

# Telefonía *y* conmutación

**MANUEL JOSUE ESCOBAR CRISTIANI**

**RED TERCER MILENIO**

## TELEFONÍA Y CONMUTACIÓN

# TELEFONÍA Y CONMUTACIÓN

MANUEL JOSUE ESCOBAR CRISTIANI

RED TERCER MILENIO



## AVISO LEGAL

---

**Derechos Reservados © 2012, por RED TERCER MILENIO S.C.**

Viveros de Asís 96, Col. Viveros de la Loma, Tlalnepantla, C.P. 54080, Estado de México.

Prohibida la reproducción parcial o total por cualquier medio, sin la autorización por escrito del titular de los derechos.

Datos para catalogación bibliográfica

Manuel Josué Escobar Cristiani

*Telefonía y conmutación*

ISBN 978-607-733-163-6

**Primera edición: 2012**

Revisión pedagógica: Aurora Leonor Avendaño Barroeta

Revisión editorial: Dionné Valentina Santos García

## DIRECTORIO

---

**Bárbara Jean Mair Rowberry**  
*Directora General*

**Rafael Campos Hernández**  
*Director Académico Corporativo*

**Jesús Andrés Carranza Castellanos**  
*Director Corporativo de Administración*

**Héctor Raúl Gutiérrez Zamora Ferreira**  
*Director Corporativo de Finanzas*

**Ximena Montes Edgar**  
*Directora Corporativo de Expansión y Proyectos*

## ÍNDICE

<i>Introducción</i>	4
<i>Objetivo de aprendizaje general</i>	5
<i>Mapa conceptual</i>	6
Unidad 1. Conceptos básicos de telefonía	7
Mapa conceptual	8
Introducción	9
1.1 Historia de las telecomunicaciones	10
1.2 El problema básico de las telecomunicaciones	14
1.3 Alternativas para el establecimiento de la comunicación	17
1.4 Tipos de sistemas telefónicos	19
1.5 Unidades constitutivas de una central telefónica	22
1.6 Proceso de llamado básico	24
1.7 Concepto de tráfico y congestión	25
1.8 Tarificación y numeración	27
1.9 Aparato telefónico	30
1.10 La red externa	31
Autoevaluación	32
Unidad 2. Redes de telefonía	33
Mapa conceptual	34
Introducción	35
2.1 Redes de telefonía	36
2.2 Servicio de telefonía sobre conmutación de circuitos	41
2.3 Servicio de telefonía sobre conmutación de paquetes	42
2.4 Servicios sobre atm	45
2.4.1 Arquitectura de la red ATM	48
Autoevaluación	51
Unidad 3. Elementos de conmutación	53
Mapa conceptual	54

Introducción	55
3.1 Centrales SPC	57
3.2 Pabx	59
3.3 Routers	63
3.4 Conmutadores Atm	66
Autoevaluación	70
Unidad 4. Sistemas de señalización	71
Mapa conceptual	72
Introducción	73
4.1 De abonado	75
4.1.1 Señalización analógica	75
4.2 Entre centrales	80
4.2.1 Sistema de señalización de registro MFC	80
4.2.1.1. CAS (Señalización por Canal Asociado)	81
4.2.1.2. CCS (Señalización de Canal Común)	81
Autoevaluación	86
Unidad 5. Telefonía IP	87
Mapa conceptual	88
Introducción	89
5.1 Introducción	90
5.2 Principios generales y esquema de funcionamiento	90
5.3 Fundamentos de voz sobre IP	94
5.4 Estándares	100
5.5 Aplicaciones	101
5.6 Productos	103
Autoevaluación	111
<i>Bibliografía</i>	113
<i>Glosario</i>	114

## INTRODUCCIÓN

Dada la importancia que tienen las redes telefónicas como medio de transmisión y en pleno crecimiento del uso de la telefonía digital, esta materia aborda temas fundamentales en el envío y recepción de información, utilizando como medio de transporte a las redes telefónicas mundiales.

La función principal de la telefonía, desde que fue patentada el 14 de febrero de 1876, es escuchar el sonido, principalmente la palabra hablada, a largas distancias y de manera instantánea. Hoy en día, se brindan servicios adicionales al envío del sonido, mismos que están al alcance de una gran parte de la población mundial; uno de los más avanzados hace posible la realización de videollamadas, es decir, enviar y recibir imágenes junto con la voz, otros permiten el envío de documentos, la conexión a internet, entre otras acciones.

En esta materia se mostrarán los conceptos más importantes utilizados en la comunicación telefónica, se enseñará el funcionamiento y los componentes principales de las redes telefónicas tradicionales, tanto públicas como privadas, y de la comunicación de voz que utilizan las redes de datos, conocida como VoIP.

También, el libro cuenta con actividades de aprendizaje para reafirmar el objetivo general de conocimiento, y al final de cada Unidad el estudiante encontrará un apartado de autoevaluación. Se cuenta, asimismo, con fuentes bibliográficas para quien desee ahondar en los temas, y un glosario de términos para clarificar el significado de algunos vocablos técnicos.

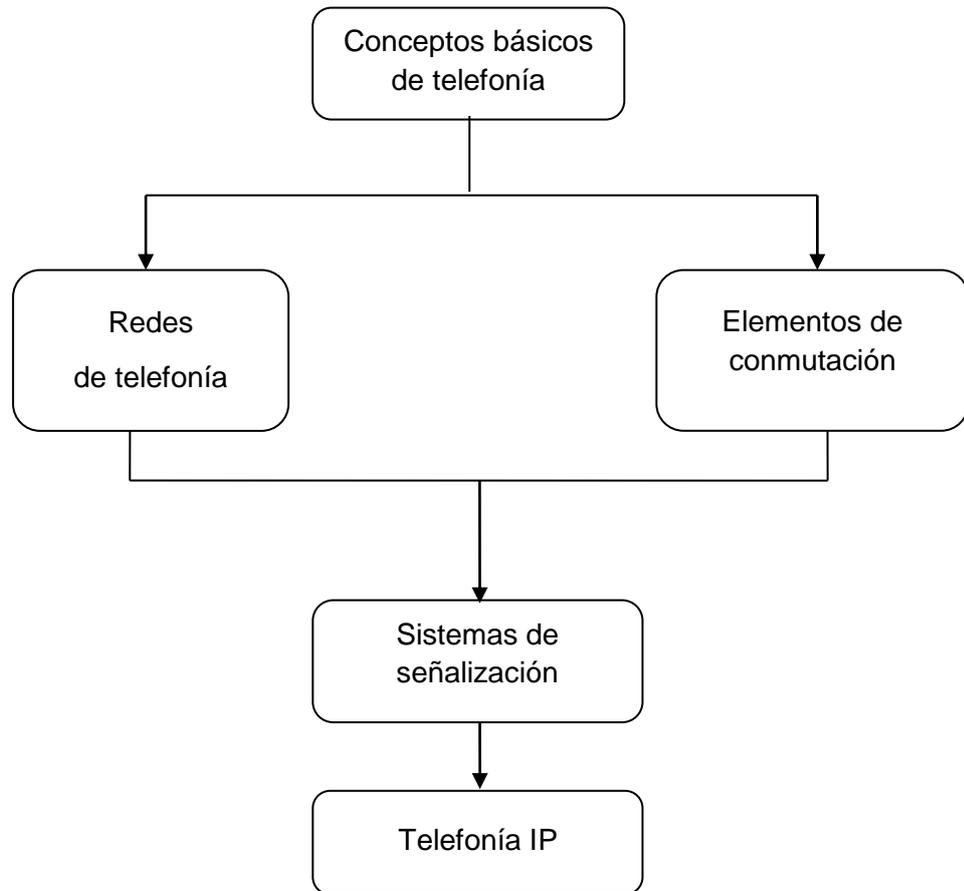
## OBJETIVO DE APRENDIZAJE GENERAL

El estudiante comprenderá los diferentes sistemas de comunicación utilizados en la telefonía, desde la telefonía tradicional de circuitos conmutados hasta las redes actuales de telefonía IP.

También conocerá los diferentes componentes de una red telefónica, y conocerá como aplicarlos para solucionar los problemas de comunicación de una empresa

Por último, pero no menos importante, el estudiante conocerá los diferentes estándares que se utilizan en la industria de la telefonía.

# MAPA CONCEPTUAL



# UNIDAD 1

## CONCEPTOS BÁSICOS DE TELEFONÍA

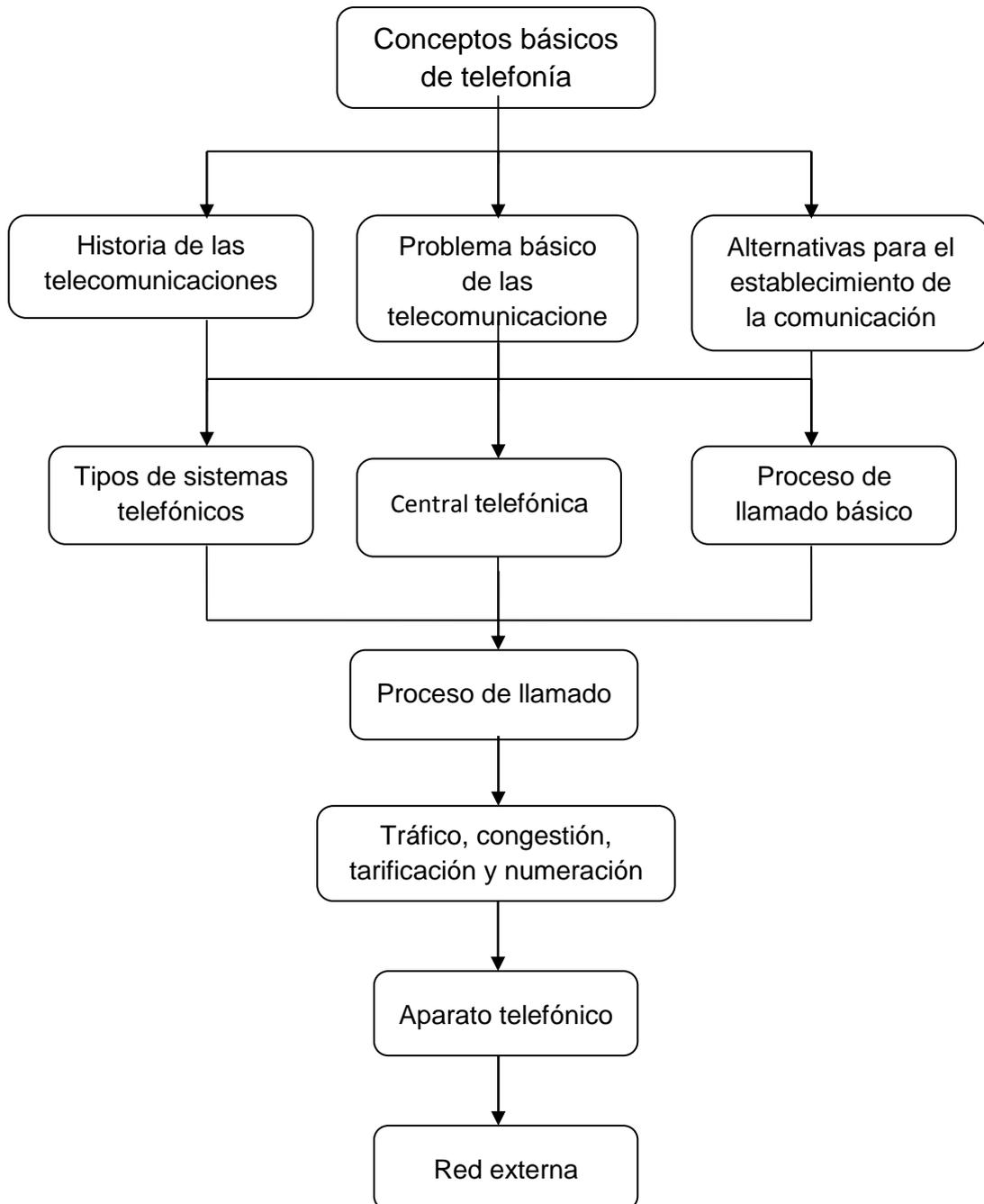
### OBJETIVO

El estudiante ampliará su visión acerca del desarrollo de las telecomunicaciones, analizará los diversos problemas que pueden presentarse en los procesos de comunicación, y aprenderá los diferentes tipos de sistemas telefónicos, así como los componentes de una central telefónica.

### TEMARIO

- 1.1 HISTORIA DE LAS TELECOMUNICACIONES
- 1.2 EL PROBLEMA BÁSICO DE LAS TELECOMUNICACIONES
- 1.3 ALTERNATIVAS PARA EL ESTABLECIMIENTO DE LA COMUNICACIÓN
- 1.4 TIPOS DE SISTEMAS TELEFÓNICOS
- 1.5 UNIDADES CONSTITUTIVAS DE UNA CENTRAL TELEFÓNICA
- 1.6 PROCESO DE LLAMADO BÁSICO
- 1.7 CONCEPTO DE TRÁFICO Y CONGESTIÓN
- 1.8 TARIFICACIÓN Y NUMERACIÓN
- 1.9 APARATO TELEFÓNICO
- 1.10 LA RED EXTERNA

# MAPA CONCEPTUAL



## INTRODUCCIÓN

La revolución de las telecomunicaciones se ha manifestado en todos los aspectos tecnológicos, comerciales y normativos de la industria. De ella ningún rincón de nuestro planeta, e incluso del espacio exterior ha quedado olvidado.

El principal indicador de todos los cambios sucedidos en las últimas décadas es internet, pero existen razones para afirmar que es el terreno de la telefonía donde los cambios en materia de comunicaciones se han dado con más fuerza.

Aunque el tráfico de datos ha crecido muy por encima del tráfico de voz, siguen siendo las redes telefónicas las más grandes; basta recordar que su infraestructura se extiende a millones de hogares y oficinas en prácticamente todas las ciudades del mundo; en nuestro país, aun en las regiones más alejadas y con difícil acceso se cuenta con telefonía rural, que cubre un sector de la población que no ha logrado ser cubierto por internet, tecnología que, a su vez, ha crecido en gran medida utilizando las grandes redes telefónicas existentes.

## 1.1 HISTORIA DE LAS TELECOMUNICACIONES

“Te llamaré más tarde”. Esta frase la hemos oído en infinidad de ocasiones. Pero, ¿qué sucede cuando marcamos algún número o cuando terminamos una llamada telefónica? Nunca pensamos en esto porque el teléfono se ha convertido en un elemento tan común en nuestras vidas que lo aceptamos como algo natural.

Hace unos 10 años en una conversación telefónica nunca preguntábamos “¿dónde te encuentras?”, pues asumíamos que la persona con la que hablábamos estaba en su casa o en su oficina; en ese entonces la telefonía móvil era incipiente.

Constantemente, el teléfono ha ido mejorándose y modificándose para satisfacer las necesidades, cada vez más demandantes, del hombre. Durante más de un siglo, desde el nacimiento del primer teléfono, el cual surgió por medio de una serie de experimentos de telegrafía, el sistema telefónico ha representado la infraestructura principal para la comunicación a nivel internacional.

Desde sus inicios las redes telefónicas han funcionado basándose en una técnica conocida como “conmutación de circuitos”. Un circuito conmutado es un canal que se reserva para ser usado en forma exclusiva para una sola sesión de comunicación: cuando una persona “descuelga” su teléfono y marca un número, en el otro extremo alguien más también descuelga su teléfono, así, el sistema telefónico asigna un enlace dedicado de extremo a extremo y lo mantendrá reservado mientras dure la conversación.

Este sistema, diseñado para transmisiones analógicas de voz, es inadecuado para las necesidades modernas de comunicación (transmisión de datos, facsímiles y video), lo que ha establecido un compromiso internacional para sustituir una parte del sistema telefónico por un sistema digital avanzado conocido como red digital de servicios integrados (RDSI). Las investigaciones han dado paso a la telefonía digital, que consiste en la codificación de la voz en forma binaria gracias a los avances de la computación.

En 1873 Alexander Graham Bell, quien daba la cátedra de filosofía vocal en la Universidad de Boston, comenzó a interesarse en el estudio de la

telegrafía múltiple. Él pudo concebir la idea de lo que llamó “telégrafo armónico”, capaz de enviar mensajes simultáneamente, es decir, distintos mensajes por un solo cable, utilizando para ello varios pares de resortes de acero. Graham Bell diría estas palabras: “Si pudiera hacer que una corriente eléctrica variara en intensidad precisamente como el aire varía en densidad durante la producción del sonido, podría transmitir la palabra telegráficamente”<sup>1</sup> iniciando así la idea de lo que hoy llamamos teléfono.

Su sueño pudo materializarse en 1876, con una conversación entre él y el también científico Tomas A. Watson, transmitida de una habitación a otra por medio de un aparato. Por primera vez se escucharon las palabras: “Señor Watson, venga, le necesito”. Esta transmisión se considera como el surgimiento del teléfono.<sup>2</sup>

Anteriormente en 1871 Antonio Meucci presentó una breve descripción de un aparato que llamó teletrófono, que había probado para comunicarse entre dos niveles dentro del edificio que habitaba y que usaba también como oficina, pero que no pudo patentarlo por problemas económicos.

Fue el 14 de febrero de 1876 que Alexander Graham Bell patentó en los Estados Unidos de América, su descubrimiento para la transmisión del sonido con el nombre de: “teléfono electromagnético”, el cual ha tenido un desarrollo vertiginoso e impactante que ha derivado en lo que hoy llamamos telefonía celular.

Los principales acontecimientos en la historia de la telefonía en general y en nuestro país, en particular, son:<sup>3</sup>

- 1876, invención del teléfono por Alexander Graham Bell.
- 1878, se inicia la construcción de una red telefónica en México para comunicar las oficinas de la policía.
- 1882, se funda Compañía Telefónica Mexicana (Mextelco).

---

<sup>1</sup> Tomado de la página Internet: <http://www.scribd.com/doc/28418922/Nacimiento-del-telefono>

<sup>2</sup> Tomado de la página Internet: <http://www.scribd.com/doc/28418922/Nacimiento-del-telefono>

<sup>3</sup> Véase: *La Comunicación en México*, del ingeniero. Rafael Martínez Peláez de la Universidad del Valle de México.

- 1883, se realiza en México la primera llamada internacional desde la ciudad de Matamoros Tamaulipas y la ciudad de Brownsville Texas en los Estados Unidos.
- 1889, descubrimiento de las ondas electromagnéticas que, a futuro, permitirían la comunicación inalámbrica a distancia.
- 1906, invención del tubo de vacío.
- 1909, primera transmisión de radio.
- 1919, se inicia la interconexión automática de centrales.
- 1924, invención del teletipo.
- 1936, primera transmisión de TV.
- 1938 Alec Reever patentó en Francia la codificación "Pulse Code Modulation" (PCM) que en español se conoce como modulación por impulsos codificados (MIC), sistema consistente en la transmisión y transcripción de información por medio de dígitos binarios
- 1940, existencia de 20 cables trasatlánticos para comunicaciones mundiales.
- 1946, Presentación de ENIAC (Electronic Numerical Integrator And Computer) que es considerada como la primera computadora electrónica.
- 1947, se funda Teléfonos de México, (Telmex) iniciando operaciones en 1948.
- 1948, primer enlace de microondas, con lo que se logra la transmisión de señales a grandes distancias sin necesidad de realizar cableados.
- 1957, lanzamiento del Sputnik 1. que fue el primer satélite artificial puesto en órbita por el hombre.
- 1960, nacimiento del circuito integrado con lo que se logra reducir el tamaño y el consumo eléctrico de computadoras y sistemas de comunicaciones.
- 1968, primera transmisión digital.

- 1970 México cuenta con servicio de conmutación automática de larga distancia y con plataformas de microondas de alta mediana y baja capacidad
- 1975, descubrimiento de la fibra óptica.
- 1975, se contaba en México con dos redes de telecomunicaciones públicas: la red telefónica y la red de Telex, esta última es una red switchheada para el envío de mensajes de texto.
- 1977, se realiza la primera transmisión telefónica utilizando fibra óptica, dicha transmisión se llevó a cabo en los Estados Unidos.
- 1977, se dicta en México, la conferencia: "Principios y alternativas en tecnología para la Red Mexicana de Telefonía Rural" cobrando gran auge la telefonía rural.
- 1978, se diseña el conjunto de protocolos TCP/IP
- 1979, definición del modelo OSI de la ISO.
- 1980, TELMEX inicia el uso de sistemas digitales.
- 1983, el Departamento de Defensa (DoD) de los EUA adopta TCP/IP como un conjunto de protocolos estándar para comunicación de datos siendo la base de la comunicación de la Internet.
- 1987 un circuito integrado contenía un millón de transistores.
- 1988, Primer cable transatlántico submarino realizado con fibra óptica (TAT-8). Tenía una capacidad de cuarenta mil llamadas simultáneas, comunicaba Estados Unidos, Inglaterra y Francia. Su costo fue de 335 millones de dólares.
- 1989, surgimiento de la Jerarquía Digital Síncrona (SDH), la cual revoluciona los sistemas de transmisión con la utilización de la fibra óptica, sistemas más flexibles y con un gran ancho de banda.
- 1996, creación de la en México de la Comisión Federal de Telecomunicaciones (Cofetel), el cual es organismo gubernamental encargado, en México, de regir las telecomunicaciones.

## ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE

El alumno debe investigar por lo menos tres acontecimientos ocurridos en la historia de las telecomunicaciones, detallarlos, y efectuar una presentación donde los ubique en el tiempo comentando, el antes y después de tales acontecimientos.

El desarrollo de las comunicaciones en México ha logrado que el número de líneas telefónicas residenciales instaladas en el año 2000 superen los nueve millones a nivel nacional, los estados que cuentan con un mayor número de líneas telefónicas son:<sup>4</sup>

<b>Estado</b>	<b>Habitantes 2000</b>	<b>Líneas Residenciales</b>
Estado de México	12,472,648	1,290,926
Distrito Federal	8,450,809	1,851,178
Veracruz	6,857,389	374,829
Jalisco	6,235,981	791,853
Puebla	4,914,782	312,376
Guanajuato	4,625,930	311,624
Michoacán	3,931,372	256,788
Nuevo León	3,781,624	598,155
Chiapas	3,775,439	101,605
Oaxaca	3,416,849	102,393
Nacional	95,373,479	9,034,054

### 1.2 EL PROBLEMA BÁSICO DE LAS TELECOMUNICACIONES

La información nace en un sitio llamado “fuente”; cuando se transmite debe llegar a un punto diferente, el “destino”, y viajar como un mensaje utilizando un medio, el “canal de comunicación”. La distancia entre la fuente y el destino puede ser de unos pocos centímetros (por ejemplo cuando hablamos frente a otra persona) hasta miles de kilómetros (como ocurre en el caso de las transmisiones telefónicas entre la Tierra y la estación espacial

---

<sup>4</sup> Tomado de <http://www.inegi.gob.mx/inegi/default.asp> y de <http://www.cofetel.gob.mx/>

internacional, o para poder controlar las sondas espaciales que han recorrido nuestro sistema solar).

Por todo lo anterior, es posible mencionar que el problema central de las telecomunicaciones radica en que éstas deben ser:

- Rápidas. Cualquier información pierde su valor con el paso del tiempo, por lo que debe llegar lo más rápidamente posible desde su origen hasta su destino, aunque éste se encuentre a miles de kilómetros de distancia. Si la información tarda demasiado en llegar puede perder por completo su valor.
- Seguras. Se debe garantizar que la información no caiga en manos de alguien que haga mal uso de ella, o para que no llegue a quien simplemente no estaba destinada y que el destinatario reciba toda la información enviada y no sólo una parte.
- Veraces. Es importante garantizar que en el proceso de transmisión no se altere el contenido de la información.
- Accesible en costos. Para garantizar que lo que invertimos en hacer llegar la información de la fuente a su destino sea costeable.

El siguiente párrafo menciona claramente el problema de las comunicaciones:

Uno de los aspectos más abstractos e importantes de la información es que su valor puede disminuir al transcurrir el tiempo, por ejemplo: en un determinado momento una persona puede estar interesada en tener cierta información, pero ese interés puede decrecer llegando hasta a desaparecer algún tiempo después. Por otra parte, es necesario que la información sea de interés para el individuo que la adquiere o recibe, quien, además, no debe conocer *a priori* su contenido; en caso contrario, dicha información le resultará irrelevante. Es evidente que este estado de incertidumbre no necesariamente tiene que ser consciente ni voluntario.<sup>5</sup>

---

<sup>5</sup> Tomado de: [http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen3/149/htm/sec\\_4.htm](http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen3/149/htm/sec_4.htm)

Claude Elwood Shannon (ingeniero y matemático estadounidense conocido como “el padre de la teoría de la información”) define muy claramente el problema de las telecomunicaciones, y establece en sus estudios que un sistema de comunicaciones consta de cinco componentes:<sup>6</sup>

1. Fuente de información.
2. Transmisor de información. Su función consiste en depositar la información proveniente de la fuente en un canal de comunicación.
3. Medio físico de enlace o “canal de comunicación”. A través de él debe viajar la información desde la fuente hasta su destino.
4. Receptor. Es quien debe recibir y extraer la información del medio o canal para entregarla al destinatario final, cumple la función inversa del transmisor.
5. Destino final o destinatario (figura 1).



Figura 1. Los cinco componentes que participan en la comunicación.

Se debe usar un mensaje para que la información llegue desde una fuente hasta un destino, pero es preciso recordar que nunca un mensaje será lo mismo que la información que éste contiene.

## ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE

El estudiante deberá investigar por lo menos dos tipos de comunicación utilizados en el pasado, en ellos identificará, conforme a la figura 1 los elementos que los componen. Entregará un documento como resultado de su investigación.

<sup>6</sup> Véase “A Mathematical Theory of Communication” en: <http://c.bell-labs.com/cm/ms/what/shahhonday/shannon1948.pdf>

### 1.3 ALTERNATIVAS PARA EL ESTABLECIMIENTO DE LA COMUNICACIÓN

La red telefónica mundial fue planeada por medio de jerarquías. Las centrales locales conforman el nivel inferior, se forman por el conjunto de nodos que reciben las conexiones de los usuarios del sistema, llamados abonados. Cada nivel superior está formado por centrales enlazados de manera tal, que cuanto mayor sea la capacidad que las enlaza mayor será su jerarquía.

Este trabajo se realiza de forma automática, proporcionando diversas rutas a los usuarios para que éstos lleven a cabo sus llamadas, y es manejado directamente por las centrales. La selección de la mejor ruta se basa en criterios preestablecidos en los sistemas de control de las centrales, tratando siempre de enlazar la llamada por la mejor ruta existente; una llamada debe ser establecida sólo por aquellos nodos y canales indispensables para ser completada (minimizar el número de canales y nodos utilizados por una llamada es uno de los trabajos principales desarrollados dentro de las centrales telefónicas).

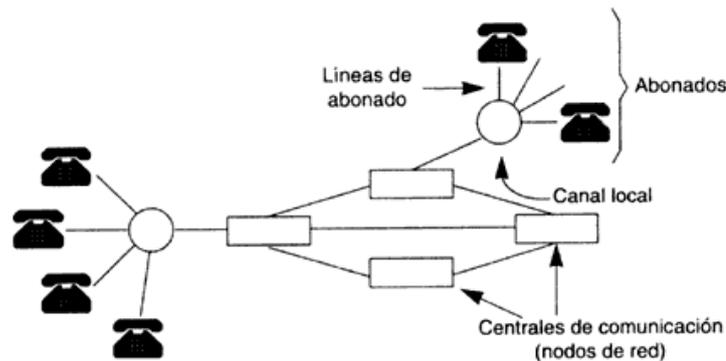


Figura 2. Arquitectura de la red telefónica.

Una central telefónica identifica (en el número seleccionado por el abonado que inicia la llamada), la central a la cual está conectado el abonado con el que se requiere establecer la llamada, y fija una ruta hacia dicha central, es decir debe enrutar la llamada entre la central del abonado origen hacia la central del abonado destino. La central del abonado destino le indicará a éste, por medio de una señal sonora (timbre), que está recibiendo una llamada.

Cuando una central ubica el destino debe reservar una trayectoria entre ambos abonados para poder iniciar la conversación. Dicha trayectoria

permanecerá en estado de ocupada hasta que los abonados den por terminada la llamada.

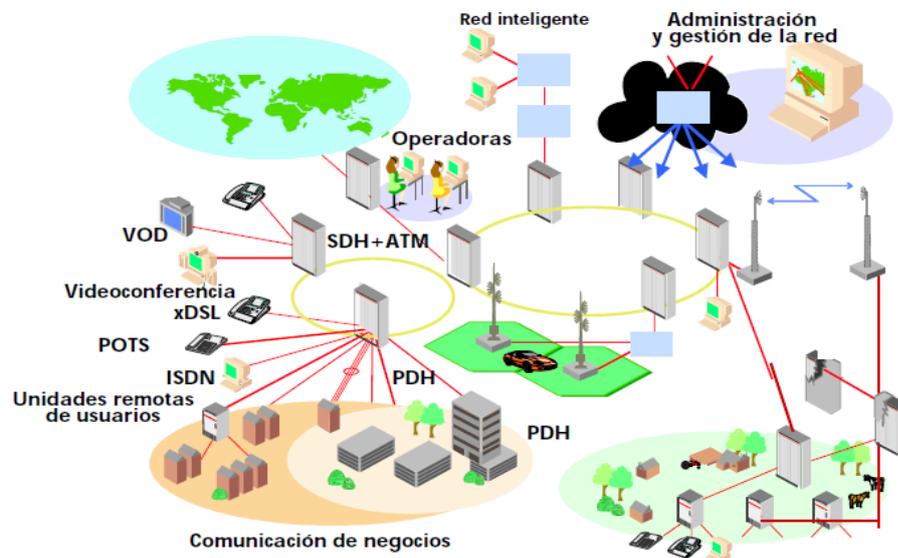


Figura 3. Esquema básico de la comunicación telefónica.

Las llamadas consecutivas entre los mismos abonados no garantizan que utilizarán la misma trayectoria: ésta depende de la disponibilidad, en el momento de realizarse cada llamada y de los canales libres entre ambas centrales. Es muy probable que dos llamadas entre los mismos abonados ocupen diferentes rutas; este cambio de ruta refleja también un cambio en la calidad de cada llamada.

Resumiendo, las redes telefónicas están construidas por varios tipos de centrales telefónicas, cada una es utilizada por el tipo de llamada requerida por los usuarios. Una clasificación de los tipos de centrales es la siguiente:<sup>7</sup>

- Central con capacidad de usuario (CCA).
- Central con capacidad de enlace (CCE).
- Central de tránsito urbano (CTU).
- Central de tránsito internacional (CTI).
- Central Internacional (CI).
- Central mundial (CM).

<sup>7</sup> Clasificación utilizada en: <http://teleinformaticaunerg.blogspot.com/2008/02/aplicaciones-teleinformticas-de-las.rtml>

Debido a la dispersión geográfica de la red telefónica y sus usuarios, existen varias centrales locales, enlazadas entre sí por medio de canales de mayor capacidad, de manera que cuando ocurren situaciones de alto tráfico no hay bloqueo entre las centrales. También hay una jerarquía entre las diferentes centrales que le permite a cada una de ellas enrutar las llamadas de acuerdo con los tráficos que se presenten.

Normalmente se utilizan cables de cobre para los enlaces entre los abonados y las centrales locales; sin embargo, en la actualidad, en muchos países ya existe la posibilidad de enlazar con fibra óptica hasta los abonados (enlace de última milla). Las centrales, debido al alto tráfico entre ellas, deben comunicarse entre sí por medio de enlaces de fibras ópticas, de cable coaxial o de canales de microondas terrestres o satelitales.

## ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE

El estudiante deberá investigar a qué central telefónica se conecta su universidad, y la marca y modelo de los equipos de conmutación que se ubican en esa central, deberá entregar en una presentación no menor a 10 diapositivas, en donde incluirá las principales características de tales equipos, el resultado de su investigación

### 1.4 TIPOS DE SISTEMAS TELEFÓNICOS

Cerca de los años setenta del siglo pasado, la red telefónica usada en todas las ciudades consistió en conmutadores analógicos conectados por sistemas de transmisión analógica (figura 4).

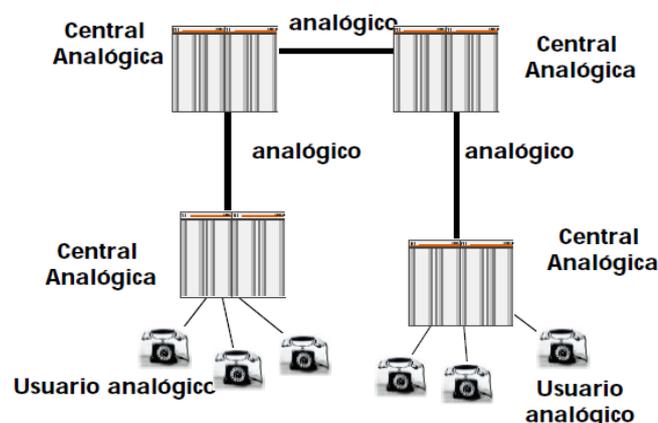


Figura 4 Red telefónica analógica

Desde la introducción de redes de larga distancia en los años treinta, nuevos problemas aparecieron en la red telefónica: el ruido y la pérdida de señal de transmisión, mismos que reducían la calidad de la red de larga distancia a niveles inaceptables. Como resultado, las compañías telefónicas iniciaron la búsqueda de sistemas que permitieran transmitir datos sin introducir ruido y manteniendo niveles de señal aceptables. Una de las soluciones para este problema se encontró en los años setenta con la introducción de la transmisión digital dentro de las redes telefónicas.

El primer sistema comercial de este tipo llegó a estar disponible ya avanzada la década de 1960; la red telefónica analógica fue lentamente evolucionando hacia la red híbrida (figura 5).

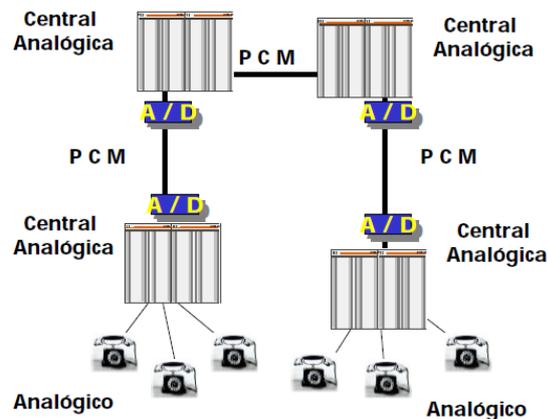


Figura 5. Red telefónica híbrida.

Con la comercialización de las centrales digitales en los años de 1980 (figura 6), se abrió el camino para la introducción de nuevas redes telefónicas con una excelente relación costo/eficiencia. Durante los primeros años del siglo pasado, el papel de la industria telefónica fue el de suministrar una red mundial de telecomunicaciones, principalmente para comunicación de voz. Para tal propósito, se desarrollaron nodos y medios de transmisión analógicos y digitales. Con la aparición de nuevas tecnologías, como las computadoras y gracias a la integración de circuitos digitales de gran capacidad, se han propiciado grandes cambios.

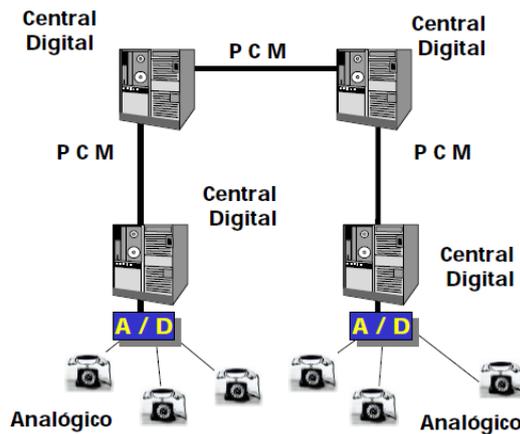


Figura 6. Red digital integrada.

Estos cambios implican, por un lado, la automatización de las redes telefónicas mediante la incorporación de nodos de conmutación con programas almacenados y mecanismos de transmisión digital. Por otro lado, han dado lugar al surgimiento de necesidades de comunicación no relacionadas con voz: datos, imágenes, etc., las cuales en su momento causan un efecto en el diseño y desarrollo de las redes de comunicación.

Por tanto, para el momento actual, se han creado una serie de redes alternativas. Estas nuevas redes deben soportar la interconexión entre ellas, tomando en cuenta las normas y estrategias internacionales, con el objetivo de crear una única red de servicios integrados.

También podemos mencionar que existen dos tipos de redes telefónicas:

- Redes públicas, ya sean fijas o móviles.
- Redes privadas, formadas por un conmutador.

Las redes públicas permiten la comunicación entre dos abonados cualesquiera, y las redes privadas son utilizadas por compañías para lograr cubrir sus necesidades de comunicación particulares.

## ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE

El estudiante deberá investigar qué son los enlaces PCM y entregará en un documento un resumen que incluya sus principales características y cuando aparecieron este tipo de enlaces.

## 1.5 UNIDADES CONSTITUTIVAS DE UNA CENTRAL TELEFÓNICA

Los principales componentes de una central telefónica son los siguientes:<sup>8</sup>

- Galerías subterráneas: los cables que provienen de los abonados acceden a la central por medio de dichas galerías.



Figura 7. Galerías subterráneas.

- Repartidor principal o MDF: es donde terminan los cables del abonado y por medio de puentes, realizados manualmente, se unen a cada uno de los servicios contratados por cada abonado.



Figura 8. MDF.

- Equipos de conmutación digitales o analógicos: atienden la telefonía convencional o RTB; los equipos digitales también soportan la red digital de servicios integrados RDSI.

---

<sup>8</sup> Las imágenes de los siguientes componentes de una central telefónica fueron tomadas de Internet de la página: <http://colgadotel.blogspot.com/2007/03/elementos-de-una-central-telefonica.html>

Las centrales digitales son un paso más en la evolución que se ha tenido desde las antiguas centrales manuales y, posteriormente, de las centrales automáticas analógicas electromagnéticas.



Figura 9. Equipos de conmutación digital.

- Multiplexor de acceso a la línea digital de abonado (DSLAM Digital Subscriber Line Access Multiplexer): este equipo se utiliza si el cliente requiere servicios de banda ancha, desde el repartidor principal se le “inyecta” una señal que proviene del equipo DSLAM; este equipo se puede considerar como un módem que, por un lado, se conecta al equipo del abonado y, por el otro, a internet.
- Equipos de transmisión o transporte: sirven para interconectar centrales. distribuyen por medio de fibra óptica los flujos de datos hacia su destino. Actualmente la transmisión tiende a integrarse con los servicios y redes de datos. Cuando se enlazan centrales ubicadas en diferentes ciudades, además de los cables de fibra óptica se utilizan enlaces satelitales.



Figura 10. Equipos de transmisión entre centrales.

- Baterías en flotación: la gran mayoría de los equipos telefónicos se alimentan con un voltaje de -48V de corriente continua suministrada por estas baterías.



Figura 11. Baterías en flotación.

- Generadores de energía: para asegurar un funcionamiento continuo libre de cortes de la red eléctrica tienen más de un suministrador de energía (en México sólo puede suministrar energía eléctrica la CFE) y generadores propios para evitar que las baterías lleguen a niveles críticos de descarga.

## ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE

El estudiante deberá investigar por lo menos el modelo y las principales funciones de un equipo de conmutación analógico y de uno digital, deberá realizar una presentación donde incluya por lo menos un sitio en el cual se utilicen esos equipos de conmutación.

### 1.6 PROCESO DE LLAMADO BÁSICO

En una red telefónica cada una de las centrales realiza las siguientes siete funciones básicas,<sup>9</sup> además pueden realizar funciones digitales adicionales:

---

<sup>9</sup> Como se menciona en: [http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/149/htm/sec\\_9.htm](http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/149/htm/sec_9.htm)

1. Cuando un abonado levanta el auricular de su aparato telefónico, la central a la cual está conectado el usuario lo identifica y le envía una "invitación" a marcar con un tono en su teléfono.
2. La central espera a recibir el número seleccionado, y con base en el número recibido debe seleccionar una ruta del usuario fuente al usuario destino.
3. Si la línea de abonado del usuario destino está ocupada (está en otra llamada), la central lo detecta y le envía al usuario fuente una señal con un tono de ocupado.
4. Si la línea del usuario destino no está ocupada, la central a la cual está conectado dicho usuario genera una señal para indicarle, por medio de un tono (timbre), al destino, la presencia de una llamada.
5. Al contestar la llamada el usuario destino, se suspende la generación de dichas señales.
6. Al concluir la conversación entre el usuario fuente y el usuario destino, las centrales deben desconectar la llamada y poner los canales a la disposición de quien coloque nuevas llamadas a partir de ese momento, es decir, deben liberar los enlaces utilizados durante la llamada.
7. Al concluir la llamada se debe contabilizar su costo, para que al final del periodo de facturación se le cobre al usuario que la inició.

## ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE

El alumno debe investigar y preparar una presentación de por lo menos cuatro servicios adicionales proporcionados por los proveedores de servicios telefónicos y describir cómo funcionan.

### 1.7 CONCEPTO DE TRÁFICO Y CONGESTIÓN

Se conoce como "tráfico" al hecho de que un circuito telefónico esté ocupado, es decir, cuando está siendo utilizado por o para establecer una llamada telefónica.

El tráfico es la cantidad de información transmitida por una vía de comunicación, en las redes digitales se puede medir como “bits/s” y en las redes de voz como “erlangs”.

Cada llamada telefónica realizada entre dos abonados ocupa:

- Los aparatos telefónicos de ambos abonados y el cableado llamado “de última milla entre la central y el domicilio del abonado.
- Un conjunto de circuitos intermedios ubicados en las centrales telefónicas y en las uniones entre dichas centrales.

Estos circuitos intermedios también llevan tráfico cuando están ocupados, por lo que no pueden utilizarse para establecer otra llamada. Al terminar la llamada entre los dos abonados, todos los circuitos intermedios deben ser liberados para poder ser utilizados para otra llamada. En este punto, el tráfico telefónico depende del número de llamadas y su duración.

Si todos los enlaces en la dirección deseada están ocupados, la llamada que se desea realizar fracasa por congestión, pues no existen circuitos disponibles que puedan utilizarse para comunicar a un abonado con un destino final. Un ejemplo claro de una congestión telefónica puede ocurrir después de una situación de emergencia, por ejemplo, después de un sismo: en los minutos siguientes una gran cantidad de abonados tratarán de comunicarse con sus seres queridos, lo que ocasionará un alto tráfico en la red telefónica que podría llegar, incluso a congestionar las centrales. Aunque éstas y los circuitos que las interconectan no hayan sufrido daño, las comunicaciones no pueden establecerse por congestión del sistema telefónico.

## ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE

Los estudiantes, en grupos de cinco, deberán investigar y preparar una presentación que incluya información en tablas y gráficas del tráfico promedio mensual del último año de la central telefónica que le brinda servicio a su universidad, en clase deberán presentarse los resultados obtenidos.

## 1.8 TARIFICACIÓN Y NUMERACIÓN

El método por el cual se determina el costo de una llamada de voz se conoce como “tarificación”. Actualmente, es automático y se lleva cabo por grandes computadoras que contienen las tablas de costos; éstas se conectan directamente a las centrales telefónicas que brindan el servicio a los abonados. Con la información que obtienen de ellas, se generan los costos que deberá cubrir cada abonado.

Estos costos se dividen en dos:

- **Costos fijos:** corresponden a los abonos del servicio, se reflejan en una renta mensual que se paga por tener el servicio telefónico, incluye cierta cantidad de llamadas a teléfonos fijos, celulares o de larga distancia.
- **Costos variables:** dependen directamente del consumo efectuado por el abonado, y se aplican a los servicios que sobrepasan los servicios brindados dentro de los costos fijos.

Las dos formas más comunes para calcular estos costos son:

1. **Por minuto de llamada:** se cobra por la duración de cada una de las llamadas realizadas por el abonado.
2. **Por llamada realizada:** en esta modalidad no importa la duración, por ejemplo, se toman como base 100 llamadas locales.

Se conoce como “tarifa plana” la modalidad en la que no se cobra el componente de costos variables.

El número de teléfono es una secuencia de números decimales (del 1 al 9 y el cero), que sirve para identificar de manera única a un abonado (punto de terminación de red) en cualquier parte del mundo; contiene la información necesaria para poder identificar al destino sin importar su ubicación ni el equipo conectado en dicho destino, como pueden ser teléfonos, faxes o módems. Cada uno de los destinos posibles en una red pública de telefonía conmutada se identifica por medio de un número telefónico único, que no puede repetirse en toda la red mundial. Por esta

razón es muy importante que la numeración telefónica cumpla con estándares internacionales.

Dentro de dichos estándares está homologada la longitud de los números telefónicos, por lo menos para las líneas normales. Actualmente se brinda el servicio de numeración abreviada, en el que cada abonado tiene un conjunto de números más cortos para sus destinos más frecuentes; sin embargo, estos números abreviados son traducidos de forma automática a números de teléfonos únicos, antes de establecerse la llamada dentro de las redes telefónicas.

Ciertos servicios importantes tienen números cortos, como sucede con los números de urgencias, por ejemplo:

- En los Estados Unidos de Norteamérica el 911 es utilizado como número de emergencia.
- En el Distrito Federal, el número 066 sirve para marcar a emergencias de la Secretaría de Seguridad Pública, el 068 llama a los bomberos, el 065 a la Cruz Roja, etcétera.

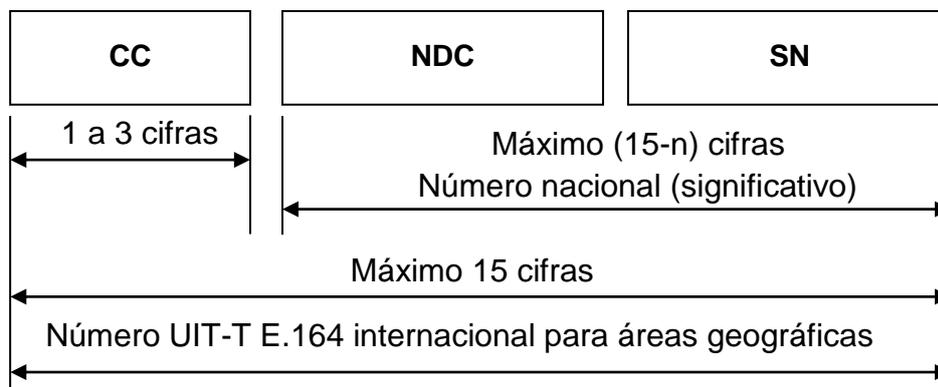
Los números abreviados dependen de cada país e incluso de cada zona o ciudad. Muchos sistemas telefónicos permiten establecer todas las llamadas locales sin marcar el llamado “prefijo local” de los números telefónicos.

Actualmente la mayoría de las redes telefónicas están interconectadas en la llamada “red telefónica internacional”; en ella, el formato de los números de teléfono ha sido estandarizado por la Unión Internacional de las Telecomunicaciones (ITU),<sup>10</sup> que en su sector de normalización (ITU-T) o ITU-T por sus siglas en inglés, en su recomendación E.164 “Plan internacional de numeración de telecomunicaciones públicas”, proporciona la estructura del número y la funcionalidad de las cinco categorías de números utilizadas para las telecomunicaciones públicas internacionales. Especifica, entre otras cosas, que un número telefónico completo siempre debe constar de 15 dígitos y debe comenzar con un prefijo

---

<sup>10</sup> Tal como se menciona en: <http://dictionnaire.sensagent.com/número+de+teléfono/es-es/>

nacional que identifica al país y es un número único dentro de la marcación telefónica mundial.



CC: Indicativo de país para áreas geográficas.

NDC: Indicativo nacional de destino.

SN: Número de abonado.

N: Cantidad de cifras del indicativo de país.

Figura 12. Estructura del número UIT-T E.164 internacional para áreas geográficas.

Se debe recordar que todas las recomendaciones dadas por la ITU-T, como la mencionada en el párrafo anterior, son estándares que deben aplicarse mundialmente, ya que una llamada que inicia en cualquier lugar del mundo puede terminar en un destino ubicado en otra ciudad e, incluso, en otro país; por ello es necesario, en muchas ocasiones interconectarse con la llamada "red telefónica internacional".

En casi todos los países, este prefijo nacional es seguido por un número o prefijo de zona o de ciudad y, finalmente, por el número telefónico del abonado que puede contener el código de una central telefónica concreta.

Adicionalmente la recomendación "E.123" de la ITU-T estandariza cómo debe escribirse un número telefónico internacional: siempre debe comenzar con el símbolo más (+) seguido por el código del país. Para establecer una llamada con un número internacional desde una línea fija, el "+" debe ser sustituido por el prefijo internacional del país que origina la llamada.

## ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE

El estudiante debe investigar las recomendaciones E.164 y E.123, y realizar un documento de texto que contenga un resumen de ellas.

### 1.9 APARATO TELEFÓNICO

El aparato telefónico es el elemento de comunicación utilizado por los abonados, y en las últimas décadas también ha sufrido una gran evolución. Originalmente, estos aparatos debían conectarse a las líneas telefónicas y no podían moverse con facilidad; en el presente, una base se puede conectar a la línea y el teléfono puede moverse decenas de metros alrededor de dicha base, dándole más libertad a los abonados (teléfonos inalámbricos).

Con la aparición de la telefonía celular el abonado ha podido desplazarse a cualquier lugar junto con su teléfono pues la comunicación que se ofrece es totalmente inalámbrica. Sin embargo, el estudio de la telefonía celular no forma parte del desarrollo de esta materia.

El teléfono convencional se compone de los siguientes circuitos que funcionan en conjunto para establecer una llamada:

- Circuito de conversación, que es la parte analógica del aparato.
- Circuito de marcación, encargado de manejar la marcación de cada una de las llamadas realizadas y de la llamada misma.

Es importante mencionar que las señales de voz, las de marcación y las de llamada y la alimentación del teléfono, se realizan a través de un par de cables.

En los principios de la telefonía los “circuitos de marcación” eran de pulsos, éstos se conformaban con la numeración del 0 al 9 en un disco de marcado, que es puesto en funcionamiento por el abonado al hacer girar un número del disco hasta un tope y al regresar dicho disco a su posición original. Así se generaban pulsos que correspondían al número marcado; por ejemplo al número 1 se le asignaba un pulso, al número 2 se le

asignaban dos pulsos y al número 0 se le asignaban 10 pulsos, actualmente este circuito ha evolucionado a circuitos de marcación por tonos.

### ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE

Se deberán formar grupos de cinco estudiantes y realizar una presentación por cada grupo de un teléfono antiguo de pulsos. Se deben desarmar y presentar todas las piezas que lo componen y explicar con detalle el funcionamiento de la marcación por pulsos.

#### 1.10 LA RED EXTERNA

También conocida como planta externa, se conforma por todos los medios que se encargan de realizar el enlace desde una central telefónica con cada uno de los abonados. Se compone principalmente por:

- El bucle de abonado.
- Los cables de cobre o de fibra óptica.
- Las cajas de empalme.
- Las bobinas, etcétera.

La llamada red externa son todos los componentes que se encuentran entre el repartidor principal (MDF, Main Distribution Frame) ubicado en la central telefónica y el domicilio del abonado.

### ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE

Se deberán formar grupos de cinco estudiantes y realizar una presentación por cada grupo de por lo menos seis tipos de cables de cobre o de fibra óptica utilizados en las redes telefónicas, y presentar muestras de tales cables, mencionando las características contenidas en los estándares.

## AUTOEVALUACIÓN

1. Menciona quién y en qué fecha patentó el teléfono.
2. Menciona los diferentes tipos de redes telefónicas.
3. ¿Cuáles son los principales componentes de una central telefónica?
4. ¿Cuántos pasos tiene el proceso de llamada básico?
5. ¿Cuál es la función principal de una central telefónica pública?
6. ¿Qué significa tráfico en un sistema de comunicación?
7. Identifica en tu domicilio los elementos que componen el enlace de última milla proporcionado por tu proveedor de telefonía y descríbelos

### Respuestas

1. Alexander Graham Bell el 14 de febrero de 1876.
2. Analógicas, híbridas y digitales.
3. Galerías subterráneas, repartidor principal (MDF), equipos de conmutación, DSLAM, equipos de transmisión o transporte, baterías y generadores de energía eléctrica.
4. Siete pasos.
5. La función fundamental de una central telefónica consiste en identificar en el número seleccionado, la central a la cual está conectado el usuario destino y establecer o enrutar la llamada iniciada hacia dicha central, con el objeto que ésta le indique al usuario destino, por medio de una señal de timbre, que está recibiendo una llamada.
6. El tráfico es la cantidad de información cursada por una vía de comunicación.
7. La respuesta varía dependiendo de cada proveedor y de cada población, cada profesor deberá evaluar la respuesta.

## UNIDAD 2

### REDES DE TELEFONÍA

#### OBJETIVO

El estudiante conocerá los dos tipos de conmutación utilizados en las centrales telefónicas: conmutación de circuitos y conmutación de paquetes; y comprenderá las principales características de cada uno de estos sistemas.; Asimismo, aprenderá qué ventajas tiene cada método y analizará la tecnología ATM, al igual que su importancia en el estado actual de las comunicaciones.

#### TEMARIO

##### 2.1 REDES DE TELEFONÍA

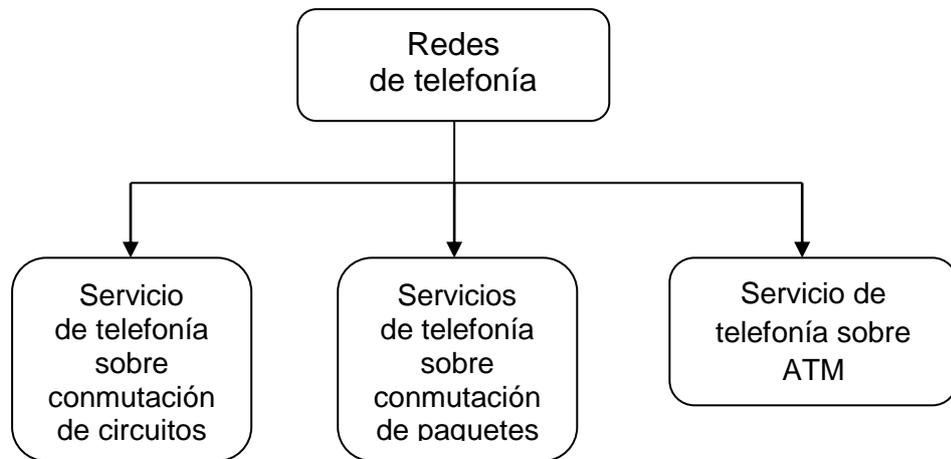
##### 2.2 SERVICIO DE TELEFONÍA SOBRE CONMUTACIÓN DE CIRCUITOS

##### 2.3 SERVICIO DE TELEFONÍA SOBRE CONMUTACIÓN DE PAQUETES

##### 2.4 SERVICIOS SOBRE ATM

###### *2.4.1 Arquitectura de la red ATM*

## MAPA CONCEPTUAL



## INTRODUCCIÓN

La red telefónica, por su gran cobertura geográfica, es la red de telecomunicaciones más utilizada a nivel mundial, para comprender su funcionamiento se requiere entender el principio de conmutación que ha permitido el crecimiento de la red telefónica a cientos de millones de usuarios alrededor del mundo con una infraestructura bien desarrollada que optimiza la cantidad de circuitos necesarios para interconectar a todos los usuarios de la red, y conocer los dos tipos de conmutación que utiliza: de circuitos y de paquetes.

ATM (Asynchronous Transfer Mode) basado en la conmutación de paquetes ha demostrado su papel decisivo en las redes de telecomunicaciones al ser capaz de manejar efectivamente tanto la transmisión de voz como la de datos.

## 2.1 REDES DE TELEFONÍA

La red telefónica no es sólo la red de comunicaciones de mayor cobertura geográfica y la que tiene mayor número de usuarios o abonados, es también uno de los sistemas más complejos de los que dispone la humanidad, pues permite establecer una llamada entre dos usuarios ubicados en cualquier lugar del planeta casi instantáneamente. Es, además, el ejemplo más importante de una red de conmutación de circuitos: cada teléfono instalado en la red puede conectarse, es decir, establecer comunicación con cualquier otro teléfono al que la red telefónica le proporcione el servicio.

En la actualidad existen cientos de millones de teléfonos instalados alrededor del mundo, interconectados por la red telefónica mundial, misma que consta de trayectorias o circuitos que sirven para conectar nodos de conmutación. La gran mayoría de estos teléfonos pueden comunicarse entre sí de manera satisfactoria.

En las conmutaciones, la acción de establecer conexiones temporales de “n” entradas hacia “m” salidas permite que las redes telefónicas se construyan en forma económica concentrando los recursos de transmisión. Éstos constituyen las trayectorias que conectan los nodos.

Los conmutadores establecen las trayectorias de comunicación cada vez que es requerido y las deshacen cuando el enlace ya no se requiere; también realizan operaciones analógicas para establecer cada trayectoria y determinan en forma automática el cobro correspondiente por hacer uso del sistema. En resumen, un conmutador hace la conexión y la mantiene para la transferencia de información. Cuando la transferencia termina, se libera la conexión.

La comunicación a través de centrales telefónicas requiere de establecer un canal de comunicación entre el origen y el destino. Este canal se establece por medio de técnicas de conmutación; existen dos básicas:

- 1) Conmutación de circuitos.
- 2) Conmutación de paquetes.

Un sistema de conmutación debe lograr que cada usuario pueda comunicarse con cualquier otro abonado, tomando en cuenta que la velocidad que se establece en la conexión no es crítica, pero debe ser

relativamente corta, si la comparamos con el tiempo de conversación. La probabilidad de completar una llamada debe ser muy alta (por arriba de 99%). Es importante considerar que el usuario desea que el sistema esté disponible cuando intenta realizar una llamada.

Cada abonado desea que su conversación tenga un carácter privado o, en otras palabras, que ninguna otra persona tenga acceso a ella. La principal forma de comunicación por este medio será la voz.

Cuando la llamada de un abonado viaja hacia el interior de una red telefónica, se observa una especie de árbol con varias ramas; cada una constituye un enlace, en cada uno de los puntos de ramificación existen múltiples elecciones.

Supóngase que un abonado desea comunicarse con otro que se encuentra distante; para alcanzarlo, se debe establecer una conexión por medio de una elección en cada punto de ramificación de la red; una elección adecuada nos acerca al abonado destino, pero una mala nos alejará de él. Cada llamada se encamina por la red telefónica utilizando el “número telefónico” del abonado destino. Este número telefónico deberá ir activando, en cada punto de ramificación de la red, los diferentes conmutadores que serán necesarios para establecer la comunicación.

Cada número telefónico realiza dos funciones de suma importancia en la comunicación:

- 1) Enrutar la llamada por la red.
- 2) Activar los tarificadores (computadoras de control de tiempos y cobros, necesarias para realizar el cobro de la llamada).

Cada abonado telefónico tiene asignado un número que puede ser listado en los directorios telefónicos, con nombre y dirección. La central telefónica local lo asigna junto con una línea.

Como ya se mencionó, cuando un abonado desea hacer una llamada levanta su teléfono y espera un tono de invitación a marcar que le envía el conmutador que lo atiende; con este tono, el conmutador espera instrucciones para poder realizar la llamada. El número telefónico pone en funcionamiento tales instrucciones: cuando el abonado comienza a marcar,

le da al conmutador información para que pueda enrutar la llamada hacia el abonado destino y también le da información para poder calcular el costo de la llamada.

Todos los sistemas actuales de conmutación tienen una limitante en lo que se refiere al número máximo de abonados que pueden atenderse con cada unidad de conmutación.

A manera de ejemplo, considérese que las centrales trabajan con números de siete dígitos, el abonado se identifica con los últimos cuatro, lo que permite tener del abonado 0000 hasta el abonado 9999, es decir, 10 mil abonados. Los tres primeros dígitos identifican a la central, lo que da la capacidad para 999 centrales (figura 1). Tales cantidades no dejan capacidad para números bloqueados (como el 911, número de emergencia en Estados Unidos).

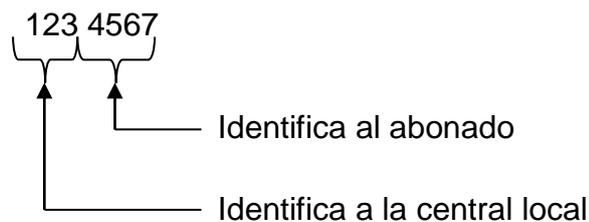


Figura 1. Codificación sencilla de un número telefónico de un abonado.

Como se ha mencionado con anterioridad, una central telefónica debe:

- Identificar en el número marcado por un abonado la central a la que está conectado el abonado destino.
- Enrutar la llamada hacia la central identificada.
- Reservar trayectorias entre usuarios para poder iniciar la comunicación.
- Posibilitar el manejo de diferentes servicios, tanto digitales como analógicos.
- Proporcionar un *routing*, o enrutamiento de llamadas.

- Facturar las llamadas realizadas por cada abonado (este procedimiento se denomina “tarificación”).
- Ofrecer señalización, tanto entre centrales como entre central y abonados.

Las funciones básicas y detalladas de una central telefónica son:<sup>11</sup>

- Establecimiento y verificación de un protocolo. Los nodos de la red de telecomunicaciones realizan los diferentes procesos de comunicación, de acuerdo con un conjunto de reglas conocidas bajo el nombre de “protocolos de comunicación”, que les permiten comunicarse entre sí.

Los protocolos se ejecutan en los nodos o centrales para garantizar transmisiones exitosas. Utilizan, para ello, los canales que los enlazan.

- Transmisión. Los nodos de la red telefónica se encargan de adaptar al canal de comunicación la información o los mensajes en los que está contenida. Se logra, así, un transporte eficiente y efectivo a lo largo de la red.
- Interfaz. En esta función cada nodo se encarga de proporcionar al canal las señales que serán transmitidas, de acuerdo con el medio de que está formado el canal. Si el canal es de fibra óptica, las señales a la salida del nodo serán pulsos de luz; si es de radio, las señales deberán ser electromagnéticas, sin importar la forma que hayan tenido a su entrada o si el procesamiento interno en el nodo se dio mediante señales eléctricas.
- Recuperación de fallas. Si se detecta un error en la comunicación (es decir cuando no es posible terminar exitosamente la transferencia de información de un nodo a otro) el sistema, utilizando sus nodos, debe recuperarse y reanudar, en el momento en que sea, la retransmisión de todas las partes del mensaje que no fueron enviadas exitosamente.

---

<sup>11</sup> Tomado de: [http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/149/htm/sec\\_8.htm](http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/149/htm/sec_8.htm)

- **Formateo.** Cuando un mensaje viaja en una red, principalmente cuando existe una interconexión entre diferentes redes, cada una puede manejar diferentes protocolos. Puede ser necesario que en los nodos se modifique el formato con el que se reciben los mensajes, para que todos los nodos de las diversas redes puedan trabajar exitosamente con tal mensaje. Esta función se conoce con el nombre de “formateo” o “reformateo”.
- **Ruteo.** Se requiere que un mensaje contenga información acerca de los abonados origen y destino en el instante en que arriba a un nodo de la red de telecomunicaciones; es decir, se requiere la información del usuario que generó y de aquél a quien está destinado el mensaje.

Cada nodo tiene varios enlaces conectados por los que el mensaje podría ser enviado; en cada uno de los nodos se debe decidir cuál será el siguiente al que se enviará el mensaje, para que el envío llegue a su destino rápidamente.

Esta función se conoce como “enrutamiento” o “direccionamiento del mensaje a través de la red”. La selección de la ruta en cada nodo o central depende de muchos factores, entre los que se pueden mencionar: la situación en cada momento de congestión existente en la red, es decir, la cantidad de mensajes que en cada momento están en proceso de ser transmitidos a través de los diferentes enlaces de la red.

- **Repetición.** Muchos protocolos utilizados tienen reglas por medio de las cuales el nodo receptor, cuando recibe un paquete, detecta si hubo algún error en la transmisión. Esta detección le permite solicitar al nodo previo la retransmisión del mensaje hasta que ese mensaje o paquete llegue sin errores y el nodo receptor pueda retransmitirlo al siguiente nodo.
- **Direccionamiento.** Cada nodo debe identificar direcciones para poder hacer llegar un mensaje a su destino, ya sea intermedio o final, esto es fundamental cuando el usuario final está conectado a una red de telecomunicaciones diferente.

- Control de flujo. Cualquier canal de comunicaciones tiene una capacidad máxima de manejo de mensajes, cuando dicho canal está saturado (cerca de su capacidad máxima), ya no se deben hacer más envíos por este canal, hasta que los mensajes previamente enviados hayan sido entregados satisfactoriamente a sus destinos.

## ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE

El estudiante escogerá una de las funciones básicas de una central telefónica y entregará un documento donde presente el resumen de la función, los protocolos y procedimiento utilizados, y presentará su investigación en clase.

### 2.2 SERVICIOS DE TELEFONÍA SOBRE CONMUTACIÓN DE CIRCUITOS

La central telefónica tiene la función principal de identificar, en cualquier número marcado la central, el usuario destino. También debe enrutar la llamada hacia tal central para indicarle al abonado destino, por medio de un tono o timbre de marcado, que alguien quiere comunicarse con él. Cuando la central identifica la ubicación del abonado destino, reserva una trayectoria entre ambos abonados para que, a través de ella se inicie una conversación.

En la conmutación de circuitos es necesario establecer una trayectoria física antes de transferir la información requerida por la comunicación entre un abonado origen y uno destino. Esta trayectoria forma un circuito físico entre el origen y el destino (figura 2). Una vez que la conexión se establece, y durante toda la comunicación, el uso de este circuito permanece continuo y es exclusivo: la trayectoria se mantiene ocupada para uso único de este enlace. En el momento en que termina la comunicación, este circuito es desconectado y los enlaces físicos entre los nodos son liberados; quedan listos para ser utilizados en el establecimiento de otras conexiones.

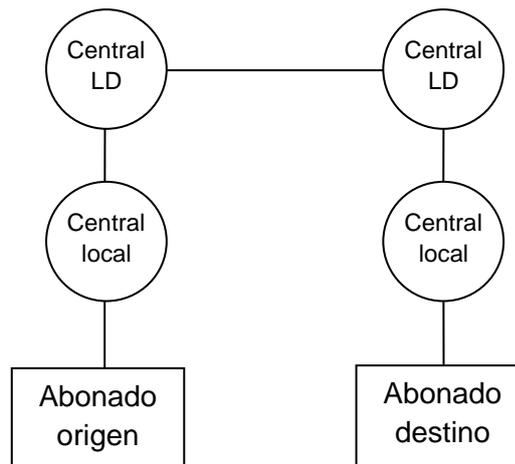


Figura 2. Enlace dedicado.

Esta técnica de conmutación es usada, principalmente, en las redes telefónicas públicas. Sus características primordiales son:

- Comunicación en tiempo real.
- Retardos pequeños y constantes.
- Recursos que son usados de modo ineficiente.
- Establecimiento de la comunicación en un tiempo elevado (del orden de los segundos).

### 2.3 SERVICIOS DE TELEFONÍA SOBRE CONMUTACIÓN DE PAQUETES

Esta técnica de conmutación fue creada para utilizar más eficientemente los medios de transmisión; en ella, la información que transmiten diferentes abonados puede compartir una misma trayectoria física.

El proceso es el siguiente: los mensajes se dividen en pequeños pedazos de información llamados “paquetes”. A cada paquete, que es independiente de todos los demás, se le agrega información de control en un encabezado. Éste contiene las direcciones del origen y del destino, el número de secuencia del paquete y una secuencias de *bits* de verificación de errores.

Cada paquete viaja de nodo en nodo, posiblemente en rutas diferentes, se reensambla en el nodo al que está conectado el usuario destino y se entrega.

Un paquete de datos (figura 3) es una secuencia continua de bits de un tamaño determinado que se transmite en una red (puede ser la telefónica), como una unidad de información individual. Los paquetes son contruidos en el nodo origen y deben ensamblarse en el nodo destino para obtener la información completa y de manera correcta. En esta técnica, cada paquete debe contener bits adicionales en un encabezado.

Señal de inicio	Direcciones origen y destino	Señal de control	Información	Detección de errores	Fin
-----------------	------------------------------	------------------	-------------	----------------------	-----

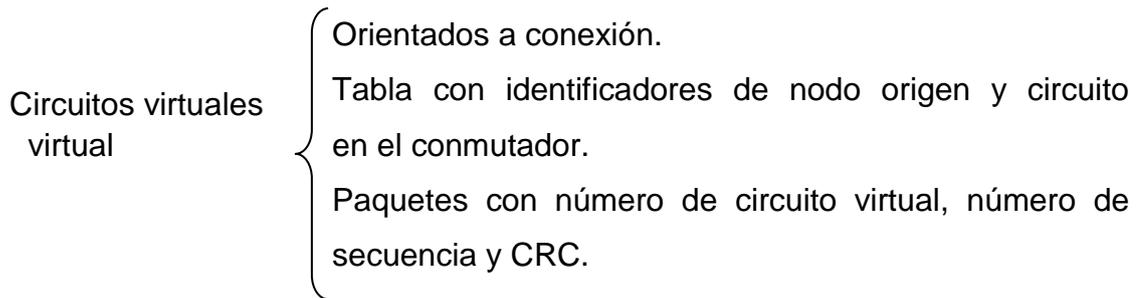
Un sistema de conmutación de paquetes acepta paquetes de un nodo fuente, los almacena internamente en un *buffer* de memoria del conmutador y luego los retransmite a otro conmutador del sistema en el que se repite la secuencia de almacenaje y retransmisión. El proceso se repite hasta que llegan todos los paquetes al nodo destino.

Principales características de la técnica de conmutación de paquetes:

- Técnica apropiada para el manejo de tráfico interactivo.
- Diversidad de paquetes y destinos que utilizan un mismo medio de transmisión.
- Probabilidad de pérdida de los paquetes transmitidos, en caso de saturación o congestión de los sistemas telefónicos
- Tarificación de los servicios por tráfico, es decir, de acuerdo con el número de paquetes transmitidos.

Es necesario que exista un mensaje de acuse de recibo entre conmutadores contiguos. Éste debe indicar que todos los paquetes llegaron bien. Si el nodo emisor o nodo origen de un paquete no recibe este acuse en un cierto lapso, o si el mismo acuse indica que se detectaron errores, los paquetes deberán ser retransmitidos.

La conmutación de paquetes puede realizarse de dos formas: circuitos virtuales o datagramas.



Los circuitos virtuales se utilizan en redes cuyo principal servicio está orientado a conexión; la idea básica de este tipo de circuitos es evitar que tengan que hacerse decisiones de enrutamiento para cada uno de los paquetes transmitidos. Esto se logra seleccionando una ruta desde el nodo origen hasta el nodo destino como parte del proceso de conexión, en el momento de establecer una conexión. Esta ruta predeterminada es utilizada para todo el tráfico que circule por la conexión, tal como sucede en los sistemas telefónicos de conmutación de circuitos: cuando se libera la conexión, se libera el circuito virtual.

Cada circuito virtual se comparte por paquetes de diferentes usuarios de la misma red; los paquetes llegan al nodo destino en la misma secuencia en que los mandó el nodo origen.

Los conmutadores deben mantener una tabla para cada circuito virtual establecido; dicho esquema contiene el nodo del que proviene, el número de circuito virtual y el nodo destino al que se desea enviar el paquete. Cada paquete contiene un encabezado con el número de circuito virtual, el número de secuencia del paquete, un código de redundancia, entre otros datos.

En el momento en que un paquete llega a un conmutador, éste reconoce la línea por la que llegó, así como su circuito virtual. Con estos datos envía el paquete al conmutador siguiente, con esto se identifica la conexión.

Con la conmutación por datagramas no es necesario determinar en forma anticipada alguna ruta, incluso si el servicio está orientado por conexión. Cada uno de los paquetes que se envían se encamina de manera independiente a la de sus predecesores. Los paquetes siguientes pueden seguir rutas distintas.

Este tipo de redes demandan mayor trabajo, pero son más robustas y se adaptan fácilmente a las fallas que pueden presentarse en la comunicación. También manejan de mejor manera la congestión que las redes de circuitos virtuales.

Datagramas {

- Orientado a conexión o no conexión.
- Ruta no definida por anticipado.
- Cada uno de los paquetes puede seguir diferentes rutas.
- Tabla indicadora de posibles conmutadores y nodos destino.
- Cada paquete contiene dirección completa de nodo fuente y nodo destino.

Los conmutadores emplean tablas que contienen la línea de salida que debe utilizarse para cada conmutador o nodo destino; estos esquemas son también utilizados en los circuitos virtuales. En la actualidad ya no se recurre a tablas con líneas para cada uno de los circuitos virtuales establecidos.

## ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE

El estudiante deberá investigar en qué consisten los protocolos de comunicación X.25 y Frame Relay, mencionar sus características principales e indicar cómo son utilizados en una red telefónica.

### 2.4 SERVICIOS SOBRE ATM

A lo largo del tiempo se han desarrollado diversas redes basadas en diversas tecnologías independientes entre sí. Por una parte están las redes de teléfono que son convenientes para las señales y con restricciones que corresponden en que radican en el ancho de banda de la voz que transmite, el facsímil y las señales de datos. Asimismo, se encuentran las redes que se adaptan a los requisitos especiales de la transmisión de datos, que también han sido desarrolladas.

Para proporcionar una red que fuera capaz de manejar todos los usos actuales y futuros independientes de sus requisitos de ancho de banda, fue necesario que se unieran telecomunicaciones de voz con comunicaciones de datos. ATM (Asynchronous Transfer Mode) ha demostrado que desempeñará un papel decisivo en los próximos años, como la espina dorsal de las redes de telecomunicaciones. La introducción de nuevas aplicaciones (tales como telemedicina o video llamadas) son pruebas importantes de la extensión de las redes de ATM.

ATM es un modo de transferencia de información que se basa en paquetes de extensión fija a velocidades que pueden no ser constantes; como tecnología se utiliza en todo tipo de redes a las que pone una naturaleza conmutada y orientada a la conexión.

A diferencia de sus predecesores (X.25 y Frame Relay), ATM es de alta velocidad, asigna prioridades a la información de los usuarios, es decir, puede garantizar calidades de servicio entre origen y destino, por lo que hace posible el transporte de muy diversos tipos de tráfico, como voz, datos, video, etcétera, y emular circuitos. Su objetivo es establecer una gran cantidad de circuitos virtuales que transportan información de una enorme cantidad de usuarios, cada uno de ellos con diferentes necesidades, y conviviendo mediante un mismo sistema de transmisión. ATM soporta entre 155 y 2,477 Mbps, extensiones de esta tecnología llegan hasta los 10 Gbps.

Este modo de transferencia asíncrono se refiere a conmutación de señales de banda ancha, utiliza un multiplexaje temporal estadístico para asignar ancho de banda sobre demanda, y proporciona el modo de transferencia para los servicios ofrecidos por la RDSI o red digital de servicios integrados de banda ancha

ATM permite a los proveedores utilizar el ancho de banda ocioso que existe en la red, por lo que puede “sobrevender” el que tiene instalado; también ofrece diferentes calidades de servicio adaptando cada enlace a las necesidades reales de sus clientes.

Proporciona a los clientes un servicio más barato que el de los enlaces dedicados con la misma calidad de comunicación.

ATM es asíncrono debido a la forma en que son asignados los recursos de conmutación en la red, tiene la habilidad de permitir el acceso a

cualquier usuario, en cualquier momento y proporcionar servicios de acuerdo con las diferentes necesidades, dependiendo del tipo de tráfico y los parámetros de calidad de servicio, QoS (Quality of Service). Por otro lado, asegura el ancho de banda requerido por una aplicación, como video digital, televisión de alta definición, videoconferencias, entre otras.

La red misma encuentra los requerimientos de retardo para aplicaciones en tiempo real y tiene disponibles buffers grandes para aplicaciones de datos de ráfaga.

ATM es la conjunción de dos tecnologías de multiplexión por división de tiempo (TDM): TDM síncrono y TDM estadístico, implementadas con las redes de área amplia (WAN) durante los últimos 35 años.

Es importante mencionar que las redes de circuitos se basan en TDM síncrono y las redes de paquetes se basan en TDM estadístico

## ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE

El estudiante deberá investigar y presentar un resumen de las dos tecnologías de multiplexión por división de tiempo (TDM) mencionadas.

En 1998, el Comité Consultivo Internacional de Telegrafía (por sus siglas ITU-T), decidió que ATM sería la tecnología de conmutación de la red ISDN en banda ancha (B-ISDN): ATM establece un paquete de longitud fija llamado celda. Después de muchas discusiones se estableció como tamaño óptimo de la celda 53 bytes, utilizando 5 bytes para el encabezado de la celda.

ATM es un modo de transferencia orientado a paquetes de longitud fija, llamados celdas, y se basa en multiplexaje por división de tiempo; es asíncrono, utiliza el encabezado de la celda para enrutar la información (figura 4). Se puede ver como la conjunción de la tecnología de conmutación de circuitos y las de conmutación de paquetes, de ellas toma las mejores cualidades: tiempo real transparente, multiplexado estadístico, recursos compartidos, flexibilidad y eficiencia (por ejemplo, proporciona los beneficios de retardo mínimo de la conmutación de circuitos para las aplicaciones de voz y video).

Con ATM sólo se consume ancho de banda cuando se tienen datos a transmitir, en caso contrario, el ancho de banda puede utilizarse para otras comunicaciones.



Figura 4. Modo de transferencia asíncrona (ATM).

El concepto asíncrono se refiere al contexto de transmisión de datos en una red que emplea secuencias de inicio y de paro, sin utilizar un reloj común entre los nodos fuente y destino. La transmisión de los usuarios no es necesariamente periódica. Por esto el ancho de banda es muy flexible y escalable, se asigna en función de la demanda de envío de tráfico.

#### 2.4.1 Arquitectura de la red ATM

Como ya se mencionó, ATM fue seleccionada para el transporte en la red B-ISDN; en ella transporte se refiere al uso de las técnicas de multiplexaje y conmutación ATM, a nivel de la capa de enlace de datos en el modelo de referencia OSI (figura 5) para establecer el tráfico entre dos dispositivos en una red.

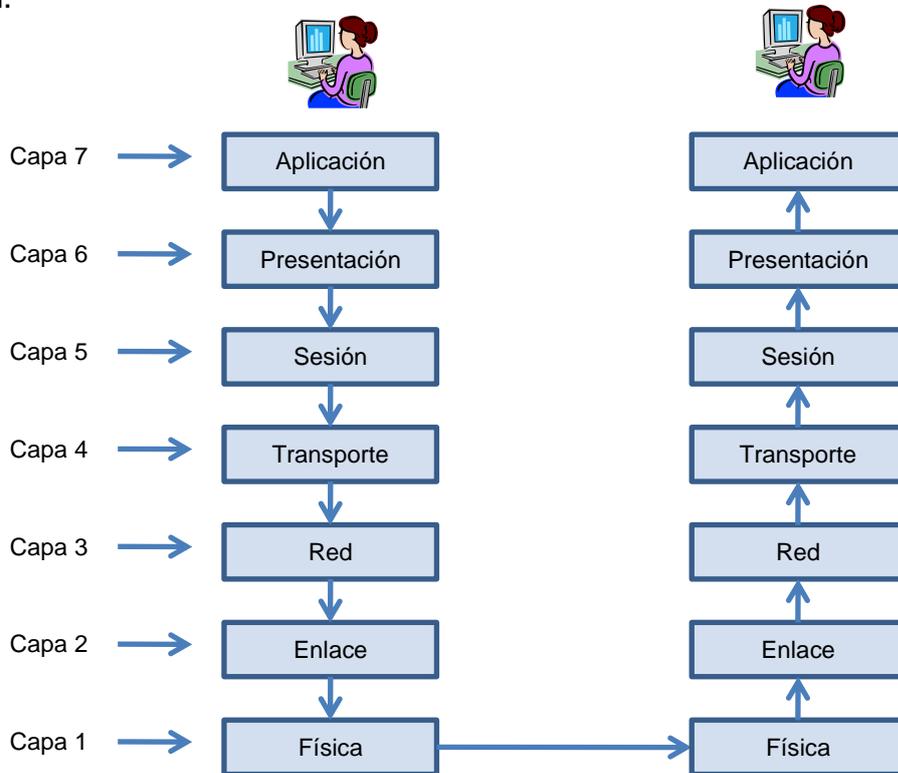


Figura 5. Modelo de referencia OSI.

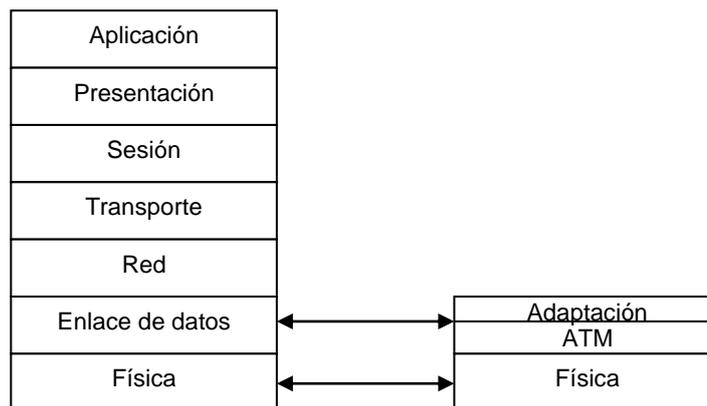


Figura 6. Modelo de referencia OSI y ATM.

ATM requiere de los protocolos de niveles inferiores (figura 6) para poder adaptar diferentes servicios, dichos protocolos proporcionan administración y señalización de la red para conexiones virtuales conmutadas.

Una red ATM proporciona servicio de transporte con conexión orientada, es decir, requiere de un dispositivo conectado a una red ATM para establecer una conexión con otro dispositivo conectado previamente a la red, de la que puede transferirse la información. Todas las conexiones son virtuales: el ancho de banda no está permanentemente asignado a la conexión; sin embargo, la red proporciona el ancho de banda requerido, cuando el usuario tiene celdas (paquetes) para transmitir. Cada conexión puede ser establecida el tiempo necesario como circuitos virtuales permanentes (PVC) o bajo demanda como circuitos virtuales conmutados (SVC).<sup>12</sup>

ATM se considera una tecnología de conmutación de paquetes de alta velocidad (figura 11) y tiene las siguientes características:

- Los paquetes son de un tamaño pequeño y constante: 53 bytes.
- Es una tecnología conmutada y orientada a la conexión.

<sup>12</sup> PVC: Permanent Virtual Circuits; SVC: Switched Virtual Circuits.

- Los nodos que comparten la red no tienen mecanismos para el control de errores ni para el control de flujo.
- El encabezado de las celdas tiene una funcionalidad limitada.

Cada red ATM se compone de nodos de conmutación, elementos de transmisión y equipos terminales de usuario, los nodos encaminan la información empaquetada en “celdas” mediante caminos que se denominan “conexiones de canal virtual”.

El ruteo en los nodos conmutadores de celdas es un proceso que realiza el *hardware*, en tanto que el establecimiento de cada conexión y el empaquetamiento y desempaquetamiento de las “celdas” son realizados por *software*.

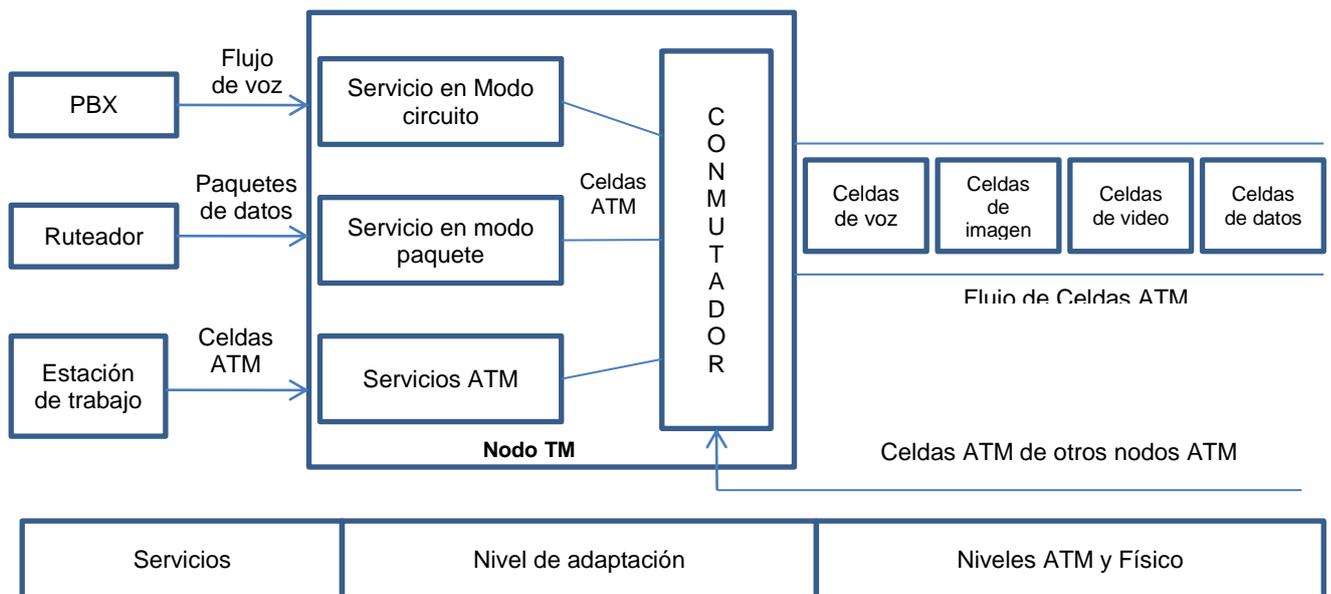


Figura 7. Arquitectura de un nodo ATM.

## ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE

El estudiante deberá investigar con un proveedor de servicios de telefonía, dónde utiliza ATM y las ventajas que representa para sus clientes.

## AUTOEVALUACIÓN

- 1) Mencione tres funciones básicas de una central telefónica.
- 2) Mencione dos tipos de conmutación utilizados en las redes telefónicas.
- 3) ¿Qué significa ATM?
- 4) Mencione dos antecesores de la tecnología ATM.
- 5) ¿Cuáles son los dos tipos de conmutación en que se basan las redes telefónicas? Explique en qué consiste cada uno de ellos.
- 6) ¿En qué tipo de conmutación se basa ATM? Explique su respuesta

### Respuestas

- 1) Cualquiera de las siguientes son respuesta válidas:
  - Identificar en el número marcado el número al que se desea comunicar.
  - Enrutar la llamada hacia la central identificada
  - Reservar trayectorias entre usuarios.
  - Manejar diferentes servicios de usuario, tanto digitales como analógicos.
  - Facturar las llamadas.
- 2) Conmutación de circuitos y conmutación de paquetes.
- 3) Son siglas en inglés que significan “Asynchronous Transfer Mode” o, en español, “modo de transferencia asíncrono”.
- 4) X.25 y Frame Relay.
- 5) Una red telefónica se basa en dos tipos de conmutación:
  - De circuitos: requiere establecer una trayectoria física antes de iniciar a transferir la información entre los abonados origen y destino, dicha trayectoria forma un circuito físico. Una vez que la conexión se establece, el uso de este circuito físico es exclusivo y continuo durante toda la comunicación. La trayectoria permanece ocupada para uso exclusivo de este enlace.
  - De paquetes: En este tipo de conmutación los mensajes son divididos en paquetes, cada paquete es independiente de todos los demás y se

le agrega un encabezado, que contiene información de control, las direcciones del origen y del destino, el número de secuencia del paquete y una secuencias de bits de verificación de errores. Los paquetes viajan de nodo en nodo posiblemente en rutas diferentes, se reensambla en el nodo al que está conectado el usuario destino y se entrega.

- 6) Se basa en la conmutación de paquetes. ATM transmite celdas de una longitud fija, cada celda es un paquete de 53 bytes, 5 bytes se utilizan para el encabezado y 48 para la información.

## UNIDAD 3

### ELEMENTOS DE CONMUTACIÓN

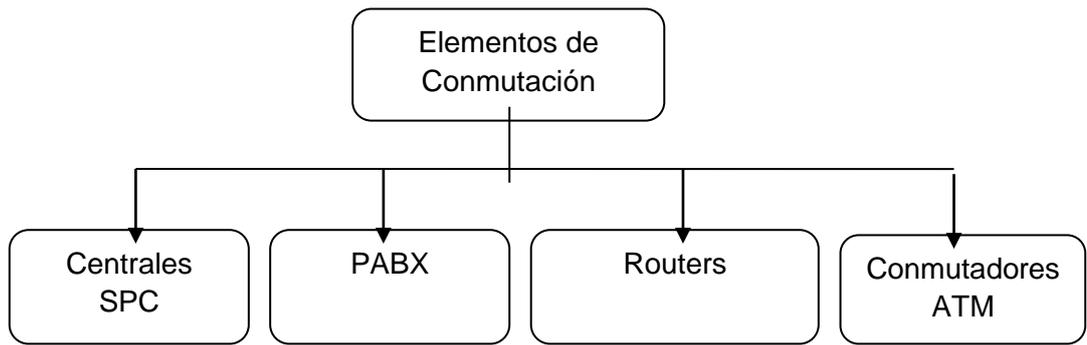
#### OBJETIVO

El estudiante analizará cuáles son los diferentes tipos de control utilizados en las centrales y, principalmente, en qué consisten las centrales SPC, que son centrales con control por programa almacenado. El alumno también conocerá qué es un PABX, un ruteador, así como el principio de funcionamiento de un conmutador ATM.

#### TEMARIO

- 3.1 CENTRALES SPC
- 3.2 PABX
- 3.3 ROUTERS
- 3.4 CONMUTADORES ATM

## MAPA CONCEPTUAL



## INTRODUCCIÓN

Los circuitos y componentes que constituyen una central de conmutación se dividen en dos partes principales:

- Red Conexión (RdeC)
- Unidad de Control (UC).

La Red de Conexión se compone del conjunto de elementos y circuitos, que constituyen el soporte físico de la comunicación. Aquí se conectan los abonados y los enlaces entre sí.

Los abonados utilizan sus equipos de línea para conectarse a la RdeC. Existe un equipo individual para cada abonado de la red; su principal misión es poder detectar el descolgado del teléfono de cada abonado.

La RdeC soporta físicamente las conexiones pertinentes para establecer una llamada de cualquier tipo. A través de ella se establece un camino hacia una salida libre que lleva la dirección del abonado destino de la llamada iniciada.

Este camino se conoce como "camino de conversación" y está definido por los llamados "puntos de cruce" de la RdeC. Cada uno de los puntos de cruce constituye una conexión individual.

Este camino de conversación no es único, existen, entre dos puntos indistintos de la central, muchos caminos diferentes que se definen por distintos puntos de cruces que pueden conectarlos.

Aunque la comunicación físicamente se establece utilizando la RdeC, existen funciones adicionales que requieren más "inteligencia", una de ellas, por ejemplo: determinar qué punto de cruce se utilizará para una llamada en particular. Funciones de este tipo las realiza la unidad de control, la cual determina los puntos de cruce que se efectuarán de acuerdo con información interna y externa:

- a) Información externa a la central de conmutación: al recibir las cifras marcadas por los abonados.

b) Información interna de la central: que conoce sobre la utilización de los puntos de cruce.

Tomando ambas informaciones (externa e interna), la UdeC elabora órdenes hacia los diferentes circuitos y elementos que componen la RdeC, para realizar y/o deshacer los puntos de cruce; con esto determina cuáles son los caminos de conversación de cada llamada. Las centrales telefónicas se dividen en diversos tipos, algunos de ellos se analizarán en esta unidad.

### 3.1 CENTRALES SPC

En los sistemas digitales, y también en los sistemas semielectrónicos, la UdeC es electrónica y se constituye por uno o más procesadores u ordenadores.

La función principal de la UdeC establece, supervisa y libera los caminos de la RdeC; pero también debe proporcionar estadísticas de tráfico, realizar la activación de alarmas, llevar a cabo la tarificación de las llamadas, brindar apoyo en la localización de averías para el mantenimiento mismo de la central, entre muchas tareas.

Toda UdeC puede realizar algunas de las funciones anteriores, cuando se cuenta con, al menos un ordenador, se obtienen las siguientes ventajas:

- a) Velocidad de procesamiento de la información.
- b) Seguridad del servicio.
- c) Adaptación a las necesidades telefónicas y peticiones de servicios.

En teoría, el control electrónico puede realizarse de tres formas distintas, como se menciona a continuación:

*Control por lógica cableada.* Se basa en la sustitución de los dispositivos electromecánicos utilizados en las UdeC de los antiguos sistemas analógicos, por elementos electrónicos que permitan realizar las mismas funciones. Es un cambio tecnológico, pero utiliza la misma filosofía de sistema. Se sigue un patrón fijo de funcionamiento que no puede ser modificado.

Como únicas ventajas se encuentra: mayor velocidad, mejor seguridad y menor tamaño en sus componentes; su principal desventaja radica en su extrema rigidez al no poder ser fácilmente modificable.

*Control por programa cableado.* Emplea un programa de cómputo para su funcionamiento. Recordemos que un programa de cómputo es un conjunto de líneas o instrucciones codificadas; en este caso, las instrucciones son cableadas y deben estar organizadas en una secuencia establecida previamente para lograr una respuesta determinada. En un programa "cableado", cada una de las instrucciones que lo conforman están

integradas por un modelo de conexiones físicas fijas establecidas entre un grupo de elementos.

Como el programa es fijo, aunque pueda modificarse, casi nunca se cambia ya que implica operaciones muy complicadas y costosas. Tiene las mismas ventajas que el sistema de control anterior, y su principal inconveniente se halla en su rigidez.

*Control por programa almacenado* (SPC por sus siglas en inglés). El funcionamiento de la UdeC se sujeta a una serie de instrucciones almacenadas en las memorias internas de la central, mismas que son muy fácilmente modificables por programas especializados. Su gran ventaja sobre los otros sistemas radica en la flexibilidad de sus programas y en su fácil modificación.

Existen diferentes tipos de control SPC, los principales se mencionan a continuación:

- SPC Centralizado. Tiene un procesador que ejecuta las funciones de la central y cuenta con acceso directo a todos los recursos de la misma. Por razones seguridad, el procesador u ordenador siempre debe tener un espejo, es decir, estar duplicado. También se conoce como "Control común en los sistemas semielectrónicos y electrónicos".
- SPC distribuido. Cuenta con un elevado número de ordenadores o microprocesadores, cada uno de ellos sólo tiene acceso a una parte de las funciones de todo el sistema. En su conjunto, todos los procesadores se encargan del funcionamiento de la central. Cada procesador se especializa en una función determinada.
- SPC semidistribuido. Tiene un ordenador central, así como otros pequeños que llamaremos regionales. La información llega al ordenador central previamente manejada por un ordenador regional; a este proceso previo se le conoce como "preproceso".

## ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE

Duración: 3.5 horas.

Objetivo: Conocer una central telefónica real y en ella ubicar su unidad de control y sus funciones.

Procedimiento de la actividad:

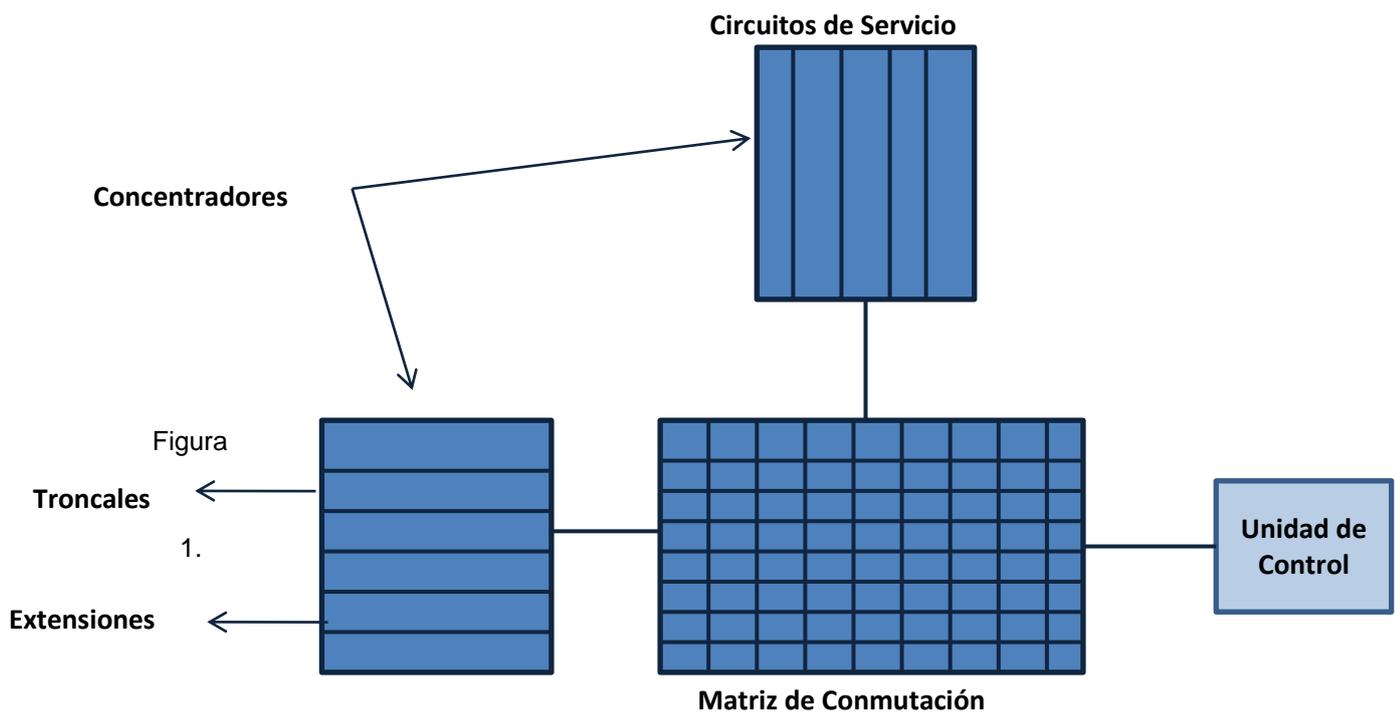
- Contactarse con una compañía telefónica y solicitar una visita en grupo a una de sus centrales telefónicas (1 hora).
- Se debe efectuar una visita guiada dentro de la central telefónica, se debe poner interés especial en su unidad de control, para realizar un resumen de sus funciones (1.5 horas).
- Se deberá presentar un documento en Word que contenga los puntos principales vistos durante la visita (1 hora).

### 3.2 PABX

PBX (Private Branch Exchange) es una pequeña central telefónica que proporciona servicios a una organización en particular (lo opuesto a una central telefónica que brinda servicio al público en general). Normalmente se instala dentro de las mismas oficinas de la organización; permite comunicación interna a tal estructura, y cuenta con diversos accesos a la red telefónica pública.

En el pasado, un PBX era un dispositivo manual, requería de la asistencia de un operador para completar cualquier llamada. En la actualidad, el PBX se ha modernizado y ya no se necesita un operador para completar las llamadas salientes. Se le conoce como PABX.

Los componentes principales de un PBX son:



Componentes de un PBX.

- Unidad de control. Es la que se encarga de gestionar las diferentes funciones del PBX. En la actualidad, está compuesta por uno o más procesadores. Puede ser centralizada o distribuida.
- Matriz de conmutación. Es el componente en el que se efectúan todas las conexiones entre los diferentes usuarios, así como entre éstos y los circuitos de servicio. En los equipos modernos se conforma por un banco de memoria con celdas de 8 bits, en donde se almacenan las muestras digitalizadas de la voz en formato PCM.
- Concentradores. En ellos se alojan los circuitos de usuario, de servicio y los enlaces a la red pública. Dependiendo del fabricante, el nivel de concentración varía desde 1:1 hasta 1:X
- Circuito de servicio: son circuitos auxiliares que sirven para la correcta operación del PBX; los principales son los detectores de tono de marcar, receptores/emisores DTMF y MF-R2,

circuitos para conferencia, generadores de guías vocales, así como de tonos y música.

- Troncales: son los circuitos de interconexión con las redes pública y privada; pueden ser tanto analógicos como digitales. Como ejemplos se tienen: T/R, E&M 2/4 hilos, E1/T1 CAS, ISDN-BRA, entre otros.
- Extensiones: son los circuitos de interfaz con los aparatos de cada usuario; pueden ser analógicos o digitales. Como ejemplos se pueden mencionar los siguientes: Pulsos/DTMF, Circuitos propietarios 1B+D/2B+D/3B+D, ISDN-BRI, extensiones inalámbricas.

Un PBX puede ser visto como un abonado cualquiera o como una central del nivel de centro de conexión de abonados (CCA), dentro de la jerarquía de la red, dependiendo del circuito de troncal que utilice. Se ve como abonado si la troncal es analógica y como CCA si la troncal es digital CAS/CCS.

En la actualidad, un PBX o PABX ofrece a los usuarios, además de la comunicación telefónica, otros servicios que facilitan y enriquecen la comunicación; como ejemplos de estas posibilidades adicionales se pueden mencionar las siguientes:

- Marcación por nombre.
- Servicio multiseccional.
- Desvío de llamadas.
- Identificación del origen de la llamada entrante.
- Marcación abreviada.
- Cuando el número destino está ocupado remarcación automática en cuanto se desocupe.

En algunas ocasiones, y dependiendo de cada fabricante, estos servicios requieren equipos adicionales como los requeridos para mensajería de voz, texto y faxes, o para tarificación de llamadas. También existen aplicaciones

avanzadas desarrolladas por algunos fabricantes para hoteles y hospitales, redes privadas, o diseñadas para integrar los equipos de cómputo con los teléfonos (CTI).

Otras aplicaciones permiten tener trabajadores remotos; cada trabajador podría estar laborando fuera de la oficina, por ejemplo, en su casa, y en forma automática se reenvían todas las aplicaciones de voz y datos a su ubicación para que trabaje como si estuviera en la oficina.

Una red privada se elabora interconectando diferentes PBX o PBAX de la misma organización, utilizando enlaces dedicados contratados por el cliente que le permita interconectar todas sus oficinas sin importar distancias, al compartir recursos en una red privada se puede optimizar la inversión.

Dentro de la red privada, y de acuerdo con el fabricante, existen servicios que son transparentes a todos los usuarios sin importar su ubicación como pueden ser: servicios secretariales, de marcación por nombre, identificación del usuario que llama, entre otros.

## ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE

Duración: 5 horas.

Objetivo: Conocer las características, funciones principales y el crecimiento máximo para un PBX en particular, ubicar al menos un lugar donde tal equipo esté en funcionamiento.

Material necesario: Manuales del PBX seleccionado.

Procedimiento de la actividad:

- El estudiante seleccionará a un fabricante de PBX, por ejemplo, Alcatel, Siemens, Avaya, Panasonic o de cualquier otra marca (1 hora).
- Buscará los manuales de un PBX en particular de la marca seleccionada e identificará sus características principales, su crecimiento máximo permitido tanto para extensiones como para troncales, buscará las tarjetas que maneja (3 horas).
- Entregará un documento que contenga el resumen del equipo, en el mismo señalará sus principales componentes, las extensiones y

troncales que puede manejar, así como las diversas opciones de crecimiento que puede tener tal equipo (1 horas).

### 3.3 ROUTERS

En una gran red, como puede ser internet, con algunas o muchas redes interconectadas, como la que se muestra en la figura 3.2 (en la que se representan tres redes N1, N2 y N3), se requieren de computadoras especializadas que las interconecten (en el caso de la ilustración, corresponde a las redes X, Y y Z). Estas computadoras, que son conectadas a más de una red, se conocen como ruteadores o routers.

En este caso, para que el equipo A envíe un mensaje al equipo B, necesita una forma de direccionar la información y protocolos, de tal modo que pueda tener acceso a la red N1, como en el caso de enlaces multiacceso.

También necesita una vía para trasladar protocolos a través de redes, ya que N1, N2 y N3 pueden tener diferentes técnicas para resolver este problema.

Podrían existir muchos caminos para llegar del equipo X al equipo Y, por ejemplo:

- Ruta uno: primero de la red origen N1 hacia la red intermedia N2, utilizando el ruteador X; a continuación de la red N2 a la red destino N3, mediante el ruteador Y.
- Ruta dos: desde la red origen N1 a la red destino N3 por medio del ruteador Z.

Por lo anterior se requiere de un mecanismo para seleccionar uno de estos caminos. No siempre se utilizará el más corto, por ejemplo en el momento en que un equipo o una red no esté disponible por alguna falla los ruteadores deben tomar caminos alternos para establecer la comunicación.

Este problema, tratar con múltiples redes, es manejado por los ruteadores y el proceso de determinar un camino de A a B es conocido como ruteo.

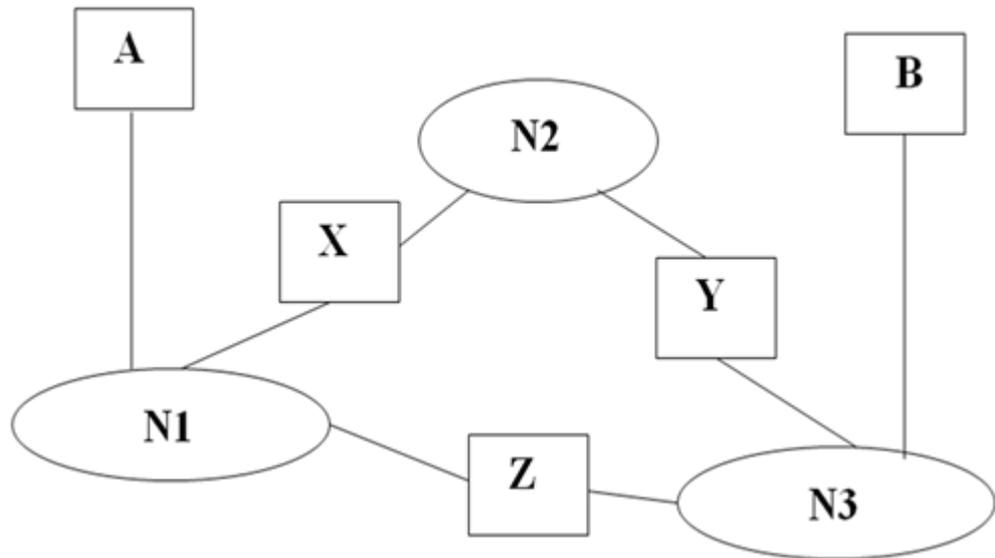


Figura 2. Función de los ruteadores en una red compleja.

Como cada red puede ser diferente a las otras, el ruteador debe contar con la interface correcta para lograr la interconexión a cada una de las redes y con los protocolos adecuados.

La siguiente figura muestra con mayor claridad la función de los ruteadores dentro de una red: desde el equipo con dirección 10.20.2.1 se debe enviar información al equipo con dirección 172.16.1.5, los ruteadores, dibujados en azul deberán buscar el camino para lograr hacer llegar la información hasta su destino final. También tendrán que resolver posibles problemas que pueden presentarse en la red; algunos de ellos: falla de los equipos o de los enlaces, pérdida de paquetes enviados, entre varias posibilidades.

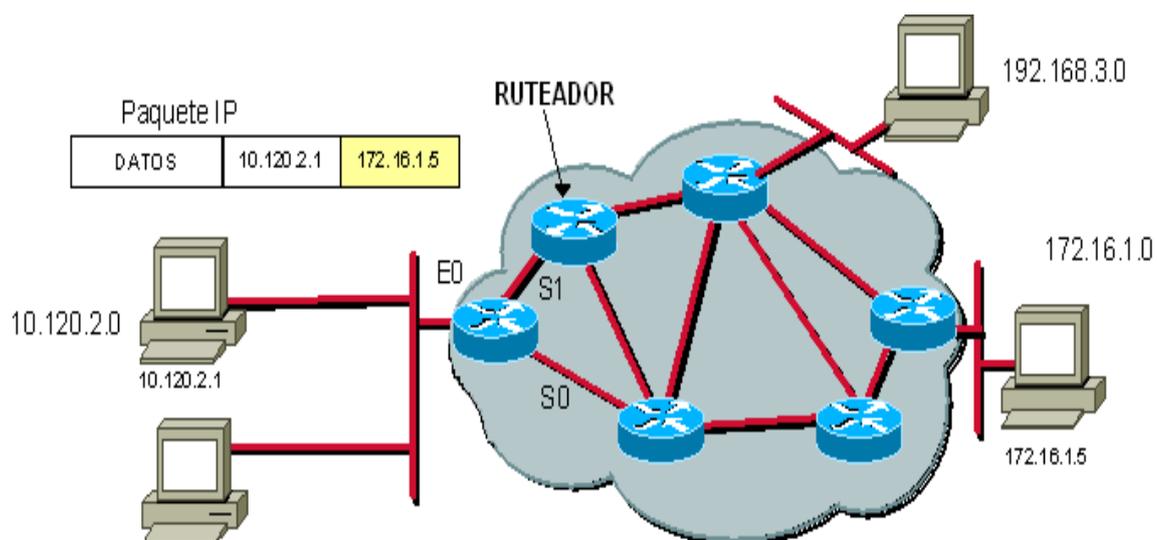


Figura 3. Envío de información en una red de comunicación.

En la actualidad, estas redes también son utilizadas para la transmisión de servicios de voz.

## ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE

Duración: 6 horas.

Objetivo: Conocer las características, funciones principales y sistema operativo de un router y ubicar al menos un lugar donde tal equipo esté en funcionamiento.

Material necesario: Manuales del router y material del fabricante.

Procedimiento de la actividad:

- El estudiante seleccionará entre un router 7200 de Cisco o uno que sea utilizado en su universidad o en su lugar de trabajo, deberá buscar información como pueden ser manuales o materiales diversos del fabricante (.5 horas)
- El estudiante analizará el funcionamiento del router, deberá hacer un resumen que muestre sus adaptadores de red, protocolos, sistema operativo, comandos básicos de configuración (4 horas).
- Deberá entregar un documento en word con un resumen de sus funciones básicas; una lista de los diferentes adaptadores y protocolos de red que puede manejar, así como un resumen de los comandos básicos de programación del equipo (1.5 horas).

### 3.4 CONMUTADORES ATM

Un conmutador ATM establece una conexión entre el nodo transmisor y el receptor. Esta conexión se establece con base en la dirección destino de cada celda, dura lo que se tarda en transmitir cada celda. La transferencia de datos puede llevarse a cabo en paralelo y con plena velocidad de la red. Como cada celda sólo se transmite al puerto asociado con su dirección destino particular, ningún otro puerto recibe la celda, por lo que el tráfico es reducido y con alta seguridad.

Para lograr la comunicación en una red ATM se requiere que las aplicaciones establezcan una conexión virtual (VC) entre los conmutadores (una VC es una ruta de transmisión para una celda ATM).

Una VC se puede dar entre uno o más conmutadores, con el propósito de establecer una conexión punto a punto para la transmisión de datos de la aplicación a través de las celdas ATM.

Debe recordarse que una celda ATM tiene longitud fija de 48 bytes de datos útiles, y 5 bytes de control como encabezado.

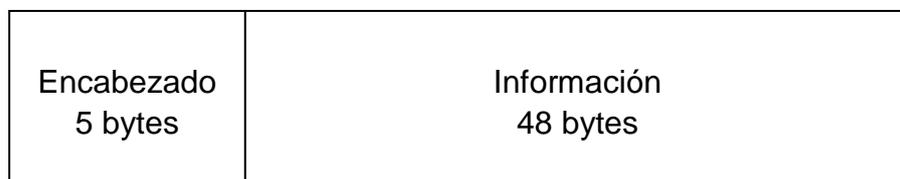


Figura 4. Composición de una celda ATM.

ATM se divide en tres capas: capa física, capa ATM y capa de adaptación ATM como se muestra en la figura 5.

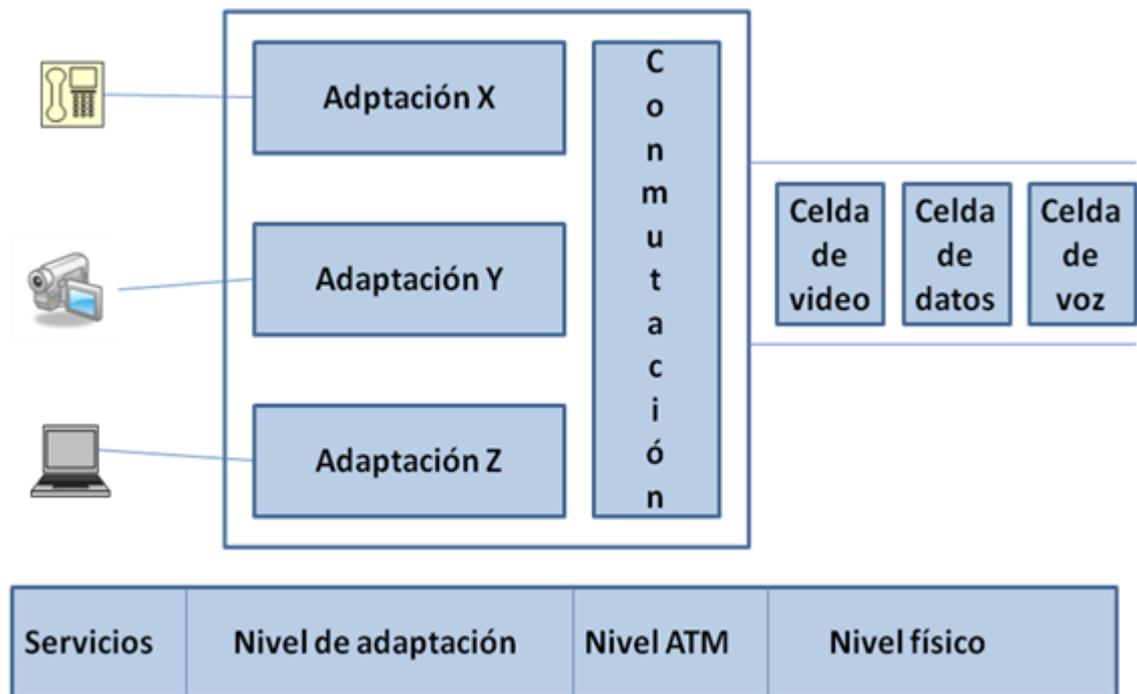


Figura 5. Capas ATM en la transmisión

ATM utiliza técnicas de multiplexión y conmutación en el transporte de la información, al nivel de enlace de datos del Modelo de referencia OSI. Así se logra establecer el tráfico entre dos dispositivos de la red, las tres capas de ATM en el modelo de referencia OSI se muestran en la siguiente figura:

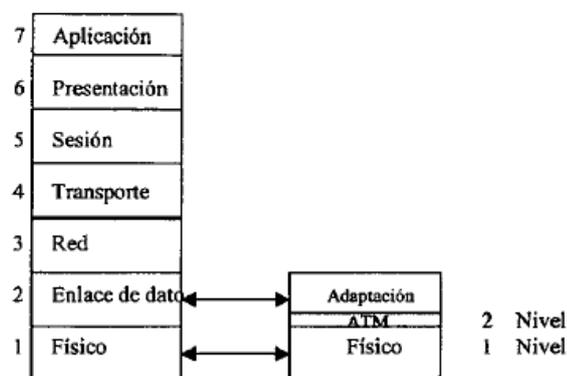


Figura 6. Modelo de referencia OSI y ATM.

Las tres capas ATM en la transmisión de la información son:

Capa 1. Es la capa física; en ella se definen las interfaces físicas con los medios de transmisión y el protocolo de trama para la red, ATM es

responsable de la correcta transmisión y recepción de los bits en el medio físico apropiado, ATM es independiente del transporte físico, las celdas ATM pueden transportarse en diferentes tipos de redes: SONET, SDH, t3/E3, T1/E1.

Capa 2. ATM. En esta capa se define la estructura de la celda y su flujo sobre las conexiones lógicas en una red ATM. Es independiente del servicio. Su formato es simple: 5 bytes de encabezado y 48 bytes de información. Las celdas se transmiten *serialmente* y se propagan en secuencia numérica a lo largo de la red.

Capa 3. Es la capa de adaptación de ATM (AAL). Esta capa ATM convertirá el tráfico del usuario en aplicaciones al formato de ATM. Es aquí donde se proporcionan los mecanismos para las distintas aplicaciones orientadas y no orientadas a la conexión.

Tiene un papel fundamental en el manejo de muchos tipos de tráfico para usar la red ATM. Recibe la información de de versas fuentes o aplicaciones como podrían ser datos, voz o video, y los convierte en segmentos de 48 bytes, 53 de tamaño de celda, menos los 5 bytes de encabezado.

La calidad de servicio se define como la calidad asignada a cada uno de los diferentes servicios que son proporcionados por ATM. Ésta depende del tráfico a transportar (voz, datos o video). La calidad de servicio es fundamental para no presentar interferencias en la transmisión, pues en el caso de voz, no se pueden permitir interrupciones o retardos

## ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE

Duración: 6 horas.

Objetivo: Conocer las características, funciones principales y aplicaciones de un conmutador ATM.

Material necesario: Manuales o información de fabricante de un conmutador ATM.

Procedimiento de la actividad:

- El estudiante seleccionará un conmutador ATM (1 hora).

- Buscará información del funcionamiento del conmutador seleccionado e indicará un ejemplo de aplicación real de dicho conmutador (3 hora).
- Deberá entregar un documento en word con un resumen de funcionamiento del conmutador y donde se utiliza dicho equipo (2 horas).

## AUTOEVALUACIÓN

1. Mencione las dos partes principales que componen una central de conmutación
2. Describa qué tipos de información requiere la unidad de control de una central de conmutación para determinar los puntos de cruce necesarios para entablar una comunicación.
3. ¿Cuál es la función principal de la unidad de control de una central de conmutación?
4. Mencione tres funciones adicionales a la comunicación que brinda un PBX.
5. ¿Cuál es la función principal de un ruteador?
6. ¿Cuáles son las tres capas de transmisión ATM?

### Respuestas

1. Red Conexión (RdeC) y Unidad de Control (UC).
2. Información interna a la central como puede ser la utilización de los puntos de cruce y externa como son los números que marcan los abonados.
3. Es el establecimiento, supervisión y liberación de caminos de la red de conexión.
4. .Marcación por voz, servicios secretariales, desvío de llamadas, identificación de la llamada entrante, marcación abreviada.
5. Interconectar dos o más redes de comunicación para poder transportar información entre ellas.
6. Capa física, capa ATM, capa de adaptación ATM.

## UNIDAD 4

### SISTEMAS DE SEÑALIZACIÓN

#### OBJETIVO

El estudiante conocerá los dos tipos de señalización existentes en las redes de conmutación: la señalización entre abonado y central, y la señalización entre centrales.

#### TEMARIO

##### 4.1 DE ABONADO

##### *4.1.1 Señalización analógica*

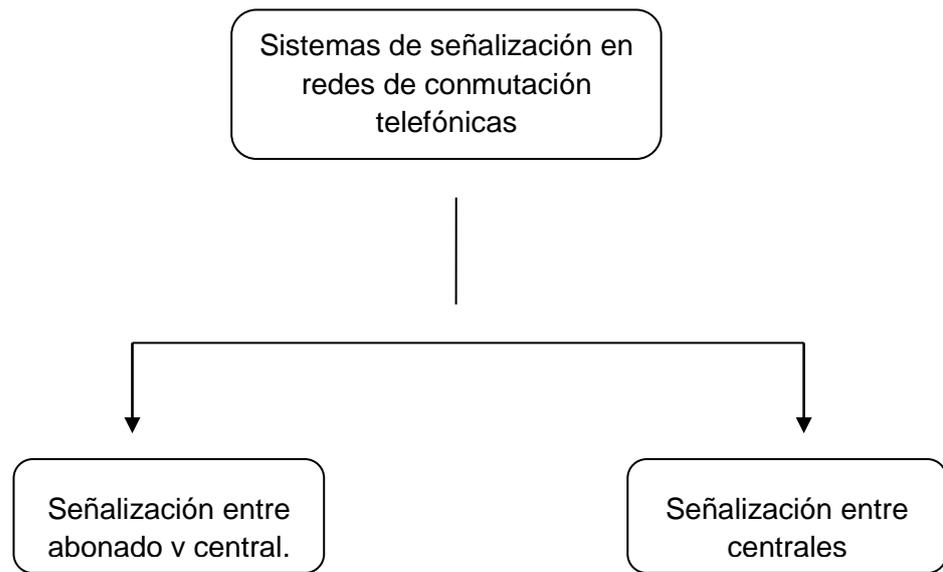
##### 4.2 ENTRE CENTRALES

##### *4.2.1 SISTEMA DE SEÑALIZACIÓN DE REGISTRO MFC*

##### *4.2.1.1 CAS (Señalización por Canal Asociado)*

##### *4.2.1.2 CCS (Señalización de Canal Común)*

## MAPA CONCEPTUAL



## INTRODUCCIÓN

En una red de telecomunicaciones existen dos funciones principales: transmisión (la información debe ser transportada en forma segura y eficiente desde el usuario origen hasta el usuario destino utilizando una trayectoria) y conmutación: (la trayectoria entre el usuario origen y el usuario destino debe establecerse de manera correcta).

La conmutación puede llevarse a cabo por tres procesos:

*División de espacio.* En éste, las señales eléctricas que representan el mensaje pasan a través de una sucesión de puntos de cruce que son asignados a la comunicación. El intervalo de control es pequeño comparado con el tiempo del mensaje. Los puntos de cruce y las conexiones entre ellos llamados enlaces afectan el ancho de banda.

*División de tiempo.* Se basa en el principio de que una señal analógica no necesita ser transmitida y recibida continuamente para que se pueda entender; si muestreamos la señal original a intervalos regulares y generamos una serie de pulsos, los cuales se transmiten por el enlace, y después son filtrados. La señal que percibe el abonado destino es totalmente entendible y le resulta como una reproducción fiel de la voz original. Para que esto sea posible, el muestreo se debe realizar al menos al doble de la frecuencia más alta de la señal analógica (que para la voz es de 3.4 KHz, por lo que se usa una razón de muestreo de 8 KHz, lo que implica que cada intervalo de tiempo sea de 125  $\mu$ seg). Cada nivel de muestra en código binario se transmite en muy pocos  $\mu$ seg, quedando un lapso entre los intervalos de 125  $\mu$ seg desocupado, el cual se usa para transmitir pulsos PCM que fueron obtenidos en otras señales de voz, por lo que se dispone de un sistema de multiplexaje de varios canales de voz en una sola línea.

*Cadenas PCM.* En las centrales analógicas, las conexiones físicas entre dos abonados se establecen usando alguna forma de conmutación. En la etapa de establecimiento de la llamada, se deben operar los conmutadores adecuados para lograr establecer la conexión deseada entre los dos abonados. Durante toda la conversación, la conmutación se

presenta inmóvil, la trayectoria está ocupada y permanece para la llamada hasta que sea liberada.

En una central digital se reciben cadenas de bytes PCM de 32 canales, y transmite PCM a los puertos físicos, la cadena PCM contiene información para 30 llamadas diferentes:

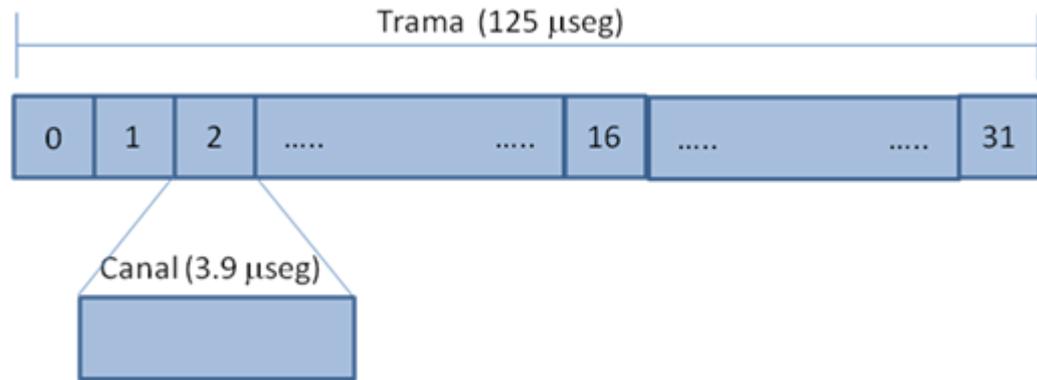


Figura 1. Formato de una cadena PCM.

- Canal 0 se usa para sincronización.
- Canales 1 a 15 y 17 a 31 se utilizan para muestras de voz.
- Canal 16 se utiliza para sincronización.

Cualquier llamada telefónica requiere de un sistema de señalización para que ésta pueda establecerse y mantenerse, enviar el número del teléfono destino, los tonos de llamada y de ocupado, la información del número que inicia la llamada son ejemplos de señalización.

La señalización permite el intercambio de información entre los diferentes elementos de una red telefónica. Para realizar la conmutación se requiere establecer una comunicación entre el abonado y la central de conmutación y entre cada una de las centrales de conmutación intermedias necesarias para llegar al usuario destino. Esta etapa de la comunicación se conoce como "señalización".

#### 4.1 DE ABONADO

Es indispensable que el sistema de conmutación intercambie un conjunto de señales entre la central y el abonado, que permita acciones como:

- Detectar, en el momento en que se levanta un teléfono, que un abonado desea iniciar o establecer una llamada.
- Identificar al abonado por medio de la señal enviada desde el teléfono; aquí, la central identifica al abonado y le envía, mediante un tono, la invitación a marcar.
- Identificar el número marcado, por parte de la central telefónica, y con éste selecciona una ruta, desde el abonado fuente hasta el abonado destino.
- Detección de línea ocupada del abonado destino. La central detecta esta situación y le avisa al abonado que inició la llamada con una señal llamada tono de ocupado.
- El envío de una señal, por parte de la central, si la línea del abonado destino no está ocupada. Éste recibe una llamada mediante un timbre en su aparato telefónico.
- La contestación de la llamada, por parte del abonado destino. Entonces se suspende la generación de estas señales.
- La conclusión de la llamada, por parte de las centrales y la liberación de los canales para ponerlos a disposición de futuras llamadas. También se deben contabilizar los costos para realizar la facturación y poderla cobrar al usuario que inició la llamada.

##### *4.1.1 Señalización analógica*

Para que las llamadas puedan establecerse de manera adecuada, se cuenta con ciertas indicaciones que se dan por medio de señales eléctricas que permiten el intercambio de información entre un abonado y su central de conmutación. Como se ha mencionado, una llamada puede dividirse en seis momentos:

- Colgado: en este estado, la central envía un voltaje de corriente continua (DC) de 48 Volts, el teléfono mantiene un circuito abierto con la línea telefónica, por lo tanto, no fluye corriente por la línea.
- Descolgado: en el instante en que el abonado levanta el teléfono, se cierra el circuito; internamente el aparato telefónico cierra el circuito conectando los dos cables de la línea telefónica por medio de una resistencia eléctrica. Ésta es la señal que se envía a la central; cuando ésta se percata, envía un tono de marcado al aparato telefónico, indicándole al abonado que puede empezar a marcar un número. En casi toda América el tono de marcado consiste en dos ondas de 350 Hz y 440 Hz, en tanto que en Europa el tono de marcado es una onda de 425 Hz.
- Marcación: la marcación puede realizarse por pulsos o por tonos, la marcación por pulsos está en desuso y fue la forma de marcación empleada en la época de teléfonos con discos giratorios. La marcación por tonos utiliza pares de frecuencias que se asocian con cada uno de los dígitos del teléfono, los cuales se envían hasta la central, mismas que debe de traducir los tonos o frecuencias en los números marcados por los abonados.
- Conmutación: la central, una vez que recibe todos los dígitos, asocia los números marcados por el abonado que inicia la llamada con el circuito de otro abonado. Si éste no es local a la central, se enviará la llamada a otra central telefónica para poderla concluir. En este caso será indispensable utilizar la señalización entre centrales para poder establecer la llamada.
- Timbrado: cuando la central encuentra al abonado destino tratará de enviarle una señal con un timbre que es una onda de 20 Hz y 90 Volts de amplitud. En este momento se envía una señal de notificación al abonado que inició la llamada con un tono audible conocido como “ring-back” que consiste en dos ondas de 440 Hz y 480 Hz, intercalándolas con instantes de

silencio. De este modo, el abonado llamante sabe que el abonado al que está llamando está recibiendo su llamada. Si el abonado destino tiene ocupada su línea, en lugar del ring-back se le envía al abonado llamante un tono de ocupado, el cual consta de dos ondas superpuestas de 480 Hz y 620 Hz; también intercaladas con intervalos de silencio de medio segundo.

- **Conversación:** si el abonado destino contesta la llamada, su aparato telefónico cerrará el circuito telefónico, sucede lo mismo que con el aparato que inició la llamada en la fase de descolgado. Esta señal generada en el abonado destino le informa a la central que el abonado destino tomó la decisión de contestar la llamada y, por ende, completará la conexión, de esta manera la llamada telefónica está realizándose.

La terminación o liberación de una llamada puede presentarse de dos maneras distintas:

- a) Cuando el abonado que inició la llamada cuelga primero: en este caso se transmite una señal de liberación hacia delante, que inicia la liberación de todos los elementos utilizados durante la llamada.
- b) Cuando el abonado que recibió la llamada cuelga primero: se utiliza una señal de transmisión hacia atrás resultando en un tiempo de espera; si éste termina, o en su defecto, si el abonado que inició la llamada cuelga, se liberarán los elementos utilizados durante la llamada.

Ahora bien, cuando aparecieron las centrales digitales fue necesario que, cuando la señal de voz, que es una señal analógica, llega a las centrales, se debe digitalizar, para lograrlo se realizan procesos de filtrado, muestro y codificación de cada una de las muestras. El sistema de codificación digital para las señales telefónicas es la conocida técnica de modulación por impulsos codificados que tiene los siguientes parámetros: frecuencia de muestreo de 8,000 hz, y maneja 8 bits.

La red telefónica de circuitos conmutados, que por sus siglas en inglés se conoce como PSTN (Public Switched Telephone Network) ofrece a los abonados los circuitos digitales con los que se puede multiplexar varias líneas telefónicas en el mismo medio. Esta red resulta atractiva para el abonado que requiere muchas líneas telefónicas, como sucede en los grandes corporativos.

Actualmente se les ofrece a los abonados telefónicos los siguientes tipos de enlaces:

**DS0** es el servicio de conexión con un canal digital dedicado punto a punto de 64 Kbps mediante un par de cobre en la última milla.

Sus ventajas son:

- Mayor velocidad que las líneas privadas analógicas.
- Utilización de un par de cobre.
- Instalación sencilla.

Sus desventajas radican en:

- Costo fijo, aunque la conexión no se utilice.
- Dependencia del lugar.

Ésta es una medida estándar de canal; es la base para definir múltiplos de él como los siguientes:

**T-carrier** y **E-carrier**: Los circuitos T-carrier como nomenclatura hacen referencia a los circuitos digitales multiplexados, fueron desarrollados hace más de medio siglo por los laboratorios Bell. Su equivalente en Europa y en México, son los E-carrier.

**EO** es el servicio de conexión que se realiza también a 64 Kbps, en la práctica equivale al servicio de un DS0.

Sus ventajas con respecto al DS0 son:

- Posibilidad de crecimiento a velocidades mayores.

Desventajas con respecto al DS0:

- Mayor costo.
- Instalación más compleja.

**T1** es un servicio de conexión digital que incluye la contratación de un enlace dedicado entre dos puntos; se compone de 24 circuitos DS0 que representan 1.544 Mbits/s (Mbps)

**E1** también es un servicio de conexión digital que se compone de 32 circuitos DS0, con una velocidad de 2.048 Mbps, equivale a un T1.

**FE1**, cuando no se requiere el E1 completo, es posible contratar estos servicios, es decir, que de los 30 canales del E1 es posible sólo usar algunos (Nx64 Kbps).

Para usuarios que requieren una capacidad mayor a un T1 o a un E1, se utilizan múltiplos; por ejemplo **T2**, **T3**, etcétera.

El modo de transporte para estos servicios es definido por la compañía que le brinda el servicio de telecomunicaciones a los abonados, por lo general se trata de PDH o SDH.

**Sonet** (Synchronous Optical NETworking) y circuitos ópticos son similares a los T-carrier o E-carrier, pero con tecnología de fibra óptica. Sonet emplea múltiplos de T3; su circuito base se conoce como OC-1, siguiéndole OC-3, OC-12, OC-24, y así sucesivamente.

## ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE

Duración: 3.5 horas.

Objetivo: Conocer los formatos de información de los Canales DS0 y E1.

Procedimiento de la actividad:

- Investigar los formatos de información a detalle de los canales DS0 y E1 (1 hora).
- Investigar que segmentos corresponden a la información y cuáles son usados para la señalización (1 hora).
- Realizar un resumen de dichos formatos (1.5 horas).

El estudiante deberá entregar un documento en el que presente al detalle los formatos de información de los canales DS0 y E1; deberá señalar los segmentos que corresponden a la información y los que corresponden a señalización.

## 4.2 ENTRE CENTRALES

Las centrales de una red deben mantener una señalización entre ellas que permita realizar acciones como las siguientes:

- Detectar la toma de un enlace de llegada por la central distante. Es decir, detectar una llamada entrante o en tránsito.
- Provocar la toma de un enlace de llegada de la central distante, desde un enlace de salida de la propia central.
- Recibir información de selección para establecer una conexión.
- Transmitir información de selección para que la central distante establezca una conexión.

Entre centrales existen dos tipos de señalización:

- Señalización de línea: es intercambiada entre los circuitos de línea (o troncales) contiene información necesaria para establecer la llamada; su objetivo principal es informar a la siguiente central la intención de iniciar o terminar una llamada y de ocupar un circuito de troncales.
- Señalización de registro: al momento de establecer la llamada se toma una troncal, posteriormente, la información del destino deberá pasar entre un registro en la central anterior y un registro de la central siguiente, utiliza la misma troncal que posteriormente se usará para la conversación.

### *4.2.1 Sistema de señalización de registro MFC*

Consiste en transmitir y recibir información de dirección sobre los canales de voz, por varias combinaciones de dos de un grupo de seis frecuencias dentro de la banda de voz. Cada una de las combinaciones de dos frecuencias formará una señal y cada señal representa información de dirección. El receptor detecta la señal y la envía al equipo de control, el cual establece conexiones por medio de conmutadores de enrutamiento.

En un medio ambiente digital, los protocolos de señalización se utilizan para enviar información relacionada con el estado del canal de

comunicación (desconectado, timbrado, etcétera), para transmitir información de control y para el envío de otro tipo de información, como puede ser el identificador de llamada, Estos protocolos se agrupan en dos tipos de señalización de línea, llamados CAS (Chanel Associated Signaling o Señalización por Canal Asociado) y CCS (Common Chanel Signaling o Señalización por Canal Común).

#### *4.2.1.1 CAS (Señalización por Canal Asociado)*

CAS transmite la señalización en el mismo canal en que se transporta la información, con lo que se reduce muy ligeramente el ancho de banda útil para la información. Se utiliza en circuitos T1 y E1, toma el octavo bit de cada canal de comunicación cada seis frames, reemplazándolo por información de señalización; de esta manera se pierde el octavo byte, ya que la voz no resulta muy sensible a la pérdida de este bit de información que es el menos significativo. Sin embargo, cuando se transmiten datos, no se puede perder un byte, pues ello degrada la transmisión de datos de manera sensible. Los bytes reflejan un cierto estado de línea, por lo que el sistema es capaz de manejar toda clase de señalización de línea.

Como no es posible enviar información de señalización de línea en cada trama, se envía solo en ciertas tramas.

#### *4.2.1.2 CCS (Señalización de Canal Común)*

Transmite la señalización en un canal aparte al canal en que viaja la información, su objetivo es pasar la información de una central hacia la siguiente de la forma más eficiente posible.

En los sistemas de señalización clásicos, la señalización se lleva a cabo en la trayectoria de voz seleccionada, sobre la cual se envía, primeramente, la señalización de línea y después la señalización de registro. La eficiencia se incrementa al colocar entre ambas centrales una conexión directa de señalización por donde se envía toda la información directamente entre las unidades de control de las centrales. En un CCS cada toma o liberación se trata como información.

La UIT-T ha estandarizado un sistema de señalización por canal común conocido como UIT-Y, señalización No. 7 cuyo objetivo principal es el

de proporcionar una señalización por canal común que esté normalizada internacionalmente y que sea de uso general.

CCS puede ser utilizada para la señalización de línea y para la señalización de registro; también puede ocuparse para mantenimiento y administración, además, la señalización puede hacerse en cualquier momento, incluyendo la conversación.

La *señalización No. 7* sólo se puede utilizar si las dos centrales son controladas por programa almacenado. Cualquier evento de señalización de línea (tratamiento de llamada) o cualquier elemento de señalización de registro (información de señalización) se convierte en un mensaje de información mediante un programa. Este mensaje de información se transmite en un canal de señalización especial; para esta función hacia la central siguiente, el procesador de dicha central analiza la información contenida en el mensaje y ejecuta la acción adecuada al tratamiento de la llamada.

El canal de señalización que se utiliza entre dos centrales es una trayectoria común de transferencia de información de señalización entre las dos centrales. En esta trayectoria común se envía la información de señalización de todas las conexiones de troncales que existen entre estas dos centrales; por esto es que se conoce como señalización por canal común.

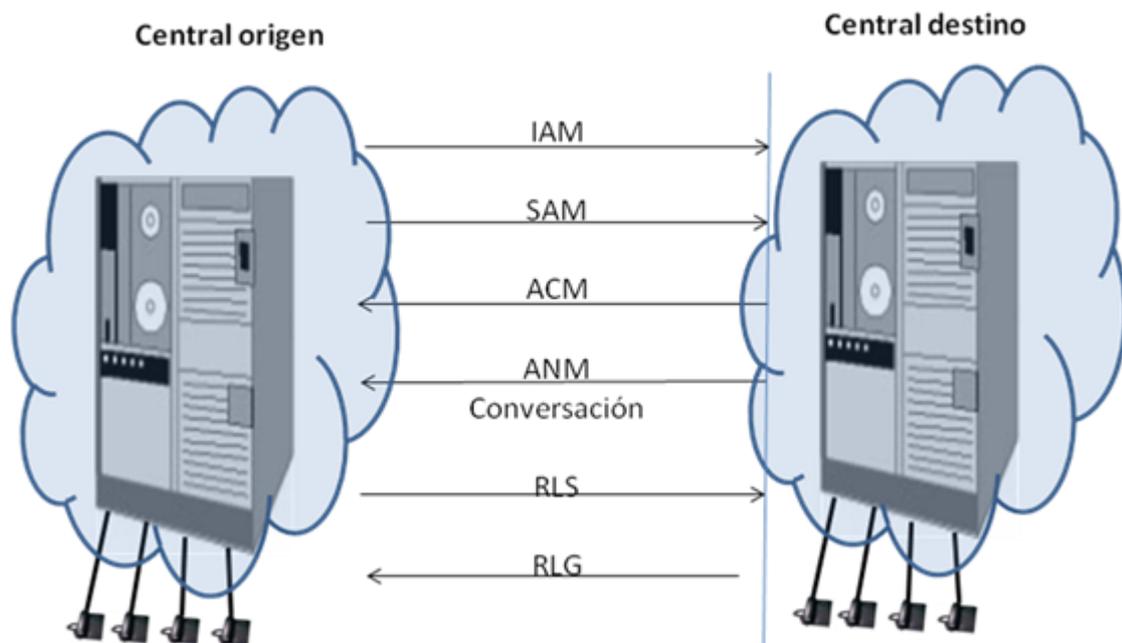


Figura 2. Sistemas de señalización por canal común:

IAM: Mensaje de direccionamiento inicial.

SAM: Mensaje de direccionamiento subsecuente.

ACM: Mensaje de dirección completa.

ANM: Mensaje de respuesta.

Conversación.

RLS: Mensaje de liberación.

RLG: Mensaje de liberación de equipo.

El sistema UIT-Y señalización No. 7 está constituido por varios componentes definidos por las recomendaciones Q.700 a Q.795 de la ITU.

<b>Funciones de SCC 7</b>	<b>Recomendaciones</b>
Parte de transferencia de mensajes (MTP)	Q.701-Q.704, Q.706, Q.707
Parte de usuario telefónico (TUP)	Q.721-Q.725
Servicios suplementarios (SS)	Q.730
Parte de usuario de datos (DUP)	Q.741 (ver X.61)
Parte de usuario RDSI (ISUP)	Q.761-Q.764, Q.766
Parte de control de conexión de señalización	Q.711-Q.714, Q.716

Capacidad de Transacción (TC)	Q.771-Q.775
Parte de operaciones, Mantenimiento y administración (OMAP)	Q.795

La señalización Número 7 está optimizada para operar digitalmente en centrales controladas por programa almacenado; debe soportar los requerimientos presentes y futuros de transferencia de información para transacciones entre procesadores de las redes de telecomunicaciones, tanto para señalización de manejo de llamadas, como en control remoto, administración y mantenimiento. Por último, debe proporcionar un medio seguro para transferir información en la secuencia debida y sin perder o duplicar segmentos de información.

ISDN (Integrated Services Digital Network) permite la transmisión de señales voz y de datos de manera simultánea sobre pares telefónicos de cobre, con mucha mejor calidad que las líneas telefónicas analógicas tradicionales; su objetivo es facilitar las conexiones digitales y ofrecer una gama de servicios integrados a los abonados. Establece dos tipos de interfaces para este fin:

- BRI (Basic Rate Interface) orientada a casas, tiene 2 canales útiles de 64 Kbps más un canal de señalización de 16 Kbps sumando en total 144 Kbps. Es muy utilizado en Europa y muy poco en E.U.
- PRI (Primary Rate Interface) una buena opción para corporativos; se transmite sobre circuitos T-carrier y E-carrier utiliza más de 2 canales útiles de 64 Kbps.

## ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE

Duración: cinco horas.

Objetivo: conocer las principales recomendaciones internacionales aplicables a la telefonía y que se concentran en el sistema UIT-Y señalización No. 7

Procedimiento de la actividad:

- Buscar las recomendaciones de la ITU Q700 a Q795 referentes al sistema UIT-Y señalización No, 7. La búsqueda puede realizarse en Internet en la página de la UIT (1 hora).
- Realizar un análisis de todas las recomendaciones para preparar un resumen de las mismas (2 horas).
- Se deberá presentar un documento en Word que contenga los puntos principales de las recomendaciones (2 horas).

Los estudiantes deberán entregar un resumen de las recomendaciones de la ITU Q.700 a Q.795 referentes al sistema UIT-Y señalización No. 7 y se realizará una discusión de todas las recomendaciones en clase.

## AUTOEVALUACIÓN

1. Mencione la velocidad de un enlace DS0, un E1 y un T1.
2. Mencione qué sucede en la línea telefónica y en el aparato telefónico cuando el teléfono está colgado.
3. En el sistema CAS ¿dónde se transmite la señalización?
4. ¿Qué recomendaciones de la ITU definen el sistema de señalización No. 7 y para qué sirve este sistema de señalización?
5. Entre dos centrales ¿qué tipo de señalización se utiliza? comenta brevemente cada una de ellas.

### Respuestas

1. DS0: 64kbps, E1: 2.048 Mbps, T1: 1.544 Mbps.
2. .En este estado la central mantiene un voltaje de corriente continua (DC) de 48 Volts, el teléfono mantiene un circuito abierto con la línea telefónica, por lo que no fluye corriente por la línea
3. Se transmite la señalización en el mismo canal en que se transporta la información.
4. Las recomendaciones Q.700 a Q.795. La señalización número 7 está diseñada para soportar los requerimientos presentes y futuros de transferencia de todo tipo de información y está optimizada para operar en forma digital en centrales controladas por programa almacenado;
5. Señalización de línea y señalización de registro: la señalización de línea: es intercambiada entre los circuitos de línea (o troncales) de las centrales, lleva la información necesaria para establecer la llamada; su objetivo principal es informar a la siguiente central la intención de iniciar o terminar una llamada y de ocupar un circuito de troncales.

Señalización de registro: cuando se establece una llamada se toma una troncal, posteriormente, la información del destino deberá pasar entre un registro en la central anterior y un registro de la central siguiente, utiliza la misma troncal que posteriormente se usará para la conversación.

## UNIDAD 5

### TELEFONÍA IP

#### OBJETIVO

Que el estudiante aprenda cómo puede funcionar una red IP para proporcionar servicios de voz (VoIP), y que comprenda el concepto de calidad de servicio y conozca algunos equipos desarrollados por la industria.

#### TEMARIO

##### 5.1 INTRODUCCIÓN

##### 5.2 PRINCIPIOS GENERALES Y ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO

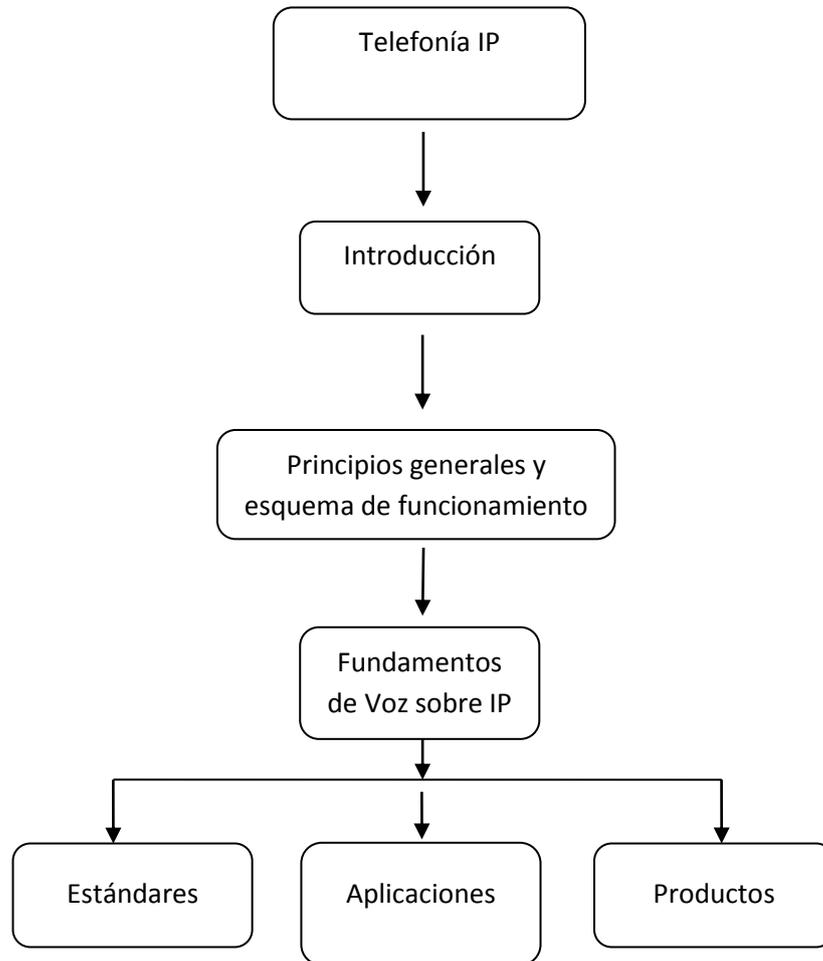
##### 5.3 FUNDAMENTOS DE VOZ SOBRE IP

##### 5.4 ESTÁNDARES

##### 5.5 APLICACIONES

##### 5.6 PRODUCTOS

## MAPA CONCEPTUAL



## INTRODUCCIÓN

En esta Unidad se abordarán los fundamentos de un sistema de VoIP, y se identificarán los procesos necesarios para lograr utilizar este tipo de comunicación; asimismo se identifican tres escenarios de comunicación VoIP (teléfono a teléfono, PC a teléfono, y PC a PC).

Se conocerán los principales estándares de telefonía existentes y se ofrecerá una explicación de los equipos más utilizados para VoIP, de dos de los principales fabricantes de este tipo de equipo.

## 5.1 INTRODUCCIÓN

En el presente, las aplicaciones en internet son capaces de manejar datos, video, voz, música, multimedia, la red es un elemento fundamental en cualquier empresa y en sus soluciones.

En los últimos 15 años internet ha generado más innovaciones que la telefonía tradicional en toda su historia; millones de personas utilizan las computadoras personales al igual que las redes electrónicas, tanto en su trabajo como en sus ratos libres. Envían y reciben datos, e incluso hablan utilizando aplicaciones como Netmeeting o telefonía IP. También realizan una conversación en tiempo real con VoIP (voz sobre IP), tecnología que, como se verá, codifica la voz en paquetes de datos y emplea el protocolo IP. Los paquetes se transportan a través de las redes de datos; si el medio es internet, entonces se obtiene telefonía por internet.

Por ejemplo, muchas empresas con una sola inversión en equipos y protocolos, satisfacen sus necesidades para transmitir datos y para establecer sus comunicaciones telefónicas, logran compartir sus recursos para ambos tipos de comunicación.

## 5.2 PRINCIPIOS GENERALES Y ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO

VoIP se basa en arquitecturas abiertas, lo que hace posible que se puedan utilizar productos que no estén “atados” a un solo proveedor. Esta tecnología proporciona la facilidad de desarrollar nuevos servicios y adaptarlos rápidamente, sin que se tenga que esperar por soluciones propietarias desarrolladas por un fabricante en particular.

Un sistema de VoIP tiene tres funciones básicas:

- a) Digitalizar la voz.
- b) Empaquetar la voz.
- c) Enrutar los paquetes a través de la red.

Si se requiere conectar a la red telefónica pública se usan aplicaciones adicionales que conviertan las direcciones IP a números telefónicos y realizar la operación inversa, cumpliendo con la señalización requerida por la red telefónica particular.

Existen estándares y protocolos que permiten cubrir las funciones anteriores; algunos vienen del desarrollo de la telefonía como CODECs (Codificadores-Decodificadores) utilizados para digitalizar la voz, otros vienen del desarrollo de la transmisión de datos; entre éstos encontramos los protocolos de transmisión de paquetes, otros sirven para la interconexión entre los teléfonos y las computadoras personales (instaladas en redes IP).

Dos de los estándares para VoIP son:

- H.323 de la ITU; no se considera como un protocolo, es, en cambio, una especificación donde se define el modo de interactuar de muchos protocolos entre sí. Una red H.323 necesita intercambiar una gran cantidad de mensajes para establecer tan sólo una llamada, su complejidad crece cuando existen varios segmentos de red.
- SIP (Session Initiation Protocol) es un protocolo más sencillo, desarrollado por IETF (Internet Engineering Task Force). Como hace uso de menos códigos en su implementación, los equipos involucrados demandan menos memoria. Es un estándar destinado al establecimiento, modificación y liberación de sesiones y está orientado a la creación de servicios de voz sobre redes IP. Su arquitectura se basa en un modelo punto a punto, por lo que utiliza un menor número de mensajes para establecer una llamada.

Las aplicaciones de la VoIP plantean dos posibles escenarios, el primero es cuando la voz IP es transportada solamente utilizando redes privadas; el segundo de los escenarios se presenta cuando la red que se utilizará para el transporte de los paquetes de voz IP entre los dos extremos de la conversación es internet. En ambos esquemas se establecen mecanismos de control de calidad que garantizan una buena calidad de la comunicación en todo momento. Un ejemplo son las redes privadas: con ellas se asegura que los paquetes de voz sean los primeros en ser dirigidos a cada dispositivo de la red; de hecho, deben enviarse antes que los paquetes de datos, así se evitan posibles atrasos. Si hubiera un caso de saturación de la red, se mantendría la calidad del servicio de voz.

De manera general en VoIP existen tres formas diferentes para realizar una llamada entre dos usuarios de una red:

a) Llamadas teléfono a teléfono en una red IP (figura 1). El origen y el destino se contactan con un Gateway.<sup>13</sup> Para entender cómo se realiza la llamada analicemos el siguiente ejemplo: el teléfono Ta descuelga e inicia una llamada al teléfono Tb. El Gateway Ga (donde se conecta el teléfono Ta) solicita información al Gatekeeper<sup>14</sup> sobre el camino para alcanzar a Tb. Éste responde con la dirección IP del Gateway Gb que le da servicio a Tb. Ga convierte la señal analógica de TA en una ráfaga de paquetes IP que enruta hacia Gb, mismo que regenera los paquetes recibidos en una señal analógica de voz y la envía a Tb.

De esta manera se establece una conversación telefónica convencional entre el teléfono A y el Gateway A, una comunicación de datos que utiliza una red IP entre ambos Gateway A y B, y una comunicación telefónica convencional entre el Gateway B y el teléfono B.

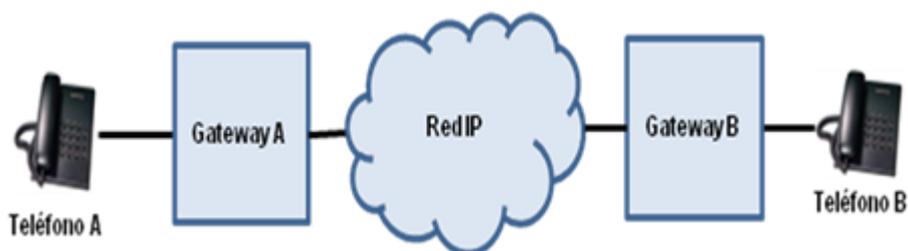


Figura 1. Llamada de teléfono a teléfono en una red IP.<sup>15</sup>

b) Llamadas de PC a teléfono o de teléfono a PC en una red IP (figura 2). Sólo el extremo donde se comunica el teléfono debe ponerse en contacto con un Gateway. La PC debe tener una aplicación para establecer y mantener la llamada telefónica; en el caso de que la PC trate de hacer una llamada al teléfono, la aplicación telefónica de la PC debe solicitar, primero, información al

<sup>13</sup> Gateway: Servidor que brinda a usuarios conectividad hacia el mundo exterior, dentro o fuera de una red privada.

<sup>14</sup> Gatekeeper proporciona la traducción de direcciones y el control de acceso a la red.

<sup>15</sup> Imagen realizada por el ingeniero Manuel Josué Escobar Cristiani.

Gatekeeper, el cual le proporcionará la dirección IP del Gateway que le da servicio al teléfono. La PC enviará los paquetes correspondientes a la conversación y el Gateway deberá regenerar la señal analógica a partir de los paquetes IP que recibe y que tienen como destino al teléfono.

Se establece, así, una comunicación de datos a través de una red IP entre la PC y el Gateway, y una comunicación telefónica normal entre el Gateway y el teléfono.

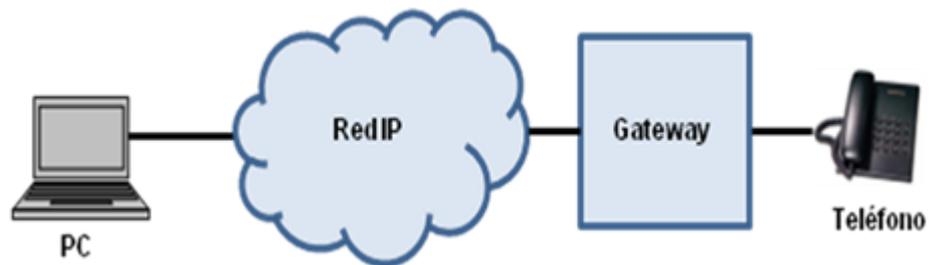


Figura 2. Llamada de PC a teléfono en una red IP.<sup>16</sup>

c) Llamadas de PC a PC en una red IP (Figura 3). Ambas PC's, A y B, deben tener previamente instalada la aplicación para establecer y mantener una llamada telefónica y estar conectadas a la red IP. Este esquema es como el de cualquier otra aplicación utilizada en la red IP, sólo que adquiere prioridad la comunicación de datos.



Figura 3. Llamada de PC a PC en una red IP<sup>17</sup>

Las principales ventajas de utilizar VoIP son las siguientes:

<sup>16</sup> Imagen realizada por el ingeniero Manuel Josué Escobar Cristiani.

<sup>17</sup> Imagen realizada por el ingeniero Manuel Josué Escobar Cristiani.

- a) Ahorro en los costos: al compartirse la misma infraestructura entre las redes de voz y datos, el excedente de ancho de banda en alguna de las dos redes podría ser aprovechado por la otra. Se evitan, de esta manera, gastos de conexión a las redes telefónicas, mismos que podrían incluir gastos de larga distancia, en los casos en los que comunicación entre sucursales de la misma empresa estén ubicadas en diferentes ciudades.
- b) Simplificación: VoIP permite que las aplicaciones telefónicas como fax, correo electrónico y voz se integren a una mensajería unificada.
- c) Consolidación: la amplia difusión de los protocolos desarrollados para IP presenta una complejidad reducida, así como mayor flexibilidad para la implementación de nuevos servicios de comunicación. Las redes IP son las más utilizadas y extendidas, tanto en internet como en intranets y extranets corporativas. VoIP se integra a estas redes como un servicio más.

Las principales aplicaciones de VoIP se centran en la telefonía básica y en el fax, pero también se pueden aprovechar mejores y más flexibles prácticas en el trabajo. Es posible citar, a manera de ejemplo, el siguiente caso: los miembros de un equipo de trabajo pueden laborar desde su propio hogar o desde cualquier parte del mundo, teniendo su ambiente de trabajo de voz y datos desde su PC. Se crean, así, equipos virtuales. Cada miembro puede ver el momento en que sus compañeros ingresan a la red LAN o cuando utilizan el teléfono. Se pueden tener conversaciones entre los compañeros en espacios dispersos del equipo de trabajo; si algún cliente habla a la oficina en forma automática, la llamada se transfiere a su PC. Mediante esta tecnología, el colaborador puede contestar sin que el cliente se percate de que no se encuentra en su oficina.

### 5.3 FUNDAMENTOS DE VOZ SOBRE IP

La tecnología VoIP, como se ha explicado, es utilizada para establecer comunicaciones de voz empleando una red IP como medio de transporte, por lo que no se requiere utilizar la infraestructura telefónica tradicional de conmutación de circuitos o de paquetes. La voz se convierte en paquetes

que se transmiten por la red IP, como si correspondieran con cualquier otra aplicación de la red.

Desde hace algunos años se puede transmitir una señal analógica, como lo es la voz, a un destino remoto de manera digital; para lograrlo, antes del envío la señal debe digitalizarse con un ADC (Analog to Digital Converter), que posteriormente la transmitirá digitalmente por la red; en el destino se transforma de nuevo a formato análogo con un DAC (Digital to Analog Converter). Esta última acción logra regenerar la señal de voz. Si el proceso fue bien diseñado, no se aprecia ningún cambio ni retrasos en la señal de voz recibida.

Esta tecnología de digitalización y regeneración de señales analógicas es aprovechada por VoIP, tecnología que digitaliza la voz y la divide en paquetes de datos que envía a través de la red IP. Ésta regenera la voz en el destino (figura 4). Para resumir, el proceso de VoIP puede ser simplificado de la siguiente manera:

- Empieza con la señal analógica producida por el teléfono, por medio del CODEC (CODificador- DECODificador). La misma señal se digitaliza en señales PCM (Pulse Code Modulation).
- Cada una de las muestras PCM son tratadas por un algoritmo que comprime la voz y la fracciona en paquetes que pueden ser transmitidos por una red privada, ya sea LAN o una WAN.
- En el otro extremo de la red se realizan estas mismas tareas, sólo que en orden inverso.

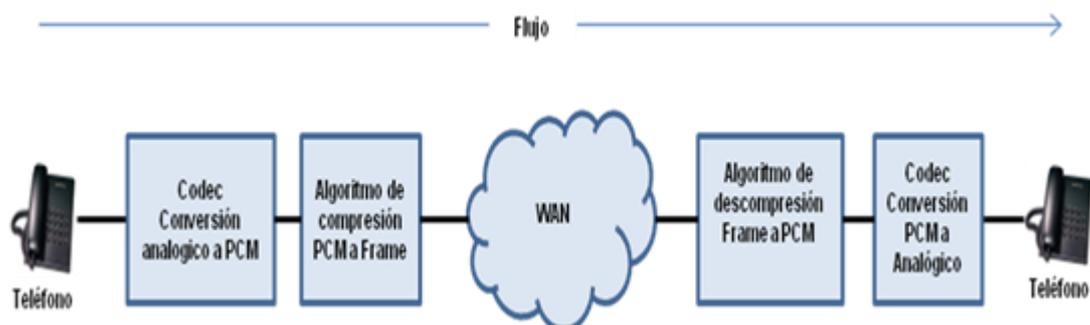


Figura 4. Comunicación telefónica utilizando una WAN.<sup>18</sup>

<sup>18</sup> Imagen realizada por el ingeniero Manuel Josué Escobar Cristiani.

Un ruteador, de acuerdo con su configuración y la de la red, puede realizar las funciones de codificación, decodificación y ruteo; además, en caso de ser necesario, también puede realizar la compresión de la señal. Si el sistema usado es un sistema de voz analógico, el ruteador realiza todas estas funciones (figura 5).

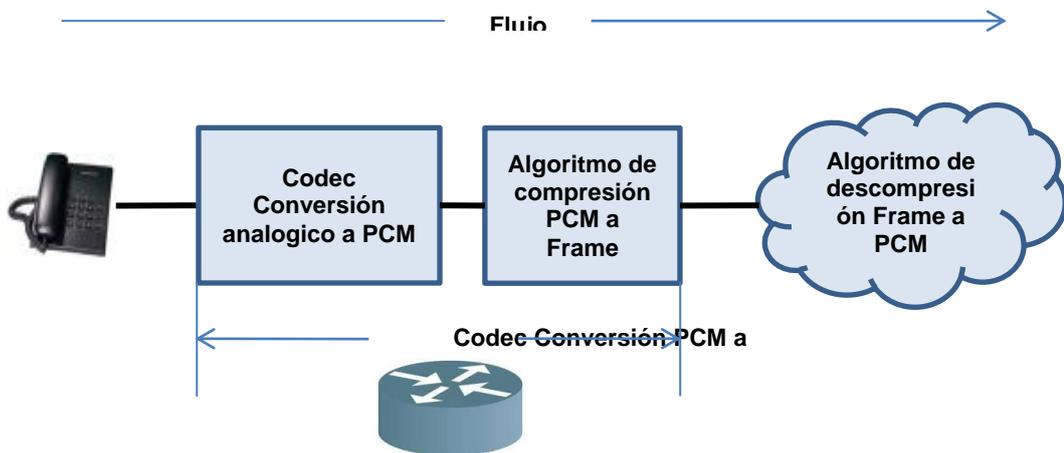


Figura 5. Comunicación de voz utilizando un ruteador.<sup>19</sup>

En cambio, si se tiene un PBX digital (figura 6), éste se encargará de realizar las funciones de codificación y decodificación y dejará al ruteador sólo las tareas de procesar las muestras PCM enviadas por el PBX.

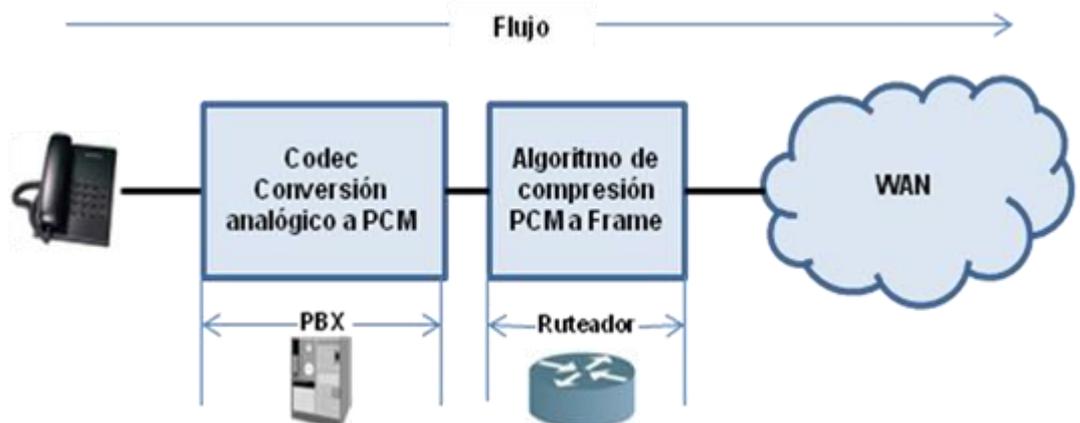


Figura 6. Comunicación de voz utilizando un PBX y un ruteador.<sup>20</sup>

Cuando el transporte de la voz utiliza la red pública internet, se requiere añadir un Gateway como interfaz entre esta red y la red IP. El

<sup>19</sup> Imagen realizada por el ingeniero Manuel Josué Escobar Cristiani.

<sup>20</sup> Imagen realizada por el ingeniero Manuel Josué Escobar Cristiani.

extremo del emisor se encarga de convertir la señal analógica de la voz en paquetes IP para transportarlos por la red; en el punto opuesto, del lado receptor, la labor es inversa: primero descomprimir los paquetes IP recibidos de la red y después regenerar el mensaje a su forma original, conduciéndolo de nuevo a la red pública en el segmento de la última milla. De este modo se transporta al destinatario y quien la recibe reproducida en su teléfono.

Todas las redes utilizadas en la comunicación deben tener características de direccionamiento para poder identificar el origen y el destino de cada llamada y poder asignar clases de servicio, de acuerdo con la prioridad y proceder con el enrutamiento, que logre la mejor trayectoria para el envío de cada paquete, desde la fuente hasta el destino. También deben percatarse de posibles fallas en los enlaces o en los equipos; este diagnóstico hará posible encontrar rutas alternas y señalización para informar a los equipos terminales y a todos los elementos de la red su estado, así como la responsabilidad inmediata requerida al establecer una conexión de voz.

En sus inicios, la transmisión de voz sobre redes IP se implementó para reducir el ancho de banda, comprimir las señales de voz y reducir los costos en el transporte internacional de las señales. Con el tiempo migró a una red de servicios integrados sobre las mismas LAN's y después a las WAN's; entonces se denominó telefonía sobre protocolo IP (ToIP). Esta tecnología se diferencia de la VoIP en la interoperabilidad con las redes telefónicas existentes y los servicios de valor agregado que se brindan, soportados en señalización SS7 y redes inteligentes.

Todos los componentes de una red VoIP deben cumplir con las mismas funciones que realizan las redes telefónicas para establecer, mantener y finalizar una llamada telefónica; entre estas tareas se pueden mencionar las siguientes:

- Señalización. Esta función es tan importante en las redes VoIP como en las redes telefónicas públicas. Resulta crítica porque debe activar y coordinar los componentes requeridos para completar una llamada. Existen diferencias técnicas y de arquitectura entre la señalización de una red telefónica y de VoIP; en el último caso, la

señalización se completa con el intercambio de datagramas IP<sup>21</sup> entre los diferentes componentes.

- Servicios de bases de datos. Se utilizan para encontrar un usuario final y traducir la dirección empleada en redes heterogéneas. La red telefónica utiliza números telefónicos para identificar los equipos finales conectados; la red, en cambio, VoIP los identifica por medio de una dirección IP y números de puerto. Una base de datos de control contiene ambas identificaciones para poder realizar traducciones, generar reportes de las transacciones realizadas y restringir el uso de la red. Mediante este sistema, es posible decidir quién puede hacer llamadas internacionales.

- Control de carga. Para completar una llamada se abren sesiones de comunicación entre dos puntos finales; en la red telefónica, un conmutador público o un PBX privado se encargan de conectar los diferentes canales para lograr completar la llamada. En VoIP estas conexiones son flujos de paquetes multimedia que se transportan en tiempo real; cuando la comunicación termina, las sesiones IP y los recursos de la red deben ser liberados.

- Empleo de CODEC's. Las comunicaciones de voz son, en un inicio analógicas; por oposición las redes de datos digitales requieren un proceso de conversión entre las señales analógicas y las digitales y viceversa. El equipo que se encarga de este trabajo es llamado CODEC. Existen muchos estándares para la conversión de la señal de voz analógica en una señal digital, la gran mayoría de ellos se basan en la técnica conocida como PCM y adicionan un proceso para adecuar la señal al medio de transmisión. Un CODEC realiza funciones de compresión y proporciona la cancelación del eco. La compresión, así como las técnicas de supresión de silencio (no se envían paquetes durante los silencios de las conversaciones) logran un ahorro importante en el ancho de banda.

La salida digital de los CODEC's son secuencias de datos en paquetes IP que son transportados a lo largo de la red hasta su

---

<sup>21</sup> Un datagrama es un paquete de información.

destino; por lo anterior, estos destinos deben de utilizar los mismos estándares y los mismos parámetros del CODEC, de lo contrario, la comunicación no será entendible. Para optimizar el ancho de banda se han diseñado CODEC's que trabajan con algoritmos predictivos que logran comprimir la voz reduciendo el ancho de banda necesario para transmitirla. Este proceso implica un inconveniente: un retraso por la compresión que degrada la calidad de la voz. La recomendación G.114 de la ITU (Unión Internacional de Telecomunicaciones, por sus siglas en inglés) establece como el máximo retardo unidireccional permitido 150 ms.

Los CODEC's son muy eficientes comprimiendo la voz, pero son sumamente sensibles a la pérdida de tramas: si se pierden éstas en forma consecutiva la calidad de la comunicación se degrada considerablemente.

## ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE

Duración: 4 horas.

Objetivo: analizar el funcionamiento y los componentes de un Gateway y de un ruteador

Procedimiento de la actividad:

- Selección de los 2 equipos (.5 horas).
- Estudio de las características y de los diferentes módulos que pueden agregárseles (2.5 horas).
- Realización del resumen (1 hora).

El estudiante elegirá un gateway y un ruteador de cualquier fabricante que soporte las comunicaciones de voz, y presentará un documento con el resumen de todas sus funciones y de los módulos que puede incluir para manejo de diferentes conexiones de voz, también incluirá un resumen de sus principales comandos de configuración.

## 5.4 ESTÁNDARES

La recomendación H.320 de la ITU, especifica las características para la Red Digital de Servicios Integrados; la H.324 se refiere al Servicio telefónico analógico convencional; H.323 es una familia de estándares definidos por la ITU en 1996 para las comunicaciones multimedia sobre redes LAN, especialmente definidos para aquellas redes que no son capaces de garantizar calidad de servicios, (QoS) como es el caso de las redes TCP/IP, IP sobre Ethernet, Fast Ethernet o Token Ring. Utiliza muchos elementos de H.320, aunque amplía las características de este protocolo en aspectos como el comportamiento del tráfico de paquetes y la manera de ser transmitidos. Ofrece mejoras en las técnicas de compresión y señalización, está compuesto por los siguientes protocolos:

Función	Protocolo
Señalización de llamadas	H.225
Control de medios	H.245
CODEC´s de audio	G.711, G.722, G.723, G728, G729
CODEC´s de video	H.261, H.263
Compartir datos	T.210
Transporte de medios	RTP/RTCP

H.323 como un modelo de capas, se divide en tres áreas de control principales: señalización de registro, admisiones y estado (RAS); proporciona un control de prellamadas en redes basadas en Gatekeeper, señalización de control de llamadas, para conectar, mantener y desconectar llamadas entre puntos finales

### ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE

Duración: 4 horas.

Objetivo: analizar los protocolos de comunicaciones.

Procedimiento de la actividad:

- Creación de grupos de trabajo (5 horas)
- Estudio de las características de los protocolos que le correspondan a cada equipo (2.5 horas).

- Realización de la presentación (1 hora).

Los estudiantes se dividirán en grupos, cada grupo analizará los siguientes protocolos indicados en la tabla anterior:

Grupo 1: señalización de llamadas y control del medio

Grupo 2 CODEC's de audio

Grupo 3 CODEC's de video

Grupo 4 Compartir datos y transporte de medios

Se realizarán presentaciones en clase para el análisis y discusión de todos los protocolos.

## 5.5 APLICACIONES

Existen, en la actualidad, una gran variedad de aplicaciones desarrolladas para VoIP, con las que se logran ventajas en el trabajo, así como ahorros significativos; como algunos ejemplos de aplicaciones de VoIP podemos mencionar las siguientes:

- Aplicaciones enfocadas al mejoramiento de la administración de las comunicaciones y de la comunicación de los colaboradores:
- Multiconferencia. La telefonía IP permite que varios usuarios se conecten en forma simultánea y puedan compartir conversaciones de voz y documentos para que todos los asistentes a la conferencia participen. De este modo se generan equipos de trabajo virtuales.
- Acceso remoto. Los colaboradores pueden acceder a los servicios corporativos de comunicaciones (voz, datos, video, fax) utilizando la intranet de su compañía por medio de los teléfonos IP. El uso de VoIP hacen posible acceder a una extensión remota.
- Movilidad. Cualquier llamada puede realizarse o recibirse en una PC multimedia (con bocinas y micrófono) que esté conectada a internet, desde cualquier ubicación, como si el usuario estuviera en su lugar de trabajo.
- Comunicaciones unificadas. Es posible integrar en un sistema de mensajería los servicios de correo electrónico, correo de voz, teléfono y fax, que le permitan al colaborador recibir el mensaje en la forma que más le convenga.

- Asistente personal virtual. Es un servicio de voz en tiempo real que puede redireccionar las llamadas basadas en IP y otras aplicaciones, como ejemplo puede tomarse la consulta del correo electrónico del colaborador en cualquier parte de la red en que se encuentre; otro caso es el de las llamadas, que pueden almacenarse para ser escuchadas posteriormente por el colaborador.
- Redes privadas virtuales de voz. Los PBAX se pueden interconectar a través de la red IP corporativa; de este modo es posible realizar llamadas de una ubicación a otra por medio de la red de datos de la empresa. Este sistema puede hacer que las llamadas resulten gratuitas.

A continuación se brinda un listado con las aplicaciones que hacen posible mejorar la interacción de una empresa con sus clientes:

- Centros de llamadas vía *web* o comercio electrónico habilitado por voz. Cualquier posible cliente que visite la página *web* de una empresa puede, adicionalmente, consultar la información que contiene la página, establecer comunicación de voz en tiempo real con un representante de ventas. Al momento de establecerse la llamada, el vendedor tendrá en su pantalla la misma información que aparece en la computadora del cliente. Estas aplicaciones mejoran la calidad del servicio ofrecido y reducen el costo de líneas telefónicas.
- Contenido *web* activado por voz: con sencillas palabras los colaboradores pueden seleccionar contenido *web* utilizando teléfonos tradicionales, y navegar utilizando menús verbales.

Para el profesional de las comunicaciones es indispensable estudiar las aplicaciones que logran mejorar la funcionalidad de los servicios telefónicos.

Aquí se muestran algunas:

- Segunda línea virtual. Se pueden realizar llamadas IP desde una PC y, al mismo tiempo, recibir un fax o un correo de voz, una

notificación de llamada en espera y activar el identificador de llamada. Todo por una sola línea telefónica.

- Discado activado por voz. Se puede acceder a la agenda corporativa basada en red que puede activarse por un colaborador sin importar su ubicación.
- Llamada internet en espera. Este servicio avisa a los colaboradores cuando se les intenta localizar, cuenta con identificador de llamada y permite seleccionar el modo de la respuesta.

## 5.6 PRODUCTOS

Los productos o componentes de una red VoIP se asemejan en su funcionamiento a los de una red de circuitos conmutados. Una red VoIP debe poder realizar las mismas funciones que la PSTN e incluir la conexión a la red pública telefónica, existen tres elementos fundamentales en una red VoIP:

1) *Media gateways*. Estos componentes se encargan de la creación y detección de llamadas, de la conversión analógica a digital de la voz y de generar los paquetes de voz. También pueden hacer compresión analógica o digital, cancelación de eco, supresión de silencio y recopilación de datos estadísticos. Sirven de interface para que el contenido de voz pueda ser transportado en redes IP y originan el tráfico de carga. Cada conversación es una sola sesión IP transportada por RTP o por UDP.

Un media gateway puede ser un equipo de telecomunicaciones dedicado o puede ser una PC corriendo el software VoIP. Los principales tipos de estos equipos son:

- Troncales, que interactúan entre PSTN y la red VoIP; manejan una gran cantidad de circuitos digitales.
- Residenciales, proveen una interfase analógica a una red VoIP; pueden ser cablemodems, equipos xDSL o equipos inalámbricos de banda ancha.

- De acceso, brindan una interfase analógica tradicional o una interfase PBX digital a una red VoIP.
- De negocios, brindan una interfase digital PBX tradicional o una interfase integrada soft PBX a una red VoIP.
- Servidores de acceso a red, pueden adjuntar un módem a un circuito telefónico y proveer acceso de datos a internet.
- Teléfonos discretos IP.

2) Controladores de señalización de media gateways. Albergan la señalización y los servicios de control que coordinan las funciones de los media gateways; se consideran similares a los *gatekeepers* H.323. Su responsabilidad es coordinar señalizaciones de la llamada traducciones de los números telefónicos, búsqueda de clientes, manejo de recursos y señalización a PSTN, en una red VoIP escalable. Estas funciones se pueden dividir en dos: controlador de señalización del gateway y controlador del media gateway. En llamadas originadas y terminadas en el mismo dominio de red VoIP sólo se requiere el controlador del media gateway para completar las llamadas; pero si la VoIP se conecta a una red pública, es indispensable contar con el controlador de señalización del gateway para lograr conectarse a la red.

3) Red IP. La infraestructura de la red IP debe garantizar la entrega de los paquetes de voz y señalización a los elementos de VoIP. Debido a las diferencias entre los datos y la voz, la red Ip debe tratarlos de modo diferente.

En la actualidad muchos fabricantes ofrecen equipos y soluciones para poder construir redes VoIP, algunos de ellos son

- Cisco, que ofrece una amplia variedad de soluciones para integrar las comunicaciones de voz y datos <sup>22</sup>

---

<sup>22</sup> Con información e imágenes tomadas de [www.cisco.com.mx](http://www.cisco.com.mx)



Figura 7. Soluciones Cisco.

### Teléfonos Cisco Unified IP Phones 7900:

En la actualidad, se debe considerar a los teléfonos herramientas tan “inteligentes” como las computadoras, pero deben continuar siendo tan sencillos de utilizar como en el pasado, Cisco ofrece esta línea de teléfonos que brindan una gran cantidad de funciones, más adelante se presentan teléfonos similares de otra compañía



Figura 8. Teléfonos IP Cisco serie 7900.

### Teléfonos IP Cisco SPA serie 300:

Son económicos, pueden conectarse a un proveedor de servicios de telefonía por internet, un PBX o a una gran plataforma Centrex IP, Resultan muy sencillos de manejar.



Figura 9. Teléfonos IP Cisco SPA serie 300.

Cisco Unified Communications serie 500:

Combinan voz, datos, video y seguridad en una sola unidad. En voz tienen capacidades de procesamiento de llamadas telefónicas, correo de voz, contestador automático y funciones de conferencia. También incluyen video llamadas. Su capacidad es de hasta 104 teléfonos en múltiples ubicaciones.



Figura 10. Ruteador Cisco serie 500.

El modelo 560 de esta serie tiene las siguientes características:

- 16 a 104 teléfonos.
- 4 a 12 Troncales telefónicas o 2 a 6 BRI Troncales digitales.
- Uno o dos interfaces de voz T1/E1 (PRI y CAS).
- Correo de voz integrado, con almacenamiento de 32 a 64 horas.
- Contestadora automática.
- Aplicaciones de productividad de negocio integradas.
- Seguridad de comunicaciones incluida.
- Música para espera.

- Soporte inalámbrico con el modelo Cisco AP 500 Series Wireless Access Point.
- Configuración y administración del sistema muy simple.



Figura 11. Puertos de un router Cisco serie 560.

### Cisco Unified Communications Manager Express:

Diseñado para mejorar la productividad con aplicaciones de *call connector*, este aparato ofrece simplicidad al integrar funciones de voz, video, acceso inalámbrico y comunicación en una sola plataforma. Otorga movilidad con la posibilidad de desviar llamadas de negocios entrantes a teléfonos fijos o móviles; además, incorpora video para las video llamadas y da eficiencia operativa.



Figura 11. Unified Communications Manager Express de Cisco.

Avaya ofrece productos para comunicaciones por video y compatibles con el escritorio, sistemas de grupos y video *multipoint*. Ocupa estándares abiertos que permiten incorporar hardware y aplicaciones de video de terceros.<sup>23</sup>

Avaya ofrece, también, equipos para video en el escritorio, video en la oficina y en la sala de conferencias, video multipunto y aplicaciones para call center.

<sup>23</sup> Con información e imágenes tomadas de [www.avaya.com/mx](http://www.avaya.com/mx)

### Avaya 9500 Series Digital Deskphone:

Son aparatos ideales para implementaciones en entornos mixtos de telefonía IP y digital.



Figura 12. Teléfono serie 9500 de AVAYA.

### Avaya 1200 Series IP Deskphone:

Incluye un switch ethernet integrado, para que con una sola conexión de red puedan conectarse tanto el teléfono como la computadora.



Figura 13. Teléfono serie 1200 de AVAYA.

### Media Gateway G450:

Desarrollado para empresas medianas, cuenta con recursos DSP y ocho ranuras Media Module compatibles con T1/E1, ISDN-BRI, Interfaces WAN, teléfonos analógicos o digitales y líneas troncales.



Figura 14. G450 Media Gateway de AVAYA.

Servidor S8400:

Basado en el SO Linux, procesa las funcionalidades de la solución Communication Manager y sistemas de telefonía hasta 900 estaciones, soporta hasta 5 media gateways y ubicaciones múltiples, compatible con el software para mensajes de voz, fax, atención automática.



Figura 15. S8400 Media Server de AVAYA.

## ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE

Duración: 4.5 horas.

Objetivo: diseñar el funcionamiento de una red IP que brinde servicios tanto de datos como de voz.

Procedimiento de la actividad:

- Estudio de las características de la organización (1 hora).
- Estudio y selección del fabricante y de los equipos que deberá utilizar (2.5 horas).
- Diseño de la red IP (2 horas).

El estudiante diseñará una red IP para satisfacer las necesidades de comunicación de voz y datos para una empresa con las siguientes características:

Oficinas centrales en Guadalajara en un edificio de 5 pisos, en cada piso laboran 50 personas. En el piso 2 se ubica el centro de cómputo, la dirección general y una sala de conferencias.

Tres sucursales ubicadas en el D.F. en Monterrey y en Hermosillo cada sucursal se ubica en un edificio de dos pisos, en cada piso laboran 20 personas, cuentan con una sala de juntas.

Se deberá elegir la marca de los equipos, los ruteadores, gateways, switches, enlaces entre sitios, etcétera para poder brindar una solución completa, las diferentes soluciones se discutirán en clase.

## AUTOEVALUACIÓN

Conteste las siguientes preguntas:

- 1) Mencione los tres procesos básicos que debe cumplir un sistema de VoIP.
- 2) Mencione dos estándares utilizados para VoIP y algunas de sus características.
- 3) ¿Cuáles son los tres tipos de escenarios de comunicación de voz que pueden presentarse en una red que utiliza VoIP?
- 4) ¿Qué función tiene un gateway?
- 5) ¿Qué función cumple un CODEC en un sistema de VoIP?
- 6) ¿Qué funciones puede realizar un ruteador en un sistema de VoIP?

### Respuestas

- 1) Digitalizar la voz y empaquetarla; enrutar los paquetes a través de la red. Si se requiere conectar a la red telefónica, se requieren procesos de traducción de direcciones IP a números telefónicos y viceversa, así como cumplir con la señalización requerida por la red telefónica.
- 2) H.323 es una especificación que define el modo de interactuar de muchos protocolos entre sí; requiere intercambiar una gran cantidad de mensajes por lo que es complejo.  
SIP (Session Initiation Protocol) es más sencillo y requiere equipos con menos memoria; está destinado a establecer, modificar y liberar sesiones de voz sobre redes IP.
- 3) De teléfono a teléfono, de PC a teléfono y de PC a PC.
- 4) Los aparatos telefónicos se conectan a un gateway; éste sirve como interface entre los teléfonos y la red IP. Se establece una conversación telefónica tradicional entre el teléfono y el Gateway, y también una comunicación de datos entre el gateway y la red IP.
- 5) Debido a que las comunicaciones de voz son analógicas y las redes de datos son digitales, se requiere contar con un proceso de conversión entre las señales analógicas y las digitales y viceversa. Un CODEC debe transformar la voz, que es una señal analógica, a señales digitales como son

los pulsos PCM, para que éstos puedan ser transmitidos en las redes IP y realizar la función inversa.

6) Un ruteador, de acuerdo con su configuración y la de la red, puede realizar las funciones de codificación, decodificación, ruteo y la compresión de la señal.

## BIBLIOGRAFÍA

Federico Kuhlmann, Antonio Alonso, *Información y telecomunicaciones*, México, Fondo de Cultura Económica, 1996.

Freman, Roger L., *Ingeniería de sistemas de telecomunicaciones*, México, Editorial Limusa, 1989.

Huidobro, José Manuel, *Manual de telefonía*, España, Paraninfo, 1997

Huidobro, José Manuel, *Sistemas de señalización de red telefónica. UIT*  
José Antonio Carballar, *VoIP La telefonía de internet*, España, Paraninfo, 2007.

Huidobro Moya, José Manuel, *Sistemas de telefonía*, España, Paraninfo, 2006.

Roldan, Gustavo, Huidobro Moya, José Manuel, *Tecnología VoIP y telefonía IP*, México, Alfaomega, 2006.

Wayne Tomásí, *Sistemas de comunicaciones electrónicas*, 2a. ed., México, Prentice-Hall Hispanoamérica, 1996.

## GLOSARIO<sup>24</sup>

**Comunicación alámbrica:** se le denomina así a una comunicación que utiliza canales basados en cables metálicos o en fibras ópticas.

**Ancho de banda:** la diferencia que resulta al restar de la frecuencia máxima la frecuencia mínima contenidas en una señal.

**Canal de comunicación:** se usa para identificar una trayectoria física mediante la cual se transmiten señales.

**Codificar:** representar las señales provenientes de una fuente por medio de un conjunto de símbolos predefinidos.

**Compresión de datos:** reducir la cantidad de bits asignados a un conjunto de datos.

**Comunicaciones digitales:** comunicaciones basadas en dígitos binarios: "0" y "1".

**Comunicación inalámbrica:** para que se realice la comunicación se utiliza un canal de radio, es decir, no se usan canales basados en cables metálicos o de fibra óptica.

**Conmutación de paquetes:** transmisión de información dividida en partes pequeñas llamadas paquetes, a cada paquete se le da un tratamiento independiente de los demás a lo largo de la red.

**Conmutación de circuitos:** transmisión de información de una llamada dentro de una red, asignándole a cada llamada una trayectoria fija.

**Dirección:** es un identificador único asignado a un equipo para que se le pueda localizar e enviarle información a dicho equipo dentro de una red.

**Enlace:** es un canal de comunicaciones entre dos equipos.

**Enrutamiento:** mecanismo de selección de una ruta entre dos equipos de una red para que un mensaje o un paquete llegue de la fuente al destino.

**Fuente:** es el equipo donde se origina la información que va a ser transmitida o procesada.

**ITU:** Unión Internacional de Telecomunicaciones, por sus siglas en inglés.

**Muestreo:** proceso mediante el cual se representa una señal continua por medio de valores discretos de la misma, llamados muestras.

---

<sup>24</sup> Con información de [http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/149/htm/sec\\_11.htm](http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/149/htm/sec_11.htm)

**Nodos:** equipos de procesamiento dentro de una red, a los cuales se conectan los enlaces de la misma.

**PCN / PCS:** personal communication network / personal communication system: servicios personales de comunicación.

**Redes conmutadas:** redes de telecomunicaciones que se basan en el principio de conmutación (compartir canales entre diferentes conversaciones) ya sea de circuitos o de paquetes.

**Ruta:** sucesión de enlaces desde un origen a un destino que conducen la información a través de una red, generalmente en redes grandes existen más de una ruta desde un origen hasta un destino.

**Ruteador:** Equipo que comunica dos o más redes de comunicación que se encarga de reconocer a cada una de las redes para poder establecer caminos desde un origen hasta un destino.

**Teléfono:** dispositivo inventado en 1876 para la transmisión a distancia de la voz, hoy en día brinda mas servicios.

**Tráfico:** Cantidad de información que cruza por una red de comunicaciones

**VoIP:** Voz sobre IP, comunicación de voz que utiliza las redes de datos como medio de transporte.