

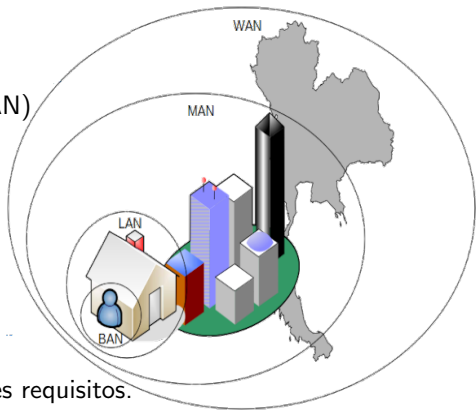
TECNOLOGÍAS DE RED

Categorización de redes

Categorización de redes

Según la cobertura geográfica:

- Redes de área corporal (BAN)
- Redes de área local (LAN)
- Red de Área Metropolitana (MAN)
- Red de área amplia (WAN)



Los usuarios de redes tienen diferentes requisitos.

Los medios de transmisión tienen diferentes características físicas.
Compensación entre velocidad de datos, distancia y costo.

Categorización de redes

Basado en usuarios:

- Las redes de acceso requieren capacidad para soportar
 - Tráfico entre usuarios dentro de la misma red de acceso
 - Tráfico de usuarios de una red de acceso a otra
- Las redes centrales requieren capacidad para soportar
 - Tráfico entre múltiples redes de acceso
- No todos los usuarios envían la misma cantidad de datos al mismo tiempo,
 - En las redes de acceso, la cantidad de tráfico enviado a lo largo del tiempo varía significativamente; por lo tanto, es difícil aprovechar la multiplexación estadística
 - En las redes centrales, el tráfico promedio enviado a lo largo del tiempo es estable; puede aprovechar la multiplexación estadística
- Las redes de acceso son generalmente de mayor velocidad que las redes centrales (por el mismo costo)

Categorización de redes

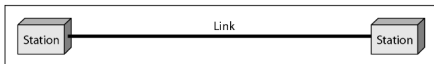
Según el medio de transmisión:

- cableado
 - Transmisión de señal fácil de controlar
 - Proteger de interferencias de otras fuentes de transmisión
 - Mayores velocidades de datos, menos errores, más predecible
- Inalámbrico
 - Permite la movilidad
 - Permite comodidad

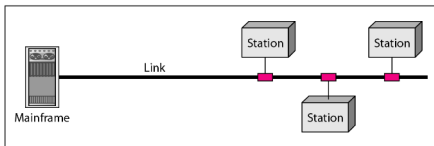
Categorización de redes

Basado en la configuración del enlace:

- Punto a punto (dos dispositivos)
- Punto a multipunto (compartido entre N dispositivos)
 - Es más fácil permitir que varios dispositivos se comuniquen entre sí
 - Más difícil controlar el «compartir» del medio



a. Point-to-point



b. Multipoint

Categorización de redes

Según la movilidad del usuario:

- Fijo
 - Los dispositivos en la red están fijos (no se mueven)
 - Red más fácil de diseñar; predecir los requisitos de tráfico
- Móvil
 - Los dispositivos pueden moverse
 - Es difícil saber de antemano cuánta capacidad se necesita

Tecnologías de redes cableadas

Acceder a tecnologías de red

- Familia de Ethernet IEEE 802.3
- Acceso al cobre (teléfono)
- Acceso Coaxial y Fibra Óptica
- Inalámbrico
 - Familia de LAN inalámbrica IEEE 802.11
 - Bluetooth (y otros inalámbricos de corto alcance)

Familia de Ethernet IEEE 802.3

- Tecnología LAN muy popular
 - Comunicaciones conmutadas originalmente punto a multipunto, pero ahora principalmente punto a punto
 - Las velocidades de datos se han ido incrementando con el tiempo: 10Mbps, 100Mbps, 1Gbps, 10Gbps, . . .
 - Dispositivos muy económicos, red fácil de instalar.
- Debido a su popularidad, se ha adaptado a aplicaciones que no son LAN:
 - Enlaces de larga distancia que utilizan 10 Gbps (MAN, WAN)
 - Interfaz entre dispositivos (router/switch, Redes de Área de Almacenamiento)

Acceso al cobre (teléfono)

Las redes telefónicas han proporcionado conectividad a los usuarios durante décadas

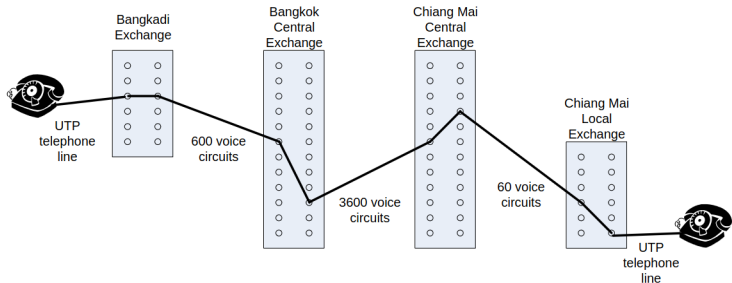
- La red que conecta a los usuarios dentro del país y entre países se llama **Red Telefónica Pública Conmutada (PSTN)**.
- El servicio entregado al usuario final se llama **Servicio Telefónico Antiguo (POTS, *Plain Old Telephone Service*)**.



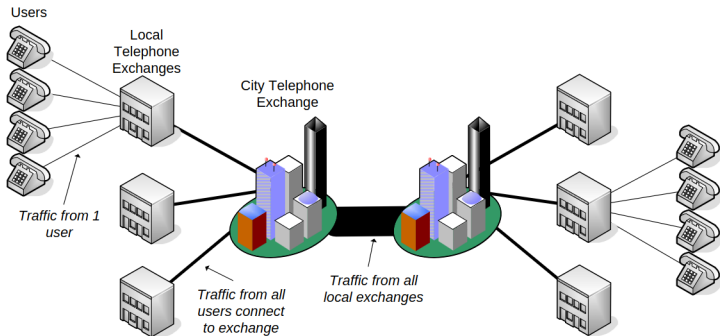
- La línea de acceso en la mayoría de las redes telefónicas es un cable de cobre de par trenzado entre una central telefónica local y la casa (o departamento/oficina).
- La amplia disponibilidad de teléfonos significó comunicaciones de datos adaptadas para hacer uso de la red.
 - Acceso telefónico a Internet
 - Red Digital de Servicios Integrados (RDSI) / Integrated Services Digital Network (ISDN)
 - Tecnologías de línea de abonado digital: ADSL, HDSL, VDSL,...

PSTN

- Varios usuarios se conectan a una central local a través de un par sin blindaje
- Los intercambios están conectados en una jerarquía entre ciudades, países y el mundo.
 - Originalmente usaba cobre, pero ahora usa coaxial, satélite y fibra.



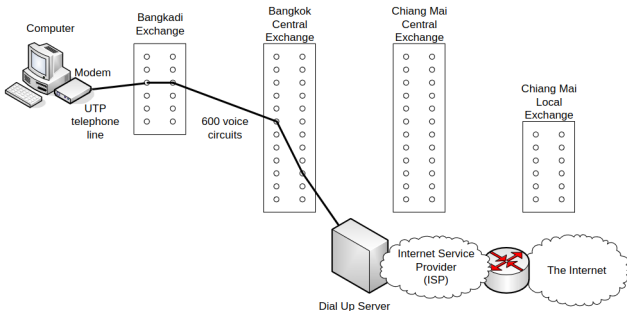
PSTN



Acceso telefónico / *Dial Up Access*

Acceso telefónico a través de líneas telefónicas

- El módem convierte datos digitales de la computadora en señales analógicas para enviarlas por línea telefónica (en lugar de voz analógica)
 - El sistema telefónico limita el ancho de banda a 4 kHz (aunque el cable de cobre puede transportar más)
 - Velocidad de datos máxima 56 kb/s

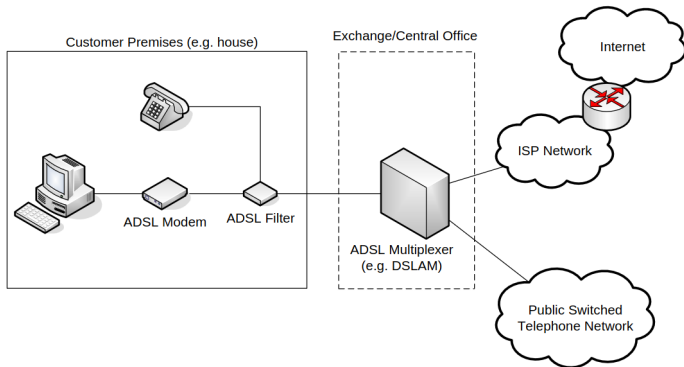


Acceso telefónico / *Dial Up Access*



Splitter - Módem

Línea de abonado digital

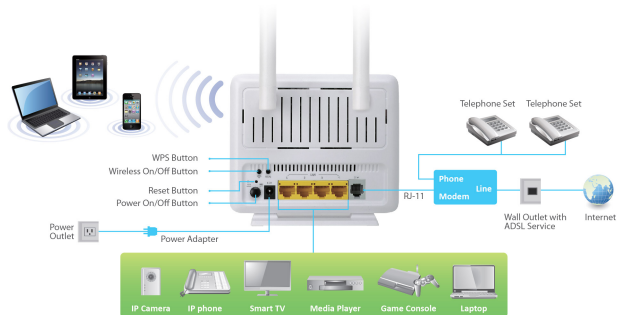


Línea de abonado digital

Línea de abonado digital asimétrica (ADSL)

- Mayor ancho de banda (y, por lo tanto, velocidad de datos) para el tráfico descendente (intercambio para usted) que para el tráfico ascendente (usted para intercambiar)
 - Los multiplexores ADSL (a cambio) pueden soportar mayores anchos de banda en la transmisión.
 - Muy adecuado para muchas aplicaciones de Internet, p.e. navegación web, correo electrónico
- ADSL puede adaptar la velocidad de datos dependiendo de la cantidad de ruido en la línea
 - Velocidades más bajas para distancias más largas y cables de cobre de mala calidad.
- Características:
 - Hace uso de una red telefónica ampliamente instalada
 - Soporta aplicaciones básicas de voz y video.

Línea de abonado digital asimétrica (ADSL)



Módem ADSL

Línea de abonado digital

Otros DSL:

- ADSL2, ADSL2+
- DSL de alta velocidad de datos (HDSL)
- DSL simétrico (alta velocidad) (SDSL, SHDSL)
- DSL de muy alta velocidad (VDSL, VDSL2)

<i>Technology</i>	<i>Downlink</i>	<i>Uplink</i>
ADSL	512kb/s	256kb/s
ADSL	1.5Mb/s	512kb/s
ADSL	8Mb/s	820kb/s
ADSL2	12Mb/s	1Mb/s
ADSL2+	24Mb/s	3.5Mb/s

<i>Technology</i>	<i>Speed</i>	<i>Use</i>
HDSL	1.5Mb/s	Alternative of T1/E1
SHDSL	5.6Mb/s	Home/business
VDSL	100Mb/s	FTTC

Línea de abonado digital asimétrica (ADSL)

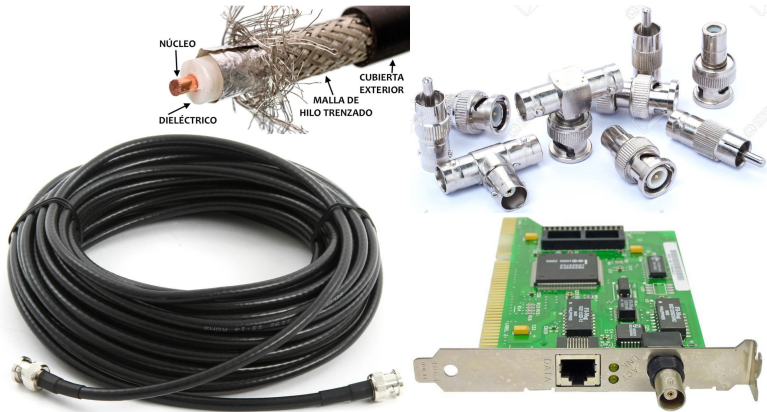


Router con WiFi

Acceso a cables coaxiales

- Los cables coaxiales se han utilizado para llevar televisión por cable a muchos hogares.
 - El operador de cable tiene una red física separada de la red telefónica
- La red de cable coaxial se puede utilizar para enviar datos a un hogar
 - Los cables coaxiales normalmente comparten el medio entre hogares del vecindario.
 - Topología punto a multipunto
 - Cuantas más personas utilicen al mismo tiempo, menor será el rendimiento para usted
 - DOCSIS es el estándar para la especificación de interfaz de servicio de datos por cable
 - Tasas de transferencia de datos (Bajada (*Down*)/Subida (*Up*)):
 - 6Mb/s / 768kb/s
 - 30Mb/s / 1Mb/s
- Características:
 - Generalmente más rápido que ADSL, aunque el medio es compartido
 - Puede evitar pagar por la línea telefónica (si usa Voz sobre IP)

Acceso a cables coaxiales

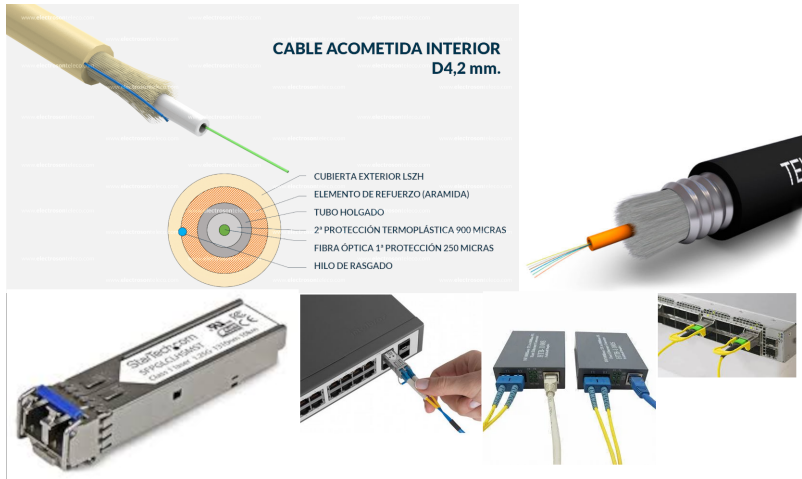


Cable coaxial, conectores BNC y NIC con transceivers RJ45 y BNC

Acceso a Fibra Óptica

- Fibra óptica utilizada principalmente en redes centrales (no de acceso)
- Sin embargo, es posible entregar fibra al usuario final.
 - En lugar de (o además de) cables de cobre y coaxiales
 - Conocido como Fibra hasta el hogar (FTTH), Premisa (FTTP) o Edificio (FTTB).
 - Topología punto a multipunto
 - Una única fibra óptica hacia un edificio (o varios edificios) es compartida por entre 10 y 30 usuarios.
 - Las velocidades típicas ofrecidas son 100 Mb/s (pero compartidas entre usuarios)
- Características:
 - Permite velocidades de datos mucho más altas que el cobre y el cable coaxial.
 - Soporte de datos (Internet), voz y video (por ejemplo, TV digital)
 - Requiere instalación de fibra óptica.

Acceso a Fibra Óptica



Fibra óptica, transceiver para fibra óptica, convertidor de fibra a UTP, switch con fibra óptica

Resumen: redes de acceso por cable

- Ethernet es la tecnología de red de acceso por cable más común
 - Casi todos los dispositivos informáticos tienen (o pueden admitir) tarjetas Ethernet
- Desde edificios (hogar/oficina) hasta otras redes centrales, comunes para hacer uso de las redes de telecomunicaciones existentes:
 - Acceso telefónico, DSL utilizando la red telefónica (PSTN)
 - Red de TV por cable coaxial usada
- La fibra óptica hasta el edificio es cada vez más popular
 - Velocidades más altas, pero costosas de implementar

Tecnologías de red central

- Circuitos digitales telefónicos
 - Líneas Arrendadas (*Leased Lines*), Jerarquías Digitales: PDH, SDH/SONET
 - Topología punto a punto
- WAN de conmutación de paquetes
 - X.25, Frame relay, ATM (cajero automático)
- Redes IP
- Conexiones inalámbricas
 - Microondas punto a punto, satélite

Circuitos digitales basados en teléfono

- Las redes telefónicas (PSTN) utilizan conmutación de circuitos.
- Las compañías telefónicas diseñaron originalmente sus redes centrales para transportar llamadas de voz digitalizadas (luego ampliadas para transportar datos).
 - Por lo tanto, la mayoría de las velocidades de datos se miden en múltiplos de 64 kb/s (o circuitos de voz).
 - Uso de PCM para muestrear voz a 8000 muestras por segundo, 8 bits por muestra
- La red de circuitos conmutados de las compañías telefónicas también se puede utilizar para proporcionar redes de circuitos privados (dedicados) entre puntos finales.
 - Normalmente, topología punto a punto, pero se puede extender a topologías de malla, estrella y anillo.

Circuitos digitales basados en teléfono

Jerarquía digital plerioncrónica (PDH)

- Enlaces originalmente punto a punto que utilizan líneas de cobre.
- Diferencias entre los estándares europeos y estadounidenses

Name	Bit Rate	Voice Circuits	Location
–	0.064 Mbps	1	
T1	1.544 Mbps	24	North America
T2	6.312 Mbps	96	North America
T3	44.736 Mbps	672	North America
T4	274.760 Mbps	4032	North America
E1	2.048 Mbps	30	Europe
E2	8.448 Mbps	120	Europe
E3	34.368 Mbps	480	Europe
E4	139.264 Mbps	1920	Europe

PDH se utiliza para conectarse entre sitios y generalmente se alquila mensualmente a una empresa de telecomunicaciones.

Por ejemplo, si la empresa de telefonía local tuviera un cableado de cobre entre su ciudad y la ciudad más próxima, podría arrendar un circuito PDH, como E1 a 2Mb/s.

Circuitos digitales basados en teléfono

Jerarquía digital síncrona (SDH)

- Desarrollado para aumentar las velocidades de datos y superar las limitaciones de PDH
- Utiliza fibra óptica
- SDH es un estándar «internacional»; SONET es la versión estadounidense

Standard Name	Optical Name	Bit Rate	Voice Circuits
STS-1	OC-1	51.840 Mbps	810
STS-3	OC-3	155.520 Mbps	2430
STS-12	OC-12	622.080 Mbps	9720
STS-24	OC-24	1,244.160 Mbps	19440
STS-48	OC-48	2.488 Gbps	38880
STS-96	OC-96	4.976 Gbps	64512
STS-192	OC-192	9.952 Gbps	129024
STS-256	OC-256	13.271 Gbps	172032

WAN de conmutación de paquetes

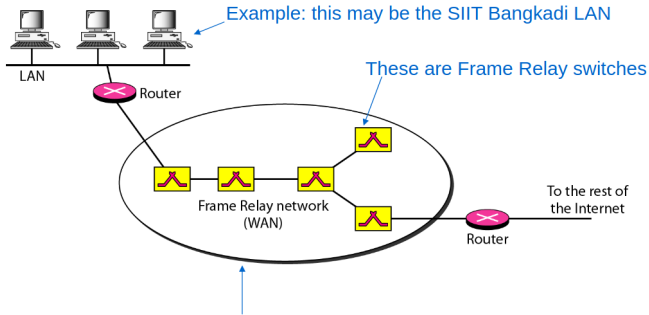
- Durante los últimos 30 años se han desarrollado y utilizado varias tecnologías de redes de conmutación de paquetes.
 - Una empresa de telecomunicaciones (u gran organización) implementa sus propios medios de transmisión (cables de cobre o fibra óptica) y ejecuta un servicio de conmutación de paquetes.
- Conmutación de paquetes de circuito virtual
 - X.25
 - Frame Relay
 - ATM
- Conmutación de paquetes de datagramas
 - IP

- Estándar ITU-T para la interfaz entre el host y la red conmutada por paquetes
 - Desarrollado en la década de 1970; Iniciado por los operadores telefónicos, existía la necesidad de proporcionar conectividad WAN a través de redes de datos públicas.
 - Diseñado para transmitir a través de enlaces analógicos propensos a errores
 - Hoy en día, sustituidas en gran medida por otras tecnologías (frame Relay, IP sobre SONET, . . .)
 - Las redes heredadas soportan principalmente aplicaciones orientadas a transacciones (por ejemplo, financieras)
 - Todavía se utiliza en los países en desarrollo.
- Define tres capas
 - Físico
 - Enlace
 - Paquete (como capa de red)
- La velocidad típica es de 64 kb/s; hasta 2Mb/s

Frame Relay

- Desarrollado a finales de los 80 y principios de los 90.
- Diseñado para eliminar la mayoría de los gastos generales de X.25
- Se envía una única trama de datos de usuario desde el origen al destino.
 - No hay acuses de recibo para el control de flujo o control de errores salto por salto (Capa 2)
 - Pero como muchos enlaces de comunicación son muy fiables ahora, esto no es un gran problema.
 - Menos gastos generales que X.25. Frame Relay es más eficiente
- Proporciona una velocidad de datos de 1,5 Mb/s, ampliada a 44 Mb/s

Red Frame Relay

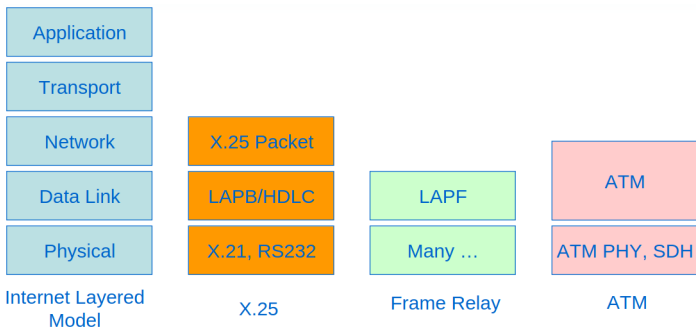


Ejemplo: puede ser una red propiedad de un ISP y operada por él. SIIT paga al ISP para transportar tráfico a otras redes (por ejemplo, Rangsit, otras universidades, Internet)

Modo de Transferencia Asíncrona

- En los '80, a medida que Internet crecía, se requería métodos más rápidos que la conmutación (y el enrutamiento) de datagramas IP.
 - Los enrutadores que realizaban reenvío/enrutamiento en software eran lentos para redes grandes
- ATM se desarrolla, con la intención de ser usado como tecnología rápida WAN y LAN.
 - Conmutación de paquetes basada en circuitos virtuales
 - Paquetes de tamaño fijo (53 bytes) o celdas ATM: 48 bytes de datos y 5 bytes de encabezado
 - Mejor soporte para voz, video y datos: Control de Calidad de Servicio (no estaba disponible en IP en ese momento)
 - Admite velocidades de datos desde 25 Mbs hasta 622 Mb/s (ahora incluso más rápido)
- Estado actual:
 - Actualmente, las empresas de telecomunicaciones utilizan las WAN ATM para conectar sus redes (por ejemplo, dentro de los ISP, entre ciudades, entre ciudades).
 - En el futuro, podrá ser sustituido por IP sobre redes ópticas (SDH/SONET)
 - Las LAN ATM no tuvieron éxito: Ethernet es el estándar LAN dominante

Capas en tecnologías de conmutación de paquetes



Se puede considerar que la conmutación de circuitos (PDH (*Plesiochronous Digital Hierarchy*), SDH (*Synchronous Digital Hierarchy*)) se realiza en la capa física.

Resumen: redes centrales cableadas

- Tecnologías de conmutación de circuitos
 - Aprovechar las redes de telecomunicaciones existentes
- Tecnologías de conmutación de paquetes
 - Más eficiente que la conmutación de circuitos para el tráfico de datos
- Muchas de las tecnologías se utilizan juntas.
 - ATM puede utilizar SDH como capa física

Tecnologías de redes inalámbricas

Comunicaciones inalámbricas

- Beneficios

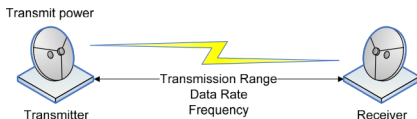
- Comunicaciones sin ataduras (sin cables)
 - En algunos casos, puede permitir una instalación rápida.
 - La instalación y el mantenimiento de cables es costosa
- Movilidad de usuarios y dispositivos

- Desafíos

- El canal inalámbrico no es tan robusto como el cableado
 - Más errores, por lo tanto más pérdidas y retransmisiones, menos rendimiento
 - Mayores retrasos, por lo tanto deben esperar mucho tiempo para las retransmisiones, menor rendimiento
 - Condiciones variables debido a la movilidad y el medio ambiente.
 - Ejemplo: las retransmisiones basadas en tiempos de espera pueden provocar un rendimiento deficiente
- El espectro de radio es limitado (no se pueden simplemente agregar más cables)
 - Por tanto debe «compartir» eficientemente el espectro entre todos los usuarios
- Muchos protocolos de Internet se diseñan asumiendo un «enlace perfecto»
 - Por ejemplo, a veces TCP puede funcionar mal a través de un enlace inalámbrico.
- La seguridad física es difícil (por ejemplo, no se pueden limitar fácilmente las transmisiones a un edificio)
 - Por lo tanto, se necesita seguridad adicional en la red.

Transmisión inalámbrica

- Un modelo aún más simple de transmisión inalámbrica:

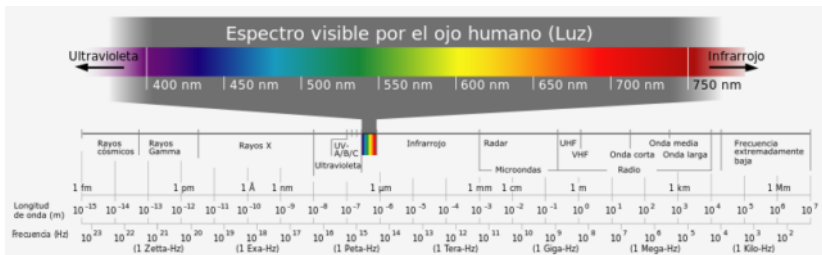


- Como profesionales de TI, estamos interesados en:
 - Tasa de Datos (*Data Rate*): ¿a qué velocidad podemos enviar los datos? [bits por segundo]
 - Rango de transmisión: ¿hasta dónde podemos enviar los datos? [metros]
 - Frecuencia: ¿es gratuito o tiene licencia? ¿Quién más puede interferir? [Hercios]
 - Potencia de transmisión: ¿cuánta batería de nuestro dispositivo inalámbrico consumirá? [vatios]
 - (y por supuesto, el costo: diferentes tecnologías tendrán costos diferentes) [Dólar USA]

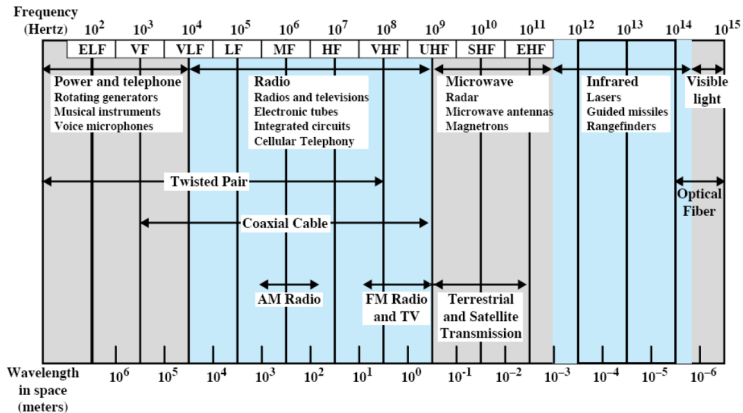
Espectro, Frecuencia y Ancho de Banda

- Se envía una señal a alguna frecuencia f con ancho de banda b
 - El conjunto de todas las frecuencias disponibles se llama *espectro*.
- ¿Por qué es importante la frecuencia (y el ancho de banda)?
 - Velocidad de datos
 - Un mayor ancho de banda (y frecuencia) generalmente conduce a una mayor velocidad de datos
 - Rango de transmisión
 - Una frecuencia más alta conduce a un alcance más corto
 - Las diferentes señales de frecuencia se ven afectadas por obstáculos de diferentes maneras.
 - Por ejemplo algunas frecuencias se ven afectadas por la lluvia, otras atravesarán las paredes, etc
 - Interferencia
 - Si otras personas/tecnologías usan la misma frecuencia, pueden interferir, causando velocidades más bajas.
 - Por ejemplo: Algunos teléfonos residenciales inalámbricos pueden interferir con la LAN inalámbrica.
 - Costo
 - El espectro es limitado y gestionado por organizaciones nacionales/internacionales.
 - Algunas frecuencias son de uso gratuito para cualquiera (dentro de algunas reglas)
 - Por ejemplo, la mayoría de las LAN inalámbricas funcionan en la frecuencia gratuita Industrial Scientific Medical (ISM)
 - Otras frecuencias para las que necesitas una licencia
 - La licencia puede ser costosa, p.e. en el 2020, las empresas alemanas gastaron más de cinco millones de dólares USA en licencias para utilizar el espectro para redes móviles 3G.

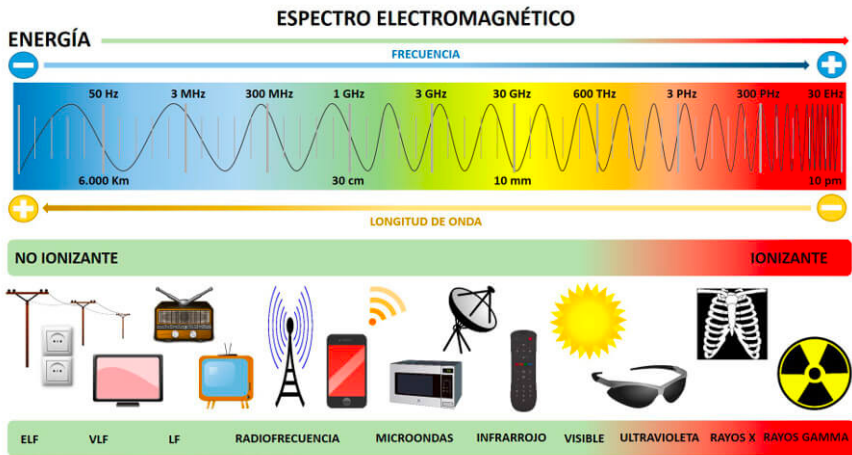
Espectro, Frecuencia y Ancho de Banda



Espectro, Frecuencia y Ancho de Banda



Espectro, Frecuencia y Ancho de Banda



ELF: Extremadamente baja frecuencia. VLF: Muy baja frecuencia. LF: Baja frecuencia

Comunicaciones inalámbricas de corto alcance

- Alcance: hasta unos 10 metros
- Ejemplos: Bluetooth, IrDA (infrarrojos), ZigBee e IEEE 802.15.4, banda ultra ancha (UWB)
- Aplicaciones: conectar dispositivos electrónicos entre sí
 - Escritorio inalámbrico: teclado, ratón, PC, monitor conectados sin cables
 - Redes de área personal o corporal: dispositivos que lleva consigo (teléfono móvil, PDA, cámara, reloj, auriculares) conectados
 - Automatización: control y monitorización de dispositivos (luces, maquinaria, aire acondicionado, entretenimiento) en hogares, oficinas, fábricas, hospitales,...

<i>Technology</i>	<i>Frequency</i>	<i>Data Rate</i>	<i>Power</i>	<i>Range</i>
Bluetooth	2.4GHz	<3Mb/s	1-3mW	1-10m
ZigBee	915MHz/ 2.4GHz	<250kb/s	1mW	10's m
UWB	3-10GHz	>100Mb/s	~1mW	<10 m
IrDA	350THz	115kb/s to < 4Mb/s	~1mW	<1 m

LAN inalámbricas

- Rango: metros a cientos de metros
- Ejemplos: serie IEEE 802.11 (11b, 11a, 11g, 11n)
- Aplicaciones: conectividad LAN doméstica/oficina; puntos calientes de la ciudad/públicos; ...
- Topología: punto a multipunto (medio compartido)

<i>Technology</i>	<i>Frequency</i>	<i>Data Rate</i>	<i>Range</i>
11b	2.4GHz	11Mb/s	20-300m
11a	5GHz	54Mb/s	15-30m
11g	2.4GHz	54Mb/s	25-75m
11n	5GHz	300Mb/s	20-60m

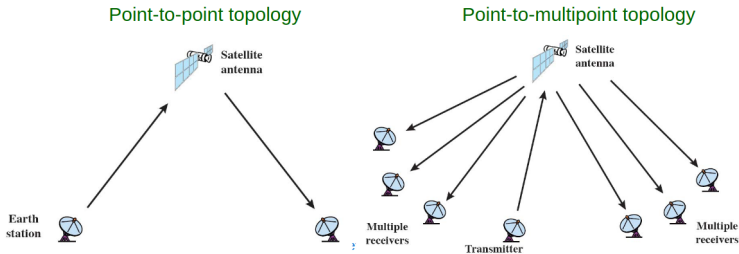
Inalámbrico fijo punto a punto

- Alcance: hasta decenas de kilómetros
- Ejemplos: productos de microondas patentados, IEEE 802.16 (WiMax), IEEE 802.11
- Aplicaciones: reemplazo de enlaces WAN (centrales) punto a punto (por ejemplo, alternativa para PDH, SDH)
- Dispositivos normalmente fijos (por ejemplo, antenas en torres), que utilizan antenas altamente direccionales.
- WiMax (802.16) teóricamente proporciona velocidades de hasta 70 Mb/s (o un alcance de 50 km)
 - Velocidades simétricas, espectro licenciado.

<i>Technology</i>	<i>Frequency</i>	<i>Data Rate</i>	<i>Range</i>	<i>Direction</i>
802.11b	2.4GHz	11Mb/s	10-20km	LOS
802.16	~11GHz	10-20Mb/s	10-20km	LOS
802.16	2.3/2.5/ 3.5GHz	2Mb/s	10km	NLOS

Satélite

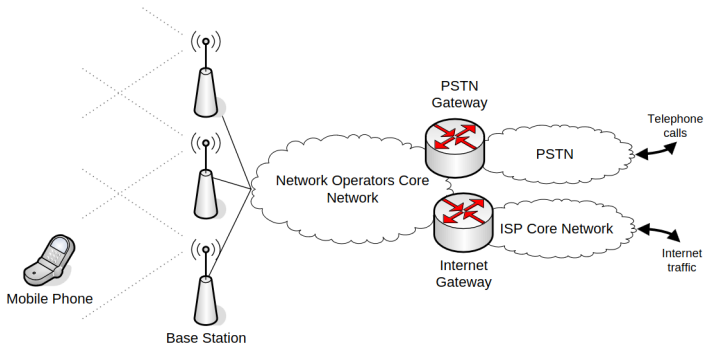
- Alcance: miles de kms
- Ejemplos: IPStar; CCSDS, SCPS, protocolos propietarios
- Aplicaciones: acceso a Internet; Difusión de radio y televisión; telefonía remota
- Los enlaces satelitales varían desde Mb/s hasta decenas de Gb/s (a menudo compartidos entre muchos usuarios)



Telefonía Móvil

- Alcance: km
- Ejemplos:
 - Derivado GSM: CSD, GPRS, EDGE, UMTS, HSPA, LTE
 - CDMAone derivado: 1xRTT, EV-DO, UMB
- Aplicaciones: acceso a Internet móvil; voz/vídeo sobre IP; recopilación y seguimiento de datos
- Las redes de telefonía móvil se han ido actualizando progresivamente para soportar tanto llamadas de voz como de datos

Telefonía Móvil



Tecnologías de datos derivados de GSM

- Datos conmutados por circuito (CSD): 14 kb/s
 - Cree una conexión con conmutación de circuitos a través de una conexión de llamada de voz GSM original
- Servicio General de Radio por Paquetes (GPRS): 60/40 kb/s
- Velocidades de datos mejoradas para GSM Evolution (EDGE): 240/120 kb/s
 - GPRS y EDGE son extensiones de GSM; la mayoría de las redes los admiten con actualizaciones menores
- Sistema Universal de Telecomunicaciones Móviles (UMTS): 384 kb/s
 - Un nuevo sistema respecto al GSM; sistema 3G más utilizado
- Acceso a paquetes de alta velocidad
 - Extensiones de UMTS para aumentar las velocidades de datos
 - HSDPA (D = enlace descendente): 14,4 Mb/s
 - HSUPA (U = enlace ascendente): 5,7 Mb/s
 - HSPA+: 42/22 Mb/s
- Evolución a largo plazo (LTE): 326/86 Mb/s
 - Un nuevo sistema frente a UMTS

Resumen: Redes inalámbricas

- Las tecnologías inalámbricas se pueden utilizar tanto para redes de acceso como para redes centrales.
 - Acceso: WLAN, Bluetooth, Telefonía Móvil, WiMax, Satélite
 - Proporcionar principalmente movilidad a usuarios o acceso en zonas remotas
 - Núcleo: WiMax, Satélite, WLAN
 - Actúa como reemplazo de cables cuando es difícil implementar cables; dispositivos típicamente fijos
- Las tecnologías inalámbricas suelen tener velocidades de datos más bajas que las tecnologías cableadas de costo similar.
 - WLAN (54 Mb/s) frente a Ethernet (100/1000 Mb/s)
 - EDGE (240 kb/s) frente a ADSL (1,5 Mb/s)
 - HSPA (10 Mb/s) frente a óptico (100 Mb/s)
 - WiMax (35 Mb/s) frente a óptico (1000 Mb/s)