

ESPECIALIDAD FORMATIVA

Operación en sistemas de comunicaciones de voz y datos

IFCM0110

UF1866: Instalación y configuración de servicios en equipos de telefonía

El siguiente documento está creado con fines únicamente docentes y corresponde al registro diario de cada una de las jornadas de los cursos de formación impartidos por Luis Orlando Lázaro Medrano, y por lo tanto sólo se autoriza la lectura del mismo a los alumnos dados de alta en la plataforma denominada Portal del Alumno, cuyo acceso está restringido con nombre de usuario y contraseña. Y en ningún caso se autoriza la reproducción o difusión de este documento a terceros sin la aprobación expresa y por escrito de Luis Orlando Lázaro Medrano. El objetivo de este documento es únicamente ilustrar la actividad educativa en el aula, sin ninguna finalidad comercial, y siempre que sea posible, y la jornada educativa lo permita, se incluirá el nombre del autor y la fuente, adecuándose a los artículos 32.1 y 32.2. de la Ley de propiedad intelectual vigente en España.

Bibliografía usada en este documento:

UF1866: Instalación y configuración de servicios en equipos de telefonía, Autora: Virginia Caravaca Escavy, EDITORIAL ELEARNING S.L. Edición: 5.1
Capturas de pantalla y textos electrónicos de varias web únicamente para ilustrar la actividad educativa

Contenido

1. Redes de telefonía	1
1.1. Arquitecturas	1
1.1.1. Topologías: Malla, estrella.....	6
1.1.2. Niveles: Interno, Local, Tránsito, Internacional.....	8
1.1.3. Tipos de redes: Privadas (mono/multisite), virtuales (Centrex), Públicas.....	8
1.2. El subsistema de conmutación	9
1.2.1. Tecnologías: TDM, IP, Mixtas, IMS.....	11
1.2.2. Elementos: Acceso, Conmutación, Call Handling, Tarificación, Administración.....	29
1.2.3. Servicios: Suplementarios, Básicos, Tarificación, Valor Añadido (Red Inteligente)	32
1.3. El subsistema de señalización.....	34
1.3.1. Protocolos de señalización TDM: Red (N7), usuario (Q931)	35
1.3.2. Protocolos de señalización IP/IMS: SIP, H.323.....	38
2. Equipos de telefonía.....	48
2.1. Terminales	48
2.1.1. TDM: Descripción y servicios.....	52
2.1.2. IMS: Descripción y servicios	60
2.2. Conmutadores / Call Servers	68
2.2.1. Centrales TDM	69
2.2.2. Centralitas (IP/TDM)	71
2.2.3. Descripción del concepto IMS	72
2.3. Sistemas Multilínea.....	75
2.4. Pasarelas	78
2.5. Conmutadores	79
3. Servicios de telefonía	82
3.1. Definición y atributos del servicio básico	82
3.1.1. Descripción	83
3.1.2. Escenario(s) genérico(s) de llamadas	101
3.2. Servicios suplementarios y de tarificación	102
3.2.1. Genéricos (TDM).....	107
3.2.2. Específicos/adicionales (IMS: presencia, movilidad, multimedia,...)	109
3.3. Indicadores de calidad del servicio (QoS).....	113
3.3.1. Contadores estadísticos.....	123
3.3.2. Tratamiento y reporting de estadísticas.....	126
3.3.3. Feedback-> Mantenimiento Preventivo	127
4. Procedimientos de configuración de equipos privados de conmutación telefónica	130
4.1. Configuración de centralitas privadas de conmutación	130
4.1.1. Planes de numeración: interno, externo, emergencia, etc.....	131

4.1.2. Listado y descripción de servicios disponibles	131
4.1.3. Configuración y parámetros correspondientes a los servicios disponibles.....	132
4.1.4. Nociones de comunicaciones vía comando Hombre-máquina/GUI (Graphical User Interface)..	132
4.2. Configuración de conmutadores de paquetes de voz	132
4.3. Procedimientos y diagnóstico y gestión de averías e incidencias	132

Luis Orlando Lázaro Medrano

Luis Orlando Lázaro Medrano

1. Redes de telefonía

1.1. Arquitecturas

Como todos sabemos, el término arquitectura se utiliza para definir estructuras, por tanto **cuando hablamos de arquitectura de red, nos referimos a la estructura que toma una red, pero no solo en su apariencia física, sino también a los elementos que la componen y cómo funcionan. Dicho de otra forma, una arquitectura de red es el diseño de la red junto con la forma en la que operan los elementos que la componen. Esta operación o funcionamiento se realiza por medio de protocolos.**

Un protocolo de red es el conjunto de normas, reglas y pautas que permiten la comunicación entre distintos dispositivos, o sea, cómo se establece la comunicación, se intercambian datos y finaliza o libera la comunicación. **A estos protocolos se les considera una parte más de la arquitectura de una red y pueden ser de alto nivel, bajo nivel o intermedios. Estos protocolos intermedios son los que suelen encargarse de las funciones que más nos interesan en esta unidad formativa, como establecimiento y liberación de una sesión de comunicación.**

Las **características** que cumple una arquitectura son las siguientes:

- ⇒ **Funciones diferenciadas:** las arquitecturas de red definen al **sistema** de forma **modular**, lo que **permite modificar funcionalidades de las mismas sin alterar el funcionamiento del sistema.**
- ⇒ **Alto grado de conectividad:** la finalidad de las arquitecturas de red es poder **interconectar distintos sistemas de comunicaciones sin perder calidad de servicio.**
- ⇒ **Normalización:** esta es una característica muy positiva en las telecomunicaciones, ya que cuanto más **estandarizados** se encuentren los **sistemas**, más fácilmente podrán acceder a ellos los usuarios, obteniendo como resultado un menor coste.
- ⇒ **Gestión de red:** debe de existir un usuario que pueda configurar los distintos parámetros de la red y realizar el mantenimiento de la misma para mantener la calidad de servicio en todo momento.
- ⇒ **Compartir recursos:** gracias a las arquitecturas de red se pueden compartir recursos como **por ejemplo impresoras.**

Al principio, las redes también se diferenciaban según su funcionalidad, ya que había una red **telefónica** para realizar **llamadas** y una para enviar **datos**. Más adelante, se vio la necesidad de **unir en una misma red la funcionalidad de ambas**, pero esto no fue sencillo, ya que necesitaban modificar la arquitectura de las originales y crear nuevas redes que integrasen todos los servicios actuales.

La arquitectura de esta nueva red necesita cumplir ciertas características que son: la escalabilidad, tolerancia a fallos, calidad de servicio y seguridad. Estas características son necesarias para el correcto funcionamiento ya que debe de ser una red fiable y segura.

Una arquitectura no se puede quedar estancada, sino que debe de evolucionar con las tecnologías y los nuevos dispositivos que aparecen basados en ellas, por eso suelen **crearse de forma modular, para poder hacer modificaciones sin afectar a todo el sistema.** A veces con una simple adaptación de la arquitectura existente es suficiente, aunque en algunos casos es necesario implementar una nueva arquitectura. Muchas de ellas están construidas en niveles.

Elementos de una arquitectura de red:

- ⇒ Protocolo
- ⇒ Dispositivos
- ⇒ Topología

Por ejemplo: Una red tiene muchas utilidades y arquitecturas distintas adecuadas a la función que deban cumplir, pero por ejemplo, una utilidad mediante una implementación de una arquitectura de red sencilla, puede ser compartir una impresora dentro de una misma vivienda u oficina.

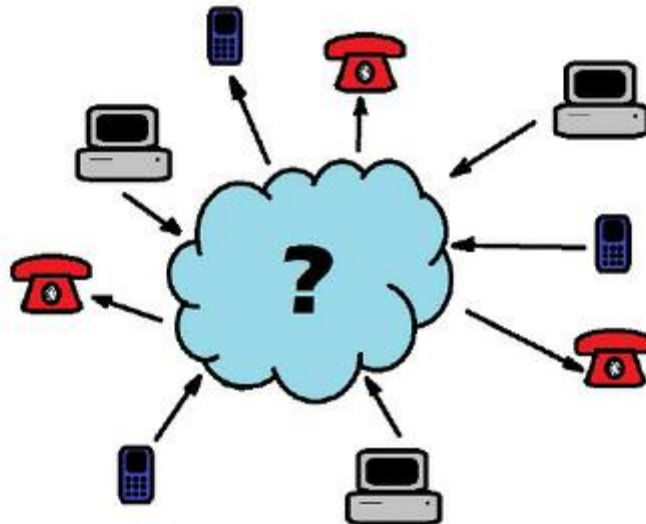
Un factor muy interesante en una arquitectura de red es la estandarización, o sea, que los protocolos que se utilicen sean comunes en la mayoría de redes existentes, puesto que así podrá ser utilizada por un mayor número de usuarios y su coste será más reducido.

Por ello se trabaja a diario con la estandarización de nuevas tecnologías.

Como estamos viendo, **diseñar una red** no es una tarea fácil, y hemos de **tener muy en cuenta aspectos tales como el camino que van a seguir la voz, video o datos (encaminamiento)** mientras que la sesión o comunicación esté activa, el modo en el que se va a direccionar, de qué manera se va a acceder al medio, el método de multiplexado, control de errores, etc.

Por todas estas razones, es importante que en este apartado comencemos por la punta del iceberg, estudiando las diferentes formas físicas que puede tomar una red (topología), su clasificación según el tamaño y finalidad de la misma y los tipos de redes (tipología).

La arquitectura de una red engloba la forma física de la red, los elementos que la forman y el protocolo de comunicación utilizado.



Veamos para terminar este apartado **distintos tipos de arquitecturas de redes de telecomunicaciones** ya que, aunque no sean la red de transmisión de voz tradicional, **son la base de las redes de comunicaciones actuales por conmutación de paquetes donde se puede transmitir voz en forma de paquete.**

Arquitectura ASR o SRA

Este tipo de **arquitectura de sistemas de red lo creó IBM en 1974**, aunque ha evolucionado adaptándose a las tecnologías actuales. **Es una arquitectura creada a capas que se comunican entre sí por medio de protocolos.** Las redes implementadas con una arquitectura ASR son redes **pensadas para la transmisión de datos.**

En este tipo de arquitectura existe una computadora anfitriona o principal, que controla la red y además es capaz de derivar funcionalidades propias a otros elementos de la red, también encontramos los programas de control de red, los controladores de grupo dependientes e independientes (nodos intermedios o de frontera) y los dispositivos remotos (nodos terminales o de grupo).

Arquitectura SRA.

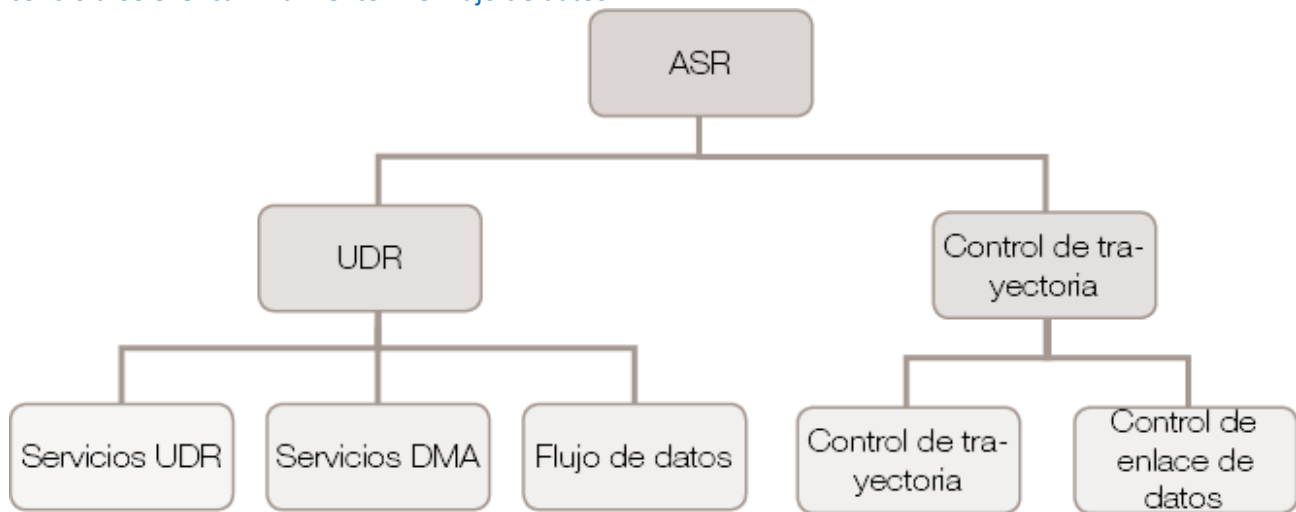
Las capas por las que está compuesta la arquitectura SRA son:

- ⇒ Servicios UDR (Unidad Direccionable de Red): Intercambio de datos
- ⇒ Servicios DMA (Datos para el Manejo de Archivos): Código
- ⇒ Control de flujo de datos: Sesión
- ⇒ Control de trayectoria: Encaminamiento
- ⇒ Control de enlace de datos: Flujo de datos
- ⇒ Físico

Mas Info: <https://es.scribd.com/doc/129762177/Arquitectura-SRA>

Cada una de estas **capas**, cuando recibe el mensaje, le añade un encabezado antes de pasarlo al siguiente nivel.

Las tres capas más altas del sistema forman la llamada **unidad direccionable de red (UDR)** gracias a la cual el usuario puede transmitir datos a través de la red y además funciona en base al programa de control de red (PCR). Las últimas capas sin embargo conforman la **red de control de trayectoria** sin la cual no podría controlarse el encaminamiento ni el flujo de datos.



DECnet (DRA, Arquitectura de Red Digital)

Esta arquitectura fue desarrollada por Digital Equipment Corporation en 1975. Su finalidad es semejante a la de ASR, ya que define la red y el modo de transmitir datos sobre ella para que los usuarios puedan compartir los datos que deseen.

Esta arquitectura también está formada por capas, en este caso cinco, siendo casi todas ellas semejantes a alguna de las capas del modelo OSI:

- ⇒ Aplicación
- ⇒ Servicio de Red
- ⇒ Transporte
- ⇒ Control de enlace
- ⇒ Física

Arcnet (Attached Resource Computing Network)

Datapoint Corporation creó este modelo en 1977, que es un protocolo para redes de área local basado en **paso de testigo (Token)** y similar a las redes Ethernet. El **paso de testigo** consiste en la existencia de un testigo que debe de ser tomado por el usuario en caso de querer transmitir información por la red. Es una red robusta, ya que en caso de caer un enlace o equipo, no cae la red entera. Pero es poco eficiente, por ello se ha visto suplantada por Ethernet. Su mayor desventaja es la velocidad de transmisión, pero en ocasiones se puede ver compensado por su bajo coste.

Ethernet

La compañía **Xerox** fue la desarrolladora de este modelo de red. Es un **estándar para la transmisión de datos en redes de área local**.

Este método se basa en la utilización del protocolo CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detect, **Acceso Múltiple por Detección de Portadora con Detección de Colisiones**) por el cual **cualquier usuario puede transmitir datos por la línea sin ningún tipo de restricción ni prioridad**. Pero eso sí, la longitud de los paquetes que se envíen por este tipo de red debe de ser siempre la misma.

Existen dos versiones de la red Ethernet, **conmutada y compartida**.

El principio de funcionamiento de la **Ethernet compartida** es el siguiente, el equipo comprueba que no se esté utilizando la línea, entonces envía sus datos. Este sistema se puede encontrar con el problema de que dos equipos envíen datos al mismo tiempo, con lo cual su información colisionará, pero lo solucionan deteniendo la transmisión y volviéndola a comenzar un tiempo después.

La Ethernet conmutada, al igual que la compartida, tiene topología de estrella, pero esta vez utiliza un conmutador. Así tan solo recibirá el mensaje enviado al puerto al que va dirigido, no como en el caso anterior, que se enviaba a todos para que lo cogiera aquel cuya dirección coincide con la suya. Una de las ventajas de este sistema es que se evitan las colisiones

A cada paquete de datos enviado se le conoce como trama, puede tener un tamaño entre 64 y 1518 octetos y su estructura es la siguiente:

- ⇒ **Preámbulo:** indica el comienzo de una trama.
- ⇒ Delimitador de inicio de trama: sirve para indicar el comienzo de la trama a partir de este.
- ⇒ **MAC destino:** dirección física del equipo que debe recibir la trama.
- ⇒ **MAC origen:** dirección física del equipo que envía los datos.
- ⇒ **Etiqueta:** esta es opcional e indica si pertenece a una red virtual de área local y la prioridad.
- ⇒ **Ethertype:** indica el protocolo de alto nivel utilizado en los datos que se están transmitiendo.
- ⇒ **Payload:** aquí se encuentran los datos que se transmiten, con las cabeceras necesarias de capas superiores. Es el único campo de la trama que tiene una longitud variable.
- ⇒ Secuencia de comprobación (Frame Check Sequence): gracias al código de redundancia cíclica (CRC), se puede saber si la trama se ha recibido con errores.
- ⇒ **Gap** o intervalo entre tramas: es un espacio en blanco.

Los elementos que encontramos en las redes Ethernet habitualmente son: tarjeta de red, repetidores, switches (conmutadores), hubs (concentradores), bridges (puentes), equipos terminales y de comunicación y finalmente los medios de transmisión (cableado).

Modelo OSI

Es importante que a estas alturas hablemos de este modelo de interconexión de sistemas abiertos (OSI, Open System Interconnection). Es un modelo que nos permite crear arquitecturas para conectar distintos sistemas de comunicaciones.

Surge en los años 80 por la necesidad de interconectar redes ya existentes para poder transmitir datos pasando de unas a otras independientemente de su fabricante, arquitectura o sistema operativo, este fue definido por la ISO (Organización Internacional de la Normalización).

La ISO no definió los distintos protocolos que tiene que utilizar esta arquitectura, sino la funcionalidad que debe tener cada uno de los niveles que la componen.

OSI es una estructura multinivel, o sea un modelo que define una arquitectura formada por capas a distintos niveles, cada uno de estos niveles desarrolla un trabajo distinto para conseguir la comunicación entre dispositivos. El número de niveles no es aleatorio, sino que se escogieron acorde a varias premisas:

- ⇒ Cada nivel debe tener su funcionalidad bien definida sin que haya demasiada cantidad de niveles.
- ⇒ El intercambio de información entre los distintos niveles debe de ser el imprescindible.
- ⇒ Las modificaciones en una capa no deben de afectar a las demás.

Finalmente en este modelo son seis los niveles utilizados, los tres superiores están enfocados a la aplicación, mientras los tres inferiores al transporte:

- ⇒ 7. Nivel de aplicación
 - Define los protocolos que se utilizan entre aplicaciones
 - Es la capa a la que accede el usuario
- ⇒ 6. Nivel de presentación
 - Traduce la información presentandola de forma comprensible para la red
 - Compresión de datos, encriptamiento, etc.
- ⇒ 5. Nivel de sesión
 - Mantiene y gestiona el enlace durante la transmisión de los datos
 - Sincronización entre los terminales
- ⇒ 4. Nivel de transporte
 - Transporta los datos en orden sin que haya pérdidas.
 - Divide la información en paquetes y los ensambla en el destino
- ⇒ 3. Nivel de red
 - Se encarga de que los paquetes lleguen a su destino (routers)

- Enrutamiento
- Traducción de direcciones lógicas a físicas
- ⇒ 2. Nivel de enlace de datos
 - Se encarga del manejo de las tramas
 - Control de errores (detección y corrección)
 - Acceso al medio
- ⇒ 1. Nivel físico
 - Medios por los que se transmiten los datos
 - Transmite los datos por el medio
 - Tipo de transmisión
 - Soporta el establecimiento, mantenimiento y liberación del enlace
 - Voltajes

Los niveles superiores utilizan los servicios que les ofrecen los niveles inferiores y en la comunicación entre equipos se comunica cada nivel con el mismo nivel del equipo receptor, aunque eso sí, a través de los niveles inferiores. Esto nos hace ver que cada nivel es dependiente tanto del nivel inmediatamente superior como del inmediato inferior.

Entre cada dos niveles existen los llamados Puntos de Acceso al servicio (SAP), gracias a ellos las capas superiores pueden acceder a los servicios mediante el uso de las primitivas: **Request** (para realizar peticiones), **Indication** (notificar sucesos), **Response** (solicitar respuesta a un suceso) y **Confirm** (confirmar la llegada de la respuesta).

Cada una de estas capas va encapsulando la información recibida añadiéndole una cabecera que al llegar al destino se le eliminarán en el orden contrario al que han sido colocadas, recibiendo el receptor el mensaje tal y como fue enviado.

TCP/IP

Fue desarrollado a principios de los 70 por la Agencia de Investigación de Proyectos Avanzados de Defensa (DARPA) en Estados Unidos, por lo que es un protocolo que además de ser utilizado en transmisiones de datos entre usuarios comunes, también es utilizado para comunicaciones militares. A todos nos suena haber oído hablar de este conjunto de protocolos, que aunque se le denomine TCP/IP, está compuesto por más protocolos que rigen internet, como el **HTTP**, **ARP**, **FTP**, etc. El protocolo TCP es el protocolo de transmisión y el IP el de internet y son los más utilizados de este amplio grupo, por ello se le da este nombre al grupo. Esta arquitectura se utiliza a nivel mundial para transmitir información a través de internet ya que es un sistema muy fiable que permite conectar redes distintas ya que es indiferente ante los creadores de los dispositivos, soportando entonces diferentes tecnologías.

En esta arquitectura también existen capas, de hecho es semejante al modelo OSI ya que cada nivel realiza unas funciones determinadas, pero OSI está formado por siete capas mientras que TCP/IP solo por cuatro: acceso al medio o subred, internet, transporte y aplicación.

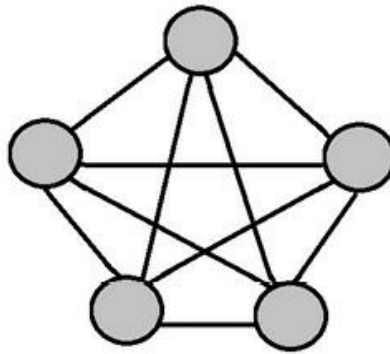
Al igual que en OSI, cada capa puede solicitar servicios a su capa inmediata inferior y puede ser requerida por la inmediata superior. Las funcionalidades de cada una de ellas son:

- ⇒ Aplicación
 - En esta capa se recogen las funcionalidades de las capas 5, 6 y 7 del modelo OSI
 - Utiliza protocolos como TELNET, FTP, HTTP
- ⇒ Transporte
 - Capa de transporte del modelo OSI
 - En esta capa se utiliza el protocolo TCP
 - También se utiliza el protocolo UDP
- ⇒ Internet
 - Capa 3 del modelo OSI
 - En esta capa es en la que funciona el protocolo IP
- ⇒ Acceso al medio o subred
 - Capas 1 y 2 del modelo OSI

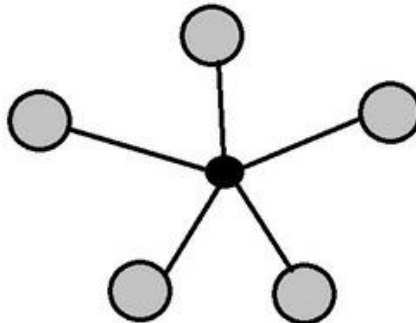
1.1.1. Topologías: Malla, estrella...

Existen distintas **formas de clasificar las redes**, una de ellas es por su **topología física**, o lo que es lo mismo, la **forma geométrica que toman los elementos** (enlaces, nodos) que componen la red. Las topologías más habituales son: punto a punto, malla, estrella, árbol, bus y anillo.

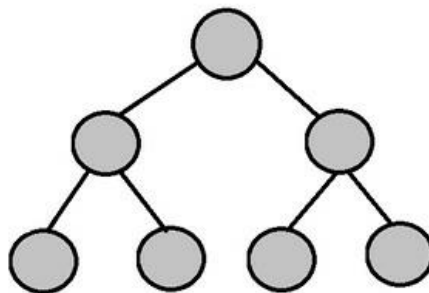
- ⇒ **Malla**: Los distintos nodos están unidos con cualquier otro elemento de la red por enlaces directos. Cuando cualquier nodo está unido directamente a todos los demás mediante un enlace directo, se dice que la red presenta una topología de malla completa. Su mayor desventaja es la gran cantidad de enlaces que son necesarios y su ventaja es la robustez, ya que si cae un enlace, no cae toda la red



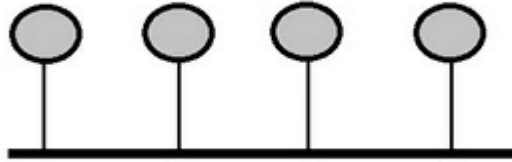
- ⇒ **Estrella**. Cada nodo está unido a un nodo central, así aumenta la fiabilidad de la red, ya que tiene menos probabilidad de fallo. La comunicación entre los distintos nodos solo se puede realizar a través del nodo central al que se le denomina concentrador. Es más económica que la topología en forma de malla.



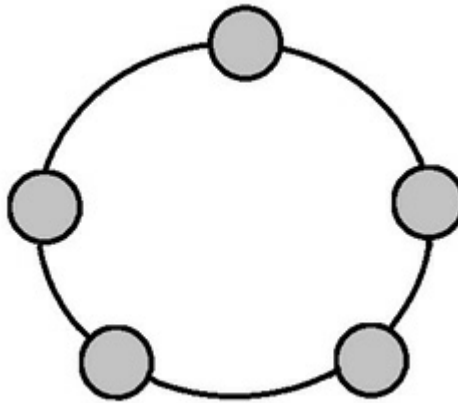
- ⇒ **Árbol**: Los distintos nodos están distribuidos en forma de ramificaciones sucesivas a partir de un único nodo raíz. También se le conoce como topología jerárquica. En este caso también se utilizan concentradores cada vez que ascendemos de nivel



- ⇒ **Bus:** Todos los nodos están conectados por un único enlace común, formando una red en forma de tronco. Es una topología de red muy sencilla de instalar.



- ⇒ **Anillo:** Cada nodo se va uniendo con el siguiente formando un anillo, cerrándose este sobre sí mismo, por tanto cada nodo tiene una única conexión de entrada y una única conexión de salida. Esta es también una topología sencilla y además si deseamos añadir o quitar elementos de la red, solo tenemos que modificar dos conexiones.



- ⇒ **Punto a punto:** en este caso se realiza un enlace permanente entre dos terminales. Es una red poco eficiente cuando el número de nodos crece.



Una estructura en malla puede ser útil para muy pocos usuarios en distancias cortas y con tráfico elevado, mientras que la red en forma de estrella es más adecuada para poco tráfico en distancias grandes. Esto se debe a que si utilizamos una estructura de red en malla, necesitaríamos muchísimos enlaces, para mantener conectados a los usuarios entre sí, ya que se unen por enlaces directos. Por lo que puede ser útil para unos pocos usuarios, pero imposible a partir de 5 o 10 usuarios.

1.1.2. Niveles: Interno, Local, Tránsito, Internacional...

Debido a la distancia que separa a los usuarios y a la cantidad de los mismos, es necesario que existan distintos **niveles de red**, entendidos como un **modo de ordenación jerárquico**. Por tanto, en una red se pueden dar varios niveles.

En cada uno de estos niveles se utiliza un tipo de central distinta, dependiendo del número de máximo de usuarios que debe atender y del tráfico de llamadas. Cada una de estas centrales depende de una central de nivel superior clasificándose en centrales locales, primarias, secundarias, terciarias e internacionales.

Los distintos **niveles de red**, según la extensión geográfica y la cantidad de usuarios, son:

- ⇒ Red **interna**: En este caso, la red es de un tamaño reducido, o lo que es lo mismo, la distancia entre los terminales debe de ser pequeña, normalmente son redes dentro de un mismo edificio, por ejemplo una empresa.
- ⇒ Red **local**: son aquellas redes que tienen la amplitud correspondiente a una ciudad o localidad. En estas, las centrales (locales) se conectan con los circuitos de abonado y con otras centrales locales. En las conexiones se suelen utilizar cables de pares.
- ⇒ Red de **tránsito**: son aquellas que nos sirven para conectar distintas ciudades entre sí. Por ello, como las distancias son mayores, se deben utilizar cableados de unas características superiores a los que se utilizan en redes internas o locales. El cableado entre centrales en este caso ha de tener menos pérdidas, ya que recorren más kilómetros.
- ⇒ Red **internacional**: Estas dan servicio entre distintos países, se encargan de direccionar o encaminar el tráfico de llamadas. Hay varios tipos: terrestres, submarinas y vía satélite. En este tipo de conexiones se suele repartir el tráfico entre varias de ellas por razones de seguridad. Estas son las redes que mayores prestaciones necesitan por lo que se utilizan enlaces de alta capacidad para unir las centrales.

A la hora de diseñar una red se busca el ahorrar todo lo que se puede en los elementos que la componen (equipos, enlaces, etc.), por ello se diseña pensando en que, aunque el número de usuarios es mayor, el número de llamadas simultáneas es menor, y aunque exista una probabilidad de que muchos usuarios quieran establecer la comunicación en un momento dado y no puedan, esta es pequeña y se soluciona esperando un poco y volviéndolo a intentar

1.1.3. Tipos de redes: Privadas (mono/multisite), virtuales (Centrex), Públicas...

Según la titularidad de la red, también podemos hacer una clasificación de las redes de telefonía, y dicha clasificación es la siguiente:

Redes públicas:

Son operadas por una empresa (operador) con licencia que cobra a los usuarios de red por su utilización, son redes que persiguen el beneficio económico. Al decir que una red es pública nos referimos a que cualquier persona puede acceder a ellas, normalmente pagando por ello. Permiten conectar usuarios independientemente de su situación geográfica.

Los operadores suelen dar un cierto nivel de seguridad tal vez suficiente para un uso a nivel de usuario.

Redes privadas

Son operadas por una empresa u organismo y solo pueden acceder a ella los miembros de dicha empresa normalmente mediante el uso de una clave, solo origina costes en el momento de instalación, aunque estos costes son elevados ya que hay que comprar equipos, diseñar la red, etc. Si la red aumentase, también existen costes de mantenimiento asociados significativos. Por tanto **no persiguen obtener un beneficio económico, sino que es una herramienta orientada a mejorar la comunicación dentro de una empresa u organismo**. Su gestión queda en manos del propio usuario o debe de contratar a alguien capacitado ya que no es una tarea sencilla.

Estas redes privadas podemos encontrarlas en modalidad monositio y multisitio. En el primero de los casos, todos los nodos acceden a un sitio de almacenamiento compartido, mientras en el segundo, cada uno de los nodos dispone de su propio sitio compartido de manera que todos los nodos del sitio acceden a los mismos almacenamientos compartidos siempre que sea dentro del mismo sitio.

Al implementar estas redes en empresas, aumenta considerablemente el nivel de seguridad en sus comunicaciones.

Redes virtuales (VPN):

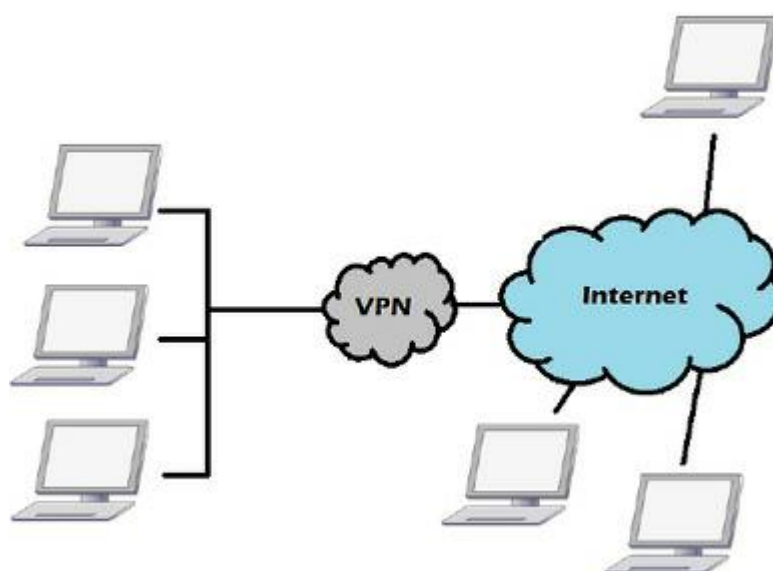
Son un tipo de redes privadas que se forman sobre la infraestructura de una red pública. Se permite la utilización de una red pública como si fuera una red privada con todas sus características, pero es el operador el que se tiene que encargar de su gestión y mantenimiento, cosa muy beneficiosa para la empresa ya que elimina costos. Este tipo de redes permiten a empresas conectar sus oficinas y usuarios de manera segura y reducir los costos de comunicación. Una más de sus múltiples ventajas es que es fácilmente ampliable al depender del operador (siempre que el ancho de banda de sus redes sea suficiente). Las redes privadas virtuales pueden ser:

- ⇒ De Intranet: están formada por varias sucursales, entre ellas la oficina central, unidas a una red interna.
- ⇒ De acceso remoto: se utilizan para acceder a la red de la empresa desde fuera de ella.
- ⇒ De Extranet: son las que se orientan a personas externas a la empresa, como por ejemplo clientes, para realizar transacciones.

Centrex (Central Office Exchange Service)

Nace como una solución empresarial para poder tener conectadas las distintas extensiones telefónicas existentes en una sola. Esto también se podría hacer mediante una centralita privada, la diferencia entre ambos sistemas se encuentra en la localización del sistema. Una centralita privada se encuentra en la empresa y un sistema Centrex en la empresa de telefonía. Estos sistemas ofrecen utilidades como transferencia de llamadas, llamada en espera, música en espera, etc. Sin embargo, uno de los servicios más interesantes que ofrece es el grupo cerrado de usuarios que consiste en crear una red telefónica interna de manera que el coste no dependerá del tráfico cursado por esta red.

Utilizar una centralita privada requiere un gran desembolso inicial, pero a la larga tiene mejores características y además no depende de la compañía telefónica, mientras que con el sistema Centrex no es necesaria una inversión inicial y la gestión del sistema la realiza la compañía telefónica. Se suele escoger un sistema Centrex cuando el número de extensiones que necesita la empresa no es elevado, puede ser útil por ejemplo para las PYMES.



1.2. El subsistema de conmutación

Cuando Alexander Graham Bell descubrió el teléfono, se tendían líneas telefónicas entre cada dos usuarios del mismo, pero pronto se dieron cuenta de que este sistema era costoso y poco eficiente. Nacen entonces los sistemas de conmutación, que inicialmente consistían en un panel donde un operador iba estableciendo

la comunicación entre dos puntos de manera manual, conectando mediante un cable en el panel llamante y llamado, o sea, se establecía un camino físico por el que circulara la corriente eléctrica. La red telefónica es una red orientada a conexión, puesto que sin conexión no se puede realizar la transferencia de información.



Las redes de telecomunicaciones se pueden clasificar también por el tipo de conmutación empleado. Existen las basadas en **conmutación de circuitos y paquetes o mensajes y se suele escoger uno u otro dependiendo de los servicios que vayan a proporcionar**. En el caso de las **líneas de telefonía** siempre se ha empleado **conmutación de circuitos**, aunque en la actualidad está mezclada con **conmutación digital y transmisión también digital**.

En el caso de querer establecer una comunicación de voz, el sistema de conmutación más adecuado es la conmutación de circuitos porque no introducen retardo.

La conmutación es útil cuando se establecen comunicaciones de manera esporádica y no siempre se conecta con el mismo usuario, además hemos de pensar que cuando la comunicación se produce es imposible mantener conectados todo el tiempo a todos los usuarios mediante un enlace directo.

Conectar de manera directa a todos los usuarios de la red (topología en forma de malla), no es eficiente.

En relación con las redes telefónicas, la conmutación se puede definir como el establecimiento y mantenimiento de un canal de comunicación entre llamante y llamado para que se produzca el intercambio de información. Entonces, es necesaria puesto que, cuando se quiere conectar de un punto a otro, **se establece previamente un circuito de comunicación, que cuando termina la llamada desaparece, así es un recurso que queda disponible a otros usuarios.**

En el caso de la **telefonía** utilizamos la llamada **RTC (Red Telefónica Conmutada)**. **Los elementos que componen una RTC son: los medios de transmisión, las centrales de conmutación y los terminales.** Es en las centrales de conmutación donde se desarrollan las funciones necesarias para poder realizar una llamada, las funciones más importantes son la de conexión y conmutación, aunque no son las únicas, ya que en ellas también se realiza el control de la red, supervisan los elementos que intervienen en una conexión dada mientras la llamada o sesión se encuentra activa, de ella se obtienen los datos para luego realizar la factura del abonado, generan estadísticas de utilización, etc.

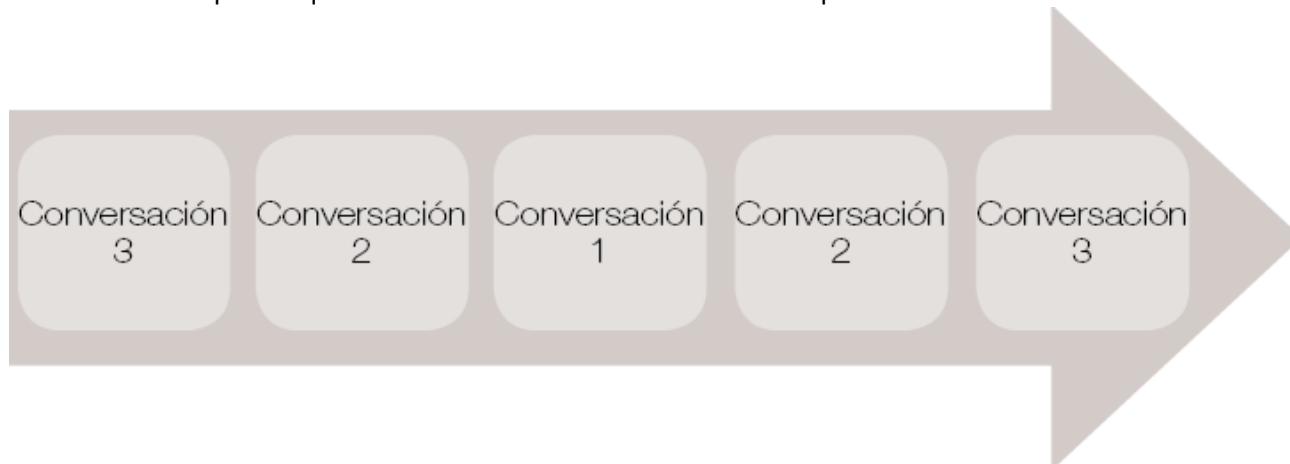
Aunque existen muchas y variadas tecnologías para realizar la conmutación, nosotros vamos a ver las siguientes: TDM, IP, Mixta e IMS

1.2.1. Tecnologías: TDM, IP, Mixtas, IMS...

Son muchas las tecnologías asociadas a las redes de telefonía según su utilidad, por ejemplo, tecnologías de multiplexación, protocolos, etc.

TDM

La **multiplexación** es una técnica que permite que varios usuarios compartan la misma red. Es decir, que distintos canales por los que se está transmitiendo información comparten el mismo medio físico.

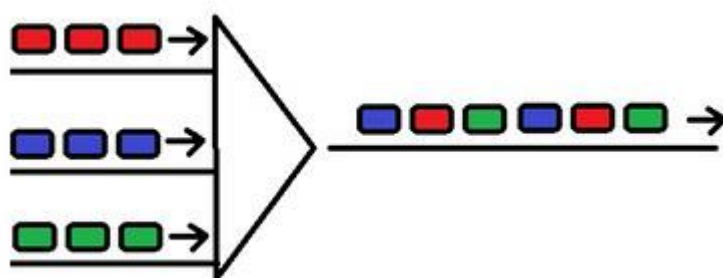


Existen distintos tipos de multiplexación y su uso depende del protocolo empleado y de la red sobre la que estemos funcionando, las técnicas más habituales son:

- ⇒ **FDM** (Frequency division multiplexing): Multiplexación por división en **frecuencia**. En este caso, el ancho de banda se divide en varias partes y la información de cada canal viaja por una de ellas.
- ⇒ **TDM** (Time Division Multiplexing): Multiplexación por **división en el tiempo**, en la que se transmiten tramos de información de cada uno de los canales cada cierto tiempo. Esta es la multiplexación más habitual en la actualidad, por tanto vamos a profundizar en ella.

Esta técnica comenzó a utilizarse en la red telefónica en los años 60 debido al aumento creciente de tráfico de las redes de telefonía.

Para poder realizar la multiplexación, necesitamos utilizar un multiplexor, que es un dispositivo al cual van conectados diversos canales de entrada y este se encarga de ir conectando cada canal al medio de transmisión durante un intervalo de tiempo (llamado ranura temporal) determinado.



Para poder transmitir la información de esta manera, por medio del multiplexado, debemos dividirla en trozos más pequeños denominados tramas. Por ello la voz del llamante y del llamado se recoge siendo analógica, se digitaliza y finalmente se muestrea.

Al acabar la transmisión, es necesario el uso de un **demultiplexor** que se encargará de realizar el proceso inverso al multiplexor, o sea, de reunir de manera ordenada la información correspondiente a cada canal.

Esta tecnología tiene ventajas notables como un uso alto de la capacidad o el pequeño tamaño de sus terminales, pero también tiene algunas desventajas, como por ejemplo que no es compatible con sistemas FDM, su complejidad técnica, o su elevado coste.

Jerarquía Digital Plesiócrona (PDH)

Las siglas PDH vienen de su nombre en inglés Plesiochronous Digital Hierarchy. Esta tecnología **se utiliza en redes de telefonía para que varias llamadas puedan compartir un mismo medio físico gracias a la codificación de las mismas**. A esta tecnología se le conoce también como MIC (Modulación por Impulsos Codificados). Esta tecnología **utiliza la multiplexación por división en el tiempo (TDM)** y los equipos de transmisión son digitales.

Cuando en este tipo de transmisiones se pierde el sincronismo se soluciona introduciendo bits de relleno. Encontramos tres tipos de jerarquía plesiócrona, la europea (E1), la norteamericana (T1) y la japonesa (J1). En la jerarquía europea cada trama tiene una duración de 125µs (microsegundos), los primeros 8 bits de la trama quedan reservados al encabezado y los otros 248 bits que la componen son para los datos. El encabezado contiene bits de sincronización, alineamiento, información de supervisión del enlace, bit de alarma remota y otro de CRC (redundancia cíclica para detección de errores).

SONET

Synchronous Optical Network, esta tecnología **nace de la idea de unir todos los sistemas de fibra óptica entre sí**. Por tanto es una norma o estándar que posibilita dicha conexión, aunque finalmente su aplicación **quedó restringida básicamente a Norteamérica, en el resto del mundo prevalece la SDH** (jerarquía digital síncrona).

Lo que se consigue mediante la aplicación de esta norma es una multiplexación de canales más lentos en otros más rápidos y unificar las distintas redes de fibra óptica existentes.

Se caracteriza por un envío constante de tramas cada 125µs, aunque no haya información que transmitir. El tamaño de las tramas varía dependiendo de si el canal por el que se envíe la información tiene mayor o menor velocidad.

Las tramas que se forman en el nivel inferior de SONET están formadas por 810 bytes que se distribuyen en 9 filas de 90 bytes cada una. Según se va aumentando de nivel, esta señal se irá multiplexando con otras.

Los elementos que podemos encontrar en una red de tipo SONET son:

- ⇒ Multiplexor terminal: estos son los multiplexores que se encargan de las señales multiplexadas de nivel 1.
- ⇒ Regenerador: las señales cuando viajan muchos kilómetros a través de un cable sufren atenuaciones, se introduce ruido, distorsión, etc., siendo necesario este elemento en los casos que la señal recibida es muy débil para regenerarla.
- ⇒ Multiplexor Add/Drop: estos multiplexores permiten extraer señales (tráfico) e insertar otras en su puesto.

Algunas de las ventajas que tiene este sistema son la flexibilidad y gran ancho de banda, el aumento de la fiabilidad de la red como consecuencia directa de la necesidad de un menor número de dispositivos de multiplexación, el soporte de nuevos servicios y su estructura en doble anillo que la hace más inmune a los fallos.

Jerarquía Digital Síncrona

La jerarquía digital síncrona (Synchronous Digital Hierarchy, SDH) **soluciona el problema de sincronismo de la plesiócrona** y tiene su origen en SONET. Tiene las **ventajas** como que **gracias a ella se integran redes como PDH, RDSI, ATM e IP** y que tiene **velocidades de hasta 40 Gb/s**. Otra de sus ventajas se encuentra en su gestión ya que detecta incidencias a tres niveles: anomalías, defectos y fallos y se pueden controlar desde un lugar remoto. También cuenta con una **desventaja** y es que **todos los nodos de la red deben de estar sincronizados respecto a un reloj central**.

Surge como una mejora a las redes PDH, ya que, al ser diferentes sus velocidades de transmisión en Europa, Japón y EEUU necesitaban del uso de pasarelas complejas. Con SDH estas pasarelas son más sencillas.

También supera la desventaja de PDH de que para acceder a un canal de nivel inferior hay que desmontar toda la señal, en SDH el acceso a esta señal se realiza por medio de un mecanismo de etiquetas que lo hace más sencillo.

En nivel 1, la estructura de sus tramas es de 9 filas de 270 octetos y su régimen binario es de 155,52 Mbit/s. La duración de la trama es de 125 µs, por lo que la trama se transite 8000 veces en un segundo, **a estas**

tramas de nivel 1 se les denomina STM-1. Estas tramas STM-1 están compuestas por la cabecera y el payload. La cabecera a su vez se divide en el SOH (Section Over Head) y en el puntero o PTR.

La Section Overhead: está compuesta por:

- ⇒ RSOH: Regenerator Section Overhead: esta sección de la cabecera sirve a los regeneradores para comunicarse entre ellos. Tiene una dimensión de 12 bytes. Se encarga de funciones como: alineación de la trama, dispone de canales de comunicación de datos y voz y la identificación de la trama STM-1.
- ⇒ MSOH: Multiplexer Section Overhead: este elemento está directamente relacionado con la gestión de la red. Entre sus funciones están el chequeo de la paridad, los punteros de payload o la conmutación de la protección, también dispone de canales de voz y datos.
- ⇒ POH: Path Overhead: contiene información sobre el trayecto que va a seguir la información. Su dimensión es de 9 bytes y sus funciones son los mensajes del camino a seguir, chequeo de paridad, indicación de multitrama, etc.

Este tipo de red nos va a permitir multiplexar tanto información de datos como información de voz en una sola red que va a poder transportar tanto información de red conmutada por circuitos y por paquetes:



En esta tecnología, los datos que se desean transmitir se encierran en containers (contenedores) antes de transmitirla. A veces es necesario añadir bits de relleno para completarlos. Dentro de un contenedor encontramos los siguientes datos:

- ⇒ Datos que se desean transmitir
- ⇒ Bytes de relleno fijos que se utilizan para adaptar la velocidad de las tramas PDH a la del contenedor.
- ⇒ Bits de relleno o de datos y bits que indican en el destino si los bits anteriores eran de datos o de relleno.

Esta tecnología pertenece a la capa física del modelo OSI, es un protocolo de nivel 1 y su diferencia con PDH radica en que en este caso las señales se multiplexan byte a byte.

En estas redes, los elementos son los mismos que en el caso de SONET y alguno más:

- ⇒ Repetidores que se encargan de que se mantenga el reloj y el nivel de señal a lo largo de la ruta seguida entre origen y destino.
- ⇒ Multiplexores de terminación de trayecto tanto de origen como de destino que combinan señales.
- ⇒ Multiplexores Add/Drop (ADM, Add/Drop Multiplexor) intermedios en la red que también insertan o extraen señales.
- ⇒ El último elemento que falta son los distribuidores-multiplexores (transconectores) que realizan la conmutación, inserción y extracción de señales a varios niveles.

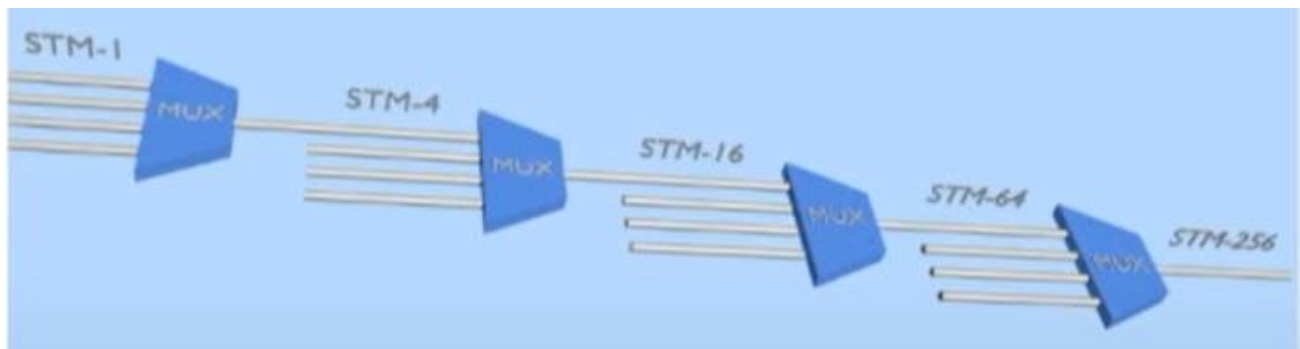
En los siguientes niveles, la trama STM-1, se volverá a multiplexar tantas veces como niveles ascienda, aumentando entonces su régimen binario, al subir de nivel a la señal resultante se le denomina STM-N, pudiendo valer N: 4, 16, 64, etc. Por ejemplo si subimos 4 niveles, la señal se denominará STM-4 y su

régimen binario será $4 \times 155,52 = 622 \text{ Mbit/s}$. El envío de las tramas comienza por su esquina superior izquierda y termina por la inferior derecha.

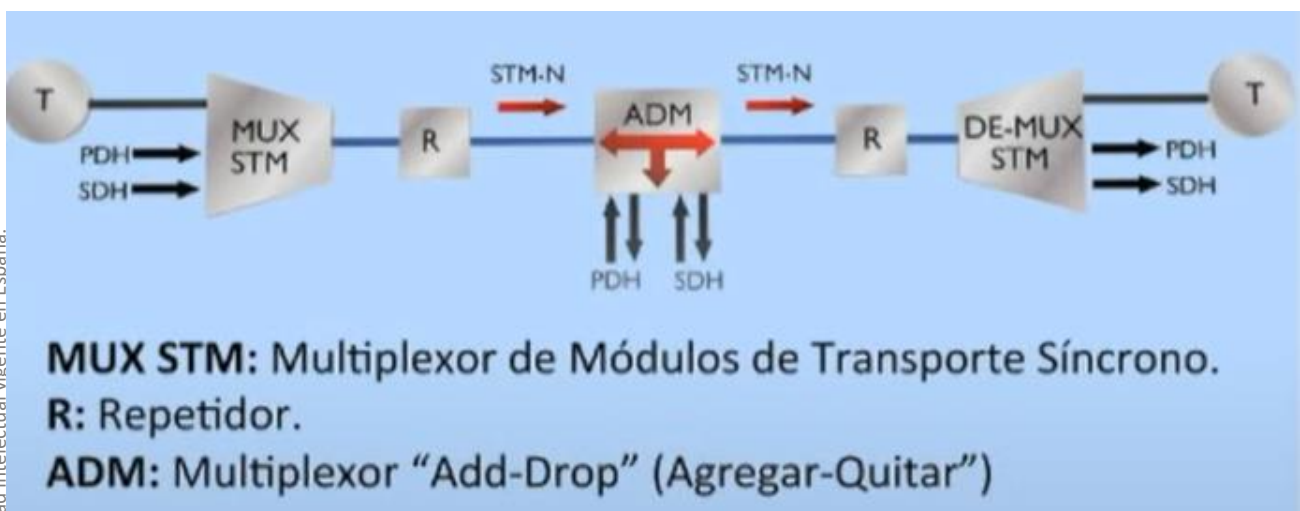
El STM-1 puede transportar 2.430 canales de voz de $64 \text{ Kbps} = 155,52 \text{ Mbps}$

SONET eléctrico	SONET óptico	SDH óptico	Velocidad Mbps
STS-1	OC-1		51.84
STS-3	OC-3	STM-1	155.52
STS-12	OC-12	STM-4	622.08
STS-48	OC-48	STM-16	2,488.32
STS-192	OC-192	STM-64	9,953.28
STS-768	OC-768	STM-256	39,812.12

STM: Módulos de Transporte Síncrono
STS: Señal de Transporte Síncrono

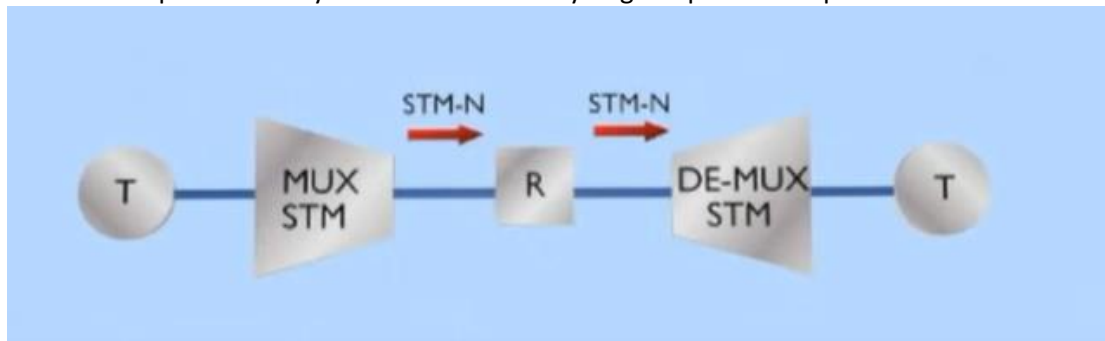


A los STM también se les denomina **Módulos de Transporte Síncrono** que emplean **repetidores** y los **multiplexores Add Drop**. Una de las **desventajas de PDH** es que hay que **demultiplexar todos los canales**, por ejemplo para recuperar una conversación había que demultiplexar toda la información, y si esta en un nivel 4... pues imaginad, usando estos Add Drop se puede extraer o insertar información dentro de la cadena ya multiplexada utilizando los ADM, y se logra porque la arquitectura es síncrona, y se consigue asignando a todos los sistemas un único reloj o si los sistemas disponen cada uno de su reloj se hace una sincronización previa de los mismos.

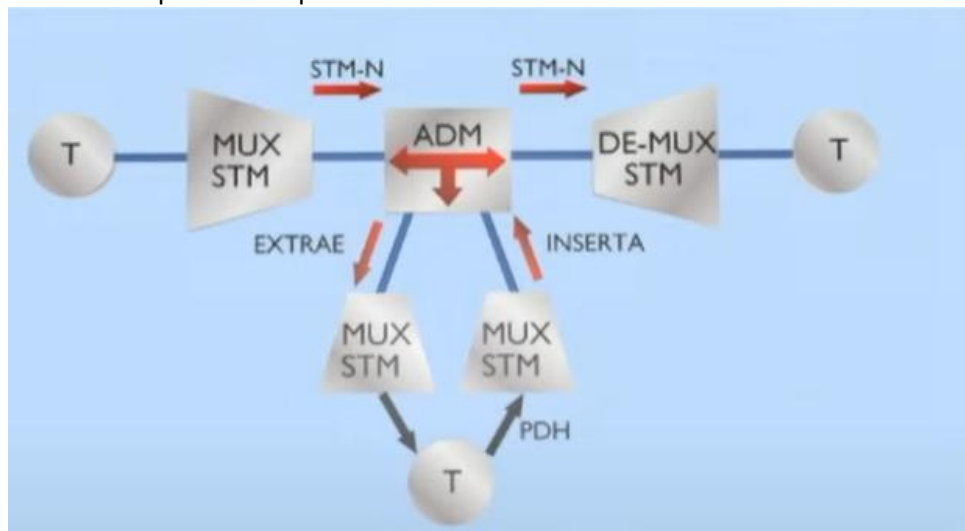


Las topologías de red que puede tener este tipo de redes es punto a punto, en bus, en anillo o en estrella o malla, aunque lo habitual es encontrarlas en anillo o incluso en anillo doble (el segundo de respaldo para el caso de que falle el primero), lo que las hace más fiables y robustas. Se construyen varios anillos que luego se conectan entre sí.

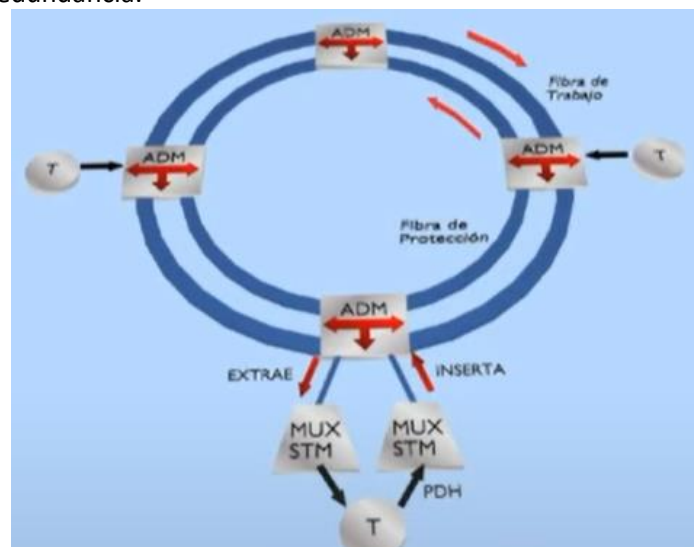
⇒ Punto a Punto: es poco común y si la distancia es muy larga se pone un Repetidor



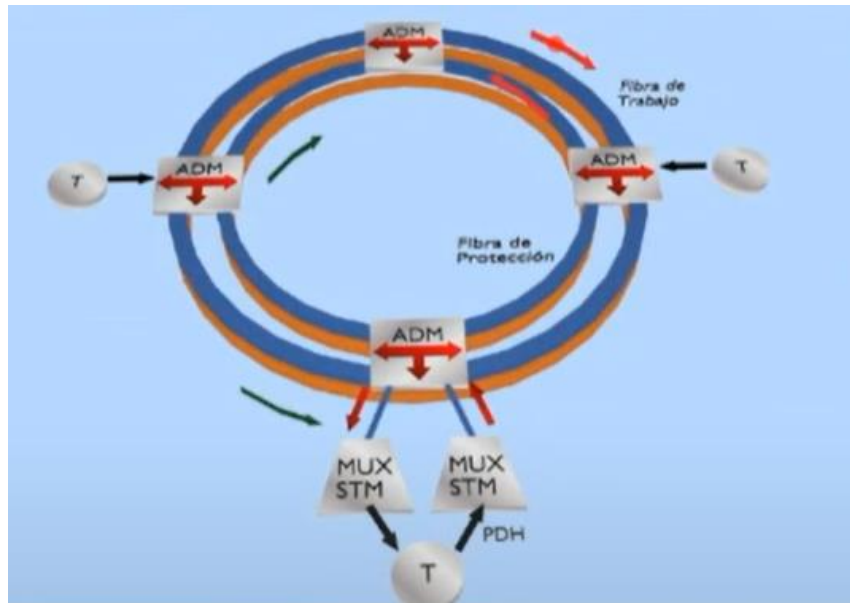
⇒ Punto-Multipunto: es uno de los más comunes, se pueden multiplexar muchos canales tanto de voz como de datos y a través de los ADM insertar-extraer información aprovechando mejor los recursos y cada uno de estos multiplexores se pueden comunicar con otros ADM o con otros terminales



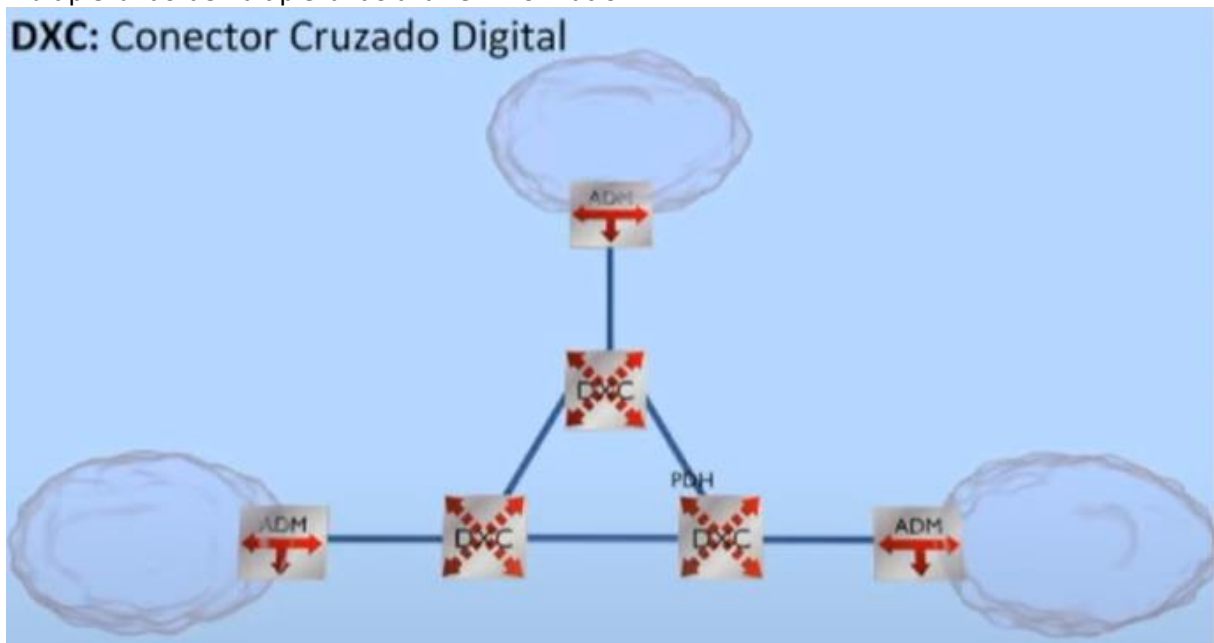
⇒ Anillo unidireccional: los ADM se intercomunican unos con otros, fluyendo la información en un solo sentido por el anillo primario, llamado fibra de trabajo y cuando falla la fibra de trabajo, se usa la fibra de protección como redundancia.



- ⇒ Anillo bidireccional: Si queremos que la información vaya en rutas reparadas hay que usar anillos bidireccionales: Una fibra de trabajo para la transmisión y otra para la recepción y cada uno con su fibra de protección



- ⇒ DXC: Conector Cruzado Digital: con el DXC podemos extraer o insertar del flujo de información del ADM, es decir el ADM puede estar extrayendo-insertando información y con DXC podemos estar multiplexando-demultiplexando a la vez información

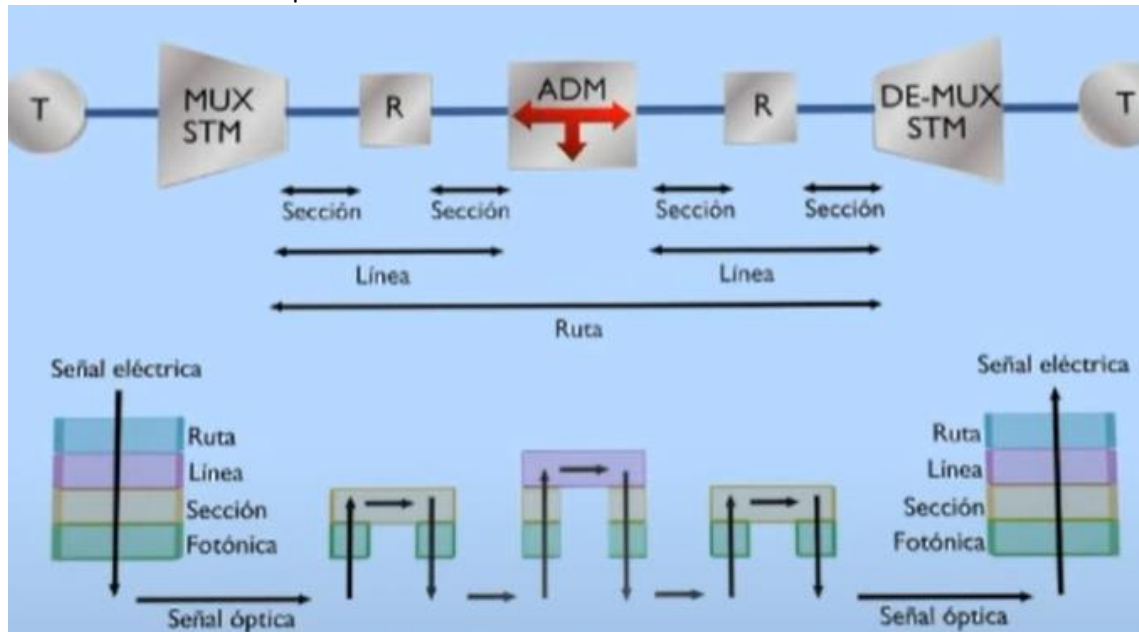


En una red SDH decimos que los distintos elementos se conectan mediante secciones. Al tramo existente entre dos multiplexores, aunque en medio tengamos algún repetidor, se le denomina línea y llamamos ruta al tramo de red que une el multiplexor origen con el multiplexor destino.

Capas-Niveles de SDH:

- ⇒ A las trayectorias entre STM y repetidor o repetidor y ADM se le llama sección
- ⇒ A las trayectorias entre STM y ADM se le llama Línea
- ⇒ Y a las trayectorias entre STMs se les llama Ruta

Cuando la señal llega al repetidor se regenera la sección y cuando llega hasta un ADM llega hasta la sección de línea dónde se puede extraer-insertar



Más info: <https://blog.davantel.com/introduccion-las-redes-sdh-multiplexores-equipos-terminales-adm-los-miercoles-tecnologia>

La gestión de estas redes se realiza mediante el modelo gestor-agente. En este modelo existe un gestor que se encarga de varios agentes y los agentes de varios objetos gestionados:



A este modelo de gestión se le denomina **TMN**. Los gestores normalmente se incluyen en los sistemas operativos y los agentes en elementos de la red. Un gestor puede solicitar, en cualquier momento, a un agente determinada información sobre cualquiera de los objetos que monitoriza. Los agentes también pueden ser programados para enviar información de forma automática cada cierto tiempo sin necesidad de que esta sea solicitada por el agente. En esta gestión de red se utilizan el protocolo **CMIP** (Common Management Information Protocol) o **SNMP** (Simple Network Management Protocol)

ATM

Hasta ahora todas las redes de las que hemos hablado transmitían de modo síncrono, mientras que esta lo hace en modo de **transferencia asíncrono** (ATM, Asynchronous Transfer Mode) y es independiente del tipo de información transmitida. Tiene la desventaja de que los equipos utilizados por este tipo de redes son caros, por lo que hoy día se utilizan mayoritariamente para transmisiones a larga distancia debido a su gran velocidad.

Este mecanismo, al transmitir de forma asincrónica, puede aprovechar los huecos en los que el usuario no transmite nada para introducir otros datos, así se aprovecha al máximo el ancho de banda. Puede alcanzar

velocidades de transmisión de hasta 622Mbps. No se transmite a una velocidad determinada sino que esta velocidad es negociada entre el origen y el destino acorde a la red sobre la que se va a transmitir.

Otra característica de las redes ATM es que pueden transmitir información tanto en modo conmutación de circuitos (también llamado CBR, Continuous Bit Rate), como en conmutación de paquetes (también llamado VBR, Variable Bit Rate).

El tamaño de los tramos en los que se divide la información es reducido y se les denomina celdas, estos tienen un tamaño de 53 bytes de los cuales 5 son de cabecera y 48 bytes son de datos. La ventaja que supone el hecho de que el tamaño de estas celdas sea reducido y del mismo tamaño es una conmutación a muy alta velocidad.

En el nodo de origen, la información se divide en las celdas de las que hemos hablado, siendo necesario que el nodo destino las ensamble a su llegada.

Son redes orientadas a conexión, o sea que debe existir un camino previo establecido entre los extremos que desean comunicarse antes de comenzar la transmisión. Esto hace que las redes ATM se organicen por conexiones, no por canales.

Los elementos principales en este tipo de redes son los switches, también llamados conmutadores ATM. Por tanto podemos encontrar dos tipos de interfaces, uno de usuario a switch (UNI) y otro entre switches (NNI). Visto de otro modo, el interfaz UNI sirve para conectar el dispositivo del usuario a la red y el NNI para conectar distintas redes entre sí.

Como hemos indicado antes, las redes ATM son orientadas a conexión, por lo que, para poder establecer el camino entre el origen y el destino, el origen debe solicitar la conexión mediante el UNI al switch al que está conectado, la señalización deberá ir atravesando los diferentes switches de la red (y sus interfaces NNI) gestionándose el camino a seguir para finalmente llegar a destino y ser aceptada la conexión. Será entonces cuando se establezca el circuito virtual entre los dos puntos y se acuerde la calidad de servicio (QoS) necesaria para la transmisión.

Las redes ATM se construyen en torno a estos switches que van unidos entre sí y con otros nodos mediante fibra óptica. Entre origen y destino se pueden crear dos tipos de caminos: circuitos virtuales conmutados (SVC, Switched Virtual Circuits) y circuitos virtuales permanentes (PVC, Permanent Virtual Circuits).

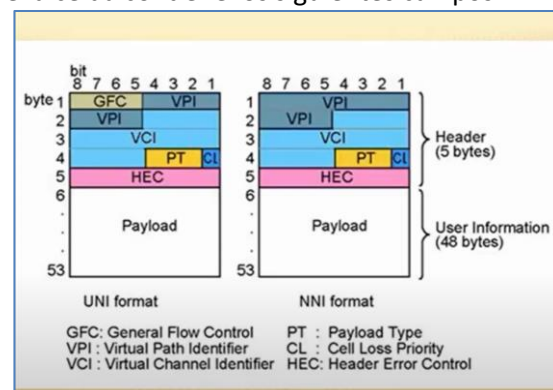
En los SVC, el usuario comunica al switch del que depende que desea realizar una conexión con el nodo destino indicando su dirección y la calidad de servicio necesitada; entonces el switch, junto con otros elementos de red ATM se encargan de establecer el circuito. Cada uno de los circuitos virtuales que se establecen son denominados con un número distinto de 24 bits.

Como es una red orientada a conexión y el camino está establecido no es necesario que los paquetes transmitidos por la red lleven información de nodo origen y destino sino que van marcados con su identificador de circuito virtual dentro de la cabecera de la celda, que solo es válido mientras el circuito se encuentra activo.

Los circuitos virtuales permanentes son aquellos que se establecen de forma fija entre origen y destino. Es necesario también indicar la QoS y el identificador de acceso al circuito virtual.

Los identificadores de circuito de 24 bits dedican sus primeros 8 bits al identificador de camino virtual (Virtual Path Identifier) para identificar la red y los restantes 16 al identificador de circuito virtual (Virtual Circuit Identifier) para identificar el host. La cabecera de la celda contiene los siguientes campos:

VPI	Identificador de camino virtual
VCI	Identificador de circuito virtual
PT	Tipo de información
CLP	Celda de baja prioridad
HEC	Control de errores de la cabecera



Estas redes pueden transportar distintos tipos de datos y de distintas formas de transmisión, tanto de forma síncrona, asíncrona como orientado a conexión e incluso sin conexión.

Esta diseñado para manejar los diferentes tipos de tráfico:

- Constant Bit Rate (CBR), orientado a conexión, tráfico síncrono (Ej. Voz o video sin compresión)
- Variable Bit Traffic (VBR), orientado a conexión, tráfico síncrono (voz y video comprimidos)
- Variable Bit Rate, orientado a conexión, tráfico asíncrono (X.25, Frame Relay, etc)
- Información de paquete sin conexión (tráfico LAN, SMDS usado para conectividad LAN a LAN, etc...)

Toda esta arquitectura de la que estamos hablando se organiza en tres capas distintas:

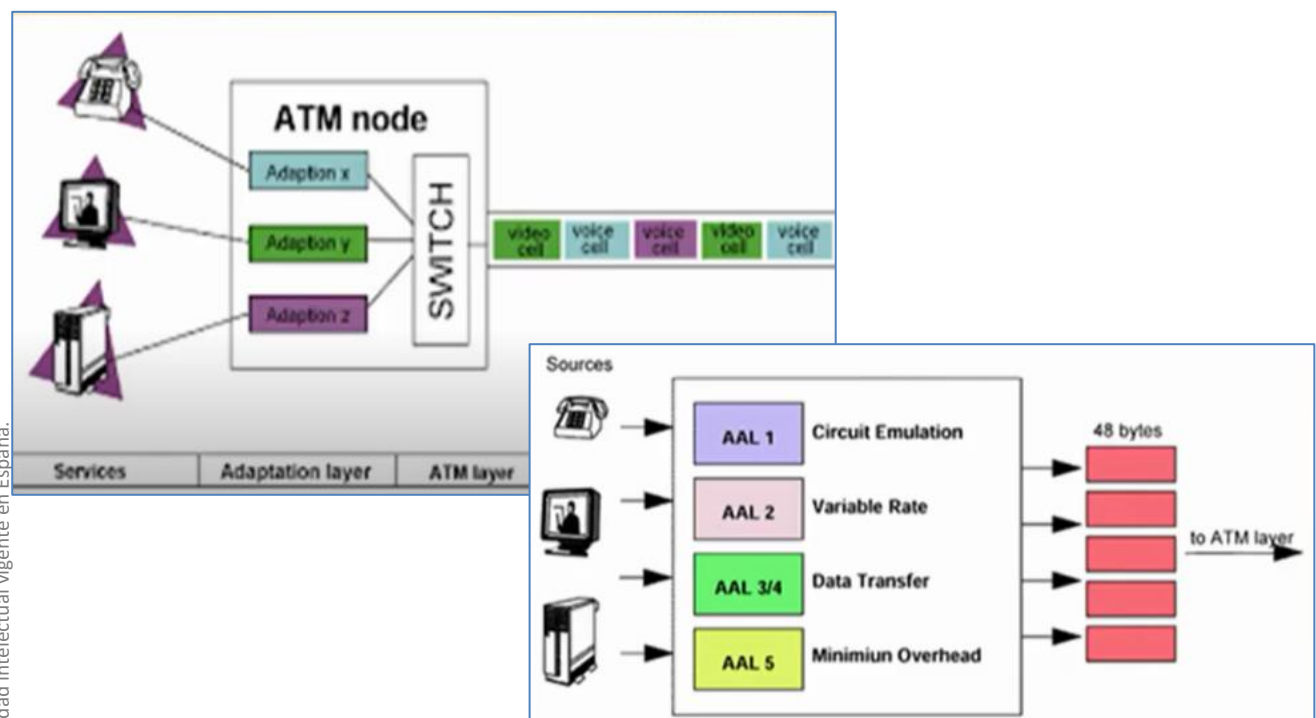
- ⇒ Física
- ⇒ ATM
- ⇒ AAL

La capa física se encarga de la transmisión y recepción correcta de los bits. Esta capa se divide en dos subcapas, la PMD que tiene que ver con detalles como la velocidad de transmisión y la TC con el tratamiento de la información, por ejemplo la construcción o extracción de las celdas, generación de la cabecera, etc.

En la capa ATM se determina el formato de la celda y la forma en que se transmiten, o sea, esta capa se encarga del multiplexado de las celdas en el enlace, es capaz de encaminar la información gracias al par VCI/VPI y además dispone de control de flujo para acceder al medio.

Por último, **la capa AAL o de adaptación al medio es la que se encarga de manejar los distintos tipos de tráfico que pueden viajar por estas redes**. Se encarga de la segmentación y posterior ensamblado de la información de las capas de niveles superiores. Según el modo de conexión, la tasa de bit y si la información que se transmite es síncrona o asíncrona, existen cuatro versiones de esta capa:

Clase	Características
AAL1	Conmutación de circuitos, recuperación de errores, transmite voz y vídeo sin comprimir, tráfico síncrono, tasa de bits constante, tráfico síncrono.
AAL2	Conmutación de paquetes, tráfico síncrono, transmite voz y video comprimidos, tasa de bits variable, tráfico síncrono.
AAL3/4	Transferencia de datos con tasa de bit variable, tráfico asíncrono. Pueden operar en modo fiable o no fiable.
AAL5	Mejora de la versión anterior



Frame Relay

Frame Relay es una técnica de conmutación de paquetes, que transmite paquetes de longitud variable a alta velocidad, surge como alternativa al protocolo X.25. Es una tecnología orientada a conexión, o sea, se debe establecer un camino antes de comenzar la transmisión.

El camino establecido puede ser de tipo conmutado (SVC, Switched Virtual Circuit) o permanente (PVC, Permanent Virtual Circuit), aunque solo se implementa la última opción. En la cabecera de las tramas hay un campo llamado DLCI que es un indicador de la conexión, o sea del circuito que debe de seguir una determinada trama.

Tiene la ventaja de que se pueden establecer circuitos punto a punto a través de la red pública como si de una red privada se tratase, lo que permite sustituir líneas privadas por un único enlace. Son redes sencillas y flexibles con necesidades de hardware reducidas, lo que disminuye el coste de las mismas. Otra ventaja radica en la tarifa fija, ya que los precios no dependen de la distancia.

Como hemos dicho antes, las longitud de las tramas no es la misma, aunque por defecto se le asignan 1600 bytes, puede variar entre 1 y 8000 bytes. Cada trama está compuesta, siguiendo un orden de izquierda a derecha, por un señalizador, la cabecera, los datos, el CRC y otro señalizador. Las tramas deben de llegar ordenadas a su destino al ser una tecnología orientada a conexión.

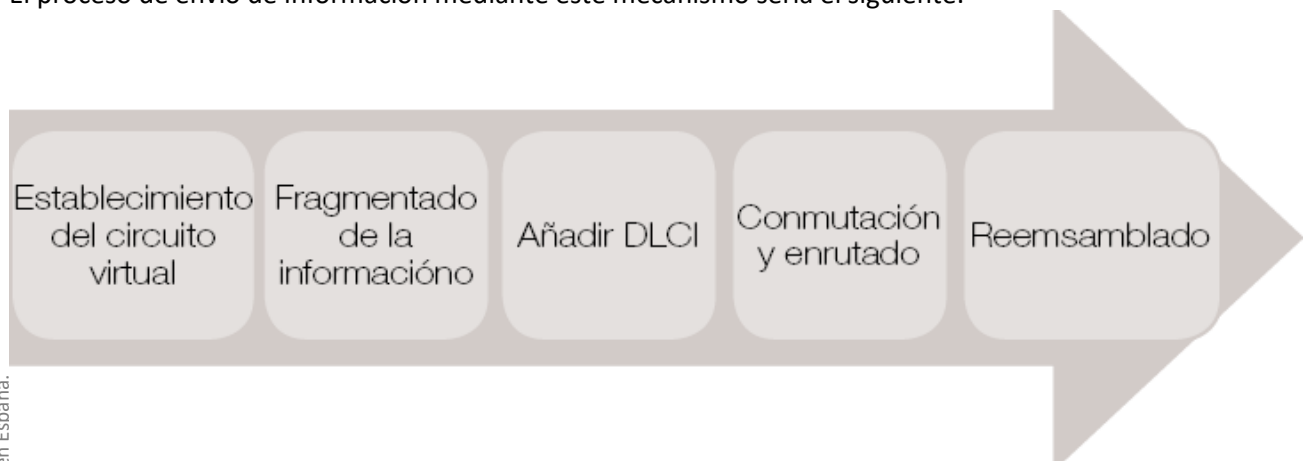
Dentro de la cabecera encontramos los siguientes campos:

DLCI	Identificador de conexión de enlace de datos
CR	Instrucción/respuesta
EA	Dirección extendida
FECN (Forward explicit Congestion Notification)	Notificación de congestión explícita de envío
BECN (Backward explicit Congestion Notification)	Notificación de congestión explícita de reenvío

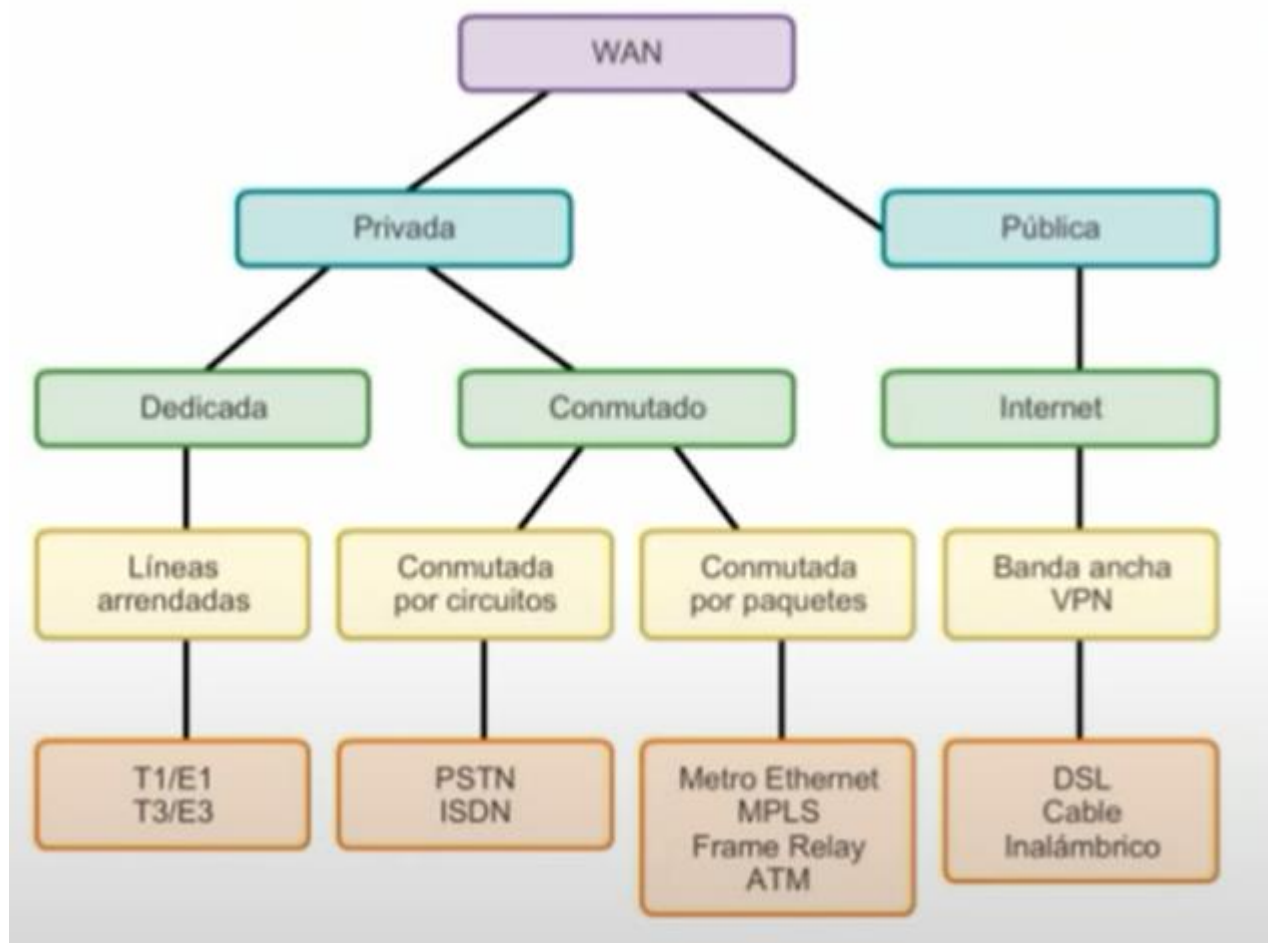
Los bits FECN, BECN y DE (Discard Eligibility) ayudan a detectar congestión en la red, FECN se activa en caso de haber congestión en el sentido en el que viaja la trama y BECN en el caso de haberla en sentido contrario. Con DE se indica si la trama se puede descartar en caso de que haya congestión.

Estas redes no son capaces de realizar control de flujo ni de errores por lo que serán los dispositivos de usuario los que tendrán que detectar la existencia de una cierta trama errónea y solicitar su reenvío. El hecho de no corregir errores por otro lado es positivo ya que el tamaño de las cabeceras es menor y por tanto se necesita menos tiempo para procesarlas en los nodos de la red.

El proceso de envío de información mediante este mecanismo sería el siguiente:



Video Frame Relay vs Ethernet: <https://www.youtube.com/watch?v=j98vDf5nULY>



Más info: https://www.youtube.com/watch?v=99O68o_yjmE

Este vídeo lo explica muy bien pero en inglés: https://www.youtube.com/watch?v=Y_Y19W0_WHw Puede activar los subtítulos en español.

MPLS

MPLS son las siglas de Multiprotocol Label Switching (multiprotocolo de conmutación mediante etiquetas) que fue creado por la IETF (Internet Engineering Task Force) en 1998 para permitir el transporte de distintos tipos de datos entre redes de conmutación de circuitos y de paquetes. Este protocolo actúa entre la capa de enlace de datos y la de red.

A grandes rasgos lo que realiza este protocolo es un igual etiquetado de los paquetes que corresponden a un mismo flujo de manera que en los nodos intermedios no es necesario comprobar la dirección de destino a la que se dirigen por lo que no hay que examinar la cabecera completa, con comprobar la etiqueta se pueden conmutar lo que hace del direccionamiento una tarea más rápida. En estas etiquetas se indican también criterios de calidad y de prioridad.

Se utiliza en redes no orientadas a conexión y el camino que va a seguir el paquete depende de las tablas de envío.

Los elementos que encontramos en esta arquitectura son:

- ⇒ **Label Switched Path (LSP)**: Camino MPLS, circuito virtual por el que viajan los paquetes con una misma FEC.
- ⇒ **Label Distribution Protocol (LDP)**: es el protocolo de distribución de etiquetas.
- ⇒ **Label Edge Router (LER, enrutador de etiqueta de borde)**: Estos LER son los elementos de paso de redes MPLS a otras redes y viceversa, o sea se encuentran en el límite de las redes MPLS.
- ⇒ **Label Switching Router (LSR, enrutador conmutador de etiqueta)**: enrutador que se encarga de conmutar etiquetas.

- ⇒ **Forwarding Equivalence Class (FEC)**: conjunto de paquetes que se tratan de igual forma por llevar la misma etiqueta.

A cada paquete de datos se le pone una cabecera que puede contener una etiqueta o varias, cada una de ellas con cuatro campos que son:

- ⇒ **Label**: (20 bits) valor de la etiqueta en un momento dado, ya que esta es cambiada a su paso por cada enrutador.
- ⇒ **Exp**: (3 bits) son los bits de prioridad, donde se indica la QoS. A estos bits se les denomina bits experimentales.
- ⇒ **Stack**: (1 bit) bandera de fondo de la pila. Cuando vale '1' significa que no hay más etiquetas en la pila, cuando vale '0', hay más etiquetas debajo de esta.
- ⇒ **TTL**: (8 bits) tiempo de vida. A este parámetro se le da un valor inicial determinado que va decrecentándose según va pasando por los distintos nodos. Este campo corresponde a la cabecera IP, pero al usar este protocolo no se lee ya que se miran solamente las etiquetas, por lo que es necesario que se encuentre en un campo de las mismas, una vez es atravesado el último nodo, el valor TTL se copia en la cabecera IP.

Las etiquetas son de tamaño pequeño y fijo. **Al conjunto de etiquetas que contiene la cabecera de un paquete se le denomina pila. La tarea de decidir que etiqueta poner a un paquete recibido es del router. Dos paquetes que tienen la misma etiqueta no quiere decir que vayan al mismo destino, sino que tienen la misma clase y por tanto la misma calidad. Cuando un paquete está atravesando la red, en cada enrutador se pueden realizar tres tipos de operaciones sobre las etiquetas según una tabla de envío:**

- ⇒ **PUSH**: se encapsula las etiquetas existentes con una nueva. En caso de no haber ninguna se inserta sin más.
- ⇒ **POP**: se quita la etiqueta primera a un paquete, dejándolo con las restantes de la pila o sin ninguna.
- ⇒ **SWAP**: sustitución de una etiqueta por otra, de manera que el paquete se envía por el camino asociado a la nueva etiqueta.

La tabla de envío contiene un par de entrada y salida, en la entrada encontramos pares de interfaces de entrada con etiquetas y en el de salida hay otro par con la etiqueta que se va a poner a cierto paquete coincidente con cierta entrada a través de un interfaz determinado y el interfaz de salida del mismo. Existe la posibilidad de que haya etiquetas iguales en el caso de dos flujos distintos si estos provienen de interfaces distintas. **Cada enrutador debe comunicar al siguiente enrutador las etiquetas de los paquetes que le envía** y esto lo hace mediante protocolos como el RSVP o mediante el LDP creado especialmente para esta tarea.

Veamos un ejemplo de tabla de envío.

Entrada		Salida	
Interfaz	Etiqueta	Etiqueta	Interfaz
2	23	63	5
2	42	28	5
3	51	14	7
4	51	32	6

En este ejemplo podemos observar lo comentado anteriormente de que puede haber paquetes con la misma etiqueta que lleguen por distinta interfaz.

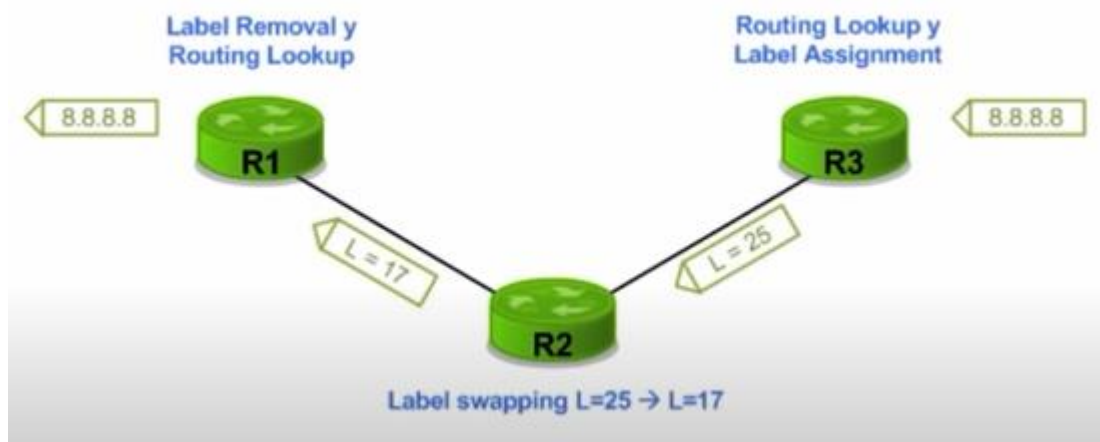
Veamos un ejemplo de manejo de esta tabla: el paquete con etiqueta 51 que entra por el interfaz 3 se le pondrá la etiqueta 14 y su salida será por la interfaz 7.

Si llega un paquete a un enrutador cuya etiqueta no está contenida en la tabla de envío, dicho paquete se descarta.

Este protocolo mejora sus antecesores Frame Relay y ATM en transmisión de datos de alta velocidad ya que presenta las siguientes **ventajas**:

- ⇒ Permite un **conmutado rápido** gracias a la **lectura solo de las etiquetas**.

- ⇒ Los **nodos** utilizados en la red son **más sencillos y económicos**.
- ⇒ Dispone de distintas **clases de servicio** que se diferencian unas de otras por la calidad de servicio.
- ⇒ Presenta una **gran facilidad en la creación de redes privadas virtuales (VPN)**



Estándar X25

Este estándar fue publicado en 1985 por la CCITT. Es una norma utilizada en redes de conmutación de paquetes que ofrece un tipo de servicio orientado a conexión por lo que los paquetes llegan ordenados a su destino. Por tanto es necesario fraccionar la información antes de enviarla por la red.

Ejerce de interfaz entre los equipos terminales de datos (**DTE**, Data Terminal Equipment) que son los emisores o receptores de la información y los equipos de terminación del circuito de datos (**DCE**, Data Circuit-Terminating Equipment) que son los equipos de comunicaciones que atraviesa la información a lo largo de la red para llegar de origen a destino, o sea, **hace de interfaz entre el terminal de usuario y la red**. Al ser un tipo de comunicación orientada a conexión, deberá realizarse primero el circuito virtual, para lo cual deberá interactuar primero el DTE con la red y una vez establecido se podrán enviar y recibir datos entre los usuarios. **El circuito virtual creado podrá ser de tipo permanente (PVC) conmutado (SVC).**

Este estándar está definido en **tres capas**.

- ⇒ La **primera capa** se encarga de la **parte más física** de la comunicación (interfaz eléctrica, mecánica y funcional) entre DTE y DCE, su estructura no está definida en este estándar sino que se utilizan los estándares X.21 para interfaz digital y X.21 bis para interfaz analógico.
- ⇒ La **segunda capa** es la que **establece la comunicación entre DTE y DCE**, para ello utiliza los protocolos LAP y LAPB.
- ⇒ La **tercera y última capa** sin embargo **se encarga de las conexiones**, ya sean en modo PVC o SVC.

Estas capas se corresponden con las más bajas del modelo OSI, o sea con la capa física, la de nivel de enlace de datos y la de red, siendo la capa primera la física, la segunda la de enlace y la tercera la de red. Para el resto de capas (transporte, sesión, presentación y aplicación) no define protocolos.

Para establecer una conexión utilizando este estándar se sigue el siguiente proceso:

- ⇒ **Conexión**
 - El DTE inicia la conexión enviando un CALL REQUEST al DCE.
 - Este atraviesa la red hasta el DCE destino que se lo envía al DTE destino.
 - El DTE destino envía un CAL ACCEPTED, si acepta la llamada, que llegará a través de la red al DCE origen.
 - El DCE origen envía al DTE origen un mensaje CALL CONNECTED.
- ⇒ **Intercambio de datos**
 - Se realiza el intercambio de datos entre los DTE origen y destino.
- ⇒ **Fase de limpieza de llamada**
 - Cuando se desea terminar la llamada se envía un paquete CLEAR REQUEST al otro usuario.
 - El DCE del otro usuario envía un CLEAR INDICATION a su DTE.

- El DTE genera un CLEAR RESPONSE que lo recibe el DCE del usuario que solicitó finalizar la conexión.
- El DCE envía al DTE un paquete CLEAR CONFIRMATION.

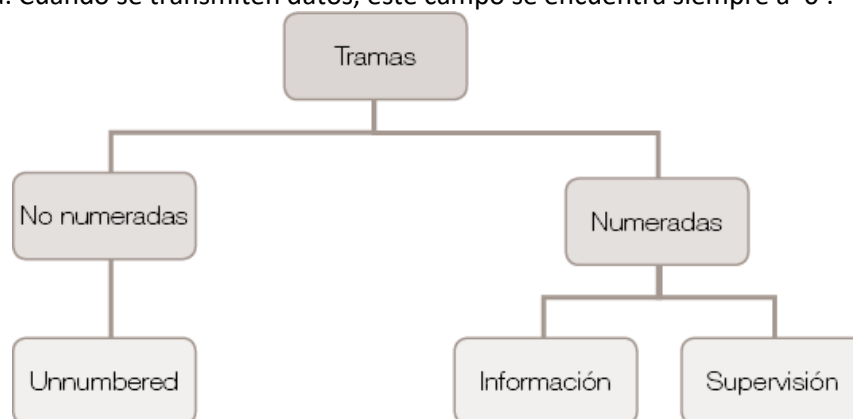
No son estos los únicos paquetes de control que se envían por la red, ejemplos de algunos más son:

Paquete	Utilidad
INTERRUPT	Sirve para interrumpir una secuencia
RECEIVE READY	Indica si se encuentra preparado para recibir
RECEIVE NOT READY	Indica si no está preparado para recibir
REJECT	Se ha recibido una trama con error y se pide retransmisión
RESET	Sirve para recuperación de problemas
RESTART	Recuperación de problemas
DIAGNOSTIC	Mediante este comando se informa al usuario de problemas en la red
DISCONNECT	Desconexión
SET ASYNCHRONOUS BALANCED MODE	Modo balanceado asíncrono
SET EXTENDED ASYNCHRONOUS BALANCED MODE	Modo balanceado asíncrono extendido

Como hemos indicado, el protocolo que utiliza el estándar X.25 a nivel de enlace de datos es LAPB. La longitud de la trama LAPB por motivos de eficiencia se establece en un máximo de 128 bytes de los cuales al menos tres de sus bytes son la cabecera. Esta trama tiene el formato siguiente:



- ⇒ Los Flag tienen el tamaño de 1 byte cada uno y son una secuencia con la forma 01111110 que sirven para delimitar el principio y el fin de la trama.
- ⇒ Address: como solamente existe comunicación entre el DTE y el DCE, solamente existen dos direcciones 00000011 que es la dirección del DTE y 00000001 que es la del DCE.
- ⇒ Control: indica el tipo de trama que es, que puede ser de información cuando transmite datos o de supervisión cuando lleva comandos, este tipo de tramas contienen también un número de secuencia. Además están las tramas no numeradas que llevan comandos pero no número de secuencia. Cuando se transmiten datos, este campo se encuentra siempre a '0'.



Las tramas de supervisión pueden contener los valores Receive Ready (RR), Reject y Receive Not Ready (RNR).

- ⇒ Las tramas no numeradas sin embargo envían comandos como SABM, SABME, DISC y respuestas como UA (Unnumbered Acknow, comando reconocido), DM (Disconnect Mode, modo desconexión) o FRMR (Frame Reject, rechazo de trama).
- ⇒ Information: contiene la información que envía el usuario.

- ⇒ Cuando un paquete es recibido en el destino, este envía una respuesta en la que indica el próximo paquete que espera recibir.

Conmutación IP

Esta tecnología se encuentra en el mercado desde finales de los años 90 (en 1996 es definido el estándar por la UIT (Unión Internacional de Comunicaciones), pero ha sido desde hace unos años que su uso se ha generalizado debido a la mejora y estandarización de los sistemas de control y a la generalización de internet.

El protocolo IP (Internet Protocol) nace como un protocolo de comunicación de datos entre dos puntos de la red. La transmisión de estos datos se realiza en forma de paquetes (en la red telefónica tradicional el tipo de conmutación utilizado es el de circuitos), pero este protocolo, aunque ofrece seguridad, no asegura la llegada de los paquetes y es no orientado a conexión. Por ello más adelante se unió a TCP formando el protocolo TCP/IP que aumenta la fiabilidad de la red.

Es uno de los protocolos de Internet más importantes y pertenece al nivel de red del modelo referencial OSI y a la capa de Internet en el modelo TCP/IP.

Cuando decimos que un protocolo es no orientado a conexión nos referimos a que los paquetes serán tratados independientemente, pudiendo viajar por diferentes trayectorias para llegar a su destino. Mientras que en un protocolo orientado a conexión fija, antes de establecer la conexión, se definen algunos parámetros que hacen que la conexión sea más segura, este tipo de protocolos producen una mayor carga en la red a cambio de fiabilidad.

El protocolo de red más utilizado los últimos años es IPv4 que emplea direcciones de 32 bits. IPv6 es el sucesor que lo está sustituyendo, ya que poco a poco Internet está agotando las direcciones disponibles (232) e IPv6 utiliza direcciones de fuente y destino de 128 bits, lo cual proporciona muchas más direcciones que las que provee IPv4.

Estas direcciones sirven para identificar un equipo dentro de una red que funcione mediante el protocolo IP. En IPv4, las direcciones se agrupan por octetos y así se pueden presentar en forma decimal, llegando cada octeto entonces a un valor máximo de 255 (que corresponde con el número binario 11111111). Los octetos, expresados en números decimales, se separan mediante puntos, quedando una dirección IPv4 con la forma 20.123.5.254.

La asignación de la dirección IP puede ser manual, automática o dinámica:

- ⇒ **Manual:** el administrador de la red asigna las direcciones de forma manual introduciéndolas en una tabla en el servidor.
- ⇒ **Automática:** el administrador de la red fija un tiempo durante el cual un usuario va a disponer de cierta dirección IP dada por un servidor DHCP, tomada de un cierto intervalo de direcciones asignado también por el administrador.
- ⇒ **Dinámica:** con este método se permite la reutilización de las direcciones IP. Cada usuario que desee conectarse a la red solicita una dirección al servidor DHCP, entonces el servidor le asignará una dirección de un intervalo prefijado por el administrador de la red.

Las direcciones IP pueden ser fijas o dinámicas. La IP fija es asignada de forma manual ya sea por el servidor de la red o por el usuario y es aquella que se asigna a sitios para los que es necesario mantenerla, por ejemplo un servidor de un sitio web.

Las IP dinámicas son las que se asignan a un usuario durante un tiempo determinado mediante el protocolo DHCP, así se consigue reducir el número de IP utilizadas. En estos casos, cuando un usuario desea que se le cambie su dirección IP, solamente tiene que reiniciar el router.

Inicialmente se crearon distintas clases de direcciones IP: la A, la B y la C, pero más adelante prescindieron de ellas.

- ⇒ A
 - El primer octeto identifica la red, mientras que el resto direcciona los hosts
 - x.255.255.255
 - Rango: 0.0.0.0 a 127.255.255.255
- ⇒ B
 - Los dos primeros octetos identifican la red mientras que los otros dos los hosts
 - x.x.255.255
 - Rango: 128.0.0.0 a 191.255.255.255
- ⇒ C
 - Los tres primeros octetos identifican la red mientras el último los hosts
 - x.x.x.255
 - Rango: 192.0.0.0 a 223.255.255.255

Existen algunas **direcciones de red especiales como la 0.0.0.0** que se reserva para identificación local, las direcciones que tienen 0 en los octetos de host son direcciones de red, las que tienen 255 en los octetos de host es una dirección de broadcast (se envían los paquetes a todos los host) y por último, las direcciones de la forma 127.x.x.x nombran al propio equipo.

Una máscara de subred sirve para distinguir dentro de una clase los bits que corresponden con la red y los que corresponden con el host y se obtiene poniendo a 1 todos los bits que identifican la red y a cero los que identifican a los host, o sea, según las clases:

Clase	Ejemplo de dirección	Máscara
A	10.5.1.23	255.0.0.0
B	127.23.12.1	255.255.0.0
C	220.202.114.12	255.255.255.0

Podría querer crearse una subred para un cierto grupo de usuarios, como por ejemplo en la red de una universidad, podríamos querer crear una subred del Departamento de Tecnologías de la Comunicación. En estos casos hemos de reservar alguno de los octetos correspondientes a los hosts para identificar a la subred.

Las direcciones de **IPv6 están formadas por 128 bits, en vez de 32**, así se pueden representar hasta 2128 direcciones. **Se suele expresar en hexadecimal, en vez de en decimal** y cada dos octetos se separan con “:”, por lo que un ejemplo de una dirección de IPv6 puede ser el siguiente: 1302:138:23: cd: 134:3:323.

En IP no se necesita ninguna configuración antes de que un equipo intente enviar paquetes a otro con el que no se había comunicado antes.

El protocolo IP no provee ningún mecanismo para determinar si un paquete alcanza o no su destino y únicamente proporciona seguridad (mediante checksums o sumas de comprobación) de sus cabeceras y no de los datos transmitidos. Por ejemplo, al no garantizar nada sobre la recepción del paquete, éste podría llegar dañado, en otro orden con respecto a otros paquetes, duplicado o simplemente no llegar.

La información que desea enviar el emisor se va dividiendo en paquetes más pequeños con una longitud fija y se les pone una cabecera con algunos datos de control, como puede ser la dirección de origen, de destino, la prioridad del paquete, etc. Al recibirse estos paquetes en el destino, se vuelven a unir para que el receptor pueda obtener la información. Su principal ventaja es que solo ocupa la red mientras se están enviando paquetes.

Si el datagrama supera el tamaño máximo establecido en el tramo de red por el que va a circular, éste puede ser dividido en paquetes más pequeños, lo que no supone ningún problema ya que son re-

ensamblados en el destino. Estos fragmentos no tienen por qué seguir todos el mismo camino, sino que podrán ir cada uno por un camino diferente dependiendo, por ejemplo, de cómo estén de congestionadas las rutas en cada momento.

La tecnología IP permite, en una misma red, realizar comunicaciones de voz y de datos, realizándose las comunicaciones de voz tal y como están definidas en VoIP, que es un protocolo que permite a la voz viajar por la red empleando el protocolo IP, o sea conmutación de paquetes, mientras que en las redes telefónicas tradicionales se utiliza la conmutación de circuitos. Muchas empresas están optando por este servicio de telefonía ya que el ahorro en las llamadas es significativo y según van evolucionando las tecnologías comienza a ofrecer una calidad de servicio en comunicaciones de voz semejante a la de la red telefónica conmutada.

El funcionamiento básico de VoIP (Voice over Internet Protocol) es la transformación de las señales de audio que se recogen del micrófono a señales digitales. Estas señales se fragmentan en paquetes más pequeños, se les ponen las cabeceras necesarias y se transmiten por la red como paquetes de datos de IP. Para ello es necesario realizar una traducción del número de teléfono llamado en una dirección IP.

Los elementos necesarios para realizar una comunicación VoIP son:

- ⇒ **Clientes:** Es el que realiza la llamada y por tanto genera la información recibida a través del micrófono. Esta información se digitaliza, divide en paquetes y se envía. En el otro extremo de la comunicación, la señal se debe de ensamblar para poder ser reproducida en el altavoz.
- ⇒ **Servidores:** Se encargan de enviar los paquetes a la dirección IP adecuada. Además gestionan el servicio y se encargan del registro de los usuarios.
- ⇒ **Gateway:** es la interfaz que se encarga de que pueda existir comunicación entre un terminal IP y uno fijo o móvil tradicional. Sustituye a las centrales actuales

Cuando comenzó este tipo de telefonía tenía una baja calidad de servicio debido a los retardos producidos y a las pérdidas de algunos paquetes, pero gracias a las conexiones de banda ancha ha mejorado de manera significativa. Aún así todavía existen muchas conexiones que no son de banda ancha, cosa que se espera que se solucione en un corto espacio de tiempo.

Este tipo de tecnología es más económico ya que solo se envían paquetes cuando hay información para transmitir, por ejemplo cuando hay pausas o uno de los hablantes está escuchando, no necesita transmitir nada, solo transmite la información del que está hablando en un momento dado. Además los proveedores de IP ofrecen servicios suplementarios a coste cero (rellamada, identificación de llamada, etc.).

Llamar al 911 (Servicio de emergencias) desde un terminal IP, supone un problema, puesto que con IP no se sabe desde que zona geográfica se está avisando y entonces no se puede desviar a la central de emergencias de la zona. Existe la intención de añadir información de la localización geográfica en la cabecera de los paquetes.

Hoy día, debido al aumento de usuarios en internet, los operadores están ampliando la capacidad de sus enlaces y el tamaño de sus redes y gracias a esto y a la creación de módems de alta velocidad, estamos cada día más orientados a poder realizar llamadas sobre IP con una gran calidad de servicio, con lo cual se habla incluso de que este nuevo tipo de telefonía, en un futuro, podría suplantar al actual. Aunque eso sí, todavía se deben de solucionar algunos de los problemas existentes (robos de datos, virus, problemas con la calidad de la llamada, etc.).

Mixtas

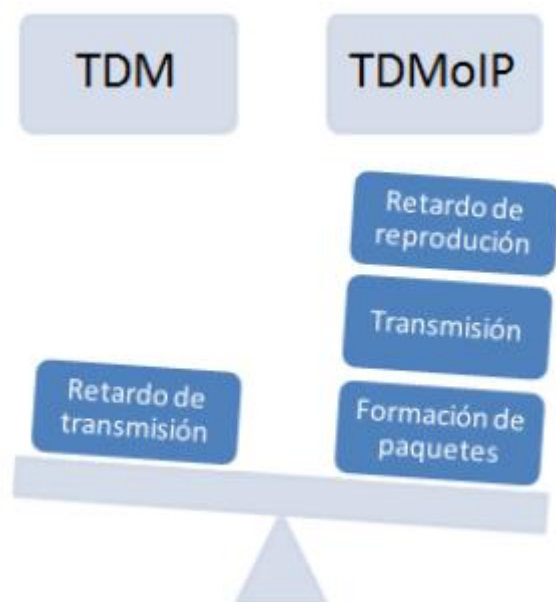
Un ejemplo de una tecnología mixta puede ser **TDMoIP** (Time Division Multiplexing over Internet Protocol) que es un modo de comunicación entre digital clásico e IP. La calidad de audio es superior al utilizar esta tecnología.

En esta tecnología, se realiza una multiplexación de tipo TDM y las tramas que se obtienen se introducen en paquetes incluyéndoles las cabeceras necesarias para poder transmitirlos por la red. El receptor, a la llegada de la información de los paquetes debe de recogerla, sacarla de los paquetes y demultiplexarla.

Los Gateways son los encargados de dividir las tramas en paquetes más pequeños y ponerles la cabecera IP, al igual que en la recepción de extraerlos de la cabecera y regenerar la señal original.

El factor que debemos de tener más en cuenta a la hora de implementar este tipo de redes es la recuperación del reloj, ya que si no, no se podría recuperar la señal de manera adecuada. Para evitar este problema se utilizan mecanismos novedosos de recuperación del reloj.

En las redes TDM el retardo no supone un problema puesto que el único existente es el propio de la transmisión, pero en redes IP puede haber retardos asociados a diferentes razones, una de ellas por ejemplo, la formación de los paquetes. Mientras que la suma de todos los retardos no supere los 150 ms se considera que es aceptable y la comunicación se realizará con una calidad buena.



Los sistemas VoIP, aunque la transmisión sea en banda ancha, también introducen retardos relacionados con los códecs utilizados.

Al retardo o tiempo que tarda un paquete en llegar del origen al destino también se le denomina latencia.

La telefonía IP y VoIP: <https://www.youtube.com/watch?v=vMNCXtz8ePg>

IMS

La tecnología IMS (IP Multimedia Subsystem) es el conjunto de especificaciones, o estándar, que nos dicen cómo ha de ser una arquitectura para ofrecer servicios multimedia basándose en IP. Este estándar es independiente del dispositivo utilizado para establecer la comunicación y del acceso (UMTS, UTRAN, Wi-Fi, etc.) ya que soporta muchas de las tecnologías existentes hoy en día.

IMS es una arquitectura o infraestructura construida sobre tres capas, de transporte, de control y de servicios, ya que la capa de aplicación depende de las aplicaciones que las operadoras ofrezcan a sus usuarios.

La capa de transporte está basada en tecnología IP porque la transmisión IP puede resultar menos costosa; por eso no solo la tecnología IMS sino también muchas otras, se están enfocando a realizarlos por IP.

Esta tecnología realiza las funciones de señalización por una línea distinta de las de transmisión de la información. La señalización de este protocolo se realiza con el protocolo SIP (Session Initiation Protocol) que se encarga del establecimiento, mantenimiento y liberación de la sesión entre dos dispositivos. Aún así es necesario otro protocolo que es el SDP (Session Description Protocol) que se encarga de negociar las características que va a tener una sesión, ya que hoy día conviven muchas tecnologías y es necesario que, para establecer una comunicación de unas determinadas características, ambos terminales las soporten.

Desde un principio IMS ha utilizado el protocolo IPv6 en su capa de transporte, puesto que es una tecnología actual y se está migrando hacia ella, aunque eso sí, dándole compatibilidad con IPv4.

Ya hemos hablado de tres protocolos que utiliza este estándar, pero no son los únicos, también utiliza:

- ⇒ RTP (Real Time Protocol)
- ⇒ RTCP (Real Time Control Protocol)
- ⇒ RSVP (Resource Reservation Protocol)

El punto clave de esta tecnología es el nodo **CSCF (Call State Control Function)** que se encarga de realizar muchas de las funciones de estas redes IMS; por ejemplo se encarga de la tarificación, encaminamiento de la señalización entre usuarios o de invocar los servicios. También es muy importante su base de datos (HSS) ya que en ella se recogen los clientes y las características asociadas a cada uno de ellos.

También esta tecnología necesita de una pasarela para poder conectar estas redes con la red telefónica tradicional y esa función la realizan los nodos **MGCF (Media Gateway Control Function)**. Los nodos IM-MGW (IP Multimedia Gateway) permiten la comunicación con las redes basadas en conmutación de circuitos. IMS pretende que se puedan ofrecer los mismos servicios que ya se tenían y algunos más.

Ventajas IMS

- ⇒ Reducción de costes
 - Personal
 - Infraestructuras
- ⇒ Funciones comunes genéricas que pueden ser utilizadas por los servicios de la red
- ⇒ Mayor cantidad de servicios.
- ⇒ Escalabilidad
- ⇒ Interacción con otras redes
- ⇒ Alta calidad de servicio

1.2.2. Elementos: Acceso, Conmutación, Call Handling, Tarificación, Administración...

Acceso

Los elementos de acceso varían según la tecnología utilizada, ya que no son iguales los elementos de acceso que se necesitan para Red Telefónica Conmutada que para RDSI.

En el caso más simple, que es el de la red telefónica, los terminales son los teléfonos, y aunque sean el punto de comienzo de la comunicación a través de la red telefónica, no son por ello menos importantes, ya que son los que traducen las señales acústicas que reciben por el micrófono en impulsos eléctricos que se pueden transmitir por la red y los impulsos eléctricos que reciben transformarlos en impulsos acústicos que podemos escuchar por nuestro auricular. Además de estas tareas, son los encargados de comunicarse con la central de conmutación local.

Esta comunicación se realiza por la línea de usuario, que es un cable de tipo par trenzado, se les llama así porque cada hilo va trenzado con su "par". Es un cable del tipo manguera con varios pares de cables en su interior.

Otro de los elementos que encontramos son los PTR (Punto Terminal de Red) o también podemos encontrar los PAU (Punto de Acceso de Usuario). Los PTR tienen las funciones de conectar al usuario con el operador que contraten, proteger la instalación del usuario en caso de sobretensión y diagnóstico del funcionamiento. Hoy día, el PTR está siendo sustituido por el PAU que sigue realizando las mismas funciones que el PTR y alguna más, como localizar y reparar averías.

Conmutación

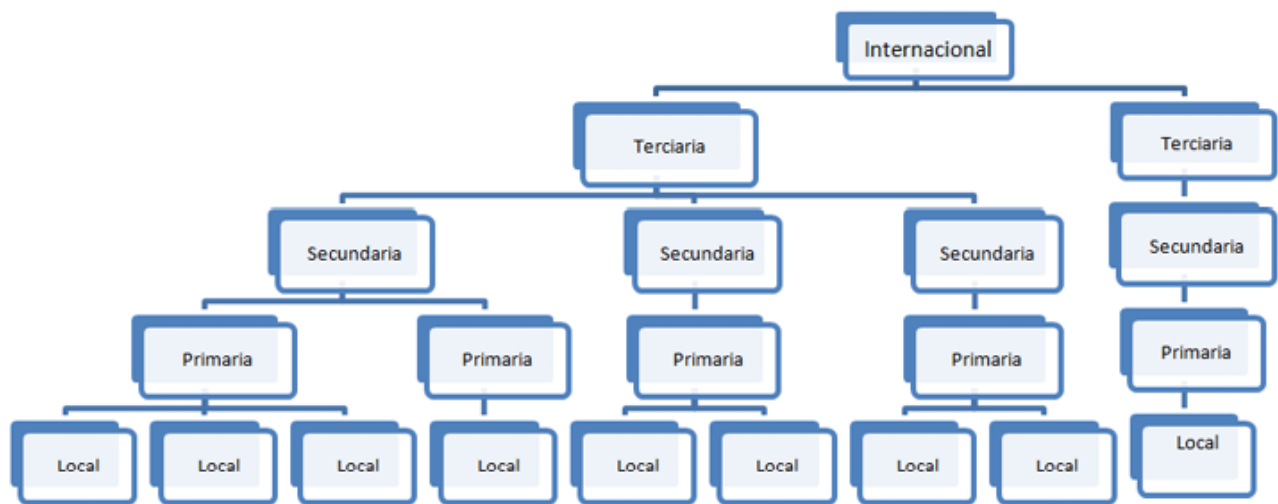
Para realizar la conmutación, se utilizan centrales de conmutación de distinto nivel, organizadas de manera jerárquica: local, primaria, secundaria, terciaria e internacionales, siendo la local la más cercana al usuario. Las centrales de conmutación locales se encargan de conectar a los usuarios con usuarios de la misma zona, o los conectan con una línea troncal que les lleva a una central de conmutación primaria. Estas centrales, según el caso, también pueden recibir el nombre de central urbana o terminal.

En caso de necesitar conectarse a la línea troncal porque la llamada sea a un usuario que no depende de la misma central local, la central local se enlaza con una central primaria (a este tramo de línea se le llama sección primaria). Las centrales locales que dependen de una central primaria conforman junto con la central primaria un Área primaria. También se le llama Central de Tránsito Sectorial.

Las centrales secundarias son las que se encargan del tránsito entre provincias. Van unidas a las centrales primarias por medio de la sección secundaria y llamamos Área secundaria a la zona provincial que cubre esta central. Estas centrales no disponen de abonados propios, son exclusivamente centrales que se conectan a centrales primarias.

Si continuamos escalando, nos encontramos con las centrales de conmutación terciarias que son las que se encargan del tráfico entre centrales secundarias (entre provincias). A ellas se conectan varias centrales secundarias o provinciales.

Por último, las centrales internacionales se encargan del tráfico entre distintos países. Suele haber varias en cada país y son las centrales terciarias las que se unen directamente a estas centrales.



Call Handling o funciones de tratamiento de la llamada

Cuando hablamos de **tratamiento de llamadas**, nos estamos refiriendo a **cómo vamos a proceder con las llamadas en caso de solicitarse en ellas algún tipo de servicio**. Este tipo de tratamiento es específico de las redes inteligentes (IN, Intelligent Network).

Es necesaria la existencia de nodos especializados dedicados esencialmente a realizar una tarea y como cada nodo desempeña una tarea, hay que ser especialmente cuidadosos en que haya unas conexiones adecuadas para que se comuniquen entre ellos.

Cuando se realiza una llamada en la que se solicita un servicio, es el **SSP (Service Switching Point)** el que detecta que hay una llamada en la que se solicita un servicio de los propios de la red inteligente y se lo comunica al **SCP (Service Control Point)**, el cual busca en una base de datos hacia dónde dirigir la llamada y le da las órdenes que ha de seguir el SSP, que continúa entonces el tratamiento de la llamada ejecutando las órdenes recibidas (este tratamiento se realiza a tiempo real).

Todas estas comunicaciones entre el SSP y el SCP se realizan a través de la red de señalización, no por la de transmisión de datos.

Tarificación

La tarificación se produce en el contador de cada abonado y depende del tiempo que dure la conexión y del lugar geográfico al que se realice la llamada. Este contador se encuentra en las centrales locales.

El método tradicional es mediante un contador de impulsos, aunque hoy en día se realiza mediante un software.

En el método tradicional, para realizar el cálculo del precio de la llamada, el contador de abonado, recibe unos impulsos que se van acumulando en un contador y según la velocidad con la que los reciba se sabe si la distancia de la llamada es mayor o menor. Si recibe los impulsos muy seguidos es que la distancia es mayor que si los recibe cada más tiempo. Si la llamada es más larga, el precio será mayor ya que se han contado más impulsos.

Aún así, debemos de tener en cuenta que cada operadora pone sus precios a los servicios prestados, ya que desde hace unos años la telefonía es un mercado que está liberalizado. La factura de teléfono suele contar con una parte fija en la que se pagan efectos como el mantenimiento de la línea o el alquiler de la línea y el equipo de conmutación y una variable que es la correspondiente al consumo detectado por el contador de abonado.

Esta parte fija puede verse modificada por varios motivos:

- ⇒ Cantidad de abonados dentro de un área.
- ⇒ Uso de la línea individual o compartido
- ⇒ Tipo de terminal suministrado por el proveedor.

La parte variable de una factura depende de parámetros como:

- ⇒ Distancia a la que se realiza una llamada.
- ⇒ Si existe una tarifa fija.
- ⇒ Cantidad de llamadas y duración de las mismas.

Veamos los distintos tipos de tarifas que podemos encontrar en el entorno de una llamada local:

- ⇒ **Tarifa fija:** El abonado paga una tarifa constante al proveedor del servicio cada mes por la prestación del mismo. En este caso, el coste no depende de la cantidad de llamadas realizadas ni de su duración. Este tipo de tarifa compensa al abonado que realiza muchas llamadas locales, pero para el proveedor de servicio se convierte en una desventaja, ya que aumenta el tráfico y esto puede derivar en problemas de congestión de la red. Existe otra versión de la tarifa fija y es ponerle un límite a la misma, cobrando un suplemento en la misma en caso de ser superado dicho límite.
- ⇒ **Tarifa por conversación:** esta tarificación depende del número de llamadas realizadas y de su duración, pero como estamos hablando de una llamada local, se suma una tasa reducida cada intervalo de tiempo determinado. Estos intervalos suelen ser largos.

En el caso de llamadas a larga distancia, varía el modo de tarificación de la llamada dependiendo de ciertos factores:

- ⇒ Tiempo de llamada: La duración de la llamada establece el precio que se va a pagar por la misma.
- ⇒ Hora del día: existen ciertas horas del día en la que la tarifa es más elevada que a otras, normalmente las tarifas son más elevadas en las horas que la red está más ocupada y más económicas a otras en las que el tráfico es menor, como por ejemplo la noche.
- ⇒ Distancia: En las centrales de conmutación existen unos módulos de tasación, y en este caso, entre la central del llamante y la del llamado, tarifican la llamada.

Como vemos son muchos los parámetros a tener en cuenta a la hora de realizar la tarificación, por ello, es necesario diferenciar el tráfico de larga distancia, con el local, las tarifas fijas, etc. El caso de la tarifa fija es sencillo de resolver, ya que no se necesita medir el tráfico, a no ser que sea una llamada de larga distancia. Las tarifas tienen que cumplir la característica de ser fáciles de calcular, aunque no siempre es así, ya que son muchos los parámetros que las determinan. Las tarifas también deben de ser moderadas.

Existe un Plan Técnico de Tarificación que es donde se concreta el modo en el que se cobra el suministro del servicio.

Administración

La administración de una red de telefonía se puede realizar básicamente de dos formas: TMN (Telecommunication Management Network) o SNMP (Simple Network Management Control). Siendo ambas formas estándares especificados por la UIT-T para administrar redes de telecomunicaciones gestionando fallos, configuración, contabilidad, características y seguridad.

El marco TMN es más complejo de implementar, pero ofrece más posibilidades que el SNMP. Este último se suele utilizar en redes TCP/IP y en redes de área local (redes de datos), mientras que el TMN en todo tipo de redes.

Las redes TMN están compuestas por distintos bloques funcionales que se comunican entre sí:

- ⇒ OSF(Operation System Function): funciones de sistemas de operaciones.

- ⇒ MF(Mediation Function): funciones de mediación. A este bloque funcional le llega la información de varios de los bloques funcionales y la transforma en un formato adecuado para el bloque funcional de sistema de operación.
- ⇒ WSF(Work Station Function): Funciones de estación de trabajo, permite al usuario interpretar la información obtenida de la gestión.
- ⇒ NEF(Network Element Function)= Funciones de elementos de red que les sirven para poder realizar tareas de gestión.
- ⇒ QAF(Q Adaptor Function)= Funciones de adaptador Q permiten a TMN gestionar elementos que ya son gestionados por un sistema gestor propietario.

Para poder hacer frente a los bloques funcionales, son necesarios los siguientes componentes: un interfaz, elementos de la red (llamaremos así a los elementos de la red que se están gestionando), dispositivos de mediación, adaptadores de interfaz Q, sistemas de operación y estaciones de trabajo.

1.2.3. Servicios: Suplementarios, Básicos, Tarificación, Valor Añadido (Red Inteligente)

Además del servicio básico de la red telefónica, podemos encontrar otros servicios muy útiles, aunque solo podrán utilizarse en caso de que las centrales que intervienen en la comunicación sean de última generación. La ventaja que presenta es que las empresas, con tan solo un número de teléfono, pueden dar atención a todos los clientes dentro de un mismo país.

Comencemos viendo el modo en el que tarifican los operadores de telefonía, para luego comprender mejor la tarificación en caso de servicios suplementarios y de valor añadido:

Tarificación

La tarificación de una llamada se realiza por medio de los impulsos que se producen a cada segundo y que van sumándose en el contador del usuario. Es habitual tarificar de forma distinta según la distancia que recorre la llamada.

A lo hora de tarificar una llamada, no se tarifica igual si ésta se encuentra dentro de la misma zona geográfica que si se realiza hacia fuera de ella. De hecho, España se encuentra dividida en 50 zonas provinciales (que no tienen por qué coincidir exactamente con los límites reales entre provincias) y estas zonas provinciales en 508 distritos. Cuando se realizan llamadas dentro de un mismo distrito, son llamadas metropolitanas, pero si son entre diferentes distritos son llamadas provinciales, aunque muchas veces no hay diferente tarificación si la llamada es metropolitana o provincial. Por último, las que se realizan entre zonas provinciales distintas son las interprovinciales.

Cada operador es el que marca sus propias tarifas y los modos de tarificar. También suele haber planes de precios especiales como las tarifas planas. Pero en ausencia de estos modos de tarificación especiales, las llamadas metropolitanas y provinciales se cobran a un precio, las nacionales a otro, y si en la llamada intervienen las redes móviles, otro precio, siendo este último el de tarificación más elevada. Esto es así porque aparte del contrato que ha establecido el llamante con su propio operador, depende también del operador del llamado.

En redes de conmutación de circuitos, la tarifa aplicada depende de un coste fijo que es el del servicio de tener una infraestructura de red, el de conexión de red y el de ampliación de la capacidad de la red. Si hablamos de redes de conmutación de paquetes, hemos de añadir un costo adicional, llamado social, que se le llama así porque es un coste asociado al perjuicio que supone para otros usuarios de la red que un paquete del llamante se encuentre en la red en un momento dado (por ejemplo el retardo que produce para el resto de paquetes). Y además habría que sumar otro, que es el costo de enviar el paquete en momentos de sobrecarga de la red.

En la factura de cada usuario debe aparecer de forma detallada cada uno de los elementos por los que se le está cobrando, ya sean llamadas, servicios suplementarios o de valor añadido, acceso a internet, etc.

Servicio telefónico básico

Este servicio conecta a los usuarios de manera que se pueda establecer entre ellos una comunicación vocal, de hecho la red telefónica surgió con esta finalidad. Además de este servicio de voz, también puede dar servicio de fax y de Internet, pero no en banda ancha.

Este servicio se tarificaría dependiendo de la distancia entre las zonas geográficas del llamante y el llamado y de si se hace uso de la red móvil o no.

Servicios suplementarios

Aparte del servicio básico de telefonía, el cliente puede contratar otros servicios suplementarios y se tarificaría por servicio prestado, por ejemplo:

Tarificación detallada	Desvío	Llamada en espera	Línea directa
Identificador de llamada	...	Reclamada en ocupado	Despertador automático

Además de estos servicios suplementarios existen los llamados servicios especiales, en los que marcando las 3 ó 4 cifras correspondientes al servicio indicado, te dan información de diferentes tipos, por ejemplo de información ciudadana, urgencias médicas, policía, emergencias, etc.

Servicio de red inteligente:

Cuando hablamos de redes inteligentes, estamos hablando de redes en las que se han incluido unos nodos programables por software y que gracias a ellos podemos incrementar los servicios habituales que proporciona la red.

A estos servicios de la red inteligente se les llama también servicios de Valor Añadido y son los siguientes:

- ⇒ **Encaminamiento y traducción de número:** Ejemplos de este servicio son el **desvío de llamadas**, número personal (la red dirige las llamadas al punto donde se ha establecido la localización del mismo en ese momento dado) o número único (lo utilizan las empresas para encaminar la llamada a la oficina más cercana al llamante).
- ⇒ **Servicios de tarificación especial:** también se les conoce cómo **línea 900** porque el llamante paga una cantidad añadida al valor de la llamada. La diferencia entre las diferentes opciones de números de la línea 900 es la forma de tarificarlos:
 - **Línea 900:** Es un **servicio a cobro revertido**, o sea que la propia empresa que lo contrata es la que paga la llamada del usuario. Lo suelen utilizar las empresas para informar a los clientes de los productos y servicios que ofrecen. Cuando se contrata un número 900 se ha de pagar un precio inicial y otro mensual según las llamadas recibidas en el mes.
 - **Línea 901 y 902:** En estos casos **se comparte el coste de la llamada entre llamante y llamado. En el primero de los casos el llamante paga más de la mitad de la llamada y el resto lo paga el llamado. En el segundo caso paga la llamada entera el llamante.** El 902 lo suelen utilizar empresas que dan servicio de gran interés a los clientes.
 - **Líneas 803, 806 y 807:** En este caso **el llamante tiene que pagar la llamada completa más un recargo por el servicio que le da el llamado**, o sea el que ha contratado este tipo de línea. Antiguamente eran por ejemplo los servicios eróticos.
 - **Línea 704:** Es una línea telefónica en la que **el contratante puede recibir llamadas independientemente de dónde se encuentre.** Está en la ciudad en que esté, incluso en otro país. Para conectar con este tipo de números, el llamante tiene que marcar el 704 más 6 cifras correspondientes al número al que llamamos y el llamado debe de identificarse marcando 082 y 4 cifras más. Esto lo debe de hacer cada vez que quiera actualizar su posición.
 - **Línea 905:** Es un tipo de línea que **se utiliza cuando se prevén muchas llamadas simultáneas, por ejemplo en el caso de encuestas o de los concursos de televisión.** El sistema puede contabilizar las llamadas y clasificarlas dando un resultado al momento.
 - **Línea 907, 908 y 909:** Este tipo de líneas **se emplean para acceso a Internet a través de RTC (Red Telefónica Conmutada) y de RDSI (Red Digital de Servicios Integrados).** Hace unos años estaban reservadas a servicios de telefonía móvil.
 - **Línea 940:** Esta línea sirve para dar acceso a los Centros de Atención de los operadores de **Radiobúsqueda.**

- ⇒ **Servicios de redes privadas virtuales:** son redes orientadas a las empresas, ya que les permite una numeración interna, facilidades de filtrado, etc.
- ⇒ **Servicios orientados al operador:** un ejemplo de este tipo de servicio es la portabilidad del número. Son servicios orientados a facilitar al operador de telefonía su actuación en un entorno.

1.3. El subsistema de señalización

El sistema de señalización se encarga de intercambiar los mensajes necesarios para establecer una llamada telefónica. Estos mensajes modifican el estado de los conmutadores haciéndoles conectar la entrada con la salida deseada. Inicialmente, los conmutadores eran dispositivos electrónicos, pero hoy día son conmutadores de programa de control almacenado (SPC). En ellos interviene un ordenador en el que hay instalado un programa que controla las señales de control de los conmutadores, cosa que es muy positiva, ya que se puede modificar el programa por ejemplo cuando se introducen novedades en la red o se desea modificar los mecanismos de control de los conmutadores.

En una conexión telefónica, los ordenadores que controlan los conmutadores han de mantener una comunicación. Antiguamente, los mensajes de señalización viajaban por las mismas líneas sobre las que luego se mantenía la llamada, pero hoy día esto no es así, existe una red paralela por la que viajan solamente las señales de control necesarias para establecer la comunicación deseada. A esta red la denominaremos red de señalización y está formada por ordenadores, módem y líneas de comunicación.

Los componentes que forman la red de señalización, aparte de los distintos tipos de enlaces, son:

- ⇒ **Punto de Conmutación de Servicios (Service Switching Point, SSP).** Es el dispositivo con el que se inicia una sesión, ya que es el que detecta qué servicio se está solicitando y comienza su tratamiento.
- ⇒ **Punto de transferencia de señal (Signal Transfer Point, STP):** Se encargan de encaminar mensajes de control.
- ⇒ **Punto de control de servicio (Service Control Point, SCP):** es el nodo al que avisa el SSP cuando detecta que se está solicitando un servicio y éste lo consulta en una base de datos para dar poder dar órdenes al SSP sobre cómo debe actuar.

Cuando un usuario se comunica, la información enviada se divide en dos caminos, la parte correspondiente a los mensajes de control se direcciona a la red de señalización, y la demás información a la red de transporte.



Esta red de señalización, a diferencia de la red telefónica, funciona mediante conmutación de paquetes y es importante que sea una red que funcione en todo momento, robusta, para poder dar un servicio telefónico adecuado, ya que sin las señales de control necesarias no podrían establecerse las comunicaciones. Esta es la razón de que cada conmutador vaya conectado a dos puntos de transferencia por si falla uno de ellos que se pueda seguir estableciendo la comunicación con el otro.

La red de señalización se encarga de modificar el estado de los conmutadores que enlazan inicio y destino de la comunicación, estableciendo así el canal por el que va a transportarse la información entre llamante y llamado.

1.3.1. Protocolos de señalización TDM: Red (N7), usuario (Q931)

Protocolo de red N7

Con red N7 nos referimos al sistema de señalización número 7 (SS7) que se encarga de realizar las tareas de las que hablábamos en el apartado anterior: establecimiento, mantenimiento y liberación del canal de comunicación entre llamante y llamado. Además de estas tareas, puede soportar servicios de redes inteligentes.

Este responde a un estándar UIT definido por el Sector de Normalización de las Telecomunicaciones de la UIT (UIT-T), siendo la UIT la Unión Internacional de Telecomunicaciones. Es un estándar utilizado a nivel internacional para configurar las llamadas de la Red Telefónica Pública Conmutada. En él se dicta el protocolo que han de seguir los elementos de la red telefónica para comunicarse entre ellos con la finalidad de establecer la conexión. **La diferencia de este SS7 y su anterior estándar, el SS6, radica en que las anteriores se implementaban sobre la red de transporte de datos de los usuarios, y no sobre la de señalización y esto ocasionaba problemas de seguridad. Por eso a estas normas se les llama de señalización por canal común (CCS) o Common Channel Interoffice Signalling Systems (CCIS).**

Al hablar de señalización por canal común, no decimos que sea común la red de señalización y la de transporte de datos, sino que por un mismo canal común de señalización, viaja la información de señalización correspondiente a varios canales de voz.

La principal ventaja de los sistemas CSS o de señalización por canal común es que se puede establecer el canal de comunicación sin estar utilizando la red de transporte, lo que aumenta el rendimiento de la red al no hacer uso de la misma durante este tiempo. Además soporta la señalización tanto de usuarios telefónicos analógicos como digitales.

Las principales características de estos sistemas de señalización son:

- ⇒ Alta flexibilidad, ya que puede ser usado en muchos tipos de redes.
- ⇒ Velocidad elevada de establecimiento de llamada.
- ⇒ Capacidad elevada: muchos troncales pueden ser soportados por un solo enlace.
- ⇒ Alta confiabilidad: tal y como hablamos antes, existen varias posibilidades de establecer la conexión.
- ⇒ Bajo costo: es un sistema muy versátil y que necesita menos hardware que otros métodos de señalización anteriores.

Red SS7

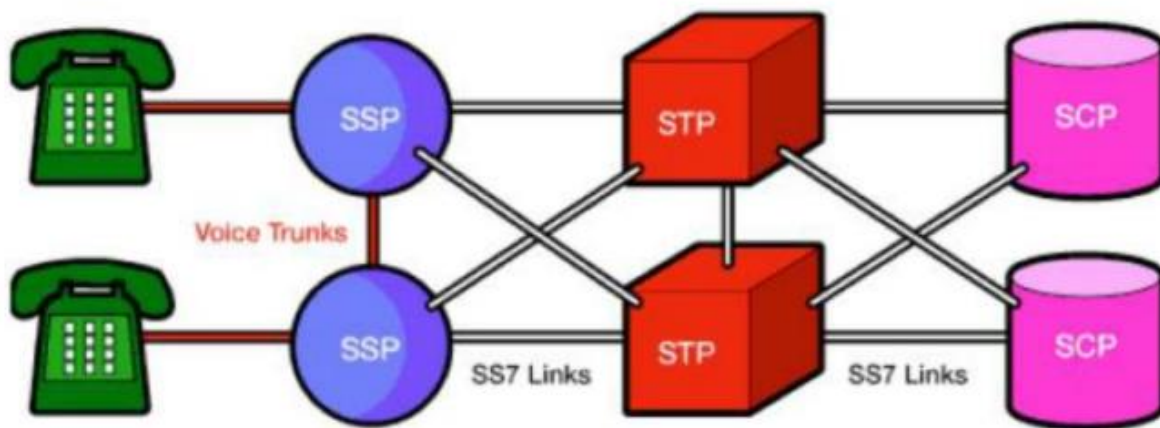
La arquitectura de una red SS7 sería la siguiente:

En una red de señalización tenemos Puntos de Señalización (SP), siendo estos cualquiera de los elementos de la red y Enlaces de Señalización (SL), que son los canales por los que viaja la información de señalización, o lo que es lo mismo, los enlaces que unen los SP.

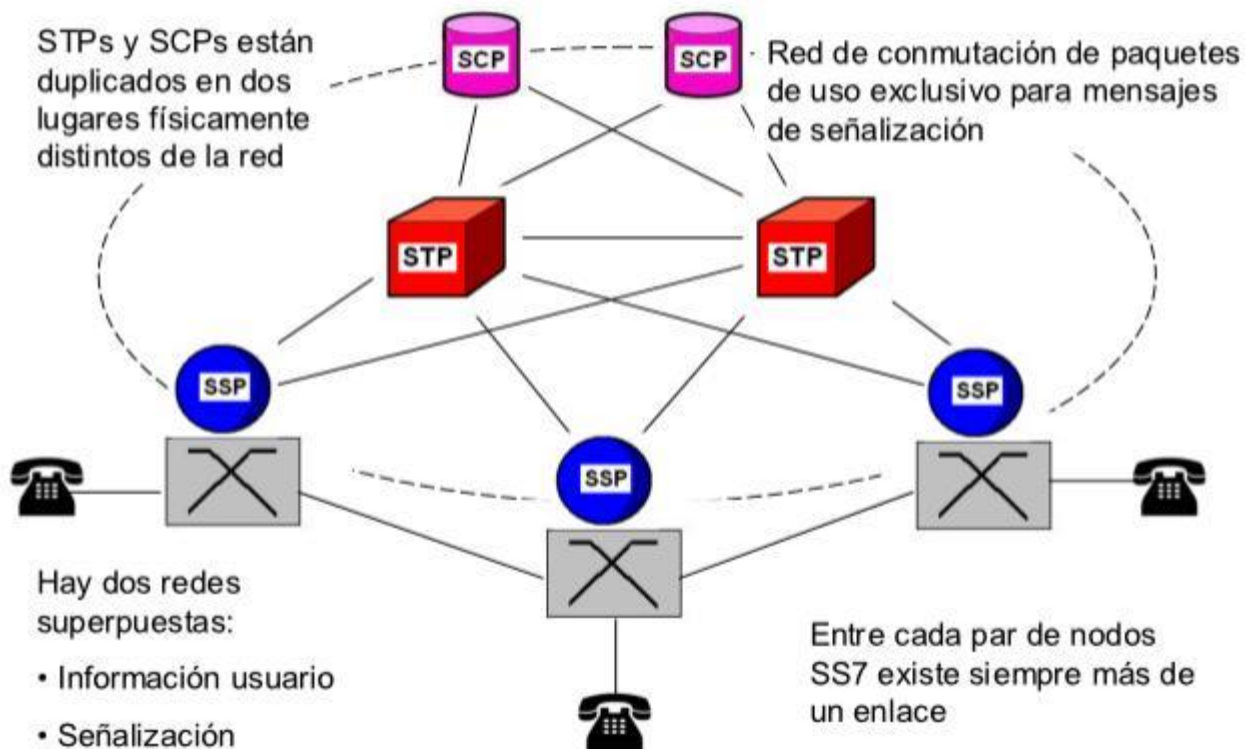
La entrada a la red SS7 se produce donde los abonados se conectan a la red telefónica, o sea en los primeros conmutadores que se encuentran desde el usuario. A este punto inicial se le llama SSP, como vimos anteriormente, Service Switching Point y como podemos suponer sirven para conectar los terminales a la red de señalización. Aunque además de realizar esta conexión, también sirve para conectar con las redes inteligentes y por tanto es donde se ofrecen los servicios de valor añadido de los que hablábamos en el apartado 1.2.3.

Luego nos encontramos con las llamadas centrales tándem, que interconectan las centrales iniciales donde se encuentran los SSP.

La mayoría de las veces la información de señalización sigue un camino distinto al mensaje de voz, y es necesario utilizar un tipo distinto de conmutador para manejarla. A estos conmutadores (o switch) se les denomina, Signal Transfer Point (STP) siendo su cometido enrutar los mensajes dentro de la red de señalización. Se localizan en la parte interna de la red, o sea en la parte de transferencia de mensajes, Message Transfer Part (MTP).



Estructura de una red SS7



Los siguientes protocolos que vamos a estudiar, corresponden al Sistema de Señalización Digital de Usuario Nº1, o sea, los protocolos que se encargan de la señalización entre el usuario y la red. No vamos a verlos todos, puesto que son alrededor de 150, pero sí los que nos son útiles en nuestro tema, que son algunos de los que operan sobre la capa de red (Q931, Q932).

Protocolo de usuario Q931

El protocolo de usuario Q931, **es un protocolo de señalización de accesos RDSI, o sea que se encarga de la señalización inicial de la llamada.**

Las funciones que realiza este protocolo de usuario son las siguientes:

- ⇒ Establecimiento de llamada
- ⇒ Selección del tipo de comunicación
- ⇒ Produce los tonos de llamada dando corriente.
- ⇒ Señalización entre usuarios
- ⇒ Direccionamiento
- ⇒ Da soporte a servicios de valor añadido

Para ello, **según el tipo de conexión que se vaya a realizar** (en modo **circuito**, en modo **paquete**, llamada global, etc.) **utiliza unos mensajes u otros, aunque algunos de ellos son comunes** a varios tipos de conexión.

Algunos ejemplos de estos mensajes son:

- ⇒ Aviso
 - Este mensaje se envía cuando se quiere iniciar una llamada
- ⇒ Llamada en curso
 - Una vez que hay una llamada activa, se envía este mensaje para avisar de que no se puede establecer otra conexión.
- ⇒ Conexión
 - Este mensaje se envía al aceptar el llamado la llamada, o sea al establecerse la comunicación.
- ⇒ Acuse de conexión
 - Se da por conocido el mensaje de conexión enviado anteriormente
- ⇒ Desconexión
 - Este mensaje lo envía el usuario cuando va a colgar
- ⇒ Liberación
 - Se recibe el mensaje de desconexión y se inicia el proceso
- ⇒ Liberación completa
 - Se confirma que se ha liberado de manera correcta la llamada
- ⇒ Progreso
 - Sirve para comunicar el progreso de una llamada
- ⇒ Establecimiento
 - Es una mensaje que envía el llamante a la red y la red al llamado para indicar que se ha establecido la llamada
- ⇒ Información de usuario
 - Da información de usuario entre usuarios o a la red
- ⇒ Información
 - Sirve para enviar información adicional relacionada con la llamada a la central
- ⇒ Notificación
 - Puede ser enviado en cualquier momento por el terminal o la red para indicar información correspondiente a una llamada

Al realizar una llamada, existen elementos que no pueden faltar en la señalización, por ejemplo el número al que llamamos, el campo BC (Bearer Capability) para indicar el tipo de conexión que se va a realizar o el LLC (Low Layer Capability) para decir en qué modo se ha codificado la información.

Protocolo de usuario Q932

Este protocolo describe cómo controlar los servicios suplementarios en RDSI, y esto lo hace por medio de tres protocolos distintos: el de teclado, gestión de teclas de prestaciones y funcional.

⇒ Protocolo de teclado

El protocolo de teclado es un protocolo de tipo estímulo en el que mediante la pulsación de las teclas, se solicita un servicio suplementario. La correspondencia entre las teclas y el servicio varían de un operador a otro.

La información correspondiente a este protocolo de teclado se incluye en los mensajes información o establecimiento de los mensajes del protocolo Q.931 Cuando se realiza en la dirección usuario a red. Se incluirán en el mensaje establecimiento si la solicitud del servicio se hace durante la fase de establecimiento de la llamada y en información si es mientras que la llamada está activa o durante su liberación.

En la dirección de red al usuario, se puede incluir en los mensajes de establecimiento, conexión, información, liberación, etc.

Dentro de los elementos de información de cualquiera de estos mensajes, este protocolo puede modificar los correspondientes a “facilidad del teclado” y “visualización”. La facilidad del teclado se utiliza para solicitar un servicio en un momento determinado y con visualización se da información al usuario sobre el servicio suplementario

⇒ Protocolo de gestión de teclas de prestaciones:

Es también un protocolo de tipo estímulo, que se utiliza para activar los servicios o indicarlos y al igual que el protocolo de teclado, utiliza los mensajes información o establecimiento del protocolo Q931 para incluir su información. El servicio que queda asociado a cada marcación dependerá del operador que provee al usuario.

Cuando se modifica el elemento de información “activación” de uno de los mensajes es porque el usuario está solicitando dicho servicio y el de “indicación” es una respuesta que da la red al usuario por la solicitud de un servicio.

⇒ Protocolo funcional:

Este protocolo ya no es de tipo estímulo, sino funcional, porque el terminal debe de conocer la funcionalidad del servicio suplementario, para que el propio usuario no tenga que intervenir, por tanto, lo que realmente implementa este protocolo es la pautas a seguir para controlar servicios suplementarios, como por ejemplo invocar el servicio en las distintas fases de realización de una llamada (establecimiento, llamada activa o liberación), invocación de un servicio suplementario, cancelación, etc.

Existen dos categorías de procedimientos según su funcionalidad (cancelación, notificación, etc.) y estas son de procedimiento de los mensajes separados o de elementos de información comunes. Se utiliza procedimiento de mensaje separado cuando la acción no se puede realizar junto con el establecimiento o liberación de la llamada.

Este tipo de señalizaciones pueden viajar en ambos sentidos de la red, red-usuario y usuario-red.

En este caso no solamente se incluye la información en los mensajes establecimiento o información, sino en el elemento de información “facilidad” de distintos mensajes y en el mensaje facilidad del protocolo Q.931.

1.3.2. Protocolos de señalización IP/IMS: SIP, H.323....

El subsistema multimedia IP/IMS (IP Multimedia Subsystem) fue creado para poder ofrecer servicios multimedia sobre las redes llamadas de nueva generación, NGN (New Generation Net). Es un conjunto de especificaciones que definen la arquitectura y modo de interactuar de este conjunto de redes para poder transmitir sobre ellas voz, datos, imágenes, etc. utilizando direcciones IP. Aunque no es este marco de actuación el que ofrece los servicios, sino que da la posibilidad de que existan, pero son las operadoras quienes lo ofrecen.

Antes de desarrollar este subsistema, cada uso distinto de una red, era soportado por una tecnología distinta: altas frecuencias, GSM, TCP/IP, etc., pero llegó un momento en que los dispositivos evolucionaban

y necesitaban hacer uso de una tecnología común que soportase estos servicios multimedia. Esta arquitectura se origina en un congreso llamado 3G.IP en 1999. Por ello a este sistema se le denomina de multiacceso.

Mediante el registro del usuario, se le asigna una dirección IP única al mismo. Aunque surge un problema al desarrollar este método y es que no se puede utilizar el protocolo IPv4, ya que cada dispositivo necesita una dirección IP única y no soporta suficientes direcciones, por ello IMS se implementa sobre el protocolo IPv6 que ofrece un mayor número de direcciones IP.

Estas redes disponen de un mecanismo de seguridad que es el AKA (Authentication and Key Agreement) o traducido al castellano autenticación y control de acceso. Este mecanismo se fundamenta en el uso de una clave entre el módulo de ISIM (IP Multimedia Services Identity Module) que es el que almacena los parámetros de autenticación del usuario y el AUC (Authentication Center) que almacena los procesos de autenticación y cifrado.

Aunque se empleen técnicas de seguridad, todas las redes tienen sus puntos débiles por los que atravesarla. En el caso IMS se realizan ataques a la confidencialidad que se intenta resolver con SSL/TLS o IPsec, a la integridad introduciendo paquetes en el tráfico de datos, orientados a la disponibilidad degradando el servicio a base de envío masivo de tráfico, etc.

La forma de acceder a los servicios que nos ofrecen las redes IMS:

- ⇒ En primer lugar, contratar el acceso a estos servicios multimedia.
- ⇒ En segundo lugar, se debe tener conectividad IP (GSM/UMTS, etc.) puesto que, como ya sabemos, los datos van a circular por internet.
- ⇒ Lo siguiente es que el terminal conozca su dirección IP para poder recibir y enviar señalización SIP (Session Initiation Protocol), que es un protocolo que nos permite iniciar, modificar o finalizar una sesión y del que hablaremos más adelante, para registrarse en la red IMS.
- ⇒ Una vez realizado este proceso, ya se puede hacer uso de esta red IMS y acceder a sus servicios.
- ⇒ La arquitectura de las redes IMS influye en tres de las capas de las NGN, que son en la de transporte, control y aplicación y en ellas se encarga de tareas como comenzar y terminar sesiones SIP, convertir al formato IP o del registro SIP.

La capa de transporte es una red IP en la que se intenta mantener una calidad de servicio mediante el uso de diferentes técnicas y protocolos como MPLS (Multiprotocol Label Switching) o RSVP (Resource Reservation Protocol). Esta capa está compuesta de router conectados entre sí. Los elementos que encontramos en esta capa son:

- ⇒ UE (User Equipment), equipo de usuario
- ⇒ Red de acceso (Access Network)
- ⇒ NASS (Network Attachment Subsystem), subsistema de enlace de red
- ⇒ RACS (Resource Admission Control Subsystem), subsistema de control de admisión de recursos.

La capa de control es la responsable de distribuir la señalización entre los usuarios e invocar los servicios solicitados por los mismos. En ella se encuentran los CSCF (Call Session Control Function) que se encargan del control del tráfico de las conexiones (en IMS llamadas sesiones).

Un CSCF está formado por tres módulos más pequeños con distintas funcionalidades:



A grandes rasgos el P-CSCF es el primer elemento de la red con el que contacta el usuario, el I-CSCF es el elemento con el que contacta el operador y el S-CSCF es el que se encarga del registro de usuario, de mantener las sesiones y del enrutamiento.

La capa de aplicación es donde se encuentran los servicios de valor añadido. En esta capa encontramos los módulos AS (Application Server) y los MRF (Multimedia Resource Function) o también llamados Servidores de Media IP.

El AS es un servidor que se encarga de los servicios ofrecidos por los operadores de telefonía y el MRF que proporciona servicios multimedia en las redes domésticas. Existen dos tipos de MRF, los MRFC (Multimedia Resource Function Controller) que se encarga de controlar al otro módulo, el MRFP (Media Resource Function Processor) que se encarga del manejo de la información multimedia.

También encontramos en esta capa los HSS (Home Subscriber Server), que son bases de datos donde se almacenan los datos del usuario.



Aunque el protocolo SIP no es el único protocolo que nos permite la transferencia de información en las redes IMS, también están H323 e IAX2 y existen algunos más, pero estos son los que están más extendidos. IP/IMS es un estándar que nos permite realizar sesiones multimedia. Para ello hace uso de distintos protocolos, por ejemplo: SIP, H.323 o IAX2.

SIP

El protocolo SIP o de Inicialización de Sesiones es utilizado para iniciar, modificar y finalizar comunicaciones en las que aparecen elementos multimedia (voz, datos, imágenes, juegos, videos, etc.) y se utiliza sobre todo en telefonía IP, o sea VoIP. Es uno de los pilares de la arquitectura IMS y transforma la telefonía en un servicio más de internet. Detrás de su creación está la IETF (Internet Engineering Task Force).

Este protocolo permite crear desde llamadas telefónicas entre dos personas, hasta sesiones de transferencia de voz y vídeo en las que participen varias personas.

Las funciones principales de este protocolo son las siguientes:

- ⇒ Establecer, modificar y finalizar sesiones.
- ⇒ Localización de usuarios.
- ⇒ Movilidad.
- ⇒ Disponibilidad del usuario.
- ⇒ Gestión de los participantes y del sistema.
- ⇒ Negociación de parámetros de las capacidades de los participantes.

En sus comienzos SIP pretendía la simplicidad como una de sus características principales, lo que no ha sido del todo posible por las ampliaciones que ha tenido a lo largo de su evolución, aún así es más sencillo que el protocolo H.323.

Como la mayoría de protocolos, SIP permite la interacción de los dispositivos en la sesión por medio de envío de mensajes que sirven tanto para negociar las capacidades, establecer o finalizar sesiones, invitar a una sesión, etc. Algunos de estos mensajes son:

Mensaje	
Invite	Iniciar una llamada
Ack	Confirmar la llamada
Bye	Terminar la llamada
Cancel	Cancelar una llamada que aún no ha sido respondida
Register	Registro en la red mediante un alias y una dirección de contacto
Options	Comprueba las capacidades que soportan otros
Subscribe	Para recibir información del estado de una sesión
Notify	Para notificar estadísticas
Publish	Publicar el estado
Refer	Para notificaciones de modificaciones durante la sesión
Message	Para mensajería instantánea
Prack	Aceptar las respuestas de la forma 1xx
Info	Transmitir información de señalización durante la sesión

Como podemos ver, los métodos o funciones que utiliza SIP son de petición o de respuesta y están compuestos por la línea de petición/respuesta, varios encabezados y por el cuerpo de la petición o la respuesta. La línea de petición, además de llevar la solicitud, debe incluir el destinatario, mientras que la de respuesta incluye tan solo la respuesta a la petición. El cuerpo es opcional en ambos tipos de mensaje. Las repuestas generadas por SIP tienen a su comienzo una línea de estado, esta línea contiene la versión del protocolo seguida de un código de estado y una frase asociada. El código de estado es un número entero de tres cifras de manera que la primera cifra determina el tipo de respuesta y los otros dos la particularizan:

Código	Tipo de respuesta
1XX	Respuestas informativas
2XX	Respuestas de éxito
3XX	Respuestas de redirección
4XX	Errores de petición
5XX	Errores de servidor
6XX	Fallo global

Ejemplo:

–199-> Diálogo previo terminado.

–200->OK.

–305-> Utiliza Proxy.

–400-> Solicitud errónea.

–502-> Gateway inválido.

–604-> Usuario no existe

Combinando los mensajes con las distintas respuestas este protocolo consigue realizar la señalización de forma efectiva.

En cuanto al funcionamiento de este protocolo, hay que tener en cuenta que se definen varios componentes SIP, aunque se localicen todos juntos en el mismo dispositivo:

Servidores User Agent o Agentes de Usuario: Estos elementos son los extremos de la comunicación, ya sean personas o aplicaciones software, o visto desde el punto de vista del protocolo, son los que envían y reciben los mensajes que genera el protocolo. Estos agentes de usuario funcionan como clientes (UAC, User Agent

Client) en caso de realizar una petición y como servidores (UAS, User Agent Servers) cuando reciben una petición. Los UA pueden ser teléfonos móviles, PDAs, aplicaciones de un ordenador, etc.

–Proxies o Servidores Proxy: encaminan el mensaje hacia el usuario final (enrutamiento de señalización).

–Registrars o Servidores de Registro: este servidor de registro, nos sirve para conocer en que parte de la red está conectado un usuario, esto se puede conseguir ya que los usuarios tienen una dirección lógica y una física. La dirección lógica va asociada al usuario y tiene la forma de una dirección de correo electrónico, la física sin embargo se asocia al punto en el que se encuentra dicho usuario. La finalidad de este proceso es asociar la dirección física a la lógica, y esto se produce cuando un usuario inicializa su dispositivo.

–Redirect o Servidores de Redirección: indican al que ha iniciado la sesión la dirección de destino o de otro servidor más cercano al destino (redireccionan a los usuarios que desean iniciar la sesión a otros servidores)

–Location o Servidor de Localización: informa sobre la localización del usuario con el que se desea conectar en la sesión.

Al registrar un dispositivo, el proceso que se sigue es el siguiente:



Los pasos para establecer una conexión mediante SIP son los siguientes:

–El usuario que desea iniciar la sesión indica al su terminal el usuario con el que desea comunicarse. Para ello debe de hacerle saber su dirección lógica y el modo en el que desea comunicarse. Entonces el Agente de Usuario de ese dispositivo envía una petición al servidor SIP que le corresponde.

–Este servidor encuentra la dirección del servidor SIP del usuario con el que se desea iniciar la sesión y encamina la petición hasta él.

–El servidor SIP del destino decide si esa petición es para ese usuario o no y lo localiza dentro de la red (gracias a que todos los usuarios son registrados al inicializar sus dispositivos).

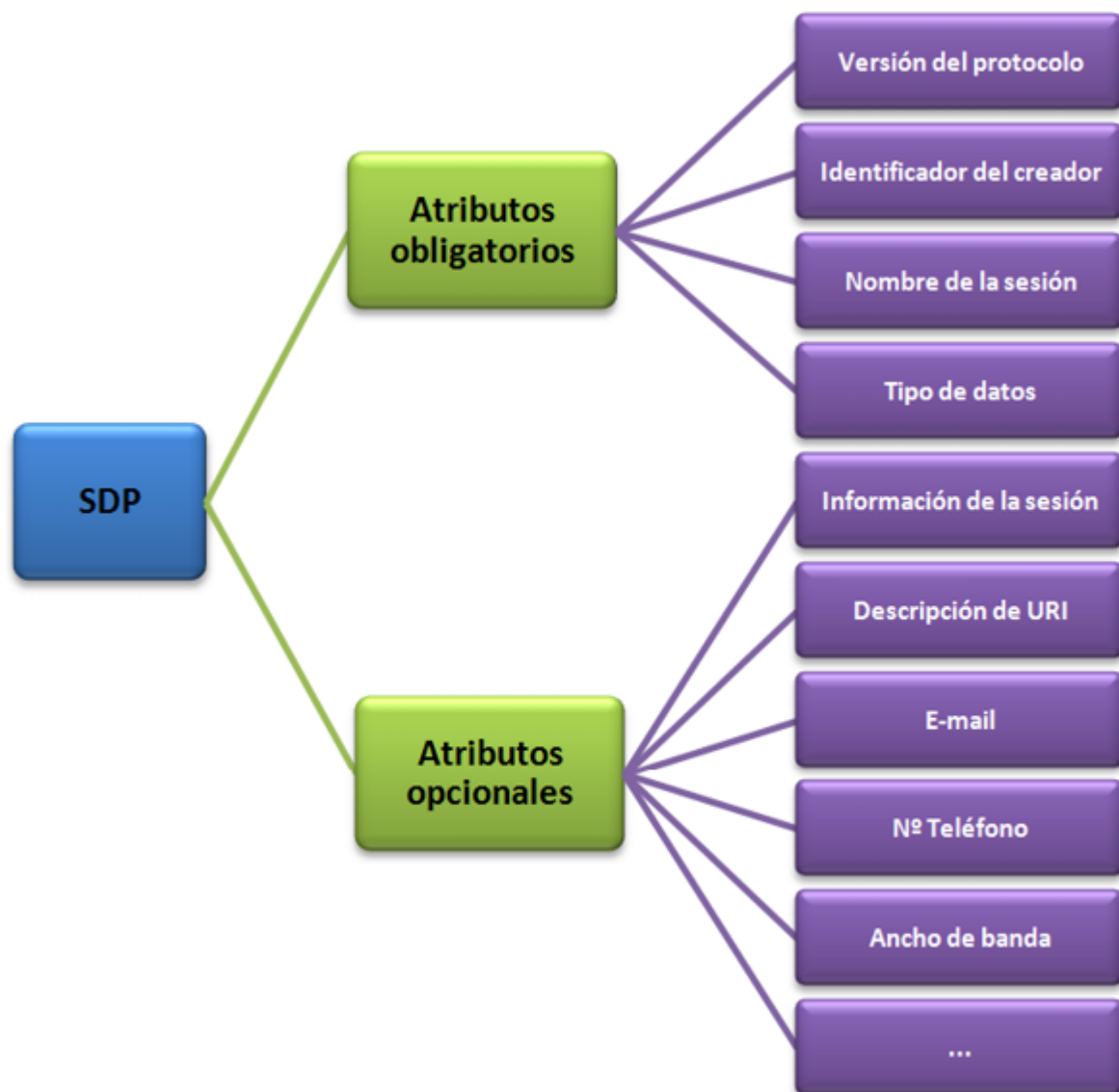
–El Agente de Usuario del usuario final avisa al usuario y cuando este acepta la conexión se envía una respuesta de que la comunicación ha sido aceptada.

Las mayores ventajas de este protocolo son su simplicidad y robustez. Pero no debemos de menospreciar otras como su modularidad, extensibilidad y capacidad de integración. Estas características hacen de este protocolo un protocolo sobre el que se pueden implementar fácilmente nuevas tecnologías o compatibilizarlo con ellas.

Este protocolo se apoya en otros protocolos para cumplir su funcionalidad. Protocolos como SDP (Session Description Protocol), RTP (Real Time Protocol), RTSP (Real-time Streaming Protocol) o MeGaCo (Media Gateway Control Protocol). Cada uno de estos protocolos realiza una tarea dentro del protocolo SIP.

Como su propio nombre indica, el protocolo SDP (Protocolo de Descripción de Sesión), se encarga de la descripción de la sesión multimedia, entre sus tareas entra la de negociar el perfil de la sesión ya que este contiene parámetros o atributos necesarios para la comunicación. Estos parámetros pueden tener carácter obligatorio u opcional. Algunos de los parámetros quedan recogidos en el siguiente esquema:

IFCM0110 - OPERACIÓN SIST. COM. VOZ-DATOS - UF1866: Instalac. y configuración de servicios en equipos de telefonía



Mientras que SIP se encarga de la señalización, el protocolo RTP se utiliza para transmitir la información de la sesión en tiempo real, por ejemplo el vídeo y el audio en una sesión de videoconferencia.

Los protocolos RSVP (Resource Reservation Protocol, protocolo de reserva de recursos) y el RTCP (RTP Control Protocol, protocolo de control RTP) son los encargados de controlar la calidad en SIP gracias a sus funcionalidades.

El protocolo RSVP se encarga de reservar (y más tarde liberar) los recursos necesarios (como el ancho de banda) para poder realizar la transmisión de la información por la red. Al reservar los recursos se hacen solicitando un nivel determinado de calidad de servicio. Este protocolo emite dos tipos de mensajes, cada uno de ellos en un sentido de la comunicación:

–Path: este mensaje se envía del emisor al receptor y a su paso por los distintos nodos e indicando las direcciones de origen y destino e información sobre la reserva y un identificador de flujo para poder establecer la calidad de servicio deseada.

–Resv: este mensaje lo envía el receptor al emisor pasando por los nodos de la ruta.

Para gestionar la calidad de servicio este protocolo utiliza tres objetos:

–FLOWSPEC

Realiza la petición de reserva de recursos para un determinado flujo.

Trabaja junto con FILTER SPEC.

–ADSPEC

Determina si la calidad de servicio solicitada se cumple en un determinado nodo

–SENDER_TSPEC

- Define las características del tráfico del flujo de datos.
- Es utilizado por el control de tráfico para evitar una sobrerreserva de recursos.

El protocolo RTCP funciona en conjunto con el protocolo RTP, RTCP es el encargado de enviar paquetes de control a los usuarios que se encuentran en una sesión activa. La finalidad de dichos paquetes de control es la de notificar sobre el nivel de calidad de servicio ofrecida por el protocolo de transporte en tiempo real, RTP, mientras dure dicha sesión. Gracias a este protocolo, podemos conocer datos referentes al tráfico cursado por la red y de la conexión, se pueden realizar modificaciones en ella que mejoren la calidad de servicio.

Por último, el protocolo MeGaCo (Media Gateway Control Protocol) también llamado H.248 se encarga de la señalización entre el Media Gateway Controller (MGC) y el Media Gateway (MGW). Los MGW son los encargados de conectar las redes IP con las redes de conmutación de circuitos por medio de la traducción de los datos que se transportan entre unas y otras.

Para terminar este apartado, solo añadir que SIP es un protocolo seguro ya que posee mecanismos de autenticación, prevención de ataques, protección de la integridad, encriptación y privacidad. Aunque tiene ciertos problemas con los Firewalls, ya que a veces no permiten el tráfico SIP o tienen problemas con el NAT (Network Address Translator) al traducir las direcciones IP privadas a las públicas.

H323

Al igual que el estándar SIP, es un estándar ITU (International Telecommunication Union) utilizado para realizar comunicaciones de voz, vídeo y datos multimedia, basado en transmisión de paquetes. Pero está siendo reemplazado por SIP, que es mucho más sencillo y actualizado, al estar H.323 relativamente desfasado. Para la transmisión se utiliza conmutación de paquetes, pero no se garantiza calidad de servicio, por lo que puede fallar al transmitir datos, pero sobre todo al transmitir voz o vídeo.

Está basado en el protocolo Q931, en cuanto a la señalización de la llamada el formato de mensaje es el mismo, y surgió con la idea de poder realizar videoconferencias, pero finalmente se utilizó también para transmitir, voz, vídeo e imágenes. Han existido versiones anteriores que han ido evolucionando hasta llegar a las características de este protocolo.

El estándar H.323 está formado por varios protocolos:

- H.225.0: está compuesto a su vez por tres protocolos: RAS de Registro, Admisión y estado, Q.931 de señalización de llamada y el Anexo G. Dicho con otras palabras, se utiliza para establecer la conexión entre los terminales.
- H.235: es el protocolo encargado de la seguridad en el estándar H323.
- H.245: es un protocolo de control para este tipo de comunicaciones multimedia.
- Protocolo de transporte de contenido en tiempo real (RTP, Real Time Protocol). Tal y como dice el nombre del protocolo, se utiliza para transportar contenidos multimedia. El problema de este protocolo es el que indicamos anteriormente de que no garantiza la calidad de servicio (QoS).
- H.450: Servicios suplementarios.

Además de estos protocolos, necesita utilizar códec de audio y vídeo (G.711, G.722, etc., para audio y H.261, H.263 y H.264 para vídeo). De estos códecs, hay algunos que son obligatorios y otros opcionales.

Los componentes de las redes H.323 son: los terminales, las conexiones, las compuertas (Gateways), los porteros (Gatekeepers) y las Unidades Multipunto (MCU, Multipoint Control Units) y su forma de trabajar es la siguiente:

- Terminales: con ello denominamos a los extremos de la red, estos deben de ser terminales adecuados a la tecnología que se desea utilizar, por ejemplo no se podrá realizar videoconferencias si no disponen de cámara. Lo que es imprescindible es que permitan comunicaciones de voz, los videos y datos son opcionales.
- Los porteros o Gatekeepers son el elemento más importante de esta arquitectura ya que son los encargados de controlar cada zona, entendiendo por zona un grupo de terminales, compuertas y MCU's.

Normalmente un solo Gatekeeper controla su zona, pero puede existir otro secundario por si el primario fallase. Su uso no es obligatorio para comunicaciones entre dispositivos que se encuentren dentro de la misma red, por lo que si no existe se podrá seguir realizando la transmisión, aunque si existe es obligatorio su uso. En este caso, la señalización sería de llamada directa. Si los dispositivos para establecer la conexión deben de conectar con la red telefónica sí será obligatorio disponer de Gatekeeper.

Un Gatekeeper realiza las siguientes tareas:

- Traducción de direcciones a direcciones IP.
- Control de accesos.
- Control del ancho de banda.
- Gestión de zona.

– La función principal de las MCU (Multipoint Control Units, unidad de control multipunto) es la de negociar las capacidades en los dispositivos (códec de audio y video). Están formados por un controlador para conocer los códecs que tiene cada dispositivo y varios procesadores multipunto que se encargan de transmitir los contenidos multimedia. Estos elementos son opcionales en la red, pero su uso es imprescindible si se desea realizar comunicaciones robustas.

Este elemento está formado por el controlador multipunto (MC, Multipoint Controller) y de manera opcional por procesadores multipunto. Estos elementos desempeñan funciones muy diferenciadas ya que el MC se encarga de la señalización entre los terminales y el MP de los flujos de datos.

– Las compuertas o pasarelas (Gateways) conectan redes H.323 con otras redes que no son H.323 por ejemplo, como dijimos anteriormente, la red telefónica tradicional. Su función es la de traducir protocolos. Dentro de una pasarela encontramos dos módulos:

- Media Gateway Controller (MGC) que se encarga de la traducción de la señalización.
- Media Gateway (MG) que traduce los datos multimedia.

La sintaxis utilizada para definir los datos de información y control está basada ASN.1 (Abstract Syntax Notation 1).

Muchas son las características de este estándar, por lo que vamos a resumirlas en las más importantes:

- Es un sistema independiente del fabricante de la red.
- Gestiona el ancho de banda del canal permitiendo solo las conexiones que puede soportar.
- Se pueden realizar conexiones entre redes distintas gracias a las pasarelas.
- Rapidez en el establecimiento de llamada.
- Servicios suplementarios como transferencia de llamada, desvío de llamada, llamada en espera, identificación de número llamante, etc.
- Robustez, define mecanismos para evitar errores.
- Posibilidad de multiconferencia.
- Permite gestionar el ancho de banda disponible según la cantidad y tipo de tráfico.

IAx2 (Inter Asterisk eXchange)

Es un protocolo diseñado por Asterisk para solventar algunos de los problemas que presenta SIP (por ejemplo con Firewalls) en VoIP. Al igual que SIP y H.323, es un protocolo de transporte que utiliza un puerto UDP tanto para transmitir señalización como datos, que viajan multiplexados sobre el mismo canal. Está realizado en código abierto, por lo que puede descargarse y modificarse en caso de que sea necesario. Es un protocolo robusto y no es exclusivo para Asterisk.

Sus ventajas corren de la mano de la cantidad de códecs y streams que puede soportar este protocolo (por ello puede transportar cualquier tipo de dato) y que al implementarse in band, suele pasar desapercibido a los cortafuegos. Este protocolo da prioridad a los mensajes de voz sobre cualquier otro tipo de paquete en la red IP, aunque puede ser utilizado sobre cualquier tipo de dato.

Aunque no todo son ventajas en IAX2, por ejemplo no se puede utilizar un servidor Proxy SIP, y los costes por la transferencia de datos pueden elevarse.

Si hacemos una comparativa entre ambos protocolos:

–IAX2 necesita menor ancho de banda que SIP por el modo de codificación de los mensajes. IAX codifica en código binario mientras que SIP como mensaje de texto. Además IAX reduce la cantidad de información de señalización.

–IAX2 utiliza un solo puerto para envío de señalización y de datos (Trunking), mientras que SIP utiliza tres, uno para señalización y dos para transmisión de audio.

–También hay ventajas al utilizar el protocolo IAX2 en problemas de NAT (Network Address Translation) que son mecanismos que poseen los router IP para comunicarse entre redes cuyas direcciones no son compatibles. Esta ventaja surge del hecho de que la señalización viaje conjuntamente con los datos, esta es la razón por la que SIP tiene problemas con los cortafuegos. Este hecho de que viaje señalización y mensaje por un mismo canal es ventajoso para los problemas de NAT, sin embargo ya no se podrán utilizar servidores proxy haciendo que el audio tenga que pasar obligatoriamente por el servidor, lo que aumenta los costes de la transferencia.

–SIP es un protocolo que ya está estandarizado mientras que IAX2 es relativamente nuevo y no lo está, lo que hace que no haya demasiados dispositivos sobre los que esté implementado.

–No es que IAX2 sea mejor que SIP ni viceversa, sino que son dos protocolos creados para paliar distintos problemas y la elección de uno u otro dependerá de nuestras preferencias.

Este protocolo también tiene una comunicación por medio de mensajes, desarrollándose una llamada de la siguiente manera:

–Desde el terminal desde el que se desea realizar una conexión, se envía un mensaje NEW y el terminal llamado acepta la sesión con un mensaje ACCEPT para indicar que el llamado puede recibir la llamada, al que el llamante responde con un ACK.

–El terminal llamado, comienza a sonar RINGING y cuando el llamado acepta, envía un ANSWER que el llamante confirma con un ACK.

–Se realiza el intercambio de audio en caso de tratarse de una llamada VoIP, junto con la respectiva señalización.

En este paso para el intercambio, este protocolo puede producir dos tipos de mensajes:

•Mensaje o Trama F (Full Frame): este tipo de trama se particulariza porque el receptor de la misma debe confirmar su recepción.

•Mensaje o trama M: se utilizan para enviar información, pero intentando no sobrecargar la cabecera con información.

–Finalmente se libera la conexión mediante un mensaje HANGUP y confirmación de este mensaje.

Diameter

Para terminar este apartado vamos a estudiar este protocolo que se encarga de la autenticación, autorización y contabilidad de los recursos en distintos tipos de redes, incluida la IMS. Cuando hablamos de autenticación nos referimos a la confirmación de la identidad de quien envía y recibe la información y con autorización al permiso de acceso de un usuario en concreto a unos determinados servicios. Este protocolo fue creado por la IETF y estandarizado en septiembre del 2003.

Algunas de las facilidades que ofrece este protocolo son:

–Utilización de AVP (Attribute Value Pair), que son representaciones de datos ordenadas.

–Puede negociar capacidades.

–Puede notificar errores.

–Contabilidad mediante auditorías, asignación de costes y almacenado de contabilidad.

–Fácilmente ampliable ya que se le pueden añadir nuevos comandos y atributos.

–Dispone de manejo de sesiones de usuario para aplicaciones.

Es el protocolo que utilizan distintos nodos de la red para comunicarse con el HSS.

El proceso a seguir en una petición de autorización sería el siguiente:

–El terminal del usuario solicita REGISTER al P-CSCF y este lo reenvía al I-CSCF que es el que comienza el proceso de autorización.

–El I-CSCF solicita la autorización al HSS mediante un mensaje Diameter UAR (User Authorization Request) que le contesta mediante un mensaje UAA (User Authorithation Answer) mediante el cual se confirma la autorización.

–Entonces se inicia la autenticación por parte del S-CSCF que la solicita el I-CSCF reenviándole el mensaje REGISTER.

–El S-CSCF solicita al HSS los datos de autenticación mediante un mensaje MAR de petición de autenticación, al cual el HSS responde con un mensaje MAA en el que se rechaza la petición, ya que todavía no dispone de los credenciales del usuario.

–El S-CSCF responde al equipo de usuario que no está autorizado y que debe de volver a registrarse pero enviando ciertos datos.

–Se vuelve a realizar el mismo proceso, pero en este caso al responder el HSS en el proceso de autenticación se acepta la petición al conocer las credenciales necesitadas para el registro. Lo cual se comunica al equipo de usuario.

La estructura de un mensaje Diameter en su comunicación entre el S-CSCF y el HSS sería la siguiente:

1. Sesión Id: Identificación de la sesión
2. Vendor Specific Application Id: Tipo de aplicación
3. Origin/Destination Host: Dirección donde se genera/a donde se envía el mensaje
4. Origin/Destination Realm: Dirección Realm del que envía el mensaje
5. Public User Identity: Identidad pública
6. S-CSCF Name: S-CSCF que es dado
7. Indication: Actualización requerida

2. Equipos de telefonía

2.1. Terminales

Hoy en día la telefonía se encuentra en proceso imparable de evolución debido a la gran cantidad de avances tecnológicos que se producen alrededor de ella.

Desde la inicial red telefónica conmutada o RTC hasta las redes de nueva generación, que se están integrando aún hoy en día en las redes de telecomunicaciones, se han producido numerosos cambios que nos han surtido de grandes cantidades de servicios que nos facilitan y nos hacen más cómodo el acceso a los recursos existentes.

Todo este conjunto de servicios y nuevas funcionalidades ha sido posible gracias a la evolución de los terminales telefónicos de forma acorde a la evolución de las redes, porque de nada serviría que las redes pudieran prestar nuevos servicios, si los terminales no son capaces de darnos acceso a ellos.

Son muchos los terminales posibles que pueden conectarse a las redes de telecomunicaciones, aunque dependiendo de la red a la que los conectemos podremos conectar unos u otros ya que por ejemplo no se puede conectar un terminal IP a la red telefónica conmutada. Algunos de estos terminales son:

–Teléfono: existen numerosos tipos de teléfonos, cada uno de ellos creado para ser utilizado con un tipo de red.

• Los terminales telefónicos analógicos solamente pueden ser conectados a la RTC. También se pueden conectar a la RDSI mediante el uso de un adaptador de terminal.

• Los terminales telefónicos digitales fueron diseñados para ser conectados a la RDSI al ser una red digitalizada punta a punta. Estos al igual que los analógicos pueden ser conectados a las redes de nueva generación con la ayuda de adaptadores.

• Los terminales telefónicos de nueva generación son terminales IP, o sea terminales que se conectan a las redes de nueva generación en las que las transmisiones se realizan por conmutación de paquetes. Estos terminales nos pueden proveer de variadas funcionalidades, como por ejemplo videoconferencia en caso de llevar insertada una cámara, pero adaptando la voz y los datos para ser transmitidos por conmutación de paquetes a través de la red.

–Módem: estos dispositivos son necesarios para poder transmitir datos a través de la red telefónica conmutada, o sea a través de redes de conmutación de circuitos.

–Fax: proviene de la abreviatura de facsímil, son dispositivos que escanean documentos y son capaces de transmitirlos a un destino. Al comienzo, los faxes eran utilizados en redes analógicas, aunque hoy en día los hay adaptados a cualquiera de ellas, además, hoy en día su uso es mucho menor debido a las alternativas que existen hoy en día gracias a Internet.

–Ordenador: Mediante los ordenadores, se pueden realizar también muchos tipos de comunicaciones, desde enviar correos electrónicos hasta realizar videoconferencias por Skype.

Comencemos en orden a analizar cada uno de estos terminales gracias a los cuales podemos establecer comunicaciones de diversos tipos y sacar mayor partido de los servicios adecuados a la funcionalidad del terminal.

Terminales telefónicos

Vamos a comenzar estudiando el funcionamiento de los terminales telefónicos analógicos, que son los que se conectan de forma directa a la red telefónica conmutada, para así poder entender su evolución hasta los actuales. Aunque hemos de tener en cuenta que se han producido cambios muy significativos desde el teléfono analógico hasta terminal IP, ya que aunque ambos sirven para realizar comunicaciones básicas de voz, los teléfonos IP nos proporcionan acceso a muchos otros servicios.

Cuando hablamos de terminal telefónico tradicional, estamos haciendo referencia al transductor que hace posible la comunicación entre dos puntos. La conexión entre estos dos puntos se realiza gracias al encaminamiento de la llamada a través de la red, del cual se encarga la central de conmutación del operador telefónico con el que tenemos contratado el servicio.

Un transductor es el elemento o dispositivo que tiene la misión de transformar, traducir o adaptar una señal de un tipo de energía en otra que esté adaptada al sistema. Es decir, transforma una magnitud física no

interpretable por el sistema, en otra variable interpretable por dicho sistema (transforma una magnitud física que le entrega el sensor en una señal normalmente eléctrica). El transductor suele incluir al sensor. Entendemos, por tanto, un terminal telefónico como el siguiente conjunto de elementos:

–Un modulador de la corriente que transcurre por la línea telefónica con el ritmo establecido por la presión acústica ejercida por el hablante.

–Un auricular.

–Un amplificador para aumentar el nivel de la señal acústica. El amplificador es un elemento opcional, aunque mejora la calidad en la conversación.

Estos terminales los podemos encontrar en dos estados:

–“Colgado”: cuando el dispositivo se encuentra apagado, es decir, colgado. En este caso, la corriente a lo largo de la línea telefónica es prácticamente nula. Aunque en su sección transversal tiene una tensión continua de 48V.

–“Descolgado”: cuando el dispositivo se encuentra en este estado, se transmite una corriente de unos pocos miliamperios a lo largo de la línea y la tensión de la sección transversal de la misma cae unos cuantos voltios.

Cuando el terminal se encuentra en estado de funcionamiento (en estado descolgado), los circuitos que componen el terminal van a realizar la modulación de la señal acústica modulando la corriente eléctrica que circula por la línea telefónica que proviene de los impulsos que son proporcionados por el micrófono (sobre el que el hablante ha comunicado su mensaje), de esta manera la corriente eléctrica alcanza valores de 30 ó 40 mA.

La banda de frecuencia se encuentra recortada en 3KHz aproximadamente que es más que suficiente para permitir las comunicaciones de voz.

Podemos hacer una revisión del terminal telefónico haciendo referencia a su definición más básica en la que dispone de un auricular o altavoz, un micrófono, el circuito de fonía y dos interruptores.

En este modelo, se dispone de dos hilos (Ring & Tip) que implementan la línea telefónica analógica. Estos hilos se conectan al terminal telefónico, en el que podemos encontrar los siguientes elementos básicos:

–Circuitos de Fonía: son los circuitos electrónicos encargados de acoplar la línea telefónica a los transductores de entrada y salida (Micrófono y Auricular o Altavoz).

–S1: es un conmutador (interruptor) de gravedad, a él se conectan el auricular y el micrófono (en los terminales telefónicos se consideran un único elemento). El estado de este interruptor cuando el teléfono se encuentra colgado es abierto. Cuando el teléfono se descuelga (se levanta), el conmutador se cierra, permitiendo de esta manera la comunicación con los Circuitos de Fonía, y por tanto la comunicación con el receptor.

–S2: es otro conmutador, cuya función es realizar la marcación. El sistema original de marcación es el denominado de Marcación por Pulsos de Corriente, que es generado por el conmutador S2 al abrirse o cerrarse al ritmo impuesto por las teclas al ser presionadas en el terminal.

El circuito de marcación es un elemento necesario para poder establecer las comunicaciones, por lo que vamos a estudiar las distintas modalidades del mismo.

El concepto de marcación hace referencia a la introducción en la línea telefónica de información referente al número al que se realiza la llamada, o sea, con el que un usuario desea comunicarse. Esta información puede ser introducida de dos formas diferentes: a través de pulsos de corriente (modo decádico) y a través de la generación de tonos de frecuencia (modo DTMF, “Dual Tone Multifrequency”).

Hoy en día se emplean distintos tipos de teléfonos, siendo muchos de ellos de tipo analógico y en los que podemos encontrar dos tipos de marcación:

–Por impulsos decádicos: denominado así porque cada uno de los posibles dígitos que son marcados se codifican en secuencias de hasta diez pulsos.

–Por tonos multifrecuencia.

Según el tipo de marcación que se realice, podemos diferenciar entre terminales de marcación por:

–Disco: es el terminal original, el que surgió en primer lugar. Funciona actuando sobre un disco rotatorio, que realiza la marcación de un número de abonado cortando un bucle eléctrico, con una cadencia de diez

veces por segundo para así controlar el movimiento del selector. Este sistema evolucionó posteriormente, de manera que se sustituyó el disco por un teclado también decádico, lo cual presenta la ventaja de tener una mayor rapidez y fiabilidad en la marcación. Para la central telefónica, el teclado decádico es igual que el disco decádico.

–DTMF: Multifrecuencia de doble tono (Dual Tone Multifrequency) es el estándar acordado por la Unión Internacional de Comunicaciones (UIT-T) para la emisión de tonos en un teléfono con teclado. En el teclado hay 12 tonos diferentes, estableciendo la combinación de dos de ellos a cada tecla como queda indicado en la siguiente tabla (también se incluyen las teclas asterisco “*” y almohadilla “#”).

Frecuencias Altas	1209	1336	1447	1663
Frecuencias Bajas				
697	1	2	3	A
770	4	5	6	B
852	7	8	9	C
941	*	0	#	D

Al pulsar la tecla de algún número del teclado MFDT, se genera la combinación de dos tonos la cual es obtenida en la intersección del eje horizontal y el vertical que definen el número.

Ejemplo: Al marcar la tecla número 5 se realizará la intersección de las frecuencias 1336 Hz y 770 Hz.

Cuando se realiza una marcación por tonos, el circuito que se establece con la central se mantiene durante toda la llamada. Por el contrario, en la marcación de pulsos tiene lugar una desconexión del bucle.

La marcación en este tipo de teléfonos (touch-tone) es más rápida que en los teléfonos de pulsos (dial-pulse). La gran ventaja que presenta es que la conmutación se produce instantáneamente en cuanto la central recibe los tonos.

Los terminales telefónicos digitales son los teléfonos empleados en la RDSI (Red Digital de Servicios Integrados). La tecnología RDSI nos permite integrar en la misma línea de transmisión tanto el teléfono como el terminal de datos, a una velocidad de transmisión de 64 kbits/s. Estos terminales digitales digitalizan la señal de voz desde el mismo momento que entra por el micrófono.

El terminal digital presenta una gama de facilidades para aprovechar de manera más eficaz el servicio telefónico, como pueden ser teclas de función programables que nos permiten introducir las funciones más usuales o un display en el que poder visualizar información variada.

Por último, los terminales telefónicos IP presentan grandes variaciones con respecto a los anteriores, ya que la voz se transforma en paquetes para ser enviados por IP. Cuando realizamos una comunicación del tipo VoIP, los paquetes no siguen el mismo camino pero al llegar al destino se ordenan y se vuelven a convertir en voz para que el receptor pueda entender la información que le llega.

Los terminales IP se fabrican en apariencia y funcionalidades de forma muy similar a los digitales y analógicos, lo que produce una menor desconfianza inicial en los usuarios.

Fax

Este término que empleamos con asiduidad es la abreviación de facsímil. Con él nos referimos a un sistema que permite, a través de la línea telefónica de comunicación, la transmisión de documentos, escritos o gráficos (telecopia).

Las máquinas de Fax son unos dispositivos realmente útiles ya que permiten enviar una copia impresa de un documento de texto o gráfico, a una ubicación distante, empleando la línea telefónica tradicional.

Al hablar del fax, hacemos referencia tanto al aparato encargado de la transmisión y recepción, como al método empleado para la transmisión y recepción de los documentos (escritos o gráficos) a través de la línea telefónica, y que se basa en la transformación de las imágenes a impulsos eléctricos por parte del emisor y la posterior traducción de estos impulsos eléctricos a puntos por el receptor, de esta manera reconstruyen la imagen previamente enviada por el emisor.

El sistema de Fax está compuesto por un escáner, que transformará las imágenes o documentos en impulsos eléctricos, un módem y una impresora.

Todos estos elementos se encuentran combinados dentro de un mismo dispositivo:

- El escáner será el encargado de digitalizar el documento original (lo convierte en una imagen digital).
 - El módem es el que realiza el envío de la nueva imagen digital a través de la línea telefónica. En el receptor se encuentra otro módem que se encarga de recibir la imagen digital.
 - El módem que se encuentra en el receptor, tras recibir la imagen digital, la envía a la impresora, que es la que se encarga de realizar una copia del documento original que se encuentra en el emisor.
- Debemos tener en cuenta que este proceso de envío y recepción de imágenes digitales puede ser realizado también por un ordenador que incorpore un fax/módem y su correspondiente software. Lo cual nos aporta una serie de ventajas con respecto al uso del sistema de Fax tradicional:

- Los documentos que son enviados y recibidos se pueden almacenar en el disco duro del ordenador. De esta manera tenemos la seguridad de un almacenamiento permanente.
- Los documentos que son enviados y recibidos pueden ser exportados a distintos formatos gráficos mediante el software pertinente, y de esta manera ser enviados por correo electrónico.
- Se consigue un ahorro en papel, ya que los documentos enviados se imprimen directamente desde un editor de texto y por otra parte los documentos que son recibidos pueden consultarse en el monitor del ordenador y así solo se imprimirán los documentos que sean necesarios.

El proceso para realizar el envío de un fax de forma adecuada es muy sencillo y es como sigue:

- En la portada del documento que se va a enviar, se escribe el nombre de la persona destinataria del fax, su número de fax y su número de teléfono. A la vez que se debe incluir el nombre, dirección, número de fax y de teléfono del remitente y también el número de páginas que componen el documento que se va a transmitir. También es aconsejable incluir una carta de presentación.
- Se colocan ordenadas todas las páginas (separadas y sin grapas) que componen el documento, colocando en primer lugar la carta de presentación (en el caso de que se haya creado una).
- Las hojas del documento se introducen en la máquina, orientadas hacia arriba y con el encabezado orientado hacia la máquina.
- Se introduce el número de Fax del receptor del documento, a través de los botones numerados, similares al teclado de un teléfono.
- Se presiona el botón de Enviar (“Send”).
- Una vez enviado el documento, el Fax mostrará un mensaje indicando que la transferencia se ha realizado con éxito.

También existen fax digitales e IP para poder utilizarlos con redes más modernas, tanto RDSI con NGN’s, siendo su funcionalidad la misma.

Otros terminales

Hoy en día existen muchos otros terminales con los que podemos obtener servicios de telecomunicaciones, por ejemplo una televisión, ya que hoy día es posible recibir este servicio a través de redes de telecomunicaciones, un PC o un teléfono móvil.

Esto se debe a la evolución de las redes, que tienen tendencia a convertirse en redes All-IP, o sea redes que son capaces de transmitir todo tipo de datos, desde voz a multimedia y todo ello por conmutación de paquetes, utilizando el protocolo IP. Estas redes son las llamadas de nueva generación y nos permiten obtener mayor cantidad de servicios adaptados a nuestras necesidades.

Hoy en día la evolución nos lleva a poder comunicarnos de muchas formas diferentes. Desde un ordenador y gracias a internet y a aplicaciones como por ejemplo:

- Skype, con el cual podemos realizar llamadas y videollamadas gratuitas con quien deseemos mientras sean usuarios de Skype, o realizar llamadas y enviar sms a bajo precio.
- Similar a Skype, encontramos Hangouts de Google con el que se puede conversar, realizar videollamadas, compartir fotos e incluso realizar videollamadas de grupo gratuitas.
- Viber es otro de las aplicaciones que podemos instalar en nuestro PC para realizar llamadas a través de internet.

–Zello también nos permite utilizar el PC como si fuese un walkie-talkie aprovechando VoIP.

–Otro tipo de comunicación que podemos realizar gracias a nuestro PC es el envío de correos electrónicos gracias a Gmail o Hotmail.

– Mensajería instantánea por ejemplo con Facebook Messenger.

–Otro modo de comunicación en el que aparece el PC como terminal es el caso de las redes internas en una oficina, donde instalando un software en el PC, este puede ejercer de terminal para comunicarse con líneas internas y externas del sistema. Este sistema suele ser más sencillo de manejar y configurar ya que es más intuitivo que el uso de los códigos telefónicos desde el terminal.

Un teléfono móvil también puede ser un terminal telefónico ya que sirve para comunicarse como conexión por voz habitual, existen aplicaciones que podemos instalar en nuestros smartphones para comunicarnos mediante VoIP, además tenemos acceso a internet, etc. La diferencia principal con los otros terminales es que los demás eran fijos y éste móvil.

Mediante el uso del teléfono móvil podemos comunicarnos también de diferentes modos, ya que se puede realizar una conversación vocal convencional o si tenemos un smartphone podemos instalar en él cualquiera de las aplicaciones de las que hemos hablado antes para el PC y comunicarnos haciendo uso de internet.

En el móvil encontramos algunas otras aplicaciones más, como pueda ser el Whatsapp para mensajería instantánea o Line.

2.1.1.TDM: Descripción y servicios

La multiplexación es una técnica empleada en comunicaciones y en operaciones de E/S para transmitir de manera simultánea por un mismo canal o línea varias señales diferentes. Con la finalidad de mantener la integridad de las señales a lo largo del canal, la multiplexación permite separar las señales por tiempo, espacio o frecuencia. Para esta finalidad se emplea un dispositivo denominado multiplexor.

En el caso que nos compete, la comunicación telefónica, sucede también que no es nada práctico utilizar un canal de comunicación de forma exclusiva para una conversación, es por esto que haciendo uso de las técnicas de multiplexación, conseguimos que varias conversaciones se transmitan por el mismo canal de comunicación sin interferirse entre ellas.

Con las técnicas de multiplexación conseguimos agrupar y desagrupar todas las conversaciones que comparten el mismo canal de transmisión, logrando de esta manera reducir el número, y por tanto el coste, de líneas de comunicación y de equipos de transmisión. Todo ello se realiza de manera transparente y cuidando que la información enviada no sea modificada o dañada.

En la actualidad son dos las técnicas empleadas para realizar la multiplexación:

- Multiplexado por División en el Tiempo (TDM, “Time Division Multiplexing”)
- Multiplexado por División en Frecuencia (FDM, “Frequency Division Multiplexing”)

Como se ha indicado en el título del apartado, nos vamos a centrar en la técnica de multiplexado por división en el tiempo (TDM, “Time Division Multiplexing”), pero se hace necesario hacer mención de la otra técnica de multiplexado que durante mucho tiempo ha sido también empleada que es el multiplexado por división en frecuencia (FDM, “Frequency Division Multiplexing”), por ello vamos a hacer una pequeña introducción de la misma.

La técnica de Multiplexado por División en Frecuencia (FDM, “Frequency Division Multiplexing”) es anterior en el tiempo a la técnica de Multiplexado por División en el Tiempo (TDM). Surge a principios de los años 60, y como es de esperar, se trata de una multiplexación de tipo analógico. Su campo de aplicación y desarrollo fue en la telefonía y la radio, aunque con el paso del tiempo y la evolución de la tecnología ha ido cediendo paso a la Multiplexación por División en el Tiempo (TDM), que al ser de tipo digital, emplea computadores en su funcionamiento siendo por esto más potente.

La Multiplexación por División en Frecuencia (FDM), es una técnica en la cual el espectro de frecuencias del canal de transmisión es dividido mediante filtros, de esta manera se consigue desplazar la señal que se desea transmitir dentro del espectro correspondiente a través de una serie de modulaciones. De esta manera, un usuario tendrá una posesión exclusiva de su banda de frecuencias. A estas subdivisiones de frecuencias del espectro de frecuencias se les denomina subcanales. Podemos definir estos subcanales como los rangos de bandas a través de los cuales vamos a transmitir la información.

En el otro extremo de la línea, en el receptor de la transmisión, se encuentra el demultiplexor que se encarga de la recepción de los datos (también conocido como demultiplexor) y de la demodulación de la señal recibida.

Tras la demodulación, el receptor obtendrá cada uno de los subcanales de forma separada pudiendo así extraer la información de la señal. Esta demodulación se realiza de forma completamente transparente para el usuario de la línea ya que éste en ningún momento se percata de lo que sucede con la información desde su envío hasta su recepción.

Las características básicas de la Multiplexación por División en Frecuencia (FDM) podemos resumirlas en los siguientes aspectos:

- El ancho de banda se divide en canales paralelos (subcanales) y sobre cada uno de ellos viajará una señal distinta.

- El ancho de banda de cada uno de los subcanales creados en la división es proporcional a la velocidad de transmisión.

- Como seguridad, para evitar las posibles interferencias entre canales, se emplean bandas de guarda, que son señales que se encuentran entre los distintos subcanales, separándolos, para evitar las comentadas interferencias entre las señales que viajan por ellos.

La Multiplexación en Frecuencia o Multiplexación por División en Frecuencia (FDM) es la técnica analógica que nos permite que las diferentes señales de información de diferentes usuarios, se sitúen cada una de ellas, sobre señales “portadoras” de diferente frecuencia, combinándose así en una sola señal que se transmite por el canal. Su uso es habitual en casos en los que el ancho de banda del enlace es mayor comparado con los anchos de banda combinados de las señales que se desean transmitir.

Las ventajas de los equipos FDM son las siguientes:

- Presentan un bajo coste.

- Se pueden conectar en cascada.

- Permiten realizar una conexión “full-duplex” entre dos hilos de comunicación.

Pero también presenta una serie de inconvenientes, como son:

- Tienen una baja eficacia, el número de canales es limitado al igual que la velocidad de los mismos, que también es limitada.

- Son muy inflexibles y sus técnicas de control son limitadas.

- Se hace necesario un ajuste periódico de los equipos FMD para mantener la sincronización de los filtros y sus frecuencias de funcionamiento.

Estudiamos ahora el multiplexado por división en el tiempo que es el que se realiza en las redes de telefonía y de las que nosotros obtenemos los servicios telefónicos.

La principal diferencia entre el Multiplexado por División en Frecuencia (FDM, Frequency Division Multiplexing) y el Multiplexado por División en el Tiempo (TDM, Time Division Multiplexing), es que mientras el FDM emplea una técnica analógica, el multiplexado TDM emplea una técnica digital para conseguir su propósito.

Podemos definir la Multiplexación por División en el Tiempo (TDM), como la intercalación en el tiempo de muestras de diferentes señales. De forma que la información que transportan esas señales, es transmitida en serie por un único canal de transmisión. Es el método empleado para combinar varias señales muestreadas en una secuencia finita.

Al realizarse el proceso de multiplexación en el tiempo, mediante una técnica digital, resulta obvio que es el método más adecuado para realizar la comunicación entre computadoras y terminales, los cuales realizan su comunicación a través del envío y recepción de datos en formato binario (bits).

El proceso seguido en una transmisión de información mediante el uso de multiplexación TDM es:

- El tiempo se divide en intervalos de tiempo periódicos de longitud fija. Un intervalo por cada uno de los subcanales existentes.

- Las distintas líneas existentes son muestreadas, tomando una muestra de cada una de ellas.

- Se introducen tiempos de guarda entre las señales con el fin de evitar posibles interferencias.

–Se envían por el canal los distintos tramos o bloques de información de forma ordenada, o sea, en el intervalo 1 se transmite el primer bloque de información del canal 1, en el intervalo 2 el primer bloque del canal 2, etc.

De esta forma queda construida una trama TDM. Las tramas TDM consisten en un intervalo de tiempo por cada canal secundario más un canal de sincronización y (en ocasiones) de un canal de corrección de errores antes de la sincronización.

Tras el último sub-canal, el de corrección de errores y la sincronización, el ciclo comienza de nuevo con la segunda trama TDM que comenzaría por el segundo bloque de información del canal 1, el segundo del canal dos, y así sucesivamente.

–Por último, se demultiplexa la señal y se reconstruye la información de cada canal en el extremo receptor. Es por todo lo que hemos comentado, que la Multiplexación por División en el Tiempo (TDM), es la técnica de multiplexado más utilizada en la actualidad.

La característica más importante de todas las que posee TDM es que se trata de una técnica digital y por lo tanto puede emplear los medios de transmisión digitales, que son los más extendidos actualmente.

La Multiplexación por división de tiempo (TDM) es un tipo de multiplexación digital en la que dos o más señales de información se transmiten al mismo tiempo por un canal de comunicación. Estas señales parece que se transmiten al mismo tiempo, pero realmente se van alternando. En este tipo de multiplexación se dispone del ancho de banda total del canal transmisión, el cual será asignado a cada canal individual durante el intervalo de tiempo que le corresponda, siendo este una fracción del tiempo total.

Existen diferentes modos de Multiplexado por División en el Tiempo (TDM). Si clasificamos la multiplexación TDM dependiendo del tipo de protocolo que se emplea para la transmisión, tenemos TDM síncrono y TDM asíncrono.

Según el tipo de muestreo que se realiza, podemos distinguir entre Multiplexado por División en el Tiempo de bits y de caracteres:

–Multiplexado por División en el Tiempo (TDM) de bits: Es un proceso transparente en el que se intercalan bits de cada línea, realizando esto con un formato de trama fijo, rellenando con marcas los intervalos que se encuentran vacíos. Es un proceso síncrono y con bajo retardo, adecuado para la multiplexación en terminales síncronos.

–Multiplexado por División en el Tiempo (TDM) de caracteres: Este proceso no es transparente como sucedía en el caso anterior, se intercalan caracteres con un formato fijo de la trama. Y así se van rellenando los intervalos vacíos con señales de control. Es un proceso síncrono, y puede realizar compresión en transmisiones asíncronas eliminando un par de bits, el bit Start y el bit Stop.

Ejemplos de aplicación de TDM:

–El sistema de Jerarquía Digital Plesiócrona (PDH), también conocido como el sistema PCM, para la transmisión digital de varias llamadas telefónicas a través del mismo cable de cobre de cuatro hilos o cable de fibra en el circuito de red de conmutación telefónica digital.

–La Jerarquía Digital Síncrona (SDH) / Redes Ópticas (SONET). Que son las normas de transmisión de red síncronas que han sustituido a PDH.

–La Interfaz de velocidad básica y la interfaz de velocidad primaria de la Red Digital de Servicios Integrados (RDSI).

–El estándar RIFF (WAV) de audio, que intercala las señales estéreo izquierda y derecha en función de cada muestra.

TDM puede ampliarse aún más con la técnica de Acceso Múltiple por División en el Tiempo (TDMA), donde varias estaciones conectadas al mismo medio físico, por ejemplo compartiendo el mismo canal de frecuencia, se pueden comunicar.

Algunos ejemplos de aplicación de TDMA incluyen:

–El sistema de telefonía GSM

–El Tactical Data Links, Link 16 y Link 22

Vamos a centrarnos en lo que queda de este apartado en estudiar las distintas redes o tecnologías que han utilizado esta técnica como parte de su implementación y finalmente veremos los servicios que podemos obtener con el uso de las mismas y los terminales adecuados.

La Jerarquía Digital Plesiócrona (PDH)

Hasta finales de la década de 1950 el sistema telefónico consistía casi en su totalidad en las líneas de transmisión analógicas. La jerarquía digital plesiócrona (PDH) es una tecnología utilizada en las redes de telecomunicaciones para el transporte de grandes cantidades de datos a través de equipos de transporte digital, como los sistemas de radio de fibra óptica y microondas.

Al comienzo, las líneas troncales entre centrales llevaban múltiples canales de voz simultáneamente usando la Multiplexación por División de Frecuencia (FDM). Esto implicaba el uso de moduladores, demoduladores y filtros para cada canal de voz. Debido a las presiones comerciales se creó la necesidad de desarrollar algunos otros equipos de intercambio más rentables y esta es la razón de que surja la PDH.

La digitalización de un canal de voz analógico en un canal digital (64 kbps) utilizando modulación por impulsos codificados (PCM) hizo posible utilizar la Multiplexación por División en el Tiempo (TDM) para multiplexar un número de canales de voz en una línea troncal.

Estas líneas eran originalmente de cuatro pares de hilos de cobre o cables coaxiales, pero actualmente estos han sido ampliamente superados por la fibra óptica.

PDH fue sustituido por la Jerarquía Digital Síncrona (SDH) o el sistema Síncrono de Redes Ópticas (SONET) en la mayoría de las redes de telecomunicaciones.

En las redes PDH las diferentes partes de la red están casi, pero no del todo, sincronizadas. PDH permite la transmisión de flujos de datos a la misma velocidad, aunque permiten pequeñas desviaciones de la velocidad alrededor de una tasa nominal. Los dos relojes se supone que funcionan a la misma velocidad, sin embargo no existe un vínculo entre ellos para probar que funcionan exactamente a la misma velocidad, y es muy probable que uno se esté ejecutando ligeramente más rápido que el otro.

Hay 3 estándares de jerarquías de PDH: el estándar europeo, el estándar norteamericano y el estándar japonés. El estándar de jerarquía PDH Europeo, se basa en la trama definida en la norma G.732 de la UIT-T (Sector de Normalización de las Telecomunicaciones), mientras que tanto el estándar de jerarquía Norteamericano, al igual que el estándar de jerarquía Japonés, se basan en la trama que está definida en la norma G.733 de la UIT-T.

Es por ello que las tramas de los diferentes estándares de jerarquía (Europeo, Norteamericano y Japonés) son distintas y que van a existir ocasiones en las que se quieran unir dos enlaces que se implementen con jerarquías diferentes, por lo que se hará necesario adaptar un enlace a otro, siendo habitual por convenio que la trama que se va a adaptar se transforme al estándar de jerarquía Europeo.

El estándar de jerarquía Europea aumenta el número de canales por cuatro cada vez que se asciende a un nivel superior, pero si observamos las tasas de bits brutos para cada nivel, vemos que en realidad es significativamente superior a cuatro veces la velocidad de bits del nivel inferior. Esto es porque se requiere una cierta cantidad de sobrecarga adicional con el fin de asegurar que la multiplexación y demultiplexación pueda llevarse a cabo con éxito.

Decir que la jerarquía es plesiócrona significa que los flujos de bits de diferentes fuentes no tienen la garantía de tener exactamente el mismo tiempo, a pesar de que la tasa de bits nominal es la misma. Esto es debido a que cada pieza del sistema utiliza su propio reloj interno para la temporización. Aunque estos relojes son extremadamente precisos, no están sincronizados.

Los problemas que fueron surgiendo al aumentar el tamaño de las redes fueron:

—La Jerarquía Digital Plesiócrona (PDH) no aportaba una gestión de red eficiente, porque la necesidad de demultiplexar una portadora de alto nivel para extraer una señal de nivel inferior significaba una necesidad de aumento de la capacidad de las redes PDH hasta un punto que no era económicamente viable.

—El factor económico principal que hacía esta opción inviable era el costo de los equipos necesarios en cada punto de conexión dentro de la red PDH, en los que se van a extraer o añadir canales individuales o flujos de datos multiplexados de bajo nivel.

–Otro problema que surge es que se va a ir agregando una latencia adicional y aumenta la posibilidad de que se produzcan errores, lo que reduce la fiabilidad de la red.

–Pero los problemas que surgen al sobredimensionarse la red PDH no quedan aquí, las cosas se complican aún más porque gran parte de las líneas de transmisión de bajo nivel estaban todavía realizadas en cobre, lo que significa el uso de una interfaz de conexión entre las partes de la red basada en cobre y los basados en fibra óptica.

–Aunque ahí no acaban los problemas de las redes de Jerarquía Digital Plesiócrona (PDH). La falta de estandarización tanto entre las redes PDH que operaban en diferentes regiones del mundo y entre los distintos fabricantes de equipos, lo que producía una interoperabilidad gravemente obstaculizada, y requerían el uso de equipos de conversión económicamente caros entre las redes que operan en Europa, Norteamérica y Japón.

–Fue la creciente demanda de ancho de banda prácticamente el detonante que provocó el uso de las tecnologías ópticas síncronas que estaban estandarizadas y a la vez presentaban una elevada escalabilidad, lo que llevó al desarrollo de la Red Óptica Síncrona (SONET) en América del Norte y la Jerarquía Digital Síncrona (SDH) en Europa y el resto del mundo.

Gestión de red insuficiente	Económicamente caro	Latencia adicional
Problemas con el ancho de banda	Interoperabilidad compleja	Más errores

La Jerarquía Digital Síncrona (SDH) / Redes Ópticas (SONET)

Debido a que las redes digitales aumentaron en complejidad a principios de 1980, las demandas de los operadores de red y de sus clientes crecieron muy rápidamente solicitando características de transmisión y servicios que no podían ser fácilmente proporcionados dentro de los estándares de transmisión existentes por entonces.

Estas características que eran demandadas se basaban en elevados órdenes de multiplexación debido al aumento progresivo de las tasas de bits de hasta 140 Mbps o 565 Mbps en Europa, y las jerarquías existentes por entonces se habían definido a finales de 1960 y principios de 1970 junto con la introducción de la transmisión digital a través de cables coaxiales.

La Jerarquía Digital Síncrona (SDH) y SONET (Red Óptica Síncrona), son protocolos estandarizados que transfieren flujos de bits de forma sincronizada a través de fibra óptica generados con láser o con luz de diodos emisores de luz (LEDs). A bajas velocidades de transmisión de datos también se pueden transportar a través de una interfaz eléctrica. Aparecieron alrededor de 1990 y gracias a ellas ha mejorado considerablemente el costo y el rendimiento de las redes de fibra óptica.

El método fue desarrollado para reemplazar el sistema PDH para el transporte de grandes cantidades de llamadas telefónicas y del tráfico de datos a través de la misma fibra sin problemas de sincronización. La Jerarquía Digital Síncrona (SDH) se desarrolló en América donde fue denominada como SONET y posteriormente el Sector de Normalización de las Telecomunicaciones (UIT-T), en 1989, publicó una serie de recomendaciones donde quedaba definida con el nombre de SDH.

Gracias a la tecnología SDH se realizan transmisiones con mejores características que las transmisiones anteriores a ella. Esto ha llevado a poder obtener nuevas aplicaciones de red, al despliegue de nuevos equipos en las nuevas topologías de red, y a una gestión poderosa de sistemas de operaciones.

Ambas tecnologías, SDH y SONET, facilitan la interconexión a la red de una forma más rápida y menos costosa que la tecnología PDH tradicional (Jerarquía Digital Plesiócrona).

La tecnología SDH utiliza los siguientes Módulos de Transporte Síncronos (STM):

Módulos	Tasas
STM-1	155 Mbps
STM-4	622 Mbps
STM-16	2,5 Gbps
STM-64	10 Gbps

La tasa de estos módulos de transporte aumenta cuatro veces en cada cambio de nivel al introducir cuatro canales cada vez que subimos de nivel.

La tecnología SDH difiere de la Jerarquía Digital Plesiócrona (PDH) en que las señales que se utilizan para transportar los datos sobre SDH, están sincronizadas en toda la red, usando relojes atómicos. Este sistema permite la sincronización de redes enteras entre países que funcionan de forma síncrona, lo que reduce la cantidad de memoria intermedia necesaria entre elementos de la red.

La tecnología SDH (al igual que SONET) se puede utilizar para encapsular las normas de transmisión digitales anteriores, tales como el estándar PDH, o puede ser utilizado para apoyar al Modo de Transferencia Asíncrono (ATM).

En resumen, debemos pensar en las tecnologías SDH y SONET como protocolos de comunicaciones con muchos usos que se pueden utilizar como medio de transporte para voz y datos.

Red Digital de Servicios Integrados (RDSI)

Otra de las redes que funcionan utilizando multiplexación TDM son las redes RDSI.

La RDSI es una red completamente digitalizada de extremo a extremo, que ofrece dos tipos de acceso a elegir según las necesidades del usuario, que son el servicio de acceso básico y el servicio de acceso primario. Deben estar digitalizados desde los terminales hasta los medios de transmisión y los equipos intermedios en la red. El término RDSI (Red Digital de Servicios Integrados) proviene de la traducción de ISDN, Integrated Service Digital Network).

El acceso básico es el que contratará un usuario habitualmente para tener servicio en su domicilio o pequeña empresa e incluye dos canales de datos y uno de señalización, pero grandes empresas o empresas que realicen grandes transferencias de información necesitarán un acceso primario ya que dispone de más canales de transmisión de datos (30 canales de transmisión de datos).

Las redes RDSI se comenzaron a implementar sobre las antiguas redes telefónicas, aunque luego se han ido realizando mejoras al ir sustituyendo antiguos equipos y cableados de cobre por otros más modernos que ofrecen una mayor calidad de servicio y una mayor rentabilidad a los proveedores de servicios.

Para que varios canales puedan compartir el medio de transmisión, se utiliza multiplexación por división en el tiempo, TDM, en la cual se da acceso, durante un determinado intervalo de tiempo, a cada uno de los canales existentes.

Es un tipo de red que integra redes y servicios para que los abonados puedan tener acceso a los servicios en los que estén interesados. Presenta mejoras, con respecto a la red telefónica conmutada (RTC) en muchos aspectos, como en el audio, en la velocidad de los enlaces, la señalización e incluso la tarificación, ya que sus tarifas por llamada no varían con respecto a la RTC y sus prestaciones son mayores (no varía la tarificación del tráfico cursado pero la cuota mensual y la de alta son más elevadas). Esto es así al ser la RDSI una red digital y no analógica como la RTC.

En definitiva, la RDSI es una red fiable, con elevada velocidad de transmisión que integra voz, datos e imágenes ofreciendo una baja tasa de error y mediante una implementación sencilla.

Al igual que otras tecnologías, la RDSI se ha elaborado de forma distinta en cada país, lo que ha complicado la interconexión entre las distintas redes, pero hoy en día se trabaja en una unificación para un mejor servicio y evolución de las mismas.

Gracias a este tipo de redes más evolucionadas se pueden presentar nuevos servicios, llamados servicios suplementarios, a los abonados. Estas redes surgieron con la intención de aunar todos los servicios existentes en una sola red, tanto los de telefonía como los de datos.

Acceso Múltiple por División en el Tiempo (TDMA)

La técnica de Acceso Múltiple por División en el Tiempo (TDMA) es un método de acceso al canal para redes compartidas de un tamaño medio. Al igual que las otras tecnologías estudiadas en este apartado, permite que varios usuarios compartan el mismo canal de frecuencia dividiendo la señal en intervalos de tiempo diferentes.

Los usuarios transmiten uno tras otro, cada uno en su propia ranura de tiempo (slot). Esto permite que muchos nodos puedan compartir el mismo medio de transmisión (por ejemplo un canal de frecuencia de radio) durante el uso de solo una parte de su capacidad de canal.

El Acceso Múltiple por División en el Tiempo (TDMA) se utiliza en los sistemas celulares de Segunda Generación (2G) como Sistema Global para Comunicaciones Móviles (GSM). También se usa en sistemas de satélites. TDMA es un tipo de Multiplexación por División en el Tiempo (TDM), pero tiene de especial que en lugar de tener un único transmisor conectado a un receptor hay múltiples transmisores.

Algunas de las características más significativas de TDMA son:

- Una sola frecuencia portadora es compartida por múltiples usuarios.
- Las ranuras temporales se pueden asignar bajo demanda de forma dinámica.
- La transmisión no continua hace que el traspaso entre canales sea simple.
- Se puede utilizar una ecualización en caso de altas velocidades de transmisión de datos si el canal es «selectivo en frecuencia» y se crea interferencia entre canales vecinos.
- Es la tecnología más adecuada para la transmisión de paquetes.
- Es necesaria una perfecta sincronización entre el emisor y el receptor.

Servicios

Veamos para finalizar los servicios que podemos obtener gracias a estas tecnologías. Son:

- Servicios portadores: estos servicios son lo que se ofrecen gracias a los tres primeros niveles del modelo OSI, o sea los que pueden proporcionar la capacidad necesaria para el transporte y enrutamiento de las señales a transmitir pero siendo indiferente el contenido de las mismas. Ejemplos de ellos son los servicios de conmutación de circuitos, de paquetes o el arrendamiento de circuitos.
- Teleservicios: estos servicios son posibles bajo el modelo OSI al completo están definidos en las siete capas. El acceso a estos servicios se obtiene mediante el uso de los terminales adecuados. Ejemplos de ellos son telefonía, fax, email, etc. Estos pueden ser de dos tipos:
 - Interactivos: este tipo de teleservicios pueden ser de modo conversación, como la videotelefonía, de mensajería como la mensajería multimedia o de consulta como la telemedicina.
 - De distribución: por ejemplo teleshopping o telework.

Existen también otra clasificación que se realiza en base a si los servicios son servicios básicos o suplementarios. Un servicio suplementario es todo aquel que complementa el servicio básico. Ejemplos de ellos son:



2.1.1.1. Proporcionados por el Terminal

Según la red a la que nos conectemos, si deseamos obtener los servicios que esta nos proporciona, debemos disponer de un terminal adaptado a ella. Por ejemplo, no podremos tener desvío de llamadas si nos conectamos a la red con un teléfono analógico.

No queremos decir que los servicios que podemos obtener gracias al terminal sean independientes de la red a la que lo conectemos, sino que se tienen que cumplir las dos condiciones para que podamos hacer uso de los servicios: la red + el terminal.

Los servicios proporcionados por el terminal son los teleservicios y muchos de los servicios suplementarios:

Entre los teleservicios encontramos:

- Telefonía
- Telefonía a 7KHz
- Fax
- Correo electrónico.
- Teletexto
- Ibertex
- Videotelefonía
- Videoconferencia
- Televigilancia

Entre los servicios suplementarios:

- Indicación de llamada en espera
- Conferencia a tres
- Marcación directa
- Despertador
- Identificación del llamante
- Información de tarificación
- Portabilidad de terminales
- Grupo cerrado de usuarios
- Grupo de captura
- Retención de llamadas
- Desvío de llamadas
- Prioridad de llamadas

2.1.1.2. Proporcionados por la red

Los servicios proporcionados por la red son los servicios portadores. En el caso de la RDSI encontramos dos modalidades

- Servicios portadores en modo circuito en el que la señalización se realiza por el canal D mientras que la información viaja por el B. Los servicios portadores en modo circuito se clasifican de la siguiente forma:
 - A 64 Kb/s sin restricciones: se transfiere la información sin ningún tipo de restricción entre los terminales garantizando que la información transmitida por el emisor es la recibida en el receptor.
 - A64Kb/s para conversación: tal y como su nombre indica, su finalidad es el transporte de conversaciones de voz a 64Kb/s. A diferencia del caso anterior no se garantiza que lo emitido sea igual a lo recibido puesto que la RDSI puede introducir a lo largo del camino elementos de procesamiento de la señal de voz.
 - A 64Kb/s para Audio a 3,1KHz: se utiliza para transferencia de conversación y audio con el ancho de banda especificado. Estas señales inicialmente son analógicas y se digitalizan para transmitirlos por la red. La red puede introducir elementos mientras que estos no varíen el contenido ni la continuidad de la señal.
 - A n*64Kb/s sin restricciones, en este caso realiza la transmisión utilizando una mayor capacidad de transferencia, pudiendo ser n 2, 6 ó 60.
 - Transmisión alternada de conversación con 64Kb/s sin restricciones: permite alternar ambos modos de comunicación.
- Servicios portadores en modo paquete en el que la información se envía en paquetes y además viaja señalización tanto por el canal D como con los datos. También se pueden ofrecer estos servicios utilizando exclusivamente el canal D. Hay dos modalidades:
 - Llamada virtual: esta modalidad permite la transferencia de información sin restricciones por cualquiera de los canales B o D de la RDSI mientras que dure la conexión realizada, o sea es necesario un establecimiento, mantenimiento y liberación de los recursos.
 - Llamada virtual permanente: en este caso no hace falta realizar el establecimiento, mantenimiento y liberación puesto que la asignación de recursos es permanente y exclusiva para esa conexión.

2.1.2. IMS: Descripción y servicios

El Subsistema Multimedia IP (IMS) es un concepto de una red integrada para todos los operadores de telecomunicaciones que facilitaría el uso de IP (Protocolo de Internet) para las comunicaciones de paquetes en todas las formas conocidas de una conexión inalámbrica o fija. Ejemplos de este tipo de comunicaciones incluyen la telefonía tradicional, el fax, el correo electrónico, acceso a Internet, servicios Web, voz sobre IP (VoIP), mensajería instantánea (IM), sesiones de videoconferencia y vídeo bajo demanda (VoD).

El Subsistema Multimedia IP (IMS) es de igual manera designado como “NGN Multimedia” o “Next Generation Network” (Red de Próxima Generación).

Este subsistema IMS fue ideado inicialmente a finales de los 90 como parte de un despliegue mundial de las redes de telecomunicaciones móviles que interactuara con la Red Telefónica Pública Conmutada (PSTN) y surge como parte del Proyecto de Asociación de Tercera Generación (3GPP).

Las razones que impulsaron la búsqueda de este estándar son:

- La idea inicial de esta tecnología es que el Subsistema Multimedia IP (IMS) ofrecería grandes comodidades para los usuarios.
- Otra de las ideas precursoras de esta tecnología era que la flexibilidad y la capacidad de ampliación de este subsistema, permitirían a los proveedores aportar nuevos, sin obligar a los abonados a cambiar a menudo de frecuencia.

Actualmente se aprecia que la realidad ha estado a la altura de estos ideales. Aunque algunos analistas piensan que la convergencia total puede tardar en alcanzarse o incluso que no se dé nunca, cada vez es más sencillo para los usuarios y las empresas acceder a servicios y contenidos fuera del control de las compañías de telecomunicaciones.

El Subsistema Multimedia IP (IMS) se trata de una arquitectura integrada en el núcleo de red para ofrecer servicios multimedia de audio y video sobre una misma infraestructura.

Cuando este sistema fue definido por el 3GPP, se hizo inmerso en una arquitectura de tres planos (transporte, control y servicios), en la que el Subsistema Multimedia IP (IMS) se sitúa principalmente en el

segundo plano, el de control, y su función es la gestión y el control de servicios multimedia IP los cuales están alojados en servidores de aplicación, ubicados en el plano de servicios de la misma arquitectura. Esta división en tres planos tiene como ventaja la independencia relativa entre los servicios que pueden ofrecer el operador y la tecnología de la red de acceso que utiliza el usuario posibilitando que IMS haya sido incorporado en otras estandarizaciones como 3GPP2 con ligeras modificaciones logrando proveer un mayor número de servicios.

El funcionamiento del Subsistema Multimedia IP (IMS) se basa en un conjunto de protocolos estandarizados por el Internet Engineering Task Force, (IETF), como Session Initiation Protocol (SIP), que en principio fueron propuestos para redes IP, en particular para Internet y no para redes telefónicas móviles, lo cual es una clara prueba de la convergencia entre Internet y las redes de los operadores de telecomunicaciones.

Desplegar una arquitectura IMS es una decisión muy importante que puede ser tomada por un operador de telecomunicaciones tradicional para un nuevo posicionamiento de su actividad ya que así puede ofrecer servicios sobre IP, pero de igual manera esta decisión puede ser tomada por toda entidad que decidiera, incluso sin poseer redes de acceso o de transporte, desarrollar una actividad de servicios de valor agregado sobre IP.

El proceso de estandarización de los servicios implementados sobre la infraestructura IMS lo lleva a cabo la organización Open Mobile Alliance (OMA).

Arquitectura del Subsistema Multimedia IP (IMS)

La introducción del Subsistema Multimedia IP (IMS) en las redes fijas y móviles representa un cambio fundamental en las redes de telecomunicaciones de tipo voz. Las nuevas capacidades de las redes y de los terminales, la unión entre Internet y la voz, el contenido y la movilidad, hacen aparecer nuevos modelos de redes que ofrecen un gran potencial para el desarrollo de nuevos servicios.

La arquitectura del Subsistema Multimedia IP (IMS) ha ido evolucionando acorde a las novedades existentes y al mismo tiempo se ha ido haciendo más universal.

Las organizaciones de estandarización tratan de cubrir todas las necesidades que indican los distintos operadores de telecomunicaciones partiendo de una estructura Next Generation Network (NGN) como la indicada en la tabla:

Next Generation Network (NGN)
Capa de Aplicación
Capa de Control
Capa de Transporte
Capa de Adaptación
Capa de Acceso
Capa de Terminal

Y un formato basado en capas sobre las que actúa el Subsistema Multimedia IP (IMS) en el estándar Next Generation Network (NGN):

- Capas IMS
- Capa de Aplicación
- Capa de Control
- Capa de Transporte

Veamos estas capas de manera detallada:

—Capa de Aplicación: En esta capa los servidores son los encargados de guardar y ejecutar los servicios proporcionados por los proveedores de servicios. Esta capa es también la encargada de proporcionar una interfaz a la capa de control.

—Capa de Control: la operación de Subsistema Multimedia IP (IMS) se basa en un conjunto de protocolos estandarizados por el Internet Engineering Task Force (IETF) como por ejemplo el Session Initiation Protocol (SIP).

Los servidores que emplean el protocolo SIP (servidores SIP) se denominan Call Session Control Function (CSCF), que son los elementos centrales de la capa de control. Se encargan del registro SIP de los dispositivos conectados y de procesar las señales SIP enviadas por el servidor de aplicaciones.

En la capa de control se encuentra también la base de datos HSS (Home Subscriber Server), que se encarga de almacenar información, direcciones IP, registros de telefonía, listas de contactos, etc.

En IMS la información contenida de un usuario es lo que se denomina el perfil de servicio, que es único para cada usuario.

–Capa de Transporte: es la capa que se encarga de realizar la comunicación entre los dispositivos IMS y los dispositivos pertenecientes a la Red Telefónica Pública Conmutada (RTC) (PSTN, “Public Switched Telephon Network”) u otras redes basadas en conmutación de circuitos.

Inicia y concluye las sesiones SIP (“Session Initiation Protocol”), a la vez que se encarga de convertir los datos transmitidos entre formatos analógicos o digitales y un formato basado en paquetes IP.

El Subsistema Multimedia IP (IMS) fue creado para proporcionar conectividad IP a las redes de telefonía móvil y así poder ofrecer a los usuarios una gran cantidad de variados servicios multimedia. Este subsistema se compone de diversos servidores que se comunican entre sí haciendo uso del protocolo de inicio de sesión SIP, desde el P-CSCF (al que se conecta un usuario con su terminal IMS) a los servidores de aplicación que contienen los servicios empleados por el usuario.

Aunque son muchas las bondades que presenta IMS, todavía tiene algunos problemas con la compatibilidad en la configuración, la seguridad o la QoS (calidad de servicio).

Se puede decir que el Subsistema Multimedia IP (IMS) es el punto de partida que hace posible a los proveedores de servicios ofrecer:

- Servicios de comunicaciones en tiempo real según una configuración cliente-servidor o entre entidades pares.
- Movilidad de servicios / movilidad del usuario (roaming).
- Varias sesiones y servicios simultáneamente sobre la misma conexión de red.

IMS y SIP

SIP (Session Initiation Protocol) es un protocolo de señalización definido por el Internet Engineering Task Force o “IETF” que permite el establecimiento, la liberación y la modificación de sesiones multimedia. Este protocolo es usado en IMS como protocolo de señalización para el control de sesiones y el control de servicio.

Sustituye a los protocolos “ISDN User Part” (ISUP) e “Intelligent Network Application Part” (INAP) de las redes de telefonía contribuyendo con la capacidad multimedia.

También hereda ciertas funcionalidades de los protocolos Hyper Text Transport Protocol (HTTP) utilizados para navegar sobre la web, y Simple Mail Transport Protocol (SMTP) usados para la transmisión de e-mails. La dirección es parecida a una dirección e-mail porque se genera en base al Uniform Resource Locator (URL-SIP).

Cada usuario de una red SIP es identificable por medio de una URL-SIP.

Hasta ahora existían múltiples protocolos de señalización tales como el H.323 de la ITU, el SCCP de Cisco, o el MGCP, pero es apreciable cómo poco a poco el protocolo SIP está ganando posiciones en el estándar.

Incluso Cisco está progresivamente adoptando SIP como protocolo en sus sistemas de telefonía IP en detrimento de H.323 y SCCP, Microsoft ha elegido SIP como protocolo para el nuevo Office Communication Server (OCS), y los operadores de telefonía también están estableciendo SIP dentro de su estrategia de aunar las tecnologías móvil y fijo, beneficiándose así de la escalabilidad e interoperabilidad que procura el protocolo SIP.

El protocolo SIP actúa de forma transparente. Permite el mapeo de nombres y la redirección de servicios llegando así a la implementación de la Red Inteligente (“IN”, Intelligent Network) de la Red Telefónica Conmutada (RTC).

Para poder conseguir los servicios ofrecidos por la Red Inteligente (IN), el protocolo SIP dispone de distintas funciones como pueden ser:

- El protocolo SIP proporciona soporte para la movilidad de los usuarios.
- El protocolo SIP permite la negociación de parámetros de capacidad del usuario.
- Disponibilidad del usuario
- Establecimiento y mantenimiento de una sesión



El protocolo SIP permite la interacción entre dispositivos mediante distintos tipos de mensajes propios del protocolo.

El estándar define varios componentes SIP como son:

- Servidores User Agent
- Proxies
- Registrars
- Servidor de redirección, Redirect.
- Servidor de localización. Location.

Estos elementos que componen la arquitectura SIP son entidades lógicas que se ubican todas juntas para conseguir una mayor velocidad de procesamiento.

Cabe indicar que los Servidores User Agent, son una aplicación en el ordenador del usuario (en ocasiones, también pueden ser teléfonos móviles, PSTN gateways, etc).

Otros protocolos bastante usados IMS para VoIP son:

- H.323: Estándar de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU) que aporta especificaciones para ordenadores, sistemas y servicios multimedia por redes que no proveen QoS (calidad de servicio), permite:
- Implementa QoS de forma interna.
- Control de conferencias

–IAX2 (Inter Asterisk eXchange): Es el protocolo creado y estandarizado por Asterisk. Permite:

- Trunking
- Cifrado de datos

La principal ventajas del protocolo IAX2 es que al realizar el envío de los datos y la señalización por el mismo flujo de datos, evitan la aparición de problemas derivados del NAT.

También permite hacer trunking de forma que podemos enviar varias llamadas en el mismo flujo de datos, lo cual supone un importante ahorro de ancho de banda.

Algunas características del protocolo SIP son:

- Control de llamadas sin estado, lo cual proporciona escalabilidad entre los dispositivos telefónicos y los servidores.
- El protocolo SIP necesita menos ciclos de CPU para generar mensajes de señalización.
- Una llamada SIP es independiente de la existencia de una conexión en la capa de transporte.
- El protocolo SIP incluye autenticación tanto del llamante como del llamado mediante mecanismos HTTP.
- El protocolo SIP puede usar cualquier mecanismo de seguridad de HTTP, como SSH o S-HTTP.

–Un proxy SIP puede controlar la señalización de la llamada.

Vamos a estudiar los elementos que encontramos en las redes IMS gracias a los cuales podemos hacer uso de los servicios que nos ofrecen las mismas:

Terminal IMS

En realidad, un terminal IMS consiste en una aplicación sobre un equipo de usuario que emite y recibe solicitudes SIP.

Se puede materializar sobre un software instalado sobre un PC, sobre un teléfono IP o sobre una estación móvil UMTS.

Base de Datos HSS (Home Subscriber Server)

Es la base principal de almacenamiento de los datos de los usuarios y de los servicios a los que están suscritos.

La información almacenada es la identidad del usuario, los registros, los parámetros de acceso, y la información que permiten la invocación de los servicios del usuario. Por tanto puede realizar la autenticación y autorización del usuario y proporcionar información sobre el mismo, como su localización e información IP.

Se pueden asociar distintos tipos de identidades a IMS:

–Identidad privada multimedia IP (IMPI): esta identidad es asignada por el operador de red local. Cada usuario de una red IMS tendrá una única IMPI. Esta identidad se utiliza para registro, autorización, administración y contabilidad.

–Identidad pública multimedia IP (IMPU): esta identidad se utiliza para solicitar comunicarse con otro usuario. Pueden existir varias IMPU por cada IMPI.

–Agente de usuario globalmente enrutable URI (GRUU): existen dos tipos.

•Public -GRUU (P-GRUU): muestran la IMPU y permanecen mucho tiempo.

•Temporary -GRUU (T-GRUU): no muestran la IMPU y su periodo de vida terminará cuando el usuario se dé de baja del registro o el registro expire.

–Identidad pública comodín de usuario: es un conjunto de IMPU agrupadas.

Algunas de estas identidades tienen forma numérica, pero otra alfanumérica con un formato similar al de una dirección de correo electrónico.

La Base de Datos HSS interactúa con las entidades de la red mediante el uso del protocolo Diameter.

Call State Control Function (CSCF)

El control de la llamada que se realiza en un terminal IMS es realizado por la red en la que el usuario tiene contratados sus servicios IMS, ya que el usuario se puede suscribir a una gran cantidad de servicios y algunos de ellos pueden no estar disponibles o pueden funcionar de manera diferente en una red visitada. En el CSCF se reúnen tres elementos con funcionalidades diferenciadas, que en conjunto se encargan de procesar la señalización SIP de la red IMS:

–La dirección del servidor Proxy CSCF (P-CSCF) es descubierta por el terminal IMS durante la activación de un contexto PDP para el cambio de mensajes de señalización SIP. O sea, son asignados a un terminal IMS mientras que dura el registro, además de ser el primer punto de contacto del terminal con la red IMS.

Por este elemento pasa toda la información de señalización pudiendo ser inspeccionada por él mismo.

Pueden prevenir ciertos ataques al terminal IMS como la suplantación de la identidad. Por tanto, proporciona características de seguridad al terminal IMS.

Comprueba el correcto funcionamiento de los terminales en cuanto a la señalización producida por ellos.

El PDF (Policy Decision Function) que se encarga de la calidad de servicio de media, puede implementarse en este elemento de la red, o en uno aparte.

Los mensajes SIP se pueden comprimir y descomprimir para pasar de un elemento a otro, siendo el P-CSCF quien se encargue de ello.

El P-CSCF actúa como un Proxy Server SIP durante la función de encaminamiento de los mensajes SIP hacia el receptor y como un User Agent SIP cuando se termina la llamada.

Las funciones realizadas por el P-CSCF son:

- Encaminamiento del método SIP-REGISTER emitido por el terminal a la entidad I-CSCF desde el nombre del dominio nominal.

- Encaminamiento de los métodos SIP emitidos por el terminal al S-CSCF cuyo nombre ha sido obtenido en la respuesta del proceso de registrarse.

- Envío de métodos SIP y respuestas SIP al terminal.

- Generación de “Call Detailed Record” (CDR).

- Compresión y descompresión de mensajes SIP.

–El “Interrogating – CSCF” (I-CSCF) es el punto de contacto dentro de la red para todas las sesiones destinadas a un usuario. Se encuentra en el límite administrativo del dominio. Es posible encontrar varias I-CSCF dentro de una misma red. Su dirección IP se publica en el DNS (Domain Name System) para que servidores remotos puedan encontrarlo para utilizarlo como siguiente punto para paquetes SIP de su dominio.

Las funciones realizadas por el “Interrogating-CSFC” (I-CSCF) incluyen:

- Asignación de un S-CSCF a un usuario.

- Encaminamiento de los métodos SIP recibidos hacia el S-CSCF.

- Consulta al HSS para obtener la dirección del S-CSCF asignarlo a un usuario que se está registrando.

- Generación de CDR (Call Detail Record).

- Envía solicitudes y respuestas al S-CSCF

–El “Serving-CSCF” (S-CSCF) es el nodo central en el plano de señalización, toma el control de la sesión y mantiene un estado de sesión para poder invocar servicios. Este se encuentra en la red doméstica y utiliza el protocolo Diameter para comunicarse con el HSS para poder obtener los perfiles de usuario. Toda la información de usuario necesaria se obtiene del módulo HSS.

Las funciones que realiza el S-CSCF son:

- Acepta los métodos SIP de registro y actualiza el HSS.

- Función Proxy Server, acepta los métodos SIP y los encamina.

- Función User Agent.

- Decide a qué servidor de aplicación se remitirá el mensaje SIP para poder prestar sus servicios.

- Interacción con servidores de aplicación después de haber analizado los criterios de disparo de los servicios correspondientes.

- Puede haber varios S-CSCF en la red para distribuir la carga y para que haya alta disponibilidad.

- La generación de CDRs.

Antes de poder utilizar los servicios del dominio IMS (establecer una sesión de multimedia...) un usuario tiene que registrarse en la red.

Breakout Gateway Control Function (BGCF)

Es un proxy SIP que procesa peticiones de enrutamiento desde un S-CSCF cuando el S-CSCF determina que no se puede enrutar la sesión por DNS.

Este dispositivo, el BGCF, se encarga del acceso a la red pública, selecciona la red a la que se va a acceder comunicándose con el MGCF.

Pasarelas a la red pública conmutada

Encontramos tres tipos:

–Media Gateway Control Function (MGCF): Es un punto de terminación SIP que se encarga de la señalización entre la red IMS y otras redes públicas conmutadas. También controla los recursos de los

Media Gateway (MGW), utilizado el protocolo H.248

–Signalling Gateway (SWG): interactúa con el plano de señalización ya que se encarga de transformar protocolos como el Stream Control Transmission Protocol, que es un protocolo IP, a Message transfer Part, que es un protocolo de señalización (SS7) para pasar el ISUP (ISDN User Part) del MGCF a la red conmutada.

–Media Gateway (MGW): interactúa con el plano de media de la red, realiza la conversión entre RTP y PCM (Pulse Code Modulation).

Multimedia Resource Functions (MRF)

Controla los recursos de media, contiene funciones para trabajar con ella y reproduce tonos y anuncios. Está dividido en:

- MRFC: Media Resource Function Controller. Es un nodo del plano de señalización que interpreta información que proviene de un servidor de aplicación (AS) y del S-CSCF.
- MRFP: Media Resource Function Processors. Puede gestionar el acceso a recursos compartidos y procesar flujos de media.

Existe un elemento muy relacionado con el MRF que es el MRB (Media Resource Broker), que es una entidad funcional que es la encargada de la recogida y suministro de información proveniente del MRF para otros módulos como los servidores de aplicación.

Este MRB tiene dos modos de funcionamiento:

- Modo consulta en el que el servidor de aplicación consulta el MRB y establece la llamada utilizando la respuesta que proviene del MRF.
- Modo en línea en el que el servidor de aplicación envía una invitación SIP al MRB y el MRB establece la llamada.

Policy Decision Function (PDF)

Controla la calidad de servicio y se encarga de aplicar políticas determinadas. Esta función puede estar implementada en el S-CSCF o en un módulo aparte.

Su tarea es autorizar recursos del plano de media.

Application Server (AP)

Los servidores de aplicación son entidades SIP que se encargan de guardar y ejecutar servicios e interactúa con el S-CSCF utilizando mensajes SIP. IMS no describe este elemento de la red, pero si los interfaces entre estos y el CSCF y HSS. También puede influenciar el desempeño de la sesión sobre pedido del servicio. Estos servidores pueden funcionar de distintos modos:

- Modo proxy.
- Modo SIP User Agent.
- Modo SIP B2BUA.

Al conjunto del MGCF, SGW, BGCF y el IBCF se les denomina Border Control ya que se encargan entre todos de poder realizar la comunicación pasando de unas redes a otras.

Generalidades de una arquitectura IMS

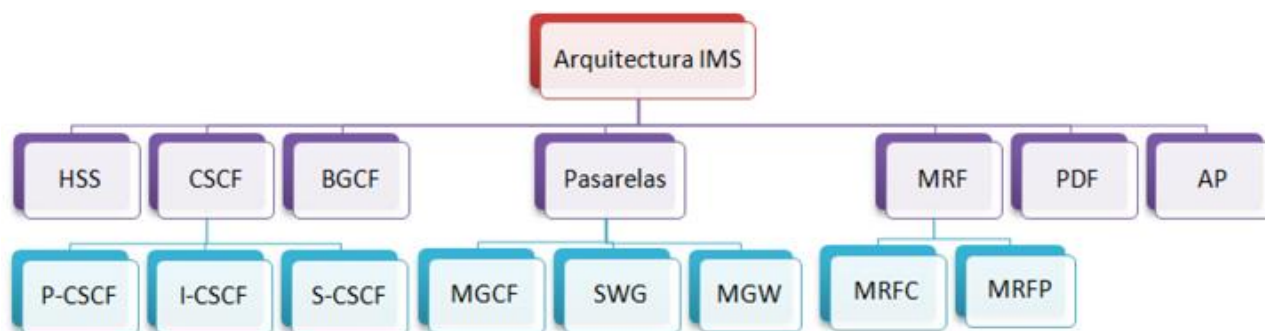
Atendiendo a lo indicado, se puede establecer que:

- El IMS es independiente de los tipos de acceso. Tanto los usuarios móviles GPRS/UMTS como los usuarios fijos de banda ancha (xDSL, cable, etc.) pueden acceder al IMS.
- El IMS provee de interfaz a las redes en modo circuito (RTCP, dominio circuito GSM).
- El IMS provee una interfaz normalizada (ISC, IMS Service Control) basada sobre el protocolo SIP para el acceso a los servicios.

El IMS puede ser desplegado:

- Por un operador móvil para ofrecer servicios avanzados y multimedia a sus usuarios GPRS/EDGE/UMTS.
- Por un operador de acceso alámbrico (xDSL, Cable).
- Por un operador virtual que despliegue el IMS basándose sobre las redes de acceso de terceros.

Estos operadores pueden desplegar sus propios servicios IMS para satisfacer a los usuarios.



2.1.2.1. Proporcionados por el Terminal

Está claro que los terminales son los que completan la funcionalidad de las redes. Por lo que por mucho que conectemos un terminal analógico a una red IMS por medio de un adaptador, no vamos a poder acceder a los servicios que podemos obtener de la red.

Hoy en día estas redes permiten incluso contratar paquetes de televisión, internet y telefonía, todo ello mediante IP y si no utilizamos el terminal adecuado no tendremos acceso a cada uno de estos campos y a los servicios asociados a cada uno de ellos. Para poder realizar la distinción del dispositivo al que se conecta se realizan las negociaciones de las características de la sesión que se va a establecer (mediante el protocolo SDP). Se busca poder ofrecer a los clientes paquetes de servicios adaptados a sus necesidades, lo que incrementará la competencia de las operadoras.

Con estas redes se busca incluso eliminar la diferencia existente entre la telefonía fija y móvil, lo que nos lleva a pensar que los terminales de telefonía fija evolucionarán hasta ponerse al nivel de los smartphones u otros dispositivos de similares características ofreciendo así los mismos servicios independientemente del dispositivo y del modo de acceso.

Los servicios obtenidos por estas redes pueden ser los habituales como las llamadas de voz, correo electrónico, mensajería multimedia, etc. O también servicios multimedia como videoconferencia, difusión de radio o TV, chat multimedia, etc.

Todos estos servicios son además muy versátiles y se pueden adaptar para que personas con discapacidades de distintos tipos puedan acceder también a ellos.

Algunos de los servicios basados en las redes IMS son:

- Comunicaciones VoIP.
- Videoconferencia.
- Mensajería multimedia.
- Domótica.
- Mensajería instantánea.
- Presencia.
- Juegos.
- Vídeo y texto en tiempo real.
- Difusión de TV
- ...

Como podemos observar los servicios que se pueden obtener pueden ser de comunicaciones a tiempo real, pseudo tiempo real o no a tiempo real.

2.1.2.2. Proporcionados por la red

Desde la aparición de las redes de nueva generación, sobre las que se implementa IMS, podemos acceder nuevos servicios de voz, datos y vídeo cuyos requisitos son cada vez más exigentes, ya que se solicitan mayores anchos de banda, mayor calidad, etc.

Para que esto sea posible es necesaria la conexión a Internet y un terminal SIP para que el usuario quede registrado en la red y poder darle acceso a los servicios que tiene contratados.

La base que nos ofrece IMS para poder generar servicios sobre ella son:

- Dominios de usuario.

- Requerimientos en los terminales y usuarios.
- Requerimientos para distintos tipos de acceso.
- Diseño de servicios finales.
- Interfaces.

Podemos generar servicios basándonos en las características que nos ofrecen las redes IN (Intelligent Network):

- IMS hereda de las redes de telefonía móvil los servicios de movilidad, localización y accesibilidad, lo que nos abre muchas puertas a la creación de servicios que utilicen estos para desarrollarse.
- La tarificación en IMS se convierte en un servicio más ya que permite controlar el gasto y es sencilla y flexible.
- La calidad de servicio es elevada gracias a la seguridad y fiabilidad de estas redes, estando esta garantizada extremo a extremo.

El coste de generación de servicios, gracias a las redes IMS se ha visto reducido y además se pueden crear servicios personalizados de manera más sencilla.

Se pueden obtener los servicios multimedia gracias a los protocolos con los que trabaja IMS, como RTP, RTCP, RSVP y Diffserv.



2.2. Conmutadores / Call Servers

Conmutadores

Cuando hablamos de un Conmutador Telefónico, nos referimos a la infraestructura empleada por una empresa u organización o en una red pública. Es una prioridad el disponer de ellos para cualquier negocio o empresa ya que gracias a ellos se realizan comunicaciones tanto internas como externas que les pueden hacer ganar o perder clientes.

Haciendo una definición práctica en términos de telefonía, un conmutador es una caja que se encarga de controlar las diferentes líneas telefónicas.

Si queremos tener una definición más científica, un conmutador telefónico es un dispositivo que se encarga de encaminar y dirigir de una manera ordenada tanto líneas telefónicas, como líneas eléctricas, líneas de gases, así como líneas de fluidos hacia distintas salidas.

Vamos a encontrar diferentes tipos de conmutadores telefónicos:

- ⇒ **Conmutadores multilínea**: un sistema con hasta 65 teléfonos para poder realizar llamadas multilínea.
- ⇒ **PBX (Private Branch Exchange)** o PABX (Ramal privado de conmutación automática): son conmutadores que soportan desde 30 hasta 10 mil líneas. Los PBX tienen, además, la ventaja añadida de manejo de voz y datos así como conectividad de redes LAN, telefonía inalámbrica y servicios de información.
- ⇒ **Centrales telefónicas**: este es el concepto más complejo y es concebido tanto para el uso en redes públicas, como para multinacionales y grandes empresas, cuyas centrales manejan un tráfico de voz bastante superior a 10 mil líneas telefónicas.

Introducción a la PBX: <https://www.youtube.com/watch?v=xb3-UGY1kpo>

Call Servers

El término Call Server (Servidor de Llamadas) se refiere a una entidad en una red telefónica que lleva a cabo funciones que no están directamente relacionados con el encaminamiento de mensajes a través de la red.

Estas funciones pueden incluir dentro de la red:

- Contestadores automáticos.
- Números 800 (llamada gratuita).
- Desvío automático de llamadas.
- Puentes de conferencia.
- Otros muchos tipos de aplicaciones.

En las redes telefónicas integradas, éstos se aplican principalmente como funciones de la central telefónica, aunque en redes más abiertas tales como las redes de telefonía IP basadas en el protocolo SIP, son a menudo ordenadores separados donde se implementan.

El Servidor de Llamadas (Call Server) ofrece llamadas de terminación y aplicaciones de abonado independiente, tales como la portabilidad de número local, la resolución de enrutamiento de llamada gratuita, servicios de conferencia y mensajería unificada.

Las versiones en la Red Telefónica Conmutada (RTC) (o PSTN "Public Switched Telephone Network") de estas aplicaciones se conocen con frecuencia como números 800 en América del Norte. El abonado tiene que realizar de forma explícita una llamada al Call Server.

2.2.1. Centrales TDM

Está claro que crear líneas punto a punto para conectar unos abonados con otros no es una solución viable, por lo tanto se hace uso de centrales de conmutación. A estas centrales de conmutación se unen los usuarios y en ella se establecen los circuitos necesarios para la comunicación.

Hagamos una estimación de la cantidad de circuitos internos que debe de tener una central de conmutación para comunicar a sus usuarios. Supongamos que una central tiene n usuarios, en el peor de los casos que se encontraran todos conectados, nos damos cuenta de que hacen falta tan solo $n/2$ circuitos, pero este sería el peor de los casos y se daría tan solo si todos los usuarios se conectasen al mismo tiempo, porque se puede reducir el número de enlaces aún más, ya que es algo bastante improbable.

El autor que comenzó a hacer estudios sobre el dimensionado que debían de tener los elementos de las redes según el tráfico que cursaban fue Erlang, llegando incluso a determinar la probabilidad de congestión de las líneas.

La primera central de conmutación que se creó, fue en 1878 y daba servicio a tan solo 21 abonados, la forma de establecer los circuitos era con clavijas que conectaban barras agujereadas. En ellas, la señalización que se producía era de naturaleza mecánica y humana. Hoy en día la conmutación se realiza de forma automática sin necesidad de que intervenga una operadora que realice funciones de enrutamiento, establecimiento, control de la llamada, etc.

La duración de estos sistemas era limitada, puesto que el número de abonados crecía de forma exponencial, por lo que el tamaño de las centralitas también, llegaron a conseguir reducir un poco su tamaño mediante el uso de lámparas para indicar la llamada y crearon modos de actuación más complejos pero que les permitían atender más llamadas, pero no fue suficiente.

El primer problema que encontraron al buscar la evolución de estos dispositivos, era cómo se iba a indicar el abonado con el que se quería comunicar, y esto se resolvió fácilmente asignando un número a cada abonado y diseñando un método para poder indicarlo que fue el disco generador de impulsos.

En su evolución encontramos diferentes tecnologías de conmutación electromecánica:

-Paso a paso: consistía en un selector con un juego de escobillas que se desplazaba de modo vertical y realizaba giros. En España se instaló tan solo uno de estas centrales y fue en Lérida.

-Panel: era un panel con 5 grupos de 100 contactos con 5 juegos de escobillas. Este sistema fue utilizado desde los años 20 a los años 70.

-Sistemas rotatorios: consistían en 10 juegos de escobillas que giraban horizontalmente y de los que solo se activaba uno. La primera central de este tipo que se instaló en España fue en Santander en 1926.

–Sistemas de matrices de relés: consistía en la operación de los relés colocados en los cruces de una matriz de entradas y salidas.

–Sistemas de barras cruzadas: consisten en el posicionamiento de una varilla de alambre y la actuación de una armadura vertical. Estos sistemas también se utilizaron en comunicaciones privadas incluso cuando la capacidad necesaria era baja.

Este punto es donde aparece la conmutación semielectrónica, favorecida por la aparición de los ordenadores cuya capacidad de procesamiento y almacenamiento permitió un control de las redes más flexible.

Se introducen dos ordenadores para realizar esta tarea de conmutación, de manera que si uno de ellos fallaba, el otro se hacía cargo de continuar. Además se diseñaron ordenadores específicos para la realización de estas tareas a tiempo real.

Estos ordenadores introdujeron grandes cantidades de servicios y facilidades, como por ejemplo en el área de la tarificación, donde se pasó del contador de impulsos a software que realizaba cálculos detallados de la misma.

Otro beneficio que se dio al pasar de las centrales electromecánicas a las semielectrónicas fue la disminución del tamaño de las mismas.

Pero cuando realmente se produce una mejora de estos sistemas es cuando aparece la conmutación temporal a mediados de los años 70. Esta se basa en la digitalización de las señales, o sea se realiza un muestreo y una codificación de la señal en unos y ceros que más tarde, a la entrada de la central, es conmutada temporalmente.

La conmutación temporal se expandió rápidamente, haciendo que muchos fabricantes diseñaran sus propios equipos que realizaran esta tarea. Comienza a aparecer aquí la idea de que la señalización viaje por un canal aparte de los datos, definiéndose así el SS7 por parte del CCITT. Esta tecnología es la que nos lleva hasta el presente de las centrales de conmutación actuales, que, aunque haya tecnologías que hayan evolucionado a su alrededor, la base continúa siendo la misma ya que es usada por ejemplo en la RDSI.

El primer sistema de este tipo creado para la RDSI era de Alcatel y se instaló en la Expo'92 de Sevilla.

Como ya sabemos, las centrales de conmutación se conectan con los abonados y con otras centrales y se encargan de establecer el canal entre el emisor y el receptor. Hoy en día, estas centrales son lugares, recintos o edificios, donde se encuentran los siguientes elementos físicos:

–Equipo de conmutación: es el que se encarga de que se realicen las conexiones necesarias para que la llamada pueda realizarse.

–Repartidor: conecta los cables de pares que vienen de los abonados con los de entrada a la central.

–Los medios de transmisión entre centrales: cables por los que viaja la información que pueden ser cables de pares, coaxiales o fibra óptica.

–Otro cableado (alimentación, iluminación, etc.).

–Equipos de ventilación.

–Equipos de alimentación eléctrica.

–Baterías.

Los equipos de conmutación están divididos en dos partes, una de ellas es una unidad de control (hoy en día un ordenador o procesadores) que es la que realiza el trabajo lógico del establecimiento, mantenimiento y liberación del enlace y la parte de conexión que se encarga de soportar la conversación sobre su estructura física.

La Unidad de Control es la encargada de establecer el camino de comunicación entre emisor y receptor realizando un encaminamiento de la llamada. Esto es posible gracias al uso de protocolos que se encargan de realizar todas las comunicaciones necesarias entre los módulos de la red para que la comunicación entre origen y destino pueda realizarse.

Las funciones que realiza una central de conmutación son:

–Función de control: Es una de las funciones más importantes de las centrales y la que dirige y coordina el conjunto de funciones que se encargan de realizar cada una de las operaciones necesarias para, a partir de

los recursos que recibe, los cuales almacena y procesa, y los que ya posee, establecer el enlace entre usuario final e inicial.

–Función de interconexión: es la capacidad que posee la central de establecer enlaces entre abonados, y sea entre abonados que dependan de la misma central o que pertenezcan a distintas centrales. Esta es la función que nos permite disminuir el número de conexiones.

–Función de supervisión: siempre hablamos de que la central se encarga de establecer, mantener y liberar el enlace en una comunicación entre dos usuarios. La función de supervisión es la que se encarga de mantener el enlace en condiciones óptimas para que la comunicación se desarrolle normalmente. Dicho de otro modo, se encarga de liberar o mantener los recursos utilizados en una cierta llamada. Además, esta supervisión también hace referencia a que va revisando las líneas de abonado, por si alguno de ellos ha descolgado su teléfono para realizar una llamada.

–Función de señalización: es la función que permite el intercambio de señales de control entre los usuarios y la central local, o entre distintas centrales con la finalidad de establecer, liberar o gestionar un canal. La función de sus protocolos es enviar mensajes entre los elementos que intervienen en una comunicación para que esta sea posible. La señalización se puede producir entre la central y el terminal del abonado o entre centrales.

En la señalización con el terminal del abonado las acciones que realiza son:

- Detectar si un usuario desea realizar una llamada: de esto la señalización se encarga de que se reciba en la central la señal de haber descolgado.
- Avisar en el terminal del usuario: son los tonos que se escuchan durante la realización de una llamada como el tono de marcar, el de llamada, etc.
- Recibir información para realizar una conexión: es la recepción del número de teléfono que introduce el usuario llamante.

Al señalar con otras centrales se realizan las siguientes acciones:

- Detectar una llamada ya sea entrante o en tránsito.
- Recibir información numérica por un enlace de llegada para establecer una conexión.
- Transmitir información numérica para que una central distante pueda establecer la conexión

–Otras funciones: otras funciones que realizan las centrales de conmutación pero que no interfieren en su funcionalidad básica son establecer la comunicación, la tarificación, operación y gestión de las propias centrales.

2.2.2. Centralitas (IP/TDM)

Las centralitas privadas se hacen necesarias para las grandes empresas y organismos, ya que necesitan muchos teléfonos para comunicarse y no resultaría económico tener que contratar todas las líneas necesarias para todos los teléfonos. Las centralitas se conectan a un número determinado de líneas o enlaces de la red pública (las que la empresa contrata) y son las que comparten todos los terminales conectados a ella.

Una Centralita Telefónica (PBX “Private Branch Exchange” o PABX “Private Automatic Branch Exchange”), es un equipo privado que permite gestionar llamadas telefónicas internas en una empresa y de esta manera compartir las líneas de acceso a la red pública entre varios usuarios, para permitir que estos realicen y reciban llamadas desde y hacia el exterior. Actúa como una ramificación de la red pública de teléfono.

A cada una de las líneas que sale desde la centralita hacia un terminal, se le denomina extensión.

Normalmente estas líneas son sencillas y se encuentran conectadas a terminales telefónicos sencillos, pero también existen unos terminales telefónicos más avanzados llamados propietarios que se fabrican solamente para que sean compatibles con una determinada centralita y que necesitan, para conectarse, 4 hilos en vez de 2. Estos terminales propietarios ofrecen más funcionalidades que los habituales.

La implementación física de una centralita es la siguiente:

- Unidad de control: Se encarga de gestionar las operaciones que se le solicitan según la configuración de la centralita, se encarga de la gestión de la señalización, tanto entrante como saliente. Para ello necesita recibir cierta información numérica, y en base a esta es capaz de generar las órdenes necesarias para encaminar las llamadas. La unidad de control está formada por un procesador, memorias RAM y ROM y un conjunto de circuitos.

–Unidad de conmutación: se encarga de la conmutación de las líneas, o sea de conectar las llamadas que vienen del exterior con la extensión adecuada. Establece el canal físico. Esta unidad puede ser con bloqueo o sin bloqueo, lo más común es que sean sin bloqueo, de manera que los enlaces que se pueden realizar se corresponde con el número de entradas por el de salidas, por lo que siempre se puede realizar la conexión. En el caso de las con bloqueo existe un límite de las posiciones de conmutación, por lo que cuando se exceda el número no se podrá realizar la comunicación, estando la central congestionada.

–Unidades de E/S (entrada/salida): se conectan a ellas tanto las líneas interiores como las exteriores.

–Generador de tonos: genera los tonos necesarios en cada terminal durante el proceso de la llamada.

–Fuente de alimentación: proporciona el voltaje necesario al equipo.

Una Centralita IP (IP-PBX), es una centralita telefónica cuya función es realizada basándose en el protocolo IP y por tanto realiza las comunicaciones por conmutación de paquetes. De esta manera, funciona sobre la infraestructura de comunicaciones de datos (LAN y WAN). Las centralitas IP pueden conectarse a los servicios IP de las redes públicas, pero también a los de las redes analógicas (RTC) o digitales (RDSI) mediante el uso de una pasarela.

Estas centralitas IP, normalmente, no son un dispositivo físico, sino un software que ejerce de centralita instalado en un PC que hace de servidor de centralita IP. Los otros componentes que encontramos en estas redes internas son los teléfonos VoIP (SIP) y de manera opcional, si es necesario, una pasarela hacia la red pública.

El servidor de la centralita IP se encarga de registrar los terminales y luego de establecer las conexiones que estos les solicitan. El servidor puede realizar sus funciones gracias a la información que almacena sobre los teléfonos de los usuarios, sus direcciones SIP, etc.

No podemos salir de este apartado sin nombrar al menos a Asterisk, que es un software libre para la creación de centralitas privadas basadas en IP. Este software fue creado por Mark Spencer para funcionar sobre el sistema operativo GNU/Linux, aunque hoy en día puede funcionar sobre los sistemas operativos más habituales.

Ya son varias las versiones a las que ha evolucionado Asterisk, consiguiendo en ellas corregir errores de sus versiones iniciales y aumentar la cantidad y calidad de los servicios posibles de implementar. Es sencillo crear nuevos servicios para Asterisk ya que es un sistema modular y se pueden agregar como módulos escritos en cualquier lenguaje soportado por GNU/Linux, pudiendo así disponer de servicios adaptados a nuestras necesidades.

Al principio, estos servicios eran superados por los de las costosas centralitas propietarias, pero hoy en día no les tiene nada que envidiar (buzón de voz, conferencias, distribución de llamadas). La inversión que si hay que realizar al implementar una centralita IP mediante software es en la adquisición de terminales telefónicos IP que sean compatibles con esta tecnología. Mark Spencer creó su propia empresa Digium desde la que los comercializan estos terminales para Asterisk.

Como vemos, la implementación de una centralita IP tiene muchas ventajas, algunas de ellas:

–Simplicidad de la infraestructura por lo cual la instalación de la misma es sencilla.

–No es necesario colocar un nuevo cableado, sirve el existente de la red.

–Reducción de costes al utilizar internet.

–Son sistemas fácilmente escalables.

–Movilidad, permite conectar un teléfono desde cualquier punto dentro de la oficina.

–No es necesario colocar un costoso equipo de conmutación.

–...

2.2.3. Descripción del concepto IMS

El Subsistema Multimedia IP (IMS) se trata de una arquitectura integrada en el núcleo de red para ofrecer servicios multimedia de audio y video sobre una misma infraestructura. Está definido en una arquitectura de tres planos (transporte, control y servicios), en la que el Subsistema Multimedia IP (IMS) se sitúa principalmente en el segundo plano, y su función es la gestión y el control de servicios multimedia IP, los cuales están alojados en servidores de aplicación, ubicados en el plano de servicios de la misma arquitectura.

Esta división en tres planos tiene como ventaja la independencia relativa entre los servicios que pueden ofrecer el operador y la tecnología de la red de acceso que utiliza el usuario posibilitando que IMS haya sido incorporado en otras estandarizaciones como 3GPP2 con ligeras modificaciones logrando proveer un mayor número de servicios.

El funcionamiento del Subsistema Multimedia IP (IMS) se basa en un conjunto de protocolos, como Session Initiation Protocol (SIP), que en principio fueron propuestos para redes IP, en particular para Internet, y no para redes telefónicas móviles, lo cual es una clara prueba de la convergencia entre Internet y las redes de los operadores de telecomunicaciones.

En resumen, el Subsistema Multimedia IP (IMS) es una arquitectura de control de servicios global, independiente del acceso y basada en estándares de conectividad IP, que habilita a los usuarios finales diversos tipos de servicios multimedia usando protocolos comunes de Internet.

Por tanto, un IP Call Server (ICS) nos fabrica una solución IMS a pequeña escala, pero con todas las funcionalidades de estas redes, que soportan servicios tanto de voz como multimedia.

Un ICS integra todos los módulos necesarios para crear una red IMS a pequeña escala, normalmente en una sola plataforma:

- P-CSCF
- I-CSCF
- S-CSCF
- BGCF
- MGCF
- MRF
- AS
- HSS

Y por supuesto, gracias a ellos, los ICS pueden ofrecer los servicios de red inteligente, como por ejemplo la portabilidad de número.

En este caso también es necesario disponer de terminales acordes a la tecnología, o sea, terminales SIP que puedan ser registrados por la red.

Ejemplo: Este ICS soporta voz y vídeo sobre IP y permite gran cantidad de servicios multimedia. Veamos las características del 5060 Call Server (5060 ICS):

- Implementación IMS, basada en estándares abiertos SIP.
- Disponibilidad de voz, vídeo, multimedia, web,...
- Soporta servicios y aplicaciones interactivas.
- Provee de gestión de políticas y calidad de experiencia.
- Hace uso de IPv6, Secure Real Time Protocol (SRTP) y Transport Layer Security (TLS).
- Operación y mantenimiento sencillos.
- Número de soporte remoto
- Características de controlador local de sesión.
- Redundancia geográfica.

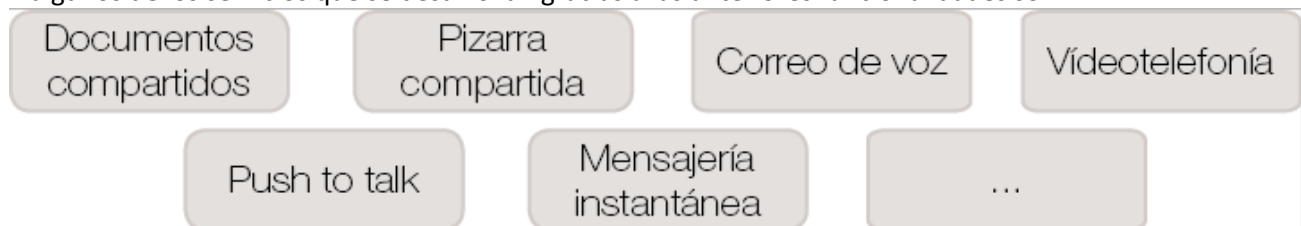
Lo que debemos de recordar sobre IMS es que define un entorno adecuado para realizar transmisiones de todo tipo de datos, tanto voz como multimedia, utilizando el protocolo de internet, IP. Este estándar no define una red, sino la forma en la que deben de comunicarse los elementos que conforman la red para poder ofrecer servicios a los usuarios. Estos servicios están almacenados y son ejecutados por los servidores de aplicación.

El desarrollo de servicios para estas redes es más sencillo, ya que se pueden desarrollar de forma independiente aunque utilizando las características de las redes IMS. Pueden ser desarrollados tanto por terceros como por los operadores.

Las funcionalidades que ofrece IMS sobre las cuales se pueden desarrollar servicios son:



Y algunos de los servicios que se desarrollan gracias a las anteriores funcionalidades son:



Algunos de estos servicios están estandarizados por 3GPP, por OMA (Open Mobile Alliance) o ETSI TISPAN, pero los operadores y los desarrolladores de servicios no están estandarizados.

Para saber el S-CSCF cuando acceder a un servidor de aplicación, se hace uso del Filter Criteria, que son los criterios de filtro asociados a un determinado usuario para la prestación de unos servicios. El Filter Criteria se encuentra almacenado en el HSS para un perfil de usuario en concreto. Los campos que tiene el Filter Criteria son:

- Application Server Address: dirección utilizada para poder acceder a un servidor de aplicación.
- Default Handling: muestra que sucede cuando el servidor de aplicación no responde.
- Trigger Point: sirve para determinar si cierto servidor de aplicación ha de ser contactado o no.
- ICF Priority: indica la prioridad para ser evaluadas por el S-CSCF.

Por esta estructura que tiene IMS no pone restricciones, quienes las ponen son las redes de acceso y los terminales con los que se accede a ellas.

IMS hereda servicios y características de las redes móviles ya que fue desarrollado para GSM; algunas de estas son:

- La itinerancia: el sistema puede dar servicio a abonados de otras operadoras si disponen de la tecnología adecuada y existe un acuerdo entre los operadores.
- Sesiones interoperador: los abonados de un operador pueden realizar sesiones con abonados pertenecientes a otros operadores ya que los elementos de la arquitectura IMS están orientados para la interconexión con los sistemas de distintos operadores.
- Los abonados IMS siempre podrán comunicarse con abonados que no pertenezcan a redes IMS.
- Seguridad integrada: se realizan funciones de autenticación durante el registro del usuario.
- Calidad de servicio: existen ciertas funciones opcionales que controlan la QoS, o sea, los recursos del sistema, pero si no se dispone de ellas, se encargarían los mecanismos ordinarios de GPRS/UMTS de controlar los recursos.
- Provisión de servicios: es una tarea relativamente sencilla y rápida. La arquitectura IMS se encuentra conectada a los servidores de aplicación que es donde se encuentran los servicios. Se establecen ciertos criterios en el perfil de usuario que luego se le transfieren al servidor de aplicación.
- Tarificación y facturación: es una mezcla entre la tarificación IMS y la GPRS/UMTS, así se puede realizar una facturación acorde al servicio prestado teniendo en cuenta factores como duración, contenidos, destino, etc.

Finalmente hacer un breve comentario sobre los protocolos con los que trabajan estas redes. Todos sabemos que su protocolo principal que es el que da su potencialidad a estos sistemas es el protocolo SIP (Session Initiation Protocol), aunque al principio hubo dudas sobre cuál de los siguientes escoger:

- BICC, Bearer Independent Call Control
- H.323
- SIP

De entre los cuales se escogió SIP por la sencillez con la que se pueden generar nuevos servicios y lo fácilmente ampliable que es.

Este protocolo SIP está basado en los protocolos de internet SMTP (Simple Mail Transfer Protocol) y el HTTP (HyperText Transfer Protocol) y se encarga de establecer y gestionar las sesiones multimedia, siendo así un protocolo de señalización.

El protocolo SIP no depende de las características de la sesión, de ello se encarga el protocolo SDP (Session Description Protocol) gracias al cual se puede determinar el tipo de sesión que se va a mantener, siendo esta acorde a las características de los terminales.

2.3. Sistemas Multilínea

Las centralitas se hacen necesarias en las empresas, instituciones, etc., que realizan numerosas comunicaciones telefónicas y por lo cual necesitan una cantidad grande de líneas y terminales que ocasionaría muchos gastos a la empresa, debido a que tendría que disponer de una línea por cada teléfono. Es por esto que se hace necesaria la instalación de las centralitas privadas, las cuales emplean las líneas que contrata la empresa, dependiendo de los enlaces de la centralita que instale.

Dentro de las diferentes centralitas que podemos elegir para solucionar el problema de la comunicación, se encuentran los sistemas multilínea:

- PBA o PBX: que son las más comunes.
- Sistemas Multilínea o KTS (Sistemas de teléfonos por teclas).
- Centrales Analógicas: se conectan a la RTC o RTB (Red de Telefonía Básica).
- Centrales Digitales: permiten la conexión a la red RDSI.
- Centralitas Modulares: permiten módulos de ampliación que harán posible aumentar el número de extensiones de la centralita.
- Centralitas Ampliables: tienen un procesador central, además de autonomía en su funcionamiento.

Introducido en 1964, el sistema KTS representa una etapa de desarrollo clave de los sistemas de telefonía en los Laboratorios Bell y fue producido para proporcionar soluciones flexibles para las necesidades del servicio telefónico en negocios, empresas y organizaciones.

Sus características más destacables son:

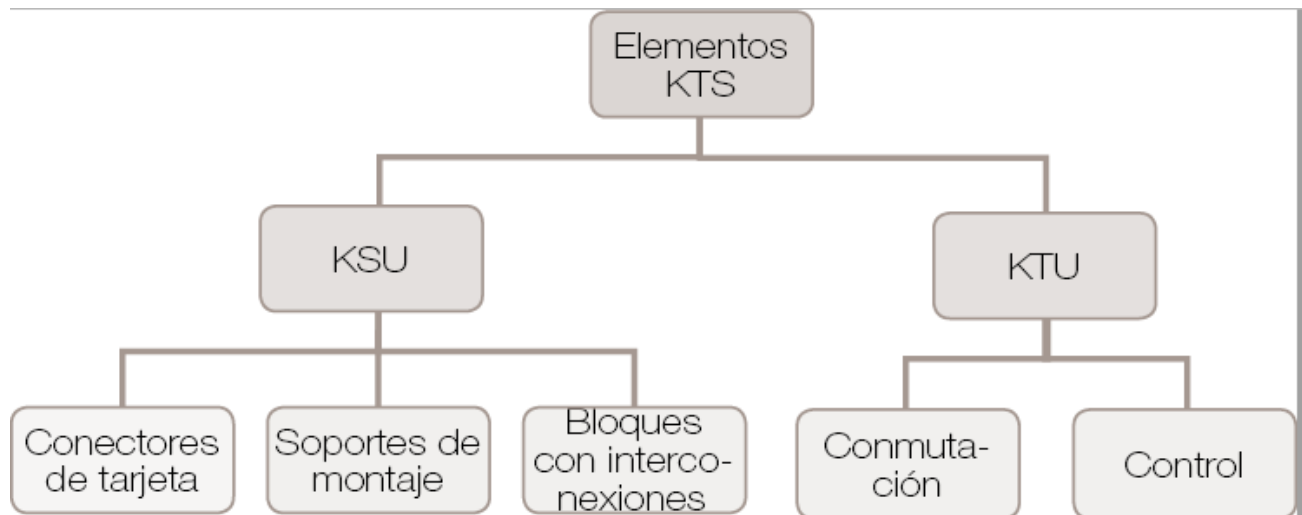
- Estos sistemas permiten capturar una llamada en cualquiera de sus terminales ya que se esta se presenta en todos ellos.
- Las llamadas pueden ser atendidas por cualquiera de los terminales.
- Soporta pocas extensiones.
- Pueden realizarse llamadas internas sin hacer uso de una operadora.
- Usa teléfonos específicos, nunca los convencionales.
- Funcionalidad reducida.

Los Sistemas Multilínea o KTS (Key Telephone System) son sistemas modulares que ofrecen soluciones flexibles para una gran variedad de requisitos de servicio telefónico.

Proporciona a varios usuarios el control de múltiples líneas telefónicas sin necesidad de un operador, operador de sistema o recepcionista. Además cada uno de los usuarios puede seleccionar una línea telefónica específica para realizar o para contestar llamadas, y gestionar las llamadas para su inclusión en espera o transferirlas a otras estaciones.

El sistema proporciona opciones para la señalización de estación a estación y de intercomunicación, y la música en espera.

Las funciones de control son utilizadas directamente desde cada teléfono con un conjunto de botones (teclas) con luces instaladas en su interior para proporcionar una indicación visual de estado de la línea



El Sistema Multilínea o KTS utiliza un concepto de construcción modular que permite muchas configuraciones usando los mismos componentes básicos. Los principales módulos de conmutación y control fueron construidos en placas de circuito impreso, llamados KTU (Key Telephone Unit). Inicialmente consistía en un marco de montaje metálico básico: la KSU (Key Service Unit), también llamado panel, con conectores de tarjeta y soportes de montaje para componentes de inserción a presión y bloques para la interconexión de cableado.

Los KTU proporcionan muchas características del sistema, tales como diversos tipos de interfaces de línea, marcación del intercomunicador, música en espera, y las alarmas.

Cada línea de teléfono de la oficina central conectado al sistema requiere de, al menos, un KTU.

–Cableado

Para cada línea de teléfono de la oficina central, cada KTS requiere cinco pares de cables internos:

- Los conductores centrales de “T & R” (Tip and Ring)
- La estación de cables (instrumento de teléfono) de “T & R” (Tip and Ring)
- Los cables de control A y A1
- Fuentes de la lámpara y lámpara de tierra
- El par anillo de señalización.

Cada conexión a un aparato telefónico requiere seis cables del KTS:

- Un par (dos cables) llevan el circuito de conversación (Tip and Ring)
- Un par lleva información de control, conocido como A-Leads, designadas A y A1
- El tercer par lleva corriente a una lámpara para indicar la posición de la línea específica en el aparato telefónico (L y LG).

Un KTS (Key Telephone System) puede operar tantas líneas como teclas de recepción tenga instaladas.

“Tip and Ring” son los términos estándar para los dos conductores de una línea telefónica. Estos términos se originan en referencia a los enchufes de teléfono utilizados para la conexión de las llamadas telefónicas en tableros manuales.

Un lado de la línea está conectada a la punta (TIP) metálica de la clavija, y la segunda está conectada a un anillo (RING) de metal detrás de la punta, separado y aislado de la punta por un aislante.

Cuando se inserta en un conector, el conector se conecta primero el lado de tierra del circuito (punta, “TIP”), seguido por el potencial de la batería activa en el anillo. En muchos países europeos “Tip and Ring” se les conoce como cables A y B.

Tip tiene un potencial de “0” voltios con respecto a tierra, mientras que el lado de la batería lleva un potencial de CC de -48V cuando el teléfono está colgado (estado inactivo), en el Reino Unido el potencial es de 50 voltios.

–Interfaz de Usuario

Un usuario puede seleccionar cualquier línea telefónica disponible pulsando la tecla de recepción adecuada y descolgando el auricular.

Durante una llamada telefónica, un usuario podría poner la llamada en espera pulsando el botón de bloqueo, lo que permite al usuario seleccionar otra línea para realizar una llamada.

Un usuario puede tener unas cuantas líneas disponibles, mientras que el operador de sistema (o recepcionista) tendrá un conjunto cableado para muchas más líneas para poder controlar el estado de todas las líneas al mismo tiempo.

Estos sistemas de telefonía también soportan timbres o buzzers manuales, líneas de intercomunicación (con o sin timbre selectivo), música en espera, y otras características.

Los componentes opcionales del KTS (Key Telephone System) también pueden proporcionar una función llamada “I-Hold”, cuando una llamada solo se puede recuperar del modo de espera en el teléfono que originalmente colocó la línea en el modo de espera. La cadencia de la señal de la lámpara “I-Hold” es una iluminación constante marcada por una serie de parpadeos rápidos cada par de segundos.

Una gran ventaja que tienen estos sistemas es que, a diferencia de la mayoría de los sistemas PBX, los sistemas KTS permanecen parcialmente funcionales en caso de un corte de energía local. Los teléfonos todavía se pueden utilizar para realizar y recibir llamadas cuando la oficina central está disponible, pero el sistema es incapaz de proporcionar supervisión visual o auditiva, así como funciones de retención y los servicios de intercomunicación durante los apagones.

—Control de sonido

Las señales acústicas que provienen de timbres o zumbadores (“Buzzers”), pueden configurarse de varias maneras.

Algunas de las formas en que podemos configurar el sonido son las siguientes:

- El timbre de un conjunto de teléfonos específico puede ser llevado a una línea específica. Esto presenta la ventaja de que el teléfono suena cada vez que una llamada entra en esa línea específica, incluso durante un corte de energía local, pero también tiene la desventaja de limitar el sonido a esa sola línea. Ninguna línea más puede estar conectada a ese timbre.

- Otro método, conocido como “audible común”, utiliza los circuitos internos de la fuente de alimentación KSU, y los circuitos en las unidades KTS individuales que sirven cada línea, para proporcionar una señal de llamada por separado y generada localmente para cada línea de teléfono. Esto tiene la ventaja de que la señal de llamada para cualquier línea dada puede ser enviada a cualquier teléfono, o combinaciones de teléfonos, pero también tiene la desventaja de no ser funcional durante un corte de energía eléctrica local.

—Control visual

Los botones de los teléfonos son transparentes para proporcionar señales visuales que provienen de lámparas instaladas bajo de los botones del aparato telefónico. Esto permite al usuario determinar instantáneamente el estado de las líneas telefónicas disponibles:

- Luz apagada: La línea está libre.

- Lámpara permanentemente encendida: La línea está en uso en una llamada.

- Lámpara parpadea lentamente: La línea está sonando debido a una llamada entrante.

- Lámpara parpadea rápidamente: Una llamada se encuentra «en espera».

Un sistema multilínea KTS es más económico y sencillo que una centralita privada, pero a la vez, es mucho menos flexible. El KTS dispone de botones desde los cuales se pueden seleccionar las líneas externas o las llamadas entrantes pudiendo utilizar facilidades de conferencia.

Los sistemas KTS a diferencia de las centralitas privadas pueden ser instalados por el usuario. Escogeremos un sistema KTS en caso de ser una empresa pequeña y necesitar pocas funcionalidades. Algunas de ellas son:

- Botones de espera

- Luces

- Teléfono con altavoz

- Privacidad

- Música en espera

- Temporizadores

- Marcado de memoria

Los sistemas KTS suponen una solución a PYMES y pequeñas empresas para resolver el problema de las comunicaciones tanto internas como externas. Estos dispositivos multilínea ofrecen una solución similar a la de una centralita privada, aunque a menor escala y con menos facilidades asociadas.

Aún así también debemos de tener en cuenta como una ventaja la sencillez de funcionamiento mediante la iluminación de las teclas y las indicaciones sonoras y unas cuantas facilidades como la música en espera o el marcado de memoria.

Por último recordar que estos sistemas tienen la característica de permanecer parcialmente activos en caso de corte en el suministro de energía, lo que les permite poder seguir realizando sus funciones.

2.4. Pasarelas

Una pasarela o puerta de enlace, en general, es un dispositivo que nos permite interconectar redes regidas por distintos protocolos y con arquitecturas distintas. Con ello queremos decir que son las que se encargan de traducir la información que proviene de protocolos distintos de una red de origen a una de destino.

Puede ser un elemento hardware o software de la red. En casa todos disponemos de un gateway, ya que los router ADSL son pasarelas que conectan la red de casa con internet.

Los gateways o pasarelas IP por tanto se utilizan para combinar las líneas de teléfono analógicas o digitales con sistemas telefónicos totalmente basados en IP, o bien para utilizar servicios IP sobre una centralita analógica o digital tradicional. Su función es convertir la voz tradicional en datos IP y viceversa. De esta manera permiten a un sistema VoIP recibir y enviar llamadas por las líneas tradicionales, y también a un sistema tradicional utilizar troncales o líneas VoIP.

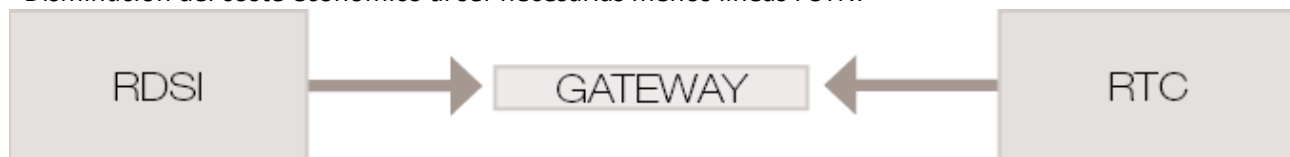
Además, también se utilizan para mantener las líneas en una ubicación física y utilizarlas con una centralita virtual o un servicio de Cloud Telephony.

Un Gateway VoIP convierte en tiempo real las llamadas de voz entre una red VoIP y la Red Telefónica Conmutada (RTC) o su centralita digital.

Permite que las llamadas salientes generadas por la centralita tradicional de la Red Telefónica Conmutada (RTC) se conviertan a formato IP y salgan por la conexión a Internet y también realizan la función en sentido contrario, permiten que una centralita convencional pueda recibir llamadas IP (de un proveedor SIP).

Las prestaciones que nos ofrece un Gateway VoIP son las siguientes:

- Integración de una centralita tradicional en una red VoIP.
- Posibilidad de conectar una centralita tradicional a una red VoIP para así, poder acceder a operadores de bajo coste.
- Conexión de centralitas tradicionales a servicios avanzados: como, por ejemplo, la integración con la red Skype o acceso a proveedores de DDI.
- Servicios avanzados de Call Center: IVRs, CTI, ACDs, grabación de llamadas, etc.
- Disminución del coste económico al ser necesarias menos líneas PSTN.



Una pasarela VoIP típica (Gateway VoIP) tiene interfaces con las redes IP y la Red Telefónica Conmutada (RTC o PSTN, Public Switched Telephone Network).

La pasarela VoIP (Gateway VoIP) se puede configurar para actuar sobre las redes IP y sobre la Red Telefónica Conmutada (RTC) de varias formas:

- Un instrumento interno teléfono o PABX con conectividad externa a través de VoIP a través de Internet.
- La interfaz RTC a una red telefónica, con conectividad IP a un sistema de telefonía VoIP en la empresa.
- Ambas interfaces, RTC y VoIP, a veces para ofrecer una conexión a cargo de llamadas locales a un centro de llamadas a distancia.

Es sencillo crear una pasarela IP (Gateway VoIP) con buen rendimiento, empleando para ello la tecnología Asterisk, con un servidor debidamente equipado con funcionalidades TDM.

Aunque también podemos recurrir a marcas comerciales que los fabrican perfectamente configurados, como Cisco, Patton, Lancom, etc.

2.5. Conmutadores

La definición científica de un conmutador es un dispositivo que se encarga de encaminar y dirigir de una manera ordenada tanto líneas telefónicas, como líneas eléctricas, líneas de gases, así como líneas de fluidos hacia distintas salidas. Quedando claro que la parte que a nosotros nos interesa es la de las líneas telefónicas, o en general de las redes de telecomunicaciones, ya que hoy en día se tiende a una unificación de las mismas.

Si concretamos esta definición para las redes de telecomunicaciones, podemos decir que un conmutador es un dispositivo que se encarga de interconectar redes distintas pasando los datos de unas a otras. Al ejercer como un filtro mejoran el rendimiento y la seguridad de las redes que interconectan.

Existen muchos tipos de conmutadores y a muchas escalas distintas, pero los modos en los que pueden realizar su trabajo son los siguientes:

–Conmutación de circuitos: se dice que se utiliza conmutación de circuitos, cuando se ha de establecer un camino previo a la conexión de los abonados. Este camino estará activo durante la conexión y luego se liberarán los recursos. Las ventajas de utilizar esta modalidad son que la transmisión se realiza en tiempo real y que se dispone del circuito establecido en exclusiva mientras dura la comunicación, lo que nos lleva a un consumo de tiempo nulo en decisiones de encaminamiento.

–Conmutación de mensajes: en este caso no se realiza el establecimiento de ningún circuito, sino que se envía el mensaje a un nodo intermedio el cual lo reenviará a otro, y este a su vez a otro, y así hasta que llegue a su destino. Antes de poder ser reenviado el mensaje debe de haber llegado por completo al nodo intermedio correspondiente. Si la información se ha fragmentado, al llegar al conmutador se ha de ensamblar, analizar y volver a fragmentar antes de proceder al envío. Sus ventajas son que cada nodo puede cursar varias conexiones al mismo tiempo y un mejor aprovechamiento del canal.

–Conmutación de paquetes: el emisor de la información la divide en paquetes de tamaño fijo a los cuales les inserta una cabecera que contiene los datos de origen y destino y datos de control. Su modo de funcionamiento es similar a la conmutación de mensajes. Hay dos variedades:

•Modo circuito virtual: en este caso todos los paquetes en que se ha dividido la información se encaminan por el mismo circuito virtual asegurándose así la llegada ordenada de todos ellos.

›Permanent Virtual Circuit (PVC): siempre se establece el mismo camino

›Switched Virtual Circuit (SVC): cuando se cambia de envío se genera un nuevo camino.

•Modo datagrama: los paquetes se encaminan de modo independiente de manera que no se puede controlar el orden de llegada de los mismos.

Los conmutadores operan en la capa de enlace del modelo OSI y como hemos indicado antes, sirven para interconectar redes haciendo de ellas una sola. Estos dispositivos almacenan en su memoria la dirección MAC de los dispositivos que se encuentran enlazados a ellos por cualquiera de sus puertos. Esta información se guarda en una tabla y utilizando esta y la dirección obtenida de cada paquete, el conmutador es capaz de generar una conexión virtual desde un origen a un destino para un determinado paquete.

Los conmutadores disponen de muchos puertos y son capaces de mantener cierto número de conversaciones simultáneas (la mitad de puertos de los que disponen).

Vamos a encontrar diferentes tipos de conmutadores telefónicos según direccionen las tramas que les llegan:

–Store and forward: se almacena y procesa la trama antes de ser enviada al puerto de salida. Este método evita los errores ya que realiza la comprobación del CRC, descartando el paquete si este falla o incluso si el paquete es demasiado grande o pequeño, pero por ello mismo tarda más tiempo en realizar el procesamiento.

Cuanto mayor es el paquete mayor es el retardo producido. Esta modalidad de conmutadores es utilizada en redes corporativas, donde es muy importante que no se produzcan errores.

–Cut Through: Leen solamente los primeros 6 bits de datos de la trama que es donde se encuentra la dirección de destino y lo encaminan, así consiguen ahorrar retardo, pero no detecta errores en las tramas.

Más tarde se modificó al Cut Through fragment free en el que se realiza al menos la comprobación del tamaño del paquete. Estos conmutadores se utilizan sobre todo en grupos de trabajo y departamentos de dimensiones reducidas.

–Adaptative Cut-Through: son sistemas que pueden alternar entre las dos modalidades anteriores según sea conveniente. Puede ser que el equipo tenga la inteligencia necesaria para alternar entre ellos de forma automática, o que un administrador pueda cambiar su modo de funcionamiento. Otra clasificación de los conmutadores se hace acorde a la capa de la red en la que se encuentren, existen los de capa 2, 3 y 4:

–Capa 2: funcionan a nivel de enlace de datos y son los llamados puentes multipuertos que permiten múltiples transmisiones al mismo tiempo pero no realizan funciones de encaminamiento.

–Capa 3: poseen las funcionalidades de los de la capa 2 y además funciones de enrutamiento. En estos se incluyen también los de definición de redes virtuales. Se pueden implementar:

- Paquete por paquete, que es de tipo Store and Forward, ya que introduce este en un buffer, lo analiza, comprueba su CRC y define la ruta.

- Cut Through: establece una conexión punto a punto tras determinar la dirección de destino.

–Capa 4: son básicamente conmutadores de capa 3 donde se implementan políticas y filtros a partir de información de la capa 4.

Antes de escoger un conmutador u otro se han de tener en cuenta factores como:

–El ancho de banda: hace referencia a la velocidad a la que los paquetes son recibidos y enviados por los puertos.

–Latencia: es el retardo asociado a la identificación de la dirección de destino que nos lleva a tener un retardo desde que el paquete se recibe hasta que se reenvía. Una baja latencia implica un aumento de las prestaciones y viceversa.

Estos equipos de conmutación pueden encontrarse en diversos puntos de la red, en las centrales de conmutación, pero un uso que es habitual es utilizarlos en las grandes empresas u organizaciones donde necesitan una comunicación continua y en grandes cantidades. Las modalidades de conmutadores que suelen instalarse en las empresas son:

–Conmutadores multilínea: un sistema con hasta 50 teléfonos para poder realizar llamadas multilínea. Su funcionalidad es menor que la de una PBX, pero es un sistema mucho más sencillo de utilizar y configurar que la PBX.

–PBX o PABX (Ramal privado de conmutación automática): son conmutadores que soportan desde 30 hasta 10 mil líneas. Son centralitas telefónicas privadas con gran cantidad de facilidades, muchas de ellas asociadas al terminal que se posee.

Los PBX tienen además la ventaja añadida de manejo de voz y datos así como conectividad de redes LAN, telefonía inalámbrica y servicios de información.

–Centrales telefónicas: este es el concepto más complejo y es concebido para multinacionales y grandes empresas, cuyas centrales manejan un tráfico de voz bastante superior a 10 mil líneas telefónicas.

Los conmutadores de estos tipos ofrecen una serie de servicios bastante atractivos para las empresas u organizaciones, desde realización de llamadas internas, externas y algunas facilidades asociadas a su uso, como son:

- Recepción y distribución de llamadas.

- Conferencia entre varias líneas.

- Restricción de larga distancia.

- Candado electrónico.

- Marcación abreviada.

- Llamada en espera.

- Restricción de llamadas a números no permitidos.

- Transferencia de llamadas en forma sencilla, evitando la escucha de las conversaciones asociadas.

- Monitoreo de las extensiones en cuanto a los volúmenes y tipos de llamadas efectuadas.

- Acceso selectivo de líneas desde cualquier extensión.

- Captura de llamadas.

...

Es destacable la importancia de un conmutador telefónico como una oportunidad de negocio, ya que cada llamada procesada en un conmutador puede ser el inicio de una relación comercial entre un potencial cliente y la empresa.

3. Servicios de telefonía

3.1. Definición y atributos del servicio básico

La telefonía es tan solo uno más de los servicios que las redes de nueva generación pueden ofrecernos como transmisión de voz, datos, multimedia, etc. Aún así, la telefonía, es un servicio todavía muy utilizado y a lo largo de esta unidad didáctica vamos a centrarnos en estudiar los distintos servicios que podemos obtener dentro de este ámbito.

No debemos menospreciar los recursos que nos ofrece la telefonía, puesto que muchos de sus servicios son de gran utilidad y mejoran cuantitativamente las posibilidades que ofrece una línea telefónica con un servicio básico por sí sola.

Dependiendo de la red sobre la que estemos funcionando, los servicios podrán ser de un tipo u otro. Las distintas redes sobre las que funcionamos hoy día son la RTC (Red Telefónica Conmutada), RDSI (Red Digital de Servicios Integrados) o las redes inteligentes (RI) o de nueva generación (NGN). Según realicemos nuestra comunicación sobre una u otra podremos acceder a unos servicios u otros.

En el caso de la RTC, el servicio básico es la comunicación por voz, fax o incluso alguna transferencia de datos, pero como algo extraordinario, por medio de la utilización de un modem. Esta red es de conmutación de circuitos, que es la más adecuada para las comunicaciones de voz ya que no introduce retardos.

La RDSI es una red que ofrece un servicio de acceso básico y uno primario. RDSI es un paso hacia adelante de la RTC ya que es una red que digitaliza completamente tanto los terminales como medios de transmisión y equipos. Gracias a este tipo de redes más evolucionadas se pueden presentar nuevos servicios, llamados servicios suplementarios, a los abonados. Estas redes surgieron con la intención de aunar todos los servicios existentes en una sola red, tanto los de telefonía como los de datos.

Por último nombrar las redes de nueva generación que son el futuro de nuestras comunicaciones. Estas se diferencian de las anteriores en que están basadas en conmutación de paquetes en vez de circuitos e incluso la voz viaja en paquetes gracias a nuevos protocolos adaptados para ello, como VoIP. Aunque ya sabemos que estas redes surgen con mayores pretensiones que la de sustituir a la RTC o la RDSI. A los nuevos servicios de telefonía que nos ofrecen estas redes se les denomina Servicios de Valor Añadido o de Red Inteligente.

No solo la cantidad de servicios que nos pueden ofrecer estas redes son lo importante, sino que el nivel de calidad con que lo hacen es también un distintivo entre ellas.

También hemos de tener en cuenta como redes de comunicaciones las redes móviles que son aquellas en las que se establece la comunicación a través de un PTR móvil mientras que el dispositivo cuente con cobertura de una antena. A través de los dispositivos móviles se pueden realizar transmisiones de voz y de datos.

En España, al igual que en tantos otros países, la telefonía ha sido un monopolio que más tarde desapareció al ser liberalizadas las telecomunicaciones. Desde el año de la liberación de las telecomunicaciones, el 1 de Diciembre de 1998, al Servicio Telefónico Básico se le denomina Servicio Telefónico Fijo Disponible al Público, permitiendo que sean muchos los proveedores de servicios los que puedan ofrecer estos servicios de telefonía.

Desde dicha liberación, son muchas las operadoras que ofrecen distintos servicios de telefonía en España, pero todas han de ofrecer el Servicio Telefónico Fijo que además debe de incluir los siguientes detalles:

- Asignación de un número de teléfono para realizar y recibir llamadas.
- Un PTR o PAU: Punto de terminación de red o Punto de Acceso de Usuario.
- Factura en la que se incluyan todas las llamadas realizadas por el abonado especificadas de manera detallada.
- Buzón de voz.

El verdadero inventor del teléfono fue el italiano Antonio Meucci en 1871, pero por problemas económicos no pudo patentarlo porque costaba 250\$, cosa que hizo Alexander Graham Bell en 1876. Antonio Meucci llamó a este dispositivo teletrófono y lo utilizaba para conectar su habitación con su despacho, que estaba en el piso de arriba, ya que su mujer estaba enferma de reuma.

El servicio telefónico básico es el servicio tradicional en el que se puede recibir llamadas y mediante el marcado de un número de teléfono se pueden realizar. Dicho de una manera un poco más técnica, el servicio telefónico básico consiste en la transmisión de voz a través de una red (la red telefónica conmutada, RTC) entre dos terminales. Esta transmisión se realiza en tiempo real y por conmutación de circuitos, lo que ofrece una alta calidad de servicio. Este tipo de conmutación no introduce retardos, únicamente el retardo de transmisión por la línea, por lo que se dice que es transparente a los usuarios.

La conmutación de circuitos permite establecer un canal entre llamante y llamado, que se mantiene mientras la llamada se encuentra activa y se libera cuando la llamada ha finalizado, quedando los recursos libres para que otro usuario pueda utilizarlos, o sea que mientras dura la llamada el canal es un canal dedicado entre los dos usuarios y así además se factura por el tiempo que este enlace está activo. Podemos definir el canal creado como el conjunto de centrales de conmutación y líneas (conjunto de recursos) utilizados desde el llamante hasta el llamado.

Sobre la línea telefónica no solo se puede dar servicio de voz, sino también de fax y de datos, aunque no por banda ancha y mediante el uso de un módem analógico externo. Hoy día, gracias a la evolución de las redes y tecnologías, se pueden ofrecer más servicios asociados al servicio telefónico básico y que nos aportan facilidades en las comunicaciones, que son los servicios Suplementarios y los de Valor Añadido o de Red Inteligente implementados sobre redes más avanzadas como son la RDSI y las redes inteligentes.

Cualquier red, y en especial la telefónica puede dividirse en tres subredes: la de acceso, la de conmutación y la de transporte, cada una de ellas con sus características físicas y tecnológicas apropiadas.

3.1.1. Descripción

Hagamos un recorrido a grandes rasgos a lo largo de la red como si realizásemos una llamada, para ver los elementos que se ven implicados en la comunicación según van sucediendo los distintos eventos.

1. Cuando un usuario desea realizar una llamada, éste descuelga su teléfono y la central a la que corresponde este abonado lo detecta y le da tono.
2. El usuario inicial gracias a este tono ya sabe que puede marcar el número de teléfono del usuario con el que quiere comunicarse.

Este número de teléfono lo recibe la central y realiza las siguientes tareas en base al mismo:

- Lo analiza.
- Decide qué camino establecer.
- Establece un circuito virtual entre origen y destino, ya sea a través de la propia central, si el usuario llamado depende también de ella, o a través de otra, si el llamado se encuentra en una zona que depende de otra central.

Existe la probabilidad de que no se pueda establecer la comunicación si el usuario llamado está hablando con otra persona o hay algún fallo en la red.

3. Una vez establecido el canal, el llamante escucha los tonos de llamada y el llamado el timbre de su terminal telefónico que le avisa de la comunicación, pero la comunicación no comienza hasta que el llamado descuelga su teléfono.
4. Durante el tiempo que dura la llamada, el circuito virtual se mantiene.
5. Una vez que el usuario llamante cuelga su teléfono la conexión se corta y se liberan los recursos que se han mantenido ocupados durante la conexión.

Analicemos entonces los elementos que hemos ido atravesando entre usuario llamante y usuario llamado.

Teléfono

Toda comunicación empieza con el teléfono, que como todos sabemos es un dispositivo que nos permite hablar con otra persona y al mismo tiempo escuchar lo que nos dice, o sea que es un dispositivo capaz de transmitir sonidos a través de una línea de transmisión.

Inicialmente este dispositivo no era más que un vibrador unido a un imán, pero en cuanto se comenzaron a instalar líneas telefónicas, el teléfono evolucionó rápidamente gracias a la incorporación de bobinas.

Aunque no fueron los únicos que evolucionaron, las líneas telefónicas también lo hicieron gracias a la

utilización de técnicas que permitían tener más de una conversación por la misma línea o a mejoras físicas como el uso del cable coaxial que ofrece una mayor capacidad.

Hoy en día existen muchos tipos de terminales telefónicos atendiendo a la tecnología sobre la que se implementan y la finalidad con la que han sido fabricados: el tradicional, el digital, los avanzados que disponen de múltiples teclas programables y que además con ellos se pueden solicitar al operador gran cantidad de servicios, etc.

Pero atendiendo a su funcionamiento general básico sobre la red telefónica, lo que sucede cuando hablamos por el micrófono es que la señal entrante se digitaliza y codifica para que no pierda calidad debido a las distorsiones y atenuaciones que puede sufrir al viajar de origen a destino. Al decir que se digitaliza nos referimos a que se transforma en una serie de unos y ceros para ser transmitida por la red.

Un teléfono tradicional está formado por dos circuitos, el de conversación, que incluye el circuito de micrófono y altavoz, y el circuito de marcación. El circuito de marcación tradicional era de origen mecánico y su funcionamiento se basaba en el retroceso de una rueda que al avanzar pulsaba un interruptor tantas veces como el número que había sido marcado. Desde hace muchos años este sistema mecánico fue sustituido por un marcador de tonos pulsado mediante un teclado numérico.

Está claro entonces que vamos a tener dos tipos de señales, la de voz y la de señalización (aparte de la de alimentación) y, aunque existe otra alternativa, en el caso del teléfono tradicional viajan todas las señales, tanto de datos como de control, juntas por el mismo cable. A este tipo de señalización en el que las señales de control viajan junto a las de datos se le denomina señalización por canal asociado.

Estos teléfonos analógicos no son compatibles con las redes digitales, pero utilizando un adaptador (AT) podemos utilizarlos para comunicarnos a través de ellas. Estos adaptadores realizan una traducción de la señalización y una adaptación de la velocidad de transmisión de la línea.

Mediante el uso de teléfonos digitales podemos obtener nuevos servicios de las redes de telefonía como por ejemplo la identificación del llamante, el desvío de llamadas, grupo cerrado de usuarios, información de tarificación, etc. Esto es posible gracias a la adaptación de la tecnología de fabricación de estos dispositivos a las posibilidades ofrecidas por las redes, por ejemplo mediante la incorporación de displays en los terminales telefónicos.

Existen también unos adaptadores denominados ATA que nos sirven para conectar teléfonos analógicos o digitales a las redes donde se realiza la transmisión de voz por medio de conmutación de paquetes VoIP.

Hoy en día existen otros terminales para realizar poder realizar comunicaciones de voz por IP, estos terminales se conectan a las redes de datos en vez de a las de voz y son mucho más complejos, incluso algunos de ellos disponen de videocámara para poder realizar videoconferencias. Estos terminales se utilizan para transmitir paquetes de voz por redes llamadas de nueva generación (NGN).

Otras adaptaciones que se realizan de los terminales telefónicos son para facilitar su uso por personas con algún tipo de minusvalía, como por ejemplo teclas de mayor tamaño, con braille, displays de gran tamaño, etc.

No hemos incluido los terminales móviles que, cada día más, comparten servicios con estas redes de telefonía pero no debemos olvidarlos ya que hoy en día son tal vez tan utilizados como los terminales fijos.

Red de abonado

Desde el terminal telefónico, en el domicilio del abonado, hasta la central local a la que pertenece cada uno de los abonados, la red que encontramos es la denominada Red de Abonado.

Los elementos que encontramos en esta red de abonado son los siguientes:

–Red interior del abonado: Línea que une el PTR (Punto de Terminación de Red) o PAU (Punto de Acceso de Usuario) que se encuentra a la entrada de cada vivienda con la roseta donde se conecta el teléfono en el domicilio del usuario, en resumen, el cableado del interior del domicilio del abonado.

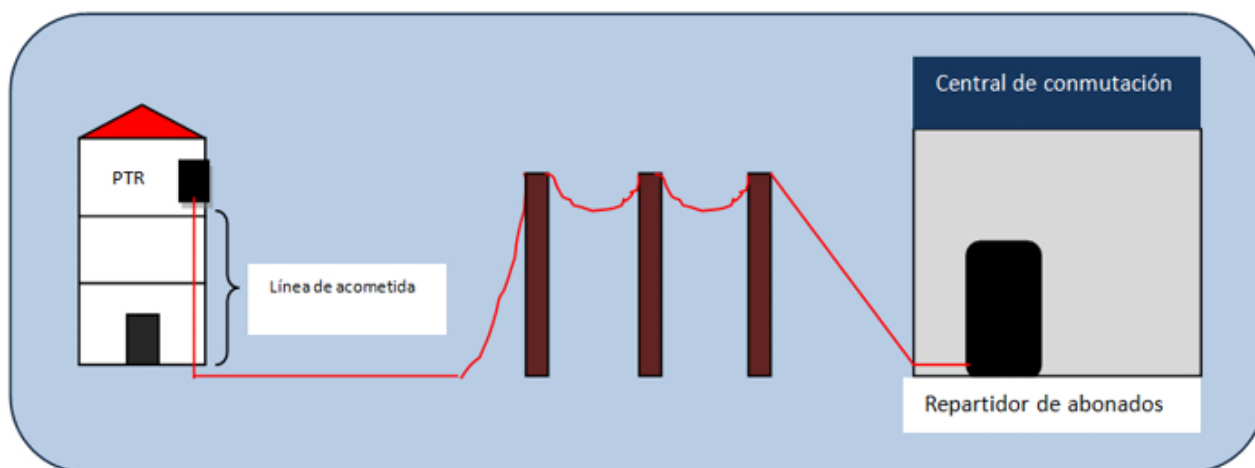
–Punto de Terminación de Red o Punto de Acceso al Usuario: Cualquiera de estos dos elementos separa el circuito interno del abonado de la red exterior, siendo el PTR más anticuado y con menos funcionalidades, por eso están siendo sustituidos por PAU en las instalaciones de telefonía en las que existan ICT (Infraestructura Común de Telecomunicaciones).

•Además el PAU es más funcional que el PTR ya que permite localizar y reparar averías. Si abriésemos un PAU, en su interior encontraríamos una placa de circuito impreso y sobre ella un circuito de autodiagnóstico y los bornes para líneas de entrada y para las rosetas del usuario.

–Línea de acometida: es el tramo de línea que encontramos entre el conector de entrada del edificio y el PTR. Esta línea de acometida hoy día debe estar realizada mediante una Infraestructura Común de Telecomunicaciones por varias razones, pero la de mayor peso es que desde la liberación de las telecomunicaciones son varias las empresas que pueden ofrecer sus servicios a un mismo edificio y no es lógico que cada una tienda sus propios cableados en el interior del mismo.

–Repartidor de abonados: Este elemento conecta la línea exterior con la central de conmutación. Entran las líneas de abonado y se conectan a otras que van hacia el equipo de conmutación.

Estas líneas o cables de los que estamos hablando son sencillamente cables de par trenzado en los que no se presta especial atención a que puedan atenuar la señal, ya que los recorridos son cortos.



Existen dos tecnologías de transmisión de la información en estas redes telefónicas, la analógica que es la de la red telefónica tradicional y la digital o también conocida como RDSI (Red Digital de Servicios Integrados). Hemos de tener en cuenta la tecnología utilizada porque algunos de los dispositivos pueden variar entre una y otra. Actualmente también están las redes inteligentes pero que todavía no están fuertemente implantadas.

En la Red Digital de Servicios Integrados el acceso básico, que es el habitual que contratamos para una vivienda, está constituido por dos canales B o canales portadores que transportan los datos entre origen y destino y un canal D o de señalización que transporta las señales de control necesarias que hacen posible la comunicación, gracias a los cuales se pueden realizar llamadas o enviar datos. La velocidad de transmisión que ve el usuario en este tipo de redes es de 192Kbits/s.

La RDSI es una línea de tipo digital que integra voz y datos dentro de una misma línea mientras que la red telefónica está orientada únicamente a la transmisión de voz, aunque se puede hacer algún uso de ésta como red de transmisión de datos mediante la utilización de un modem. En este tipo de línea la transmisión es independiente del tipo de dispositivo que genere la información y de su naturaleza.

La RDSI puede ofrecer servicios en modo circuito o en modo conmutación de paquetes para establecer conexiones de conmutación de circuitos. El plan de numeración de la RDSI está integrado en la RTB, por tanto no se pueden distinguir los números de una u otra.

Central de conmutación

Vamos entonces hacia la central de conmutación, que se puede encontrar incluso a varios kilómetros del domicilio del abonado.

Las centrales de conmutación locales se conectan con los abonados y con otras centrales y se encargan como hemos dicho antes de establecer el canal entre el llamante y el llamado. Cabe la posibilidad de que el llamante y el llamado pertenezcan a la misma central local, en cuyo caso no será necesaria la intervención de ninguna otra central; o que dependan de centrales distintas en cuyo caso la central local de llamante

deberá encaminar la llamada a través de la red pasando por otra/s central/es intermedias hasta llegar a su destino.

Existen varios tipos de centrales, dependiendo de su localización y del servicio de tráfico que soporten, podemos encontrar centrales rurales, urbanas, privadas, locales, de tránsito, etc. Otra forma de clasificarlas es como primaria, secundaria, terciaria y cuaternaria que atienden a una clasificación de tipo jerárquico.

Las centrales pueden estar ubicadas en un edificio sin ninguna otra finalidad o en un recinto dependiendo de su tamaño. En estos recintos encontramos los siguientes elementos físicos necesarios para poder realizar su función de central de conmutación:

–Equipo de conmutación: gracias al cual se puede establecer la comunicación entre dos terminales telefónicos a través de la red. Antiguamente la conmutación se realizaba de forma manual, por medio de operadores humanos que establecían los circuitos realizando conexiones en unos paneles. Hoy en día la conmutación se realiza de forma automática y gracias a las nuevas tecnologías cada día de forma más veloz.

–Repartidor: conecta los cables de pares que vienen de los abonados con los de entrada a la central. Consiste en un armazón metálico sobre el que se sitúa todo el cableado necesario y se realizan las conexiones.

–Los medios de transmisión entre centrales: cables por los que viaja la información desde el usuario llamante al usuario llamado. Pueden ser cables de pares, coaxiales o fibra óptica; dependiendo del tramo de red que constituyan se utilizan unos u otros. Esta asignación se hace conforme a las características de cada tipo de cable y las necesidades del tramo donde se van a utilizar.

–Otro cableado que puede ser por ejemplo el cableado de alimentación eléctrica de la central, el correspondiente a la iluminación de la ubicación, etc.

–Equipos de ventilación: necesarios para el correcto funcionamiento de los dispositivos electrónicos contenidos en ellas.

–Equipos de alimentación eléctrica.

–Baterías para alimentar los dispositivos electrónicos en caso de fallo de los equipos de alimentación.

Los equipos de conmutación están formados por dos elementos, uno de ellos es una unidad de control (hoy en día un ordenador o procesadores) que es la que realiza el trabajo lógico del establecimiento, mantenimiento y liberación del enlace y la parte de conexión que se encarga de soportar la conversación sobre su estructura física, son los elementos físicos sobre los que se desplazan las señales que se transmiten.



La unidad de control, a partir del número de teléfono marcado por el llamante y los datos que tiene almacenados se encarga de establecer el camino para la comunicación entre llamante y llamado realizando un encaminamiento de la llamada a través de los distintos nodos que separan a ambos usuarios. Una vez establecido el camino ya puede realizarse la conexión de los usuarios para intercambiar la información que deseen. Este camino estará activo mientras se mantenga la conexión. Sin embargo, cuando esta termine se liberarán los recursos que estaban siendo utilizados.

Para realizar todas estas tareas las centrales de conmutación emplean protocolos, que son las reglas y normas necesarias para que pueda existir comunicación dentro de un sistema. Mediante estos protocolos se envían distintas señales de control entre las distintas centrales.

Hemos hablado de manera muy general de las funciones de una central de conmutación, pero veámoslas ahora más a fondo.

–Función de control: Es una de las funciones más importantes de las centrales y la que dirige y coordina el conjunto de funciones que se encargan de realizar cada una de las operaciones necesarias para, a partir de los recursos que recibe y los que posee, establecer el enlace entre usuario final e inicial.

–Función de interconexión: es la capacidad que posee la central de establecer enlaces entre abonados.

–Función de supervisión: siempre hablamos de que la central se encarga de establecer, mantener y liberar el enlace en una comunicación entre dos usuarios. La función de supervisión es la que se encarga de mantener el enlace en condiciones óptimas para que la comunicación se desarrolle normalmente. Además, esta supervisión también hace referencia a que va revisando las líneas de abonado, por si alguno de ellos ha descolgado su teléfono para realizar una llamada.

–Función de señalización: es la función que permite el intercambio de señales de control entre los usuarios y la central local, o entre distintas centrales con la finalidad de establecer, liberar o gestionar un canal. La función de sus protocolos es enviar mensajes entre los elementos que intervienen en una comunicación para que esta sea posible.

–Otras funciones: otras funciones que realizan las centrales de conmutación, aunque no interfieren en su funcionalidad básica que es poder establecer la comunicación, son la tarificación, operación y gestión de las mismas.

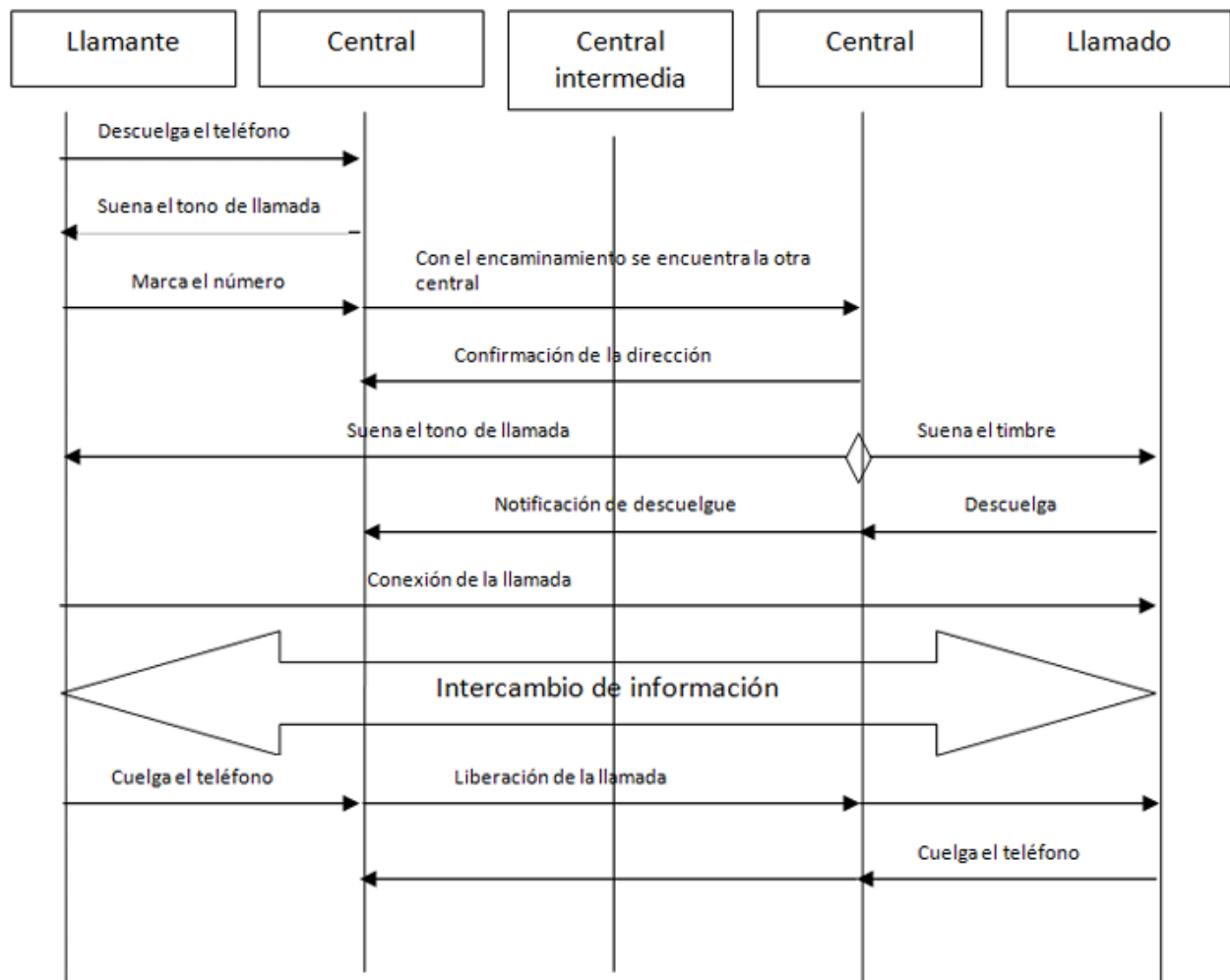
Entremos más a fondo en la función de control de las centrales de conmutación. Se dice que las centrales realizan el control por control de programa almacenado (SPC, Stored Program Control), esto significa que son controladas por un programa que se almacena en la memoria de los procesadores de la central. Este control que se ejerce puede clasificarse de dos maneras:

–Centralizado/distribuido: decimos que el control es centralizado cuando un solo procesador muy potente se encarga de todas las tareas y es distribuido cuando se reparten las tareas entre varios procesadores.

–Directo/Indirecto: el control directo lo realiza el usuario por medio de marcación del número telefónico y el indirecto lo realiza la central cuando recibe las pulsaciones y realiza las tareas necesarias.

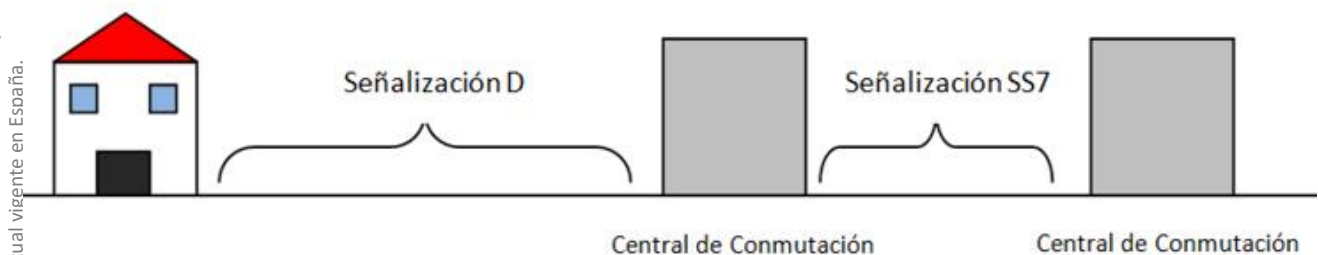
Tal y como hemos hablado antes de la Red Digital de servicios integrados, recordamos que para el servicio telefónico básico hacía uso de dos canales tipo B o de datos y uno tipo D o de señalización, por tanto, es importante que hablemos de la función de señalización como una de las funciones necesarias dentro del servicio telefónico básico.

La señalización es otra de las funciones, aparte de la de control, que merece una mención aparte debido al desarrollado sistema que presenta hoy en día. Desde los comienzos de la telefonía, las señales de control han viajado con las de información por la misma red. A este tipo de señalización se le llama en banda o por canal asociado, pero hoy día la señalización viaja por una red aparte llamada de señalización y se denomina señalización por canal común. Debe este nombre a que la información de control de todos los canales que se encuentran activos viaja por un único canal. El SS7 (Sistema de Señalización Nº7) fue definido por la UIT-T en 1980 y es el modelo más representativo de este tipo de señalización, aunque haya habido otros antes. Una de las características que lo han hecho tan popular es el hecho de que soporta tanto la señalización que proviene de usuarios analógicos como de usuarios digitales.



No todos los tramos de red han evolucionado de igual manera, puesto que la red de abonado sigue siendo la tradicional en muchos casos mientras que donde sí ha habido grandes cambios ha sido en la red existente entre las distintas centrales. Esto hace que la señalización en esas redes de tecnologías distintas se realice de forma distinta.

El Sistema de Señalización Nº 7 es el método de señalización que se utiliza entre centrales de conmutación y consiste en un conjunto de protocolos que se encargan de la correcta señalización para el establecimiento, mantenimiento y liberación de la conexión, por medio de envío de mensajes entre los dispositivos implicados en la comunicación. Una característica de este tipo de sistema de señalización, es que la red que utiliza es de conmutación de paquetes, aunque la telefónica sea de conmutación de circuitos. La señalización que se utiliza en la red de abonado se denomina señalización D y por canal asociado.



Las principales características de la señalización SS7 son:

- Velocidad de establecimiento de llamada.

- Hace de las redes de señalización redes fiables.
 - Versatilidad y flexibilidad ya que puede ser utilizada para múltiples servicios de telecomunicaciones.
 - Elevada capacidad.
 - Señalización por canal común (CCS)
 - Bajo coste ya que requiere menos elementos hardware que otros sistemas de señalización.
- El protocolo SS7 es capaz de integrar las redes de conmutación de circuitos y de paquetes, por ello se ha convertido en un sistema de señalización muy utilizado.

Medios de transmisión

Una vez desarrollados los conceptos básicos del teléfono y de las centrales de conmutación, vamos a abordar el del cableado. Veamos qué tipos de líneas son las más adecuadas a cada tramo de la red y cuáles son sus prestaciones como medio de transmisión. Los más habituales son el cable de pares, los coaxiales y la fibra óptica.

Se debe realizar un cableado estructurado cuando se realizan infraestructuras de redes de telecomunicaciones. Un cableado estructurado es el conjunto de cables, conectores, canalizaciones y dispositivos utilizados. La implementación de estas infraestructuras se realiza en distintos módulos, de forma que unos no afecten a los otros. De forma esquemática el cableado estructurado se compone de la suma de cableado horizontal, cableado vertical, un cuarto de entrada de servicios y un sistema de puesta a tierra. El sistema de puesta a tierra tiene la finalidad de desviar las corrientes que llegan a los dispositivos de forma indebida a tierra para proteger tanto a los humanos como a los dispositivos que las reciben. Las ventajas del cableado estructurado son sobre todo su flexibilidad, su facilidad. Las ventajas del cableado estructurado son sobre todo su flexibilidad, su facilidad de ampliación y la independencia de los proveedores de servicios. Los distintos tipos de cables que son utilizados en las redes de telecomunicaciones son los siguientes:

Comencemos por el cable de pares. El cable de pares se utiliza en varios tramos de la red, aunque con diferentes dimensiones. Normalmente los cables de pares se agrupan de 1 a 4 pares (2 a 8 hilos) en su utilización en las instalaciones de telefonía.

Cada par se trata de dos hilos conductores de cobre, situados uno paralelo al otro y recubiertos con un aislante de Polietileno (PE). Cuando se encuentran agrupados, llevan además otra cubierta normalmente de Policloruro de Vinilo, más conocido como PVC.

Según la agrupación de los pares, podemos encontrar:

–Cable bifilar: es tan solo un par que se suele utilizar para el interior del domicilio del usuario. Su cubierta es de color crema y su diámetro de 0.5mm.

–Cable plano: este tipo de cable es una agrupación de dos a ocho pares bajo una misma cubierta que puede ser de distintos colores, aunque habitualmente es gris o crema. Cada cable interior tiene un diámetro es de 0.5mm.

Este tipo de cable se utiliza para conectar la toma con el teléfono. Se dice que es de tipo manguera ya que lleva dentro varios cables, en este caso varios pares.

–Cable redondo o de pares trenzados: Este cable es también tipo manguera y puede tener muchos pares en su interior. Cada cable interior tiene un diámetro es de 0.5mm.

Estos pares se encuentran enlazados, cada uno con su par y se utilizan en las conexiones interiores de telefonía. Los cables se enlazan con su par para evitar interferencias de los otros pares que constituyen el cable o con cables externos. Las corrientes que circulan por el interior de cada cable del par son iguales pero de sentido contrario, lo que hace que los campos que generan se cancelen y así no transmiten ruido a los pares de alrededor.

Como cables de pares trenzados existen dos tipos, el cable UTP (Unshielded Twisted Pair) y el STP (Shielded Twisted Pair).

El UTP es un cable de 4 pares sin blindar, donde cada cable de cada par tiene 0.5 mm de calibre y están forrados con FEP (propileno-etileno fluorado). La cubierta exterior es de PVC.

El STP es un cable blindado, son también 4 pares del mismo calibre forrados con FEP, pero en este caso cada uno de los pares está blindado con un conductor conectado a tierra para evitar el ruido.

Dentro de los cables de pares existen distintas categorías atendiendo a su calidad y a la máxima frecuencia que aguantan. Según aumentamos de categoría su calidad aumenta y se minimiza el valor de los parámetros que dificultan las comunicaciones que son: atenuación, diafonía, distorsión e impedancias mal ajustadas.

–La atenuación se da en dB.

–La diafonía se produce cuando parte de la señal de uno de cables aparece en otro.

–La distorsión en pF/m: cuanto menor sea su valor mayor será la calidad del cable.

–También empeoran las comunicaciones cuando la impedancia del cable no coincide exactamente con la del dispositivo al que se conecta. Estas impedancias se miden en ohmios (Ω) y por ejemplo en los cables UTP debe de ser $100\pm 15 \Omega$ y en los STP $150\pm 15\Omega$

Dichas categorías son las siguientes:

Categorías	Descripción
1	Se utilizan sobre todo para transmitir voz; son las más adecuadas para ello aunque también se usa para transmitir datos a baja velocidad.
2	Al igual que los de categoría 1, se utilizan sobre todo para transmitir voz, son las más adecuadas para ello aunque también se usa para transmitir datos a baja velocidad.
3	Se utilizan para transmitir voz y datos hasta a 10Mbps, la frecuencia máxima que admiten los cables de esta categoría es de 16MHz y deben de estar trenzados por lo menos 9 veces en cada metro.
4	Esta categoría es muy parecida a la anterior pero puede llegar a transmitir hasta a 16Mbps y soporta frecuencias de hasta 20 MHz.
5	Se utilizan para transmisión de datos hasta a 100Mbps. La frecuencia máxima que admiten es de 100 MHz y debe de tener 110 trenzados en cada metro de cable.
5e	Surge de la categoría 5 y es esta misma pero extendida ya que especifica los mínimos de pérdidas de retorno y de intermodulación.
6	Es similar en parámetros a la categoría 5e, pero llega a soportar frecuencias de hasta 250 MHz.
7	Esta última categoría aguanta frecuencias de 600MHz y está formado por pares blindados de manera independiente. Este tipo de cables y la normativa que conllevan está todavía en desarrollo.

Veamos ahora el uso que se da a estos cables en las instalaciones de telefonía:

–En la instalación interior de telefonía se utilizan los cables bifilar, plano y redondo, de los que hemos hablado y de esos calibres de 0.5mm.

–Para la acometida, tramo entre el PTR y las cajas terminales, se sigue utilizando el cable de pares, pero esta vez de acero y cobre y de un calibre superior al anterior (1mm). Estos cables podemos encontrarlos también en sus versiones como cable bifilar, cable plano, y por último cable de pares trenzados.

Los cables coaxiales son medios de transmisión de gran capacidad que es muy apreciado en la transmisión entre centrales de conmutación. Es un tipo de cable que tiene dos conductores al igual que el cable de pares, pero en este caso colocados de manera concéntrica, uno interior o también llamado vivo en forma de cilindro y otro exterior en forma de malla separados por un aislante. El cable exterior sirve para aislar al cable interior de interferencias externas de tipo electromagnético, se dice por ello que está apantallado. El conductor exterior también se encuentra recubierto por una cubierta aislante. Los cables coaxiales pueden ir de manera individual o agrupados en mazos.

Un ejemplo típico de cable coaxial es el de las antenas de televisión.

Este tipo de cable es adecuado para transmisiones a más larga distancia ya que logra altas velocidades de transmisión y posee propiedades muy apropiadas para ello puesto que al estar apantallado evita las pérdidas y las interferencias y ruidos que provienen del exterior. La atenuación depende del modelo empleado ya que esta depende de varios parámetros del cable, como por ejemplo su diámetro.

Hablemos por último de la fibra óptica que es el medio de transmisión más novedoso y veloz que habitualmente se emplea en transmisión de datos. A diferencia del resto de cables, la fibra óptica no está fabricada con materiales metálicos. Al igual que los cables de pares y los coaxiales también se pueden agrupar.

Este tipo de hilo está formado por un material transparente de tipo plástico o vítreo. Es un cable muy interesante en las comunicaciones ya que tiene alta capacidad, transmite a muy altas velocidades y es

inmune a las interferencias electromagnéticas externas, esto último se debe a que por el interior de estos cables se transmite una señal luminosa y no eléctrica como por los otros tipos de cables. Además de esta ventaja, tiene muchas otras como por ejemplo bajas pérdidas o tamaño y peso reducido.

Se utilizan sobre todo para transmisiones a larga distancia o cuando se necesita una gran capacidad para transmitir grandes cantidades de datos. Esto se debe a características anteriormente citadas y a que su instalación y su mantenimiento generan costes altos. En las transmisiones a largas distancias encontramos otra ventaja y es que el uso de repetidores es menor.

Realmente la fibra óptica está conformada como dos cilindros coaxiales uno sobre el otro. En el cilindro exterior el índice de refracción es menor que el del cilindro que se encuentra en el centro, así se conserva toda la luz en el cilindro interior. Se protegen mediante una cubierta que evita que rayos de luz exteriores entren en la fibra.

La fibra óptica la podemos encontrar en dos variedades: monomodo y multimodo, dependiendo del número de haces de luz que viajen por su interior. En el caso de la fibra multimodo encontramos la de salto de índice y la de índice gradual en la que va aumentando el índice de refracción del cilindro interior conforme va creciendo su radio.



Las especificaciones en este tipo de cables son las mismas que en los otros: atenuación, diámetro, peso, etc., y algunos más, como por ejemplo el radio de curvatura durante la instalación y durante el servicio dado en mm, la tensión de tracción máxima dada en N (Newton), el ancho de banda modal efectivo mínimo en MHz/Km o la temperatura de almacenamiento y operación en °C.

El tendido de la fibra óptica en zonas urbanas se realiza por medio de las canalizaciones subterráneas, pero en el caso de zonas interurbanas puede ir de forma aérea, sobre postes de madera u hormigón o introducida en canalizaciones subterráneas.

Las características presentadas por este tipo de cables son las siguientes:

- Cobertura resistente
- Ancho de banda superior al de otros cables
- Grandes agrupaciones de hilos en un mismo cable
- Cubren grandes distancias
- Resistencia a la intemperie
- Alta seguridad

Conectores

Para conectarse a los distintos dispositivos y tramos de red se hace mediante el uso de conectores de tipo macho, los de tipo hembra se encuentran en los dispositivos o rosetas donde los conectamos, son una simple terminación del cable.

Los conectores de los cables de pares son normalmente de tamaño reducido, plástico transparente y tienen una especie de pinchos o cuchillas que se clavan a cada cable para establecer la conexión. A estos conectores se les denomina RJ (Registered Jack) que significa conector registrado y son conectores con una forma determinada. Aunque también se les denomina puertos ya que permiten la transmisión de señales, a no ser que estén implementados como roseta.

Los tipos más utilizados son:

–RJ11 (Registered Jack 11) es el conocido cable de teléfono, se utiliza para conectar desde la roseta hasta el aparato telefónico. Estos conectores tienen 6 posiciones y dos contactos.

–RJ14 (Registered Jack 14) se utiliza para conectar dos líneas a un mismo dispositivo. Este conector tiene 6 posiciones y 4 contactos.

–RJ25 (Registered Jack 25) se utiliza para conectar tres líneas a un mismo dispositivo. Este conector tiene 6 posiciones y 6 contactos.

–RJ48 (Registered Jack 48) se utiliza para conectar una línea de tipo RDSI a un equipo. Este conector tiene 8 posiciones y 8 contactos.



En las especificaciones de este tipo de conectores se da el material del que está fabricado cada uno de los elementos que lo componen, por ejemplo el chasis de termoplástico, y las características generales, por ejemplo la frecuencia de transmisión y su categoría y las dimensiones.

Existe un conector de este tipo que conocemos todos, que es el RJ45 que es el que utilizamos para conectar nuestro ordenador al router para tener internet en él.

Los conectores de cable coaxial son los BNC (Bayonet Network Connector) y existen los siguientes tipos:

–BNC clásico: son los más conocidos por su uso en los cables de antena de televisión.

–BNC T: como dice su nombre, es una T que permite sacar de la línea principal una ramificación para conectar algún otro dispositivo. Se suele utilizar en las redes LAN.

–Terminadores BNC: se utilizan para ponerle fin a una línea de la que salen otras pero esta no termina en ningún dispositivo. Es una simple terminación de la línea.

En las especificaciones de estos conectores podemos encontrar tanto sus dimensiones como el material del que están fabricados.

Otros elementos

Existen más elementos de los que podemos hacer uso en la instalación interior de una red de telefonía, por ejemplo de un repartidor al que también se le llama cuadro de distribución.

Estos se usan cuando se van a instalar más de tres rosetas, ya que normalmente esta instalación se hace en paralelo y a partir de este número pierde mucha calidad.

Otra de las razones por las que se suele instalar es para realizar instalaciones flexibles de telefonía, o sea instalaciones en las que se pueden realizar modificaciones de una manera más o menos cómoda. El uso de este tipo de dispositivo aumenta también la seguridad de la instalación.

ICT

Llegados a este punto es importante que hablemos de las ICT o Infraestructuras comunes de telecomunicaciones. Las ICT son el conjunto de dispositivos y cableado que sirven para conectar los puntos de interconexión con el domicilio del abonado, o dicho de otra manera, conecta el punto donde los proveedores de servicios conectan con el edificio y el domicilio del abonado. A partir de ahora hablaremos de proveedores de servicios en vez de operadoras, ya que en las infraestructuras comunes de telecomunicaciones la telefonía es tan solo uno más de los servicios que quedan reunidos en las infraestructuras de telecomunicaciones.

Estas infraestructuras se hacen imprescindibles por dos razones básicas: la liberación de las telecomunicaciones ya que desde entonces cualquier operador puede ofrecer sus servicios y los nuevos servicios que han ido apareciendo con los años, que necesitan nuevas redes para poder ser ofrecidos. Si no se realizasen estas ICT, cada operador tendría que tender sus propios cableados para cada servicio en el interior de las edificaciones.

En el año 2011 el gobierno comenzó a impulsar la introducción de la fibra óptica y el cable coaxial en las ICT, particularmente en las redes de acceso a las edificaciones, para poder dar servicios de banda ancha ultrarrápida a las edificaciones. Este impulso es un pequeño paso adelante para poder encarnar los llamados Hogares Digitales, que no son más que viviendas inteligentes que mediante la domótica controlan características como la seguridad, ahorro de energía, costes, etc. Haciendo uso de dispositivos adecuados como alarmas, detectores, iluminación, etc. Aunque un Hogar Digital no es exclusivamente la domótica en cuanto a la instalación de los dispositivos, sino que también incluyen el control de los mismos y su programación desde cualquier dispositivo conectado a internet.

Los servicios de telecomunicaciones que las infraestructuras de telecomunicaciones deben de llevar al interior de las viviendas, oficinas, etc., son:

- Telefonía básica (TB)
- Red Digital de Servicios Integrados (RDSI)
- Radiodifusión sonora y televisión terrenal (RTV)
- Radiodifusión sonora y televisión satélite (RTV)
- Televisión por cable (TLCA)
- Servicios de Acceso Fijo Inalámbrico (SAFI)

Desde hace unos años es obligatorio que los edificios estén dotados de esta infraestructura. Pueden ser implementadas a nivel de edificio, o como mucho a un conjunto de edificios. El caso de la vivienda unifamiliar es un caso aparte.

Como bien dice su nombre es una instalación común que comparten distintos servicios como pueden ser la televisión y el teléfono y además no se ve influida por el operador que dé servicio a cada usuario.

Las ICT surgen como solución a dos problemas; el primero de ellos el avance de las tecnologías y gran cantidad de nuevos servicios que aparecieron asociados a ellas y el segundo la liberación de las telecomunicaciones, ya que si no fuera por las ICT cada proveedor de servicios tendría que hacer su instalación propia en cada edificio para dar servicio a la vivienda que solicitase sus servicios.

Estas infraestructuras están divididas en tres zonas:

–Exterior: Esta zona es la correspondiente a los alrededores del edificio y es por donde los proveedores de servicios conectan con la entrada a la zona común de los edificios para dar servicio a los abonados. En esta zona encontramos la arqueta y la canalización externa. De esta manera los abonados pueden obtener el servicio de telefonía básica, RDSI y televisión por cable. Los proveedores de servicios acceden a estos puntos desde unas arquetas colocadas en las aceras o unos armarios, ambos situados en el exterior de los edificios.

–Común: Una vez entramos en la zona común de un edificio, se une el punto donde conectan los proveedores de servicios con los Recintos de Instalaciones de Telecomunicaciones que pueden ser:

- Únicos (RITU): se utilizan en el caso de viviendas unifamiliares o edificios de hasta tres alturas y como mucho 10 Puntos de Acceso de Usuario (PAU).

- Modulares (RITM): se pueden utilizar en caso de viviendas unifamiliares con un máximo de 10 PAU y edificios de como mucho con 45 PAU. En este caso, en vez de los Recintos de Instalaciones de Telecomunicaciones inferior y Superior se ponen unos módulos.

En la zona común también existen canalizaciones de enlace inferior (RITI) y superior, la inferior es la que recibe los servicios que hemos dicho antes, de telefonía, RDSI, y televisión por cable y en la superior (RITS) los restantes.

El RITI y el RITS se encuentran unidos mediante la canalización principal, que es la que reparte los servicios a cada planta del edificio y de esta canalización principal, sale una canalización secundaria que es la que reparte, en cada piso, los servicios a los usuarios.

Cuando estas canalizaciones secundarias llegan a los distintos domicilios se colocan registros de terminación de red que son desde los que se van a distribuir los servicios dentro de las viviendas.

–Privada: Ya podemos distribuir los servicios a los puntos donde nos interesen dentro del domicilio.

Dentro de cada vivienda se deben de situar tres registros de toma que van desde los registros de terminación de red. Si existe alguna habitación en la vivienda donde no se instale toma se debe montar uno de reserva por si hay necesidad futura.

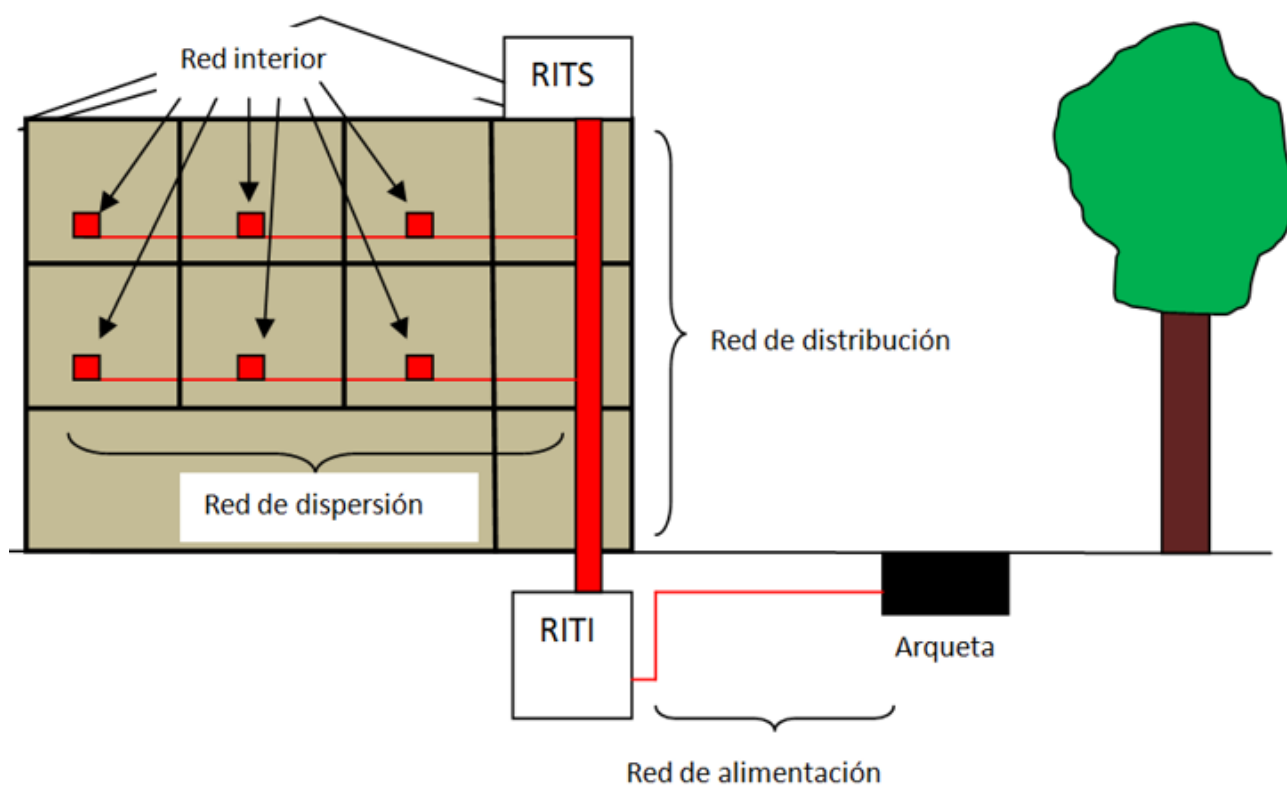
Por dentro de las canalizaciones de las que hemos hablado, discurren varias redes:

- Red de alimentación: es la red que va desde los proveedores de servicios (desde la arqueta y el punto de entrada superior) hasta los registros principales del RITI y del RITS y está compuesta tanto por las canalizaciones como por el cableado.

- Red de distribución: es la que va por la canalización principal, desde el RITI y el RITS hasta los registros secundarios de cada planta de la edificación. Está formada por cables multipares que se conectan a los registros secundarios por regletas de conexión.

- Red de dispersión: esta va por dentro de las canalizaciones secundarias y enlaza la red de distribución con los PAU de cada vivienda u oficina. Formada por conjuntos de pares individuales.

- Red Interior o privada: distribuye los servicios por el interior de cada uno de los domicilios u oficinas, esta red termina en las Bases de Acceso Terminal (BAT), que es el punto donde los usuarios conectan sus dispositivos para obtener los servicios contratados. Está formada por cables de pares.



Realicemos entonces un recorrido rápido por la instalación desde el exterior hacia el interior, en su paso por todos los componentes de esta infraestructura:

- Arqueta de entrada: es el punto de unión de las redes de las operadoras con la ICT de la edificación en cuestión. Como hemos indicado anteriormente, se encuentran en la zona exterior de la ICT.

Las dimensiones de la arqueta de entrada depende del nº de Puntos de Acceso de Usuario (PAU) que vayan a tener la ICT y son las siguientes:

PAU	≤ 20	$21 \leq n^{\circ} \text{ PAU} \leq 100$	≥ 100
Dimensiones (mm)	400 x 400 x 600	600 x 600 x 800	800 x 700 x 820

–Canalización externa: Son los conductos que contienen la red de alimentación que van desde la arqueta al punto de entrada del edificio. Pertenecen también a la zona exterior.

La canalización externa se realiza mediante tubos de 63mm de diámetro y se ponen más o menos según el número de PAU de la infraestructura.

PAU	≤ 20	$21 \leq n^{\circ} \text{ PAU} \leq 30$	$31 \leq n^{\circ} \text{ PAU} \leq 45$	≥ 46
Nº de tubos	3	4	5	6

De los tubos que se colocan, siempre se deja uno o dos de reserva, según el caso, por si en un futuro fuese necesario utilizarlos.

–Equipamiento de cabecera: dispositivos que se encargan de recibir las señales que vienen de las antenas.

–Punto de entrada (PE): Es el punto donde la canalización externa se conecta con la zona común del edificio. Son necesarias dos, una para la zona superior y otra para la inferior.

–Canalización del enlace inferior: cableado desde la entrada al edificio hasta el RITI.

–Registro de Instalaciones de Telecomunicaciones Inferior (RITI): recinto donde se encuentran los registros de la telefonía básica, RDSI y la televisión por cable.

El RITI y el RITS también deben de cumplir unas especificaciones de tamaño, pero además deben de cumplir con unas especificaciones de ventilación, ubicación, alumbrado y sobre instalaciones eléctricas. Las dimensiones también dependen de la cantidad de PAU a instalar.

PAU	≤ 20	$21 \leq n^{\circ} \text{ PAU} \leq 30$	$31 \leq n^{\circ} \text{ PAU} \leq 45$	≥ 46
Dimensiones (mm)	2000 x 1000 x 500	2000 x 1500 x 500	2000 x 2000 x 500	2300 x 2000 x 2000

Dimensiones RITI y RITS

PAU	≤ 10	≥ 11
Dimensiones (mm)	2000 x 1000 x 500	2300 x 2000 x 2000

Dimensiones del RITU

Estos elementos -RITU, RITS y RITI-, deben estar ubicados siempre en la zona común y deben de disponer de una puerta metálica con cerradura. El RITI/RITU se sitúa siempre que se pueda a ras del suelo, aunque se puede colocar a un nivel inferior si se dota de un sumidero para que no haya agua. La ubicación del RITS es en la azotea o en la última planta de la edificación, además deben de estar separados por lo menos dos metros de posibles maquinarias, como la del ascensor o aires acondicionados.

El recinto debe de estar ventilado ya sea de manera natural o artificial y debe de estar iluminado a un nivel de 300 lux y además debe de poseer luz de emergencia.

La instalación eléctrica se realiza de manera directa desde el cuadro de la edificación e irá por el interior de una canalización.

–Registros principales: son armarios que contienen los Puntos de Interconexión entre las redes de alimentación de los proveedores de servicio y distribución del mensaje.

–Registros de Instalaciones de Telecomunicaciones Superior (RITS): desde aquí se recogen los servicios de radio, televisión y Acceso Fijo Inalámbrico (SAFI). Al conjunto de los equipos que se encargan de recoger y

procesar dichas señales se le llama equipamiento de cabecera. Los cables que unen las antenas con el punto de entrada del inmueble irán sin meter en tubos y a partir de ahí irán en 4 tubos de 40 mm de diámetro y en un canal de 6000mm² con 4 compartimentos.

–Canalización principal: canalización que conecta el RITI y RITS con los registros secundarios. Esta canalización está formada por varios tubos de 50 mm.

PAU	≤ 12	$13 \leq n^{\circ} \text{ PAU} \leq 20$	$21 \leq n^{\circ} \text{ PAU} \leq 30$	≥ 31
Nº de tubos	5	6	7	Mínimo de 11

–Registros secundarios: conectan la canalización principal con la canalización secundaria de cada planta de la edificación, por tanto se sitúan por pisos y según el número de PAU.

PAU por piso	≤ 4	$5 \leq n^{\circ} \text{ PAU} \leq 30$	≥ 30
Dimensiones (mm)	40 x 450 x 150	500 x 700 x 150	550 x 1000 x 150

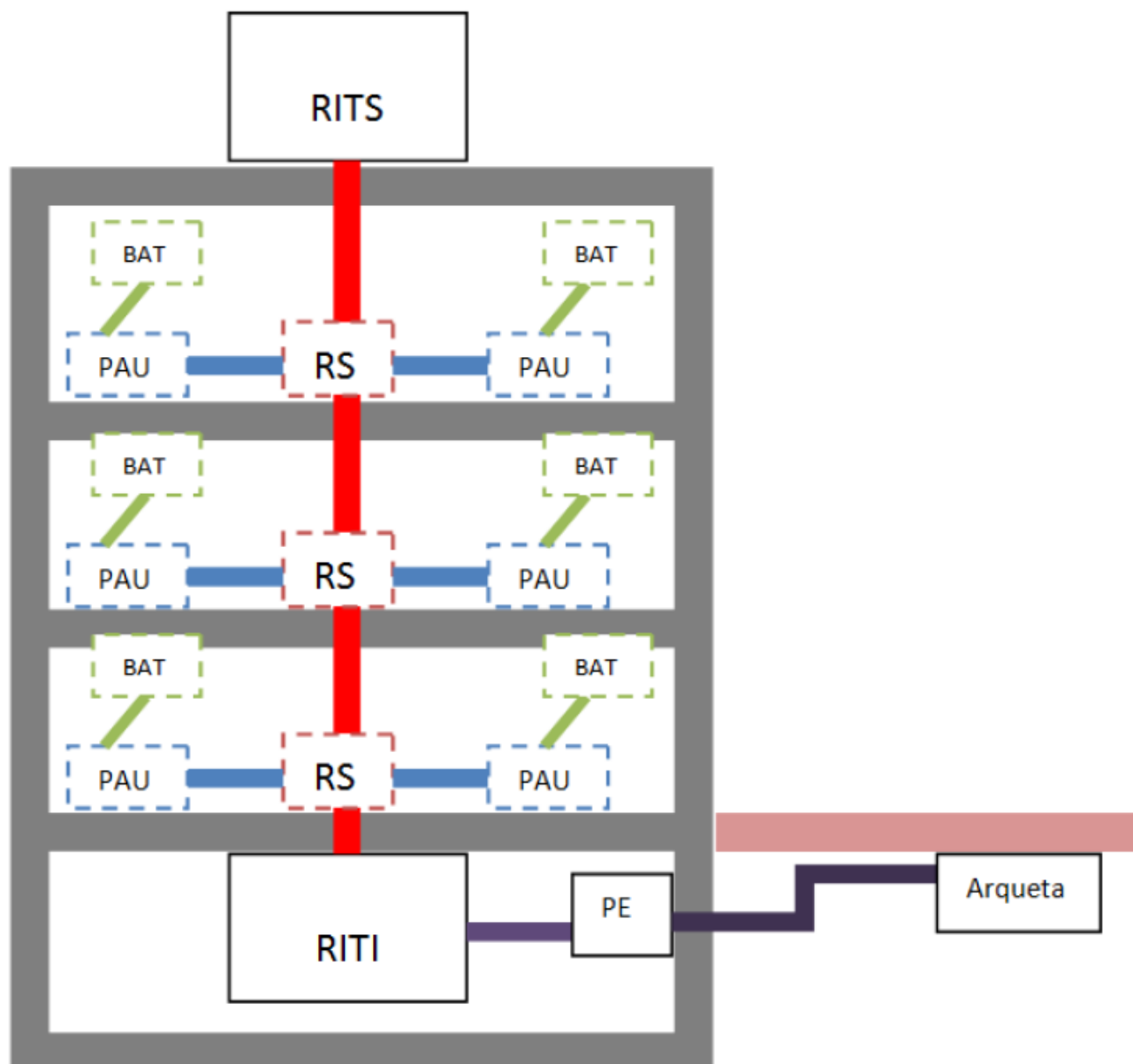
–Canalizaciones secundarias: canalizaciones que conectan los registros secundarios con los de terminación de red de cada una de las viviendas. Normalmente se utilizan tres tubos de 25 mm para conectar con cada PAU.

–Registros de terminación de red: son cajas que conectan la canalización secundaria con la interior de la vivienda. En este punto es donde encontramos los PAU. Las especificaciones de sus dimensiones variarán según la forma en la que se realicen estos registros, porque podemos hacer una única caja de 300 x 500 x 60 mm, unir dos servicios en una caja de 300x 400 x 60 mm o poner cada uno de los servicios en su caja dependiendo entonces las dimensiones del servicio que contengan: TB+RDSI = 100 x 170 x 40 mm, TLCA + SAFI = 200 x 300 x 40 y RTV = 200 x 300 x 40.

–Canalización interior del usuario: canalización interior de la vivienda que une los registros de terminación de red con los registros de toma mediante tubos de 20 mm.

–Registros de toma: cajas donde encontramos las tomas de usuario o bases de acceso terminal (BAT), es el punto final de la red interior donde el usuario conecta los dispositivos por medio de un cable con un conector adecuados. Cada registro de toma debe de tener las dimensiones de 64 x 64 x 42 mm.

–Registros de paso: cajas que sirven para el paso del cableado necesario y según su tipo tendrá unas dimensiones u otras.



Hasta ahora hemos hablado de la instalación interior del edificio y nos queda la planta externa que es la instalación entre el edificio y la central de conmutación o entre distintas centrales. Los cables no van directamente desde el edificio a la central, sino que van pasando a través de distintos equipos y canalizaciones. Siendo esto así, la planta externa está compuesta de:

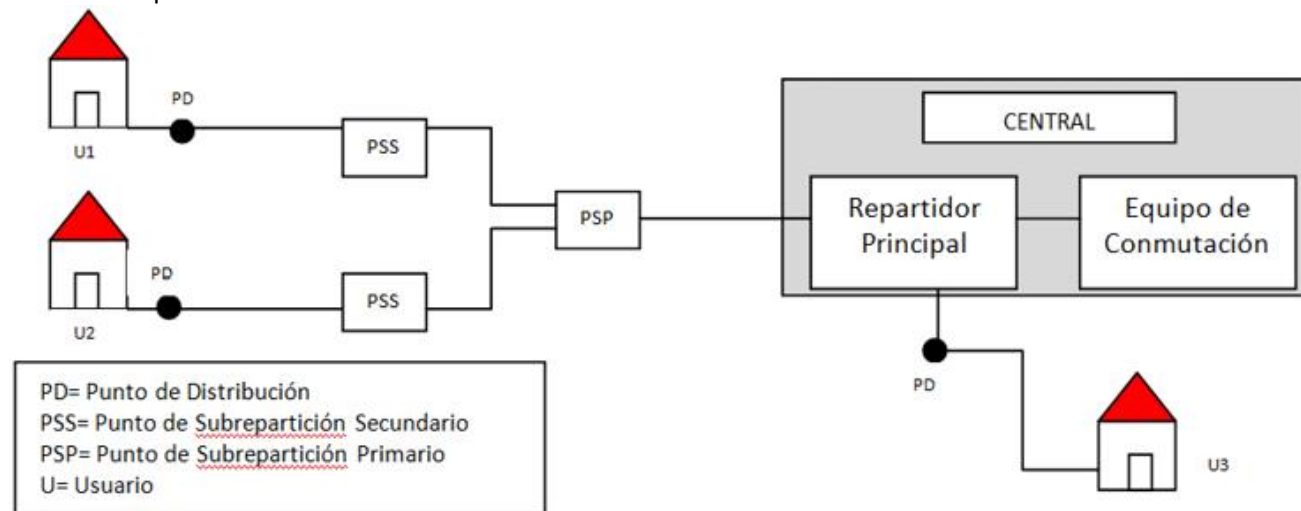
- Cableado: pueden ser subterráneos (van por canalizaciones) o aéreos (sujetos con postes o por las paredes).
- Canalizaciones subterráneas.
- Postes.
- Equipos (por ejemplo el distribuidor principal o las cajas terminales)

Estos elementos de la planta externa se pueden dividir en activos y pasivos, siendo los activos los cableados y equipos y los pasivos los postes y las canalizaciones.

A las líneas que unen centrales existentes en zonas urbanas se les denomina líneas troncales y las que unen centrales de ciudades distintas se les denomina líneas de larga distancia o interurbanas.

Estas instalaciones deben realizarse con materiales de alta calidad adecuados a la zona donde se realice la instalación. Algunos parámetros que deben tenerse en cuenta a la hora de su elección son por ejemplo el clima, el terreno, el tipo de edificación, etc.

El clima es uno de los factores más importantes que influyen a la hora de seleccionar los materiales ya que la humedad, el hielo o la insolación pueden afectar a las características de las líneas y equipos o romperlos, de manera que en ambos casos se vería afectada la comunicación.



Los elementos que podemos encontrar en la planta exterior son los siguientes:

–Centrales:

- Locales: a las que se une directamente el abonado.
- Primarias: centrales que unen otras centrales locales.
- Tándem: centrales de paso.

–Línea :

De usuario: cableado que une a los abonados con las centrales locales.

- De servicio del usuario: Tramo de línea que une el punto de distribución con el terminal del abonado.
- De acometida: Parte de la línea de usuario que une el punto de distribución con el domicilio del abonado.

–Circuitos:

- De enlace: une dos centrales dentro de una misma zona urbana.
- Local: une las centrales locales con las primarias.

–Repartidor principal: conecta los cables que vienen de los abonados con la central de conmutación.

–Punto de subrepartición: dispositivo que permite conectar pares de entrada que vienen de los usuarios o de otro punto de subrepartición a un par de salida. Pueden ser primarios o secundarios.

–Punto de distribución: estos son el punto final de las redes, donde ya se unen con los abonados.

–Cables:

- Principal: se extiende desde la central a un punto de subrepartición.
- Transversal: enlaza puntos de subrepartición.
- De distribución: sale de un punto de subrepartición hacia otro elemento de la red.

–Redes:

- Primaria o principal: une el distribuidor con los armarios de zona.
- Secundaria: une los armarios con los puntos de distribución.

Veamos ahora las distintas posibilidades de colocar todos estos elementos sobre el terreno.

Canalizaciones subterráneas

Las canalizaciones subterráneas están formadas por la cañería principal o maestra (conductos que van a parar a las cámaras de registro desde la central), las cajas de distribución, los ramales (conductos que van desde las cámaras de registro hacia cualquier otro punto de la red) y los pozos y las cámaras de registro (cámaras que se colocan cuando es necesario, por ejemplo cuando hay cambios en la dirección del cableado o se quiere ramificar la línea).

Son muchos los materiales empleados para la fabricación de estas canalizaciones y van desde hormigón a tuberías de acero o PVC. A la hora de elegir un material u otro, muchas veces se hace por el factor

económico, pero también deben de tenerse en cuenta otros factores como su resistencia. Un modo de instalación de los más habituales es colocar canalizaciones de PVC y protegerlos con hormigón.

Es importante antes de tender una canalización, hacer un estudio previo de la zona, para ver donde se van a situar, por dónde hay canalizaciones de otros servicios (agua, luz, etc.), solicitudes de permisos, etc. ya que las canalizaciones de telecomunicaciones deben de mantener unas distancias de entre 20 y 30 cm según el servicio al que se aproximen.

A veces se hace uso de galerías, que son pasillos subterráneos por los que cabe una persona donde se colocan gran cantidad de cableados, se suelen utilizar en zonas urbanas por la mayor densidad de población que es necesaria una mayor cantidad de cables o en zonas cercanas a las centrales de conmutación.

Hemos hablado también de que entre estas canalizaciones subterráneas hay cámaras de registro. Estas cámaras son habitaciones donde cabe una persona y sirven para situar los empalmes, ramificar líneas y además en ellas es donde se realizan las pruebas y mantenimiento del cableado. Existen otras cámaras auxiliares que son más pequeñas y se utilizan cuando no es necesario el uso de una de registro. Las cámaras se suelen fabricar de hormigón ya que son zonas importantes del tendido y se busca su durabilidad y resistencia.

Cuando utilizamos este sistema para tender cables tenemos grandes ventajas como la fiabilidad, ya que los cables no se encuentran a la intemperie y además podemos colocar mayor cantidad de cables que de forma aérea.

Líneas de postes

Los postes son también elementos pasivos de la planta externa y sirven de soporte a los cables. El material del que son construidos (madera, el hormigón o metal), su tamaño, altura y separación se escogen según las necesidades de la planta. Las condiciones climáticas también son un factor muy importante a tener en cuenta a la hora de escoger algunos de los parámetros anteriores.

Para escoger las dimensiones (altura y diámetro) de los postes se debe de tener en cuenta la cantidad de cableado que tienen que soportar, si la línea va a ser de tipo urbana, interurbana o rural y finalmente las características climáticas y geográficas de la zona para escoger los materiales adecuados para su fabricación (madera, hormigón o metal).

Los postes de madera son los más habituales y deben de cumplir unas características determinadas incluso de apariencia. Pueden estar fabricados con maderas duras o semiduras y blandas. Se utilizan maderas duras para las líneas principales y las semiduras y blandas en cualquier otra línea. Las semiduras y blandas se recubren con una impregnación para aumentar su duración.

Los postes de hormigón no son habituales en telefonía y cuando se usan, deben de poseer también unas características determinadas como por ejemplo deben de tener la superficie lisa.

Los metálicos casi no se utilizan, solo en situaciones muy específicas, pero si se utilizan, suelen estar contruidos en acero.

Otro aspecto muy a tener en cuenta en las líneas de postes es el camino que van a seguir. Estas líneas se ponen cercanas a caminos e intentando que sean lo más rectas posibles. En caso de encontrarse con un accidente geográfico se debe de evitar, al igual que también se deben de evitar los postes de tendido eléctrico. Es muy importante ser cuidadoso a la hora de colocar los postes para evitar problemas tanto por la propia instalación, como por agentes externos a ella. Además, los postes deben distribuirse de manera uniforme.

Cuando colocamos líneas de postes, los postes no son el único elemento que utilizamos, también son necesarios otros elementos que nos ayudan a fijarlos o a sujetar los cables que sostienen, ejemplos de ellos son los tirantes que sirven para reforzar el poste, los travesaños para colocar los cables o escuadras.

Cableado

Los cables también tienen que cumplir ciertas especificaciones y son utilizados en unos tramos u otros según sus características. Algunas de estas características son la maleabilidad, la resistencia a la corrosión y por supuesto, la menor resistencia óhmica para que se transmita toda la señal posible.

Los cables nunca van al aire, porque además de perder propiedades se degeneran más rápidamente, sino que van recubiertos con un aislante que puede ser papel, polietileno o PVC.

El papel como aislante ya casi no se utiliza porque al tomar humedad disminuyen sus propiedades como aislante.

Todos los cables que se utilizan van agrupados en cables más grandes con varios pares en su interior, pueden ir agrupados incluso hasta 100 pares dentro de una misma cubierta. Los cables agrupados se emparejan con su par y éste suele tener un color distinto. El color del cable se rige por un código de colores que difiere según el aislante que posea: papel, polietileno o PVC.

Los cables se recubren de varias capas. La primera cubierta del cable le da rigidez y funciona como aislante de la temperatura. Después se cubren con un revestimiento metálico que ejerce de pantalla electrostática y si no lleva esa cobertura metálica se les pone una cinta metálica que envuelve el núcleo.

Finalmente, la última cubierta se hace de materiales plásticos del tipo del polietileno en caso de ser exteriores puesto que son los más resistentes a las inclemencias del tiempo y de tipo PVC en caso de ser interiores.

Los cables que vemos suspendidos entre los postes de las líneas de postes son especiales puesto que por dentro de ellos va el cable y además un tensor de cuerda de acero del que luego son colgados entre poste y poste. Desde fuera se ve un único elemento porque van unidos dentro de una misma cubierta de polietileno, pero si hacemos una sección en uno de ellos tienen forma de 8.

Nos queda hablar un poco sobre la fibra óptica (FO). Este tipo de cables se utilizan principalmente para redes interurbanas junto con el cable coaxial debido a las elevadas prestaciones de ambos. Estos cables se colocan de la misma manera que el resto de cableado, pero con la fibra óptica se debe de ser más cuidadoso al colocarlos y con el radio de curvatura que toman debido a que por su fragilidad, podrían quebrarse.

La FO mejora sobremanera la calidad de la transmisión, pero siempre que la tratemos de manera adecuada. Hay que ser también especialmente cuidadoso con los empalmes que se realizan para no perder las ventajas que nos proporcionan este tipo de cables y estos empalmes son difíciles de realizar.

Continuemos hablando de los elementos que encontramos en la planta externa:

–Repartidor principal (MDF): el repartidor se encuentra en la central telefónica y es el punto al que llegan los cables de la red externa (desde los abonados) y los del equipo de conmutación. No es más que un armazón metálico que sostiene los propios cables y la equipación necesaria (regletas de conexión para hilos horizontales y verticales) para realizar la conexión entre los cables citados.

–Punto de subrepartición: también denominados armarios de distribución sirven para conectar pares de entrada de la red de cables principal con pares de salida de la red de distribución. Dentro de estos armarios encontramos regletas de conexión para realizar las uniones y están protegidos por una caja metálica.

Pueden ser de tipo primario y secundario.

–Terminales: son los puntos de terminación de la red secundaria y pueden situarse en postes, fachadas, azoteas o en zonas de interior.

Planta interna de la central de conmutación

Volvamos una vez más a hablar de las centrales de conmutación, pero esta vez hablaremos de su distribución física. En ellas nos encontramos las siguientes salas o habitaciones:

–De conmutación: es la sala donde se encuentran los equipos de conmutación.

–De repartidor principal (MDF, Main Distributing Frame): sala donde se sitúa el repartidor principal

–De transmisiones: sala donde se encuentran los equipos que permiten el intercambio de información.

–Centro de prueba: sala donde se sitúan los equipos necesarios para probar las redes y detectar fallos en ellas.

–Sala de Telmet: sala donde se encuentran los equipos necesarios para tarificar las llamadas de los usuarios.

–Sala de energía: sala donde se encuentran los equipos que alimentan la central.

Hemos de tener en cuenta que todos y cada uno de los elementos de los que hemos hablado a lo largo de este apartado deben de cumplir unas especificaciones concretas de tamaño, materiales, propiedades, etc., con la finalidad de ofrecer al usuario calidad en el servicio y para el proveedor de servicios que sea una red flexible en su utilización. Además, los valores que tomarán algunos de estos parámetros dependerán de la demanda de la zona en concreto.

En una comunicación básica, el abonado hace uso de gran cantidad de equipos, dispositivos y medios de transmisión, todos ellos enlazados entre sí. Las etapas físicas que debe de superar esta comunicación son: la ICT, la planta externa y la planta interna de la central de conmutación. La ICT (Infraestructura Común de Telecomunicaciones) es la infraestructura interior del edificio del abonado. La planta externa va desde la arqueta desde donde se da servicio al edificio del abonado hasta la central de conmutación y hay tramos de este recorrido que los puede realizar de forma aérea o subterránea. Por último en el interior de la central de conmutación, el circuito de abonado se une a los equipos de conmutación a través del repartidor principal y ya desde los equipos de conmutación se encamina la llamada hacia donde sea necesario.

3.1.2. Escenario(s) genérico(s) de llamadas

Las centrales pueden atender distintos tipos de llamadas según desde dónde y hacia dónde vaya dirigida la llamada. De esta manera puede definir distintos escenarios:

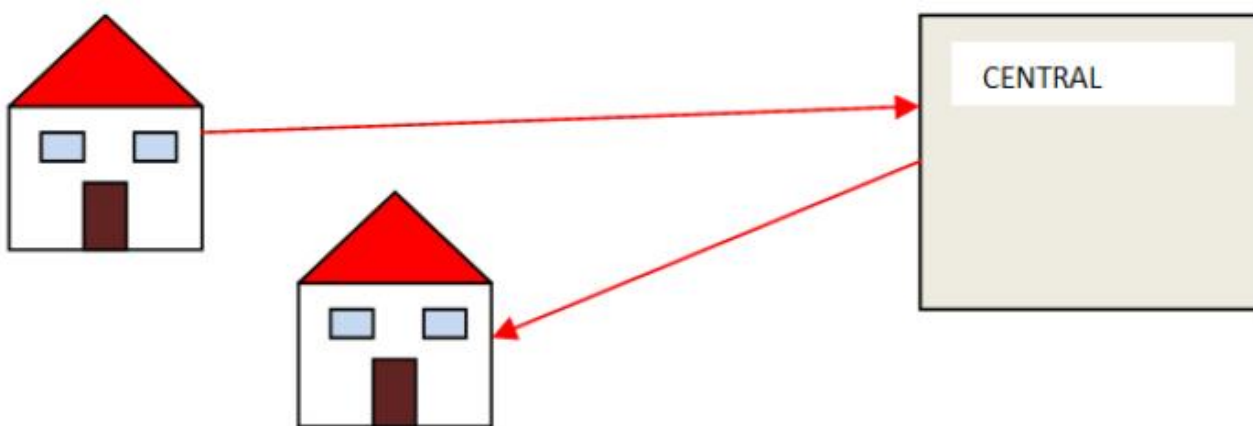
–Llamada saliente: es la que se produce cuando un usuario realiza una llamada a otro usuario que no depende de la misma central. Aquí la central de conmutación tendrá que decidir, hacia donde dirigir la llamada y establecer el canal necesario para la comunicación.



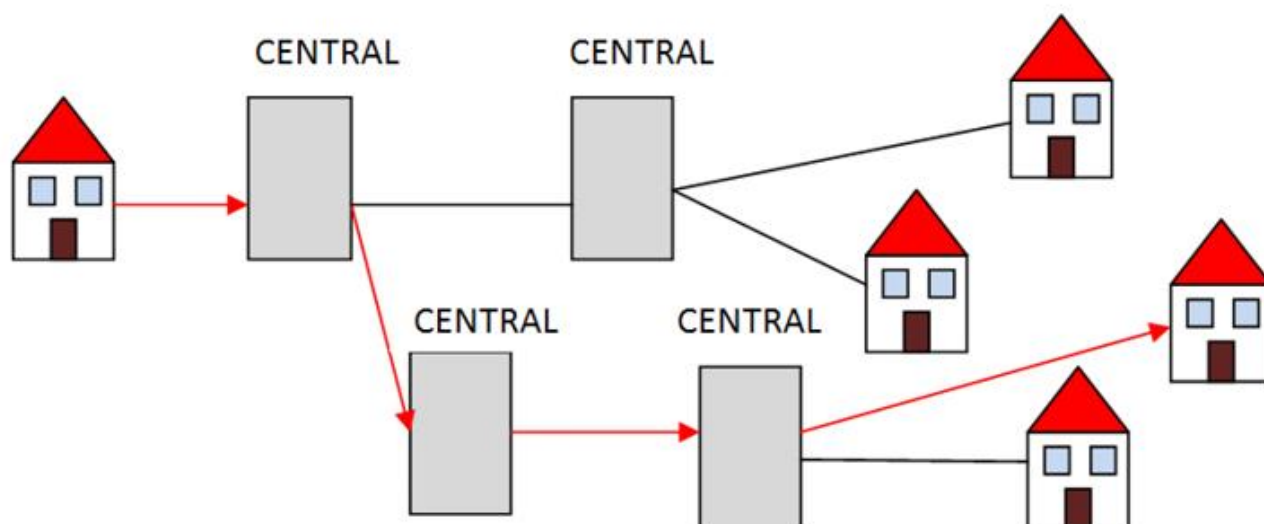
–Llamada entrante: es la que se produce cuando un usuario recibe una llamada de otro usuario que no pertenece a la misma central. En este caso, la central tiene que comunicarse con la central del abonado.



–Llamada local: es la que se realiza entre dos usuarios pertenecientes a la misma central local. La propia central local a la que pertenecen se encarga de establecer el canal.



–Llamada de tránsito: ese caso se produce cuando el usuario llamante y llamado pertenecen a dos centrales diferentes y además, para poder establecer la comunicación debe pasarse por otra central intermedia. Esta central intermedia conducirá la llamada recibida hacia la central donde se encuentra el abonado que está siendo llamado.



3.2. Servicios suplementarios y de tarificación

Los servicios suplementarios son servicios que complementan el servicio telefónico básico. Realmente son facilidades y comodidades asociadas al servicio de telefonía básica, que lo dotan de más opciones de uso. Ejemplos de estos servicios son el desvío de llamadas, la llamada en espera o el contestador automático. Con las nuevas tecnologías surgen también nuevas necesidades, por ejemplo de transferencia de elementos multimedia, y para ello es necesaria una evolución de las propias redes. Esto viene también ligado al aumento de la cantidad de terminales tecnológicamente avanzados y es posible gracias a la transmisión por banda ancha.

Surgen nuevas tecnologías, nuevas necesidades y surgen también nuevos servicios asociados a ellas.

Muchas de las aplicaciones que utilizamos en nuestros teléfonos móviles o tablets hacen uso de los servicios que ofrecen las redes inteligentes o de nueva generación como la localización, mensajería o presencia.

Hablemos primero sobre la RDSI que es la red que nos permite añadir servicios suplementarios de carácter telefónico a la RTC. Se dice que la RDSI tiene dos modalidades de servicios: los portadores que son los de transmisión de la información y los finales que junto con los portadores y el terminal utilizado se ofrecen una funcionalidad completa. Asociados a ellos están los servicios suplementarios, que es en los que estamos interesados.

Comencemos hablando de la estructura de la red RDSI, que tal y como dijimos en el apartado anterior difiere de la RTC.

RDSI

El término RDSI (Red Digital de Servicios Integrados) viene de la traducción de ISDN (Integrated Service Digital Network).

Las redes RDSI se implementaron sobre las redes telefónicas, aunque según se han ido modificando las instalaciones se han ido sustituyendo los antiguos equipos y cableados de cobre por otros más modernos que ofrecen una mayor calidad de servicio y una mayor rentabilidad a los proveedores de servicios.

La RTC no ha sido suplantada por la RDSI sino que convive con ella, aunque la finalidad es que la RTC desaparezca y quede la RDSI como única red. Una buena razón por la que deben convivir todavía hoy en día las redes RDSI con las RTC es que se pueden realizar llamadas desde un terminal de la RTC a uno de la RDSI y viceversa. De hecho la numeración que siguen las redes RDSI está integrada en la numeración de la RTC que conocemos.

La RDSI es una red que se caracteriza por estar digitalizada de punta a punta. Esta digitalización se produce desde el mismo momento en el que la voz que llega al micrófono del teléfono y se transforma en una serie de impulsos eléctricos. Además de digitalizarla se discretiza, o sea, se pone en valores de unos y ceros. La tecnología para realizar esta conversión se le denomina MIC (Modulación por impulsos codificados). Con

esto sobreentendemos que los terminales que se utilizan para la RTC no son compatibles para este tipo de redes, aunque se pueden conectar mediante un adaptador (AT) y así hacerlos compatibles con la red. Para que varios canales puedan compartir el medio de transmisión, se utiliza multiplexación por división en el tiempo (TDM), en la cual se da acceso, durante un determinado intervalo de tiempo, a cada uno de los canales existentes.

Es un tipo de red que integra redes y servicios para que los abonados puedan tener acceso a los servicios en los que estén interesados. Presenta mejoras, con respecto a la red telefónica conmutada (RTC) en muchos aspectos, como en el audio, en la velocidad de los enlaces, la señalización e incluso la tarificación, ya que sus tarifas por llamada no varían con respecto a la RTC y sus prestaciones son mayores (no varía la tarificación del tráfico cursado pero la cuota mensual y la de alta son más elevadas).

En definitiva, la RDSI es una red fiable, con elevada velocidad de transmisión que integra voz, datos e imágenes ofreciendo una baja tasa de error mediante una implementación sencilla.

La RDSI se ha elaborado de forma distinta en cada país, lo que ha complicado la interconexión entre las distintas redes, pero hoy en día se trabaja en una unificación para un mejor servicio y evolución de las mismas.

Su estructura sigue la del modelo proporcionado por OSI realizada en distintos niveles o capas, donde cada una de ellas tiene unas funciones bien definidas y donde la de nivel inferior presta servicios a la de nivel superior:

–Capa de aplicación: es la más cercana al usuario y mediante la cual se accede al sistema.

–Capa de presentación: realiza las traducciones necesarias para que la información pueda transmitirse por la red y recibirse de manera comprensible en el destino.

–Capa de sesión: se encarga de controlar el establecimiento, mantenimiento y liberación de la conexión (llamada sesión) entre usuarios.

–Capa de transporte: Se encarga de la transferencia de datos de manera fiable y libre de errores entre dos terminales.

–Capa de red: se encarga del encaminamiento de la información entre dos terminales, o sea de que los datos que salen del terminal origen lleguen a su destino.

–Capa de enlace: su funcionalidad es hacer llegar los datos sin errores de un dispositivo a otro. Para ello cuenta con herramientas para el control de errores y del flujo de datos o la sincronización.

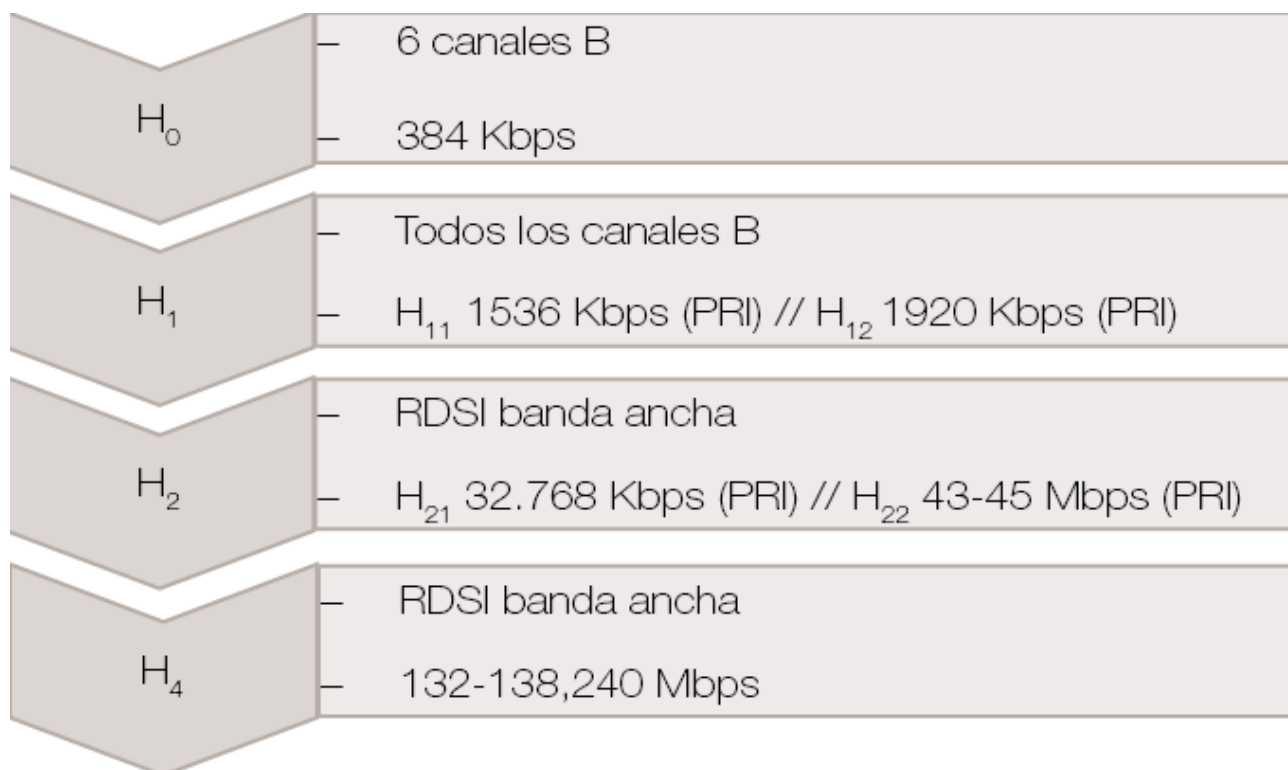
–Capa física: se encarga de la transmisión de los datos a través del medio físico.

Los distintos tipos de canales, según su uso y funcionalidad, que emplean este tipo de redes RDSI son:

–Canales B: son los que transportan la información de los usuarios de unos a otros, ya sean de voz o de datos.

–Canales D: son los que transportan las señales de control, o sea la señalización, entre los distintos dispositivos de la red.

–Canales H: estos canales transmiten información del usuario a alta velocidad (64Kbits/s). Existen cuatro tipos distintos: H0, H1, H2, H4.



Estos canales forman la RDSI, pero según necesitemos un servicio u otro utilizaremos unos u otros y en diferente cantidad. Por ejemplo si contratamos el acceso básico estamos contratando dos canales B y un D y si escogemos el primario son treinta B y un D pero a mayor velocidad que en el acceso básico.

Veamos las características generales de los dos tipos de acceso:

Acceso básico BRI	Acceso primario PRI
– 2 canales B de 64Kbps (voz o datos)	– 30 canales B de 64 Kbps (voz y datos) ó 23 canales B de 64 Kbps (voz y datos)
– 1 canal D de 16Kbps (señalización)	– 1 canal D de 64Kbps (control de la llamada/señalización)
– 2B+D 144 Kbps	– 30B+D 1984Kbps

Así, los tipos de conexiones que se pueden realizar son:

- Conmutación de circuitos en canal B.
- Conmutación de paquetes en canal B.
- Conmutación de paquetes en canal D.

Las redes RDSI utilizan dos tipos de señalización: DSS (Sistema de Señalización Digital de usuario) que es la señalización que se realiza por el canal D y SS7 (Sistema de Señalización nº7). La DSS se utiliza en el tramo que va desde los abonados hasta la centralita y la SS7 entre centralitas.

La señalización por canal común D, separado del canal de datos B, tiene múltiples ventajas:

- Mayor velocidad en la llamada
- Señalización de varios canales B al mismo tiempo
- Utilización óptima

- Facil introducción de nuevos servicios
- Canales de datos fiables

La señalización del canal D se realiza mediante el protocolo Q.931 y las funciones que realiza son las siguientes:

- Comprobación de la compatibilidad de un dispositivo con la RDSI.
- Se encarga del establecimiento de la llamada.
- Muestra los números.
- Escoge entre conmutación de paquetes y de circuitos.
- Genera los tonos de llamada.

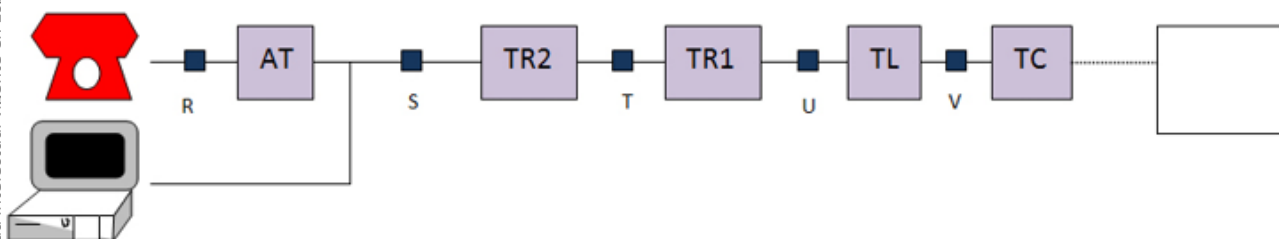
Son muchos los mensajes enviados por este protocolo entre los dispositivos para realizar la señalización pero algunos de los más utilizados son los siguientes:

Mensaje	Acción que realiza
Aviso	Este mensaje se envía cuando se quiere iniciar una llamada
Llamada en curso	Una vez que hay una llamada activa se envía este mensaje para avisar de que no se puede establecer otra conexión
Conexión	Este mensaje se envía al aceptar el llamado la llamada, o sea al establecerse la comunicación
Acuse de conexión	Se da por conocido el mensaje de conexión enviado anteriormente
Desconexión	Este mensaje lo envía el usuario cuando va a colgar
Liberación	Se recibe el mensaje de desconexión y se inicia el proceso
Liberación completa	Se confirma que se ha liberado de manera correcta la llamada
Progreso	Sirve para comunicar el progreso de una llamada
Establecimiento	Es una mensaje que envía el llamante a la red y la red al llamado para indicar que se ha establecido la llamada
Información de usuario	Da información de usuario entre usuarios o a la red
Información	Sirve para enviar información adicional relacionada con la llamada a la central
Notificación	Puede ser enviado en cualquier momento por el terminal o la red para indicar información correspondiente a una llamada

Los distintos elementos que podemos encontrar en el interior del domicilio del usuario son los equipos terminales, adaptadores de terminal y la terminación de red. Equipos terminales podemos encontrar de dos tipos, los que están adaptados para ser utilizados con este tipo de líneas que son los ET1 y los que no, por ejemplo los teléfonos tradicionales, que son los ET2. Para poder utilizar un ET2 conectado a estas redes hay que utilizar unos adaptadores de terminal (AT).

Finalmente, hay que utilizar una terminación de red que realiza funciones de control y conecta al usuario con la línea (por ejemplo un router o una centralita). Una vez salimos del domicilio del usuario los equipos que encontramos son el terminal de línea (TL) y terminal de centralita (TC).

En una instalación de RDSI separamos cada uno de los elementos característicos que son necesarios para la transmisión de la información mediante los llamados puntos de referencia. A estos puntos se les denomina R, S, T, U y V y dividen la red en tramos según la funcionalidad que cumplen dichos tramos.



–El punto de referencia R es el punto donde se conectan los dispositivos no preparados para RDSI, por ejemplo el teléfono analógico. Estos terminales no se pueden conectar directamente a la RDSI, por ello se utilizan los adaptadores de terminal que son equipos que hacen que estos dispositivos analógicos cumplan los requisitos necesarios para la RDSI.

Algunos de los dispositivos terminales (ET1) compatibles con la RDSI son:

- Teléfonos RDSI.
- Tarjetas RDSI para poder conectar los ordenadores a la red.
- Router.
- Adaptadores de terminal.

–El siguiente punto de referencia que encontramos es el punto de referencia S. Este es el que representa la conexión física de los terminales del usuario a la RDSI. Una vez se ha atravesado este punto se realizan funciones de control sobre las señales que lo atraviesan (señalización, multiplexación, etc.) en el TR2.

–Llegamos al punto de referencia T que es el punto de separación entre las instalaciones del usuario y los equipos de transmisión de la línea digital RDSI (de la línea del proveedor). Se realiza la adaptación de la señal que viene por la línea del usuario a la RDSI.

–Siguiendo nuestro camino, aparece el punto U, este tramo es el tramo de línea de transmisión existente entre el domicilio del usuario y la central RDSI. Al finalizar este tramo llegamos a la Terminación de línea (TL) que es el equipo de transmisión situado en la central RDSI y cuyas funciones son similares a las de un TR1.

–Por último, el punto de referencia V es el punto que delimita la frontera entre los medios de transmisión y los de conmutación dentro de la central. Este punto es virtual, puesto que normalmente las funciones del TC (Terminal de central) y TL se encuentran unidas en un mismo equipo. El terminal de central se encarga de conectar los canales que le llegan con la zona de conmutación. Como podemos deducir la TL y la TC se encuentran dentro de la central RDSI.

Si realizamos una comparativa entre la RTC y RDSI:

RTC	RDSI
Audio 3.1KHz	Audio 7KHz
14.4Kbps	64Kbits/s
Señalización por canal adyacente	Señalización por canal común
Transferencia de voz mayoritariamente	Un único medio de acceso para transferencia de voz, datos e imágenes
Conmutación de circuitos	Conmutación de circuitos o paquetes

Antes de ver los servicios suplementarios es interesante que hablemos de los portadores y finales, ya que van asociados a ellos.

Los servicios portadores son los que se obtienen en la transmisión de la información a través de la red. Estos son los que nos permiten tener una transmisión a una velocidad dada y en tiempo real entre puntos de terminación de red. Estos servicios dependen de si estamos en modo circuito o en modo conmutación de paquetes.

En modo circuito toda la información de señalización viaja por el canal D y a información por el circuito establecido. En este modo, encontramos servicios como la transmisión a 64Kbits/s (o a Nx 64Kbits/s, pudiendo tomar en los valores de 2, 6 o 30) que se encarga de transmitir la información de usuario, la conversación que es para voz y el audio a 3.1KHz que transfiere voz e información de audio con dicho ancho de banda.

Luego están los servicios portadores en modo paquete en los que la información se transmite en forma de paquete, pero en este caso los datos se pueden transmitir tanto por el canal D como por el B. Los servicios que ofrece este modo son la llamada virtual y el circuito virtual permanente o circuito dedicado. En el caso de la llamada virtual, se realiza una transferencia de la voz por medio de paquetes y en el circuito virtual permanente se asignan unos recursos a los usuarios para su uso exclusivo, de esta manera se ahorran el establecimiento de llamada y la liberación de los recursos.

Ejemplo:

El circuito virtual permanente lo suelen utilizar las empresas por ejemplo entre distintas sedes ya que es más rápido al evitar el establecimiento y liberación de la llamada.

Los servicios finales son los que se pueden obtener uniendo a los servicios portadores un terminal con distintas funcionalidades. Uno de los servicios finales más básicos es el servicio de telefonía, que permite establecer una comunicación de voz como si se tratara de la RTC. Existe un servicio de telefonía de mayor calidad que es el servicio de telefonía a 7KHz que no es más que el servicio anterior realizado sobre mayor ancho de banda.

También tiene servicios de fax de grupos 2 y 3, que necesitan un adaptador para poder utilizar la RDSI y de grupo 4, que ya es un terminal de tipo ET1 y por tanto no necesita adaptador. Al utilizar este último tipo de fax de grupo 4 se obtienen ventajas con respecto al 2 y 3 ya que se realiza la transferencia a mayor velocidad y la calidad de la imagen es mayor.

Por último encontramos el servicio Videotex que es una aplicación que nos permite difundir por la red información, imágenes y sonido teniendo una mayor velocidad de acceso.

Si organizamos un poco todos estos servicios nos queda:

Básico	Conmutación de circuitos	Transmisión de datos a 64Kbps, 384Kbps, 1536 Kbps ó 1920 Kbps
		Conversación telefónica
		Audio a 3.1 KHz
		Datos y voz
	Conmutación de paquetes	Circuitos conmutados y virtuales
Teleservicios	Señalización	
	Videoconferencia	
	Teletexto	
	Telefax	
	Videotexto	
	Telex	
	Ibertex	
	Radio de alta calidad	
Servicios suplementarios	Desvíos de distintos tipos	
	Rellamada	
	Grupo cerrado	
	Marcación directa	
	Multiconferencia	
	Señalización	
	Etc.	

Son muchos los servicios que ofrecen las redes RDSI, pero pasemos finalmente a estudiar a fondo los servicios suplementarios que se apoyan sobre los servicios portadores y finales de los que hemos hablado.

Los servicios suplementarios hemos de tener en cuenta que se ofrecen siempre asociados a un servicio básico, no se pueden ofrecer de manera independiente ya que necesitan el servicio básico para sustentarse ya que son una modificación del mismo (ya sea portador o teleservicio).

3.2.1. Genéricos (TDM)

Los servicios suplementarios genéricos son los que hemos indicado anteriormente que van ligados a las redes de telefonía y complementan al servicio básico y algunos más, vamos a ver un grupo de ellos de manera detallada.

Vamos a ver los servicios suplementarios más habituales, aunque estos servicios suplementarios dependen de la operadora con la que esté contratado el servicio, por lo que no todas tendrán los mismos servicios -ni

todos los servicios-, ni se activará de la misma manera (aunque vamos a indicar los modos de activación de los servicios más comunes). Algunos de estos servicios se podrán activar mediante la marcación directa de ciertas teclas en el terminal y otros deberán de ser solicitados al operador:

–Desvío de llamadas: este servicio dirige la llamada recibida a otro destino distinto. Es un servicio en el que el usuario debe activar el desvío cuando le convenga (normalmente pulsando las teclas *21* Número de teléfono de destino#) y de igual modo desactivarlo (#21#).

–Identidad del usuario llamante: gracias a la RDSI, mediante el uso de un dispositivo digital con display se puede visualizar el número del llamante.

–Llamada en espera: normalmente hay que realizar una solicitud previa de registro, una vez realizada, si un usuario tiene una comunicación ya establecida y recibe una segunda petición, puede poner en espera la primera llamada (pulsando R+2) y contestar a la segunda llamada. Se puede cambiar entre una y otra pulsando las mismas teclas.

–Transferencia en ocupado: al igual que en el caso de desvío, el usuario deberá activar este servicio cuando le interese y la función que realiza es transferir la llamada al destino programado siempre que se reciba una llamada y la línea ya esté ocupada.

–Transferencia en caso de que no se responda: es un caso similar al anterior en el que se desviará la llamada a otro destino en caso de que no se responda en un tiempo determinado (unos 30 segundos normalmente).

–Marcación abreviada: se asocia un número de teléfono a una tecla numérica del teléfono (para llamar normalmente se usa el código **Número asociado).

–Llamadas a tres: previo registro, con este servicio se puede establecer una conferencia entre tres personas, se puede realizar aunque ya dos personas estén hablando y se añada la tercera después (se realiza pulsando R+3).

–Despertador/ Recordatorio automático: si activamos este servicio, la central llamará al domicilio en las horas que nosotros hayamos fijado.

–Restricción de llamadas: para realizar la restricción de llamadas se debe de solicitar una clave y con ella desde el aparato telefónico hacer las restricciones que desee y modificarlas o eliminarlas si es necesario.

–Contestador: al activar este servicio, a partir de ciertos tonos de llamada, si no hemos cogido el teléfono, saltará solicitando al llamante que deje un mensaje. Se accederá al buzón haciendo una llamada al número de teléfono estipulado por la operadora. Podremos activarlo y desactivarlo cuando nos convenga desde nuestro teléfono.

–Información de cambio de número: si se realiza un cambio de número, este servicio avisa a los llamantes del nuevo número de teléfono.

–Ocultar número: este servicio nos sirve para realizar llamadas sin que el receptor de la llamada vea el número desde el que llamamos. Normalmente se realiza marcando un código y luego el número de teléfono al que queremos llamar si solo queremos ocultar nuestro número en una llamada determinada. Si queremos ocultarlo siempre, normalmente hay que registrarse.

–Portabilidad de terminales: permite trasladar el terminal telefónico de una roseta a otra o aunque la conexión esté establecida.

–Prioridad: permite establecer prioridad en ciertas llamadas.

–Retención: gracias a este servicio se puede retener una llamada y mientras se encuentra retenida establecer una nueva conexión pudiendo luego recuperar la llamada retenida.

–Múltiples números de abonado: permiten al usuario disponer de varios números de abonado.

–Información de tarificación: el abonado puede obtener información sobre la tarificación de una llamada en curso o realizada.

–Grupo de salto: se puede hacer un grupo con varios accesos básicos de forma que cuando se realice una llamada al número de salto pueda ofrecerse por cualquiera de los accesos mientras que haya un canal B libre.

–Reenvío de llamadas: se puede reenviar una llamada entrante a otro número.

–Línea directa sin marcación: permite realizar una llamada a un número determinado tan solo con descolgar el terminal.

Existe otro tipo de servicios suplementarios denominados Servicios Especiales, que mediante la marcación de un número de cuatro cifras nos dan información sobre algo en especial, según el número de teléfono que marquemos. Ejemplos de estos servicios son emergencias, bomberos, policía, la hora, operadora, cobro revertido, compartido, el estado de la cuenta del servicio (consumo de la línea desde la última factura), etc. A la hora de realizar la contratación de estos servicios debemos de tener en cuenta si son gratuitos asociados a la contratación, si son de contratación adicional o tienen tarifas suplementarias.

Ejemplo:

Gratuitos: Identidad de usuario llamante y conectado, retención, desvío si ocupado, etc.

De contratación adicional: Restricción de identidades de usuario llamante y conectado.

Con tarifas suplementarias: Múltiples números de abonado, reenvío de llamadas, información de tarificación, etc.

La recomendación UIT-T I.250 recoge la definición de todos los servicios suplementarios.

3.2.2. Específicos/adicionales (IMS: presencia, movilidad, multimedia,...)

Existe una tendencia actual a la búsqueda de All-IP que es la integración de todas las comunicaciones bajo una sola red basada en IP. Esta tendencia surge de los beneficios que aporta a los proveedores de servicios, ya que obtienen ventajas como el ahorro en infraestructuras, mayor flexibilidad o la sencillez de gestión y mantenimiento.

El sistema IMS nace en el congreso 3G.IP en el año 1999. El Subsistema Multimedia IP define la arquitectura de las redes de nueva generación (NGN) por las que se puede transmitir voz, multimedia y datos sobre IP de forma integrada. Ya no son necesarias redes independientes para implementar cada uno de los servicios con lo que ello conlleva en instalaciones y protocolos. Son muchos los nuevos servicios que se pueden ofrecer y crear gracias a las redes de nueva generación, pero no debemos de menospreciar los servicios tradicionales de los que ya disponemos, ya que son tan importantes como la creación de nuevos.

Con IMS se consigue introducir Internet en las redes de telefonía móvil, ya que se genera un sistema IP dentro de las redes UMTS que permite a los usuarios obtener servicios multimedia como videoconferencia o mensajería instantánea. Este salto de las redes móviles a las IMS se realiza de forma escalonada, ya que los operadores móviles buscan rentabilizar las inversiones en las infraestructuras ya realizadas.

La arquitectura IMS está implementada solamente sobre tres de las capas de las redes NGN que son la de transporte, la de control y la de aplicación:

–La capa de transporte es la que se encarga de iniciar y finalizar las sesiones, convertir los datos al formato adecuado (a IP).

–La capa de control: se encarga del registro de los dispositivos que se encuentran conectados a la red. En esta capa encontramos el núcleo de IMS (IMS Core) y es donde se encuentran los Call Session Control Function).

–La capa de aplicación: en esta capa se almacenan y ejecutan los servicios multimedia. A ella pertenecen los Servidores de aplicación y es donde residen los servicios que se ofrecen gracias a la red IMS.

Esta implementación de la arquitectura por medio de capas junto con la utilización de interfaces abiertos hace de las redes IMS, redes en las que se pueden desarrollar nuevos servicios fácilmente, haciendo de ellas redes más flexibles.

Algunos de los elementos que podemos encontrar dentro de una red IMS son:

–HSS (Home Subscriber Server): base de datos de usuario, en ella se almacena los datos necesarios de los usuarios, como la localización o el perfil, para poder realizar sesiones multimedia.

–Servidores SIP (CSCF, Call State Control Function): son necesarios para administrar las sesiones, se encargan de la gestión y enrutamiento de la señalización. Entre el HSS y el CSCF se encargan del enrutamiento de los mensajes de un usuario inicial a uno final. Existen tres tipos de CSCF:

–Proxy CSCF (P-CSCF): punto de entrada a una red IMS, recibe la señalización directamente desde el terminal. Coordina el acceso a la red autorizando los recursos y la QoS.

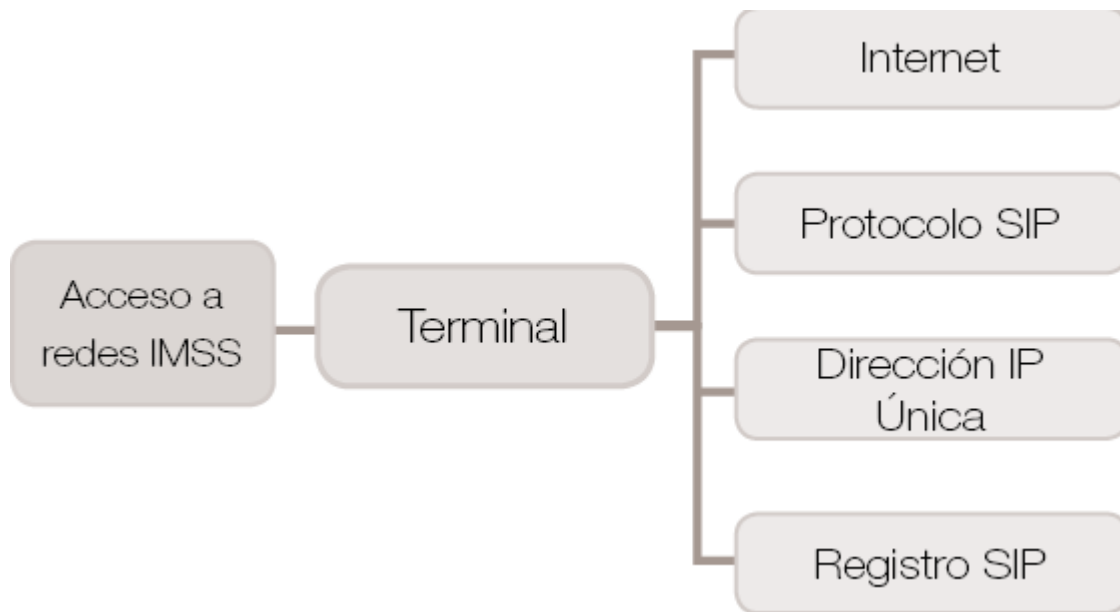
–Interrogating CSCF (I-CSCF): situado en la red local y se encarga de encaminar señalización SIP entre ciertos elementos de la red. Es un nodo intermedio que apoya a los otros nodos en el encaminamiento de las señales de señalización.

- Serving CSCF (S-CFCS): coordina el control de de las sesiones y del servicio IMS. Se encarga de los registros SIP de los usuarios que le corresponden y de la seguridad de la sesión.
 - Servidores de aplicación: entidades que ejecutan aplicaciones, proporcionan servicios de valor añadido. Un servidor de aplicación es un servidor dentro de una red que está implementado mediante un software que permite ejecutar aplicaciones concretas. Dentro de estos sistemas se utilizan tres tipos de servidores de aplicación: SIP, OSA y CAMEL.
 - Gracias a los servidores SIP, los usuarios pueden registrarse en las redes IMS, mediante este registro se les asigna una dirección IP para realizar las comunicaciones deseadas. Además crean y administran las cuentas SIP.
 - Los servidores OSA (Open Services Access) realizan las mismas funciones que un servidor SIP, pero necesitan de un intermediario que les traduzca los mensajes SIP.
 - El servidor CAMEL (Customized Applications for Mobile Network Enhanced Logic) sin embargo este servidor permite a los usuarios poder disponer de ciertos servicios. Este servidor también necesita de un elemento traductor de mensajes SIP.
 - MRF (Media Resource Function): se encarga de los recursos de media y se divide en MRFC (Media Resource Function Controller) y MRFP (Media Resource Function Processor).
 - IP Multimedia Media Gateway (IM-MGW): es el interfaz entre las redes IMS y las de circuitos.
 - Función de decisión de políticas (PDF).
- IMS no es una aplicación, ni crea aplicaciones, es una arquitectura o infraestructura que permite que se puedan crear dichos servicios o aplicaciones por terceros.

Se puede realizar la comunicación desde cualquier dispositivo mientras dispongan de conexión a Internet, también es necesario que los dispositivos con los que se envía y recibe la información utilicen el protocolo SIP (Session Initiation Protocol) de señalización para el establecimiento, mantenimiento y liberación de las sesiones (o conexiones). Aunque este no es el único protocolo utilizado por IMS:

- SDP: se encarga de la calidad de servicio y de definir la sesión acorde al tipo de sesión a la capacidad de los terminales.
- IPv6: es el protocolo de transporte.
- Megaco / H.248: permite a un Media Gateway un control remoto de las puertas de enlace.
- Diameter: este protocolo se encarga de la autenticación de los usuarios en su acceso a la red y de la tarificación.
- RTP (Real time Transport Protocol) o RTCP (Real time Transport Control Protocol): el primero se encarga de la transmisión de datos multimedia en tiempo real y el segundo es el que se encarga de enviar datos de control. Normalmente se envían paquetes RTCP dentro de los RTP.
- RSVP (Resource Reservation Protocol)/ Diffserv (servicios diferenciales): Entre los dos se encargan de la calidad de servicio (QoS). RSVP se encarga de reservar los recursos necesarios para una comunicación sin problemas. Diffserv es un protocolo que se encarga de estudiar los flujos de datos.

Cada terminal debe de poseer una dirección IP única lo que hace necesario que IMS esté implementado sobre IPv6 que dispone de 2^{128} direcciones mientras que en IPv4 el número de direcciones soportadas (2^{32}) es insuficiente.



Un dispositivo IMS debe de estar registrado en la red para poder transmitir información a través de ella. Es un registro SIP el que se realiza y mediante el cual el dispositivo puede enviar y recibir mensajes de señalización.

Veamos algunos de los requisitos que debe de cumplir una red para ser considerada una red de nueva generación:

- Debe de ser una red sobre la que se pueda transmitir tanto voz como datos.
- Estas redes utilizan IP (Internet Protocol) para transmitir cualquier tipo de paquete, independientemente de su naturaleza.
- Compatibilidad entre redes, para poder interactuar con redes más antiguas.
- Acceso a los servicios universales.
- Señalización por canal común, implementada en una red distinta de la que se encarga de la transmisión de datos.
- Debe de ser una red flexible, fiable, robusta, fácilmente adaptable y segura ya que su mayor distintivo es la QoS.
- Movilidad generalizada.
- Comunicaciones en tiempo real o diferido.
- Promover la libre competencia entre proveedores de servicios.
- Utilización de interfaces abiertos.
- Los servicios deben de estar implementados en un ámbito aparte de la transmisión, así son independientes y se pueden desarrollar sin que uno afecte al otro.
- La calidad de servicio es otro de los puntos fuertes que deben de cumplirse en estas redes haciendo uso de las tecnologías pertinentes.
- Mantenimiento sencillo.

Los servicios que ofrecen estas redes pueden ser de distintos tipos: interactivos, no interactivos, de red y regulados.

Los servicios orientados a los datos en una red NGN dependen de los terminales inteligentes conectados a ella, dependiendo así los servicios que ofrecen los proveedores no de la red, sino de los propios terminales. Por ejemplo no se podrá acceder a Internet sin un dispositivo preparado para ello, o no se podrá realizar una videoconferencia si nuestro dispositivo no dispone de cámara. Los servicios más comunes asociados a los datos son:

- Servicios referidos a datos
- Comercio electrónico
- Correo electrónico
- Videoconferencia

- Internet
- Juegos interactivos
- TV
- Realidad Virtual

Si hablamos de los servicios de voz, dependiendo del tipo de comunicación, esta se puede implementar sobre dispositivos considerados inteligentes y otros que no lo sean. En este caso será la red la que tenga el control de los servicios. Estos serán provistos por los operadores.

Gracias al servidor de aplicaciones se pueden ofrecer los distintos servicios al usuario, ya que es quien los almacena y ejecuta. Puede ejercer tres tipos de funciones, de UA (User Agent) origen o destino, como servidor proxy SIP cuando no ejecuta ningún servicio, o como B2BUA (Back to Back User Agent) en el que envía y recibe peticiones que debe de enviar al origen u otro lugar.

Es importante que hablemos del IFC o criterio inicial de filtrado (Initial Filter Criteria) puesto que es quien indica los criterios que se proporcionan a un determinado usuario. Mientras un usuario se está registrando el S-CSCF solicita al HSS los IFC. Así desde el mismo momento en que se registra el usuario el S-CSCF dispone de los IFC. Estos IFC se evalúan cada vez que se recibe una petición.

Los servicios estandarizados que ofrece la arquitectura IMS son las siguientes:

–Presencia: este servicio permite al usuario compartir su estatus con quien quiera para que otras personas puedan verlo y que otros puedan ver el suyo. Los datos que se pueden compartir con este servicio son del tipo ubicación, zona horaria o estado de ánimo. La mensajería instantánea es la que se beneficia directamente de los datos que se muestran gracias a la presencia, ya que indican a un usuario cual es el estado de otro usuario en un momento dado y así se puede saber si se puede contactar con él o no.

–Localización: indica la ubicación del usuario en un momento determinado. Esta información puede ser de gran utilidad para ofrecer servicios personalizados a los usuarios según la zona en la que se encuentren.

–Mensajería: existen muchos tipos de mensajes, los instantáneos, los largos, etc. Pero vamos a estudiar tres tipos de ellos: Pager, mensajes largos y modo sesión:

•Pager: son los que el usuario realiza cuando envía un mensaje a un contacto o lista de contactos. Es una comunicación de tipo unidireccional y en la que solo se envía un mensaje. En este caso no es necesario establecer una sesión para realizar el envío del mensaje. Este tipo de mensajes no pueden superar la longitud de 1300 bytes.

•Mensajes largos: son los mensajes de más de 1300 caracteres. Estos se envían de un modo similar a los de modo sesión, pero el receptor lo recibirá cuando se conecte a la red.

•Modo sesión: en este caso en vez de enviarse un mensaje se envía una invitación para poder establecer una comunicación bilateral y poder enviarse mensajes todos los implicados mientras la sesión esté activa (no solo un mensaje como sucedía con el tipo Pager). En este caso no se limita la longitud del mensaje a 1300 bytes.

–Gestión de movilidad: la movilidad hace referencia a la obtención de información desde cualquier punto en el que se encuentre un determinado usuario.

–Gestión de sesión: de la gestión de las sesiones se encarga el protocolo SIP.

–Gestión de políticas correspondientes a los servicios.

–Contabilidad: el sistema IMS entrega información sobre la tasación de los equipos de redes y servicios.

–Tarificación: antes de estas redes de nueva generación la tarificación se ha realizado habitualmente dependiendo de la cantidad de bytes enviados en cada comunicación realizada, pero con estas redes IMS se pueden establecer otros sistemas de tarificación más asequibles al usuario, como la tarifa plana, sin depender de la cantidad de bytes utilizados en la transmisión.

–Facturación: el sistema IMS registra los datos relacionados con cada sesión para luego proceder a la facturación.

Otros servicios que nos puede ofrecer esta tecnología son:

–Mensajería instantánea.

–Documentos compartidos.

–Push to Talk: servicio orientado a gestión de grupos que permite mediante la pulsación de un botón, comunicarse con el resto de los componentes de un grupo.

–Juegos interactivos.

–Conferencia: cuando hablamos de conferencia nos referimos a la comunicación entre varios usuarios donde puede ser utilizado tanto audio, video y texto para comunicarse. Existen varios tipos de conferencias:

•Loosely coupled conferences: no hay ningún control central entre los usuarios que participan en la conferencia.

•Fully distributed multiparty conferences: no hay ningún control central, los participantes se comunican entre ellos mediante SIP.

•Tightly coupled conferences: existe un control central, pudiéndose utilizar distintas clases de media en la misma sesión. Este tipo de conferencia es la que se implementa gracias a las redes IMS.

Hoy en día existen dos versiones de IMS:



3.3. Indicadores de calidad del servicio (QoS)

La calidad de servicio depende del grado de satisfacción del usuario que, aunque no lo parezca, está directamente relacionado con la rentabilidad de la línea, de manera que para que una red tenga una determinada QoS se deben de cumplir las expectativas de los usuarios. Un operador ofrece calidad de servicio cuando se compromete a dar en alguno de los parámetros un valor límite que no debe de ser rebasado, y si no se compromete a determinada calidad de servicio decimos que ofrece un servicio best effort.

La Unión Internacional de Telecomunicaciones ofrece un listado con los indicadores de QoS del sector público de telecomunicaciones (servicio público porque es aquel al que puede acceder cualquier usuario si se abona a la red).

Con esta regulación de la calidad de servicio se pretende:

–Transparencia: mantener a los abonados informados sobre la QoS de las ofertas existentes en el mercado.

–Garantizar una calidad de servicio aceptable en los servicios descritos como universales. Ejemplos de estos servicios universales son el servicio telefónico público desde una ubicación fija, entrega de una guía con los números de teléfono o las cabinas telefónicas.

Hasta el 31 de diciembre del año 2016, en España era Telefónica la que debía cubrir el servicio universal.

–Cada operador debe incluir compromisos de calidad compensando al usuario en caso de no cumplir con ellos.

–Informar a las Administraciones en caso de averías que afecten de forma importante a la calidad de servicio.

–Facturación al abonado sin errores.

Por ello, todos los operadores deben realizar presentaciones con sus indicadores de QoS.

Existen numerosos indicadores que pueden ayudarnos a medir la calidad de servicio de una determinada red, pero claro, estos dependen de la red y situación de la que estemos tratando.

De esta manera y sabiendo que la QoS mide la fiabilidad de la red, los indicadores de calidad de servicio generales que define la UIT para redes de telefonía son los siguientes:

IFCM0110 - OPERACIÓN SIST. COM. VOZ-DATOS - UF1866: Instalac. y configuración de servicios en equipos de telefonía

–Solicitudes no atendidas de líneas telefónicas principales: son las solicitudes de conexión a la Red Telefónica Pública Conmutada (RTPC) que no se pueden atender por falta de instalaciones, o sea a los usuarios a los que no se les puede dar servicio cuando solicitan una nueva línea. Normalmente se les da un tiempo estimado de solución del problema.

–Porcentaje de averías del servicio telefónico reparadas el día laborable siguiente: porcentaje de averías solucionadas como mucho al final del día laborable siguiente, los fines de semana y festivos no cuentan.

–Porcentaje de llamadas sin éxito durante la hora cargada: es el porcentaje del número de llamadas que no pueden realizarse por problemas debidos al operador (por ejemplo congestión o fallo de línea).

–Averías por cada 100 líneas telefónicas principales: es una medida que se realiza de forma anual y es el número de averías comunicadas por cada 100 líneas.

–Porcentaje de servicios de operadora que obtienen respuesta en 15 segundos: porcentaje de llamadas a operadora que se resuelven en 15 segundos o menos.

–Reclamaciones por cada 1.000 facturas: es el número de reclamaciones por motivos de facturación dividido entre las facturas totales y multiplicado por 1.000.

–Índice de satisfacción del cliente: Algunas empresas emplean técnicas para tener una medida del nivel de satisfacción del abonado.

Estos son los indicadores generales orientados a la red telefónica, pero podemos seguir desglosándolo y estudiar estos indicadores separándolos en parámetros que afectan a la red telefónica fija, a la red telefónica móvil e internet.

Los parámetros que afectan a la red telefónica fija en una llamada son sobre todo los siguientes:

–Porcentaje de llamadas fallidas: consideramos que una llamada es fallida cuando no llega a establecerse la conexión por motivos procedentes de la operadora.

–Tiempo de establecimiento de llamada: tiempo que tarda en establecerse la conexión desde el momento que se recibe la dirección por la red.

–Calidad de la conexión de voz: estimación de la calidad de voz de una llamada en condiciones normales.

En las redes móviles sin embargo medimos los siguientes:

–Proporción de llamadas fallidas: porcentaje de llamadas que se solicitan y no llegan a establecerse

–Proporción de llamadas interrumpidas: porcentaje de llamadas que se interrumpen de manera inusual.

Los de acceso a internet:

–Proporción de accesos de usuario con éxito: probabilidad con la que el usuario accede a internet de manera correcta.

–Proporción de transmisiones de datos fallidas: probabilidad de que pueda fallar una transmisión de datos. Da una indicación de la fiabilidad de los servicios de descarga.

–Velocidad de transmisión de datos: velocidad en descarga de datos desde un servidor a un terminal.

Como suponemos es en los momentos de congestión de forma general cuando la red puede perder o disminuir su calidad de servicio. El peor problema que existe es que cuando hay mucho tráfico el tiempo de servicio aumenta y las aplicaciones, pensando que los paquetes enviados se han perdido, reenvían los paquetes que ya habían sido enviados pero que no han llegado todavía a su destino sobrecargando más aun las redes. Para paliar este problema se crean mecanismos para poder dar prioridad a algunas conexiones y que su tiempo de servicio no sea elevado.

Normalmente cuando un operador ofrece una determinada calidad de servicio, lo suele hacer atendiendo a los parámetros:

–Ancho de banda: es el número de bits que se transmiten en un segundo a través del sistema (se mide en Kbps). Este ancho de banda puede verse afectado por factores como la topología de la red, cantidad de usuarios, congestión, etc.

–Retardo: en redes de datos también se le llama latencia y es el tiempo que tarda en transmitirse y en propagarse la información. Se mide en milisegundos (ms).

–Jitter: son las variaciones que puede haber en el retardo, o sea desviaciones de tiempo en el envío de la información. Se mide en milisegundos también (ms). Una forma de evitar esta variación en conexiones de VoIP es retrasando el conjunto de los paquetes que forman la escucha en el terminal del usuario llamado un

cierto tiempo, por ejemplo 30 milisegundos, así se pueden solucionar variaciones de hasta 30 milisegundos sin que el usuario lo perciba.

–Tasa de pérdidas: se mide en % y es el porcentaje de paquetes perdidos en relación con los enviados. Se calcula como:

$$\text{Tasa de pérdidas} = \frac{\text{nº de paquetes perdidos}}{\text{nº de paquetes perdidos} + \text{nº de paquetes recibidos con éxito}} \cdot 100$$

Finalmente para terminar este apartado, vamos a hablar de la gestión de redes, ya que gracias a una buena gestión de la red se puede dar la QoS requerida por el usuario. En la gestión de una red se desarrollan aspectos como la inicialización, monitorización y control de la misma con la finalidad de ofrecer una buena QoS.

Desde el inicio de las redes han existido varias formas de gestión, según las necesidades de cada periodo de tiempo. Al principio reinaba el caos ya que al haber distintos sistemas de gestión, según la red, había soluciones pero estas eran complejas, ineficientes y caras de implementar. La evolución de las tecnologías, de los servicios, de los tipos de servicios que solicitan los clientes y por supuesto la competitividad desde la liberación del mercado de las telecomunicaciones son las razones por las cuales los sistemas de gestión han ido adaptándose y unificándose. Su evolución ha sido la siguiente:

–Autónoma: cuando cada nodo tiene un sistema de gestión local y en caso de producirse un fallo, los administradores se ponían en contacto y lo solucionaban. Este es el primer modo de gestión que se utilizó, cuando había pocos nodos.

–Homogénea: cuando las redes están formadas con elementos de un mismo fabricante y se supervisan de manera remota mediante una aplicación. Este es el tipo de gestión que se utilizaba cuando el número de nodos ya había aumentado y el anterior dejó de ser válido.

–Heterogénea: cuando los elementos que forman la red ya no son del mismo fabricante y aparecen aplicaciones de gestión válidas para estas redes. Esto sucede según evolucionan las tecnologías y las redes

–Integrada: Finalmente aparece este tipo de gestión en la que un único centro de gestión se encarga de la red; para que esto fuese posible ha sido muy importante la normalización de las redes. Es necesario un protocolo para que se comuniquen los elementos de la red y el centro de gestión. Hoy día existen varios modelos de gestión integrada como la gestión de red OSI (Open System Interconnection, Interconexión de Sistemas Abiertos), la gestión de internet para gestionar el protocolo TCP/IP y la arquitectura TMN (Telecommunications Management Network, Red de Gestión de las Telecomunicaciones). El utilizar estos modelos obliga a las aplicaciones de gestión a usar plataformas de gestión de red, como pueden ser SunNet Manager, OpenView, NetView, etc.

Existen distintos modelos para realizar una gestión de red integrada:

–Arquitectura TMN, Red de Gestión de Telecomunicaciones (Telecommunications Management Network).

–Gestión de red OSI, Interconexión de Sistemas Abiertos (Open System Interconnection).

–Gestión de Internet para redes TCP/IP (SNMP/CMIP).

Arquitectura TMN

Esta arquitectura es un conjunto de normas dadas por la UIT para realizar la gestión de redes de telecomunicaciones. Lo que se pretende con esta arquitectura es, aparte de las funciones de gestión, tener una estructura de red ordenada y estándar para el intercambio de información entre los distintos dispositivos que componen la red. La arquitectura de red TMN intercambia información con otras redes TMN y con la red gestionada.

Esta arquitectura se puede definir en tres ámbitos: el funcional, el físico y el lógico.

Atendiendo a su funcionalidad esta arquitectura tiene distintos tipos de bloques funcionales que sirven para realizar la gestión de la red y que además pueden comunicarse entre sí:

En cuanto a las funciones de gestión:

–OSF (Operation System Function, bloque de función del sistema de operaciones): Realiza funciones de gestor y procesa información asociada a las aplicaciones gestoras.

–WSF (Work Station Function, bloque de función de estación de trabajo): Realiza funciones de estación de trabajo, conecta al usuario con el sistema y gracias a él se puede interpretar la información de gestión.

–MF (Mediation Function, bloque de función de mediación): Realiza funciones de mediación entre los NEF y los QAF con los OSF, o sea, adapta o filtra la información de los QAF y los NEF a los OSF.

En cuanto al sistema gestionado:

–NEF (Network Element Function, bloque de función de elemento de red) : Características de elementos de la red que hacen que puedan funcionar como agentes monitorizando y controlando recursos de la red.

–QAF (Q Adaptor Function, bloque de función de adaptador Q): Realiza funciones de adaptador Q, o sea le permite a TMN gestionar elementos que tienen un sistema de gestión propietario por medio de la adaptación de bloques funcionales que no pertenecen a TMN.

Además de los bloques funcionales disponen también de ciertos componentes funcionales:

–PF (Función de presentación): Muestra la información entre la interfaz de usuario y TMN.

–MAF (Función de aplicación de gestión): puede formar parte de cualquiera de los bloques funcionales y tiene la funcionalidad de aplicación de gestión. De hecho se denomina como OSF-MAF, NEF-MAF, etc.

–MIB (Base de Información de Gestión): Base de datos donde se almacena toda la información de gestión de los objetos gestionados pertenecientes al sistema.

–ICF (Función de Conversión de Información): Adapta la información entre dos interfaces.

–HMA (Función de Adaptación Hombre-Máquina): traduce la información entre el MAF y la TM para que lo muestre al usuario mediante la PF y viceversa.

Entre cada dos bloques funcionales existen puntos de referencia que son los puntos donde se produce el intercambio de la información entre ellos:

Punto	Entre los bloques:
q	NEF-MF
	MF-MF
	MF-OSF
	OSF-OSF
f	OSF-WFS
	MF-WFS
	NEF-WFS
	DCF-WFS
g	WFS-USUARIO
x	Red TMN- Otras redes

El ámbito físico de esta arquitectura define las interfaces y la forma en la que los bloques funcionales de los que anteriormente hemos hablado se implementan en elementos físicos y los puntos de referencia en las interfaces.

Sus bloques físicos o reales son:

- Sistemas de operación
- Estación de trabajo
- Equipos de mediación
- Adaptadores a interfaz Q
- Elementos de red

Esta arquitectura lógica está compuesta por cinco capas, cada una de ellas se encarga de un conjunto de funciones de gestión:

- BML: Capa de gestión de negocios
- SML: Capa de gestión de servicios
- NML: Capa de gestión de redes
- EML: Capa de gestión de elementos
- NEL: Capa de elementos de red

Modelo de referencia OSI

El modelo de gestión de redes OSI (llamado de sistemas) está formado por cuatro modelos:

- Modelo de comunicaciones: define el protocolo que utiliza en la gestión y qué servicio provee.
- Modelo de información: Define los recursos de red.
- Modelo funcional: Define las funciones que se realizan en la gestión.
- Modelo de organización: explica posibles formas de fraccionar la red en dominios más pequeños.

El modelo de comunicaciones CMIP (Common Management Information Protocol) es el protocolo que permite la comunicación de la información de gestión entre diferentes SMAE. Es un protocolo complicado, ya que necesita mucha capacidad de CPU y memoria y genera cabeceras muy largas en los mensajes. Por otro lado es muy fiable ya que asegura que los mensajes alcanzan su destino, tiene un funcionamiento distribuido y realiza una gestión orientada a eventos.

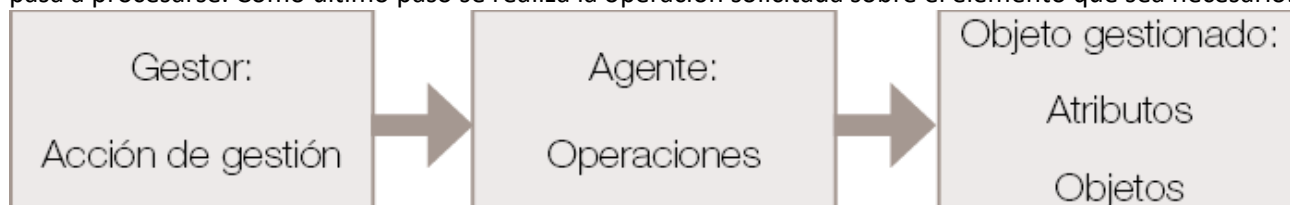
Este protocolo ofrece servicios de manejo de datos, informe de sucesos y control directo. Con manejo de datos nos referimos a que el gestor utiliza este protocolo para pedir y modificar información del agente, en informe de sucesos sucede que el agente utiliza el protocolo para enviar sucesos al gestor y con control directo nos referimos a que el agente también lo utiliza para pedir al agente que realice alguna acción.

Los mensajes del protocolo CMIP constan de los siguientes campos:

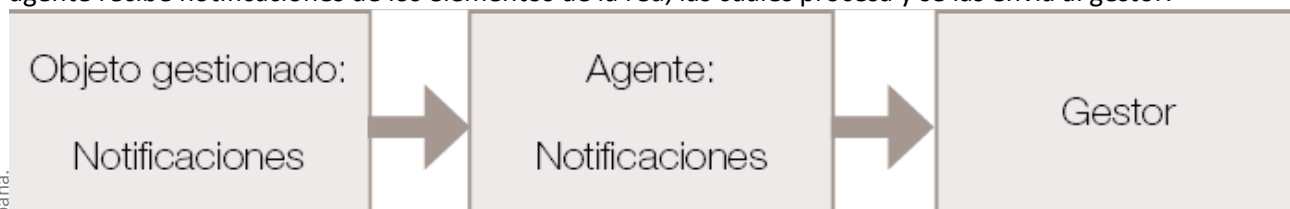
- Identificador de petición
- Clase del Objeto
- Instancia del objeto
- Ámbito
- Filtro
- Control de Acceso
- Sincronización
- Lista del identificador del atributo

Continuemos con el modelo de información de la arquitectura OSI. Los mensajes entre el gestor y el agente se pueden producir en dos direcciones, tanto del agente al gestor como del gestor al agente y suceden de la siguiente forma:

–El gestor envía al agente un mensaje para que realice alguna acción de gestión, cuando este mensaje llega al agente, debe de pasar un control de acceso, cuando lo pasa es que la operación está aceptada y entonces pasa a procesarse. Como último paso se realiza la operación solicitada sobre el elemento que sea necesario.



–Cuando el agente se comunica con el gestor es normalmente para enviarle notificaciones. En este caso el agente recibe notificaciones de los elementos de la red, las cuales procesa y se las envía al gestor.



El enfoque del modelo de información está orientado a objetos, donde cada uno de los elementos gestionados debe cumplir con las siguientes características:

- El objeto tiene que encontrarse en la jerarquía de herencia.
- Atributos visibles.
- Se deben de poder realizar operaciones de gestión sobre él.
- Poder enviar notificaciones.

Las operaciones que se realizan sobre los objetos pueden ser de dos tipos, las que se aplican a atributos y las que se aplican a objetos. Algunas de las funciones que se pueden realizar son las siguientes:

- Orientadas a atributos
- Get Attribute value
- Replace Attribute Value
- Set-to-Default Value
- Add Member
- Remove Member
- Orientadas a objetos
- Create Object
- Delete Object
- Action Object

Para el modelo funcional de OSI, la ISO dividió la gestión de redes en cinco áreas o competencias distintas:

–Gestión de prestaciones (Performance): tiene como objetivo el mantenimiento del servicio de la red. Existen numerosos indicadores para gestionar las prestaciones de una red, pero vamos a ver tan solo los más habituales y comunes entre los sistemas de gestión. Estos indicadores se pueden dividir en indicadores orientados al servicio que evalúan la satisfacción del usuario en su acceso a la red (disponibilidad, tiempo de respuesta y fiabilidad) y orientados a la eficiencia que miden la utilización de los recursos de la red (prestaciones y utilización). Veámoslos más a fondo:

•Disponibilidad: se mide en % y es el porcentaje de tiempo que una red o una aplicación están disponibles para que puedan ser utilizadas por el usuario. Este porcentaje depende del correcto funcionamiento de todos y cada uno de los elementos de la red. A este correcto funcionamiento se le denomina fiabilidad del componente y los fabricantes dan este parámetro como MTBF (Mean Time Between Failures) y el MTTR el tiempo de reparación (Mean Time To Repair).

La disponibilidad se calcula de la siguiente forma:

$$A = \text{MTBF} / (\text{MTBF} + \text{MTTR})$$

Una forma de tener una mayor disponibilidad es poner elementos repetidos de forma que la red no dependa de uno solo o configurar la red de forma que el sistema siga funcionando aunque con menos prestaciones.

•Tiempo de respuesta: es el tiempo que transcurre desde que un usuario realiza una petición hasta que obtiene su respuesta en el terminal, o sea el tiempo que tardan los datos en llegar a la red, procesarse y ser devuelta su respuesta. Cuanto más corto sea este tiempo, la productividad obtenida por el usuario y el equipo es mayor, por lo que interesa que así sea, pero hay que tener en cuenta que reducir este tiempo para un proceso puede suponer ralentizar otro, cosa que tampoco nos interesa, por lo que debemos quedarnos en un punto medio.

Su cálculo se realiza como la suma de todos los tiempos desde la petición hasta la obtención de la respuesta:

$$t_r = t_{\text{petición}} + t_{\text{cola_petición}} + t_{\text{respuesta_petición}} + t_{\text{CPU}} + t_{\text{cola_respuesta}} + t_{\text{servicio_respuesta}} + t_{\text{terminal_respuesta}}$$

•Fiabilidad: se mide en % y es el porcentaje de tiempo en el que no se producen fallos en el envío de la información por parte de un elemento, o lo que es lo mismo, la probabilidad de que un elemento funcione correctamente. Es obvio que este es uno de los factores que pueden afectar bastante a la QoS.

•Prestaciones (throughput): es la tasa de aparición de eventos a nivel de aplicación. Es útil conocer estos valores para estimar la demanda y poder evitar problemas futuros.

•Utilización: se mide en % y es el porcentaje teórico de uso de un elemento de la red. Es importante observar este indicador para saber en qué zonas de la red pueden haber congestión, ya que en este caso aumenta el tiempo de respuesta. El método utilizado para medirlo es la observación de la carga teórica y la real. Así se pueden tomar medidas como desviar tráfico a otras líneas más descongestionadas.

Las herramientas que se utilizan para la gestión de prestaciones son: MRTG, Netviewer, RRDtool, etc.

–Gestión de fallos (Fault): el objetivo principal en la gestión de fallos es darse cuenta del fallo y de las causas que lo han producido para solucionarlas. A veces esta tarea es complicada de diagnosticar y de localizar. A la hora de diagnosticar un fallo podemos encontrar distintos escenarios:

- Pueden ser muchas las causas del error, en las redes de hoy día son muchas las tecnologías que se ven inmersas y los fallos pueden provenir de cualquiera de ellas, ya sean equipos, medios de transmisión, protocolos, etc.

- Puede haber muchos fallos que provengan de un solo elemento de la red que haga a otros elementos de la red no funcionar correctamente, dando así todos estos elementos afectados señal de fallo.

- No tener las herramientas de diagnóstico adecuadas para la situación, o ser demasiado complicado su uso es otro de los grandes problemas que podemos encontrar a la hora de querer gestionar un fallo.

La gestión de fallos se encarga de múltiples tareas como anticiparse a los errores mediante una gestión preventiva de fallos (realizando pruebas), guardar un registro de los fallos más importantes, se le asocian herramientas para realizar pruebas, etc.

Una vez ha sucedido un fallo o incidencia se siguen los siguientes pasos:

- Detección: suena la alarma del usuario.

- Aislamiento: conseguir aislar el elemento que ha dado el fallo y reconfigurar la red para que pueda seguir funcionando sin este mientras se procede a su reparación.

- Diagnóstico: Se observan los síntomas que muestra la red con el fallo dado y se elaboran hipótesis para luego corroborarlas o descartarlas.

- Resolución: lo pueden resolver distintos especialistas: los operadores de help-desk, los especialistas y los fabricantes.

Algunas de las aplicaciones que nos pueden ayudar a realizar esta gestión de fallos según sus funcionalidades son: Ping, Traceroute, SNMP, HP Openview, etc.

–Gestión de contabilidad (Accounting): el objetivo de esta competencia es recolectar estadísticas del uso de los recursos por los usuarios y se pueden recolectar por el simple hecho de conocer o para poder cobrar por la utilización de dichos recursos, facturando por ellos. Estos recursos sobre los que se puede realizar esta contabilidad son: de comunicación, de hardware de computación, de sistemas y software y de servicios. Se puede solicitar información de distintos aspectos, como la identificación del usuario, el receptor, la cantidad de datos emitidos, el nivel de seguridad, etc. Esta gestión dispone de un sistema de control interno y otro de tarificación.

Entre sus tareas está la identificación del tipo de utilización de los recursos para poder tarificarlos, distribución de los recursos y la definición de métodos para la tarificación.

Algunas herramientas con las que se puede realizar esta gestión son SMARTxAC o Netflow..

–Gestión de configuración (Configuration): Se encarga de incorporar, mantener y retirar los elementos de la red tanto físicos como lógicos que forman la red cuando urge la necesidad.

Ejemplos de estos gestores son CiscoWorks, gCFG o RANCID para las configuraciones o Microsoft Visio y Open Office para el inventario.

La gestión de la configuración es la responsable de realizar cambios o ajustes en la red cuando se le solicite por medio de comandos; pero no son estas sus únicas funciones, sino que también da valores a atributos, establece relaciones entre dispositivos o las modifica, realiza informes sobre el estado de la configuración en un momento dado, etc.

Entremos a fondo en algunas de ellas:

Almacenamiento de la información de configuración: se define que elementos hay en la red, su estado en un momento dado y el valor que poseen sus atributos. Esta información se puede almacenar en una lista de campos de datos, en una base de datos orientada a objetos (donde cada elemento o un conjunto de ellos se representa por un objeto) o en una base de datos relacional, en la que además de dar los valores se indican las relaciones entre los elementos de la red. El administrador debe de poder modificar valores, objetos o datos.

Se guarda información tanto estática como dinámica. La estática es la que no cambia o cambia poco (qué dispositivos hay en la red, donde están, como se conectan, etc.) y la dinámica se refiere a la información que varía más a menudo (por ejemplo si un cierto elemento está activo).

- Gestión de cambio de valores: gracias a esta función se pueden modificar los valores de los atributos de los agentes a no ser que sean atributos invariables. Cuando se cambia el valor de un atributo de un elemento, cambia su configuración y entonces cambia también la información sobre este elemento en el agente y al cambiar esta información puede suceder que simplemente se actualice el campo en una lista o base de datos, que se actualice la lista o base de datos y además que el agente tenga que efectuar algún tipo de modificación sobre el elemento, o que se actualice la lista base de datos y además haya que realizar algún tipo de operación sobre el elemento del que se ha cambiado el atributo, como apagarlo o encenderlo.

- Creación y cambio de relaciones entre elementos de la red: se deben poder crear y modificar relaciones entre los elementos de la red de forma on-line, sin tener que detener la red. Estas relaciones se establecen con distintas finalidades, como por ejemplo crear un camino alternativo entre dos nodos.

- Inicio y desconexión de la red: al iniciar la red se deben de comprobar los elementos, las relaciones entre ellos, el valor de sus atributos, etc. Y al desconectar la red se obtiene información del estado de la red antes de apagarla.

- Gestión de SLA (Service Level Agreement): el SLA es el contrato que se hace entre el proveedor de servicios y el usuario, donde se especifica los servicios que se van a obtener y en qué niveles.

- Gestión de seguridad (Security): la seguridad es necesaria para garantizar la confidencialidad, la integridad y la disponibilidad del sistema a usuarios autorizados.

El tipo de labor que podemos realizar para evitar estas acciones son la defensa, asegurarse y denunciar en caso de violación de la seguridad. Al gestionar la seguridad también es útil el uso de políticas que disminuyan la gravedad de los efectos producidos en caso de ataque.

La gestión de la seguridad se encarga de identificar la información que se debe de proteger y conocer su localización, conocer por qué puntos se puede acceder a dicha información, protegerlos y mantener esa protección. Normalmente no se protege contra todos los riesgos, sino frente a los más importantes.

Los tipos de ataques se pueden dividir en ataques hardware o software, los ataques de hardware son de tipo físico, como robo o rotura de un equipo y los de software pueden ser por ejemplo:

- La interceptación: se accede a un recurso sin estar autorizado que es un ataque contra la confidencialidad.

- La interrupción de un programa o cambio en sus funcionalidades porque se haya modificado el mismo: cortar una línea de comunicación.

- Las copias ilegales de software: insertando elementos falsificados, este sería un ataque contra la autenticidad.

Los ataques que se producen en las redes pueden ser de tipo pasivo o activo. Los pasivos suelen ser ataques orientados a la privacidad y, aunque no es fácil detectarlos sí lo es prevenirlos, en estos ataques normalmente no se corta la comunicación, la escuchan para obtener información. Los activos son al contrario fáciles de detectar pero difíciles de prevenir. En este caso sí se altera la comunicación y son por ejemplo la suplantación de la identidad, modificación de mensajes y degradación fraudulenta.

Otras funciones de este sistema de gestión son mantener la información de seguridad, el control de acceso a los recursos y el control del cifrado.

Prácticas que pueden ayudar a la gestión de la seguridad son: tener un teléfono o dirección fácil de acceder en caso de ser necesario, gestión de los logs (registros de actividad del sistema) o la utilización de políticas claras de acceso.

Para ayudarnos a realizar estas prácticas o tareas, disponemos de aplicaciones como Nessus o Sigvi.

Una vez finalizado el modelo funcional hablaremos del modelo de organización, que es el que nos ofrece las posibilidades de dividir la red en dominios de gestión. La división de las redes no se realiza de forma aleatoria, sino que se tienen en cuenta diferentes políticas atendiendo a la funcionalidad, contabilidad, localización geográfica, etc.

Una vez dividida la red en dominios, dentro de cada uno de ellos se pueden asignar de forma dinámica los gestores y los agentes. Además, cada dominio debe de mantener una responsabilidad administrativa.

Gestión de internet

Al igual que arquitecturas anteriores, la gestión de internet tiene una estructura en la que existen los gestores, los agentes, la base de datos y un protocolo de gestión de red (aunque con otros nombres). La funcionalidad de cada uno de estos componentes es similar a las vistas en otras arquitecturas, lo que cambia es el formato de la red y el protocolo mediante el cual se comunican los distintos elementos de la red.

Las tres propuestas que surgieron en los años 80 son:

- HEMS (High level Entity Management System) fue el primer protocolo de internet.
- SNMP (Simple Network Management Protocol) es una versión mejorada SGMP.
- CMOT (CMIP over IP, Common Management Information Protocol over IP) que es un protocolo de gestión orientado a redes OSI.

Vamos a explicar los dos más utilizados que son el SNMP y el CMOT, puesto que HEMS ha desaparecido totalmente. En las redes de hoy en día funcionan el protocolo SNMP y CMOT, aunque SNMP está sufriendo una transición hacia CMOT puesto que aunque tiene una implementación sencilla, su nivel de seguridad y su nivel de funcionalidad son bajos.

Tanto SNMP como CMOT especifican el formato de los mensajes de control enviados entre agentes y gestores.

Comencemos viendo SNMP. Los elementos de la arquitectura SNMP son:

- NMS (Network Management Systems): sistemas administradores de red, estos sistemas supervisan y controlan el funcionamiento de los dispositivos gestionados utilizando a los agentes como intermediarios.
 - Agentes: están contenidos en los dispositivos administrados y se encargan de recoger y almacenar información obtenida del propio dispositivo gestionado donde se encuentran contenidos.
 - Dispositivos administrados (MD, Managed Devices): estos dispositivos contienen un elemento agente que se encarga de recoger la información del dispositivo y mediante el uso del protocolo SNMP ponerla en conocimiento del NMS.
 - MIB (Management Information Base): base de información de gestión. Estas MIB almacenan la información de forma jerárquica y su acceso se realiza utilizando el protocolo de gestión, o sea, el SNMP.
- Como hemos dicho, la gestión de internet se realiza mediante el protocolo SNMP que es un protocolo que se utiliza en la capa de aplicación y es el que se encarga de la comunicación entre gestores y agentes. Es un protocolo muy sencillo y con poca variedad de funciones, ya que solo permite a los gestores obtener o modificar valores de los agentes (con las funciones Get y Set) y a los agentes enviarles de manera asíncrona notificaciones a los gestores (con la función Trap). De esta manera, no puede ni solicitar acciones, ni crear o eliminar objetos.

Función	Operación realizada
GetRequest	Lo utiliza el NMS para obtener valores de un objeto.
GetNextRequest	Lo utiliza el NMS para obtener los valores de la siguiente llamada a un objeto.
SetRequest	Lo utiliza el NMS para dar valores a un objeto.
GetResponse/ SetResponse	Lo utiliza el agente para responder a cualquier de los mensajes anteriores.
GetBulk	Lo utiliza el NMS para obtener grandes bloques de información.
Inform	Lo utilizan los NMS para enviar notificaciones a otro NMS informándole sobre los objetos administrados.

Esta implementación tan sencilla del protocolo se realiza de esta manera por varias razones, como por ejemplo que el coste del software de los nodos será reducido y la fácil comprensión de las funciones que se realizan.

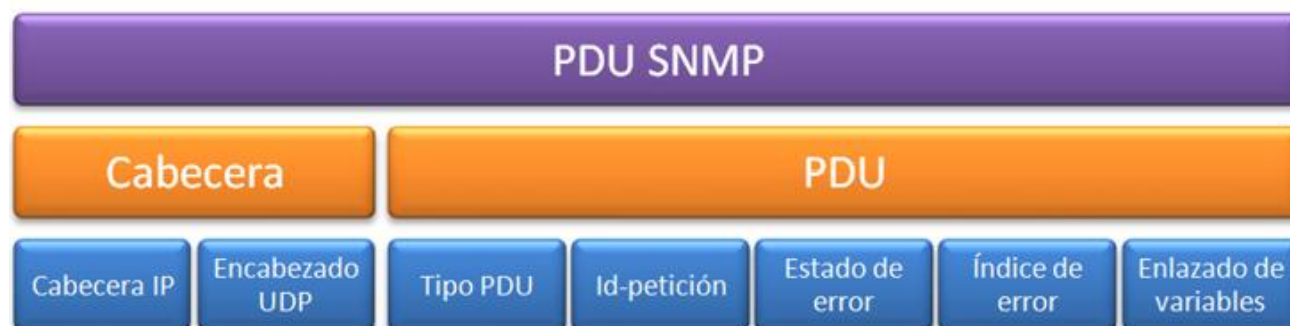
Cada elemento gestionado dispone de una serie de objetos que deben de estar definidos y codificados de la misma forma que es mediante el lenguaje ASN.1 (Abstract Syntax Notation One). Este lenguaje es también utilizado para describir las unidades de datos (PDU).

En la gestión de los dispositivos, el protocolo SNMP utiliza cuatro comandos básicos:

Comando	Función
Lectura (read)	Supervisa variables de los dispositivos gestionados
Escritura(write)	Modifica valores de las variables de los dispositivos gestionados
Notificación (trap)	Envía notificaciones de los dispositivos gestionados a los NMS cuando sucede algún evento
Operaciones transversales (Transversal Operations)	Recoge información en tablas Determinan el tipo de variable que utilizan los dispositivos gestionados.

Al ser tan simple su funcionamiento, cada gestor puede tener bajo su cargo un número elevado de agentes, del orden de cientos cada dos gestores (uno de ellos de backup).

Este capa donde actúa este protocolo que es la de aplicación intercambia información con la misma capa del destino mediante PDU (Protocol Data Unit, unidad de datos de protocolo). Estas unidades, en el caso del SNMP, de la siguiente manera:



Donde:

–Tipo de PDU: indica el tipo de PDU.

–Id-petición: Es un número que se utiliza en la comunicación entre el NMS y el agente para reconocer una respuesta a una solicitud pedida.

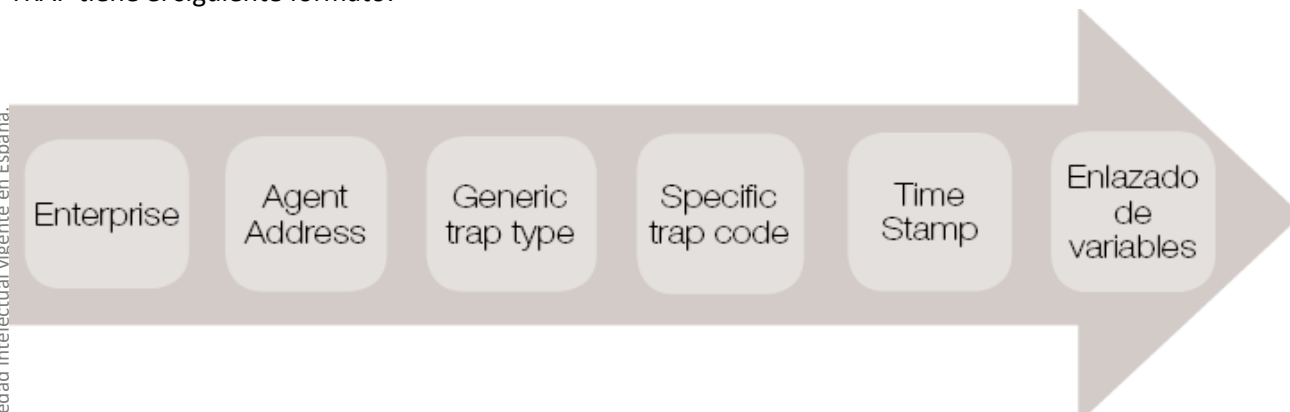
–Error de estado: indica un error de los siguientes:

- 0: Sin error (noError).
- 1: Muy grande (tooBig).
- 2: Variable inexistente (noSuchName)
- 3: Valor incorrecto (badValue)
- 4: Solo lectura (readOnly)
- 5: Error genérico (genErr)

–Índice de error: se asocia un error con un objeto. Este campo se utiliza solo en el caso de que el campo anterior contenga un valor distinto de 0.

–Variables: en este campo se colocan variables con sus valores.

El formato del PDU TRAP es un poco distinto, aunque también constan de cabecera PDU. La cabecera en este caso contiene la versión del protocolo utilizada y la clave que se usa para autenticar el mensaje. El PDU TRAP tiene el siguiente formato:



Donde:

- Enterprise: identificación del emisor de la notificación.
- Agent Address: dirección del emisor de la notificación.
- Generic trap type: existen varios tipos genéricos de notificaciones, y en este campo se indica uno de ellos:
 - Cold start (0): notifica el inicio o reinicio del agente.
 - Warm Start (1): notifica una modificación en la configuración del agente.
 - Link down (2): notifica que la interfaz de red está inactiva.
 - Link up (3): notifica que la interfaz de red está activa.
 - Authentication failure (4): Notificación de intento de acceso de un NMS no autorizado.
 - EGP neighbor loss (5): Notifica que un dispositivo que está unido a él y utiliza el protocolo EGP está inactivo.
 - Enterprise (6): otras notificaciones que incluyen los desarrolladores.
- Specific trap code: notificaciones privadas.
- Time Stamp: notifica el tiempo que ha pasado desde el ultimo reinicio de la red o del agente.
- Variables binding: información adicional sobre la razón de la notificación.

Cuando un NMS desea enviar un mensaje se procede de la siguiente forma:

- 1.- Se construye la PDU con el uso del lenguaje ASN.1.
- 2.- Se envía al servicio de autenticación adjuntando los valores de las direcciones de origen y destino y el nombre de comunidad, respondiéndole este con otro objeto ASN.1.
- 3.- Este objeto recibido se utiliza para construir un mensaje ASN.1 que es el que se enviará al destino.

Cuando un agente recibe el mensaje procede de la siguiente forma:

- 1.- Verifica que es un mensaje ASN.1 y su versión.
- 2.- Envía al servicio de autenticación los valores de las direcciones de origen y destino, el nombre de comunidad y los datos del usuario.
- 3.- Si todo es correcto, el servicio de autenticación devuelve un objeto ASN.1. Si no devuelve fallo.
- 4.- Se analiza la PDU y la procesa y si es necesaria una respuesta la genera.

Otro protocolo de gestión de red es el CMIP que, al igual que el SNMP, es el que se encarga de la comunicación entre los nodos de la red para realizar la administración de la misma.

Comparando este protocolo con el SNMP, lo mejora en sus defectos y debilidades por lo que actualmente es más utilizado que el SNMP, aunque también tiene sus desventajas en cuanto a la complejidad de su programación e implementación costosa:

- CMIP es un protocolo más eficiente que SNMP al gestionarse por eventos y además permite la recogida de grandes cantidades de información sobre el objeto gestionado.
- CMIP es un protocolo orientado a conexión, lo que lo hace más fiable a costa de producir sobrecarga en los intercambios de las señales de control.
- El rendimiento obtenido por CMIP es superior al de SNMP puesto que disminuye la señalización.
- CMIP es más sencillo que SNMP lo que finalmente supone también una simplicidad de implementación en los módulos hardware, software y su mantenimiento.
- CMIP permite supervisar mayor cantidad de objetos que SNMP.

3.3.1. Contadores estadísticos

Las primitivas utilizadas por los nodos para realizar distintas operaciones son:

Función	Sentido	Operación
M- CREATE	NMS->Agente	Crea una instancia de un objeto
M- DELETE	NMS->Agente	Borra una instancia de un objeto
M- GET	NMS->Agente	La utiliza para obtener información. Pide el valor de un atributo de una instancia de un objeto
M-CANCEL_GET	NMS->Agente	Finaliza una función un GET que activa y se desea terminar
M- SET	NMS->Agente	La utiliza para modificar información, da un valor a un atributo de una instancia de un objeto
M- ACTION	NMS->Agente	Solicita una acción
M- EVENT_REPORT	Agente ->NMS	Envía notificaciones al NMS cuando sucede un evento

Es un protocolo con alto nivel de seguridad.

Para terminar este largo apartado y ya fuera de la arquitectura de gestión de internet, queremos hacer una mención especial a todos los recursos humanos que se utilizan para poder realizar la gestión de las redes, ya que no son solo los protocolos y herramientas los que la realizan. Es necesario hacer uso de operadores, analistas, administradores y planificadores.

Los operadores se encargan de dar soporte a los usuarios con la ayuda de helpdesk, que es un software con el que se pueden gestionar y solucionar posibles incidencias. También recogen datos de las alarmas, las prestaciones, la utilización de la red, etc. Otras funciones son la realización de las pruebas preventivas el inicio y detención de los distintos elementos de las redes e instalaciones de software.

Los administradores se encargan de gestionar la red propiamente dicha en casi todos sus aspectos, el inventario, seguridad, configuración, contabilidad y de la evaluación del tráfico y QoS. Además deben tener un registro en el que se guardan todos los problemas que se han producido (fallos, incidencias, etc.).

Los analistas orientan su trabajo hacia la calidad de servicio ya que se encargan de la definición de los indicadores, al análisis de la calidad de servicio de la red y realizan correcciones para mantenerla. Son los que indican a los operadores y administradores el modo de operar ante las situaciones que se puedan encontrar.

Los planificadores sin embargo orientan sus funciones en el área de las telecomunicaciones como empresa. Se encargan de los informes económicos, asignaciones de presupuestos, costes y facturación, etc.

La calidad de servicio viene determinada por unos indicadores que pueden ser internos, como que el tiempo de resolución de fallos y mantenimiento sea el mínimo posible, o también pueden ser externos a la red, o sea problemas relacionados con la central de conmutación que pueden medirse con el soporte del servicio, accesibilidad, calidad de transmisión, etc.

Para poder medir la calidad de servicio es necesario monitorizar las redes ya que así podemos obtener datos para poder gestionar las prestaciones, fallos e incluso la contabilidad de la red. En la monitorización hay varios objetivos clave:

- Identificar la información: lo primero es conocer o identificar la información que queremos obtener.
- Acceso a la información de monitorización.
- Diseñar mecanismos de monitorización: este objetivo cubre el cómo se va a obtener dicha información (sondeo, informe de eventos o ambas).
- Utilización o procesamiento de la información: utilizar la información con la finalidad deseada, por ejemplo para solucionar un fallo de la red.

Cuando hablamos de monitorización, tenemos varios elementos de la red implicados:

- Aplicación de monitorización: esta aplicación se encarga de la gestión de prestaciones, fallos y recursos.
- El elemento gestor: es el elemento de la red que se encarga de recoger la información de los elementos agentes de la red. Las personas interactúan con estos elementos en las estaciones de trabajo.
- El elemento agente: obtiene y almacena la información del resto de elementos de la red para luego enviársela al gestor. Realizan las operaciones que les piden los gestores además de realizarles envíos

periódicos de información. Los agentes disponen de bases de datos de gestión (MIB) sobre la que los gestores les piden la información.

–Elementos gestionados: son los elementos de los que se obtiene la información sobre su actividad.

–Agente de monitorización: este es el elemento que genera resúmenes y estadísticas. Este elemento podemos encontrarlo en el gestor o como un elemento agente más de la red.

–Protocolo de gestión: no podemos olvidarnos de este elemento, puesto que es el que permite la comunicación entre los gestores y los agentes.

Estos elementos pueden tomar distintas configuraciones para realizar la gestión de la red:

–El nodo que realiza la monitorización es un nodo más de la red que también se debe gestionar por lo que en el mismo nodo está la monitorización, gestión, un agente y los objetos a gestionar.

–La configuración más habitual es en la que tenemos un gestor con su aplicación de monitorización que realiza la monitorización comunicándose con los agentes, teniendo cada agente sus objetos gestionados. Para comunicarse entre ellos utilizan el protocolo de gestión del que hemos hablado y además también la misma sintaxis de la base de datos.

–Hay algunos agentes que se encargan de monitorizar el tráfico de una red en vez de objetos. El gestor se comunica con el agente igual que en el caso anterior.

–La última de las configuraciones se da cuando hay elementos en la red que no utilizan el mismo protocolo que el gestor, en estos casos se utilizan proxies que realizan la conversión de los protocolos.

La monitorización de red es necesaria para la gestión de prestaciones, de fallos, de contabilidad y de configuraciones.

La monitorización se puede realizar para obtener distintos tipos de información:

–Estática: esta es la información que aunque puede cambiar no es lo más habitual, como por ejemplo la configuración de la red.

–Dinámica: esta información cambia constantemente ya que está relacionada con lo que sucede en la red en cada momento, con los eventos que se producen.

–Estadística: esta información está basada en los datos obtenidos en la información dinámica ya que con ella calculamos parámetros que son interesantes para nosotros. Estos cálculos solo los podrá realizar un sistema en caso de que se pueda acceder a la información dinámica. La información obtenida de este tipo de monitorización es la más significativa para la gestión. La información estadística se utiliza para gestión de prestaciones.

En definitiva, la finalidad de la monitorización es la obtención de información y para ello es necesaria la comunicación entre elementos gestores, los elementos agentes y los elementos gestionados. Por ello se llegó a la gestión integrada en la que hay una forma de acceso que comparten todos los elementos de la red, independientemente de sus funciones y el fabricante del equipo.

Existen unos parámetros asociados a los indicadores de calidad, que nos ayudan a medir la calidad de servicio de la red. Estos parámetros son distintos según el tipo de acceso que hagamos, no es igual para una llamada de voz por medio de la RTC, que para una red de nueva generación, esto es, que no se pueden medir los mismos parámetros en conmutación de circuitos que en conmutación de paquetes.

Para medir estos parámetros se hace uso de contadores de eventos para luego realizar ciertos cálculos con los datos obtenidos de ellos, estos cálculos los puede realizar tanto el agente como el gestor según sea el caso.

Ejemplos de parámetros significativos que gracias a los contadores de eventos pueden ser calculados para evaluar la calidad de servicio de la red son los siguientes:

–Porcentaje de llamadas fallidas:

$$\% \text{ Llamadas fallidas} = \frac{\text{n}^{\circ} \text{ Llamadas fallidas}}{\text{n}^{\circ} \text{ Llamadas correctamente conectadas}}$$

Este parámetro se calcula de manera trimestral sobre el tráfico real. Se hace distinción entre llamadas fijas, internacionales y a móviles internacionales.

Los contadores son necesarios para poder contar el nº de llamadas fallidas y el de llamadas correctamente conectadas y así obtener el % de llamadas fallidas.

–Tiempo de establecimiento de llamada:

$$t = t_f - t_i$$

Siendo:

t_f = momento en el que el terminal del llamado da ocupado, tono de llamada o señal de respuesta.

t_i = momento de información de dirección requerido por la red.

Este parámetro se calcula de manera trimestral sobre el tráfico real. Se hace distinción entre llamadas fijas, internacionales y a móviles internacionales.

–Calidad de la conexión de voz: se aplica un modelo de predicción (Modelo E de satisfacción) y se calcula un valor R que puede estar comprendido entre 0 y 100, siendo 100 el valor de mayor calidad.

–Proporción de llamadas interrumpidas:

$$\% \text{llamadas interrumpidas} = \frac{\text{nº llamadas interrumpidas}}{\text{nº llamadas establecidas}}$$

Se realiza por observación del tráfico real, entrante y saliente.

–Proporción de accesos de usuario con éxito: son medidas que se realizan con equipos de prueba y servidores específicos.

–Proporción de transmisiones de datos fallidas: son medidas que se realizan con equipos de prueba y servidores específicos.

–Velocidad de transmisión de datos: son medidas que se realizan con equipos de prueba y servidores específicos.

3.3.2. Tratamiento y reporting de estadísticas

El funcionamiento de un sistema de gestión depende del intercambio de información entre los elementos de la red y esto se realiza a través de protocolos.

Los mecanismos mediante los cuales se obtienen los datos de las redes, o sea los mecanismos de monitorización, son los siguientes:

–Sondeo o polling: en este caso se accede de forma periódica a la información. El gestor pide información sobre el parámetro que le interesa y el agente se la devuelve. Esta petición de información se puede realizar de dos formas: de manera específica, en la que el gestor pide a un agente una información determinada y de forma genérica o de búsqueda, el gestor busca una información con ciertos criterios. El mecanismo de sondeo o polling es muy sencillo pero tiene el inconveniente de que genera tráfico. En este caso es el gestor quien carga con el trabajo, aunque solo tiene que configurar algunos parámetros del agente, por ejemplo cada cuanto tiempo debe de enviar la información.

–Informe de eventos o event reporting: cada vez que se suceden unas condiciones específicas, el agente envía mensajes al gestor, así se genera menos tráfico de gestión en la red aunque es un sistema más complejo. Este mecanismo envía información cuando sucede algo importante en la red, como por ejemplo un fallo. Además también se envía un informe periódico del estado de los elementos de la red. En este caso es el agente quien carga con la complejidad de la situación ya que es éste el que debe de enviar los informes periódicamente o cuando se cumpla alguna condición.

–Sondas o proxies: es una mezcla del sondeo y los informes de eventos. Un proxy es un elemento capaz de gestionar elementos de la red que no son compatibles convirtiendo protocolos.

Una vez monitorizada la red para obtener información ya se puede ejercer un control sobre ella permitiendo tomar medidas sobre los dispositivos pudiendo así intervenir en su comportamiento.

La información de tipo estadístico puede obtenerse de dos formas:

–Se puede enviar la información dinámica al gestor y el gestor realiza las estadísticas que sean necesarias.

–El sistema puede generar él solo las estadísticas y enviarlas al gestor. Esta técnica genera menos tráfico en la red.

Las estadísticas son el mecanismo más eficiente de gestionar una red, ya que es conveniente que cualquier modificación o variación en la red se encuentre documentada. Ejemplos de estadísticas que nos ayudan a realizar la gestión de la red son las de contabilidad, capacidad, resolución de problemas, etc. A la hora de monitorizar una red nos podemos encontrar con el problema de qué indicadores utilizar, ya que pueden variar de unos fabricantes a otros

3.3.3. Feedback-> Mantenimiento Preventivo

Las redes de telecomunicaciones, al igual que cualquier otra tecnología, necesitan un mantenimiento con la finalidad de prevenir fallos y roturas que puedan afectar a la red, ya sea cortando o empeorando la comunicación a través de ella. Los equipos, cableados y demás componentes de la red tienen un periodo de vida finito que además puede verse acortado si no se realiza el mantenimiento adecuado a cada uno de ellos.

Los tipos de mantenimiento que se pueden realizar sobre una red de telecomunicaciones son:

–Preventivo: es el mantenimiento con el cual se sustituyen piezas cuyo ciclo de vida se considera que va a terminar antes de que se produzcan fallos en la red, para ello se verifica periódicamente el funcionamiento de los equipos y otros elementos de la red. También comprende la limpieza y la prueba de las piezas cuando sea necesario.

Un correcto mantenimiento preventivo mejora el funcionamiento de la red, ya que sus dispositivos están en mejores condiciones de fiabilidad, además se previenen los cortes de la red provocados por roturas y la duración de los elementos y equipos es mayor.

El mantenimiento preventivo se puede realizar en cualquier momento del día en caso de que no haya que cortar el servicio que normalmente se realizarán en horas que no se moleste a los usuarios, como a partir de las 12 de la noche.

–Predictivo: este mantenimiento se realiza cuando se detecta que un componente comienza a producir pequeños problemas en la red, como disminución de la calidad de servicio, y se sustituye para que no los genere problemas mayores más adelante.

–Correctivo: se realiza cuando el elemento o equipo de la red ya está dañado, el mantenimiento que se realiza es sustituirlo o repararlo, según el caso. Este se realiza tan solo si ha ocurrido alguna incidencia y abarca tareas como la localización del lugar de la alarma, cambio o reparación de la pieza afectada y realización de pruebas para comprobar que todo funciona perfectamente tras la sustitución o reparación.

–Proactivo: más que un mantenimiento son pequeñas modificaciones e incluso ampliaciones en la red que se realizan con la finalidad de mejorar las características de la misma.

Hay empresas especializadas en realizar estos mantenimientos de las redes y ellas mismas deben de cumplir unos niveles mínimos de servicio (muy importantes en el mantenimiento correctivo) acorde a parámetros como: tiempo de atención, en la recepción de avisos y el tiempo de respuesta y reparación. Normalmente estas empresas son los operadores o los fabricantes de los dispositivos.

Son varios los elementos a mantener en una red de telecomunicaciones, ya que hay que mantener:

- Líneas y equipos de abonado.
- Líneas de transmisión y señalización entre centrales.
- La central de conmutación.
- Sistema de control.

Para que se realicen estos mantenimientos, en especial el correctivo y el de preventivo, los sistemas lanzan alarmas cuando su funcionamiento no es correcto o es deficiente o necesitan mantenimiento, de aquí deducimos que hay distintos niveles de alarmas desde las más urgentes a las de mantenimiento.

Podemos dividir las herramientas de mantenimiento en tres grupos: equipos, instrumentos y sistemas.

Los equipos necesarios para el mantenimiento de las redes de telecomunicaciones son muchos, pero veamos algunos de ellos, comenzando con los que nos ayudan a realizar el mantenimiento de la red física:

–Polímetro o multímetro: el polímetro es una herramienta que nos sirve para medir corrientes, tensiones, resistencias, etc. Su funcionamiento es muy sencillo, pero hay que ser cuidadoso en utilizar la configuración adecuada del dispositivo (AC/DC, ajustar la escala, etc.).

Hoy en día existen muchos tipos de multímetros en el mercado, desde los analógicos más básicos hasta digitales cargados de nuevas funcionalidades.

–Telurómetro: Estos son los llamados sistemas de puesta a tierra que son sistemas de protección eléctrica para las personas y los equipos. Los telurómetros son dispositivos que nos permiten medir la resistencia de puesta a tierra y la resistividad del terreno.

Al igual que en el caso de los multímetros, podemos encontrar en el mercado versiones analógicas y digitales cuyo funcionamiento es el mismo, las diferencias radican en la precisión y en la forma de mostrar las medidas (aguja o display).

–Certificadores de cableado: los certificadores nos permiten comprobar que las instalaciones de cableado cumplan con los estándares necesarios. Los tradicionales se basan en la medición de cables de cobre, pero hoy en día los hay que miden fibra óptica también.

Estos dispositivos pueden ejecutar un autotest mediante el cual se realizan todas las pruebas necesarias para comprobar el correcto funcionamiento de la red. Algunos de los parámetros que podemos medir con estos equipos son: impedancia de las líneas, atenuación, resistencia de lazo, retardo de propagación, interferencias, longitud, etc.

La versión moderna de estos dispositivos dispone de un gran display para mostrar las medidas realizadas y poder visualizar medidas ya realizadas en otro momento, además de memoria interna donde almacenar los resultados de las mediciones.

–Testeador de red: sirve al igual que el anterior para realizar pruebas de cableado, pero gracias a ellos podemos detectar fácilmente la ubicación de un error producido en la red.

Una de las pruebas que realiza (TDX), nos sirve para conocer los puntos de la red donde se están produciendo interferencias y la otra (TDR) para localizar cortocircuitos, circuitos abiertos, conexiones mal hechas, etc.

Estos dispositivos cuentan también con un emisor de tonos que es un mecanismo que nos ayuda a localizar cableados ocultos en las paredes mediante la generación de tonos.

–Osciloscopio: los osciloscopios son equipos que nos permiten visualizar señales en una pantalla pudiendo medir fácilmente características de ellas. Podemos encontrarlos tanto analógicos como digitales, siendo hoy día mucho más cómodos los digitales ya que tienen la ventaja de poder transferir las medidas a un ordenador y realizan ciertas medidas de forma automática.

Además de equipos también se utilizan muchas herramientas de carácter mecánico para realizar estos mantenimientos. Veamos algunas de ellas, aunque existen muchas más:

–Navaja curva: Se utiliza en los cables coaxiales, para separar el propio cable, del tensor que le sirve de guía cuando su instalación es aérea.

–Pela chaqueta: Se utiliza para eliminar la cubierta protectora del cable coaxial.

–Banana: Se utiliza para seccionar cables coaxiales sin que se vea afectada su forma.

–Juego de copas Klein: Sirven para acoplar las cabezas de los tornillos a los dispositivos.

–Llave Bristol: Sirven para los tornillos de cabeza Bristol.

–Calibrador pie de rey: Sirve para medir la profundidad de un agujero.

–Esmeril de banco: Se utiliza para eliminar impurezas.

Como ya hemos dicho se utilizan muchas más herramientas, de las cuales muchas las conocemos y hemos utilizado todos en algún momento, como destornilladores, alicates, llaves de tubo, niveles, etc. De hecho podríamos clasificar las herramientas que podemos utilizar como específicas o generales, siendo las específicas las creadas especialmente para el mantenimiento de las redes y las generales que han sido creadas para un uso habitual.

Las redes no solo necesitan un mantenimiento físico, sino también funcional, para ello contamos con algunos equipos que nos ayudan en esta tarea:

–Analizador de protocolos: los analizadores de protocolos nos permiten analizar tramas de la red para observar el funcionamiento de los protocolos y aplicaciones de la red sobre la que viajan dichas tramas. La finalidad del mantenimiento realizado con este equipo es poder optimizar el funcionamiento de los protocolos.

Las característica principal que debemos de buscar a la hora de escoger uno u otro es la cantidad de protocolos que es capaz de reconocer. También hay otras muchas características que nos facilitan el trabajo como pueden ser los tipos de filtrado, las estadísticas sobre la utilización de línea o el almacenado de datos.

–Generadores de tráfico: estos dispositivos sirven exclusivamente para realizar pruebas en las centralitas, en las que es necesario que haya tráfico. El tráfico que generan estos dispositivos es igual al tráfico real e incluso se puede llevar a condiciones extremas en las que se utilicen al mismo tiempo todos los recursos disponibles de la centralita.

Existe también mucha variedad de estos dispositivos, debiendo seleccionar el más adecuado para el tipo de tráfico que deseemos generar.

–Analizador y emulador de señalización: Estos equipos son capaces de conectarse a una centralita y hacerse pasar por un terminal para realizar simulaciones.

Todavía no hemos hablado de las herramientas de software que nos ayudan a realizar el mantenimiento de las redes. El análisis que realizan estos programas nos puede ayudar a mejorar la configuración del sistema ya que nos permiten estudiar su funcionamiento más a fondo, aunque algunas veces, en caso de error, no se pueden ejecutar estas herramientas, ya que se ejecutan sobre el mismo dispositivo que está siendo revisado.

Estas aplicaciones informáticas son aplicaciones multinivel y tienen un carácter muy intrusivo, ya que deberían extraer los datos necesarios para sus análisis sin modificar el sistema, pero al tener que ejecutar la aplicación sobre el equipos ya están realizando modificaciones que pueden llegar incluso a enmascarar un problema existente. Excepto en el caso de que se esté realizando un análisis del hardware, que no se modifica nada.

La mayor ventaja del software es su versatilidad ya que se pueden obtener gran cantidad de datos de diferente naturaleza que además pueden ser representados en una gran variedad de formas. Además son muy flexibles ya que se pueden configurar para su funcionamiento automático, local, remoto, etc.

Estas herramientas las podemos clasificar en dos tipos, según su finalidad:

–De depuración de hardware: acceden al hardware del sistema pudiendo así verificar su funcionamiento e interacción con otros elementos del mismo.

•Detección y verificación del hardware: una vez instalados reconocen el hardware y realizan pruebas que les permiten comprobar la memoria del sistema y el procesador.

•Ayuda de configuración: realizan la identificación de elementos en el sistema y mediante la comprobación de su accesos directo y sus manejadores permiten definir la configuración adecuada del dispositivo.

•Código empotrado: este software cuando se instala es un módulo más del sistema operativo y nos ayuda a comprobar el hardware y a su mantenimiento.

–De depuración de software:

•Actualizaciones: este tipo de herramienta es de gestión del sistema por lo que no necesita un software específico.

•Diagnóstico y reparación de software, se realiza cuando existen fallos en el software mediante el uso de herramientas de las que un poco más adelante hablaremos

•Depuración y diagnóstico de aplicaciones: este tipo de tarea se realiza sobre el software normalmente antes de comercializarlo ya que se pueden solucionar errores además de mejorarlo.

Las herramientas de software que podemos utilizar para realizar el mantenimiento de la red son:

–Debuggers: son depuradores y gracias a ellos se pueden compilar los programas y analizar su funcionamiento y el de su entorno. Esta es una forma de eliminar errores.

–Profilers: analizan el consumo temporal de las ejecuciones de ciertas partes del código para así poder refinarlos.

–Desensambladores: sirven para analizar el código de un ejecutable.

–Uso de códigos de depuración y buenas prácticas en la programación de aplicaciones.

4. Procedimientos de configuración de equipos privados de conmutación telefónica

4.1. Configuración de centralitas privadas de conmutación

Las centralitas privadas se hacen necesarias para las grandes empresas y organismos ya que necesitan muchos teléfonos para comunicarse y no resultaría económico tener que contratar todas las líneas necesarias para todos los teléfonos. Las centralitas sin embargo van conectadas a un número determinado de líneas o enlaces de la red pública (las que la empresa contrata) y son las que comparten todos los terminales conectados a ella.

A cada una de las líneas que sale desde la centralita hacia un terminal, o sea, a cada línea interna, se le denomina extensión. Normalmente estas líneas son sencillas y se encuentran conectadas a terminales telefónicos sencillos, pero también existen unos terminales telefónicos más avanzados llamados propietarios que se fabrican solamente para que sean compatibles con una determinada centralita, que necesitan para conectarse cuatro hilos, en vez de dos. Estos son los terminales propietarios y ofrecen más funcionalidades que los habituales.

La implementación física de una centralita es la siguiente:

- Unidad de control: Se encarga de gestionar las operaciones que se le solicitan según la configuración de la centralita, se encarga de la gestión de la señalización, tanto entrante como saliente. Para ello necesita recibir cierta información numérica, y en base a esta es capaz de generar las órdenes necesarias para encaminar las llamadas. La unidad de control está formada por un procesador, memorias RAM y ROM y un conjunto de circuitos.

- Unidad de conmutación: se encarga de la conmutación de las líneas, o sea de conectar las llamadas que vienen del exterior con la extensión adecuada. Establece el canal físico. Esta unidad puede ser con bloqueo o sin bloqueo; lo más común es que sean sin bloqueo, de manera que los enlaces que se pueden realizar se corresponde con el número de entradas por la de salidas, por lo que siempre se puede realizar la conexión. En el caso de las sin bloqueo existe un límite de las posiciones de conmutación, por lo que cuando se exceda el número no se podrá realizar la comunicación, estando la central congestionada.

- Unidades de E/S (entrada/salida): se conectan a ellas tanto las líneas interiores como las exteriores.

- Generador de tonos: genera los tonos necesarios en cada terminal durante el proceso de la llamada.

- Fuente de alimentación: proporciona el voltaje necesario al equipo.

La unidad de conmutación se realiza conforme a dos técnicas distintas: por puertas o en bus. Por puertas cada elemento se conectaría a una puerta y por bus, cada elemento se conectaría a un bus con multiplexación por división temporal (TDM).

La implementación software está formada por las aplicaciones que sirven para configurar las centralitas y gracias a ellas se pueden obtener los servicios deseados.

No existe solamente un único tipo de centralita privada conforme a su estructura o el sistema utilizado, sino varios:

- PBX o PABX (Private Branch Exchange o Private Automático Branch Exchange): es en general cualquier centralita privada conectada a la red pública que gestiona tanto llamadas internas como externas. Estas centrales pueden utilizar terminales telefónicos convencionales o específicos.

- KTS (Key Telephone System): son sistemas multilínea, en estos dispositivos cualquier llamada externa es enviada a todos los terminales, para que cualquiera de ellos pueda atenderla (capturar el enlace). Los KTS presentan un número reducido de funciones y tienen que utilizar terminales telefónicos específicos.

- Centralitas analógicas: las que se conectan a la RTC y sus extensiones son también analógicas.

- Centralitas digitales: son las que se conectan a la red RDSI y además la conexión con sus terminales también lo es.

- Centralitas híbridas: es una mezcla entre las analógicas y las digitales ya que pueden trabajar con ambos tipos de líneas.

- Centralitas modulares: disponen de unas ranuras (slots) de expansión con las que se pueden ampliar para aumentar la cantidad de extensiones. Normalmente las centralitas de este tipo suelen ser con módulo de 4, 8, 16 o 32 líneas telefónicas.

–Centralitas escalables o ampliables: son centrales de funcionamiento autónomo con un procesador central o varios módulos, cada uno con su procesador central.

Existen terminales específicos para uso con las centrales privadas, que no son más que teléfonos convencionales a los que se les añaden ciertos indicadores. Los terminales específicos (llamados propietarios) son los que funcionan tan solo conectados a sus centralitas propias y los convencionales son los habituales de telefonía. Estos teléfonos deben de conectarse a las extensiones de la centralita. Es importante que el terminal de operadora sea un terminal propietario para poder realizar las operaciones de configuración sobre la centralita, ya que aunque existan terminales compatibles nunca son exactos a la central.

Los servicios que ofrece una centralita son: los básicos que puede ofrecer cualquier centralita, los integrados, que son los que ofrece la central (por medio de su software o de algún elemento o dispositivo en especial) y los asociados a la central que son ofrecidos por un dispositivo asociado a la centralita por distintos motivos, pero que mantienen un nexo fuerte gracias a los protocolos de comunicación entre ellos. Antes de configurar una centralita privada, es importante conocer los tipos de servicios que podemos obtener de ellas, para luego poder configurarlas acorde a los servicios que deseemos:

–Básicos

- Llamadas internas
- Llamadas externas

–Integrados:

- Integración de voz y datos: las modernas centralitas son capaces de transmitir por sus líneas tanto voz como datos.
- Creación de redes: estos equipos son capaces de crear redes privadas para las comunicaciones entre abonados cuya localización no sea cercana. Esto se puede realizar gracias al software de la central.
- Conexión con ordenadores: a veces es necesaria la comunicación de las centrales con ordenadores, por ejemplo para acceder a una base de datos en él contenida, y esto se realiza gracias al uso de un protocolo.
- Distribución automática de llamadas: es un tipo de gestión de las llamadas en la que se puede dar un tratamiento específico a una llamada entrante, como por ejemplo dándole algún tipo de prioridad.
- Medidas de tráfico: se realizan ciertas medidas del tráfico sin más finalidad que mantenerse informado acerca de la situación.
- Mantenimiento: funciones que se pueden realizar de mantenimiento en la centralita.
- Asociados:
- Ayudas a la operadora: existen sistemas que complementan a la operadora con la finalidad de apoyar y mejorar sus funciones
- Tarificación: se puede conocer la utilización de los recursos para analizarlos y tomar las medidas oportunas en caso de ser necesario.
- Guía telefónica: se puede crear una base de datos con los usuarios de cada una de las extensiones de la centralita.

Sistema de mensajería por voz: consiste en la grabación de mensajes de los llamantes para que luego el usuario los pueda escuchar.

- Conmutadores de paquetes: se puede conectar un conmutador a la red de datos de la empresa y así los usuarios pueden acceder a ella, siempre y cuando estén conectados a extensiones digitales.
- Videoconferencia: se pueden realizar videoconferencias gracias a la RDSI que dispone de un mayor ancho de banda.

Extensiones sin hilos: este servicio viene orientado a la movilidad en el interior de la empresa. Para ello es necesaria una estación de radio que limitará a los terminales una cobertura dada.

4.1.1. Planes de numeración: interno, externo, emergencia, etc

4.1.2. Listado y descripción de servicios disponibles

4.1.3. Configuración y parámetros correspondientes a los servicios disponibles

4.1.4. Nociones de comunicaciones vía comando Hombre-máquina/GUI (Graphical User Interface)

4.2. Configuración de conmutadores de paquetes de voz

4.3. Procedimientos y diagnóstico y gestión de averías e incidencias
