

Redes de conmutación.

Contenido

Redes de conmutación.....	1
Redes de circuitos	3
Conmutación de circuitos	3
Modos de señalización	5
Red de Acceso	5
Redes 1° generación AMPS,	7
Redes 2° generación, GSM y D-AMPS	7
Redes 3° generación, WCDMA	8
Redes 4° Generación LTE.....	8
Planificación de cobertura	8
Aumento de Capacidad	11
Redes de paquetes.....	11
WAN	13
LAN	13
Arquitectura NFVI.....	15
Transporte.....	16
Redes definidas por software (SDN)	16

En los tipos de redes de comunicación conmutadas, los datos que entran a la red procedentes de una estación se encaminan hacia el destino mediante su conmutación de nodo en nodo.

Por ejemplo, en la Figura 10.1, los datos desde la estación A con destino a la estación F se envían al nodo 4. Éstos se pueden encaminar hasta el destino a través de los nodos 5 y 6, o bien vía los nodos 7 y 6. Diversas consideraciones se pueden realizar acerca de las redes conmutadas:

- Algunos nodos sólo se conectan con otros nodos (por ejemplo, los nodos 5 y 7), siendo su única tarea la conmutación interna (en la red) de los datos. Otros nodos tienen también conectadas una o más estaciones, de modo que, además de sus funciones de conmutación, estos nodos aceptan datos desde y hacia las estaciones conectadas a ellos.
- Los enlaces entre nodos están normalmente multiplexados, utilizándose multiplexación por división en frecuencias (FDM) o por división en el tiempo (TDM).
- Por lo general, la red no está completamente conectada; es decir, no existe un enlace directo entre cada posible pareja de nodos. Sin embargo, siempre resulta deseable tener más de un camino posible a través de la red para cada par de estaciones. Esto mejora la fiabilidad o seguridad de la red.

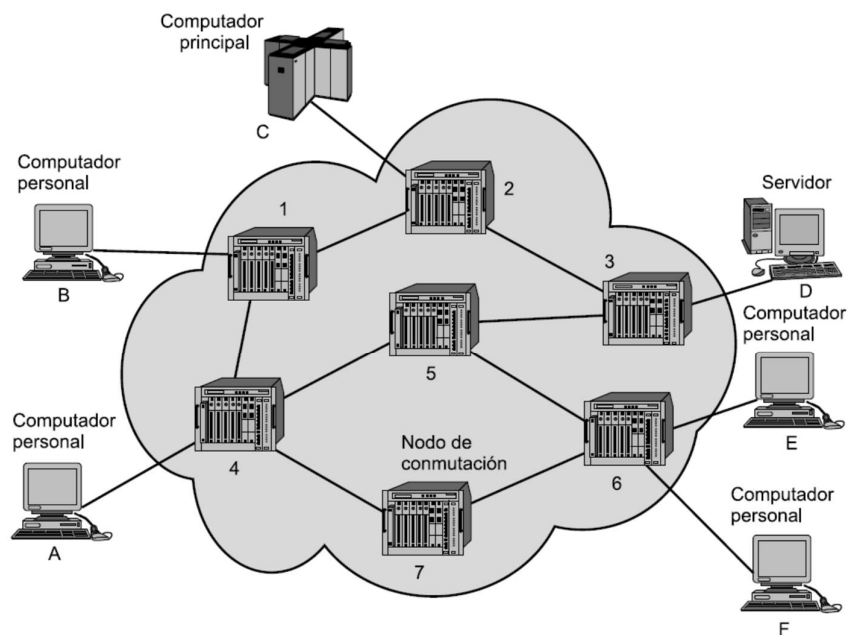


Figura 10.1. Red de conmutación simple.

Redes de circuitos

Conmutación de circuitos

La técnica de conmutación de circuitos se desarrolló para tráfico de voz, aunque también puede gestionar tráfico de datos, si bien su uso en este último tipo de aplicaciones resulta ineficiente.

En la conmutación de circuitos se establece un canal de comunicaciones dedicado entre dos estaciones. Se reservan recursos de transmisión y de conmutación de la red para su uso exclusivo en el circuito durante la conexión. Ésta es transparente: una vez establecida parece como si los dispositivos estuviesen directamente conectados.

En cada uno de los enlaces físicos se dedica un canal lógico para cada conexión establecida. La comunicación vía la conmutación de circuitos implica tres fases:

1. **Establecimiento del circuito.** Antes de transmitir señal alguna, se debe establecer un circuito extremo a extremo (estación a estación). Por ejemplo, la estación A envía una solicitud al nodo 4 pidiendo una conexión con la estación E. Generalmente, el enlace entre A y 4 es una línea dedicada, por lo que esa parte de la conexión existe ya. El nodo 4 debe encontrar el siguiente enlace de la ruta para alcanzar el nodo 6. En función de la información de encaminamiento y de las medidas de disponibilidad y, quizá, del coste, el nodo 4 selecciona el enlace hacia el nodo 5, reserva un canal libre del enlace (utilizando FDM o TDM) y envía un mensaje a E solicitando la conexión. Tras esto queda establecido un camino dedicado desde A hasta 5 a través de 4. Dado que pueden existir varias estaciones conectadas al nodo 4, éste debe ser capaz de establecer rutas internas desde varias estaciones a múltiples nodos. El resto del proceso es similar. El nodo 5 reserva un canal hasta el nodo 6 y asigna internamente este canal al que viene desde el nodo 4. El nodo 6 completa la conexión con E, para lo cual se realiza un test con objeto de determinar si E está ocupada o, por el contrario, se encuentra lista para aceptar la conexión.
2. **Transferencia de datos.** Tras el establecimiento del circuito se puede transmitir la información desde A hasta E a través de la red. Los datos pueden ser analógicos o digitales, dependiendo de la naturaleza de la red. Debido a la tendencia actual de migración hacia redes digitales completamente integradas, la utilización de transmisiones digitales (binarias) tanto de voz como de datos se está convirtiendo en el método de comunicaciones predominante. El camino del ejemplo está constituido por el enlace A-4 (conmutación interna a través de 4), el canal 4-5 (conmutación interna a través de 5), el canal 5-6 (conmutación interna a través de 6) y el enlace 6-E. Normalmente, la conexión es full-duplex.

3. **Desconexión del circuito.** Tras la fase de transferencia de datos, la conexión finaliza por orden de una de las dos estaciones involucradas. Las señales se deben propagar a los nodos 4, 5 y 6 para que éstos liberen los recursos dedicados a la conexión que se cierra.

Un nodo de conmutación de circuitos consiste en tres funciones básicas:

- **Matriz de conmutación:** Su función es establecer la ruta física temporal entre dos dispositivos, generalmente es full duplex.
- **Interfaz de red.** Funciones de software y Hardware para conectar la matriz de conmutación a los dispositivos y/o otros nodos de la red.
- **Unidad de control.** Es la función que se encarga de gestionar la

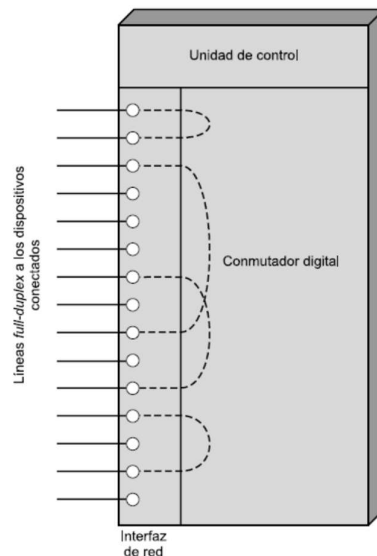
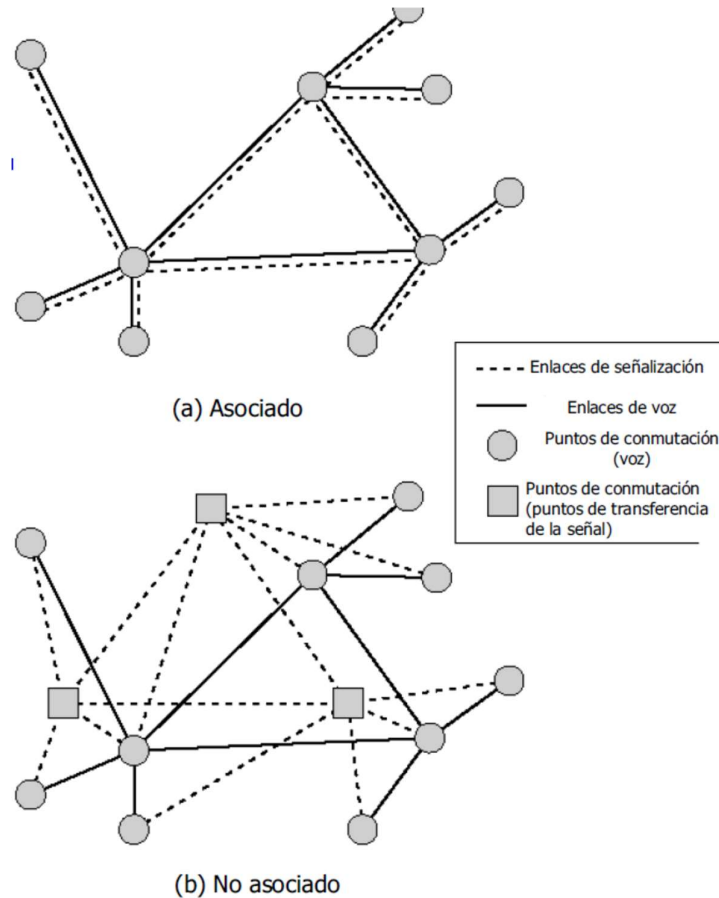


Figura 10.4. Elementos de un nodo de conmutación de circuitos.

La tecnología ha evolucionado las centrales de conmutación separando el plano de control del plano de conmutación. (Estándar denominado reléase 4)

Modos de señalización

Se pueden utilizar dos formas de señalización, por canal común o por canal asociado.



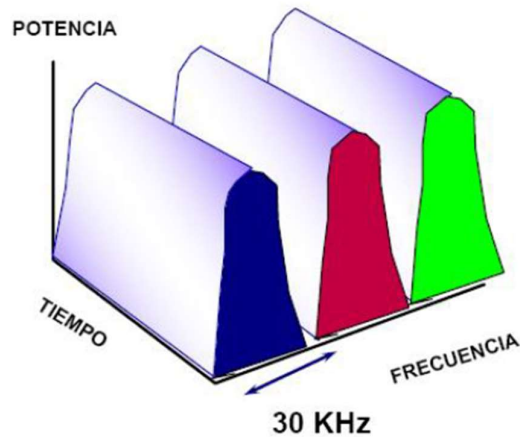
Red de Acceso

- FDMA

El acceso múltiple por división de frecuencia, también conocido como FDMA (acrónimo en inglés de Frequency Division Multiple Access) es una técnica de multiplexación usada en múltiples protocolos de comunicaciones, tanto digitales como analógicos, principalmente de radiofrecuencia.

En FDMA, el acceso al medio se realiza dividiendo el espectro disponible en canales, que corresponden a distintos rangos de frecuencia, sin interferirse entre sí. Se asignan estos canales a los distintos usuarios y comunicaciones a realizar.

Diseñado principalmente para transmitir señales analógicas, aunque también se pueden transmitir señales digitales aplicando modulación por PSK y FSK.

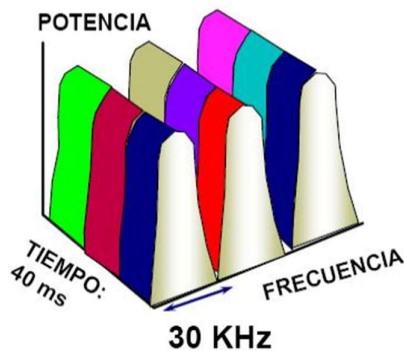


- TDMA

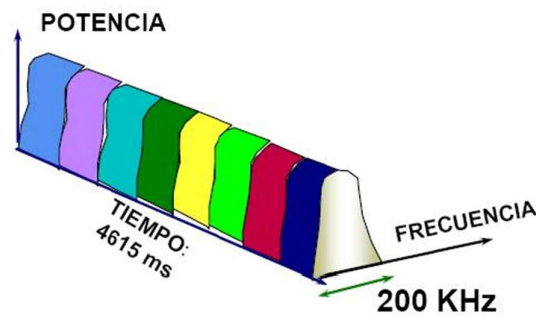
El acceso múltiple por división de tiempo (Time Division Multiple Access o TDMA) es una técnica de multiplexación de señales digitales, que distribuye las unidades de información en ranuras alternas de tiempo ("Time Slots"), proveyendo acceso múltiple a un reducido número de frecuencias

El ancho de banda total del medio de transmisión es asignado a cada canal durante una fracción del tiempo total (intervalo de tiempo).

Mediante el uso de TDMA se divide un único canal de frecuencia de radio en varias ranuras de tiempo (tres en D-AMPS, ocho en GSM).



(a) Utilización en D-AMPS

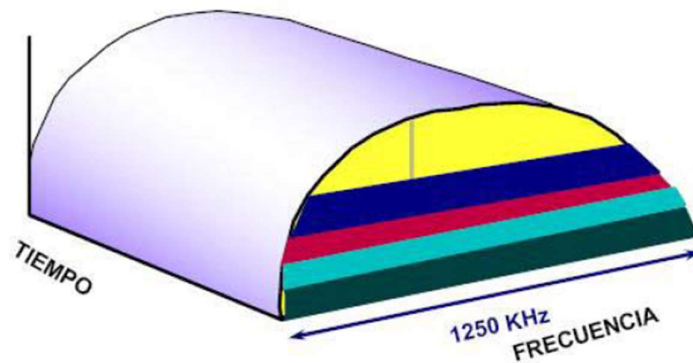


(b) Utilización en GSM

- CDMA

El acceso múltiple por división de código o CDMA (del inglés Code Division Multiple Access) emplea una tecnología de espectro expandido y un esquema especial de codificación, por el que a cada transmisor se le asigna un código único, escogido de forma que sea ortogonal respecto al del resto; el receptor capta las señales emitidas por todos los transmisores al mismo tiempo, pero gracias al esquema de codificación (que emplea códigos ortogonales entre sí) puede seleccionar la señal de interés si conoce el código empleado a pesar que

todas las señales comparten la misma frecuencia. El ancho de banda en CDMA es de 1,25 MHz y en WCDMA es de 5MHz.



Ejemplo

Una analogía posible para el problema del acceso múltiple sería una habitación (que representaría el canal) en la que varias personas desean hablar al mismo tiempo. Si varias personas hablan a la vez, se producirán interferencias y se hará difícil la comprensión. Para evitar o reducir el problema, podrían hablar por turnos (estrategia de división por tiempo - TDMA), hablar unos en tonos más agudos y otros más graves de forma que sus voces se distinguieran (división por frecuencia - FDMA) o hablar en idiomas distintos (división por código CDMA), donde solo las personas que conocen el código (es decir, el "idioma") pueden entenderlo.

Redes 1° generación AMPS,

Redes Analógicas (Utiliza FDMA), Definidas solamente para transmisión de la Voz. No estaba definido el estándar de SMS, como modem podían transmitirse 2400 baudios.

Carecían de todo tipo de encriptación por lo que podían escucharse las llamadas sabiendo que canal sintonizar.

Redes 2° generación, GSM y D-AMPS

Utiliza FDMA para canalizar el espectro y TDMA multiplexar cada TX que tiene 3 canales en la tecnología D-AMPS y 8 canales en GSM. Diseñado para Señales Digitales con prioridad en canales de Voz y SMS.

Se da inicio a la conmutación de paquetes en las redes móviles, con una asignación mínima de 2 canales por Transceptor.

GSM aplica, para reducir interferencia el concepto de frequency hopping.

Nota: EEUU utilizó CDMA como estándar de 2G, aunque no prosperó por el alto costo de los terminales móviles frente al costo de los terminales GSM.

Redes 3° generación, WCDMA

Utiliza CDMA con mayor ancho de banda, pasa de 1,25MHz a 5 MHz por portadora. Los canales de voz y de datos compiten por el recurso libre. Si se priorizan los parámetros de datos se degrada la voz y viceversa.

La estación base controla la potencia de los terminales, buscando que transmitan a la menor potencia posible, esto genera que un incremento de tráfico reduzca el área de cobertura. Capacidad flexible o elástica.

Redes 4° Generación LTE

Utiliza OFDMA, multiplexación por división de frecuencias ortogonales. Múltiples subportadoras envían la información, en ancho de banda adaptivo: 1.4, 3, 5, 10, 15 y 20 MHz por portadora.

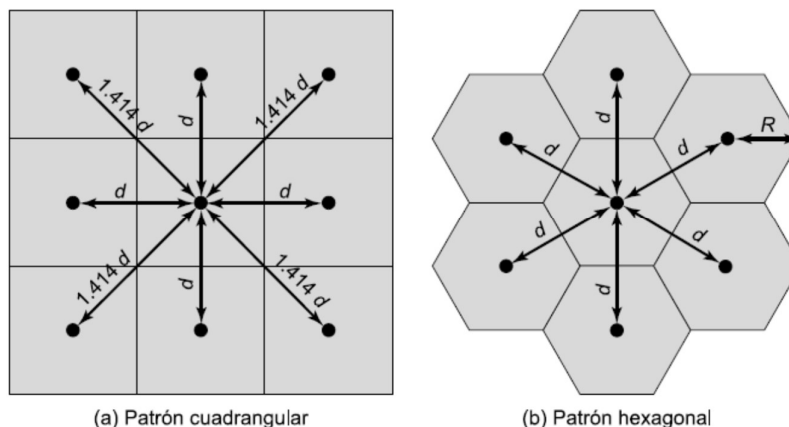
Sistema totalmente implementado por conmutación de paquetes, es decir solo se establecen sesiones de datos, la voz es una sesión particular de datos utilizando el protocolo VoIP.

Planificación de cobertura

Para solucionar el problema de limitación en cobertura y capacidad que presenta una estación base, surge el concepto de celda. El área a cubrir se divide en zonas o celdas, en la cual cada Estación de Radio (RBS Radio Base Station) atenderá un cierto numero de llamadas o sesiones de datos.

La irradiación de potencia será la mínima necesaria para cubrir la celda, de manera que se reduzca la interferencia por el reúso de frecuencias en celdas adyacentes.

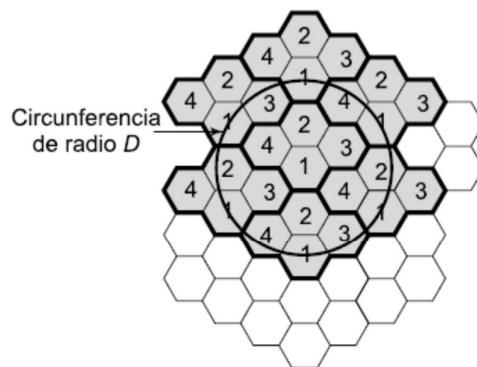
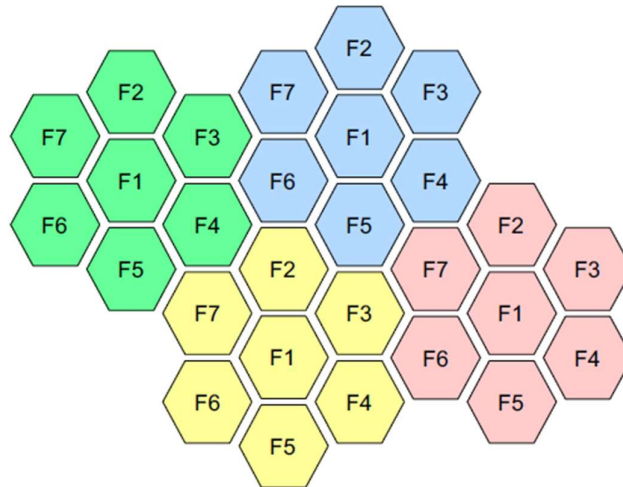
La grilla, agrupación de celdas, es generada a partir de celdas exagonales, para que la distancia entre celdas sea equivalente. En una grilla cuadriculada, las celdas en las diagonales están un 41% más alejadas que las adyacentes.



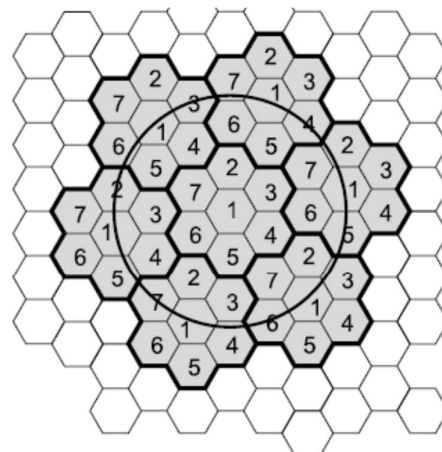
Reúso de frecuencia en FDMA, reúso de Códigos en CDMA

El objetivo es usar la misma frecuencia o código en otras celdas cercanas, permitiendo de esta forma que la misma frecuencia pueda ser empleada en varias conversaciones simultáneamente.

Usualmente se realiza una agrupación de 7 celdas llamado cluster, aunque ante situaciones de alta demanda es necesario cambiar a reúso de clústers de 4 celdas.



(a) Patrón de reutilización de frecuencias para $N = 4$

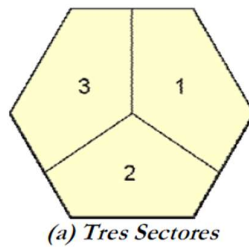


(b) Patrón de reutilización de frecuencias para $N = 7$

Tener presente que la forma exagonal es a modo de planificación, la cobertura real dependerá de las condiciones de propagación.

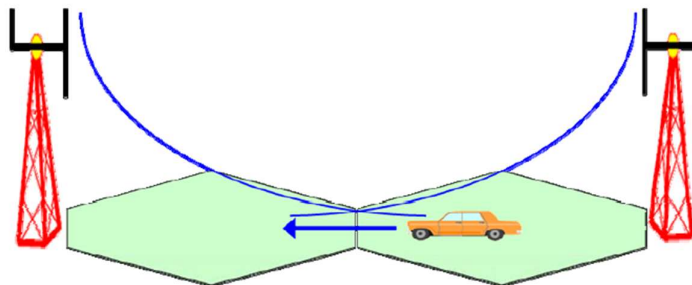
Recordar que Fading es el desvanecimiento, o la variación temporal de la potencia de la señal recibida debido a los cambios existentes en el medio de transmisión o en la trayectoria o trayectorias seguidas.

Si ante el aumento de demanda de tráfico, la capacidad de la celda comenzara a experimentar congestión, se subdividen las celdas en tres sectores cada una con el consiguiente reagrupamiento de frecuencias.



Handoff Es el procedimiento de pasar una llamada dentro de un canal de una celda a otro canal de otra celda. Esto se produce a medida que el usuario se mueve de una celda a otra, lo que requiere traspasar la llamada de un transceptor base a otro.

Se suele diferenciar este procedimiento en Hard Handoff, cuando el cambio es de un canal a otro liberando los recursos antes de sintonizarse en el nuevo canal. (Utilizado en TDMA – FDMA) o Soft Handoff cuando hay cambio de celda y en el procedimiento primero se conecta a la estación de destino y luego libera la celda original. (Utilizado en CDMA).



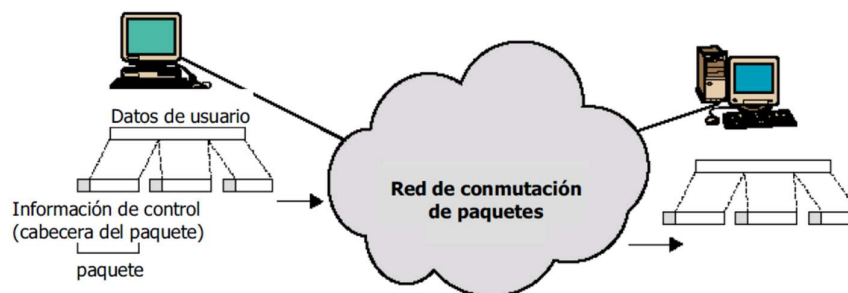
Aumento de Capacidad

- Adición de nuevos canales: cuando un sistema se despliega en una región, lo común es que no todos los canales sean utilizados, de forma que el crecimiento y la expansión pueden ser gestionados ordenadamente mediante la adición de nuevos canales.
- Reducción de tamaño de celdas: Las celdas en zonas de alto uso pueden ser divididas en celdas más pequeñas. Las celdas originales tienen un tamaño de entre 6,5 y 13 km, (Limite de GSM 35Km por desplazamiento bit sincronismo). En zonas de alta densidad las celdas tienen un Radio de 700mts
- Sectorización de celdas: con esta técnica, una celda se divide en una serie de sectores en forma de cuña, cada uno de los cuales dispone de su propio conjunto de canales. Se emplean generalmente 3 o 6 sectores por celda, asignándose a cada uno de ellos un subconjunto distinto de los canales de la celda. En la estación base se emplean antenas direccionales enfocadas hacia cada sector.

Redes de paquetes

La técnica de conmutación de paquetes se diseñó para ofrecer un servicio más eficiente que el proporcionado por la conmutación de circuitos para el tráfico de datos. En la conmutación de paquetes, una estación realiza la transmisión de los datos en base a pequeños bloques llamados paquetes, cada uno de los cuales contiene una parte de los datos de usuario, además de información de control necesaria para el adecuado funcionamiento de la red.

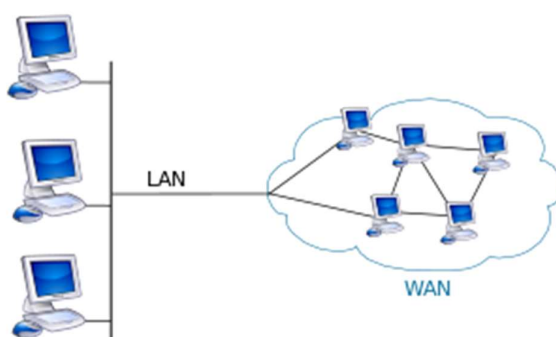
Un elemento clave distintivo de las redes de conmutación de paquetes lo constituye el hecho de que el funcionamiento interno puede basarse en datagramas o en circuitos virtuales. En el caso de los circuitos virtuales internos se define una ruta entre dos puntos de comunicación finales o extremos, de modo que todos los paquetes para dicho circuito virtual siguen el mismo camino. Por su parte, en el caso de los datagramas internos, cada paquete se trata de forma independiente, por lo que paquetes con el mismo destino pueden seguir rutas diferentes.



WAN

Una red de área amplia, o WAN (Wide Area Network en inglés), es una red de computadoras que une varias redes locales, aunque sus miembros no estén todos en una misma ubicación física. Muchas WAN son construidas por organizaciones o empresas para su uso privado, otras son instaladas por los proveedores de Internet (ISP) para proveer conexión a sus clientes.

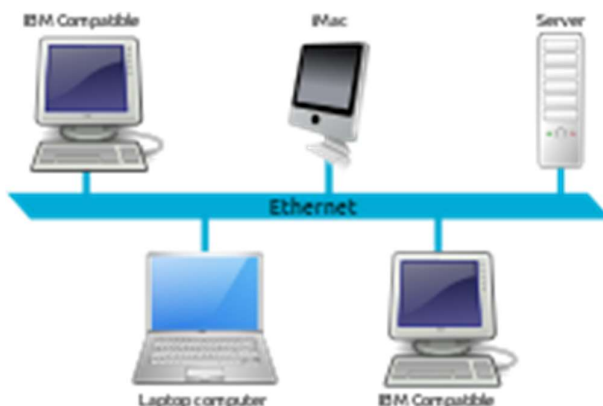
Las WAN se utilizan para conectar redes LAN y otros tipos de redes. Así los usuarios se pueden comunicar con los usuarios y equipos de otros lugares. Muchas WAN son construidas por una organización en particular y son privadas. Otras, construidas por los proveedores de servicios de Internet, que proporcionan conexiones LAN a una organización de Internet.



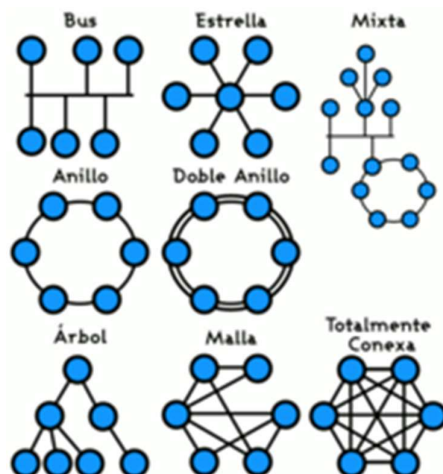
LAN

Una red de área local o LAN (por las siglas en inglés de Local Area Network) es una red de computadoras que abarca un área reducida a una casa, un departamento o un edificio.

La topología de red define la estructura de una red. Una parte de la definición topológica es la topología física, que es la disposición real de los cables o medios. La otra parte es la topología lógica, que define la forma en que los hosts acceden a los medios para enviar datos.



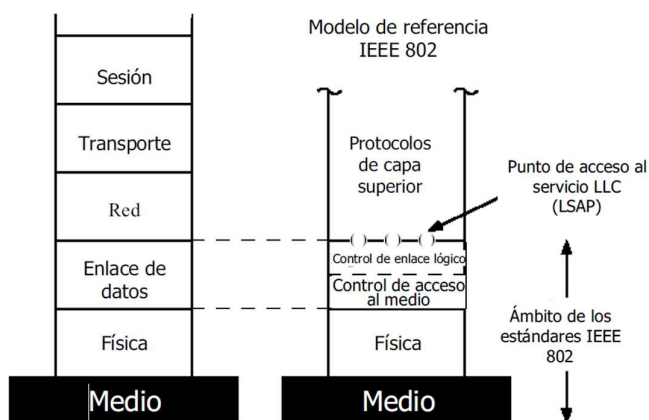
Topologías físicas de conexión



La capa de enlace físico (Capa 2 en el Modelo OSI) se subdivide en dos capas, LLC (Logical Link control) y MAC (Media Access Control).

La subcapa MAC, parte inferior de la capa 2 del modelo OSI tiene como funciones la detección y corrección de errores, descartar las tramas duplicadas o con errores y controlar el acceso al medio físico.

La subcapa LLC define la forma en la que los datos son transferidos en el medio físico, maneja el control de errores, control del flujo, entramado, control de diálogo y del direccionamiento de la MAC



Topología lógica

La topología lógica de una red es la forma en que los hosts se comunican a través del medio. Los dos tipos más comunes de topologías lógicas son broadcast y transmisión de tokens.

La topología broadcast simplemente significa que cada host envía sus datos hacia todos los demás hosts del medio de red. No existe un orden que las estaciones deban seguir para utilizar la red. Es por orden de llegada, es como funciona Ethernet.

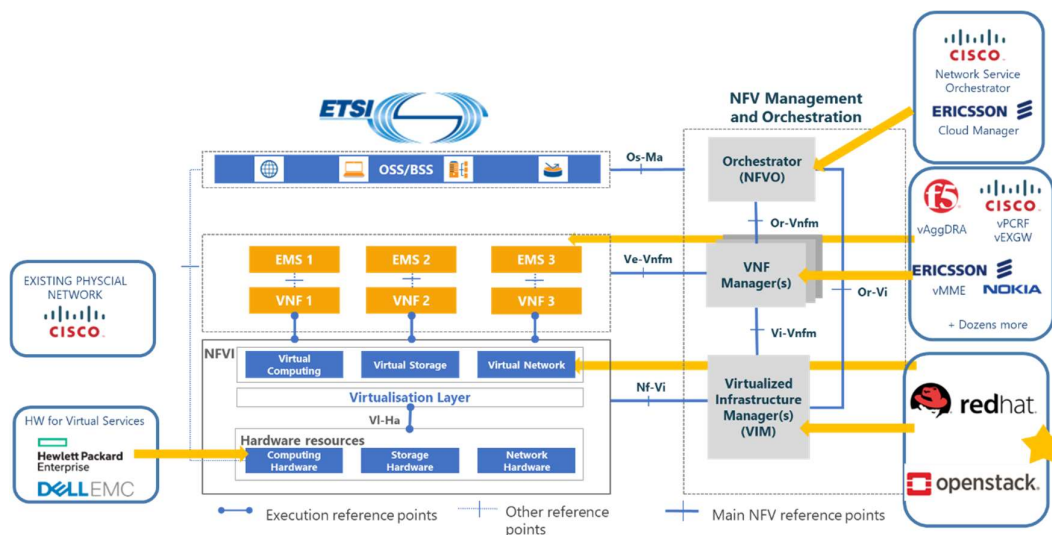
La topología transmisión de tokens controla el acceso a la red mediante la transmisión de un token electrónico a cada host de forma secuencial. Cuando un host recibe el token, ese host puede enviar datos a través de la red. Si el host no tiene ningún dato para enviar, transmite el token al siguiente host y el proceso se vuelve a repetir. Dos ejemplos de redes que utilizan la transmisión de tokens son Token Ring y la interfaz de datos distribuida por fibra (FDDI)

Arquitectura NFVI

La virtualización de las funciones de red (NFV) se utiliza para virtualizar los servicios de red, como los enrutadores, los firewalls y los equilibradores de carga, que tradicionalmente se ejecutaban en el hardware propietario. Estos servicios se empaquetan como máquinas virtuales (VM) en el hardware básico, lo cual permite que los proveedores de servicios ejecuten sus redes en servidores estándar, en lugar de hacerlo en los propietarios.

Con la NFV no necesita un hardware exclusivo para cada función de la red. Además, mejora la escalabilidad y la agilidad, pues permite que los proveedores ofrezcan nuevos servicios y aplicaciones de red según se soliciten, sin necesidad de recursos de hardware adicionales.

Si bien la virtualización tuvo su inicio en los datacenters (IT) esta en proceso la implementación de esta arquitectura en el ámbito de las comunicaciones (CT).

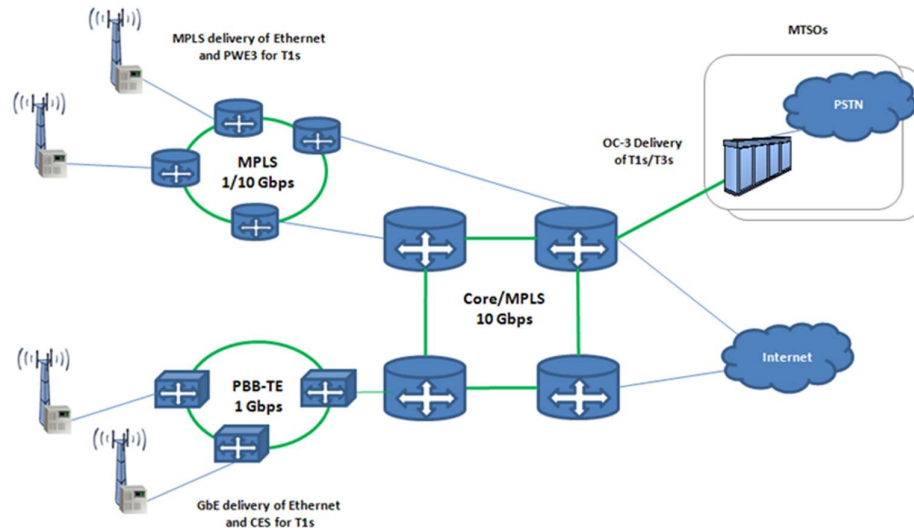


Transporte

La función de la capa de transporte es dar conectividad a todos los elementos de la red, ya sean para conmutación de circuitos o de paquetes.

La capa de transporte se puede clasificar en Backhaul cuando da conectividad a nodos de acceso o Backbone cuando da conectividad a nodos del core.

Su principal función es asegurar la calidad de servicio (QoS) en los enlaces.



Evolución de la red de Transporte

Los principales desafíos para una red de transporte es poder satisfacer las continuas necesidades de mayor ancho de banda.

La transición que hemos observado es el paso del cobre a la fibra, de Radio enlaces PDH a SDH, de redes best effort a MPLS, sin embargo, esto no es suficiente para reducir el costo por bit de la infraestructura

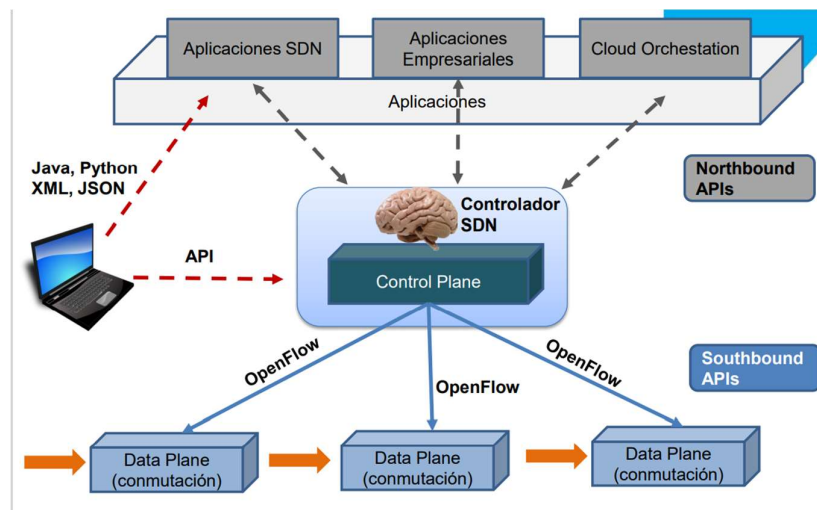
Redes definidas por software (SDN)

Es un conjunto de protocolos y técnicas que surgen del rápido crecimiento de Internet para dar respuesta a necesidades de escalabilidad y simplicidad, esto se logra separando el plano de control del plano de datos en la arquitectura de switches y routers.

Las redes actuales se basan en el uso de cajas negras (routers) en las cuales el plano de control (protocolos de routing, listas de acceso, políticas...) y el plano de datos (switching, routing) no se pueden separar. Esto obliga a una adaptación por parte del operador a las características funcionales de cada fabricante

El enfoque SDN consiste en centralizar el plano de control para, desde él, establecer la lógica de funcionamiento de la red formada por switches/routes (cajas blancas o bare-metal). Desde la parte central (Controlador SDN) se aplicará la lógica de switching/routing (flow tables) a los equipos por medio de protocolos como OpenFlow. Las operaciones de switching/routing se realizan basándose en las reglas almacenadas en las flow tables en los switches/routes.

Al tener la disponibilidad de implementar redes a partir de la configuración de nodos y rutas desde un nodo central (Controlador SDN) es posible ajustar las capacidades de las redes (Dimensionamiento del tráfico) y automatizar la gestión de la red.



Esquema Gráfico unificando Accesos, transporte y conmutación

