velocidad de propagación muy cercana a la velocidad de la luz, es decir 300000Km/seg, lo que representa una velocidad por demás aceptable. En todo sistema de transmisión por radio, debe existir un transmisor y una antena asociada al mismo. El transmisor emite entre su potencia de salida a la antena, la que genera una señal hacia el exterior. El proceso contrario se da cuando una antena receptora captura las señales y las deriva a un equipo capaz de extraer la información contenida en la misma. Entre ambas antenas se propagan las señales electromagnéticas.

1.5.2 CARACTERÍSTICAS Y APLICACIONES

Las ondas electromagnéticas son literalmente impulsos eléctricos que se desplazan por el medio ambiente. Su descubrimiento se debe al científico Heinrich Hertz, por esta razón, las ondas electromagnéticas se conocen con el nombre de ondas de radio o hertzianas. Son bastante similares a las ondas de luz, ya que ambas poseen características electromagnéticas.

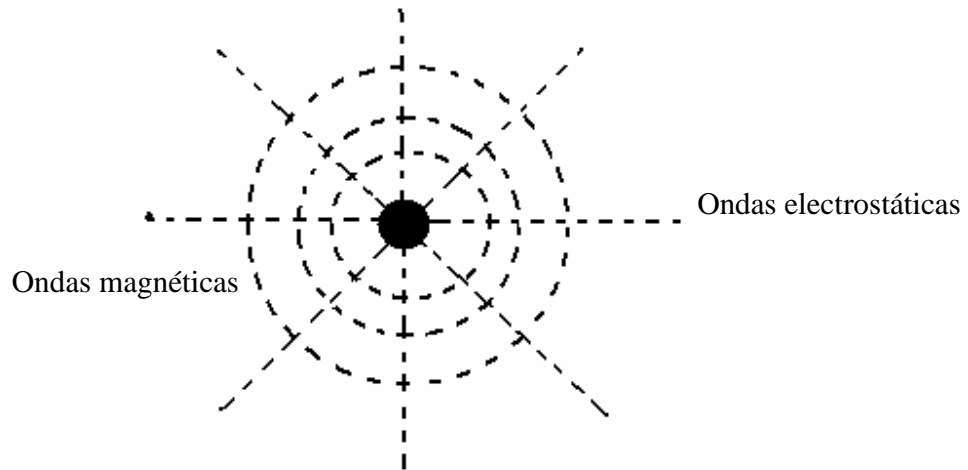
ESPECTRO DE RADIOFRECUENCIAS.

- El espectro de radiofrecuencias hace referencia a cómo está dividido todo el ancho de banda que se puede emplear para transmitir diversos tipos de señales. Existe una reglamentación que asignan determinadas frecuencias a determinados tipos de transmisión de información.

NATURALEZA DE LAS ONDAS DE RADIO

- El proceso de transmisión es el siguiente: Se aplica una potencia de radiofrecuencia a una antena (una potencia eléctrica modulada). Los electrones contenidos en el metal de la antena, comienzan a oscilar instantáneamente. El movimiento de estos electrones genera una corriente eléctrica que se manifiesta de dos formas sobre la antena. Mediante un campo magnético concéntrico al conductor de la antena, con líneas de fuerza concéntricas al conductor, y un campo electrostático cuyas líneas de fuerza son perpendiculares a las líneas de fuerza del anterior campo, es decir centrífugas. La fuerza o potencia eléctrica que se aplica a la antena tiene una forma senoidal, forma que fielmente reproducen tanto las ondas magnéticas como las electrostáticas. La longitud de onda está directamente relacionada al tamaño de la antena, aspecto que debe ser considerado al momento de instalar la misma.

Figura 1.5.1.2 Propagación de las ondas de radio



PROPAGACIÓN DE LAS ONDAS DE RADIO

- Las ondas de radio tienen tres formas de propagarse. La primera es la denominada propagación por onda terrestre, la segunda es la propagación por línea recta o alcance visual, y la tercera es la propagación por onda espacial.

PROPAGACIÓN POR ONDA TERRESTRE

- En este tipo de propagación, las ondas mantienen un contacto constante con la superficie de la tierra, desde la antena transmisora a la receptora. Este fenómeno suscita la aparición de corrientes eléctricas al nivel de la tierra que llegan a interferir a onda original, introduciéndose a la misma en la forma de ruido. Adicionalmente, la onda se va debilitando hasta prácticamente desaparecer del alcance de cualquier radioreceptor.

PROPAGACION EN LINEA RECTA O ALCANCE VISUAL

- Este tipo de propagación se caracteriza porque la onda emitida desde la antena transmisora, viaja en forma directa hacia la antena receptora, sin tocar la superficie del terreno. Este tipo de transmisión es empleado particularmente para las frecuencias más altas como VHF y UHF. Típicamente los servicios de TV y FM

emplean este tipo de transmisión. Bajo esta modalidad de propagación, la altura de las antenas es fundamental para lograr una comunicación eficaz entre ambas antenas. Se deben entender dos términos relacionados a este tipo de comunicación: distancia al horizonte y distancia de alcance visual.

DISTANCIA AL HORIZONTE:

- Es la distancia que se cubre de forma lineal recta desde la antena transmisora hasta rozar tangencialmente la superficie de la tierra. De esta forma, y entre dos antenas existe dos distancias al horizonte.

DISTANCIA DE ALCANCE VISUAL

- Es la distancia máxima a la que pueden instalarse dos antenas de alturas determinadas en puntos geográficos distantes. Entre las dos antenas existe una sola distancia de alcance visual. Si se considera como H a la altura de cualquiera de las antenas en metros, es posible obtener la distancia al horizonte como D en kilómetros: $D=3.6 \sqrt{H}$. Sin embargo se ha demostrado que las ondas cercanas a la tierra sufren una inclinación a la misma que permite lograr una distancia de alcance visual mayor, quedando una fórmula como sigue: $D=4.14 \sqrt{H}$.

PROPAGACIÓN POR ONDA ESPACIAL

- La mayoría de las ondas que están dentro de la frecuencia de 3 a 30MHz se realizan mediante onda espacial, excepto las de radioaficionados. Este tipo de onda es lanzada por la antena transmisora hacia la ionosfera, y rebota retornando a la tierra. Lamentablemente este tipo de comunicaciones es delicada ya que dependen del estado climatológico, como del estado mismo de esta, susceptible a la radiación ultravioleta del sol, impurezas, etc. La ionósfera está formada por ondas electromagnéticas provenientes del mismo sol, y está formada por: la región D (59 Km), la capa E (100 Km. Desde la tierra), la capa F1 (200 Km. Desde la tierra), y la capa F2 (340Km. Desde la tierra). Como con todo fenómeno de refracción es conveniente tener la precaución de lograr el ángulo de incidencia adecuado a fin de que las ondas “reboten” hacia otra posición de la superficie de la tierra.

1.5.3 OTRAS CLASES DE RADIO ENLACE Y APLICACIONES

En función de las frecuencias utilizadas, existen principalmente los siguientes tipos de radio – enlaces:

- A. Infrarrojos.
- B. Radio UHF
- C. Sistemas de onda corta
- D. Bluetooth

Infrarrojos: Los infrarrojos son ondas electromagnéticas que se propagan en línea recta, siendo susceptibles de ser interrumpidos por cuerpos opacos. Su uso no precisa de licencia administrativa y no se ven afectados por interferencias radioeléctricas externas, pudiéndose alcanzar distancias de hasta 200 metros entre cada emisor y receptor.

InfraLAN es una red basada en infrarrojos compatible con las redes Token Ring a 4 Mbps, pudiendo utilizarse independientemente o combinada con una red de área local convencional.

Radio UHF: Las redes basadas en equipos de radio UHF precisan para su instalación y uso una licencia administrativa. Tienen la ventaja de que la señal de radio que transporta la información no es interrumpida por la presencia de cuerpos opacos, pudiendo salvar obstáculos físicos gracias a su calidad de difracción.

WaveLAN es una red inalámbrica que emplea la banda de frecuencias 902 a 928 MHz en EEUU, aunque en Europa se ha solicitado la concesión de otras frecuencias, ya que esta banda está siendo utilizada por la telefonía móvil. Esta red funciona a 2Mbps y tiene una cobertura de 335 metros. Puede utilizarse de forma independiente o conectada a una red Novell convencional (Arcent, Token Ring o Ethernet).

Sistemas de Onda Corta: Trabajan con frecuencia de 3 a 30 MHz. Sus enlaces son poco fiables debido a su gran atenuación y vulnerabilidad a interferencias. Su ventaja es que se pueden empelar para cubrir grandes distancias con poca potencia de salida y que no precisan de visibilidad directa entre antenas para la propagación

de las señales portadoras de la información. Esta propagación puede producirse en línea recta, adaptándose a la superficie terrestre o por rebotes en la ionosfera.

Bluetooth: es el nombre común de la especificación industrial IEEE 802.15.1, que define un estándar global de comunicación inalámbrica que posibilita la transmisión de voz y datos entre diferentes dispositivos mediante un enlace por radiofrecuencia segura, globalmente y sin licencia de corto rango. Los principales objetivos que se pretende conseguir con esta norma son facilitar las comunicaciones entre equipos móviles y fijos, eliminar cables y conectores entre éstos y ofrecer la posibilidad de crear pequeñas redes inalámbricas y facilitar la sincronización de datos entre nuestros equipos personales.

1.6 COMUNICACIONES SATELITALES

1.6.1 DESCRIPCION

Las comunicaciones satelitales son aquellas radiocomunicaciones que utilizan un satélite terrestre en órbita geoestacionaria (cuando se hace referencia a los satélites GEOs), como punto medio para lograr reflexión de las ondas electromagnéticas, generadas por una estación transmisora para enviarla a la receptora, situadas ambas en puntos geográficos distantes, generalmente sin alcance visual.

El primer satélite comercial fue colocado por la NASA, en el año de 1.965, el cual fue de propiedad de INTELSAT y denominado EARLY BIRD.

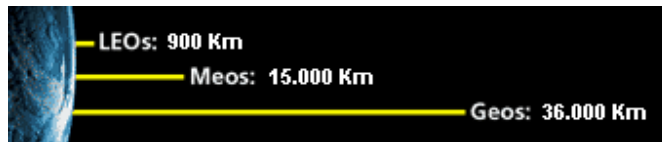
INTELSAT presta servicios a un conjunto de países entre los cuales se encuentra Colombia y tiene como finalidad comercial el uso de los satélites para el establecimiento de las comunicaciones transoceánicas a nivel mundial y a nivel local.

Los satélites geoestacionarios están ubicados a 36.000 Kilómetros de tierra, la cual circulan cada veinticuatro horas.

El sistema INTELSAT, consta de dos elementos:

La sección de tierra, compuesta por un gran número de estaciones terrestres, propiedad de compañías, entes oficiales y privados de comunicaciones y la sección espacial compuesta por los satélites que es propiedad de INTELSAT.

Figura 1.6.1.1 Nombre de las órbitas según su altura



<http://www.upv.es/satelite>

Los satélites GEO, generalmente, debido a su altitud y a las frecuencias que utilizan proporcionan servicios de broadcasting (DBS) o comunicaciones de datos y voz de alta velocidad. Los satélites MEO (satélites de órbita media) son diseñados para ofrecer comunicaciones de datos de alta velocidad, teleconferencias, videoconferencias y, en algunos casos, servicios de telefonía móvil. Big LEOs como Iridium, GlobalStar e ICO utilizan muchos satélites en órbita baja. Estos sistemas son diseñados, primordialmente, para servicios de telefonía móvil. Little LEOs son los únicos sistemas diseñados, específicamente, para comunicaciones dúplex de paquetes de datos pequeños.

Los costos de los satélites geoestacionarios son grandes debido a su altitud, pues se requiere mucha más potencia en los transmisores que en los satélites de órbita baja. Estos requerimientos de potencia y las frecuencias usadas hacen que los satélites y los equipos terminales sean mucho más caros. MEOs y Big LEOs también requieren transmisores con bastante potencia y antenas sofisticadas, incrementando los costos. Por contra, la red troncal de los sistemas Little LEO está basada en enlaces terrestres, evitando así, los costos de enlaces entre satélites utilizados por los Big LEOs y MEOs. Los sistemas operan, normalmente, con servicios store&forward (almacen y reenvía) y un error en la transmisión solo supone una retransmisión del paquete. Las frecuencias de UHF y VHF designadas para los sistemas Little LEO hacen que los equipos terminales sean de bajo costo.

Los satélites de órbita baja (o LEOs) tienen su órbita a altitudes de unos 900 Km. Los satélites Geosíncronos (GEOs) tienen su órbita a una altura exacta sobre los 36000 Km, de manera que giren a la misma velocidad que La Tierra en su rotación y puedan ser vistos desde La Tierra permanentemente en la misma posición. Los

satélites de órbita media (MEOs) tienen su órbita entre los LEOs y los GEOs (alrededor de los 15000 Km).

Por otro lado, al tener órbitas más bajas, las huellas son muy cortas, por lo que son necesarios muchos satélites para cubrir la tierra entera en aplicaciones en tiempo real. Mientras un satélite desaparece tras el horizonte, ya debe haber otro apareciendo sobre el lado opuesto. Con sólo 3 satélites GEO se puede cubrir toda la superficie de la tierra, mientras que para ello son necesarios en torno a 6 y 10 satélites MEO y unos 40 LEO's.

ORBITAS LEO (LOW EARTH ORBITA O SATELITES DE ORBITA BAJA)

Las orbitas LEO son orbitas de baja altura, tienen sus orbitas a altitudes de unos 500 a 2000km.

Las ventajas de las orbitas leo son:

- El tiempo de propagación de la señal es bajo
- Proporciona cobertura mundial.

Los inconvenientes son:

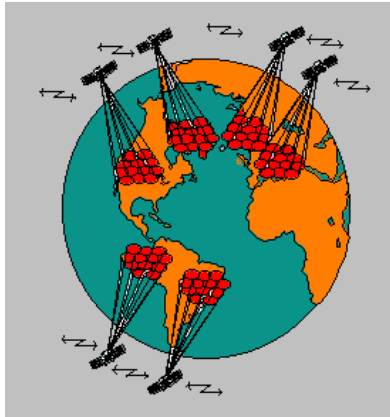
- Es necesario corregir continuamente la orbita debido al efecto de la atmósfera
- Son necesarios muchos satélites para cubrir el globo terrestre.

Características:

Las orbitas LEO son orbitas de baja altura y por ello mejora la calidad de la señal y reduce el retardo de transmisión.

Generalmente estas orbitas son usadas por compañías de telefonía móvil y de comunicación de datos, como las constelaciones orbcomm, iridium y globalstar. Al ser de tan baja altura, las huellas son muy cortas, por lo que son necesarios muchos satélites para cubrir la tierra entera en aplicaciones en tiempo real.

Figura 1.6.1.2 Representación de la colocación de los satélites



<http://www.upv.es/satelite>

GLOBALSTAR

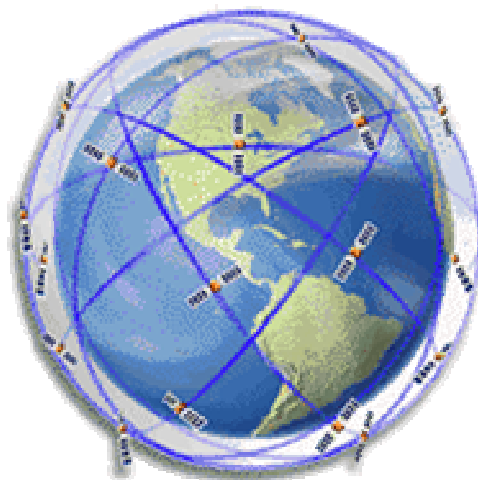
La constelación globalstar completa esta compuesta por 52 satélites móviles. Cuarenta y ocho son satélites principales que fueron colocados a 1414 Km. de la tierra en órbita circular y distribuidos en 8 planos inclinados de 52° respecto del ecuador. Los cuatro satélites restantes se colocan en órbitas intermedias, en reserva de los satélites principales.

Las ventajas de este diseño:

- Ningún retraso de la voz.
- Una cobertura completa y permanente del planeta entre $+70^\circ$ y -70° de latitud: este diseño permite concentrar toda la capacidad de la constelación en las zonas de uso potencial.
- Un servicio satelital redundante para cada terminal: los satélites se cruzan por encima de los usuarios. De esta forma, cada terminal tiene un acceso simultáneo a 4 satélites. Esto permite evitar los cortes de comunicación cuando hay algún obstáculo entre el usuario y un satélite.

Los satélites de globalstar dan una vuelta al mundo en 2 horas y tienen una vida útil de 10 años.

Figura 1.6.1.3 Representación de los satélites de globalstar



www.globalstar.com

ORBCOMM

ORBCOMM es un sistema satelital comercial de comunicaciones para la transmisión de mensajes y datos por paquetes entre dos puntos cualesquiera del planeta.

ORBCOMM provee de servicios bidireccionales de monitorización, localización, telemetría y mensajería comercial y personal en cualquier región geográfica.

Las características principales que hacen atractivos los servicios ofrecidos por el sistema de Orbcomm son:

- cobertura mundial
- amplia disponibilidad
- comunicaciones bidireccionales
- eficiencia en costos
- comunicadores pequeños e "inteligentes"

Descripción del sistema:

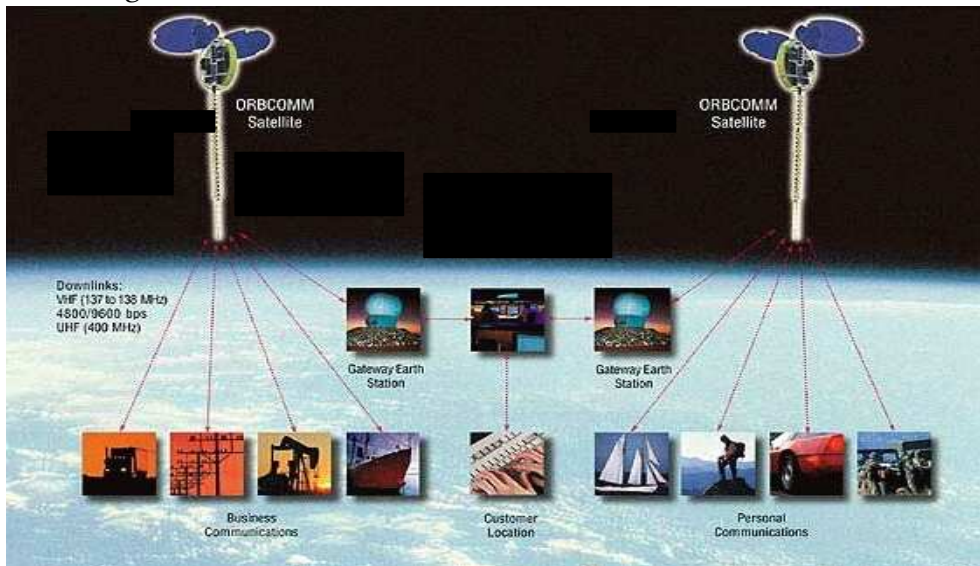
Orbcomm es el primer sistema satelital comercial que da un servicio global de transmisión de datos y mensajes bidireccionales. El sistema ha sido concebido para transferir paquetes cortos de datos y mensajes desde y hacia cualquier punto del planeta.

A través de su constelación, el sistema ORBCOMM implementa avances en la tecnología de satélites LEO, de modo que sus servicios estén al alcance de la mayoría de las empresas e individuos.

Los tres componentes principales del sistema ORBCOMM son:

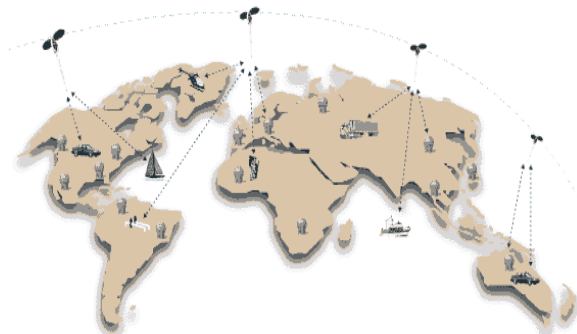
- el segmento espacial, que es la constelación de satélites,
- el segmento terrestre, que consiste en las Estaciones Terrenas y el Centro de Control,
- los comunicadores, que se proveen para aplicaciones fijas o móviles, o como terminales de mano para mensajería comercial y personal.

Figura 1.6.1.4 Visión global del sistema ORBCOMM



www.orbcomm.com

Figura 1.6.1.5 representación de los satélites de Orbcomm



www.orbcomm.com

IRIDIUM

Es un sistema de satélites digital LEO que funciona como red de comunicaciones personal mundial.

Está diseñada para admitir: voz, datos, fax, servicio de mensajería, etc. y se espera que sea capaz de contactar con el usuario destino en cualquier momento y sea cual sea su situación.

Las aplicaciones de este sistema son amplias y variadas;

- Uso empresarial para personas que tienen que quedar en contacto con oficinas situadas en diferentes continentes.
- Comunicaciones de rescate durante catástrofes naturales, hundimientos...,
- Servicio para el desarrollo de naciones que no tengan infraestructura de telecomunicaciones, uso personal,...

IRIDIUM está enfocado al uso en áreas donde la densidad de tráfico es baja - baja densidad de población, océanos, áreas donde las comunicaciones personales estén emergiendo. En aquellas zonas que registren una alta densidad de tráfico el sistema más eficiente seguirá siendo la telefonía celular terrestre.

Motorola tiene la licencia para construir, lanzar y dirigir el sistema Iridium.

Descripción del sistema IRIDIUM y su constelación

El sistema IRIDIUM incluye una constelación de 66 satélites, pequeños e inteligentes (en órbita baja) que pueden comunicarse entre si, como en un sistema de comunicaciones conmutado digital utilizando el principio de diversidad celular para proporcionar cobertura continua a cualquier punto del planeta que esté a una altitud inferior a 185 km. -tanto para emisión como para recepción.

1.6.2 CARACTERÍSTICAS Y APLICACIONES

Los satélites artificiales han revolucionado el mundo de las telecomunicaciones. Resulta un medio ideal para la difusión de imágenes en directo y un sistema sumamente eficaz para los enlaces de datos de larga distancia.

En general, un satélite situado en órbita geoestacionaria a unos 35000 Km de la superficie terrestre, está constituido por uno o más dispositivos Receptor-Transmisor, que hacen las funciones de un enorme repetidor de microondas. Las frecuencias con las que emiten las antenas terrestres y las frecuencias con las que emite el satélite son distancias a fin de evitar interferencia entre las señales de subida y las de bajada. Con objeto de prevenir un posible caos en el cielo se han establecido acuerdos internacionales sobre las frecuencias utilizables para las transmisiones con satélites. Las bandas de 3.7 a 4.2 GHz y 5.925 a 6.425 GHz se han asignado como frecuencias de telecomunicación vía satélite. En la actualidad a estas bandas son conocidas como la banda 4/6 GHz, las cuales se encuentran superpobladas. Existen otras bandas superiores (12/14 GHz, 20/30 GHz) disponibles también para las comunicaciones, pero el costo del equipo necesario para poder utilizarlas resulta elevado. En general las frecuencias nos permiten definir bandas de operación como son por ejemplo Banda C, Banda Ku, etc.

Una de las principales ventajas de las comunicaciones por satélite es su enorme capacidad de transmisión. Por ejemplo, un satélite es capaz de soportar miles de canales telefónicos. Por otra parte, los satélites proporcionan una cobertura territorial muy amplia y con un costo independiente de la distancia, característica que tiene un gran atractivo para las empresas con sucursales en todo el mundo, tanto para transmisiones de datos como telefónicas. Se destaca también la importancia que los satélites es la difusión directa de imágenes de televisión.

No obstante, los satélites de comunicaciones no carecen de inconvenientes. Por un lado, la información debe ir convenientemente cifrada o codificada para que no puedan plantearse problemas de seguridad, ya que cualquiera que sintonice la frecuencia del satélite cuando está en su radio de acción puede recibir la información.

Por otra parte, las condiciones climatológicas adversas pueden afectar a la señal en su camino de subida o de bajada, además, como una señal debe recorrer una gran distancia (alrededor de 36000 Km de ida, y otros tantos de vuelta), puede aparecer un retardo considerable de una estación a otra, lo que puede originar problemas en los protocolos de línea y aumentar el tiempo de repuesta que percibe el usuario.

Existen unos pequeños inconvenientes añadidos a los ya mencionados, que impiden al satélite estar en funcionamiento permanentemente, lo que conlleva que éste no sea el medio más idóneo para todas las aplicaciones que se pueden desarrollar entre sistemas informáticos distribuidos.

2. CONCLUSIONES

- Los medios de transmisión descritos anteriormente incluyen características que los hacen aplicables a diferentes sistemas. El criterio para selección del medio de transmisión adecuado se fundamenta en los parámetros de los sistemas que se quieran comunicar.
- Para sistemas que requieran manejar pequeños volúmenes de información y cuyas distancias sean cortas, se recomienda el uso de cables de par trenzado o coaxial, dado su bajo costo. Este sistema de cableado, especialmente el coaxial de banda ancha, también es recomendable para distribución de señales análogas de VHF en el rango de la televisión. Aunque para la transmisión de datos el cable UTP es el más recomendado en pequeñas distancias y donde se maneje hasta cierta velocidad de transmisión o ancho de banda.
- Para sistemas con volúmenes de información grandes, donde se requiera velocidad en el procesamiento y seguridad en la transmisión de la información, es recomendable la fibra óptica, dada su inmunidad a las interferencias. La condición anterior también hace que sea muy útil en sistemas donde la contaminación electromagnética es alta. Tiene en su contra el hecho de que los dispositivos de interconexión son todavía costosos. Hay una ventaja importante y es la reciente implementación de la tecnología DWDM la cual incrementa el ancho de banda de la fibra óptica hasta alrededor de 25 veces su capacidad máxima.
- Los sistemas de radioenlace terrestre son importantes para comunicar regiones apartadas, con cubrimiento de grandes distancias, especialmente para sistemas de transmisión de voz, datos, señales de radiodifusión y televisión. También se utilizan mediante la implementación de microondas para realizar transmisión de señales digitales y de grandes distancias. Hay rangos de frecuencias que son asignadas libres (o radio aficionado) y frecuencias que son licenciadas.

- Los sistemas satélites son especialmente indicados para cubrir distancias extremadamente grandes del orden de miles de kilómetros, tales como comunicaciones intercontinentales. También son muy utilizados en suministro de información meteorológica y de georeferenciamiento. También en soluciones de difícil acceso a cualquier otro tipo de tecnología.
- Como se puede apreciar en las conclusiones anteriores, los criterios para la selección del medio de transmisión adecuado dependen de las condiciones técnicas, geográficas y económicas, pudiendo ser solución, la integración de dos o más medios de transmisión.

BIBLIOGRAFIA

Teleinformática aplicada. Volumen 1. Antonio Ricardo Castro y Ruben Jorge F. Mac Graw Hill.

Comunicaciones y Redes de Computadores. William Staling. Prentice Hall. 5ª. Edición.

Curso práctico de Radio Am – Fm, Antenas y Radio afición. Felipe González. Editorial CEKIT , 1994. Santafe de Bogotá.

Telecomunicaciones para PC. John C. Dvorak y Nick Anis. Osborne Mc Graw Hill. 1992.

Información de INTERNET. Satelites D.R. (C) 1994, Ramón Santoyo V., XE 1KK A.P. 19-564, 03901 México, D.F. MÉXICO. Versión 94. 12.

<ftp://internet.com.mx>

<http://www.eveliux.com>

<http://www.ulfix.net/>

<http://www.arqhys.com>

<http://www.electronicafacil.net/>

<http://www.radcom.com.es/>

<http://www.radioptica.com>

<http://www.solred.com.ar>

<http://www.mexicanadecomunicacion.com.mx>

<http://www.directindustry.es>
<http://es.wikipedia.org>
<http://docente.ucol.mx>
<http://www.plantaexterna.cl>
<http://sistemas.itlp.edu.mx>
<http://www.siemon.com>
<http://www.anxware.com>
<http://www.elprisma.com>
<http://www-wsp.adckrone.com/es>
<http://members.fortunecity.com>
<http://www.rad-espanol.com>
<http://documents.exfo.com>
<http://www ldc.usb.ve>
<http://www.yio.com.ar/fo/>
<http://es.geocities.com/marbry69/Redes>