

CURSOS DE CAPACITACIÓN A DISTANCIA

SI.TRA.TEL. - 2020



INTRODUCCIÓN A LAS TECNOLOGÍAS DE REDES

Instructor: Ing. José A. Pedemonte.

CAPÍTULO 1: PRINCIPIOS Y APLICACIONES DE REDES DE TRANSMISIÓN	2
Conceptos Generales	2
Red de Telecomunicaciones	2
Emisores-Medios-Receptores	4
Ondas electromagnéticas y sus parámetros.	4
Espectro electromagnético y Medios de Transmisión	5
Ancho de Banda -Capacidad del canal-Atenuación	7
Ganancia y Atenuación	7
Conceptos de señal, Señales Analógicas y Digitales	7
Modulación: Conceptos de modulación, tipos de modulaciones, ventajas/desventajas.	8
Multiplexación	9
Sistemas Transmisión Troncales	9
WDM	9
Radioenlaces:	10
SDH-SONET, PDH	10
Redes MPLS y Metro-Ethernet	11
CAPÍTULO 2: REDES IP – Metro Ethernet	12
Modelo OSI	12
Topologías de redes	13
Estructura jerárquica de redes	13
Protocolos de TCP/IP	14
Protocolo IP	14
TCP y UDP	15
Ethernet	15
Conceptos y protocolos de enrutamiento	16
Tabla de enrutamiento	16
MPLS	17
Protocolos de enrutamiento de capa 3	18
OSPF	18
BGP	18
Protocolos de capa 7	18
CAPÍTULO 3: REDES INALÁMBRICAS Y RADIO-ENLACES	19
Radioenlaces	19
Espectro de Radio	20
Redes móviles	20
Estructura de Celdas	20
Estaciones móviles	21
Evolución de la redes móviles	22
Redes wireless de corto alcance	22
Wi-Fi	22
Bluetooth	23
Wi-Max	23
CAPÍTULO 4: REDES DE ACCESO - ÚLTIMA MILLA	24
Definición y aplicación de la “última milla”	24
HFC	25
xDSL	25
FFTH	26

CAPÍTULO 1: PRINCIPIOS Y APLICACIONES DE REDES DE TRANSMISIÓN

Conceptos Generales

Red de Telecomunicaciones

El propósito básico de toda red de telecomunicaciones es transmitir información de los usuario en cualquier forma a otros usuarios de la red. Estos usuarios de las redes, por ejemplo, una red telefónica, se les denomina comúnmente suscriptores.

La información de usuario puede tomar muchas formas, como voz o datos, y los suscriptores pueden utilizar diferentes tecnologías de red de acceso para acceder a la red, por ejemplo, teléfonos fijos o celulares. Veremos que la red de telecomunicaciones consiste en muchas redes diferentes que proporcionan diferentes servicios, como servicio de telefonía fija, de datos o celular.

Las tres tecnologías necesarias para la comunicación a través de la red son: transmisión, conmutación y señalización.

Transmisión

La transmisión es el proceso de transportar información entre puntos finales de un sistema o una red. Los sistemas de transmisión utilizan tres medios físicos básicos para la transferencia de información de un punto a otro:

1. Cables de cobre, como los utilizados en las LAN y los abonados telefónicos.
2. Cables de fibra óptica, por ejemplo en la redes de alta capacidad.
3. Ondas electromagnéticas libres, como la tecnología utilizada para la telefonía móvil, los radio-enlaces, las redes wireless locales (e.g: Wi-Fi, bluetooth) y los enlaces satelitales;

Conmutación

La conmutación implica el redireccionamiento de la información en la red para que la misma llegue a destino correctamente.

Existen básicamente 2 tipos de conmutación:

1. La conmutación de paquetes es un método para agrupar datos que se transmiten a través de una red digital.

Los paquetes están formados por un encabezado y una carga útil. El hardware de red utiliza los datos en el encabezado para dirigir el paquete a su destino donde el software de la aplicación extrae la carga útil.

2. La conmutación de circuitos es un método para implementar una red de telecomunicaciones en la que dos nodos de la red establecen un canal de comunicaciones dedicado (circuito) a través de la red antes de que los nodos puedan comunicarse. El circuito garantiza el ancho de banda completo del canal y permanece conectado durante la sesión de comunicación. El circuito funciona como si los nodos estuvieran conectados físicamente como con un circuito eléctrico.

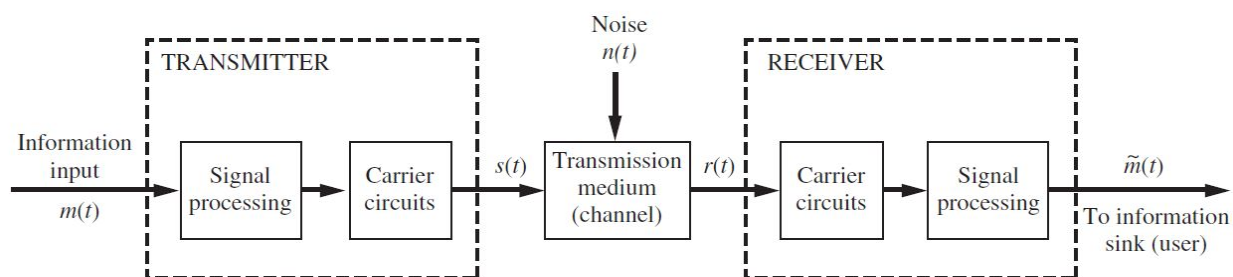
Señalización

La señalización es el mecanismo que permite a las entidades de red (locales del cliente o conmutadores de red) establecer, mantener y finalizar sesiones en una red.

La señalización se realiza con la ayuda de señales o mensajes específicos que indican al otro extremo lo que le solicita esta conexión.

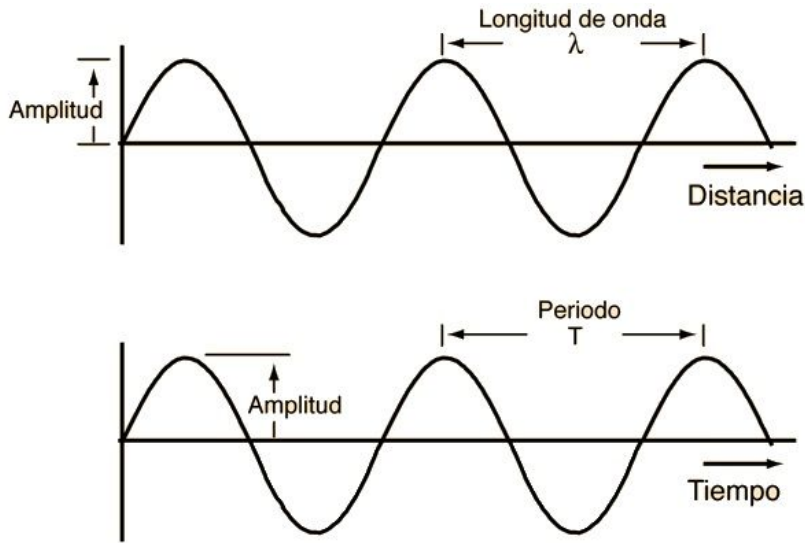
Emisores-Medios-Receptores

Los sistemas de comunicación pueden describirse mediante el diagrama de bloques que se muestra en la figura a continuación. Independientemente de la aplicación particular, todos los sistemas de comunicaciones involucran tres subsistemas principales: **el transmisor, el canal y el receptor.**



Ondas electromagnéticas y sus parámetros.

Una onda se define como una variación de una magnitud en forma periódica



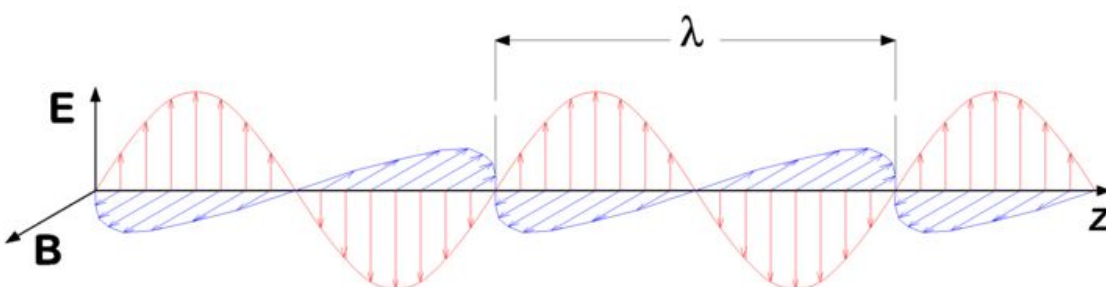
La misma consta de los siguientes parámetros que la definen:

- Periodo (T): Es el tiempo que tarda la onda en describir una oscilación completa. Unidad: s (segundos).
- Amplitud (A): Es el valor máximo que alcanza la onda medido desde su punto medio. Unidad: depende de la magnitud medida.
- Frecuencia (f): Es el número de veces que es repetida dicha vibración por unidad de tiempo. En otras palabras, es una simple repetición de valores por un período determinado. Unidad: Hz (Hertz)
- Longitud de onda (λ): Es la distancia que hay entre el mismo punto de dos ondulaciones consecutivas. unidad: M (Metros)
- Velocidad de propagación (v): Es la velocidad a la que se propaga el movimiento ondulatorio. Su valor es el cociente de la longitud de onda y su período. Unidad: M/s (Metros sobre segundos)

La radiación electromagnética consiste en un campo electromagnético variable, es decir, una combinación de campos eléctricos y magnéticos oscilantes, perpendiculares entre sí y perpendiculares a su vez a la dirección de propagación.

La radiación electromagnética puede propagarse de un punto a otro a través del vacío o atravesando materiales que permitan su paso.

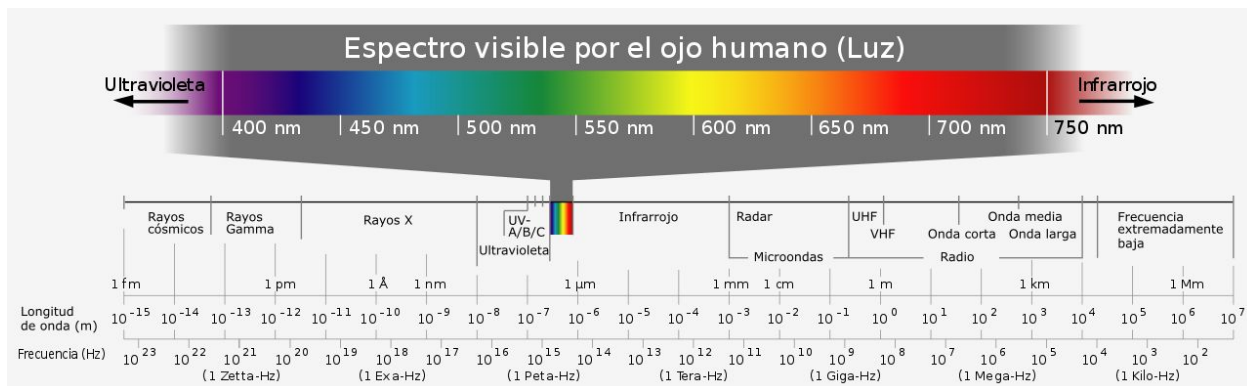
La radiación electromagnética puede manifestarse de diversas maneras como ondas de radio, microondas, radiación infrarroja, luz visible, radiación ultravioleta, rayos X o rayos gamma.



A diferencia de otros tipos de onda, como el sonido, que necesitan un medio material para propagarse, la radiación electromagnética se puede propagar en el vacío.

Espectro electromagnético y Medios de Transmisión

Se denomina espectro electromagnético a la distribución energética del conjunto de las ondas electromagnéticas.



Como se puede observar, existe un rango muy grande de frecuencias que son utilizadas por el hombre, particularmente para telecomunicaciones se utilizan desde las onda de Radio más bajas hasta el rango de las frecuencias visibles.

De esto último se desprende que de acuerdo a qué tipo de frecuencias se necesiten transmitir, se utilizarán distintos medios y técnicas.

Ondas Libres - Wireless

En muchas aplicaciones de comunicaciones, las ondas electromagnéticas se propagan libremente por el aire.

En algunos casos, las ondas deben propagarse en forma directa y puntual del emisor al receptor, siendo el caso más típico los vínculos de Radio de alta capacidad.

En otros casos, como las redes de telefonía móvil, o las redes wireless de corto alcance como Wi-fi o bluetooth, la tecnología subyacente permite el movimiento libre de las estaciones emisoras/receptoras.

Fibra óptica

Una fibra óptica (FO) es una hebra muy delgada de vidrio de sílice (Óxido de silicio) de diámetro comparable al de un cabello humano. En realidad, se trata de 2 cilindros concéntricos de vidrio muy estrechos; que permite que la luz entra en un extremo de la fibra viaje (confinado dentro de la misma) hasta otro extremo.

en esencia la FO es una guía de onda óptica, que permite la propagación de ondas de luz conservando ciertos parámetros de la onda electromagnética según sea el diseño de la misma.

Medios de Cobre

Actualmente dada su disponibilidad y costo, el cobre resulta ser el material conductor más utilizado para las redes de telecomunicaciones estándares. Si bien la plata presenta mejores propiedades conductoras y el oro mayor resistencia al óxido y corrosión, su alto costo reserva su uso a hardware extremadamente específico que justifique su uso (como equipos médicos o de investigación)

Los cables de cobre permiten la transmisión únicamente de señales eléctricas, y sufren de algunas desventajas como ser susceptibles a la interferencia y ruidos electromagnéticos.

Sin embargo se trata de una tecnología enormemente aplicada y diversificada a nivel mundial. Existen una gran variedad de tipos de cableados específicos que según la el tipo de red donde se estén aplicando, potencian sus ventajas y se intentan paliar los problemas asociados con este metal.

Algunos ejemplos de tipos de cableado de cobre son: Cables UTP, Cables coaxiales; Cables de par telefónico, Cables HDMI.

Ancho de Banda -Capacidad del canal-Atenuación

El ancho de banda se define como un rango de frecuencias entre las cuales estamos caracterizando la concentración de potencia de una señal o un medio de transmisión.

La capacidad del canal se mide en bits por segundo (bps) y depende de su ancho de banda y de la relación S/N (Relación señal/ruido). La capacidad del canal limita la cantidad de información (se denomina régimen binario y se mide en bits por segundo, bps) que puede transmitir la señal que se envía a través de él.

Ganancia y Atenuación

Se define como **atenuación** a la pérdida de potencia o energía de una señal a medida que esta se propaga por un medio.

Normalmente se la mide en unidades de **Decibeles [dB]**, utilizando la escala logarítmicas, dado que las diferencias de potencias pueden ser muy elevadas, dificultando la interpretación de los valores.

$$Ganancia [dB] = 10 \log \frac{P_{salida}}{P_{entrada}}$$

La **ganancia**, se define matemáticamente de la misma forma, solo que se refiere a un incremento de potencia en un sistema determinado (ej: un amplificador), con lo cual el resultado es que la potencia de salida será más grande que la de entrada, dando un valor positivo.

El valor de una atenuación generalmente se expresa en valores negativos ya que la potencia de salida será menor que la de entrada, con lo que si se aplica la ecuación anterior dará un resultado negativo.

Conceptos de señal, Señales Analógicas y Digitales

En el ámbito de las telecomunicaciones se define como una señal a todo tipo de magnitud física que se modifica con intención de transportar algún tipo de información útil.

De esta forma, podremos encontrarnos con señales de varios tipos y a través de los medios que ya hemos mencionado, como ser señales eléctricas, radio, luminosas, sonoras, etc.

Asimismo existen una forma de clasificar las señales que se utilizan para telecomunicaciones en 2 grandes grupos:

Señales Analógicas

Señales que pueden tomar valores infinitos continuos entre 2 valores de referencia.

En la naturaleza, el conjunto de señales que percibimos son analógicas; la luz, el sonido, la energía etc, son señales que tienen una variación continua.

Señales Digitales

Son señales que toman valores discretos, es decir puntuales y definidos, entre 2 valores de referencia. Esto no implica que la variable física portadora de la información sea en sí digital, si no solo los valores de información que esta transporta.

Cada tipo de señal tiene sus ventajas y desventajas, así como también es posible pasar de un tipo de señal a la otra según lo se requiera por necesidad o limitación del sistema de transmisión, el emisor o el receptor..

Modulación: Conceptos de modulación, tipos de modulaciones, ventajas/desventajas.

La **modulación** consiste en hacer que un parámetro de la una onda periódica (denominada "*portadora*") cambie de valor de acuerdo con las variaciones de la señal *moduladora*, que es la información que queremos transmitir realmente.

Este proceso se realiza con el fin de aumentar la cantidad de información que se puede transmitir sobre un medio específico, mejorando la inmunidad al ruido de la señal.

Existen varios tipos de modulaciones, las cuales se clasifican según sea el parámetro de la onda portadora que se esté modificando, algunos ejemplos son:

- Modulación de la amplitud (AM o amplitud modulada).
- Modulación de la frecuencia (FM o frecuencia modulada).
- Modulación de la fase (PM o fase modulada).

A su vez, las técnicas de modulación pueden ser analógicas o digitales, dependiendo que tipo de información se quiera transportar.

Multiplexación

Se define como multiplexación al proceso mediante el cual se combinan múltiples señales analógicas o digitales en una señal sobre un medio compartido.

El objetivo es compartir un recurso escaso, ya que normalmente el medio físico de transmisión posee algún tipo de limitación o costo elevado que no justifica el uso independiente del medio para un usuario en forma exclusiva. Algunos tipos de multiplexación más comúnmente utilizados son:

- Multiplexación por división de tiempo (TDM).
- Multiplexación por división de espacio (SDM).
- Multiplexación por división de frecuencias (FDM).
- Multiplexación por división de Códigos (CDM).

Sistemas Transmisión Troncales

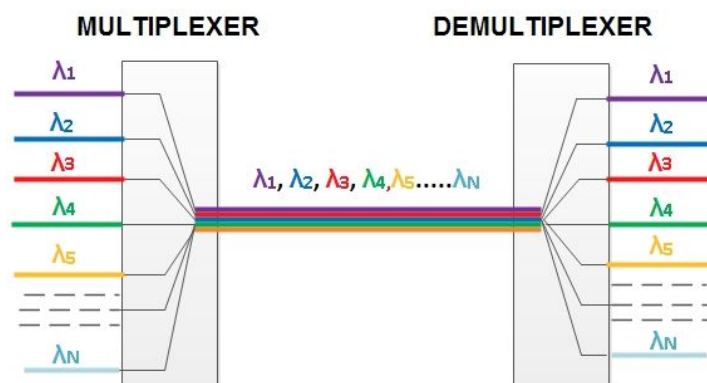
existen actualmente una gran diversidad de sistemas de transmisión, cada uno de los cuales apunta a un finalidad definida y posee ciertas ventajas para determinadas situaciones frente a otros sistemas.

Asimismo, la tecnología aplicada al transporte de información avanza rápidamente, con lo cual muchas veces la coexistencia de diversos sistemas en un misma red no implica un uso específico de cada tipo, sino más bien una evolución paulatina de las redes.

WDM

Los sistemas WDM se refieren a la multiplexación de distintas longitudes de onda (o “colores”) sobre un mismo pelo de FO, permitiendo compartir el medio y así multiplicar enormemente la capacidad de datos transmitidas por una fibra.

El término DWDM implica un agrupamiento de las distintas longitudes de onda en una forma más compacta que los sistemas WDM originales, permitiendo un incremento del ancho de banda transmitido.



Radioenlaces:

El término “Radioenlace” en general se aplica a todo vínculo de radio de gran capacidad entre dos estaciones fijas (aunque este término puede que en ciertas circunstancias se aplique a cualquier conexión wireless entre emisor y receptor)

Los Radioenlaces actuales trabajar en un rango de frecuencias dentro del rango de las “microondas” entre 30 y 100 Ghz.

Este rango de trabajo permite que los vínculos tengan una alta capacidad de transporte de información y que las frecuencias pueden re-utilizarse en distancias relativamente cortas.

Como contrapartida, los vínculos de RE necesita línea de vista entre las estaciones, ya que este rango de frecuencias tiene muy baja capacidad de penetración sobre los objetos del terreno (árboles, formaciones rocosas, construcciones) así como también se ven afectados por fenómenos atmosféricos.

SDH-SONET, PDH

La tecnología **SDH** (Synchronous optical networking) consiste en la transmisión de información digital en forma sincrónica entre estaciones, es decir que requiere de una señal de reloj ajustada en forma precisa, para lograr la correcta propagación de la información por la red.

El estándar SDH y SONET son prácticamente idénticos en funcionamiento, siendo que SONET surgió inicialmente y tuvo mayor aplicación en los EEUU y Canadá, mientras que SDH tuvo mayor aplicación a nivel mundial. SONET además posee una estructura de multiplexación ligeramente distinta a la de SDH.

Ambos protocolos basan su alta capacidad de ancho de banda en la multiplexación temporal (TDM) de los circuitos de velocidades inferiores, siendo el contenedor de menor jerarquía el STM-1 (155.52 Mbit/s) y pudiéndose incrementar la velocidad multiplexando de a 4 los contenedores de menor jerarquía.

A su vez, un STM-1 pueden mapearse un gran diversidad de circuitos, por ejemplo 63 líneas de 2 Mbps.

Por otra parte, el estándar **PDH** se trata de una tecnología mas antigua, la cual permite la transferencia de información de forma que los bits que componen los circuitos multiplexados no están perfectamente sincronizados, y no requiere de una distribución de una señal de reloj de alta precisión en la red.

Debido a esta forma de transmisión, para poder acceder a un circuito de cliente de bajo orden, es necesario demultiplexar todos los órdenes superiores, esto sumado a la baja interoperabilidad entre

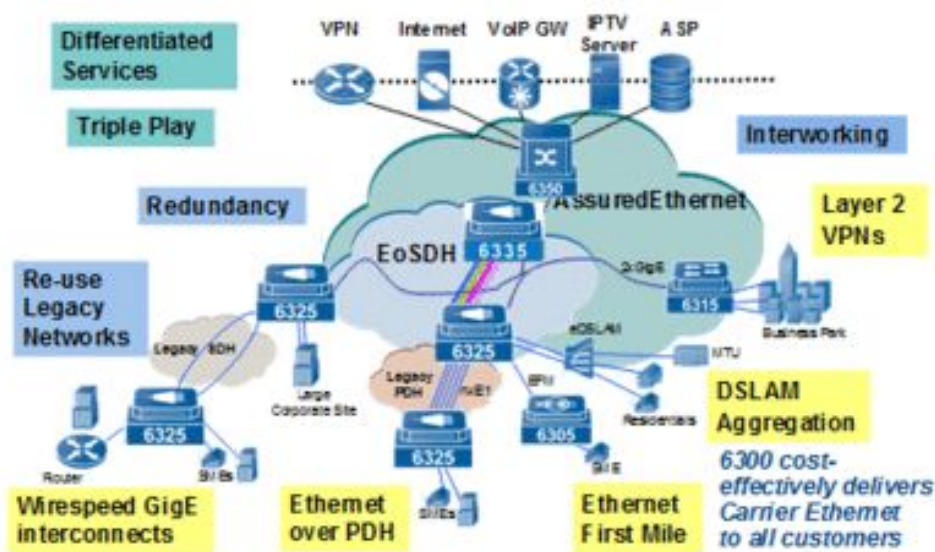
las distintas normas PDH a nivel mundial y aplicación de la norma por diferentes fabricantes, hicieron que esta tecnología cayera en desuso frente a la llegada de SDH.

Redes MPLS y Metro-Ethernet

Las Redes Metro Ethernet son redes basadas en la aplicación de los protocolos Ethernet e IP como base del transporte de los datos. Están compuestas por diversas capas jerárquicas de routers y switches que intercambian y enrutan los paquetes de datos a los usuarios de la red.

Esto permite una alta flexibilidad y bajo costo de implementación frente a otras tecnologías debido al uso extensivo de dichos protocolos a nivel mundial (son los protocolos adoptados por Internet) y en los dispositivos de los clientes finales.

Además, dada su alta aceptación a nivel mundial, existe una enorme disponibilidad de protocolos capaces de transportar el protocolo ethernet, como ser SDH/SONET, MPLS, DWDM, OTN, etc.



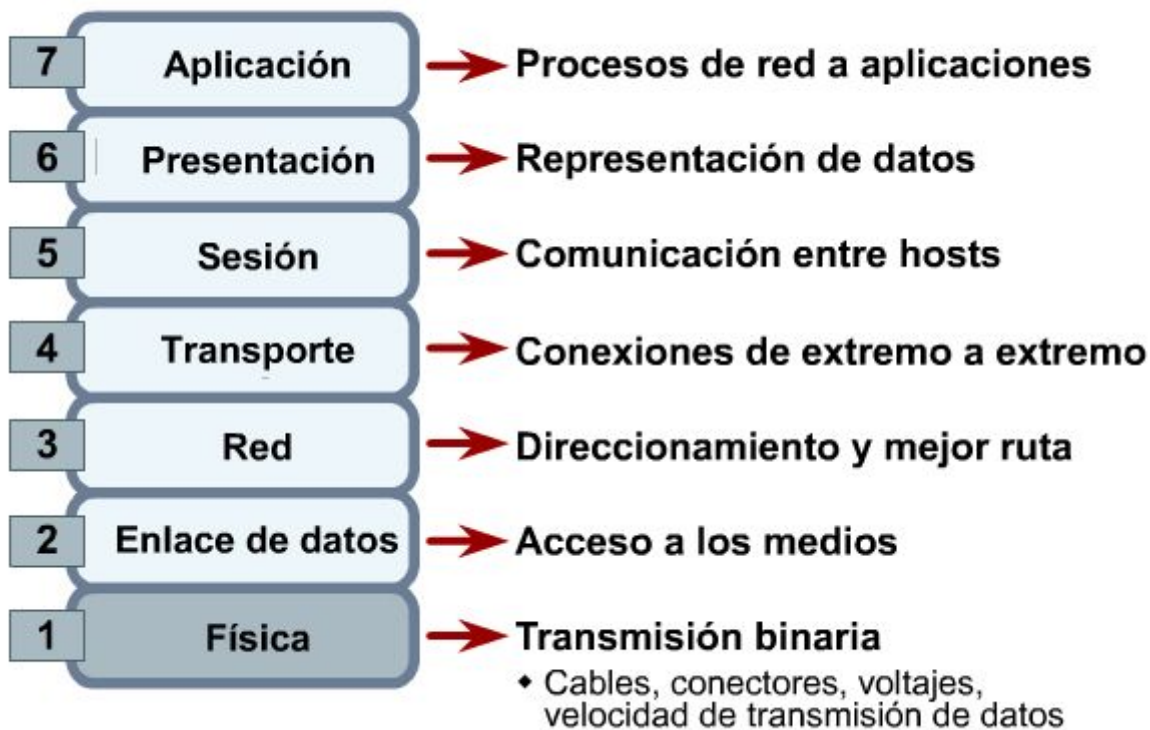
El protocolo **MPLS** (Multiprotocol Label Switching) es una técnica de enrutamiento que dirige los datos de un nodo al siguiente en función de etiquetas de ruta corta en lugar de direcciones de red largas, evitando así búsquedas complejas en una tabla de enrutamiento y acelerando los flujos de tráfico.

CAPÍTULO 2: REDES IP – Metro Ethernet

Modelo OSI

El modelo de interconexión de sistemas abiertos (modelo OSI) es un modelo conceptual que caracteriza y estandariza las funciones de comunicación de un sistema de telecomunicaciones o informática sin tener en cuenta su estructura interna y la tecnología utilizada.

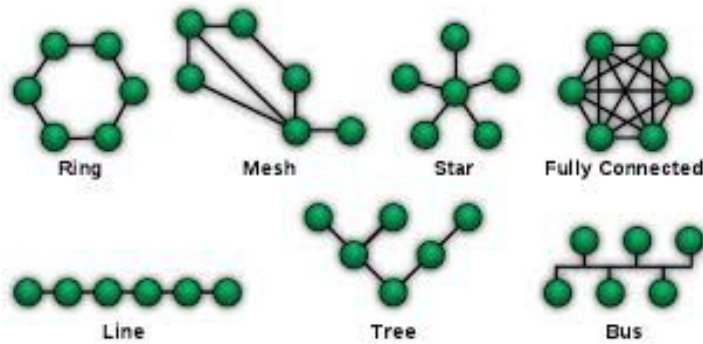
Su objetivo es la interoperabilidad de diversos sistemas de comunicación con protocolos de comunicación estándar.



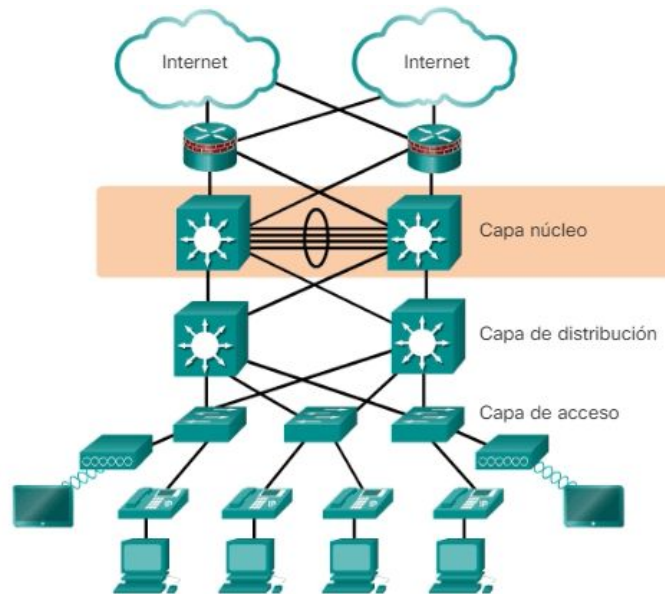
Topologías de redes

La topología de una red se refiere a la distribución física o lógica de los nodos que componen la misma. Surgen así varios casos típicos de interés:

- Punto a punto
- Bus
- Estrella
- Anillo
- Malla



Estructura jerárquica de redes



Protocolos de TCP/IP

Protocolo IP

El Protocolo de Internet (IP) es el principal protocolo de comunicaciones en el conjunto de protocolos de Internet para transmitir paquete a través de la red.

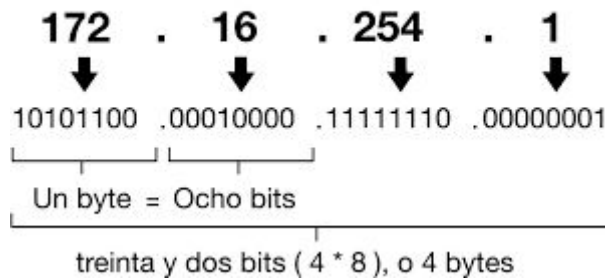
IP tiene la tarea de entregar paquetes desde el host de origen al host de destino únicamente en función de las direcciones IP en los encabezados de los paquetes. Para este propósito, IP define estructuras de paquetes que encapsulan los datos a entregar además de controlar en enrutamiento de los mismos.

También define métodos de direccionamiento que se utilizan para etiquetar el datagrama con información de origen y destino.

Estructura de direccionamiento

Para lograr su cometido, IP establece un formato específico de direcciones para los dispositivos de la red, actualmente coexisten 2 formatos según 2 variantes del protocolo.

Dirección IPv4 (notación decimal)

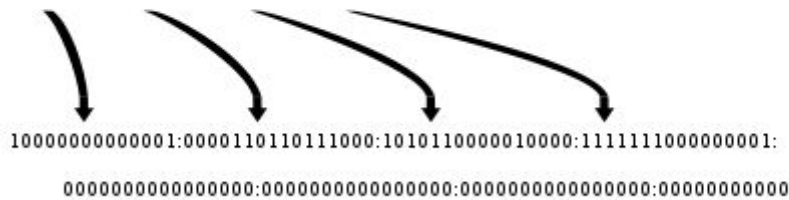


Una dirección IPv6 (en hexadecimal)

2001:0DB8:AC10:FE01:0000:0000:0000:0000

↓ ↓ ↓ ↓

2001:0DB8:AC10:FE01:: Se pueden omitir los ceros



TCP y UDP

El **Protocolo de control de transmisión (TCP)** es uno de los principales protocolos del conjunto de protocolos de Internet. Se originó en la implementación inicial de la red en la que complementa al Protocolo de Internet (IP). Por lo tanto, todo el conjunto se conoce comúnmente como TCP / IP.

TCP proporciona una entrega confiable, ordenada y con verificación de errores de una secuencia de octetos (bytes) entre aplicaciones que se ejecutan en hosts que se comunican a través de una red IP. A estos grupos de bytes se los denomina comúnmente segmentos. TCP se utiliza para dar soporte a protocolos de capa superiores que requieren una entrega confiable así como una conexión establecida, por ejemplo FTP (20 and 21), SSH (22), TELNET (23), SMTP (25);HTTP (80).

El **Protocolo de datagramas de usuario (UDP)** utiliza un modelo de comunicación sin conexión simple con un mínimo de mecanismos de protocolo. UDP proporciona Checksums para la integridad de los datos y números de puerto para abordar diferentes funciones en el origen y el destino del datagrama. No tiene diálogos de handshake y, por lo tanto, expone el programa del usuario a cualquier falta de fiabilidad de la red subyacente; no hay garantía de entrega, pedido o protección duplicada.

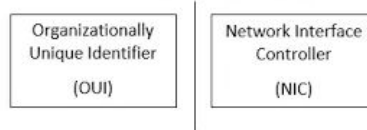
UDP es adecuado para fines en los que la verificación y corrección de errores no son necesarios o se realizan en la aplicación. Algunos protocolos que utilizan UDP son: DNS,, SNMP,RIP, DHCP.

Ethernet

Ethernet es una familia de tecnologías de redes informáticas comúnmente utilizadas en redes de área local (LAN), redes de área metropolitana (MAN) y redes de área amplia (WAN).

Los sistemas que se comunican a través de Ethernet dividen un flujo de datos en partes más cortas llamadas tramas. Cada trama contiene direcciones de origen y destino, llamadas direcciones MAC, cada una de 48 bits de longitud que se suelen presentar como 8 valores hexadecimales:

3A-34-52-C4-69-B8



Además las tramas poseen una checksum que se ubica al final de la misma (trail) que permite la detección de errores y determina qué tramas puedan ser detectadas y descartadas; los protocolos de capa superior activan la retransmisión de tramas perdidas. Según el modelo OSI, Ethernet proporciona servicios hasta e incluyendo la capa de enlace de datos.

Conceptos y protocolos de enrutamiento

Tabla de enrutamiento

Una tabla de enrutamiento es un conjunto de reglas, a menudo visto en formato de tabla, que se utiliza para determinar a dónde se dirigirán los paquetes de datos que viajan a través de una red de Protocolo de Internet (IP). Todos los dispositivos habilitados para IP, incluidos los routers, utilizan tablas de enrutamiento.

Una tabla de enrutamiento contiene la información necesaria para reenviar un paquete a lo largo de la mejor ruta hacia su destino. Cada paquete contiene información sobre su origen y destino. Cuando se recibe un paquete, un dispositivo de red examina el paquete y lo compara con la entrada de la tabla de enrutamiento, proporcionando la mejor coincidencia para su destino. Luego, la tabla proporciona al dispositivo instrucciones para enviar el paquete al siguiente salto en su ruta a través de la red.

Los protocolos de enrutamiento tiene como función distribuir las rutas necesarias para que el tráfico llegue de un nodo al siguiente.

Existen diversos tipos de protocolos, cuyas ventajas y desventajas impactan sobre cómo se aplican sobre cada tipo de red.


```

Administrator: Command Prompt
C:\>
C:\> route print -4
-----
Interface List
21...90 e2 ba 5c 41 e8 .....Intel(R) PRO/1000 GT Desktop Adapter #2
13...10 bf 48 84 ba 8f .....Intel(R) 82579V Gigabit Network Connection
1.....Software Loopback Interface 1
18...00 00 00 00 00 00 00 e0 Microsoft ISATAP Adapter
16...00 00 00 00 00 00 00 e0 Teredo Tunneling Pseudo-Interface
20...00 00 00 00 00 00 00 e0 Microsoft ISATAP Adapter #5
-----
IPv4 Route Table
-----
Active Routes:
Network Destination        Netmask          Gateway          Interface        Metric
0.0.0.0                    0.0.0.0          10.1.0.1         10.1.10.149     10
10.1.0.0                   255.255.0.0      On-link          10.1.10.149     266
10.1.10.149                255.255.255.255 On-link          10.1.10.149     266
10.1.255.255               255.255.255.255 On-link          10.1.10.149     266
127.0.0.0                  255.0.0.0        On-link          127.0.0.1       306
127.0.0.1                  255.255.255.255 On-link          127.0.0.1       306
127.255.255.255           255.255.255.255 On-link          127.0.0.1       306
224.0.0.0                  240.0.0.0        On-link          127.0.0.1       306
224.0.0.0                  240.0.0.0        On-link          10.1.10.149     266
255.255.255.255           255.255.255.255 On-link          127.0.0.1       306
255.255.255.255           255.255.255.255 On-link          10.1.10.149     266
-----
Persistent Routes:
None
C:\>_

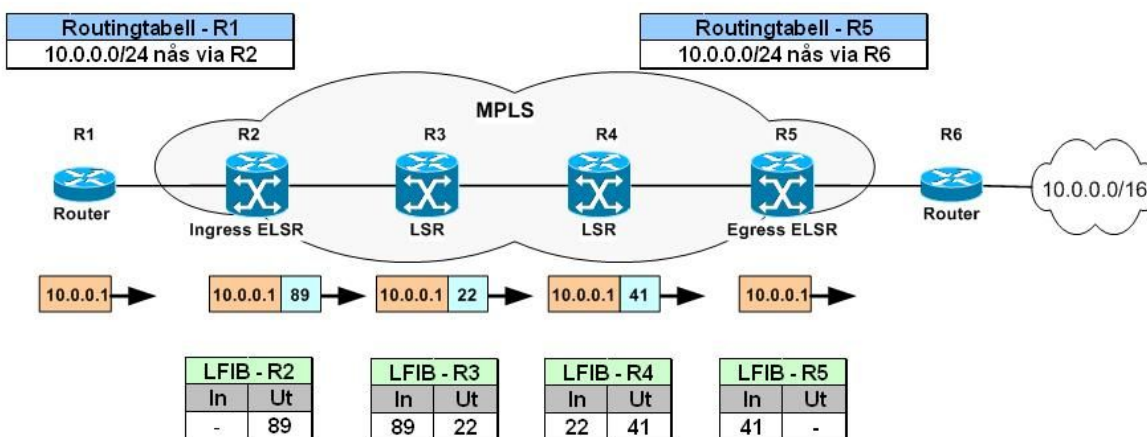
```

Tabla de enrutamiento de una PC (windows)

MPLS

Multiprotocol Label Switching (MPLS) es una técnica de enrutamiento en redes de telecomunicaciones que dirige los datos de un nodo al siguiente en función de etiquetas de ruta corta en lugar de direcciones de red largas, evitando así búsquedas complejas en una tabla de enrutamiento y acelerando los flujos de tráfico. Las etiquetas identifican enlaces virtuales (rutas) entre nodos distantes en lugar de puntos finales.

MPLS puede encapsular paquetes de varios protocolos de red, de ahí la referencia "multiprotocolo" en su nombre.



Protocolos de enrutamiento de capa 3

En la actualidad existen varios protocolos de enrutamiento puros para redes IP, a continuación se presenta un detalle de sólo 2 de los más utilizados a nivel mundial.

OSPF

Open Shortest Path First (OSPF) es un protocolo de enrutamiento que utiliza un algoritmo de enrutamiento de estado de enlace (LSR) y pertenece al grupo de protocolos de puerta de enlace interior (IGP), que funcionan dentro de un único sistema autónomo (AS).

Se define como OSPF Versión 2 para IPv4 y OSPF Versión 3 IPv6. OSPF admite el modelo de direccionamiento de enrutamiento entre dominios sin CAPÍTULO (CIDR).

BGP

Border Gateway Protocol (BGP) es un protocolo de gateway exterior estandarizado diseñado para intercambiar información de enrutamiento y accesibilidad entre sistemas autónomos (AS) en Internet.

El protocolo se clasifica como un protocolo de vector de ruta. El Border Gateway Protocol toma decisiones de enrutamiento basadas en rutas, políticas de red o conjuntos de reglas configurados por un administrador de red y participa en la toma de decisiones de enrutamiento principales.

Protocolos de capa 7

Existe una enorme diversidad de protocolos de capa 7, que interactúan directamente con las aplicaciones de usuario, a continuación una descripción breve de algunos de los protocolos más comúnmente utilizados:

- Transferencia de archivos (FTP), Protocolo trivial de transferencia de archivos (TFTP)
- Transporte de correo electrónico: Protocolo simple de transferencia de correo (SMTP)
- Soporte de redes: Sistema de nombres de dominio (DNS)
- Inicialización de host: BOOTP
- Administración remota del host: Protocolo simple de administración de red (SNMP), Protocolo común de información de administración sobre TCP (CMOT)
- Transferencia de Hipertexto (HTTP)

CAPÍTULO 3: REDES INALÁMBRICAS Y RADIO-ENLACES

Radioenlaces

Los radioenlaces consisten en una tecnología de señalización o comunicación mediante ondas de radio. Las ondas de radio son ondas electromagnéticas de frecuencias que oscilan normalmente entre 30 hertzios (Hz) y 300 gigahercios (GHz).

Los transmisores se conectan a un transductor (antena) que convierten las señales eléctricas en ondas electromagnéticas irradiadas. Eventualmente dichas señales son recibidas por un receptor de radio conectado a otra antena, del lado receptor.

En la comunicación por radio, utilizada en transmisiones de radio y televisión, teléfonos celulares, radios bidireccionales, redes inalámbricas y comunicación satelital, entre muchos otros usos, las ondas de radio se utilizan para transportar información a través del espacio modulando la señal de radio portadora.

Espectro de Radio

Espectro de radiofrecuencia

Nombre	Banda	Frecuencia	Longitud de onda	Uso
		< 3 Hz	> 100.000 km	
Extra baja frecuencia (Extremely low frequency)	ELF	3-30 Hz	100.000–10.000 km	No se utiliza en radiofrecuencia
Super baja frecuencia (Super low frequency)	SLF	30-300 Hz	10.000–1.000 km	Comunicaciones submarinas
Ultra baja frecuencia (Ultra low frequency)	ULF	300–3.000 Hz	1.000–100 km	Comunicaciones militares secretas
Muy baja frecuencia (Very low frequency)	VLF	3–30 kHz	100–10 km	Comunicaciones militares y gubernamentales
Baja frecuencia (Low frequency)	LF	30–300 kHz	10–1 km	Comunicaciones aéreas y marítimas
Frecuencia media (Medium frequency)	MF	300–3.000 kHz	1 km – 100 m	Radiodifusión
Alta frecuencia (High frequency)	HF	3–30 MHz	100–10 m	Seguridad, defensa, o. corta, radioaficionados
Muy alta frecuencia (Very high frequency)	VHF	30–300 MHz	10–1 m	Televisión, radio FM, aviación, satélites, servicio marítimo
Ultra alta frecuencia (Ultra high frequency)	UHF	300–3.000 MHz	1 m – 100 mm	Televisión, radiotransmisiones uso personal, telefonía móvil, militar
Super alta frecuencia (Super high frequency)	SHF	3-30 GHz	100–10 mm	Televisión vía satélite, radioenlaces, radar
Extra alta frecuencia (Extremely high frequency)	EHF	30-300 GHz	10–1 mm	Radioastronomía, radar alta resolución
		> 300 GHz	< 1 mm	

Redes móviles

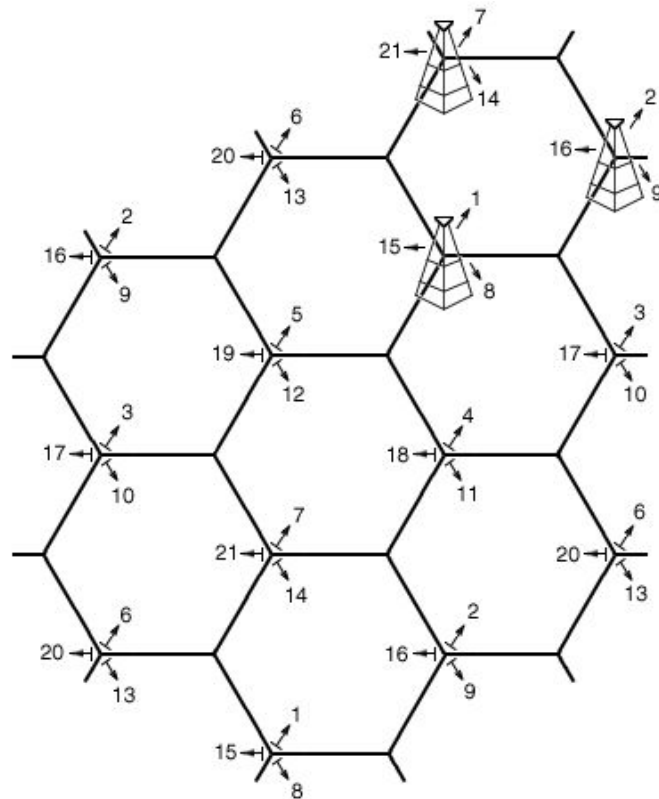
Las redes móviles o celulares consisten en redes inalámbricas, donde existen los siguientes tipos de equipamiento bien diferenciados:

- Estaciones fijas (denominadas radiobases): Grupos de antenas interconectadas a los sistemas de distribución troncales, los cuales proveen el servicio de conectividad a los equipos móviles.
- Equipos móviles: Equipos de menor tamaño para uso por parte de los usuarios, los cuales funcionan como terminales para acceso a la red.
- Una red de soporte (o backhauling) que permite la interconexión de las Bases entre sí y el intercambio de tráfico con la red de telefonía pública y la salida de datos a Internet.

Estructura de Celdas

En la red móvil de telefonía, el área donde se provee el servicio está distribuida en sectores de cobertura denominados "celdas". Estas celdas tienen formas regulares (hexagonales normalmente) y representan el área donde una única base fija recibe las señales de los clientes en una única frecuencia.

Este esquema requiere de una distribución de frecuencias de manera que 2 celdas adyacentes nunca tengan la misma frecuencia de trabajo, permitiendo así el reuso de las mismas frecuencias en celdas lo suficientemente distanciadas.



En la actualidad, dada la demanda de tráfico existente, las bases se ubican en los vértices de los hexágonos de las celdas. Dichas bases consisten en un arreglo de 3 antenas direccionales con una apertura angular de 120°, cada una con su respectiva frecuencia.

Esto permite que cada sector esté cubierto por 3 antenas y frecuencias distintas, multiplicando la capacidad de tráfico y la calidad de cobertura.

En áreas de alta densidad urbana, es común además subdividir las celdas en celdas aún más pequeñas.

Estaciones móviles

Los terminales móviles, que consisten básicamente en teléfonos o módems de acceso que pueden conectarse a otro tipo de dispositivos, los cuales permiten al usuario final acceder a los servicios provistos por la red celular.

Los móviles acceden a la radiobase utilizando distintas técnicas de acceso múltiple dependiendo la tecnología implementada (FDMA, TDMA, CDMA, etc).

Evolución de la redes móviles

Tecnología-Capacidad	1G	2G	3G	4G	5G
Inicio/Despliegue	1970-1980	1990-2004	2004-2010	Presente	2020
Ancho de banda	2 Kbps	64 Kbps	2 Mbps	1 Gbps	Mas de 1 Gbps
tecnología	Analogica	Digital	CDMA 2000 (1xRTT, EVDO) UMTS, EDGE	Wimax LTE Wi-Fi	WWWW
Servicios	Telefonía Móvil	Voz digital, SMS	Video, Datos, Audio alta calidad	Acceso de Información dinámica, Wearables	Capacidad de AI, HD Audio and video
Multiplexación	FDMA	TDMA, CDMA	CDMA	CDMA	CDMA
Switchero	circuitos	Circuitos, paquetes	Paquetes	Internet	Internet

Redes wireless de corto alcance

Wi-Fi

Wi-Fi es una familia de tecnologías de radio comúnmente utilizadas para redes inalámbricas de área local (WLAN) de dispositivos. Se basa en la familia de estándares IEEE 802.11.

Wi-Fi utiliza múltiples partes de la familia de protocolos IEEE 802 y está diseñado para interactuar sin problemas con su protocolo hermano con cable Ethernet.

Los dispositivos compatibles pueden conectarse entre sí a través de Wi-Fi a través de un punto de acceso inalámbrico, así como a dispositivos Ethernet conectados y pueden usarlo para acceder a Internet. Dicho punto de acceso tiene un alcance de aproximadamente 20 metros en interiores y un mayor alcance en exteriores, pero esto varía dependiendo de la versión de protocolo que se está implementando.

La cobertura del punto de acceso puede ser tan pequeña como una habitación individual con paredes que bloquean las ondas de radio, o tan grande como muchos kilómetros cuadrados logrados mediante el uso de múltiples puntos de acceso superpuestos. Wi-Fi utiliza más comúnmente las bandas de radio UHF de 2,4 gigahercios (12 cm) y 5 gigahercios (6 cm) SHF ISM; Estas bandas se subdividen en múltiples canales. Cada canal puede ser compartido en el tiempo por múltiples redes. A corta distancia, algunas versiones de Wi-Fi, que se ejecutan en hardware adecuado, pueden alcanzar velocidades de más de 1 Gbit / s (Gigabit por segundo).

Wi-Fi Standard	Frequency	Wireless Speed (Max)	Wireless Distance (Max)
802.11a (1999)	5 GHz	54 Mbps	390 ft
802.11b (1999)	2.4 GHz	11 Mbps	460 ft
802.11g (2003)	2.4 GHz	54 Mbps	460 ft
802.11n (2009)	2.4/5 GHz	300 Mbps - 900 Mbps (Combined)	820 ft (2.4 GHz) / 460 ft (5 GHz)
802.11ac (Draft - 2012)	5 GHz	433 Mbps - 1,733 Mbps	Up to 820 ft (Amplified)

Bluetooth

Bluetooth es un estándar de tecnología inalámbrica para intercambiar datos entre dispositivos fijos y móviles en distancias cortas utilizando ondas de radio UHF de longitud de onda corta en las bandas de radio industriales, científicas y médicas, de 2.400 a 2.485 GHz, y construir redes de área personal (PAN).

Fue diseñado para reemplazar las conexiones cableadas entre dispositivos cercanos, por lo que sus tasas de transferencia y diseño de movilidad están acotados, además de tener tasas de transferencia simétricas.

Wi-Max

WiMAX (Interoperabilidad mundial para acceso por microondas) es una familia de estándares de comunicación de banda ancha inalámbrica basada en el conjunto de estándares IEEE 802.16, que proporcionan opciones de múltiples capas físicas (PHY) y control de acceso a medios (MAC).

IEEE 802.16m o WirelessMAN-Advanced fue candidato para el 4G, en competencia con el estándar LTE Advanced.

WiMAX fue diseñado inicialmente para proporcionar velocidades de datos de 30 a 40 megabits por segundo, con la actualización de 2011 que proporciona hasta 1 Gbit/s para estaciones fijas.

CAPÍTULO 4: REDES DE ACCESO - ÚLTIMA MILLA

Definición y aplicación de la “última milla”

La última milla o el último kilómetro es una frase ampliamente utilizada en las industrias de telecomunicaciones, televisión por cable e internet para referirse al tramo final de las redes de telecomunicaciones que brindan servicios de telecomunicaciones a usuarios finales minoristas (clientes).

Más específicamente, la última milla significa la porción de la cadena de red de telecomunicaciones que alcanza físicamente las instalaciones del usuario final. Ejemplos son las líneas de abonado de cable de cobre que conectan teléfonos fijos a la central telefónica local; el servicio de cable coaxial deja de transmitir señales de televisión por cable desde los postes de servicios públicos hasta los hogares de los suscriptores, y las torres de telefonía celular que conectan los teléfonos celulares locales con la red celular.

La última milla es típicamente el cuello de botella de velocidad en las redes de comunicación; su ancho de banda limita efectivamente el ancho de banda de los datos que se pueden entregar al cliente. Esto se debe a que las redes de telecomunicaciones minoristas tienen la topología de "árboles", con relativamente pocos canales de comunicación "troncales" de alta capacidad que se ramifican para alimentar muchas "ramas" de milla final. Los enlaces de la milla final, que son la parte más numerosa y, por lo tanto, la más costosa del sistema, además de tener que interactuar con una amplia variedad de equipos de usuario, son los más difíciles de actualizar a una nueva tecnología.

HFC

Hybrid fiber-coaxial (HFC) es una red de banda ancha que combina fibra óptica y cable coaxial. Ha sido comúnmente utilizado a nivel mundial por los operadores de televisión por cable desde principios de la década de 1990.

En un sistema HFC, los servicios de datos y TV se envían desde la instalación de distribución del sistema de cable, la cabecera (headend), a los clientes locales a través de líneas de abonado de fibra óptica.

En el último tramo de la red, una caja llamada nodo óptico traduce la señal de un haz de luz a radiofrecuencia (RF) y la envía a través de líneas de cable coaxial para su distribución a las residencias de suscriptores. Las líneas troncales de fibra óptica proporcionan un ancho de banda adecuado para permitir una futura expansión y nuevos servicios intensivos en ancho de banda.

DOCSIS

La especificación de interfaz de servicio de datos por cable (DOCSIS) es un estándar internacional de telecomunicaciones que permite la adición de transferencia de datos de gran ancho de banda a un sistema de televisión por cable (CATV) existente.

Muchos operadores de televisión por cable lo utilizan para proporcionar acceso a Internet (ver Internet por cable) a través de su infraestructura híbrida de fibra coaxial (HFC) existente.

Versión DOCSIS	Fecha de lanzamiento	Capacidad máxima de Downstream	Capacidad máxima de Upstream	Características
1.0	1997	40 Mbit/s	10 Mbit/s	Protocolo inicial.
1.1	2001	40 Mbit/s	10 Mbit/s	Agregado de capacidades VOIP, estandarización de los mecanismos de QoS de la versión 1.0.
2.0	2002	40 Mbit/s	30 Mbit/s	Mejora de las velocidad de upstream.
3.0	2006	1.2 Gbit/s	200 Mbit/s	Incremento significativo de la velocidades de downstream/upstream, introducción de soporte para IPv6, introducción channel bonding
3.1	2013	10 Gbit/s	1–2 Gbit/s	Mejora significativa de velocidades de downstream/upstream, reestructuración de especificaciones de canal.
4.0	2017	10 Gbit/s	10 Gbit/s	Introducción de soporte completo para velocidades simétricas.

xDSL

La línea de abonado digital (DSL) es una familia de tecnologías que se utilizan para transmitir datos digitales a través de líneas telefónicas en par de cobre.

En el ámbito de telecomunicaciones, se entiende ampliamente que el término xDSL implica alguna de las variantes de este tipo de tecnología, intercambiando la “x” por algún valor que designe el caso, por ejemplo la línea de abonado digital asimétrica (ADSL), la tecnología DSL más comúnmente instalada, para el acceso a Internet domiciliario.

El servicio DSL se puede entregar simultáneamente con el servicio telefónico por cable en la misma línea telefónica ya que DSL utiliza bandas de frecuencia más altas para los datos. En las instalaciones del cliente, un filtro DSL en cada salida que no sea DSL bloquea cualquier interferencia de alta frecuencia para permitir el uso simultáneo de los servicios de voz y DSL.

La tasa de bits de los servicios DSL de consumidor generalmente varía de 256 kbit/s a más de 100 Mbit/s en dirección al cliente (en sentido descendente), según la tecnología DSL, las condiciones de la línea y la implementación del nivel de servicio.

En ADSL, el ancho de banda en la dirección ascendente (la dirección al proveedor de servicios) es menor, de ahí la designación de servicio asimétrico. En los servicios de línea de abonado digital simétrica (SDSL), las velocidades de datos descendentes y ascendentes son iguales.

Algunas de las variantes que existen de SDSL son:

1. Symmetric digital subscriber line (SDSL): Hasta 1,544 kbit/s simétrico sobre un único par.
2. High bit rate digital subscriber line 2/4 (HDSL2, HDSL4), ANSI, 1,544 kbit/s simétrico sobre un único par (HDSL2) o 2 pares (HDSL4).
3. Single-pair high-speed digital subscriber line (G.SHDSL), ITU-T G.991.2, sucesor estandarizado de HDSL y SDSL patentado, hasta 5,696 kbit/s por par, hasta cuatro pares.

Algunas variantes de ADSL son:

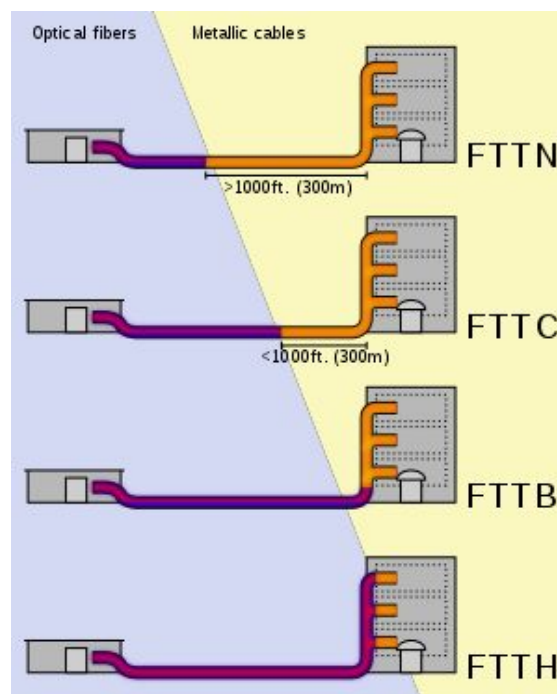
1. Asymmetric digital subscriber line 2 plus (ADSL2+), ITU-T G.992.5, hasta 24 Mbit/s y 3.5 Mbit/s
2. Very-high-bit-rate digital subscriber line (VDSL), ITU-T G.993.1, hasta 52 Mbit/s y 16 Mbit/s
3. G.fast, ITU-T G.9700 and G.970: hasta aproximadamente 1 Gbit / s de enlace ascendente y enlace descendente a 100 m. Aprobado en diciembre de 2014, implementaciones planificadas para 2016.

FFTH

FTTH (fibra hasta el hogar): La distribución de servicios al cliente mediante fibra que llega al límite del espacio habitable, como una caja en la pared exterior de una casa. Las redes ópticas pasivas y Ethernet punto a punto son arquitecturas capaces de ofrecer servicios de triple play a través de redes FTTH directamente desde la oficina central de un operador.

Como los cables de fibra óptica pueden transportar muchos más datos que los cables de cobre, especialmente a largas distancias, las redes de FO son las candidatas a constituir la totalidad del medio físico para las redes a futuro.

Fibra a la x (FTTX) es un término genérico para cualquier arquitectura de red de banda ancha que utiliza fibra óptica para proporcionar todo o parte del bucle local utilizado para telecomunicaciones de última milla.



Los componentes básicos de una red FTTH típica son:

- **OLT (Optical Line Terminal):** Equipo activo que se encuentra en la central

- Provee enlaces de fibra óptica hacia la red del operador
- Concentra los enlaces de fibra óptica hacia los usuarios

- **ONT (Optical Network Terminal) o ONU (Optical Network Unit):** Equipo activo del cliente

- Proveen interfaces de fibra óptica hacia la red ODN

- Proveen interfaces para servicios de clientes Voz, Datos y CATV-RF

- **ODN (Optical Distribution Network):** Red de distribución FO que interconecta ambos equipos activos.

La ODN contiene: Splitter/Divisores Ópticos, las Fibras Ópticas, cajas de empalme y conectores.