

La fuente original de gran parte de las imágenes presentadas en esta lección son cortesía del texto docente "Redes y Transmisión de Datos" P. Gil, J. Pomares, F. Candelas. Servicio de Publicaciones Universidad de Alicante.

Redes (9359). Curso 2010-11

Ingeniería Técnica en Informática de Sistemas (plan 2001)



Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

Departament de Física, Enginyeria de Sistemes i Teoria del Senyal
Departamento de Física, Ingeniería de Sistemas y Teoría de la Señal

Pablo Gil Vázquez (Pablo.Gil@ua.es)

Grupo de Innovación Educativa en Automática

© 2010 GITE – IEA



Redes (9359). Curso 2010-11

Ingeniería Técnica en Informática de Sistemas (plan 2001)

BLOQUE I: INTRODUCCIÓN.

Tema 1: Introducción a las redes de computadores.

BLOQUE II. NIVEL FÍSICO.

Tema 2: Transmisión de señales.

Tema 3: Codificación de la información.

Tema 4: Medios de transmisión.

BLOQUE III. NIVEL DE ENLACE.

Tema 5: Diseño del nivel de enlace y control de errores.

Tema 6: Control de flujo en el nivel de enlace.

Tema 7: Protocolos estandarizados del nivel de enlace.

BLOQUE IV. NIVEL DE RED.

Tema 8: Diseño del nivel de red.

Tema 9: Encaminamiento y control de congestión del nivel de red.



Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

Departament de Física, Enginyeria de Sistemes i Teoria del Senyal
Departamento de Física, Ingeniería de Sistemas y Teoría de la Señal

Pablo Gil Vázquez (Pablo.Gil@ua.es)

Grupo de Innovación Educativa en Automática

© 2010 GITE – IEA



Contenidos

1. Introducción.
2. Medios guiados
3. Medios no guiados

Introducción

- El medio de transmisión es el camino entre el emisor y el receptor.
- Del medio de transmisión dependerá:
 - La velocidad de transmisión.
 - Número de equipos conectados.
 - Distancia entre equipos.
 - Atenuación.
 - Otras dificultades en la transmisión:
 - Interferencias, ruido....
- Los medios se pueden clasificar en guiados y no guiados.

Introducción

- Las señales se van a transmitir de un equipo a otro en forma de energía electromagnética.

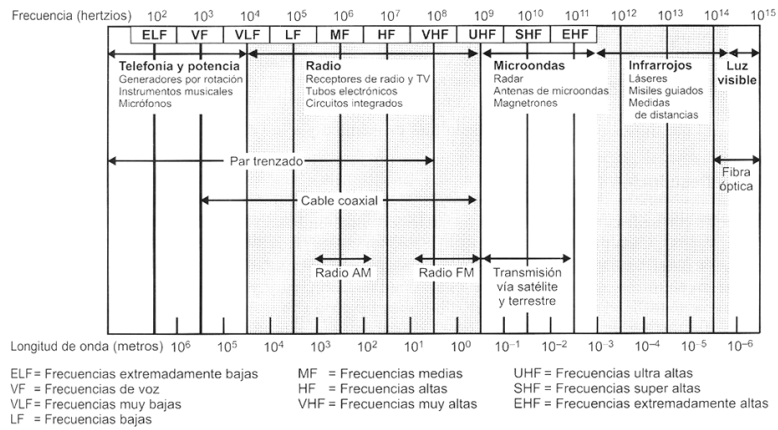


Imagen cortesía de "Comunicaciones y Redes de Computadores" Williams Stallings. Ed. Prentice Hall. 6ª Edición (pág. 103).

IV. Medios de Transmisión

5

Contenidos

- Introducción.
- Medios guiados
- Medios no guiados

IV. Medios de Transmisión

6

Medios Guiados

Medios Guiados

- Son aquellos que proporcionan un conductor de un dispositivo a otro, limitando la propagación de la señal al interior del conductor.

Tipos:

- Cable coaxial.
- Par trenzado.
- Fibra óptica.

Imagen cortesía de "Redes y Transmisión de datos". P. Gil y otros. Servicio de Publicaciones Universidad de Alicante.

Tecnología	Velocidad de transmisión	Tipo de cable	Distancia máxima	Topología
10Base2	10 Mbps	Coaxial fino (50 Ω)	200 m	Bus (Conector BNC-T)
10Base5	10 Mbps	Coaxial grueso (50 Ω)	500 m	Bus (Conector AUI)
10BaseT	10 Mbps	2 pares trenzado (categoría UTP3)	100 m	Estrella (Hub o Switch)
10BaseF	10 Mbps	Fibra óptica	2000 m	Estrella (Hub o Switch)
100BaseT4	100Mbps	4 pares trenzado (categoría UTP3)	100 m	Estrella. Half Duplex(hub) y Full Duplex(switch)
100BaseTX	100Mbps	2 pares trenzado (UTP5)	100 m	Estrella. Half Duplex(hub) y Full Duplex(switch)
100BaseFX	100Mbps	Fibra óptica (multimodo)	2000 m	No permite el uso de hubs
100BaseCx	100Mbps	2 pares trenzado (STP)	25 m	Estrella (Hub o Switch)
1000BaseT	1000Mbps	4 pares trenzado (categoría 5e 6 UTP6)	100 m	Estrella. Full Duplex (switch)
1000BaseSX	1000Mbps	Fibra óptica (multimodo)	550 m	Estrella. Full Duplex (switch)
1000BaseLX	1000Mbps	Fibra óptica (monomodo)	5000 m	Estrella. Full Duplex (switch)
10GBaseSR	10Gbps	Fibra óptica (multimodo)	500 m	Estrella. Full Duplex (switch)
10GBaseLX4	10Gbps	Fibra óptica (multimodo)	500 m	Estrella. Full Duplex (switch)
10GBaseT	10 Gbps	Par Trenzado (UTP6)	55 m	Estrella. Full Duplex (switch)

IV. Medios de Transmisión

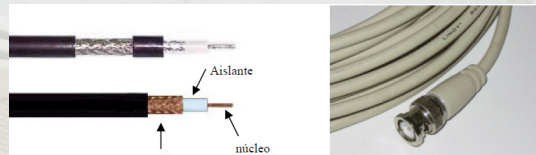
7

Medios Guiados

Coaxial.

Características:

- Consiste en un conductor eléctrico rodeado por un material aislante. Alrededor del material aislante se coloca una malla de material conductor que también está recubierta de un material aislante.



- Se emplea para transmitir tanto señales analógicas como digitales. Su uso es muy común en televisión, redes de área local y telefonía a gran distancia.
- Ventajas:** Esta configuración de cable logra alta inmunidad a ruido, interferencias, etc. Posee un gran ancho de banda. Es posible usarlo para distancias largas.
- Inconvenientes:** Inflexible. Es difícil realizar cambios en la instalación una vez montada. Y es intolerante a fallos. Así si el cable se corta o falla un conector, toda la red dejará de funcionar.

IV. Medios de Transmisión

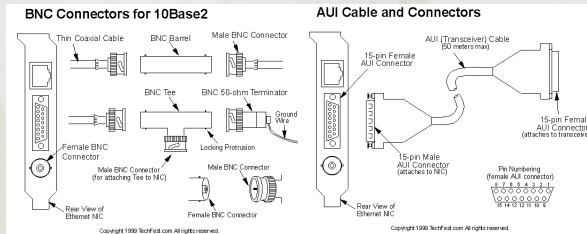
8

Medios Guiados

Coaxial.

Conectores

- Mayoritariamente se emplea la conexión con BNC-T y AUI.



Imágenes cortesía de la web TechFest <http://www.techfest.com/networking/lan/ethernet4.htm>

Ancho de Banda (Rango de frecuencias de uso)



IV. Medios de Transmisión

9

Medios Guiados

Coaxial.

Tipos:

- Cable de 50Ω:
 - Se emplea en la transmisión de señales digitales (banda base, empleando Manchester y Manchester diferencial).
 - Los estándares más conocidos son 10Base2 y 10Base5.
 - Atenuaciones de 8.5dB sobre 200m y 500m (Base2 y Base 5 respectivamente).
 - Redes de área local y telefonía a gran distancia son aplicaciones que emplean este cable.
- Cable de 75Ω:
 - Se usa en transmisión analógica de la señal de televisión por cable.
 - Se puede emplear para transmitir datos digitales, pero modulando para poder convertir la señal que circula por el medio a analógica.

IV. Medios de Transmisión

10

Coaxial.

Estándares más empleados (I)

10Base5

Características:

- . Tipo de conector usado AUI y cable coaxial de 50 ohmios grueso.
- . Topología usada BUS.
- . Velocidad 10 Mbits/s
- . Máxima distancia entre estaciones 2.5 m
- . Máxima longitud de cada segmento 500 m
- . Máximo de dispositivos conectados por segmento 100

Aplicabilidad:

- . En la actualidad no es usado para montaje de redes locales.
- . Su última utilidad fue como "Backbone", es decir para unir varios HUB de 10BaseT cuando la distancia entre ellos es grande, por ejemplo entre plantas distintas de un mismo edificio o entre edificios distintos. Hoy en día ha sido sustituida casi en su totalidad.

Coaxial.

Estándares más empleados (II)

10Base2

Características:

- . Tipo de conector usado BNC-T y cable coaxial de 50 ohmios fino.
- . Topología usada BUS
- . Velocidad 10 Mbps.
- . Máxima longitud de cada segmento 185-200m
- . Máximo de dispositivos conectados por segmento 30

Aplicabilidad:

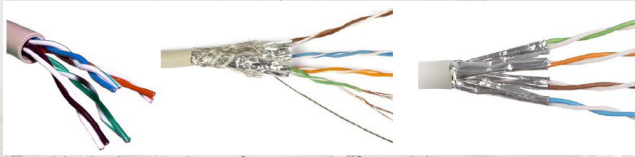
- . En la actualidad no es usado para montaje de redes locales.
- . Tiende a desaparecer

Medios Guiados

▪ Par trenzado

▪ Características

- Consiste en dos cables de cobre recubiertos de un aislante, entrecruzados en forma de espiral. Cada para de cables constituye sólo un enlace de comunicación.
- Presencia de cable de tierra reduce efecto señal diferencial.
- Múltiples pares dentro de un mismo sistema de cableado reduce la diafonía.
- Se emplea tanto para señales analógicas (necesita de amplificadores) como digitales (necesita repetidores). Es el medio de transmisión más usado actualmente en Telefonía y Redes de área local 10-1000Mbps.
- Normalmente, varios pares se encapsulan conjuntamente mediante una envoltura protectora.
- Se presenta en dos modalidades: sin blindaje (UTP) y blindado (STP).



Medios Guiados

▪ Par trenzado

▪ Conectores

- Los cables de par trenzado Cat 3-4-5-6 emplean el conector RJ45 y STP emplea RJ49:

 - 8 conductores: 4 pares de cable trenzado.

- Los cables de par trenzado conectan los equipos con un HUB o concentrador.

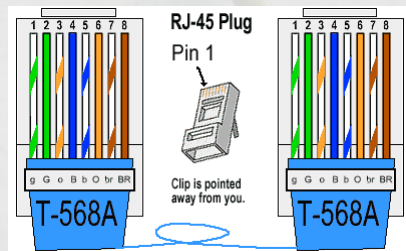


Imagen cortesía de la web Internet centre <http://www.incentre.net/content/view/75/2/>

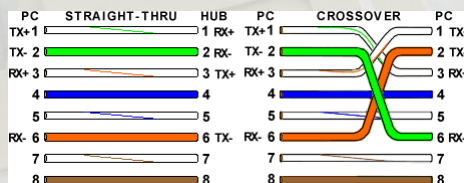


Imagen cortesía de la web Internet centre <http://www.incentre.net/content/view/75/2/>

Medios Guiados

Par trenzado

Tipo (UTP) sin Blindaje- Estándar EIA-568-A

- Es el típico par de hilos trenzados entre sí de la misma magnitud y sentido contrario (no generan interferencias).
- Bajo coste, flexibilidad y fácil instalación (no tiene malla).
- Se puede ver afectado por interferencias electromagnéticas externas
- Según su calidad se puede clasificar como:
 - Cat 1: telefonía, sólo voz.
 - Cat 2: telefonía y datos (802.5)
 - $V_t=4\text{Mbps}$, $B=1\text{MHz}$.
 - Cat 3: telefonía y datos (802.3):
 - Frecuentemente usado en redes de 10Mbps (10BaseT).
 - Ahora también en 100Mbps (100BaseT4).
 - $B=16\text{MHz}$, Paso trenzado [7.5,10]cm
 - Cat 4: datos (802.5)
 - Velocidades de transmisión de 20Mbps (16Mbps en 802.5).
 - B entre 20-25MHz.
 - Cat 5: datos:
 - Frecuentemente usado en redes de 100Mbps (100BaseTx). Cat 5e de 1000 Mbps (1000BaseT)
 - Ancho de banda de hasta 100MHz.
 - Paso trenzado [0.6,0.85]cm para
 - Cat 6 y 7: datos (no estandarizado):
 - Ancho de banda de hasta 250MHz y 600MHz respectivamente.
 - Velocidades superiores a 10Gbps.

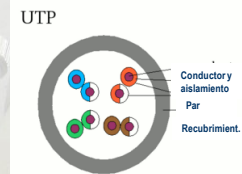


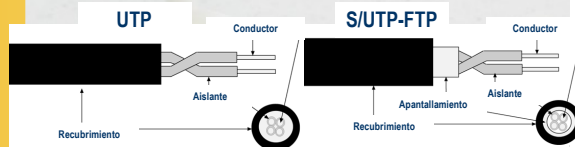
Imagen cortesía de la web http://en.wikivisual.com/index.php/Twisted_pair

Medios Guiados

Par trenzado

Tipo (STP) con Blindaje- Estándar EIA-568-A

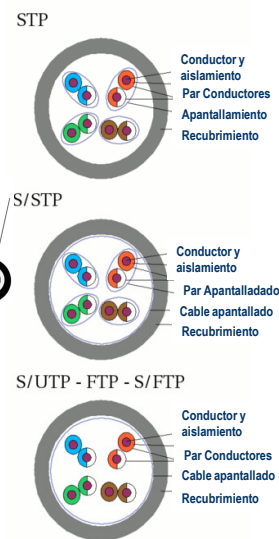
- Al par de cables trenzados entre sí se le añade una funda de metal o recubrimiento de malla que evita el ruido electromagnético externo.



Imágenes cortesía de la web <http://www.left-brain.com/tabId/65/ItemId/1645/pageId/3/Microsoft-Windows-NT-Server-Administrators-Bible.aspx>

- Con este recubrimiento, el cable puede alcanzar velocidades de hasta 800Mbps en distancias cortas.
- Más costoso y más difícil de manipular por su grosor y peso. Es mucho más rígido.
- Si además se apantallamos todo el conjunto de pares se dispondrá de un cable S/STP o S/UTP(FTP).

Imágenes cortesía de la web http://en.wikivisual.com/index.php/Twisted_pair



Par trenzado

Estándares más empleados LAN Trenzado & Coaxial.

- Ethernet 10Base2-> Cable coaxial fino (0.25pulgadas) y longitud máx seg. 185-200m
- Ethernet 10Base5-> Cable coaxial grueso (0.5pulgadas) y longitud máx seg 500m.
- Ethernet 10BaseT-> UTP-3 con concentrador y longitud máx 100m (emplea 2 líneas).
- Fast Ethernet 100Base4T-> UTP-3. y longitud máx 100m (emplea 4 líneas)
- Fast Ethernet 100BaseTX-> UTP-5, STP y longitud máx 100m (emplea 2 líneas)
- Gigabit Ethernet 1000Base4T-> UTP-5 y longitud máx 100m
- Gigabit Ethernet 1000BaseCX-> STP y longitud máx 25m.
- Gigabit Ethernet 10GbaseT-> UTP-6 y longitud máx 56m.

Fibra óptica

Características:

- Es un medio dedicado únicamente a la transmisión de luz.
- El ancho de banda y la velocidades que se pueden alcanzar son de elevada magnitud (cientos de Gbps) en varios kilómetros.

Estructura:

- Está formada por un núcleo interno de cristal de sílice, rodeado por un recubrimiento de sílicona. Alrededor de la sílicona se dispone una capa de poliuretano que actúa como protección ante agentes externos.

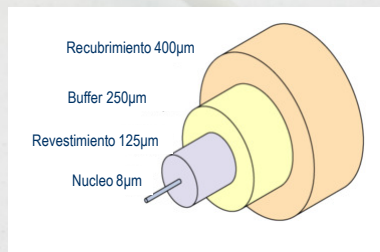


Imagen cortesía de la web http://www.consultants-online.co.za/pub/itap_101/html/ch04s05.html

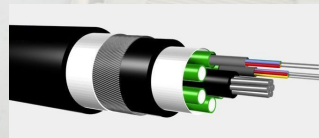
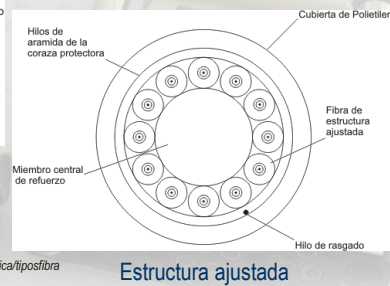
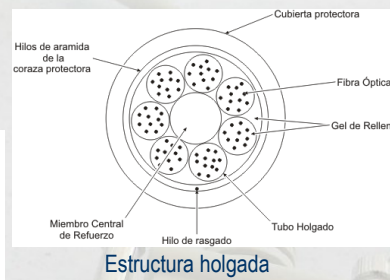
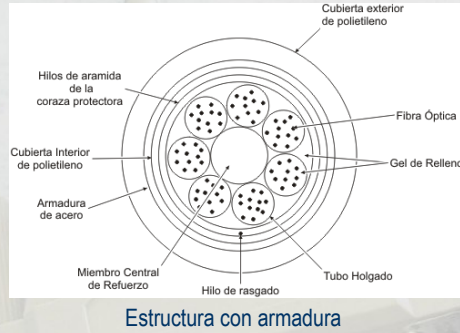


Imagen cortesía de la web Wikipedia http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Optical_fiber_cable.jpg

Fibra óptica

Tipos de Estructura:



Imágenes cortesía de la web Textos científicos <http://www.textoscientificos.com/redes/fibraoptica/tiposfibra>

Fibra óptica

Conectores:

- ST, SC, FC, LC: Half-duplex.
- FDDI, MT-Array, Sc-duplex son Full-duplex.
- Los cables de fibra óptica requieren de HUBs o concentradores especiales.
- Requieren dispositivos de empalme o acopladores.
- Se puede pasar de cable metálico a fibra óptica mediante dispositivos de conversión de medios.
- Aplicaciones ejemplos:
 - FC, SC transmisión datos.
 - ST: Redes de edificios y sistemas de seguridad.
 - LC, MT transmisiones con alta densidad de datos
 - FFDI: Redes fibra óptica.

Imagen cortesía de la web Wikipedia http://es.wikipedia.org/wiki/Fibra_%C3%B3ptica

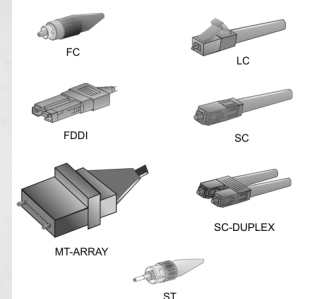


Imagen cortesía de la web <http://www.directindustry.es/prod/pasternack-empresas/cordon-de-fibra-optica-18635-356701.html>



▪ Fibra óptica

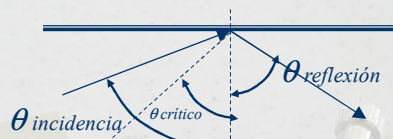
▪ Dispositivos luminosos:

- Dispositivos emisores:
 - Diodos infrarrojos IRED.
 - Son la fuente más barata, pero su luz está desenfocada. Su uso está limitado a distancias cortas.
 - Diodos Láser
 - Proporcionan mejores prestaciones al enfocar la luz en un haz más estrecho.
- Dispositivos receptores:
 - El más empleado es el fotodiodo, que genera una señal eléctrica proporcional a la luz incidente.

▪ Fibra óptica

▪ Modo de propagación:

- La propagación de la luz se consigue mediante reflexión.



- Según sea el ángulo con el que la luz penetra en la fibra, la onda luminosa podrá reflejarse o refractarse en la fibra.
- Cuando el ángulo de incidencia es mayor que el ángulo crítico se produce el fenómeno de reflexión, si es menor habrá refracción.
- Índice de refracción (n):
 - Es una propiedad que poseen los medios relacionada con la velocidad de propagación de la luz en el vacío y en el medio. A mayor n , más denso es el medio. ($n=1$ en el vacío o aire).
 - En una fibra óptica el material interno tiene un índice de refracción más grande que el material que lo rodea.

Fibra óptica

Tipos en función del modo de propagación (I):

Fibras multimodo:

- Hay múltiples rayos de luz de una misma fuente que se mueven a través del núcleo por caminos diferentes.
- Existen dos modalidades:
 - Fibras multimodo de índice discreto.
 - Fibras multimodo de índice gradual:

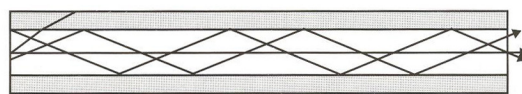
(El índice de refracción en el núcleo varía gradualmente hasta alcanzar el valor que presenta el recubrimiento de sílica).

Fibras monomodo:

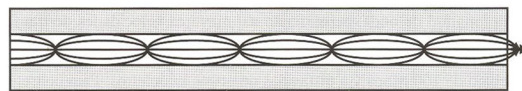
- Sólo transmiten un haz de luz a través del núcleo de la fibra. El diámetro de la fibra debe ser muy pequeño.

Fibra óptica

Tipos en función del modo de propagación (II):



(a) Multimodo de índice discreto



(b) Multimodo de índice gradual



(c) Monomodo

Imagen cortesía de "Comunicaciones y Redes de Computadores" Williams Stallings. Ed. Prentice Hall. 6ª Edición (pág. 111).

Fibra óptica

- Aplicaciones:
 - Transmisiones a larga distancia.
 - Redes locales a alta velocidad (de 100Mbps varios Gbps).
- Ventajas de la fibra
 - Mayor separación entre repetidores.
 - Inmunidad al ruido y a las interferencias.
 - Ancho de banda mayor → velocidades mayores.
 - Peso inferior al de los cables metálicos.
 - Más segura: No emplea electricidad y difícil hacer imperceptible la intercepción de datos.
- Desventajas:
 - Coste de material: Necesidad de emplear transmisores y receptores más caros.
 - Complejidad en la instalación y mantenimiento: Empalmes difíciles.
 - Fragilidad.
 - No puede transmitir electricidad para alimentar dispositivos.

Fibra óptica

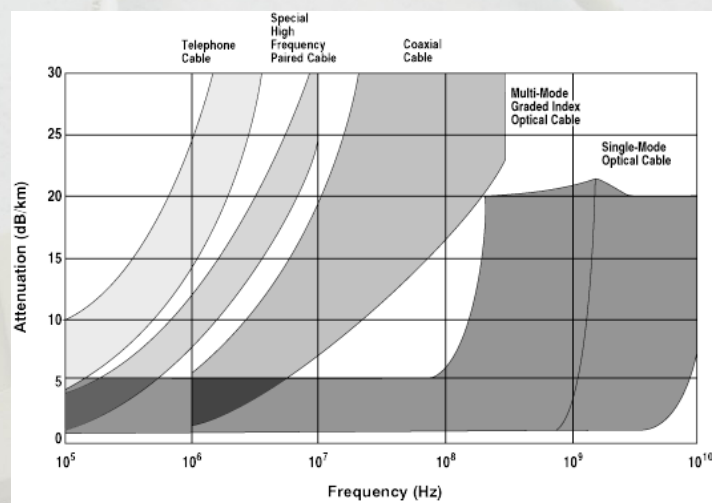


Imagen cortesía de la web <http://www.telebyteusa.com/toprimer/foch1.htm>

▪ Fibra óptica

▪ Estándares más empleados LAN con Fibra óptica.

- 1000BaseSx
 - Fibra óptica multimodo de 850nm de longitud de onda.
 - Máxima longitud de segmento 300m para 62.5/150µm y 500m para 50/150µm .
 - Alcanza una distancia máxima de 100 kilómetros, con un número máximo de repetidores de 100 y un número máximo de estaciones permitidas de 500.
- 1000BaseLx
 - Fibra óptica monomodo o multimodo de 1300-1310nm de longitud de onda.
 - Máxima longitud de segmento 550 m para 50/150µm o 3000m con 9µm monomodo.
 - Alcanza una distancia máxima de 100 kilómetros, con un número máximo de repetidores de 100 y un número máximo de estaciones permitidas de 500.
- 1000BaseFx
 - Fibra óptica multimodo
 - Máxima longitud de segmento 400m para halfduplex, 2km para fullduplex

1. Introducción.
2. Medios guiados
3. Medios no guiados

▪ **Ventajas:**

- **Movilidad.**
 - La cual apoya la productividad y la efectividad con que se presta el servicio.
- **Costos iniciales son mayores pero gastos de operación pueden ser significativamente menores con el tiempo.**
- **Menor tiempo de instalación y puesta en marcha del sistema.**
 - La instalación es más sencilla debido a que no necesitan repartir el cableado por los ordenadores que constituyen la red.
- **Existe completa flexibilidad en cuanto a la configuración del sistema.**
 - Se pueden tener diversas topologías para satisfacer los requerimientos de aplicaciones e instalaciones específicas.

▪ **Aplicaciones de medios no guiados:**

- **Servicios de telecomunicación de larga distancia como alternativa al cable coaxial o a las fibras ópticas:**
 - Requiere menor número de repetidores o amplificadores de señal.
- **Comunicación vía satélite.**
- **Enlaces punto a punto entre edificios.**
- **Redes locales inalámbricas.**
- **Transportan ondas electromagnéticas sin usar un conductor físico. Se radian señales al aire y en algunos casos al agua.**

▪ Tipos de propagación (I):

▪ Superficial.

- Las ondas se propagan a lo largo de la superficie terrestre siguiendo la curvatura de la tierra.
- Capaz de alcanzar grandes distancias ya que se puede sortear obstáculos y se ven poco afectadas por los fenómenos atmosféricos.
- La cual apoya la productividad y la efectividad con que se presta el servicio.
- Ejemplo: Radio FM.

▪ Troposférica.

- La capa troposférica se encuentra entre los 11-16 Kms. La bajada temperatura propicia la generación de canales de ionización, los cuales son ideales para que las ondas puedan viajar.

▪ Tipos de propagación (II):

▪ Ionosférica.

- La ionosfera se encuentra entre 40-320 Kms y está formada por aire altamente ionizado por la radiación solar. La carga eléctrica hace que la señal cambie la dirección de propagación a través de un fenómeno de reflexión.
- Propagación a distancias de miles de kilómetros.

▪ Línea vista.

- Se necesita una línea de vista entre el transmisor y el receptor.
- Se emplean frecuencias por encima de los 50 MHz.
- Ejemplo: Televisión UHF y VHF.

▪ Espacial.

- Satélites geoestacionarios pasivos. Reflejan la señal.
- Satélites geoestacionarios activos. Reflejan la señal y la amplifican.

▪ Ejemplo de propagaciones de señales.



▪ Tipos de ondas en medios no guiados:

- Ondas de radio (30Mhz-1Ghz).
 - Son omnidireccionales. No requieren antenas parabólicas para su envío/recepción.
 - Poco sensibles a atenuaciones por fenómenos atmosféricos.
 - Adecuadas para difusión simultánea de información a varios destinos.
- Microondas terrestres(1-40Ghz).
 - Propagación en línea vista y necesitan de antenas parabólicas perfectamente orientadas.
 - Para transmitir a largas distancias se emplean enlaces punto a punto entre antenas (Televisión y voz).
 - Sensible a fenómenos como la lluvia.
- Microondas por satélite.
 - Similar a terrestres pero de 1-10Ghz.
 - Emplea satélites para reflejar y amplificar la señal.
- Infrarrojos.
 - Se llevan a cabo mediante transmisores/receptores que modulan luz infrarroja.
 - Los dispositivos deben estar alineados directamente, o bien estar accesibles a través de la reflexión en una superficie, como por ejemplo el techo de la habitación.

▪ Ondas de radio en redes LAN inalámbricas:

- El estándar IEEE de las redes inalámbricas es el 802.11, aunque popularmente se conoce como WIFI (wireless fidelity).
- El rango de frecuencias que emplean no requiere licencia (bandas de 915 Mhz, 2,4 GHz y 5 GHz).
- Actualmente existen distintos estándares IEEE de WIFI siendo los más empleados el IEEE 802.11b y el IEEE 802.11g con una velocidad de 11 Mbps y 54 Mbps respectivamente. Ambos emplean la banda de 2,4 GHz que está disponible universalmente.
- También existe el estándar IEEE 802.11a, conocido como WIFI 5, que opera en la banda de 5GHz.
- Por último, destacar la normativa 802.11n que permite una velocidad de hasta 500Mbps con una distancia de operatividad óptima de 50 metros en entornos cerrados. Es compatible con las redes 802.11a, 802.11b y 802.11g

▪ 802.11a

- Transmite en la banda de frecuencias de 5Ghz (recientemente habilitada).
- Emplea multiplexación por división en frecuencias, conocida como OFDM (modulación por división en frecuencias ortogonal), en donde todos los canales están dedicados a una única fuente de datos.
- Velocidades de datos posibles: 6, 9, 12, 18, 24, 36, 48 y 54 Mbps.
- La modulación empleada es múltiple QPSK y QAM, dependiendo de la velocidad requerida.
- Existen muy pocas interferencias (otras tecnologías emplean otras frecuencias). Su alcance es algo menor que el de los estándares que trabajan a 2.4 GHz (aproximadamente un 10%), debido a que la frecuencia es mayor (a mayor frecuencia, menor alcance).

Inalámbricas

- **IEEE 802.11b**
 - No es la continuación de la 802.11a, de hecho, su estándar se aprobó primero y apareció primero en el mercado.
 - Emplea un mecanismo de modulación más complejo que 802.11a y menos eficiente.
 - Soporta 1, 2, 5,5 y 11 Mbps.
 - Transmite en el rango de frecuencias de 2,4 Ghz.
- **IEEE 802.11g**
 - Es una versión mejorada de la 802.11b.
 - Emplea el método de modulación de la 802.11a pero opera en la banda de la 802.11b.
 - Permite alcanzar velocidades de hasta 54Mbps.