



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

---

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGÓN**

**"REQUERIMIENTOS PARA TRANSMITIR VOZ IP Y  
VIDEO EN RED DE DATOS"**

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA  
ÁREA: INGENIERÍA ELÉCTRICA ELECTRÓNICA

P R E S E N T A:

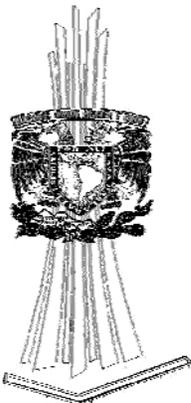
RAMIRO ANDRADE PONCE

**ASESOR:**

ING. FRANCISCO RAÚL ORTÍZ GONZÁLEZ

SAN JUAN DE ARAGÓN, ESTADO DE MÉXICO,  
2010.

---





Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Mi tesis la dedico....

A ti mi rey Jesucristo por cumplir tus promesas escritas a mi vida.

A mis padres, por amarme y apoyarme en realizar mi carrera y estar conmigo en esos momentos difíciles de mi vida, y sobre todo a ser un hombre temeroso de Dios, los amo con todo lo que soy.

A mis hermanos Joel y Ana que también me han apoyado y estimulado en todo momento y yo se que siempre tendrán un consejo para mí, los quiero mucho.

A la Universidad Nacional Autónoma de México por seguir formando profesionistas altamente componentes y además de ser una institución comprometida con México.

A mi profesor el Ingeniero Francisco Raúl Ortiz González por estimularme en todo momento a concluir esta tesis, y a sus horas de paciencia para explicarme las cosas, y a los profesores que me apoyaron con sus comentarios para enriquecer este proyecto.

---

---

---

---

	Pág.
OBJETIVO	
INTRODUCCION	I
CAPITULO I Antecedentes	1
I.A Antecedentes	1
I.B Elementos de la comunicación	1
I.C Teléfono	2
I.D Video	4
I.D.1 Elementos básicos de un sistema de Videoconferencia	7
I.D.2 La sala de videoconferencia	8
I.D.2.a El códec	10
I.D.2.b Forma de conexión	10
I.E Modulación de señal y Teorema de muestreo de Nyquist	10
I.E.1 Señales analógicas frente a Digitales (muestreo digital)	13
I.E.1.a Teorema de Muestras	14
I.E.2 Codificación de los valores en la señal	15
I.E.3 Transmisión, respuesta y almacenamiento	16
I.F Tecnología de aplicación de voz	16
I.F.1 Uso domestico	17
I.F.2 Uso empresarial	18
I.F.3 Telefonía móvil	21
I.F.3.b Sistema GSM	23
I.F.3.c Sistemas de gran alcance	23
I.F.4 Mensajería	24
I.F.5 Generación 3G	24
CAPITULO II Redes de comunicación	27
II.A Desarrollo	27
II.A.1 Medios de comunicación	31
II.B Tipos de redes	35
II.B.1 Redes LAN	35
II.C Protocolos de Redes IP	36
II.D Topologías de red	38

---

---

---

---

	Pág.
II.E Dispositivos de red	42
II.F Redes WAN	47
II.F.1 Redes X.25	47
II.F.2 Redes ATM	48
II.F.3 Redes Frame Relay	50
II.F.4 Redes MPLS	52
CAPITULO III Componentes de Internet	55
III.A Orígenes	55
III.B Desarrollo de Internet	56
III.C Estructura de Internet	57
III.D Organización	58
III.D.1 Protocolos	59
III.D.2 Servicios	60
III.D.3 Direcciones IP	61
III.D.4 Nombre de Dominios	61
III.E Navegadores de Internet	61
III.F Compresión de archivos	62
III.G Correo electrónico	62
III.G.1 Protocolos de correo electrónico	63
III.H FTP	63
III.I Chat	64
III.J Telnet	65
III.K Mensajería instantánea	65
III.L Descarga de música y video	65
III.M Telefonía IP	66
III.N P2P	67
III.O Internet versión IPv6 nueva generación	67
III.O.1 Características principales	68
III.O.2 Nomenclatura	69
III.O.3 Diferencias entre protocolo IPv4 y protocolo IPv6	70
III.O.4 Formato de los datagramas IPv6	72
III.O.5 Direcciones y encaminamiento en IPv6	75
CAPITULO IV Requerimientos para transmitir voz IP y video en redes de datos	77

---

---

---

---

	Pág.
IV.A Definición	77
IV.B Características principales de la voz sobre redes IP	77
IV.B.1 Solución VoIP	78
IV.B.2 Codificación de voz sobre IP	81
IV.B.3 Calidad del servicio	81
IV.B.4 La importancia de H.323	82
IV.B.5 Terminales	83
IV.B.6 Gateway	84
IV.B.7 Protocolo SIP	84
IV.B.8 Limitaciones tecnológicas de la voz sobre paquetes	86
IV.C Características principales de la videoconferencia sobre redes IP	86
IV.C.1 Pérdida de paquetes	87
IV.C.2 La latencia	88
IV.C.3 El jitter	88
IV.C.4 Las políticas de seguridad de las redes	88
IV.D La videoconferencia (caso práctico)	89
IV.D.1 El sitio local	90
IV.D.1.a Equipos de comunicación	91
IV.D.1.b Los sitios remotos	92
IV.D.1.c La interconexión de los sitios	93
IV.D.2 Descripción y configuración de los equipos	94
IV.D.3 Realización de la videoconferencia	97
CONCLUSIONES	100
BIBLIOGRAFIA	101

---

---

**OBJETIVO GENERAL.**

El presente trabajo tiene por objetivo describir y establecer cómo se estructuran los diferentes tipos de redes de datos, para que puedan transmitir voz y video además de ahondar en la importancia de Internet para poder llevar a cabo la transmisión de estos elementos.

---

---

---

---

En el despertar de estos adelantos tecnológicos, es claro para los portadores de telecomunicaciones, compañías y vendedores, que los servicios y tráfico de voz será uno de las mayores aplicaciones para tomar ventaja completa de IP. Esta esperanza está basada en el impacto de un nuevo grupo de tecnologías generalmente referidas como Voz sobre IP (VoIP) o Telefonía IP.

VoIP suministra muchas capacidades únicas a los portadores y clientes quienes dependen en IP o en otra red basada en paquetes. Los beneficios más importantes incluyen los siguientes:

- Ahorros de costos: moviendo tráfico de voz sobre redes IP, las compañías pueden reducir o eliminar los cargos asociados con el transporte de llamadas sobre la red telefónica publica conmutada (PSTN). Los proveedores de servicios y los usuarios finales pueden aun conservar ancho de banda invirtiendo una capacidad adicional solo cuando es necesario. Esto es posible por la naturaleza distribuida de VoIP y por los costos de operación reducida según las compañías combinen tráfico de voz y datos dentro de una red.
- Estándares abiertos e interoperabilidad: adoptando estándares abiertos, los negocios y proveedores de servicios pueden comprar equipos de múltiples fabricantes y eliminar su dependencia en soluciones propietarias.
- Redes integradas de voz y datos: haciendo la voz como otra aplicación IP, las compañías pueden construir verdaderamente redes integradas para voz y datos. Estas redes integradas no solo proveen la calidad y confianza de las actuales PSTN's, también estas redes habilitan a las compañías para tomar rápidamente ventaja de nuevas oportunidades dentro del mundo cambiante de las comunicaciones.

El presente trabajo está orientado hacia los requerimientos para transmitir voz y video en las redes de datos, y todo lo que conlleva a nivel de protocolos, topologías, códec y también mencionar las principales tecnologías que actualmente permiten esta convergencia.

El primer capítulo menciona la historia de la telefonía, su evolución y sus actuales aplicaciones a nivel residencial y empresarial, también menciona los orígenes de la videoconferencia y sus elementos básicos para realizarla.

El segundo capítulo aborda el tema de las redes IP, que va desde el tipo de redes, el tipo de medios de enlace a nivel físico, los dispositivos que intervienen para enlazar redes de diferente tipo.

---

---

---

---

En el tercer capítulo se hace una descripción de Internet, que abarca desde su historia, pasando por sus principales aplicaciones, como está estructurado a nivel lógico, y se habla de la nueva versión IPv6 donde se hace un mejoramiento de las aplicaciones y consultas en Internet.

En el cuarto capítulo entramos de lleno al tema de la convergencia de voz y video en redes de datos y sus requerimientos para poder aplicarlo. También hablamos de un caso práctico de integración de un equipo de videoconferencia en una empresa que necesita enlazar dos oficinas ubicadas en distintas ciudades vía este medio.

---

---

---

---

## I.A Antecedentes

La comunicación es el proceso de transmitir información de una o varias personas a una o varias personas. En esta definición se destacan dos palabras.

1. Transmitir: “Es pasar algo en el proceso de la comunicación”, la persona que quiere enviar o envía la información (Emisor) la tiene en su poder y hace que la otra persona la reciba activamente; es decir, que sea consciente de ella, que la tenga en su poder.
2. Información: Son contenidos simbólicos que representan dos categorías
  - a. Hechos, ideas, cosas, sentimientos
  - b. Información personal, de trabajo o algo que sea de interés para el que va a recibir la información

Todo mensaje o información que un emisor transmite siempre contendrá simultáneamente esas dos categorías de información. Vale la pena recalcar que cuando transmitimos información, no transmitimos al otro la idea del hecho físico sino una representación simbólica de él.

La información es la codificación o transformación a símbolos de una realidad física.

## I.B Elementos de la comunicación

Para que la comunicación se pueda realizar, necesita de 5 elementos fundamentales que a continuación se describen:

1. Emisor: Persona que transmite la información
2. Receptor: Persona que recibe la información
3. Mensaje: Contenido de la información que el Emisor transmite al Receptor.
4. Canal: Medio utilizado para transmitir el mensaje
5. Código: Conjunto de reglas y signos que el emisor y el receptor conocen.

En la Figura I.1 se describen los elementos de la comunicación.

---

---

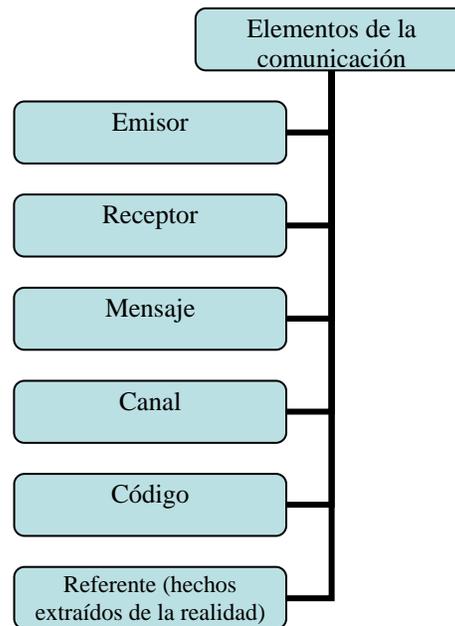


Figura I.1 Elementos de la comunicación

El que inicia la comunicación tendrá entonces que transmitir al otro la información sobre cuál es el objetivo en la relación.

El mantenimiento de la relación entre las personas también implica un proceso de intercambio de información.

## I.C Teléfono

Los intentos fueron muchos, mas sería el progreso del electromagnetismo durante el siglo XIX el que asentaría las bases para el uso práctico de la telefonía. A principios de 1800, investigadores de muchos países estudiaban los fenómenos eléctricos y magnéticos.

El danés Hans Christian Órsted descubrió el 21 de julio de 1820, que una corriente eléctrica podía influir sobre una aguja magnética y, en una carta, dio a conocer su sensacional descubrimiento a los científicos y académicos de todo el mundo: existía una relación entre la corriente eléctrica y la potencia. Había nacido el electromagnetismo, que los inventores intentaron utilizar rápidamente para emitir mensajes por largas distancias construyendo diferentes aparatos telegráficos.

El primer teléfono surgió a través de una serie de experimentos de telegrafía. En 1873, Alexander Graham Bell, profesor de filosofía vocal de la Universidad de Boston, comenzó a interesarse en el estudio de la telegrafía múltiple. Concibió la idea de lo que llamó un telégrafo

armónico, capaz de enviar mensajes simultáneamente distintos mensajes por un solo cable, utilizando para ello varios pares de resortes de acero. La figura I.2 muestra el principio básico del teléfono.

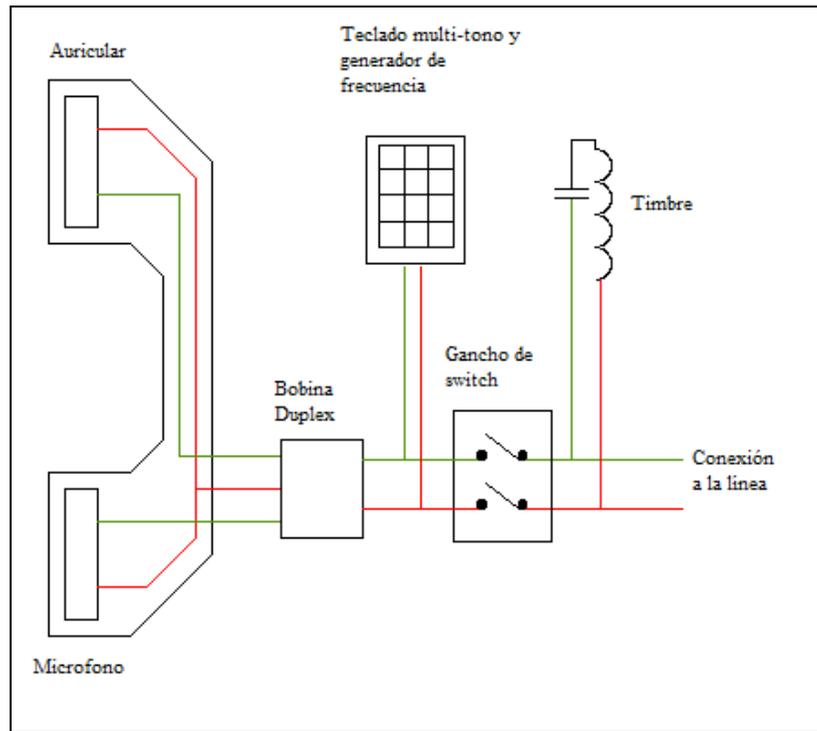


Figura 1.2 Principio básico del teléfono

La primera central telefónica del mundo se puso en servicio durante 1878 en New Haven, Estados Unidos de América; comprendía un cuadro conmutador y 21 abonados. Un conmutador complementado en 1892, cuando Almon B. Strowger construye el primer cuadro conmutador telefónico automático. Este empresario que vivía en Kansas City quería evitar, a través de su invento, que la telefonista de la ciudad y esposa de su principal competidor se "equivocara" al conectar las llamadas de sus clientes.

El 13 de marzo de 1878, tan solo 3 años después de que Graham Bell patentara el teléfono, se lleva a cabo la primera llamada entre la Ciudad de México y la población de Tlalpan (Se considera como la primera llamada de larga distancia en México, ya que Tlalpan era un pueblo). En 1881, durante el gobierno de Manuel González se otorga a M. L. Greenwood la concesión para la construcción de la red telefónica en el Distrito Federal, en un principio con la oposición de la población; durante ese mismo año, el 18 de julio, se oferta el servicio telefónico en la entidad por parte de la Compañía Telefónica Mexicana, conocida como Mextelco, empresa que se sustentaba técnica y financieramente en la Electric Telephone Company. Esta compañía es de la asociación de varios inversionistas interesados en prestar el servicio telefónico en el país.

---

---

En 1883, las ciudades de Matamoros, Tamaulipas y Brownsville, Texas, entablan la primera conferencia de larga distancia internacional. Al siguiente año el gobierno otorga la concesión a la Compañía Telefónica Mexicana para la introducción de equipo y material telefónico al país.

## **LD Video**

Desde un comienzo los seres humanos hemos intentado comunicarnos a mayores distancias valiéndonos de la tecnología logrando así romper las barreras del espacio.

En un principio la comunicación a distancia era muy primitiva, pero con el transcurso del tiempo fue evolucionando junto con el desarrollo tecnológico, aumentándose las distancias que separaban a los participantes, así como la calidad y cantidad de información.

Dada la sofisticación del sistema de la visión humana, la predilección del ser humano por las imágenes es sorprendente, no sólo una gran parte del cerebro esta dedicada a la visión y al análisis visual sino que también la capacidad de transporte de información de nuestro sistema visual es mucho mayor que el de cualquier otro de nuestros sentidos.

De todas las imágenes y pinturas conocidas, el rostro humano es la más importante como fuente de información. Cuando hablamos frente a frente con otra persona, obtenemos mayor información de las expresiones faciales, más que de sus palabras o calidad de voz combinadas. De hecho, los psicólogos han determinado que cuando hablamos cara a cara, sólo el siete por ciento de lo que es comunicado es transferido por el significado de las palabras. Otro treinta y ocho por ciento proviene de cómo las palabras son dichas. Eso deja al cincuenta y cinco por ciento restantes de la comunicación, tomar la forma de señales visuales.

El problema es que en el ambiente global de los negocios de ahora las comunicaciones cara a cara han llegado a ser una práctica costosa, con un alto consumo de tiempo por lo que es, frecuentemente omitida. Se hace uso entonces de medios como el teléfono, el fax o el módem para satisfacer las necesidades de comunicación corporativas. "La videoconferencia ofrece hoy en día una solución accesible a esta necesidad de comunicación, con sistemas que permiten el transmitir y recibir información visual y sonora entre puntos o zonas diferentes evitando así los gastos y pérdida de tiempo que implican el traslado físico de la persona, todo esto a costos cada vez más bajos y con señales de mejor calidad". Estas ventajas hacen a la videoconferencia el segmento de mayor crecimiento en el área de las telecomunicaciones.

El interés en la comunicación utilizando video ha crecido con la disponibilidad de la televisión comercial iniciada en 1940. Los adultos de hoy han crecido utilizando al televisor como un medio de información y de entretenimiento, se han acostumbrado a tener un acceso visual a los eventos mundiales más relevantes en el momento en que estos ocurren. Nos hemos

---

---

---

---

convertido rápidamente en comunicadores visuales. Es así, que desde la invención del teléfono, los usuarios han tenido la idea de que el video podría eventualmente ser incorporado a éste.

AT&T (American telephone and Telegraph: Compañía Americana de telefonía y telegrafía) presentó en 1964, en la feria del comercio mundial de Nueva York un prototipo de videoteléfono el cual requería de líneas de comunicación bastante costosas para transmitir video en movimiento, con costos de cerca de mil dólares por minuto. El dilema fue la cantidad y tipo de información requerida para desplegar las imágenes de video.

Las señales de video incluyen frecuencias mucho más altas que las que la red telefónica podía soportar (particularmente las de los años 60's del siglo XX). El único método posible para transmitir la señal de video a través de largas distancias fue a través de satélite. La industria del satélite estaba en su infancia entonces, y el costo del equipo terrestre combinado con la renta de tiempo de satélite excedía con mucho los beneficios que podrían obtenerse al tener pequeños grupos de personas comunicados utilizando este medio.

A través de los años 70's del siglo XX, se realizaron progresos substanciales en muchas áreas claves, los diferentes proveedores de redes telefónicas empezaron una transición hacia métodos de transmisión digitales. La industria de las computadoras también avanzó enormemente en el poder y velocidad de procesamiento de datos y se descubrieron y mejoraron significativamente los métodos de muestreo y conversión de señales analógicas (como las de audio y video) en bits digitales.

El procesamiento de señales digitales también ofreció ciertas ventajas, primeramente en las áreas de calidad y análisis de la señal; el almacenamiento y transmisión todavía presenta obstáculos significativos. En efecto, una representación digital de una señal analógica requiere de mayor capacidad de almacenamiento y transmisión que la original. Por ejemplo, los métodos de video digital comunes al finalizar los últimos años de la década mencionada y a principios de la siguiente (1980-1990) requirieron de relaciones de transferencia de 90 Megabits por segundo (Mbps). La señal estándar de video era digitalizada empleando el método común PCM (Pulse Code Modulation: Modulación por codificación de pulsos) de 8 bits, con 780 pixeles por línea, 480 líneas activas por cuadro de las 525 para NTSC (Netware Transmission System Codification: Sistema de transmisión por codificación) y con 30 cuadros por segundo.

La necesidad de una compresión confiable de datos digitales fue crítica. Los datos de video digital son un candidato natural para comprimir, debido a que existen muchas redundancias inherentes en la señal analógica original; redundancias que resultan de las especificaciones originales para la transmisión de video y las cuales fueron requeridas para que los primeros televisores pudieran recibir y desplegar apropiadamente la imagen.

Una buena porción de la señal de video analógica esta dedicada a la sincronización y temporización del monitor de televisión. Ciertos métodos de compresión de datos fueron

---

---

---

---

descubiertos, los cuales eliminaron enteramente esta porción redundante de información en la señal, con lo cual se obtuvo una reducción de la cantidad de datos utilizados de un 50% aproximadamente, es decir, 45 Mbps, una razón de compresión de 2:1. Las redes telefónicas en su transición a digitales, han utilizado diferentes relaciones de transferencia, la primera fue 56 Kbps necesaria para una llamada telefónica (utilizando métodos de muestreo actuales), enseguida grupos de canales de 56 Kbps (Kilobits por segundo), fueron reunidos para formar un canal de información más grande el cual corría a 1.5 Mbps (comúnmente llamado canal T1). Un T1 es un sistema de compresión y señalización para transmitir voz digital.

Varios grupos de canales T1 fueron reunidos para conformar un canal que corría a 45 Mbps (ó un "T3"). Así usando video comprimido a 45 Mbps fue finalmente posible, pero todavía extremadamente caro, transmitir video en movimiento a través de la red telefónica pública. Estaba claro que era necesario el comprimir aún más el video digital para llegar a hacer uso de un canal T1 (con una razón de compresión de 60:1), el cual se requería para poder iniciar el mercado. Entonces a principios de 1980 algunos métodos de compresión hicieron su debut, estos métodos fueron más allá de la eliminación de la temporización y sincronización de la señal, realizando un análisis del contenido de la imagen para eliminar redundancias.

Esta nueva generación de video **codecs** (CODificador/DECodificador), no sólo tomó ventajas de las redundancias, si no también del sistema de la visión humana. La razón de imágenes presentadas en el video en Norte América es de 30 cuadros por segundo, sin embargo, esto excede los requerimientos del sistema visual humano para percibir movimiento. La mayoría de las películas cinematográficas muestran una secuencia de 24 cuadros por segundo. La percepción del movimiento continuo puede ser obtenida entre 15 y 20 cuadros por segundo, por tanto una reducción de 30 cuadros a 15 cuadros por segundo por sí misma logra un porcentaje de compresión del 50 %, una relación de 4:1 se logra obtener de esta manera, pero todavía no se alcanza el objetivo de lograr una razón de compresión de 60:1

Los codecs de principios de antepenúltima década del siglo pasado, utilizaron una tecnología conocida como codificación de la Transformada Discreta del Coseno (DCT, Discret Coseno Transformed). Usando esta tecnología DCT las imágenes de video pueden ser analizadas para encontrar redundancia espacial y temporal.

La redundancia espacial es aquella que puede ser encontrada dentro de un cuadro sencillo de video, "áreas de la imagen que se parecen bastante que pueden ser representadas con una misma secuencia". La redundancia temporal es aquella que puede ser encontrada de un cuadro de la imagen a otro " áreas de la imagen que no cambian en cuadros sucesivos". Combinando todos los métodos mencionados anteriormente, se logró obtener una razón de compresión de 60:1.

El primer codec fue introducido al mercado por la compañía Compression Labs Inc. (CLI) y fue conocido como el VTS 1.5, el VTS significaba Video Teleconference System (Sistema de

---

---

---

---

Video Teleconferencia), y el 1.5 hacia referencia a 1.5 Mbps ó T-1. En menos de un año CLI mejoró el VTS 1.5 para obtener una razón de compresión de 117:1 (768 Kbps), y renombró el producto a VTS 1.5E. La corporación británica GEC y la corporación japonesa NEC entraron al mercado lanzando codecs que operaban con un T-1 (y debajo de un T-1 si la imagen no tenía mucho movimiento). Ninguno de estos codecs fueron económicos, el VTS 1.5E era comercializado en un promedio de \$180,000.00 dólares, sin incluir el equipo de video y audio necesarios para completar el sistema de conferencia, el cual era adquirido por un costo aproximado de \$70,000.00 dólares, tampoco incluía costos de acceso a redes de transmisión, el costo de utilización de un T-1 era de aproximadamente \$1,000.00 dólares la hora.

A mediados de la década de 1980 del siglo anterior, se observó un mejoramiento dramático en la tecnología empleada en los codecs de manera similar, se observó una baja substancial en los costos de los medios de transmisión. CLI (Compression Labs Inc) introdujo el sistema de video denominado Rembrandt los cuales utilizaron ya una razón de compresión de 235:1 (384 Kbps). Entonces una nueva compañía, Picture Tel (originalmente PicTel Communications), introdujo un nuevo codec que utilizaba una relación de compresión de 1600:1 (56 Kbps). PictureTel fue el pionero en la utilización de un nuevo método de codificación denominado Cuantificación jerárquica de vectores (abreviado HVQ por su nombre en inglés). CLI lanzó poco después el codec denominado Rembrandt 56 el cual también operó a 56 Kbps utilizando una nueva técnica denominada compensación del movimiento.

Al mismo tiempo los proveedores de redes de comunicaciones empleaban nuevas tecnologías que abarataban el costo del acceso a las redes de comunicaciones. El precio de los codecs cayó casi tan rápido como aumentaron los porcentajes de compresión.

### **I.D.1 Elementos básicos de un sistema de Videoconferencia.**

Para fines de estudio y de diseño los sistemas de videoconferencia suelen subdividirse en tres elementos básicos que son:

1. La red de comunicaciones,
2. La sala de videoconferencia y
3. El códec.

A su vez la sala de videoconferencia se subdivide en cuatro componentes esenciales: el ambiente físico, el sistema de video, el sistema de audio y el sistema de control. A continuación se describe brevemente cada uno de los elementos básicos de que consta un sistema de

---

---

---

---

videoconferencia. Señalar que la opción particular depende enteramente de los requerimientos del usuario.

Es importante hacer notar que, como se observa en la figura I.3 el círculo que representa al códec no toca al que representa a la red, de hecho existe una barrera que los separa la que podemos denominarle como una interfase de comunicación, esto es para representar el hecho de que la mayoría de los proveedores de redes de comunicación solamente permiten conectar directamente equipo aprobado y hasta hace poco la mayoría de los fabricantes de codecs no incluían interfaces aprobadas en sus equipos.

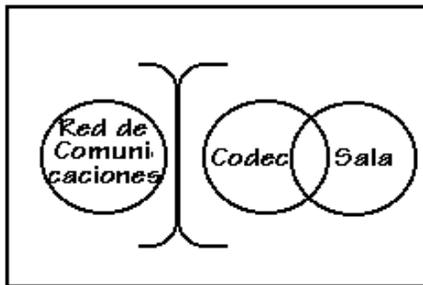


Figura I.3 Esquema de Videoconferencia

### **I.D.2 La sala de Videoconferencia.**

La sala de videoconferencia es el área especialmente acondicionada en la cual se alojará el personal de videoconferencia, así como también, el equipo de control, de audio y de video, que permitirá el capturar y controlar las imágenes y los sonidos que habrán de transmitirse hacia el(los) punto(s) remoto(s).

El nivel de confort de la sala determina la calidad de la instalación. La sala de videoconferencia perfecta es la sala que más se asemeja a una sala normal para conferencias; aquellos que hagan uso de esta instalación no deben sentirse intimidados por la tecnología requerida, más bien deben sentirse a gusto en la instalación. La tecnología no debe notarse o debe de ser transparente para el usuario.

Debemos dejar claro que actualmente se distinguen varios tipos de videoconferencia, las cuales se diferencian entre si por el ámbito físico desde el que se transmiten y el equipamiento que utilizan (cámaras, micrófonos, etc.). De acuerdo con estos aspectos existen 3 tipos de videoconferencia:

1. Las que se realizan desde y hacia sala especialmente preparadas. Generalmente este tipo de conferencias reúnen a un gran número de personas (diez o más), e implican el uso de equipamiento costoso que ofrece una gran calidad de imagen y sonido.
2. Las que se realizan utilizando un módulo rollabout (las salas que contienen un equipo pequeño de videoconferencia, máximo 6 participantes)
3. Las que se realizan desde el escritorio. Este tipo de videoconferencia generalmente esta íntimamente asociado con el concepto de videotelefonía. Si bien en la actualidad existen dispositivos para este fin, estos no se han popularizado debido en parte a que son muy costosos, tanto los dispositivos como las comunicaciones. Es por eso que actualmente la gran mayoría de las videoconferencias de escritorio se realizan mediante el uso de un P.C (computadora personal), un pequeña cámara, comercialmente conocida como WebCam, y un programa de comunicaciones (como el Net meeting de Microsoft)

En la figura I.4 se muestra como esta compuesta una sala de Videoconferencia.

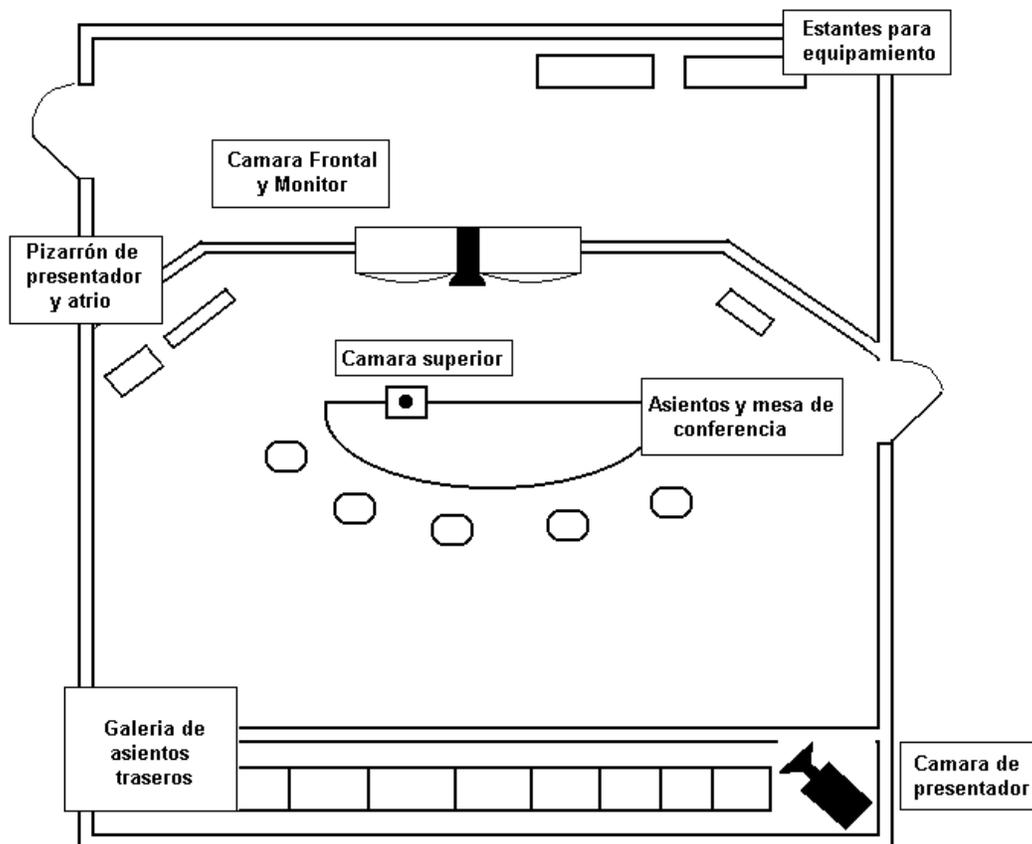


Figura I.4. Sala de videoconferencias

---

---

### I.D.2.a El códec

Las señales de audio y video que se desean transmitir se encuentran por lo general en forma de señales analógicas, por lo que para poder transmitir esta información a través de una red digital, ésta debe de ser transformada mediante algún método a una señal digital, una vez realizado esto se debe de comprimir y multiplexar estas señales para su transmisión. El dispositivo que se encarga de este trabajo es el códec que en el otro extremo de la red realiza el trabajo inverso para poder desplegar y reproducir los datos provenientes desde el punto remoto.

### I.D.2.b Forma de conexión

En cuanto a la conexión existen básicamente 2 modelos:

1. Videoconferencia Punto a Punto. Es cuando la videoconferencia se va a realizar entre 2 únicos terminales de videoconferencia. Previamente se establece la llamada telefónica mediante el numero RDSI (Red digital de servicios integrados). Es decir, un equipo de videoconferencia hace la llamada a través del número RDSI al otro equipo y se inicia la comunicación.
2. Videoconferencia Multipunto. En este modelo la videoconferencia va a ser entre más de 2 terminales. Se hace necesario pues, un equipo que sea capaz de hacer de unión entre todos los terminales que participaran en la Multivideoconferencia (equipo conmutador de Vídeo de puertos RDSI).

### I.E. Modulación de señal y Teorema de muestreo de Nyquist

La modulación intenta conseguir la adecuación entre señal y canal (medio de transmisión), de modo que en las transmisiones utilicemos aquellas frecuencias en las que el canal proporciona la mejor respuesta.

La expresión general para una portadora sin modulación (señal analógica) puede escribirse como:

$$v(t) = V_c \text{sen}(\omega t + \phi) \quad (1)$$

Donde:

V (t) = Valor instantáneo del voltaje.

Vc = Amplitud máxima.

$\omega$  = Frecuencia angular en rad/s.

$\phi$  = Angulo de fase en radianes.

La frecuencia angular  $\omega$  se interpreta aquí como frecuencia angular instantánea y la fase como fase instantánea. Es decir, la frecuencia y la fase pueden variar instantáneamente de

---

---

acuerdo con la señal Moduladora. De acuerdo a esto, puede definirse la frecuencia de la portadora como:

$$\omega(t) = \omega_c + k_1 f(t) \quad (2)$$

Ahora bien, se presentan algunas dificultades si a partir de la expresión (a) tratamos de expresar matemáticamente la señal resultante de la modulación en frecuencia ya que, en general se habla de la frecuencia de una señal senoidal cuando la frecuencia es constante y la señal persiste todo el tiempo. Por esta razón es más conveniente definir una función senoidal generalizada de forma:

$$f_c(t) = A \cos \phi(t) \quad (3)$$

La elección de la función coseno en lugar de seno es puramente arbitraria y la única razón es que el manejo de aquella es más cómodo, aún cuando en ambos casos se llega a los mismos resultados.

En (c),  $\phi(t)$  es el ángulo instantáneo de fase de la señal. Ahora bien, la fase instantánea y la frecuencia instantánea están relacionadas mediante:

$$\omega(t) = \frac{d\phi(t)}{dt} \quad (4)$$

e, inversamente,

$$\phi(t) = \int \omega(t) dt \quad (5)$$

Y, para una señal de frecuencia constante  $\omega_c = 2\pi f_c$  se tiene:

$$\phi(t) = \int \omega_c dt = \omega_c t + \phi_0 \quad (6)$$

Donde  $\phi_0$  es la constante de integración y representa la fase inicial de la señal de frecuencia angular  $\omega_c$ . Si la integral se hace definida en el intervalo  $(0, t)$ , entonces  $\phi_0 = 0$ , de modo que podemos omitirla sin pérdida de generalidad.

#### a) Modulación de fase

Si ahora se hace variar la fase instantánea  $\phi(t)$  de acuerdo a una señal de información  $f(t)$ , se tendrá:

$$\phi(t) = \omega_c t + k_2 f(t) \quad (7)$$

Substituyendo (f) en la ecuación general (c) se tiene, para la *modulación de fase*:

$$f_{PM}(t) = A \cos[\omega_c t + k_2 f(t)] \quad (8)$$

#### b) Modulación de frecuencia

También puede hacerse variar la frecuencia de la portadora en la forma definida por la expresión (2).

Para obtener una expresión similar a (8), es necesario obtener  $\phi(t)$  utilizando (5):

$$\begin{aligned}\phi(t) &= \int_0^t [\omega_c + k_1 f(t)] dt \\ &= \omega_c t + k_1 \int_0^t f(t) dt\end{aligned}\quad (9)$$

Substituyendo ahora esta expresión en (3), se tiene la siguiente expresión para la modulación en frecuencia:

$$f_{FM}(t) = A \cos \left[ \omega_c t + k_1 \int_0^t f(t) dt \right] \quad (10)$$

Substituyendo ahora esta expresión en (3), se tiene la siguiente expresión para la modulación en frecuencia:

Las ecuaciones (8) y (10) son muy parecidas, excepto que en la expresión para la señal modulada en frecuencia aparece la integral de  $f(t)$ , la señal moduladora, en lugar de la función sola. Esto conduce a pensar que es posible generar una señal modulada en frecuencia a partir de una señal modulada en fase, si previamente se integra la señal de información  $f(t)$ . En otras palabras, la diferencia entre la modulación de frecuencia y la de fase es únicamente un integrador en el circuito de modulación. Este procedimiento se conoce como método indirecto de generación de FM.

En la práctica es muy difícil, por no decir que no es posible, distinguir en un osciloscopio entre una señal modulada en fase y una modulada en frecuencia, a diferencia de las señales moduladas en amplitud que pueden distinguirse claramente. Las ecuaciones (8) y (10) proporcionan la base para analizar los dos tipos de modulación angular desde un punto de vista general. Para simplificar el análisis supondremos que la señal de información  $f(t)$  es de forma:

$$f(t) = a \cos \omega_m t \quad (11)$$

Substituyendo (11) en (8) y (10) se tiene, para la modulación de fase,

$$f_{PM}(t) = A \cos [\omega_c t + k_2 a \cos(\omega_m t)] \quad (12)$$

Y, para la modulación en frecuencia,

$$f_{FM}(t) = A \cos [\omega_c t + k_1 a \text{sen}(\omega_m t)] \quad (13)$$

Donde, en las expresiones anteriores:

$A$  es la amplitud de la portadora. Obsérvese que, a diferencia de AM, la amplitud de la portadora es constante en la modulación angular.  $k_1$  y  $k_2$  son constantes y  $a$  es, en ambos casos, la amplitud de la señal moduladora.

$\omega_c = 2 \pi f_c$  es la frecuencia angular de la portadora sin modulación. En FM y PM a la frecuencia de la portadora sin modulación se le designa como frecuencia central.

Es importante notar que la modulación de fase siempre lleva implícita la modulación de frecuencia y viceversa. Es decir, los dos tipos de modulación ocurren simultáneamente.

De (12) se ve que:

$$\phi(t) = \omega_c t + k_2 a \cos(\omega_m t) \quad (14)$$

De modo que la frecuencia instantánea estará dada por:

$$\omega(t) = \frac{d\phi(t)}{dt} = \omega_c + k_2 a \omega_m \cos(\omega_m t) \quad (15)$$

Y si, ahora se define  $m = k_2 a$ :

$$\omega(t) = \omega_c + m \omega_m \cos(\omega_m t) \quad (16)$$

Con lo que la ecuación para la modulación de fase (12) queda ahora como:

$$f_{PM}(t) = A \cos[\omega_c t + m \cos(\omega_m t)] \quad (17)$$

Y  $m$  se define ahora como índice de modulación de fase o amplitud de la desviación de fase. De (16) se ve que la magnitud de la desviación de frecuencia de la portadora (frecuencia central), correspondiente a la desviación de fase  $m$  es:

$$\Delta\omega = m\omega_m \quad (18)$$

Integrando (16) y substituyendo en (3) se obtiene una expresión equivalente a la (14), ahora en términos de la desviación de frecuencia:

$$f_{FM}(t) = A \cos[\omega_c t + \beta \sin(\omega_m t)] \quad (19)$$

Donde;

$$\beta = \frac{\Delta\omega}{\omega_m} = \frac{\Delta f}{f_m}$$

Debido a que la señal analógica tal cual, no se puede procesar por la red IP (Internet Protocol: Protocolo de Internet), necesita pasar por un proceso de digitalización y codificación que se explica a detalle a continuación.

### I.E.1 Señales analógicas frente a digitales (muestreo digital)

El muestreo digital es una de las partes que intervienen en la digitalización de las señales. Consiste en tomar muestras periódicas de la amplitud de una señal analógica, siendo el intervalo entre las muestras constante. El ritmo de este muestreo, se denomina frecuencia o tasa de muestreo y determina el número de muestras que se toman en un intervalo de tiempo.

El muestreo está basado en el Teorema de Muestras, que es la base de la representación discreta de una señal continua en banda limitada. Es útil en la digitalización de señales (y por consiguiente en las telecomunicaciones) y en la codificación del sonido en formato digital.

Independientemente del uso final, el error total de las muestras será igual al error total del sistema de adquisición y conversión más los errores añadidos por el ordenador o cualquier sistema digital.

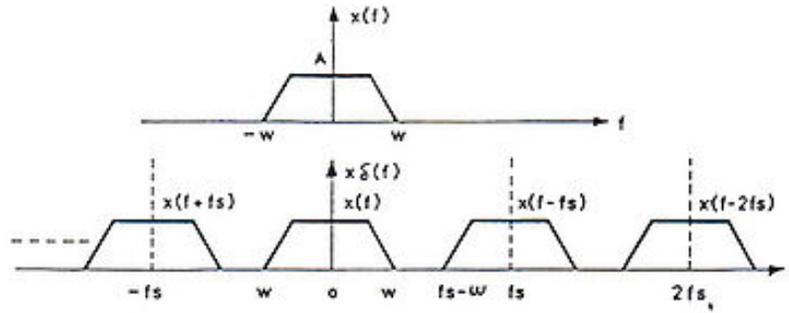
Sea la señal de banda limitada y paso-bajo  $x(t)$  (dominio del tiempo) cuyo espectro  $X(f)$  (dominio de la frecuencia) es nulo para:  $|f| > W$ . Sea también la onda:

$$S_\delta(t) = \sum_m \delta(t - mT_s)$$

El producto  $x(t) \cdot S_\delta(t)$  es una onda formada por deltas de peso igual a las muestras de  $x(t)$ :

$$x_\delta(t) = x(t) \cdot S_\delta(t) = x(t) \cdot \sum_m \delta(t - mT_s) = \sum_m x(mT_s) \cdot \delta(t - mT_s)$$

que dará lugar a otro tren de deltas:



Función escala  $f_s$ .

$$S_\delta(f) = f_s \sum_m \delta(f - m f_s); \quad f_s = \frac{1}{T_s}$$

La transformada de  $x_\delta(t)$  es la de  $x(t)$  repetida y centrada en cada armónico de la frecuencia de muestreo, exceptuando el término constante o la función escala  $f_s$ .

No se producirá solapamiento entre los espectros parciales de  $X_\delta(f)$  si se verifica que:

$$\begin{aligned} f_s - W &\geq W \\ f_s &\geq 2W \end{aligned}$$

De la observación del espectro  $X_\delta(f)$  se deduce la posibilidad de recuperar  $x(t)$  simplemente pasando  $x_\delta(t)$  por un filtro paso-bajo cuya frecuencia de corte  $B$  cumpla la condición:

$$W \leq B \leq f_s - W$$

### I.E.1.a Teorema de Muestras

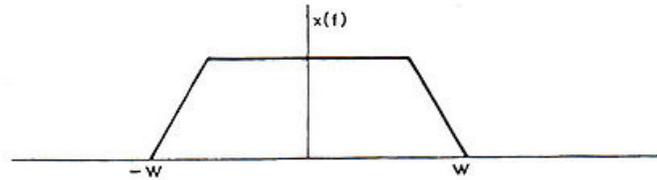


Figura I.5 Señal paso-bajo

espectro  $x(f)$  de la señal paso-bajo.

Se considera la señal paso-bajo  $x(t)$ , que cumple:  $X(f) = 0$  para  $|f| > W$ , cuyo espectro  $X(f)$  se representa en la figura I.5.

Es posible establecer un desarrollo en Serie de Fourier de  $X(f)$ , limitado a  $|f| \leq W$  del modo siguiente:

$$X(f) = \sum_n C_n \cdot e^{j2\pi n \frac{f}{2W}},$$

en dónde los coeficientes  $C_n$  del desarrollo vienen dados por:

$$C_n = \frac{1}{2W} \int_{-W}^W X(f) \cdot e^{-j2\pi n \frac{f}{2W}} df$$

Ahora bien, si  $x(t)$  es la transformada inversa de  $X(f)$ :

$$x(t) = \int_{-W}^W X(f) e^{j2\pi ft} df,$$

de dónde se infiere una relación inmediata entre los  $C_n$  y valores particulares de  $x(t)$ , concretamente:

$$C_n = \frac{1}{2W} \cdot x\left(-\frac{n}{2W}\right)$$

Así pues, puede escribirse el espectro  $X(f)$  de  $x(t)$  en términos de las propias muestras  $x\left(-\frac{n}{2W}\right)$  de  $x(t)$  sin más que sustituir los valores de  $C_n$  dados en la ecuación anterior:

$$X(f) = \sum_n \frac{1}{2W} x\left(\frac{n}{2W}\right) e^{-j2\pi n \frac{f}{2W}}$$

---

---

Para hallar los términos de  $x(t)$  bastará con calcular la transformada inversa, resultando así:

$$x(t) = \sum_n x\left(\frac{n}{2W}\right) \cdot \text{sinc}2W\left(t - \frac{n}{2W}\right)$$

### **I.E.2 Codificación de los valores en la señal**

Una señal eléctrica analógica se deriva usualmente de un transductor, que convierte la señal de un formato físico a otro, sin cambiar su apariencia de forma de onda. Por ejemplo, la parte de la boca del auricular telefónico convierte la presión cambiante del aire (sonido) en una señal cambiante de voltaje eléctrico. Para el sonido, la conversión a la forma eléctrica es conveniente, porque las señales eléctricas pueden transmitirse mucho más lejos que las ondas de presión por el aire.

Mientras que el valor de una señal analógica en cualquier instante refleja el valor de la fuente de información, el valor de una señal digital binaria refleja en cualquier instante uno de dos valores: 0 ó 1.

Así que, ¿Cómo se representa una señal digital en una línea eléctrica? En el esquema más básico, el 0 y el 1 tienen cada uno asignado un rango de valores de voltaje. Considere una implementación con un rango de voltaje de 0 a 5 voltios (V). Cualquier voltaje de 0 a 2.5 V corresponde a un estado lógico de 1.

### **I.E.3 Transmisión, respuesta y almacenamiento**

Las representaciones de señales binarias digitales tienen importantes consecuencias en la transmisión, la respuesta y el almacenamiento de información. Una señal digital puede tolerar pequeños cambios de señal manteniendo la integridad de los datos codificados. Cualquier cambio en una señal analógica implica un cambio en la información codificada.

Considerando una señal analógica que lleve información de audio. Debido a la resistencia eléctrica del cable, el voltaje disminuye según aumenta la longitud del cable. Como resultado de esta disminución, el nivel de audio interpretado en el extremo receptor es demasiado bajo.

### **I.F Tecnología de aplicación de voz**

La necesidad de comunicación de forma instantánea, eficaz y económica ha generado que la telefonía y el video converjan por el mismo medio en que se comunican las computadoras, para ello, se han desarrollado nuevas tecnologías y protocolos para que esa convergencia pueda existir.

En el caso de la voz IP son varios los factores que intervienen para transmitir voz sobre la red de paquetes, entre estos son la conversión de analógico a digital y viceversa, la calidad del servicio, que es uno de los principales factores que se tienen que considerar ya que puede existir

---

---

---

---

degradación de la voz, el ancho de banda que se debe reservar para la transmisión, los codecs como son el G.721, G.723, etc, y los protocolos como son: H.323, SIP, H.248, SS7, etc.

A principios del nuevo milenio enviar vídeo con audio a través de una línea utilizando computadoras, sólo era posible con costoso y sofisticados hardware, estaba reservado para grandes compañías. Afortunadamente, debido al avance producido en el vídeo digital es posible enviar las citadas señales desde una computadora doméstica a través de líneas como líneas telefónicas y redes digitales.

Dos hechos están provocando un aumento considerable del interés sobre la videoconferencia:

1. Por un lado, la fama y expandibilidad de Internet es tan grande que a pesar de las posibles limitaciones tecnológicas, se están instalando los primeros sistemas de videoconferencia con un resultado más que aceptable. Sin incurrir en un costo prohibitivo, es posible desde nuestro computador transmitir o realizar videoconferencia con envío de señales digitales de audio y video en tiempo real a través de la línea telefónica. Esto es posible utilizando una buena tarjeta de vídeo, un determinado software y una cámara de video que en un principio puede ser del tipo doméstico.
2. El otro factor determinante es el avance en las técnicas de compresión de vídeo por software (codecs) que permiten rebajar la cantidad de datos a transmitir hasta niveles suficientemente bajos sin perder una calidad excesiva. El rendimiento obtenido al realizar videoconferencia depende mucho de la calidad de la tarjeta de vídeo, de su configuración y sobre todo del módem, de los protocolos y del tipo de la línea que se utilice para la transmisión.

### **I.F.1. Uso doméstico**

Los sistemas de uso residencial o doméstico son los sistemas más sencillos de telefonía; sus elementos básicos se muestran en la figura I.6

---

---

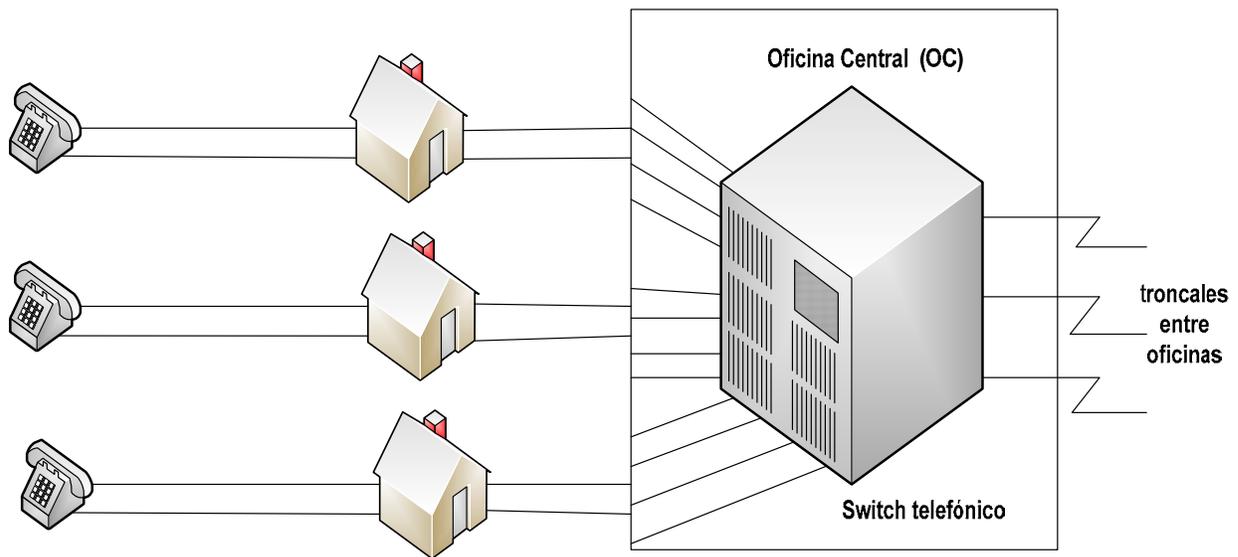


Figura. I.6 Elementos básicos de los sistemas de telefonía residencial

Con la extensión del uso del sistema de señalización 7 (SS7) en las redes centrales públicas de telefonía, los clientes de tipo residencial tienen acceso a un elevado número de funcionalidades avanzadas. Estas funcionalidades no se encontraban disponibles antes de que SS7 fuese ampliamente adoptado por los proveedores, ya que no existía ningún método estándar de señalar las solicitudes de ejecución de una determinada funcionalidad entre las diferentes redes de proveedores.

Todos los conectores telefónicos existentes en una casa se encuentran cableados en paralelo mediante unos cuantos pares de hilos. Cada circuito telefónico requiere el uso de un único par de hilos. Existe una conexión continua mediante hilos desde los conectores telefónicos (alimentación central) situados en el domicilio hasta la oficina central (OC).

En el hogar se utiliza una sencilla línea única telefónica que proporciona el servicio telefónico analógico convencional POTS (Plain Old Telephone Service: Servicio Telefónico Ordinario Antiguo). El teléfono solo dispone de un altavoz, un micrófono, un timbre, un teclado y un generador DTMF (Dual-Tone Multi-Frequency: Generador Dual Multifrecuencia).

La energía de baterías necesaria para alimentar el teléfono se obtiene del mismo par de hilos, conectados a la oficina central, que proporcionan la ruta de audio y la señalización de llamada.

Toda la inteligencia de la red procede del switch de la red principal situado en la OC. La OC es administrada por un proveedor de intercambio local, donde finalizan los hilos físicos procedentes de miles o decenas de miles de abonados.

Para facilitar la transmisión de la señal, y reducir el ruido, es posible que estos hilos tengan repetidores y/o bobinas de carga (inductores que bloquean las señales de alta frecuencia, se llamaban líneas pupinizadas, actualmente ya no se manejan con bobinas) situados en cualquier lugar de la ruta existente entre su hogar y la OC.

Además de las terminaciones de los hilos, la OC contiene líneas troncales hacia otras OCs y hacia nodos conjuntos de conmutación de la red del proveedor. Los hilos residenciales, los hilos empresariales y las troncales entre oficinas (por ejemplo, los circuitos de voz existentes entre los switches telefónicos y la red del proveedor) finalizan en grandes switches de voz construidos por sólo unos cuantos fabricantes.

### I.F.2. Uso empresarial

Las compañías y otro tipo de organizaciones tienen unas necesidades de telecomunicación más complejas que los clientes de tipo residencial, debido a que el número de personas a tener en cuenta es mayor y a que existe un gran enfoque hacia la productividad personal.

Al igual que los tipos de negocio pueden variar enormemente en cuanto a tamaño y a necesidades de comunicación, los sistemas utilizados para soportar estos tipos de negocio pueden variar en gran medida. La figura I.7 muestra un emplazamiento de red telefónica empresarial.

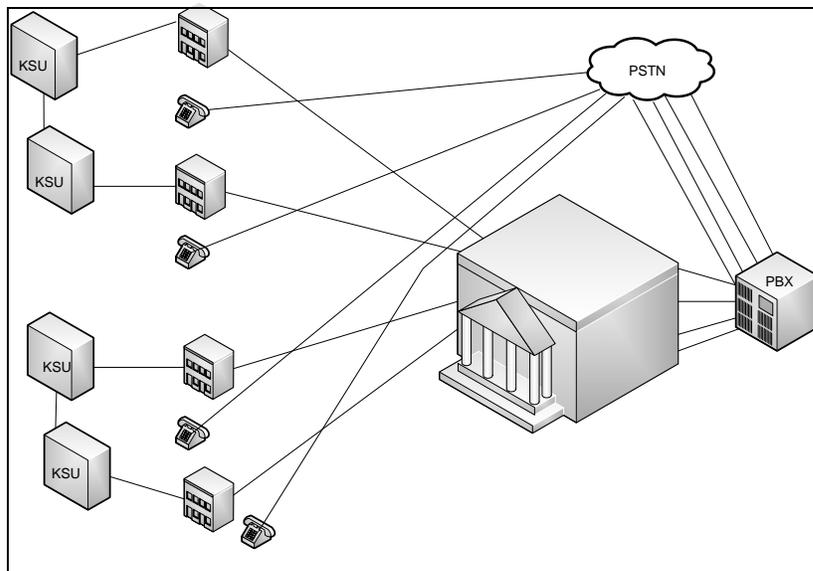


Figura I.7 Red de voz en un entorno empresarial con múltiples emplazamientos

Los emplazamientos se encuentran conectados, por lo general, mediante líneas que proporcionan una ruta física dedicada para las llamadas realizadas entre los emplazamientos. El uso de estos circuitos dedicados es menos caro que pagar por las llamadas realizadas entre los

---

---

emplazamientos a través de la red pública conmutada. Al menos uno de los emplazamientos debe disponer de conexiones troncales a la red pública de telefonía conmutada o POTS.

Es buena idea tener en cada emplazamiento al menos un teléfono analógico conectado directamente a la red telefónica conmutada (es decir, no a través de un intercambio privado de ramas) para mantener las comunicaciones durante los casos de emergencia producidos en caso de cortes en el suministro de energía o en fallas del switch de voz. Aunque los actuales PBX cuentan con servicios de emergencia, asignando teléfonos como “directos”.

Los sistemas de telefonía empresarial internos a la organización pueden estar formados por los siguientes elementos:

Teléfonos de tipo empresarial.

Dispositivos analógicos.

Unidades de tipo sistema de clave e híbridos.

Intercambio privado de ramas (PBX).

Distribuidores automáticos de llamadas (ACD).

Unidades de respuesta de voz interactiva (IVR).

Correo de voz y sistemas de atención automática.

### **Teléfonos de tipo empresarial**

Normalmente, un teléfono de tipo empresarial está diseñado para operar con un determinado sistema de clave o PBX (Private Branch Xchange: Intercambio privado de ramas) instalado en ese emplazamiento. Existe la posibilidad de que un fabricante de PBX ofrezca una diversidad de modelos de teléfono para su uso con un sistema determinado, desde teléfonos con una línea hasta teléfonos multilínea.

Los teléfonos de tipo empresarial ofrecen más funcionalidades que los teléfonos analógicos estándar. La mayoría de los teléfonos pueden albergar varias líneas o llamadas simultáneas, y por lo tanto tener varias llamadas a la vez. El teléfono tiene un codificador-decodificador que convierte las señales de digital a analógica y viceversa además de diversos servicios de valor agregado.

### **Circuitos troncales**

---

---

---

---

Para poder proporcionar una comunicación útil, el equipo telefónico situado en su emplazamiento necesita conectarse con los equipos situados en otros emplazamientos y con la red pública telefónica. Esto es similar a tener circuitos WAN (Wide Area Network: Red de cobertura mundial) en cada uno de los emplazamientos y una conexión a la Internet pública.

Los tipos de circuitos utilizados para la comunicación de voz se asemejan a los circuitos de datos a nivel más básico, es decir, separación de tramas, codificación de línea y división en canales.

La conexión física de un circuito de voz es, o bien un DS0 (Digital Signal 0: Señal Digital básica de 64 Kbps) que proporciona un único canal de voz analógico, o una conexión digital por división en el tiempo (TDM) que proporcione muchos canales de voz. En E.U.A. un circuito T1 proporciona 24 canales de voz con señalización. En el caso de México y en la mayoría de los países se utiliza un circuito E1 que proporciona 30 canales de voz, un canal de señalización y uno de alineación.

Este tipo de línea se conecta al PBX de la compañía, a través de una tarjeta que se encuentra en algún slot del PBX.

Dentro de los servicios que ofrece el proveedor al circuito de voz están los siguientes:

- Identificación de llamadas.
- Troncales DID (Dial Incoming Direct: Marcación directa de entrada).
- Troncales bidireccionales.

El identificador de llamadas permite identificar la llamada entrante en los DID's que cuenta la E1, para ello el usuario tiene que contar con un teléfono multilínea del fabricante del PBX, así como de contar con display en el teléfono.

### **1. F.3 Telefonía Móvil**

No cabe duda del gran éxito que han experimentado las comunicaciones móviles, y esto se debe a que proporcionan un medio eficaz de transmisión para el intercambio de información entre puntos fijos y móviles con calidad aceptable.

El radioteléfono móvil, los sistemas de mensajería, los teléfonos sin hilos, correo electrónico, chat, son los logros alcanzados ya que su desarrollo es importante para el desarrollo económico y social de cualquier país en crecimiento.

---

---

A continuación se describirán algunos conceptos básicos de Sistemas de Radiocomunicación, ya que es conveniente su explicación.

Por *radiocomunicación* se entiende la telecomunicación realizada por medio de las ondas radioeléctricas, que son ondas electromagnéticas que se propagan por el espacio, y que técnicamente consiste en superponer la información que se desea transmitir sobre las mismas.

Radiación es el flujo saliente de energía de una fuente cualquiera en forma de onda electromagnética, y emisión es la radiación de una estación transmisora radioeléctrica.

En el transmisor se genera la onda portadora que es modulada por la información; en el receptor se extrae ésta a partir de la señal recibida. Junto a estos dos elementos básicos se necesitan otros como la *Antena* para acoplamiento de los equipos al medio de propagación.

En los sistemas de radiocomunicación, la calidad de la comunicación viene limitada por las interferencias y por el ruido. Un aspecto muy importante a contemplar al establecer un sistema de radiocomunicación es la banda de frecuencias a utilizar o banda asignada, que se define como la banda de frecuencias en el interior de la cual se autoriza la emisión de una estación determinada.

La *clase de emisión* es el conjunto de características que definen una emisión, tales como el tipo de modulación empleado, naturaleza de la señal portadora, potencia de la señal, tipo de información que se envía, aplicación a que se destina, etc. La tabla I.1 muestra el tipo de banda y la frecuencia de dicha banda.

No DE LA BANDA	BANDA	GAMA DE FRECUENCIA
4	VLF	3 a 30 KHZ
5	LF	30 a 300 KHZ
6	MF	300 a 3000 KHZ
7	HF	3 a 30 MHZ
8	VHF	30 a 300 MHZ
9	UHF	300 A 3000 MHZ
10	SHF	3 a 30 GHZ
11	EHF	30 a 300 GHZ
12		300 a 3000 GHZ

Tabla I.1 Estos son los tipos de banda en el espectro y su frecuencia

---

---

### 1. F.3.a Telefonía Móvil Automática

El establecimiento de redes para comunicaciones móviles se inicio a mediados del siglo XX, pero su uso se restringía a ciertos servicios de carácter privado como la policía, bomberos, ambulancias, etc. Estas redes, de uso privado, no tenían conexión a la red telefónica básica, por lo que cada entidad tenía que montar su propia infraestructura.

Posteriormente su uso se va extendiendo a otros servicios con lo que empieza a ser necesario y rentable disponer de una red amplia. Una red o servicio de este tipo, cuyos usuarios son individuales, es lo que se denomina *Telefonía Móvil Automática* (TMA).

En los sistemas avanzados de TMA es necesario manejar un gran número de abonados móviles dispersos en una amplia zona; esto supone abordar una serie de problemas técnicos y administrativos como control, localización, transmisión y facturación y mantener al mismo tiempo una alta eficacia en la utilización del espectro radioeléctrico al mismo tiempo.

**Control:** conmutación automática de las comunicaciones y su continuidad, con selección automática de canales.

**Localización:** radio búsqueda y localización de los móviles antes de proceder a establecer una comunicación.

**Transmisión:** selección automática de las estaciones para conseguir una calidad adecuada durante la comunicación.

**Facturación:** en caso de movimiento por diversos países son necesarios acuerdos mutuos para transferir entre las diversas administraciones los costes que se producen.

### 1. F.3.b Sistema GSM

El GSM (Global system communications: Sistema global de comunicaciones móviles) es, a diferencia de los anteriores, un sistema TDM (Time division multiplexing: Multiplexación por división de tiempo) de banda estrecha, dentro de la banda de 900 MHz y una canalización con 200 KHz entre portadoras. Dentro de cada una de las frecuencias resultantes de la partición del ancho de banda disponible, se procede a una segmentación en intervalos de tiempo, estableciéndose una trama de semicanales temporales, similar a como se hace en los sistemas digitales de transmisión y conmutación.

Cada MHz se divide en 5 portadoras con un ancho de banda individual de 200 KHz, capaz cada una de ellas de soportar 8 semicanales individuales, destinando un octavo de tiempo a cada semicanal. El ancho de banda por portadora requerido por los sistemas GSM es mayor que en el

---

---

---

---

caso de los sistemas FDM (Frequency division multiplexing: Multiplexación por división de frecuencia), lo que a fin de cuentas se debe a que ese ancho de banda depende directamente de la cantidad de información a transportar en el tiempo, cuanto mayor sea la densidad de información mayor será la amplitud del espectro radioeléctrico necesario, por ello, dado que aquí hay que soportar 8 semicanales por portadora, el ancho de banda necesario por portadora pasa de los 25 KHz, típicos de los sistemas de 1 semicanal/portador, a los 200 KHz.

### **1. F.3.c Sistemas de gran alcance**

Las ventajas típicas de los sistemas móviles celulares con tecnología TDM frente aquellos con tecnología FDM, se centran en que aprovechan mejor el espectro disponible, en el sentido de que, por KHz que ocupan, soportan una mayor cantidad de tráfico y, por tanto, un mayor número de móviles por Km<sup>2</sup> dentro de cada celda.

### **1. F.4 Mensajería**

El servicio de mensajería no puede ser considerado como un servicio de telefonía móvil pero se comenta por cuanto contribuye a que cada usuario pueda recibir un mensaje en cualquier lugar en que se encuentre y, si procede, establezca una comunicación telefónica.

El concepto es muy sencillo, mediante un sistema de radiocomunicación se cubre una determinada zona (edificio, provincia o país) y cualquier usuario que se encuentre dentro de su cobertura y esté dotado del correspondiente terminal puede recibir un mensaje, acústico o alfanumérico, emitido por la central emisora, normalmente de carácter privado, o al igual que un correo electrónico se puede agregar varios usuarios para que reciban el mensaje.

La aplicación de este servicio tiene dos facetas bien diferenciadas, la primera es la simple localización de un usuario para enviarle un mensaje acústico (tono), indicándole con el mismo que debe ponerse en contacto con un determinado punto a la mayor brevedad, normalmente mediante una llamada telefónica. Este servicio es altamente utilizado para la localización de técnicos, médicos u otros profesionales que se encuentran en desplazamiento, y a los que es necesario dar un mensaje para que acudan a la prestación de un servicio.

La segunda faceta cada vez mayor extendida, es el envío de un mensaje completo conteniendo la información que se desea comunicar. Los receptores, que llamamos de segunda generación, están dotados con un display capaz de representar caracteres alfanuméricos o simplemente numéricos, que presentan al usuario el mensaje.

---

---

---

---

Estos equipos suelen disponer de una memoria para almacenamiento de varios mensajes, de tal forma que el usuario no necesite estar pendiente en todo momento.

La privacidad de la comunicación, factor muy importante, se garantiza con la utilización de un código (personal) distinto para cada uno de ellos.

En definitiva, estos sistemas de radio búsqueda facilitan la movilidad de los usuarios, de tal forma que están localizados en cualquier momento independientemente de donde se encuentren.

### **1. F.5 Generación 3G**

3G nace de la necesidad de aumentar la capacidad de transmisión de datos para poder ofrecer servicios como la conexión a Internet desde el móvil, la videoconferencia, la televisión y la descarga de archivos. En este momento el desarrollo tecnológico ya posibilita un sistema totalmente nuevo: UMTS (Universal Mobile Telecommunications System: Sistema universal de telecomunicaciones móviles).

UMTS utiliza la tecnología CDMA (Code Division Multiple Access: Acceso múltiple de división de tiempo), lo cual le hace alcanzar velocidades realmente elevadas (de 144 Kbps hasta 7.2 Mbps, según las condiciones del terreno).

Esta generación se caracteriza por converger voz y datos con acceso inalámbrico a Internet; en otras palabras, es apta para aplicaciones multimedia: voz, acceso a Internet, e-mail, transferencia de documentos e imágenes fijas, servicios de ubicación, video de alta definición y altas transmisiones de datos, entre otras funciones.

Los protocolos empleados en los sistemas 3G soportan altas velocidades de información y están enfocados para aplicaciones más allá de la voz, como audio (mp3), video en movimiento, videoconferencia y acceso rápido a Internet, sólo por nombrar algunas.

Así mismo, en un futuro próximo, los sistemas 3G alcanzarán velocidades de hasta 384 Kbps, permitiendo la movilidad total a usuarios, que viajarán a 120 kilómetros por hora en ambientes exteriores.

También alcanzarán una velocidad máxima de 2 Mbps, con una movilidad limitada a usuarios, caminando a menos de 10 kilómetros por hora en ambientes estacionarios de corto alcance o en interiores. Las tecnologías de acceso serán GSM y CDMA de manera evolucionada.

---

---

La futura generación, conocida como cuarta generación (4G), pretende dar una velocidad de hasta 10 Mbps para proporcionar servicios de multimedia como transferencia de archivos de imágenes de gran tamaño y video en tiempo real.

Esta tecnología será un complemento de la tercera generación. Cabe recordar que el Sistema Global para Comunicaciones Móviles (GSM) es un sistema digital de telefonía móvil ampliamente utilizado en Europa y en otros países del mundo.

GSM digitaliza y comprime voz y datos, y después los envía en un canal junto con otras dos series de datos del usuario en particular. Opera en las bandas de frecuencia de 900MHz, 1800MHz y 1900MHz. En la tabla I.2 muestra el desarrollo de la telefonía celular.

1G 1979	2G 1990	3G
Telefonía celular analógica sólo para voz	Telefonía celular digital	Telefonía celular digital
Poco segura	Technology GSM (Global System for Mobile Communications)	Convergencia de voz y datos, acceso inalámbrico a Internet
	Convergencia de voz y datos	Protocolo de alta velocidad de información
	Servicios auxiliares: datos, fax y SMS (Short Message Service)	Aplicaciones audio MP3, video en movimiento, videoconferencia en tiempo real y acceso rápido a Internet

Tabla I.2 Muestra la evolución de la telefonía celular.

## II.A. Desarrollo

El desarrollo de la computación y su integración con las telecomunicaciones en la telemática han propiciado el surgimiento de nuevas formas de comunicación, que son aceptadas cada vez por más personas. El desarrollo de las redes informáticas posibilitó su conexión mutua y, finalmente, la existencia de Internet, una red de redes gracias a la cual una computadora puede intercambiar fácilmente información con otras situadas en regiones lejanas del planeta.

La información a la que se accede a través de Internet combina el texto con la imagen y el sonido, es decir, se trata de una información multimedia, una forma de comunicación que está conociendo un enorme desarrollo gracias a la generalización de computadores personales dotados del hardware y software necesarios. El último desarrollo en nuevas formas de comunicación es la realidad virtual, que permite al usuario acceder a una simulación de la realidad en tres dimensiones, en la cual es posible realizar acciones y obtener inmediatamente una respuesta, o sea, interactuar con ella. La figura II.1 muestra una red en la cual se incluye un servidor de video, un conmutador de voz, Internet entre otros equipos que permiten la convergencia de varias aplicaciones en una sola red.

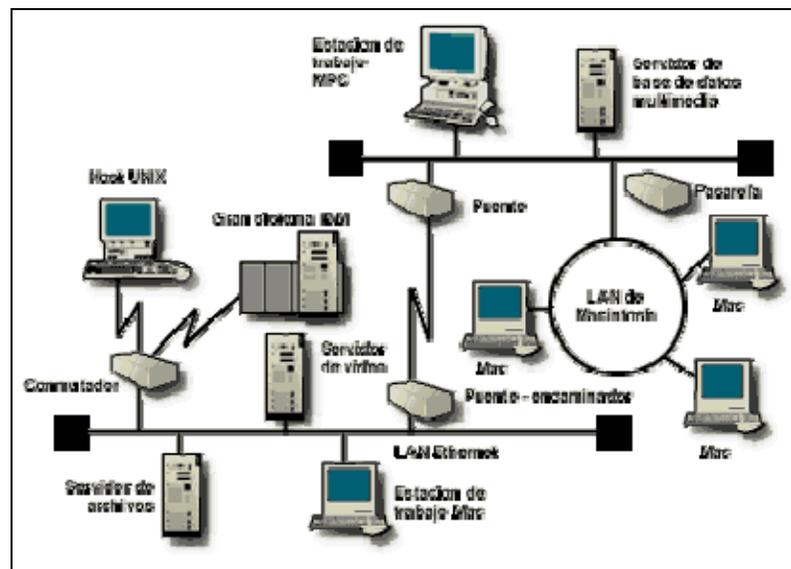


Figura II.1 Red multimedia con varias aplicaciones

El uso creciente de la tecnología de la información en la actividad económica ha dado lugar a un incremento sustancial en el número de puestos de trabajo informatizados, con una relación de terminales por empleado que aumenta constantemente en todos los sectores industriales.

La movilidad lleva a unos porcentajes de cambio anual entre un 20 y un 50% del total de puestos de trabajo. Los costos de traslado pueden ser notables (nuevo tendido para equipos informáticos, teléfonos, etc.). Por tanto, se hace necesaria una racionalización de los medios de acceso de estos equipos con el objeto de minimizar dichos costos.

Las Redes de Área Local (LAN; Local Area Network) han sido creadas para responder a ésta problemática. El crecimiento de las redes locales a mediados de los años ochenta hizo que cambiase nuestra forma de comunicarnos con los ordenadores y la forma en que los ordenadores se comunicaban entre sí. La figura II.2 muestra una red LAN tradicional

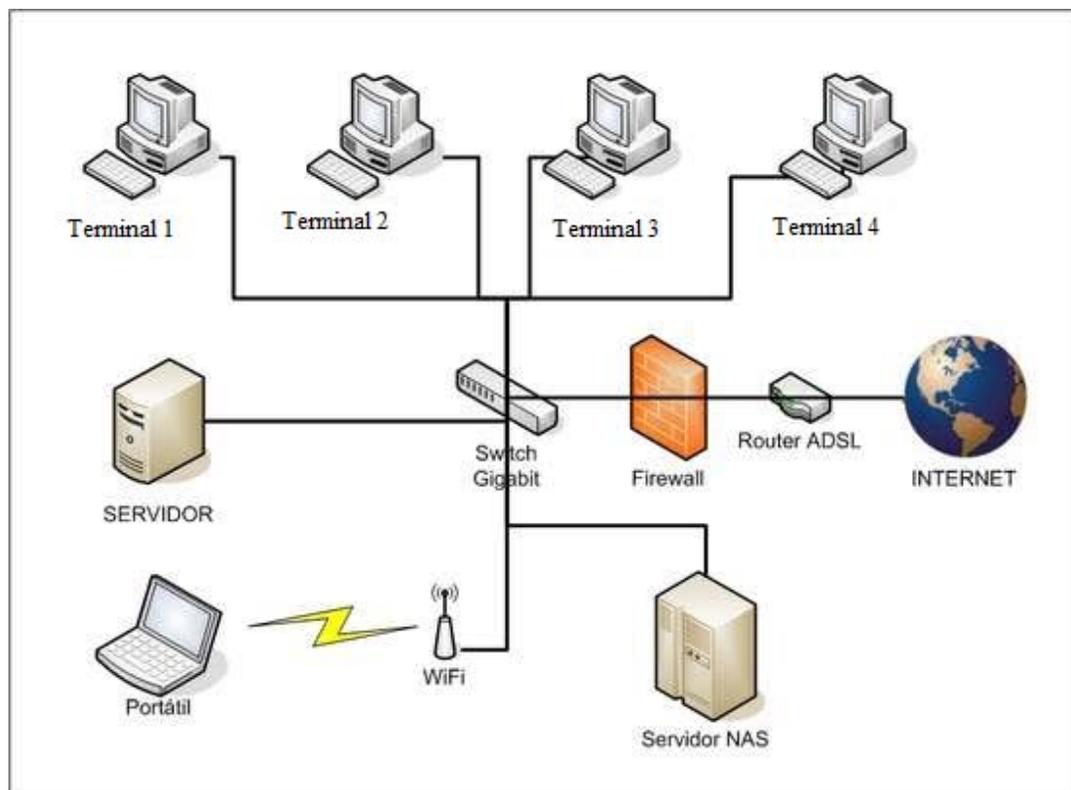


Figura II.2 Red LAN con varios usuarios y conexión a Internet

La importancia de las LAN reside en que en un principio se puede conectar un número pequeño de ordenadores que puede ser ampliado a medida que crecen las necesidades. Son de vital importancia para empresas pequeñas puesto que suponen la solución a un entorno distribuido.

Una de las características más notables en la evolución de la tecnología de las computadoras es la tendencia a la modularidad. Los elementos básicos de una computadora se conciben, cada vez mas, como unidades dotadas de autonomía, con posibilidad de comunicación con otras computadoras o con bancos de datos.

La comunicación entre dos computadoras puede efectuarse mediante los tres tipos de conexión:

1. **Conexión directa:** A este tipo de conexión se le llama transferencia de datos on-line. Las informaciones digitales codificadas fluyen directamente desde una computadora hacia otra, sin ser transferidas a ningún soporte intermedio. La figura II.3 muestra una conexión entre dos computadoras a través de un cable serial.

Los datos pueden viajar a través de una interfaz serie o paralelo, formada simplemente por una conexión física adecuada, como por ejemplo un cable.

2. **Conexión a media distancia:** Es conocida como conexión off-line. La información digital codificada se graba en un soporte magnético o en una ficha perforada y se envía al centro de proceso de datos, donde será tratada por una unidad central u host.
3. **Conexión a gran distancia:** Con redes de transferencia de datos, de interfaces serie y módems se consiguen transferencia de información a grandes distancias.

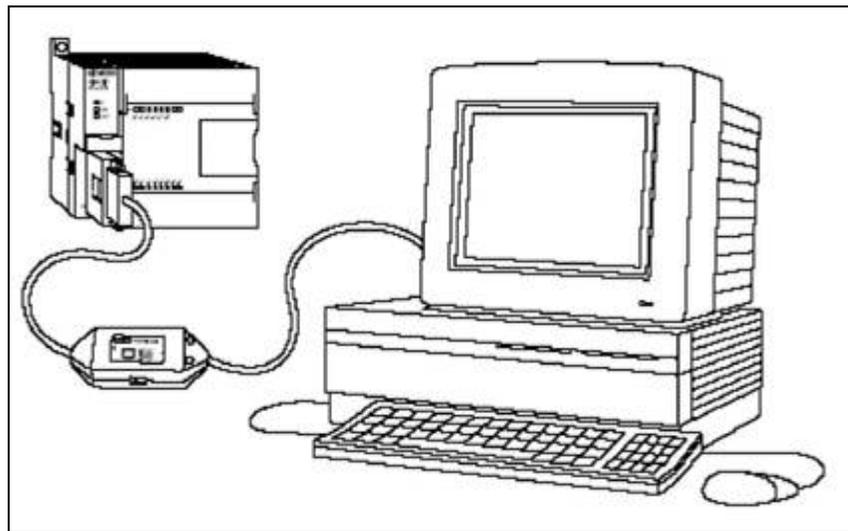


Figura II.3 Conexión entre dos computadoras a través de un cable serial

La tecnología electrónica, con sus microprocesadores, memorias de capacidad cada vez más amplias y circuitos integrados, hace que los cambios en el sector de las comunicaciones puedan asociarse a los de las computadoras, porque forma parte de ambos.

Hace ya algún tiempo que se están empleando redes telefónicas para las comunicaciones de textos, imágenes y sonidos. Por otro lado existen redes telefónicas, públicas y privadas, dedicadas solamente a la transmisión de datos.

Mediante el teléfono de nuestra casa se puede establecer comunicación con cualquier lugar del mundo, marcando las claves correctas. Si se dispone de la ayuda de una computadora, conectada a la línea telefónica mediante un modulador/demodulador (MODEM), se puede comunicar con otras computadoras que dispongan de los mismos elementos. La figura II.4 muestra una conexión a Internet a través de un modem conectado a la línea telefónica.

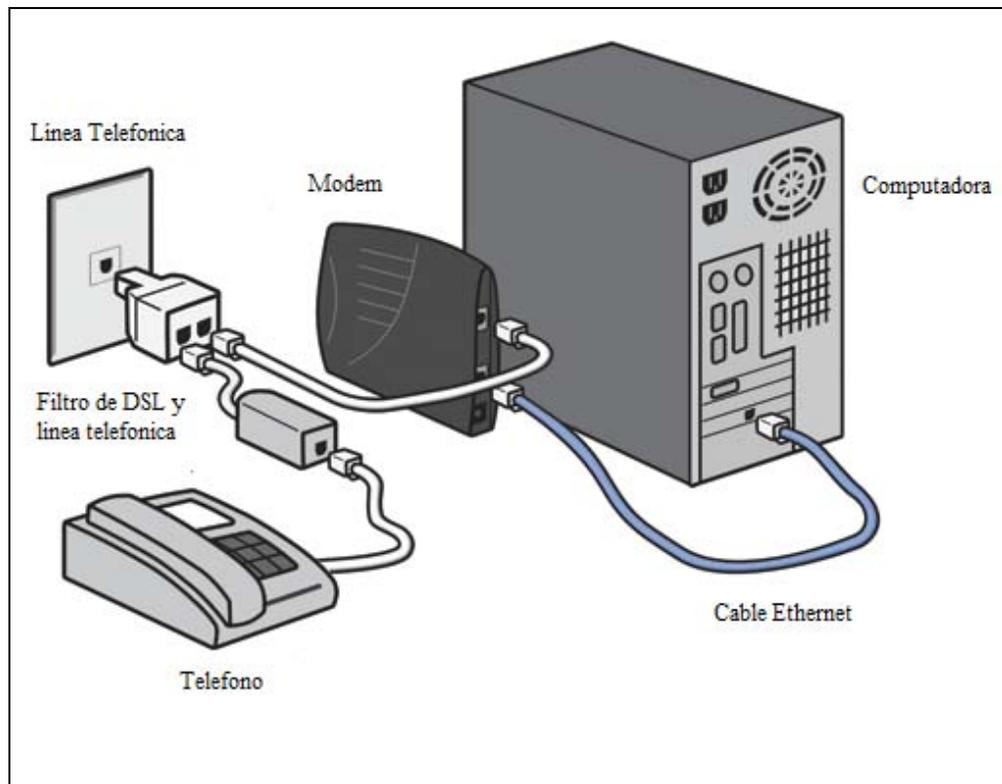


Figura II.4 Conexión a Internet a través de un modem

Cada día existe más demanda de servicios de telecomunicación entre computadoras, y entre éstas y terminales conectados en lugares alejados de ellas, lo cual abre más el abanico de

---

---

posibilidades de la conjunción entre las comunicaciones y la computación o informática, conjunción a la que se da el nombre de telemática.

### II.A.1 Medios de comunicación

**El cable par trenzado.-** Es de los más antiguos en el mercado y en algunos tipos de aplicaciones es el más común. Consiste en dos alambres de cobre o a veces de aluminio, aislados con un grosor de 1 mm aproximadamente.

Los alambres se trenzan con el propósito de reducir la interferencia eléctrica de pares similares cercanos. Los pares trenzados se agrupan bajo una cubierta común de PVC (Policloruro de Vinilo) en cables multipares de pares trenzados (de 2, 4, 8, hasta 300 pares). La figura II.5 muestra la descripción de un cable par trenzado.

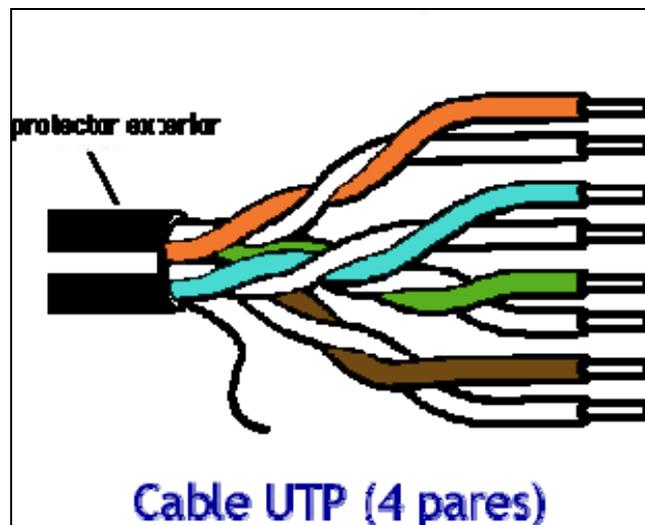


Figura II.5 Cable par trenzado

Un ejemplo de par trenzado es el sistema de telefonía, ya que la mayoría de aparatos se conectan a la central telefónica por medio de un par trenzado. Actualmente, se han convertido en un estándar en el ámbito de las redes LAN como medio de transmisión en las redes de acceso a usuarios (típicamente cables de 2 ó 4 pares trenzados)

A pesar que las propiedades de transmisión de cables de par trenzado son inferiores, y en especial la sensibilidad ante perturbaciones extremas, a las del cable coaxial, su gran adopción se debe al costo, su flexibilidad y facilidad de instalación, así como las mejoras tecnológicas constantes introducidas en enlaces de mayor velocidad, longitud, etc.

---

---

---

---

**El cable coaxial.-** El cable coaxial tenía una gran utilidad en sus inicios por su propiedad idónea de transmisión de voz, audio y video, además de textos e imágenes. Se usaba normalmente en la conexión de redes con topología de Bus como Ethernet y Arc Net, se llama así porque su construcción es de forma coaxial. La construcción del cable debe de ser firme y uniforme, por que si no es así, no se tiene un funcionamiento adecuado.

Este conexionado está estructurado por los siguientes componentes de adentro hacia fuera de la siguiente manera:

1. Un núcleo de cobre sólido, o de acero con capa de cobre, o bien de una serie de fibras de alambre de cobre entrelazadas dependiendo del fabricante.
2. Una capa de aislante que recubre el núcleo o conductor, generalmente de material de polivinilo, este aislante tiene la función de guardar una distancia uniforme del conductor con el exterior.
3. Una capa de blindaje metálico, generalmente cobre o aleación de aluminio entretejido (a veces solo consta de un papel metálico) cuya función es la de mantenerse lo mas apretado posible para eliminar las interferencias, además de que evita de que el eje común se rompa o se tuerza demasiado, ya que si el eje común no se mantiene en buenas condiciones, trae como consecuencia que la señal se va perdiendo, y esto afectaría la calidad de la señal.
4. Por último, tiene una capa final de recubrimiento, de color negro en el caso del cable coaxial delgado o amarillo en el caso del cable coaxial grueso, este recubrimiento normalmente suele ser de vinilo, xelón ó polietileno uniforme para mantener la calidad de las señales.

La figura II.6 muestra claramente como está conformado el cable coaxial así como los diferentes tipos de materiales con los que está hecho. Cabe mencionar que existen diferentes calibres para este tipo de cable, depende de qué tipo de utilidad se le dé, ya que existe para señal de video, para señal de datos, entre otros.

---

---

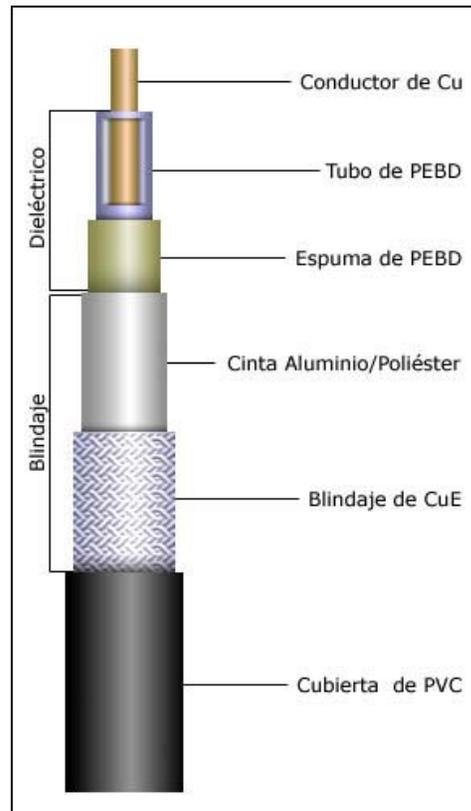


Figura II.6 Cable coaxial

**Fibra Óptica.-** A partir de 1970, se crean cables que transportan luz en lugar de una corriente eléctrica. Estos cables son mucho más ligeros, de menor diámetro y repetidores que los tradicionales cables metálicos. Además, la densidad de información que son capaces de transmitir es también mucho mayor. Una fibra óptica, el emisor está formado por un láser que emite un potente rayo de luz, que varía en función de la señal eléctrica que le llega. El receptor está constituido por un fotodiodo, que transforma la luz incidente de nuevo en señales eléctricas.

En la última década del siglo XX la fibra óptica ha pasado a ser una de las tecnologías más avanzadas que se utilizan como medio de transmisión. Los logros con este material fueron más que satisfactorios, desde lograr una mayor velocidad y disminuir casi en su totalidad ruidos e interferencias, hasta multiplicar las formas de envío en comunicaciones y recepción por vía telefónica.

La fibra óptica está compuesta por filamentos de vidrio de alta pureza muy compactos. El grosor de una fibra es como la de un cabello humano aproximadamente. Fabricadas a alta temperatura con base en silicio, su proceso de elaboración es controlado por medio de computadoras, para permitir que el índice de refracción de su núcleo, que es la guía de la onda

luminosa, sea uniforme y evite las desviaciones. La figura II.7 muestra de que conforma la fibra óptica.

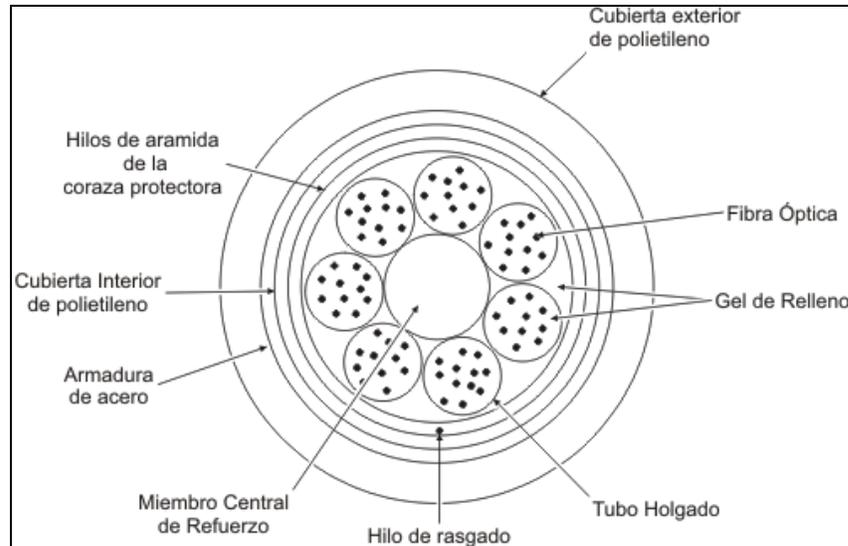


Figura II.7 Interior de un cable de fibra óptica

Como características de la fibra podemos destacar que son compactas, ligeras, con bajas pérdidas de señal, amplia capacidad de transmisión y un alto grado de confiabilidad ya que son inmunes a las interferencias electromagnéticas de radio-frecuencia. Las fibras ópticas no conducen señales eléctricas, conducen rayos luminosos, por lo tanto son ideales para incorporarse en cables sin ningún componente conductor y pueden usarse en condiciones peligrosas de alta tensión

**Enlaces Inalámbricos.-** Servicio que consiste en ofrecer al cliente acceso ilimitado a Internet mediante un enlace inalámbrico por medio de antenas, que le permiten utilizar un ancho de banda desde 64K hasta 2Mbps. Trabajan por medio de radio frecuencia. Como se muestra en la figura II.8

1. Desde 2dB de ganancia hasta 24 dB
2. Pueden transmitir en un radio inicial de 7° hasta 360°, dependiendo el estilo de la red.
3. Tecnologías Omnidireccionales y Unidireccionales
4. Enlazan desde una computadora personal hasta una red entera, creando una Intranet

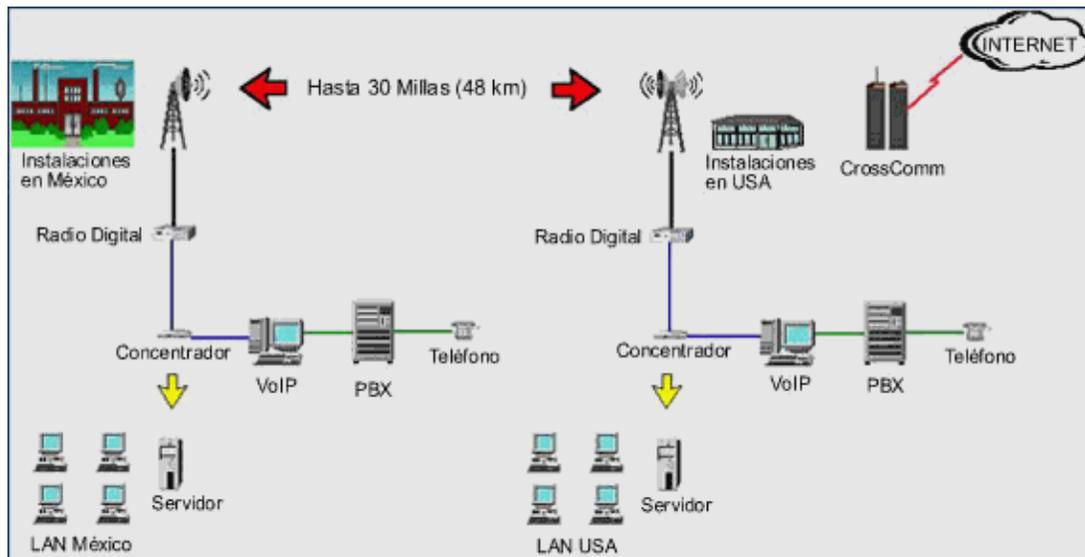


Figura II.8 Red inalámbrica entre dos ciudades

## II.B. TIPOS DE REDES

### II.B.1 Redes LAN

**Redes IP.-** Las redes basadas en IP (Internet Protocol: Protocolo de Internet) han supuesto una revolución en el mundo de las telecomunicaciones, hasta tal punto que más del 90% del tráfico mundial se transporta, de uno u otro modo, sobre IP. De hecho, constituye la base sobre la que se ha construido la red de redes: Internet.

Las redes IP son las redes de conmutación de paquetes por excelencia. Una red de conmutación de paquetes es aquella en la que la información se divide en paquetes, cada uno de los cuales viaja independientemente de los demás hasta el destino. Una vez allí, la información se reensambla y se convierte a su formato original.

Con el fin de garantizar que los paquetes se entreguen correctamente, se suele utilizar la combinación TCP/IP, dividiendo las funcionalidades entre ambos protocolos. Por un lado, IP (Internet Protocol) se encarga del encaminamiento y de la entrega de paquetes al punto de destino, mientras que TCP (Transmission Control Protocol: Protocolo de control de transmisión) garantiza la entrega libre de errores a través del canal de comunicaciones.

Existen otra serie de de protocolos encargados del control de las comunicaciones de la pila TCP/IP.

---

---

Una de las grandes ventajas de IP radica en su capacidad para transportar cualquier tipo de tráfico. En efecto, una vez digitalizada y codificada la información, prácticamente cualquier fuente de información, sea voz, datos o imágenes, se puede convertir en un flujo de paquetes IP.

La tendencia es hacia incorporar el protocolo IP también en las redes de voz, sean éstas públicas o privadas, si bien en el primer caso existen ciertas dificultades para ello. Esta integración de protocolos es el primer paso para la convergencia o integración de todo tipo de servicios en una única red de telecomunicación.

## II.C Protocolos de Redes IP

El protocolo de red es como un lenguaje para la comunicación de información. Son las reglas y procedimientos que se utilizan en una red para comunicarse entre los nodos que tienen acceso al sistema de cable. Los protocolos gobiernan dos niveles de comunicaciones:

- Los protocolos de alto nivel: Estos definen la forma en que se comunican las aplicaciones.
- Los protocolos de bajo nivel: Estos definen la forma en que se transmiten las señales por cable.

Como es frecuente en el caso de las computadoras el constante cambio, también los protocolos están en continuo cambio. Actualmente, los protocolos más comúnmente utilizados en las redes son Ethernet, Token Ring y ARCNET. Cada uno de estos está diseñado para cierta clase de topología de red y tienen ciertas características estándar.

*Ethernet.*- Actualmente es el protocolo más sencillo y es de bajo costo. Utiliza la topología de "Bus" lineal.

*Token Ring.*- El protocolo de red IBM es el Token ring, el cual se basa en la topología de anillo.

*Arnet.*- Se basa en la topología de estrella o estrella distribuida, pero tiene una topología y protocolo propio.

Los protocolos de bajo nivel de redes IP se definen a continuación.

**Protocolo IP.**- Es el protocolo de nivel de red (Nivel 3 de OSI) que contiene la información de direccionamiento y alguna información de control que permite que los paquetes sean encaminados adecuadamente. Proporciona un servicio del tipo "Best Effort" (mejor desempeño), no orientado a la conexión, para el transporte de paquetes a través de la red.

Este protocolo se puede transportar sobre otros más complejos, o más potentes, y sobre diversas arquitecturas de red; así, se puede tener IP sobre ATM (Asynchronous Transfer Mode: Modo de transferencia asíncrona), sobre MPLS Multi-protocol Label Switching: Intercambio a

---

---

nivel de multi protocolo), sobre SDH (Synchronous Digital Hierarchy: Jerarquía digital síncrona), sobre DWDM, además de ser la base de las futuras redes móviles de Tercera Generación.

La pila de protocolos de la familia TCP/IP está dividida en cuatro capas, descritas en la figura II.9

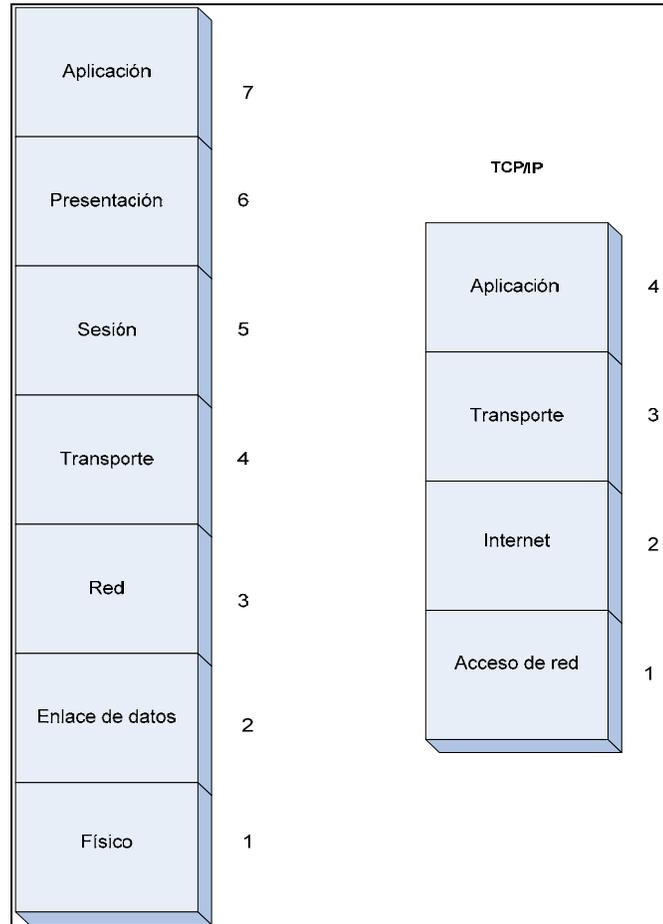


Figura II.9 Modelo OSI para el protocolo TCP/IP

En primer lugar encontramos el nivel de enlace, que suele incluir el driver del sistema operativo y su correspondiente interfaz de red. Sobre éste, está el nivel de red cuya misión es el encaminamiento adecuado de los paquetes con el fin de que estos viajen del origen al destino. Por encima del nivel de red se sitúa el nivel de transporte que se encarga de proveer una comunicación de datos entre extremos a la entidad de nivel superior. Finalmente el nivel de aplicación implementa los detalles específicos de cada aplicación.

**Protocolo TCP y UDP.-** Sobre IP se implementan dos protocolos de transporte, uno orientado a la conexión (TCP) y otro sin conexión (UDP), que van a ser los que van a definir las características de las aplicaciones que se ejecuten sobre la red IP.

TCP es un protocolo orientado a la conexión que proporciona un canal de comunicaciones fiable, eficiente y full-duplex gracias al control de flujo y al control de errores que lleva a cabo.

Por su parte, el protocolo UDP (User Datagram Protocol: Protocolo de datagrama de usuario) se caracteriza por proporcionar un servicio sin conexión. Se trata de una interfaz entre IP y los procesos de nivel superior, pues únicamente entrega paquetes a la red y acepta paquetes procedentes de la misma. UDP no lleva acabo ningún control de errores ni control de flujo, por lo que el servicio que proporciona no es fiable. Sin embargo, tiene la ventaja de ser un protocolo simple.

## II.D Topologías de Red

La topología o forma lógica de una red se define como la forma de tender el cable a estaciones de trabajo individuales; por muros, suelos y techos del edificio. Existe un número de factores a considerar para determinar cual topología es la más apropiada para una situación dada. Existen tres topologías comunes:

### a) Anillo

Las estaciones están unidas unas con otras formando un círculo por medio de un cable común (Figura II.10). El último nodo de la cadena se conecta al primero cerrando el anillo. Las señales circulan en un solo sentido alrededor del círculo, regenerándose en cada nodo. Con esta metodología, cada nodo examina la información que es enviada a través del anillo. Si la información no está dirigida al nodo que la examina, la pasa al siguiente en el anillo. La desventaja del anillo es que si se rompe una conexión, se cae la red completa. Se recomienda un anillo secundario (redundante) para garantizar el servicio.

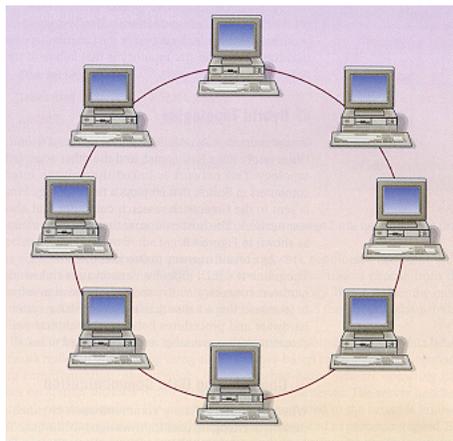


Figura II.10 Red en topología anillo

## b) Estrella

La red se une en un único punto, normalmente con un panel de control centralizado, como un concentrador de cableado (Figura II.11). Los bloques de información son dirigidos a través del panel de control central hacia sus destinos. Este esquema tiene una ventaja al tener un panel de control que monitorea el tráfico y evita las colisiones y una conexión interrumpida no afecta al resto de la red.

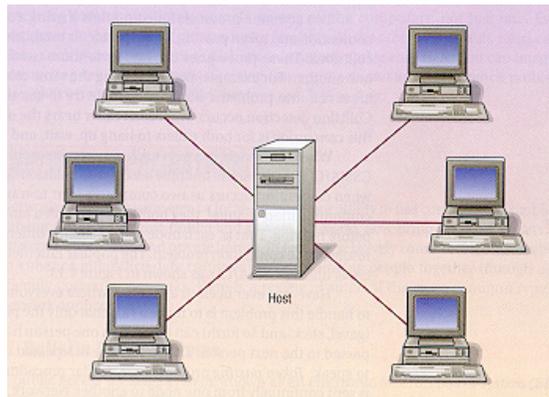


Figura II.11 Red en topología estrella

## c) Bus

Las estaciones están conectadas por un único segmento de cable (Figura II.12). A diferencia del anillo, el bus es pasivo, no se produce regeneración de las señales en cada nodo. Los nodos en una red de "bus" transmiten la información y esperan que ésta no vaya a chocar con otra información transmitida por otro de los nodos. Si esto ocurre, cada nodo espera una pequeña cantidad de tiempo al azar, después intenta retransmitir la información.

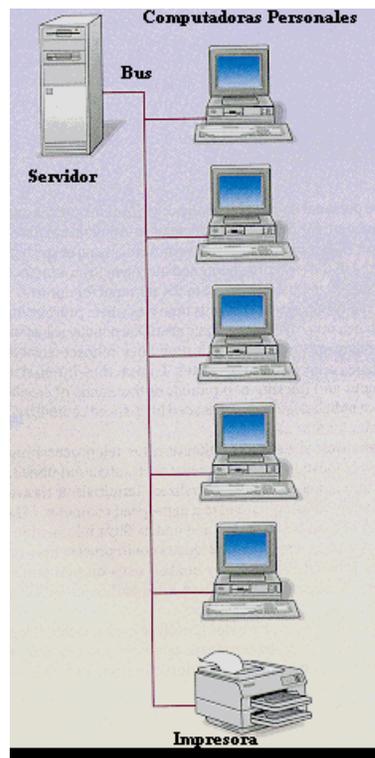


Figura II.12 Red en topología bus

## d) Árbol

La topología en árbol puede verse como una combinación de varias topologías en estrella, figura II.13. Tanto la de árbol como la de estrella son similares a la de bus cuando el nodo de interconexión trabaja en modo difusión, pues la información se propaga hacia todas las estaciones, solo que en esta topología las ramificaciones se extienden a partir de un punto raíz (estrella), a tantas ramificaciones como sean posibles, según las características del árbol.

Un inconveniente de la topología árbol es que los datos son recibidos por todas las estaciones sin importar para quien vayan dirigidos. Es entonces necesario dotar a la red de un mecanismo que permita identificar al destinatario de los mensajes, para que estos puedan recogerlos a su arribo. Además, debido a la presencia de un medio de transmisión compartido entre muchas estaciones, pueden producirse interferencia entre las señales cuando dos o más estaciones transmiten al mismo tiempo.

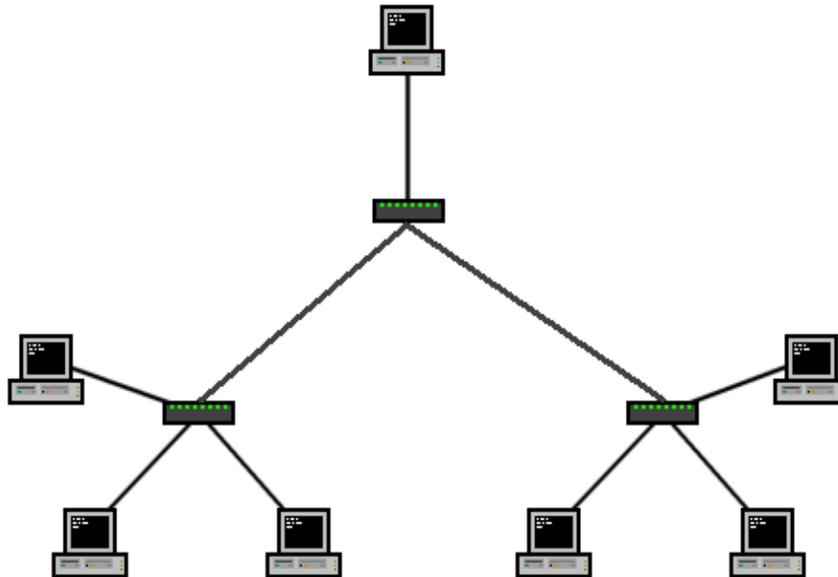


Figura II.13 Red en topología árbol

## e) Malla

La topología en malla es una topología de red en la que cada nodo está conectado a todos los nodos, figura II.14. De esta manera es posible llevar los mensajes de un nodo a otro por diferentes caminos. Si la red de malla está completamente conectada, no puede existir absolutamente ninguna interrupción en las comunicaciones. Cada servidor tiene sus propias conexiones con todos los demás servidores. El establecimiento de una red de malla es una manera de encaminar datos, voz e instrucciones entre los nodos. Las redes de malla se diferencian de otras redes en que los elementos de la red (nodo) están conectados todos con todos, mediante cables separados. Esta configuración ofrece caminos redundantes por toda la red de modo que, si falla un cable, otro se hará cargo del tráfico.

Esta topología, a diferencia de otras (como la topología en árbol y la topología en estrella), no requiere de un servidor o nodo central, con lo que se reduce el mantenimiento (un error en un nodo, sea importante o no, no implica la caída de toda la red).



Figura II.14 Red en topología malla

### II.E Dispositivos de redes

**NIC/MAU** (Medio de unidad de acceso). Cada computadora necesita el "hardware" para transmitir y recibir información. Es el dispositivo que conecta computadora otro equipo de repetidor con el medio físico. La NIC es un tipo de tarjeta de expansión de la computadora y proporciona un puerto en la parte trasera de la PC al cual se conecta el cable de la red (fig. II.15).



Figura II.15 Tarjeta de red para PC

Hoy en día cada vez son más los equipos que disponen de interfaz de red, principalmente Ethernet. A veces, es necesario, además de la tarjeta de red, un transceptor. Este es un dispositivo

que se conecta al medio físico y a la tarjeta, bien porque no sea posible la conexión directa (10 base 5) o porque el medio sea distinto del que utiliza la tarjeta.

**Hubs** (Concentradores).- Son equipos que permiten estructurar el cableado de las redes. La variedad de tipos y características de estos equipos es muy grande. En un principio eran solo concentradores de cableado, pero cada vez disponen de mayor número de capacidad de la red, gestión remota, etc. La tendencia es a incorporar más funciones en el concentrador. Existen concentradores para todo tipo de medios físicos (fig. II.16).

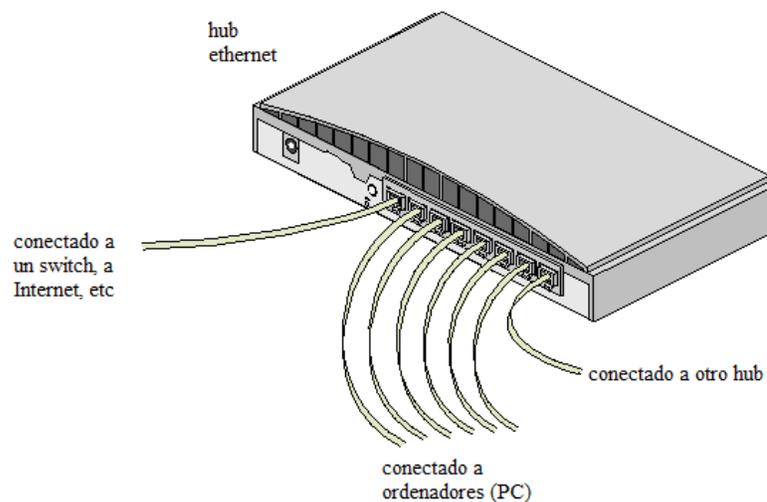


Figura II.16 Hub de red Ethernet

**Repetidores.-** Son equipos que actúan a nivel físico. Prolongan la longitud de la red uniendo dos segmentos y amplificando la señal, pero junto con ella amplifican también el ruido. La red sigue siendo una sola, con lo cual, siguen siendo válidas las limitaciones en cuanto al número de estaciones que pueden compartir el medio (fig. II.17).

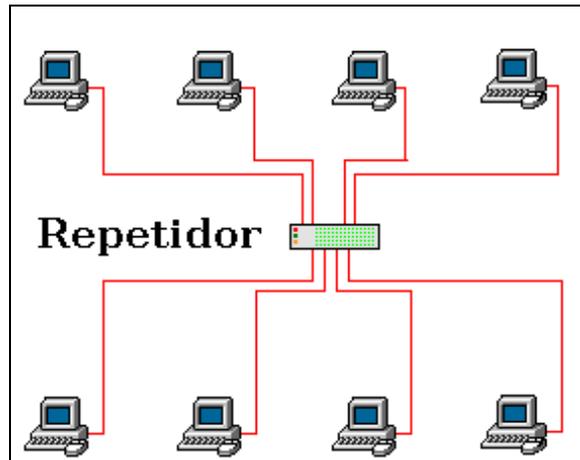


Figura II.17 Repetidor de señal

**Bridges** (Puentes).- Son equipos que unen dos redes actuando sobre los protocolos de bajo nivel, en el nivel de control de acceso al medio. Solo el tráfico de una red que va dirigido a la otra atraviesa el dispositivo. Esto permite a los administradores dividir las redes en segmentos lógicos, descargando de tráfico las interconexiones. Los bridges producen las señales, con lo cual no se transmite ruido a través de ellos (fig.II.18).

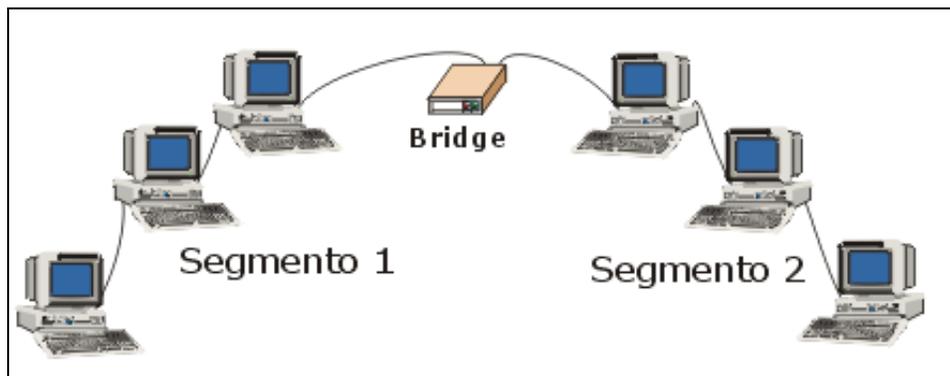


Figura II.18 Bridges

**Routers** (Encaminadores).- Son equipos de interconexión de redes que actúan a nivel de los protocolos de red. Permite utilizar varios sistemas de interconexión mejorando el rendimiento de la transmisión entre redes. Su funcionamiento es más lento que los bridges pero su capacidad es mayor. Permiten, incluso, enlazar dos redes basadas en un protocolo, por medio de otra que utilice un protocolo diferente (fig.II.19).

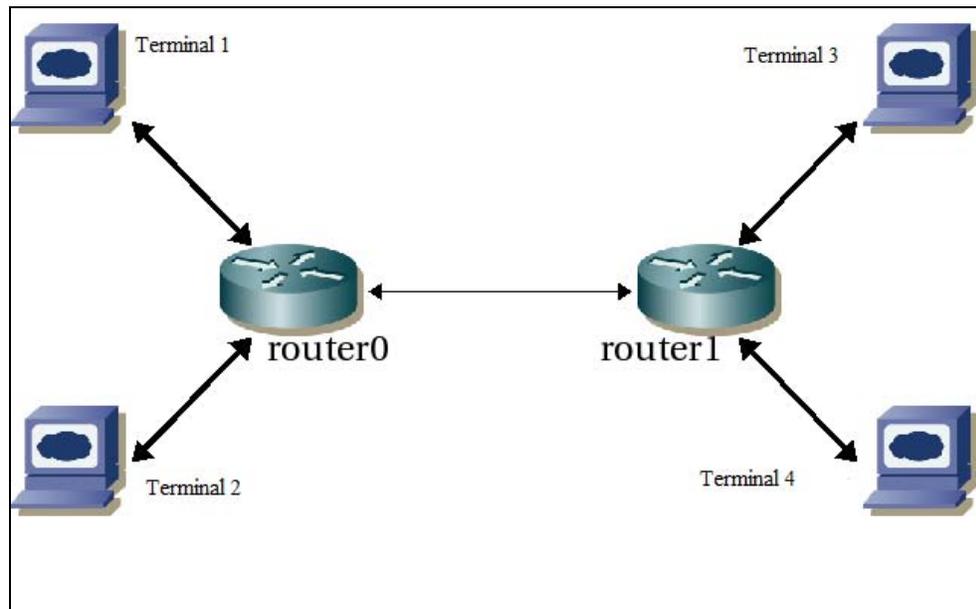


Figura II.19 Routers interconectando dos redes

**Gateway** (Puerta de acceso).- Son equipos para interconectar redes con protocolos y arquitecturas completamente diferentes a todos los niveles de comunicación. La traducción de las unidades de información reduce mucho la velocidad de transmisión a través de estos equipos. Ver figura II.20.

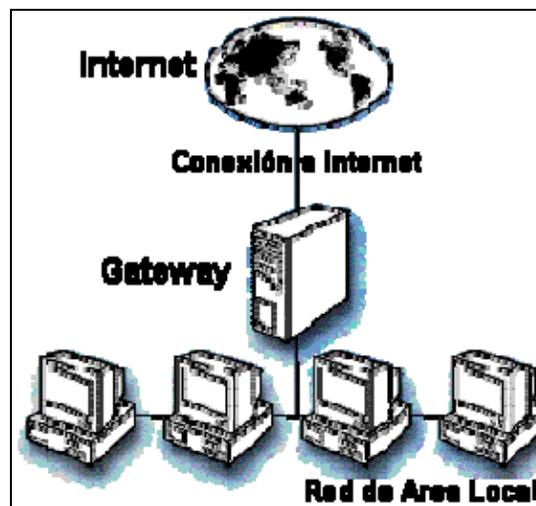


Figura II.20 Gateway para Internet en una red

**Servidores.-** Son equipos que permiten la conexión a la red de equipos periféricos tanto para la entrada como para la salida de datos. Estos dispositivos se ofrecen en la red como recursos compartidos. Así un terminal conectado a uno de estos dispositivos puede establecer sesiones contra varios ordenadores multiusuario disponibles en la red. Igualmente, cualquier sistema de la red puede imprimir en las impresoras conectadas a un servidor (fig. II.21).

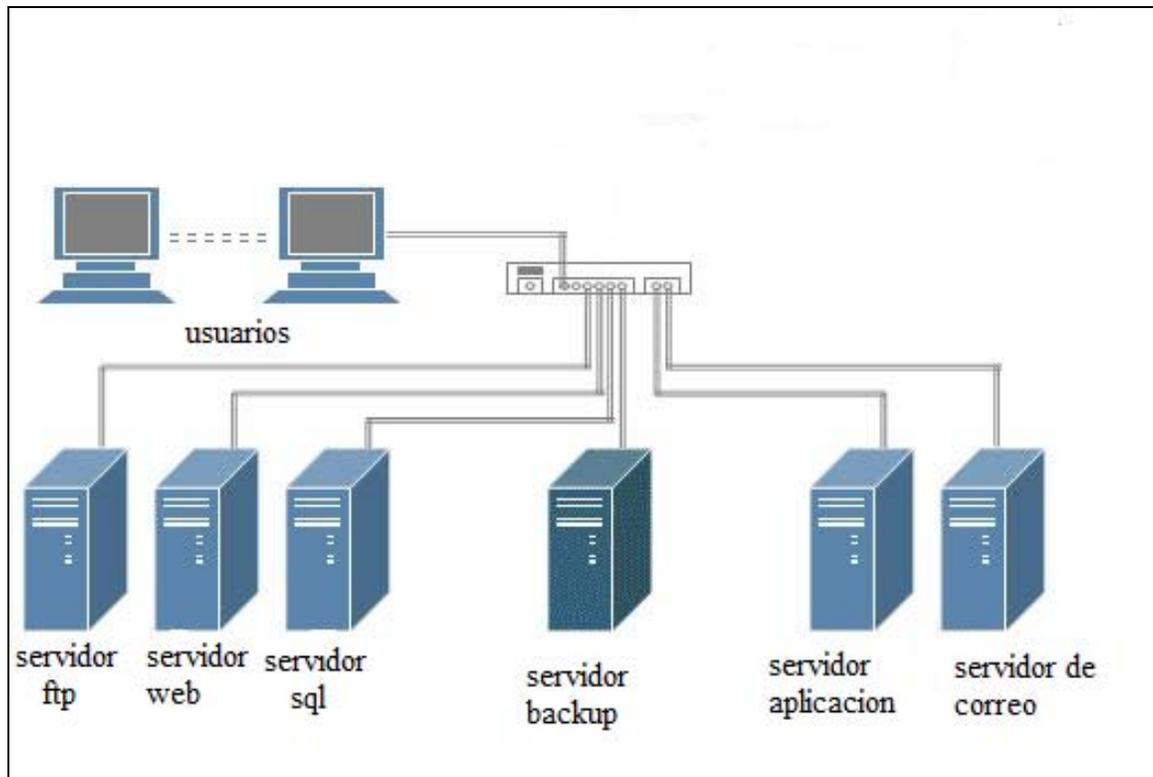


Figura II.21 Servidores con diferentes aplicaciones

**Módems.-** Son equipos que permiten a las computadoras comunicarse entre sí a través de líneas telefónicas; modulación y demodulación de señales electrónicas que pueden ser procesadas por computadoras. Los módems pueden ser externos (un dispositivo de comunicación) o interno (dispositivo de comunicación interno o tarjeta de circuitos que se inserta en una de las ranuras de expansión de la computadora). La figura II.22 muestra la conexión de dos redes a través de un modem.



Figura II.22 Conexión de redes a través de módems

## II.F Redes WAN

Una red de área extensa (WAN, Wide Area Network: Red de cobertura mundial) es una red que enlaza puntos distantes (ya sea en la misma ciudad, país o en el extranjero), a través de un medio guiado como puede ser cobre, fibra óptica, etc. Además de que existe un medio lógico que hace posible esa conexión como Firewalls, Routers, Gateway, etc. Las redes WAN las podemos dividir en públicas o privadas, para este caso solo mencionaremos las públicas, ya que las privadas en la realidad son muy costosas.

Existen diferentes tipos de redes WAN, estas son operadas por carriers comunes además de que su costo es de tarifa plana o se paga solo lo que se usa. Se clasifican de acuerdo a la tecnología que usan y a continuación describiremos cada una de ellas.

### II.F.1 Redes X25

La red X25 se define como la interfaz entre equipos terminales de datos y equipos de terminación del circuito de datos para terminales que trabajan en modo paquete sobre redes de datos públicas.

Las redes utilizan el protocolo X.25 para establecer los procedimientos mediante los cuales dos ETD (Equipo terminal de datos) que trabajan en modo paquete se comunican a través de la red. Este estándar pretende proporcionar procedimientos comunes de establecimiento de

---

---

sesión e intercambio de datos entre un ETD y una red de paquetes ETCD (Equipo terminal del circuito de datos).

Entre estos procedimientos se encuentran funciones como las siguientes: identificación de paquetes procedentes de ordenadores y terminales concretos, asentimiento de paquetes, rechazo de paquetes, recuperación de errores y control de flujo.

Además, X.25 proporciona algunas facilidades muy útiles, como por ejemplo en la facturación a estaciones ETD distintas de la que genera el tráfico.

El estándar X.25 no incluye algoritmos de encaminamiento, pero conviene resaltar que, aunque los interfaces ETD/ETCD de ambos extremos de la red son independientes uno de otro, X.25 interviene desde un extremo hasta el otro, ya que el tráfico seleccionado se encamina desde el principio hasta el final. A pesar de ello, el estándar recomendado es asimétrico ya que solo se define un lado de la interfaz con la red (ETD/ETCD).

Las razones por las que se hace aconsejable la utilización de la norma X.25 son las siguientes:

- a) La adopción de un estándar común a distintos fabricantes nos permite conectar fácilmente equipos de distintas marcas.
- b) La norma X.25 ha experimentado numerosas revisiones y hoy por hoy puede considerarse relativamente madura.
- c) El empleo de una norma tan extendida como X.25 puede reducir sustancialmente los costes de la red, ya que su gran difusión favorece la salida al mercado de equipos y programas orientados a tan amplio sector de usuarios.
- d) Es mucho más sencillo solicitar a un fabricante una red adaptada a la norma X.25 que entregarle un extenso conjunto de especificaciones.

## **II.F.2 Redes ATM**

La tecnología llamada ATM (Asynchronous Transfer Mode: Modo de transferencia asíncrona) es el corazón de los servicios digitales integrados que ofrecerán las nuevas redes digitales de servicios integrados de Banda Ancha (B-ISDN), para muchos ya no hay cuestionamientos; el llamado tráfico del "Cyber espacio", con su voluminoso y tumultuoso crecimiento, impone a los operadores de redes públicas y privadas una voraz demanda de anchos de banda mayores y flexibles con soluciones robustas.

La versatilidad de la conmutación de paquetes de longitud fija, denominadas celdas ATM, son las tablas más calificadas para soportar la cresta de este uso de red donde los usuarios de la banda ancha navegan. Algunos críticos establecen una analogía de la tecnología ATM con

---

---

---

---

la red digital de servicios integrados o ISDN por sus siglas en inglés. Al respecto se escuchan respuestas de expertos que desautorizan esta comparación aduciendo que la ISDN es una gran tecnología que llegó en una época equivocada, en términos de que el mercado estaba principalmente en manos de actores con posiciones monopolísticas.

Los conmutadores ATM aseguran que el tráfico de grandes volúmenes es flexiblemente conmutado al destino correcto. Los usuarios aprecian ambas cosas, ya que se cansan de esperar los datos y las pantallas de llegada a sus terminales. Estas necesidades cuadran de maravilla para los proveedores de servicios públicos de salud, con requerimientos de videoconferencias médicas, redes financieras interconectadas con los entes de intermediación y validación, o con las exigencias que pronto serán familiares como vídeo en demanda para nuestros hogares con alta definición de imágenes y calidad de sonido de un disco compacto, etc. Para el operador, con la flexibilidad del ATM, una llamada telefónica con tráfico de voz será tarifada a una tasa diferente a la que estaría dispuesto a pagar un cirujano asistiendo en tiempo real a una operación al otro lado del mundo.

Ese es una de las fortalezas de ATM que solamente se paga por la carga de celdas que es efectivamente transportada y conmutada para el usuario final. Además la demanda por acceso a Internet ha tomado a la industria de telecomunicaciones como una tormenta. Hoy día los accesos conmutados a Internet están creando "Cuellos de Botella" en la infraestructura.

Para solucionar este problema los fabricantes no solo han desarrollado sistemas de acceso sino aplicaciones para soluciones de fin a fin con conmutadores ATM, con solventes sistemas de administración de la red (Network Management).

En varios aspectos, ATM es el resultado de una pregunta similar a la de teoría del campo unificada en física ¿Cómo se puede transportar un universo diferente de servicio de voz, vídeo por un lado y datos por otro de manera eficiente usando una simple tecnología de conmutación y multiplexación?.

ATM contesta esta pregunta combinando la simplicidad de la multiplexación por división en el tiempo (Time Division Multiplex TDM) encontrado en la conmutación de circuitos, con la eficiencia de las redes de conmutación de paquetes con multiplexación estadística.

Una conexión ATM, consiste de "celdas" de información contenidos en un circuito virtual (VC). Estas celdas provienen de diferentes fuentes representadas como generadores de bits a tasas de transferencia constantes como la voz y a tasas variables tipo ráfagas (bursty traffic) como los datos.

---

---

---

---

Cada celda compuesta por 53 bytes, de los cuales 48 (opcionalmente 44) son para trasiego de información y los restantes para uso de campos de control (cabecera) con información de "quién soy" y "donde voy"; es identificada por un VCI (virtual circuit identifier: identificador virtual de circuito) y un VPI (virtual path identifier: identificador de camino virtual) dentro de esos campos de control, que incluyen tanto el enrutamiento de celdas como el tipo de conexión.

Las celdas son enrutadas individualmente a través de los conmutadores basados en estos identificadores, los cuales tienen significado local ya que pueden ser cambiados de interface a interface. La organización de la cabecera (header) variará levemente dependiendo de si la información relacionada es para interfaces de red a red o de usuario a red.

### II.F.3 Redes Frame Relay

Frame Relay es un protocolo de WAN de alto desempeño que opera en las capas físicas y de enlace de datos del modelo de referencia OSI. Originalmente, la tecnología Frame Relay fue diseñada para ser utilizada a través de las ISDN (Interfaces de la Red Digital de Servicios Integrados). Hoy en día, se utiliza también a través de una gran variedad de interfaces de otras redes.

Frame Relay es un ejemplo de tecnología de conmutación de paquetes. En las redes que utilizan esta tecnología, las estaciones terminales comparten el medio de transmisión de la red de manera dinámica, así como el ancho de banda disponible. Los paquetes de longitud variable se utilizan en transferencias más eficientes y flexibles.

Posteriormente, estos paquetes se conmutan entre los diferentes segmentos de la red hasta que llegan a su destino. Las técnicas de multiplexaje estadístico controlan el acceso a la red en una red de conmutación de paquetes. La ventaja de esta técnica es que permite un uso más flexible y eficiente de ancho de banda. La mayoría de las LAN más aceptadas en la actualidad, como Ethernet y Token Ring, son redes de conmutación de paquetes.

A veces se describe a Frame Relay como una versión compacta de X.25 con menos características en cuanto a robustez, como el ventaneo y la retransmisión de los datos más recientes, que se ofrecen en X.25.

Esto se debe a que Frame Relay normalmente opera a través de instalaciones WAN que ofrecen servicios de conexión más confiables y un mayor grado de confiabilidad que las disponibles a finales de los años 70 e inicio de los 80, las cuales servían como plataformas habituales para las WAN X.25.

Como se dijo anteriormente, Frame Relay es estrictamente una arquitectura de la Capa 2, en tanto que X.25 también proporciona servicios de la Capa 3 (la capa de red). Por lo anterior, Frame Relay supera en desempeño y eficiencia la transmisión a X.25.

---

---

---

---

Frame Relay resulta apropiada para las aplicaciones WAN actuales, como la interconexión LAN. Frame Relay comenzó como un movimiento a partir del mismo grupo de normalización que dio lugar a X.25 y RDSI: El ITU-T (anteriormente CCITT).

Sus especificaciones fueron definidas por ANSI, fundamentalmente como medida para superar la lentitud de X.25. Eliminando la función de los conmutadores, en cada "salto" de la red. X.25 tiene el grave inconveniente de su importante "overhead" producido por los mecanismos de control de errores y de flujo.

Hasta hace relativamente poco tiempo, X.25 se ha venido utilizando como medio de comunicación para datos a través de redes telefónicas con infraestructuras analógicas, en las que la norma ha sido la baja calidad de los medios de transmisión, con una alta tasa de errores.

Esto justificaba los abundantes controles de errores y sus redundantes mecanismos para el control de flujo, junto al pequeño tamaño de los paquetes.

En resumen, se trataba de facilitar las retransmisiones para obtener una comunicación segura.

Frame Relay proporciona conexiones entre usuarios a través de una red pública, del mismo modo que lo haría una red privada con circuitos punto a punto.

De hecho, su gran ventaja es la de reemplazar las líneas privadas por un sólo enlace a la red. El uso de conexiones implica que los nodos de la red son conmutadores, y las tramas deben de llegar ordenadas al destinatario, ya que todas siguen el mismo camino a través de la red.

A continuación se presentan, de manera general, los principales aspectos de Frame Relay:

- Orientado a conexión.
  - Paquetes de longitud variable.
  - Velocidad de 34Mbps.
  - Servicio de paquetes en circuito virtual, tanto con circuitos virtuales conmutados como con circuitos virtuales permanentes.
  - Trabaja muy similar a una simple conexión de modo-circuito (en donde se establece la conexión entre el receptor y el transmisor, y luego se lleva a cabo la comunicación de la información), la diferencia está en que la información del usuario no es transmitida continuamente sino que es conmutada en pequeños paquetes (Frame Relay).
  - Sigue el principio de ISDN de separar los datos del usuario de los datos de control de señalización para lo cual divide la capa de enlace en dos subcapas.
  - Mínimo procesamiento en los nodos de enlace o conmutación.
  - Supone medios de transmisión confiables.
  - Funciones implementadas en los extremos de la subred.
  - Maneja el protocolo HDLC de igual manera que X.25.
  - El protocolo de transferencia es bidireccional entre las terminales
- 
-

- 
- 
- La capa inferior detecta pero no corrige los errores, se deja para las capas más altas, lo cual lo hace más rápido y transparente.
  - Ideal para interconectar LAN y WAN por sus altas velocidades y transparencia a las capas de red superiores.
  - Se pueden cargar múltiples protocolos de LAN sobre Frame Relay.
  - En Frame-Relay se transmiten paquetes de longitud variable a través de la red, lo cual hace poco apta su utilización para la transmisión de tráfico de voz, dado que si se escogen paquetes muy grandes, se introduce un retardo demasiado alto (no permitido para el tráfico de este tipo) o se introduce un retardo variable para cada paquete lo cual no garantiza que la voz fluya de forma natural, degradando la calidad del servicio.

#### II.F.4 Redes MPLS

MPLS (Multi-Protocol Label Switching: Nivel de intercambio por multiprotocolo) es una red privada IP que combina la flexibilidad de las comunicaciones punto a punto o Internet y la fiabilidad, calidad y seguridad de los servicios Privada Line, Frame Relay o ATM. Ofrece niveles de rendimiento diferenciados y priorización del tráfico, así como aplicaciones de voz y multimedia. Y todo ello en una única red.

Contamos con distintas soluciones, una completamente gestionada que incluye el suministro y la gestión de los equipos en sus instalaciones. O bien, que sea usted quien los gestione

- MPLS intenta conseguir las ventajas de ATM, pero sin sus inconvenientes
  - Asigna a los datagramas de cada flujo una etiqueta única que permite una conmutación rápida en los routers intermedios (solo se mira la etiqueta, no la dirección de destino)
  - Las principales aplicaciones de MPLS son:
  - Funciones de ingeniería de tráfico (a los flujos de cada usuario se les asocia una etiqueta diferente) Policy Routing, Servicios de VPN y Servicios que requieren QoS
  - MPLS se basa en el etiquetado de los paquetes en base a criterios de prioridad y/o calidad (QoS). Para comunicación en tiempo real.
  - La idea de MPLS es realizar la conmutación de los paquetes o datagramas en función de las etiquetas añadidas en capa 2 y etiquetar dichos paquetes según la clasificación establecida por la QoS en la SLA (Service Level Agreement: Acuerdo de nivel de servicio).
  - Por tanto MPLS es una tecnología que permite ofrecer QoS, independientemente de la red sobre la que se implemente.
  - El etiquetado en capa 2 permite ofrecer servicio multiprotocolo y ser portable sobre multitud de tecnologías de capa de enlace: ATM, Frame Relay, líneas dedicadas, LANs.
- 
-

- Para poder crear los circuitos virtuales como en ATM, se pensó en la utilización de etiquetas añadidas a los paquetes. Estas etiquetas definen el circuito virtual por toda la red.
- Estos circuitos virtuales están asociados con una QoS determinada, según el SLA.
- Inicialmente se plantearon dos métodos diferentes de etiquetamiento, o en capa 3 o en capa 2.
- La opción de capa 2 es más interesante, porque es independiente de la capa de red o capa 3 y además permite una conmutación más rápida, dado que la cabecera de capa 2 está antes de capa 3.
- Conmutación de etiquetas en un LSR (Label-Switching Router: Ruteo de nivel de intercambio) a la llegada de un paquete:
  - Examina la etiqueta del paquete entrante y la interfaz por donde llega
  - Consulta la tabla de etiquetas
  - Determina la nueva etiqueta y la interfaz de salida para el paquete

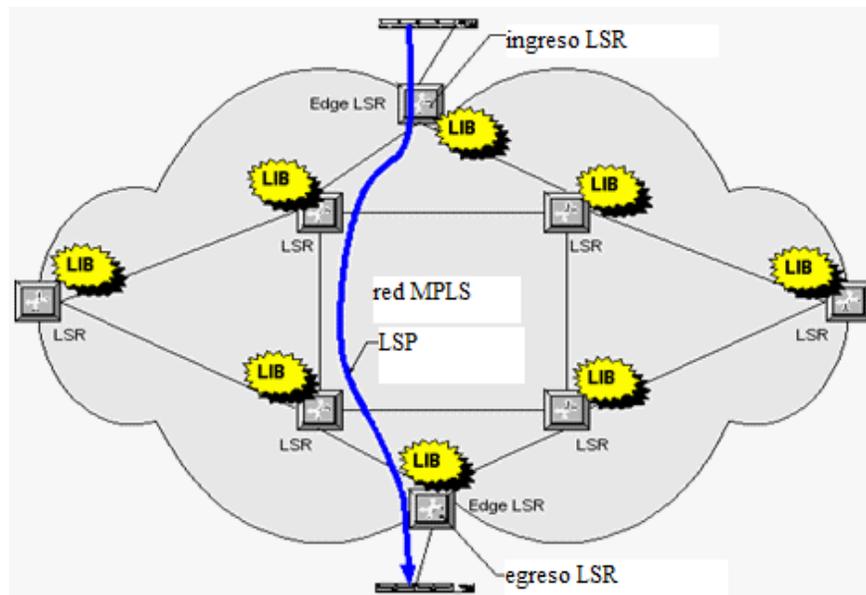


Figura II.23 Red MPLS

La operación del MPLS se basa en las componentes funcionales de envío y control, aludidas anteriormente, y que actúan ligadas íntimamente entre sí. Empecemos por la primera. Como lo muestra la figura II.23.

#### a) Funcionamiento del envío de paquetes en MPLS

La base del MPLS está en la asignación e intercambio de etiquetas ya expuesto, que permiten el establecimiento de los caminos LSP (Label Switched Path: Camino de nivel de intercambio) por la red. Los LSPs son simplex por naturaleza (se establecen para un sentido del

---

---

tráfico en cada punto de entrada a la red); el tráfico dúplex requiere dos LSPs, uno en cada sentido.

Cada LSP se crea a base de concatenar uno o más saltos (hops) en los que se intercambian las etiquetas, de modo que cada paquete se envía de un "conmutador de etiquetas" a otro, a través del dominio MPLS. Un LSR no es sino un router especializado en el envío de paquetes etiquetados por MPLS.

#### b) Control de la información en MPLS

Hasta ahora se ha visto el mecanismo básico de envío de paquetes a través de los LSPs mediante el procedimiento de intercambio de etiquetas según las tablas de los LSRs. Pero queda por ver dos aspectos fundamentales:

- Cómo se generan las tablas de envío que establecen los LSPs
- Cómo se distribuye la información sobre las etiquetas a los LSRs

#### c) Funcionamiento global MPLS

Una vez vistos todos los componentes funcionales, el esquema global de funcionamiento es el que se muestra en la figura, donde quedan reflejadas las diversas funciones en cada uno de los elementos que integran la red MPLS.

Es importante destacar que en el borde de la nube MPLS tenemos una red convencional de routers IP. El núcleo MPLS proporciona una arquitectura de transporte que hace aparecer a cada par de routers a una distancia de un sólo salto. Funcionalmente es como si estuvieran unidos todos en una topología mallada.

---

---

---

---

### III.A. ORIGENES

Internet es una red de redes, con alcance mundial, en la cual se basan la gran mayoría de sistemas de información y comunicación actuales. Hoy en día no cabría entender el mundo, tal como es, sin Internet.

El éxito de Internet se debe, sin duda, a que es una red abierta, independiente y que funciona sobre la base del protocolo IP, un estándar que permite la integración de voz, datos, música y vídeo sobre una única infraestructura de red. Pero lo que le dio el impulso definitivo y la lanzó al mundo comercial fue la aparición del WWW (World Wide Web: Internet de cobertura mundial), una herramienta que facilitó y simplificó la navegación y la búsqueda de información.

Se puede decir que la historia de Internet comenzó a finales de los años 60's del siglo XX. En 1962, Paul Baran, un investigador del gobierno de los Estados Unidos de América, editó el libro sobre las redes de comunicación distribuidas, donde se describen las redes de conmutación de paquetes. Baran propuso un sistema de comunicaciones mediante ordenadores conectados en una red descentralizada, de manera que si uno o varios nodos importantes eran destruidos, los demás podía comunicarse entre sí sin ningún inconveniente.

En octubre de 1967, se presentó el primer plan sobre las redes de conmutación de paquetes, un estudio que detalla una serie de documentos que describen el conjunto de protocolos de Internet y experimentos similares.

Este hecho llevó a que en 1969, Bolt, Beranek y Newman, diseñaran y desarrollaran para la Agencia de Proyectos de Investigación Avanzados, lo que habría de ser el embrión de Internet. La idea era conseguir una red con una tecnología tal que se asegurase que la información llegará al destino aunque parte de la red quedara destruida. Esta es la conmutación de paquetes, que hace que toda la información que sale de una terminal para ser transmitida por la red sea troceada en bloques de una determinada longitud llamados paquetes, a los que se añade la dirección de origen y destino, entre otra información útil, para que el paquete llegue a su destino final, con independencia de la ruta seguida.

En 1980, se interconectaron las redes CSNET (una red que conectaba ordenadores de distintos departamentos de ciencia de algunos estados de la unión americana) con ARPANET, convirtiéndose así en la primera red autónoma que se conectaba a ARPANET.

En enero de 1983, el Departamento de Defensa de los EUA decidió usar el protocolo TCP/IP, en sustitución del NCP (Network Control Program: Programa de control de red), creando la red Arpa Internet; esta red empezó a ser usada por otras agencias gubernamentales, entre ellas la NASA (National Aeronautics and Space Administration: Administración nacional de aeronáutica y del espacio), por lo que su nombre fue evolucionando al de *Federal Research Internet*, TCP/IP Internet y finalmente se quedó con el nombre de Internet.

---

---

---

---

Los postulados básicos por los que se desarrollo Internet son los siguientes:

- La red debía de ser descentralizada y sin que tuviera ningún nodo privilegiado frente a otro. Es decir, no debía de existir un punto único de fallo.
- La red debía seguir funcionando aceptablemente en condiciones críticas, de forma que si se destruía una parte de la misma el resto tenía que seguir funcionando. Esto es lo mismo que admitir que la fiabilidad no era esencial y que todos los nodos deberían tener capacidad para recibir, almacenar y pasar información.
- La información a transmitir se haría troceada en paquetes, con su identidad propia, que permitiera conocer su origen y destino así como el lugar que ocupaba dentro de la información a transmitir. Con ello se permitiría recomponer el mensaje original en el lugar de destino. Este condicionante hace que lo más importante sea que la información llegue y no el tiempo en que lo haga.
- La incorporación o eliminación de nodos debía ser flexible y sin que el servicio de la red se viera afectado por ello.
- La red debía de ser capaz de conectar ordenadores de distintos fabricantes y permitir una fácil comunicación entre ellos.

### III.B Desarrollo de Internet

Internet ha cambiado desde las dos últimas décadas del siglo pasado. Fue concebida en la era del tiempo compartido (*time sharing*) y ha sobrevivido en la era de los ordenadores personales cliente-servidor, y las redes de computadoras. Se ideó antes de que existieran las LAN, pero se ha acoplado perfectamente a esa tecnología. Ha dado soporte a un buen número de funciones desde compartir ficheros, y el acceso remoto, hasta compartir recursos y colaboración, pasando por el correo electrónico y la *World Wide Web*. Pero, lo que es más importante, comenzó como una creación de un grupo de investigadores y ha crecido hasta convertirse en un éxito comercial con cientos de millones de usuarios.

Internet no ha acabado su proceso de cambio. Aunque es una red por su propia denominación y por su dispersión geográfica, su origen está en los ordenadores. Pero ahora esta cambiando para ofrecer nuevos servicios como el transporte en tiempo real con vistas a soportar, por ejemplo, audio y video.

La disponibilidad de redes como Internet, junto con la disponibilidad de potencia de cálculo y comunicaciones asequibles en máquinas como los ordenadores portátiles, los PDA

---

---

(Personal Digital Assistant: Asistente digital personal) y los teléfonos móviles celulares, está posibilitando la convergencia entre informática y comunicaciones y el desarrollo de la Sociedad de la Información. La figura III.1 muestra el funcionamiento de la PDA.

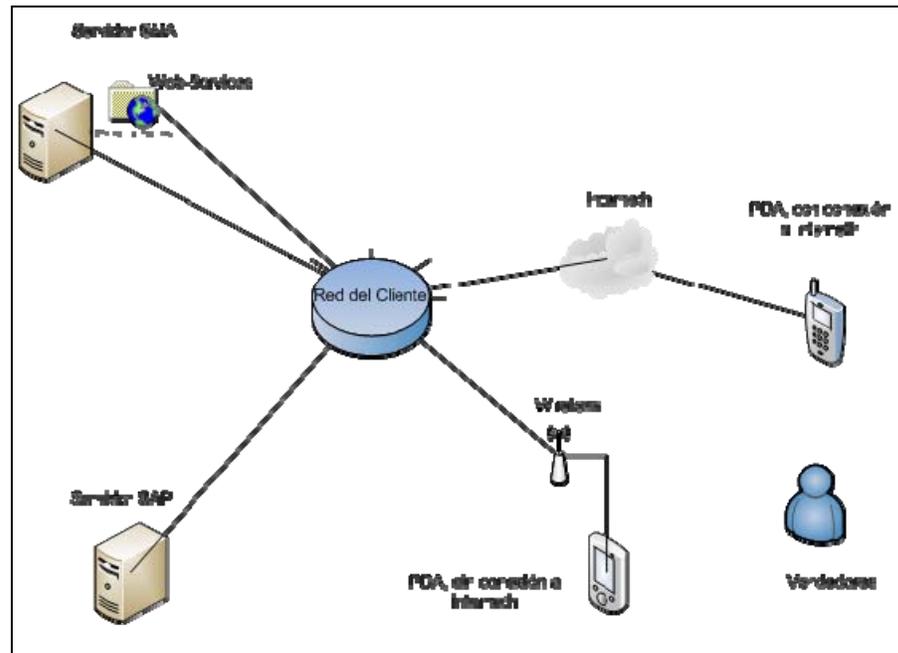


Figura III.1 Funcionamiento de la PDA

La cuestión más importante sobre el futuro de Internet no es cómo cambiará la tecnología, sino cómo se gestionará esa evolución. Con el éxito de Internet ha llegado una proliferación de inversionistas que tienen intereses tanto económicos como intelectuales en la red. Se puede ver en los debates sobre el control del espacio de nombres y en la nueva generación de direcciones IP (IPv6) una pugna por encontrar la nueva estructura social que guiará a Internet en el futuro.

### III.C Estructura de Internet

El tráfico que circula por Internet es la agregación del tráfico individual de los miles de ISP (Proveedor de Servicio de Internet) que existen en el mundo, que tienden a concentrar su tráfico en los denominados puntos neutros, donde en conjunto pueden negociar mejores condiciones con los suministradores de infraestructuras de transporte o *carriers*. La denominada espina dorsal o *backbone* de Internet no es más que un conjunto de infraestructuras de banda ancha basadas en fibra óptica y satélite que recorre los principales puntos de concentración de tráfico de cada continente. La figura III.2 muestra una empresa conectada a Internet a través de dos distintos proveedores de servicio.

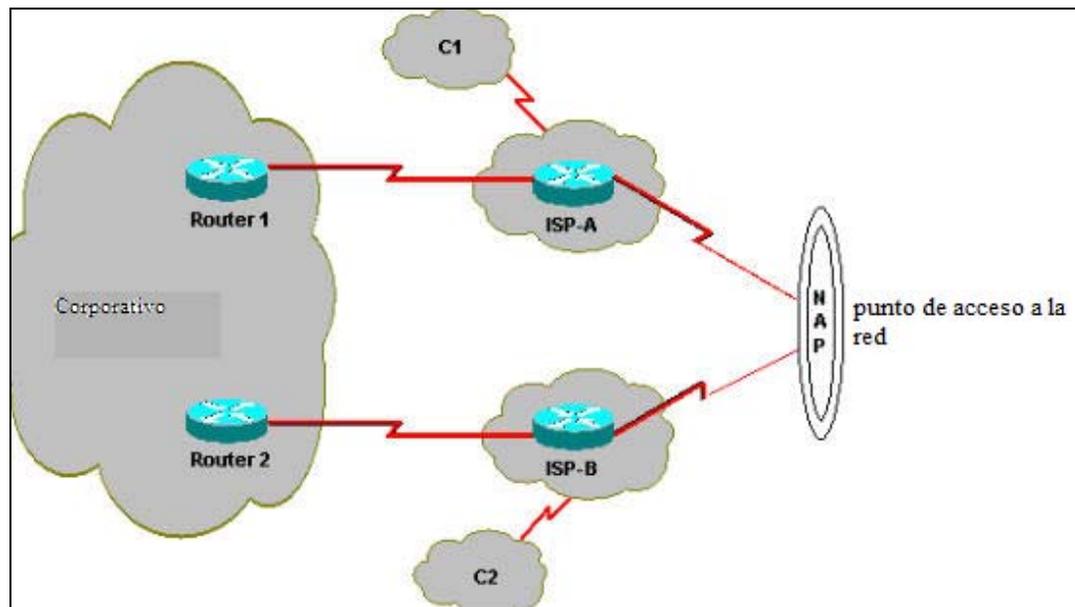


Figura III.2 Conexión a Internet con dos diferentes ISP

Nótese que, una vez conectada una red a Internet, cualquier subred que dependa de ella podrá acceder a Internet a través de la primera, sin más que su interconexión mediante el protocolo IP.

Esta estructura replicante es la que explica la rápida evolución del número de redes conectadas a Internet, al no existir restricciones a la conexión de nuevas subredes, más allá que las impuestas por el propietario de la red superior a las que se interconecten a ella. Así, Internet se organiza mediante delegación de la responsabilidad en las distintas subredes que se van creando.

### III.D Organización

La estructura básica de Internet son unos “nodos” (routers) que se comunican entre sí, con conexiones de red a velocidades muy altas, de hasta cientos de Mbps, que son los responsables de realizar las siguientes funciones:

- Recoger y ordenar la información que le llega.
- Convertir formatos de datos y protocolos.
- Reenviar los datos a los destinos que se desee directamente o a través de otros nodos.

---

---

Para realizar estas funciones aparentemente simples se necesitan, desde el punto de vista de un usuario una estructura de direccionamiento o de nombres y una estructura de almacenamiento de datos.

Para resolver la estructura de direccionamiento o de nombres, Internet tiene un convenio denominado sistema de nombres de dominio o DNS (Domain Name System: Sistema de nombre de dominio). DNS se construye de izquierda a derecha pasando desde lo más específico a lo más genérico.

Así se conocerá, para un usuario concreto, donde se le puede localizar. El nivel más genérico, que va al final después de un punto, se denomina dominio y puede describir el país con dos letras (por ejemplo “.mx” para México o “.es” para España) o la función, generalmente con tres letras (“.org”, “.com”, etc.)

Los niveles intermedios se denominan subdominios y hacen referencia a los nodos en los que se encuentra el usuario final dependiente de un dominio. DNS es el esquema lógico de la identificación de direcciones en Internet conocidas como direcciones IP. Estas direcciones de Internet son asignadas por un organismo que es el miembro de la ICANN (Internet Corporation For Assigned Names and Numbers: Corporación de Internet para asignar nombres y numeración). Este asigna el ID (Internet Domain: Dominio de Internet) de la red concreta y el administrador de la misma se encarga de asignar el resto de las identidades de cada nodo de red.

La estructura de almacenamiento y retransmisión de datos a través de la red de Internet es muy intuitiva y es del tipo jerárquica arborescente, de tal forma que un nodo al que llega un paquete, que contiene su identificativo de destino, es redirigido a un nodo del siguiente nivel jerárquico según la ruta más descongestionada de entre las posibles, en dirección al nodo final de donde cuelga la máquina u ordenador destino de la comunicación.

### **III.D.1 Protocolos**

Además la red de Internet, necesita disponer de unos convenios de entendimiento entre los distintos nodos y de éstos con los ordenadores. Estos convenios se denominan protocolos. Los protocolos son un conjunto de reglas que gobiernan el formato y el significado de los mensajes que se intercambian por entidades equivalentes dentro de un determinado nivel de la red.

El conjunto de todos los protocolos utilizados en Internet se denominan de forma genérica familia de protocolos TCP/IP, que es aceptada por todos los usuarios de a red de Internet y se ha convertido en el estándar de la industria. Los protocolos más importantes dentro de esta pila son:

- IP (Internet Protocol: Protocolo de Internet) Define cómo se forman los paquetes y tiene como tarea el encaminamiento y la entrega de paquetes al punto de destino.
- 
-

- TCP (Transmission Control Protocol: Protocolo de control de transmisión) Es un protocolo orientado a la conexión y que permite que un flujo de bytes que se originan en un ordenador se entreguen sin error en cualquier otro ordenador de la red.
- Protocolos de Aplicación Incluye todos los protocolos específicos de las aplicaciones básicas de Internet, como transferencia de ficheros (FTP, File Transfer Protocol: Protocolo de transferencia de ficheros), acceso a terminal virtual (TELNET, comando de MS-DOS), correo electrónico (SMTP, Simple Mail Transfer Protocol: Protocolo simple de transferencia de correo), etc.

La figura III.2 muestra la pila de protocolos utilizados en Internet.

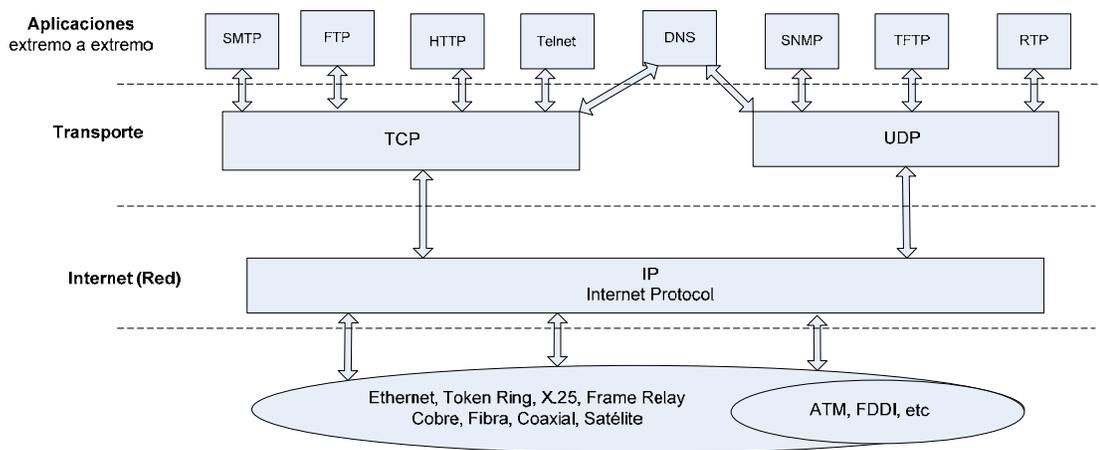


Figura III.3 Pila de protocolos de Internet

### III.D.2 Servicios

Existen tres razones principales por las cuales Internet es tan aceptado por todos los sectores sociales. Sin duda la primera y principal se encuentra en el deseo de libertad y la necesidad de comunicarse con todo ser humano, Internet se considera como propio de cada uno.

La segunda se puede encontrar en el costo, Internet es muy barato en comparación de otros medios de comunicación teniendo en cuenta la capacidad de información accesible desde la misma; y,

---

---

La tercera es la posibilidad que ofrece Internet de desarrollar el espíritu cooperativo de todos los agentes que intervienen en la misma. Y esto es lo mismo que tener la capacidad de generar aplicaciones y servicios hasta lo que la imaginación de todos y cada uno permita.

### III.D.3 Direcciones IP

Para que Internet pueda identificar sin duplicidad a cada uno de los ordenadores y equipos terminales que se conectan a ella se necesita disponer de un sistema de direcciones. Una dirección IP en la versión actual 4, son números de 32 bits, frecuentemente expresados en octetos en dotación decimal, del tipo “207.151.159.3”, mientras que con IPv6 se representan en hexadecimal, por ejemplo: 1080:0:0:0:8:800:200C:417A. Las direcciones IP se obtienen a través de los Proveedores de Servicio de Internet y pueden ser estáticas y dinámicas.

El conjunto de protocolos TCP/IP utiliza una dirección de 32(128 bits en IPv6) para identificar una maquina y la red a la cual está conectada, obtenida a través del Proveedor de Servicio, aunque si una red no está conectada a Internet, dicha red puede determinar su propio sistema de numeración.

En la actualidad, se está produciendo la migración desde las versiones IPv4 a la IPv6, ya que prácticamente la primera tiene agotado el rango de direcciones disponibles, y con la proliferación de equipos móviles y máquinas conectadas a través de Internet se hace totalmente imprescindible ampliar el rango de direcciones posibles, algo que la nueva versión permite pues el número de direcciones posibles es, prácticamente, ilimitado.

### III.D.4 Nombre de dominios

La dirección IP resulta complicada de manejar y no es la forma de comunicación habitual en las relaciones personales. Por eso se creó lo que se conoce como *dominio*. Un dominio es el nombre familiar y fácil de recordar que se le da a un ordenador. El dominio se proyecta sobre un único conjunto de números de Protocolos IP que sirven de direcciones de encaminamiento en Internet.

### III.E Navegadores de Internet

Para navegar por la red se hacen necesarios los denominados browsers o navegadores que facilitan, entre otras cosas, el acceso y consulta de información de los servidores Web, la consulta del correo electrónico, el acceso a servidores de noticias, o la transferencia de archivos desde servidores FTP.

Existen varios de estos programas, que presentan una interfaz gráfica lo que los hace muy amigables, algunos de ellos muy populares (Microsoft Explorer y Netscape Navigator), sobre

---

---

---

---

distintas plataformas (Windows, Linux, Macintosh y Unix) y suministrados de forma gratuita por el proveedor de acceso a Internet o por el propio sistema operativo.

Los navegadores son una herramienta de software especial que se conectan con los servidores Web, leen las instrucciones HTML (Hypertext Markup Language: Lenguaje de marcas de hipertexto) y la presentan al usuario según se le indica.

El lenguaje que los servidores y clientes Web utilizan para comunicarse es el denominado HTTP (Hypertext Transfer Protocol: Protocolo de transferencia de hipertexto). El modo de funcionamiento es el siguiente: el cliente envía un mensaje HTTP a un ordenador que tiene un programa servidor Web preguntando por un determinado documento, y éste responde con un documento HTML a la demanda.

La clave en los navegadores son los enlaces, que para los usuarios son un texto o dibujo resaltado, tras los cuales se esconde el URL correspondiente y lo relaciona con HTTP, FTP, Telnet, etc; estableciendo la conexión pertinente con el servidor y adaptándose a su funcionamiento, con lo que el usuario no necesita saber nada más, permaneciendo para él todo el proceso.

### **III.F Compresión de archivos**

La gran mayoría de los programas y contenidos de Internet están comprimidos, por lo que será necesario disponer de un descompresor adecuado para poder ver el contenido real de la información que hemos descargado. La razón por la que estos programas o contenidos (imágenes, documentos, música, etc.) son comprimidos en los sitios Web o FTP es para que ocupen menos, reduciendo el espacio necesario para su almacenamiento en los servidores y disminuyendo el tiempo de descarga de los usuarios.

A la hora de descargar recursos de Internet a través de portales Web, son recomendables los programas aceleradores. Estos programas optimizan la conexión a Internet contratada por el usuario para descargar los ficheros lo más rápido posible. A través de ellos es posible, por ejemplo, continuar descargando un fichero cuya descarga resultó fallida a la mitad del proceso.

### **III.G Correo Electrónico**

El correo electrónico es la aplicación más sencilla y empleada de Internet después de la navegación Web. Como su propio nombre lo indica, se trata de un servicio de correo en la Red. Cualquier usuario puede enviar y recibir mensajes a otros usuarios a través de la Red.

---

---

---

---

Las direcciones de correo electrónico son fáciles de identificar y están compuestas de tres partes: el nombre del usuario o identificador de la cuenta de correo, el nombre del servidor de correo electrónico, y el lugar donde se encuentra o el dominio de Internet al que pertenece.

Una vez que el usuario conectado a Internet tiene instalado un administrador de correo electrónico en su PC, ya puede enviar y recibir mensajes.

Es importante entender que los mensajes de llegada no llegan al ordenador del propietario de la cuenta de correo, sino a un servidor, por lo que en el caso de que el ordenador este apagado los mensajes se quedan en espera en el servidor.

### **III.G.1 Protocolos de correo electrónico**

El protocolo que realmente permite el intercambio de mensajes entre los servidores y el que se utiliza para enviar, no recibir, el correo desde la PC a los servidores es el protocolo SMTP. Pero los protocolos más utilizados para manipular el correo son POP (Post Office Protocol: Protocolo de oficina postal) e IMAP (Internet Message Access Protocol: Protocolo de acceso a mensajes de Internet).

POP es el más antiguo y se diseñó para soportar el acceso off-line. De esta forma la PC solicita de vez en cuando al servidor de correo a su nombre y el servidor le envía todo lo que tiene para él. De esta forma el servidor se descarga de todo el correo y necesita menos capacidad de almacenamiento.

IMAP efectúa el procesamiento del correo online. El cliente no descarga los mensajes en su PC sino que permanecen en el servidor hasta que los elimine. Este protocolo tiene ventajas para el cliente porque antes de revisar el correo puede saber lo que contiene y sólo lee los correos que le interesen.

### **III.H FTP (Protocolo de transferencia de archivo)**

El protocolo de transferencia de ficheros o FTP es un servicio que Internet ofrece para poder enviar y recibir archivos a través de la Red, entre ordenadores conectados a ella. Toda conexión FTP implica la existencia de una máquina que actúa como servidor (aquella en la que se toma o se deja un archivo) y un cliente.

Un cliente básico se instala, automáticamente, con la pila de protocolos TCP/IP en la práctica totalidad de los sistemas operativos. Este cliente se lanza mediante el comando "ftp" y utiliza una interfaz de comandos poco intuitiva.

Por lo que lo más habitual es que los usuarios particulares utilicen programas clientes de FTP con interfaz gráfica, generalmente freeware, como Rftp, WS\_FTP o CuteFTP. Por otro lado,

---

---

---

---

los actuales navegadores como Explorer y Netscape tienen un cliente básico de FTP, por lo que en muchos casos el proceso es transparente para el usuario.

Todos estos clientes ofrecen operaciones como borrar ficheros en el servidor remoto, crear directorios en el servidor remoto, transferir ficheros, etc. En Internet existen millones de archivos distribuidos en miles de ordenadores, que pueden copiados libremente usando FTP.

Mediante FTP se pueden enviar y recibir toda clase de archivos, ya sean de texto, gráficos, sonido, video, etc. Normalmente los archivos de los servidores se encuentran comprimidos con el objeto de ocupar el menor espacio posible tanto en el disco y reducir al máximo el tiempo de transferencia. Existen dos tipos de accesos a un servidor FTP.

FTP privado. El administrador del servidor FTP concede una cuenta al sistema (similar a la de acceso a Internet), lo que da derecho a acceder a algunos directorios, dependiendo del tipo de cuenta.

FTP anónimo (anonymous). En este tipo de acceso el usuario es anónimo y la clave es la dirección de correo electrónico del usuario. Esta es la cuenta que utilizan por defecto los navegadores.

### **III.I Chat**

La palabra chat significa en castellano conversar y este es otro servicio de Internet, una conversación en tiempo real mediante mensajes de texto escrito en la que pueden participar a la vez un gran número de usuarios, aún sin conocerse entre sí.

IRC (Internet Relay Chat: Protocolo de comunicación en tiempo real) es el protocolo que permite utilizar Internet para charlar en tiempo real a través de texto escrito. Se trata de un servicio muy adictivo por el componente de interacción humana que supone.

El servidor IRC también se basa en la técnica cliente/servidor, y el usuario necesita de un programa cliente que le sirva de interfaz entre él y el programa servidor este programa servidor de encontrará en un servidor remoto conectado a la red, y su dirección deberá ser configurada en el programa cliente para acceder a él y utilizar este servicio IRC.

Los servicios IRC están divididos en canales. Cada canal es como una habitación en la que la gente entra para charlar sobre un tema específico y en un idioma determinado.

Los nombres de los canales suelen empezar por el símbolo “#” y dicho nombre suele indicar el tema sobre el que se discute en dicho canal, con lo que el usuario puede rápidamente decidir cuál es el canal al que le interesa conectarse. Para participar en estas conversaciones el

---

---

---

---

usuario debe elegir un nombre o apodo por el que quiere que se le reconozca dentro del canal de conversación.

### **III.J Telnet**

Mediante el servicio Telnet (comando en MS-DOS) es posible acceder a servidores remotos para ejecutar aplicaciones en ellos, aprovechando de esta forma su capacidad de procesamiento y las herramientas que posean.

De este modo, Telnet permite el acceso a un servidor de forma tal que el ordenador del usuario funcione como un terminal del ordenador remoto al cual se ha conectado. Es decir, nuestro teclado y nuestra pantalla se comportan como si fuesen el teclado y la pantalla del servidor, pudiendo trabajar con él interactivamente, ejecutando programas y utilizando sus recursos.

Su aspecto visual consiste en una ventana de texto en la que aparece algo parecido a la conocida ventana de comandos de MS-DOS. Sin embargo, casi todos los servidores que ofrecen acceso al shell, lo hacen bajo el sistema Unix.

### **III.K Mensajería Instantánea**

La mensajería instantánea es un sistema de comunicación intermedio entre los sistemas chat y los mensajes de correo electrónico. Es más personal que un chat, puesto que a estos programas sólo acceden aquellas personas que el propio usuario autoriza. Y más inmediato que un correo electrónico, puesto que supone mantener una conversación en tiempo real por ambas partes.

Su uso está muy extendido para hablar con familiares y amigos, y también para cuestiones laborales. Es más, los servicios de mensajería instantánea podrían en un medio eficiente por el cual, instituciones comerciales y de servicios públicos podrían ofrecer servicios personalizados a los usuarios, explotando las funciones de saber en todo momento si la persona se encuentra en línea.

### **III.L Descarga de Música y Video**

La revolución en el mundo de la música ha sido el MP3, un formato digital de grabación, reproducción y difusión de sonido con calidad semejante al CD con el que se ha inundado la Red de varios sitios de descarga y compartición de música de manera gratuita.

---

---

---

---

### III.M Telefonía IP

La telefonía en Internet, tiene como principales ventajas que es más barata que la telefonía tradicional sobre la RTPC (Red de Telefonía Conmutada) y permite hacer llamadas internacionales a precio local.

La tecnología VoIP se basa en la conversión de la voz en paquetes de datos para que puedan transmitirse por el protocolo IP. La velocidad de la conversación requiere un ancho de banda suficiente para que ese intercambio de archivos sea fluido y no se produzca un efecto de retardo, que proporciona a estos programas un efecto de eco bastante molesto.

Mediante un software instalado en el PC como NetMeeting y un micrófono y unos auriculares, es posible disfrutar gratuitamente de estos servicios.

La telefonía IP lleva desde 1999, funcionando con algunos fallos técnicos, como llamadas que se cortan o conversaciones tartamudearte, que poco a poco se van solucionando. Básicamente, el problema reside en que es necesario un ancho de banda mínimo garantizado para que los paquetes de datos pasen rápido y sin demasiadas pausas y se les asigne prioridad.

La versión del protocolo de Internet, IPv4 que constituye el núcleo de la mayor parte de Internet, no permite garantizar un ancho de banda determinado a unas u otras aplicaciones. La introducción del nuevo protocolo, IPv6, permitirá eliminar esta limitación y mejorar sensiblemente las comunicaciones de video en tiempo real y voz sobre Internet.

Por otro lado, estándares como SIP (sesión Initiation Protocol), que ofrece servicios de valor añadido a las llamadas por IP, y el protocolo Enum, que promete una organización mundial del sistema, mejorarán aún más la telefonía sobre Internet.

Junto a la buena comunicación, se necesitan codificadores que transformen la voz en bits. Los hay por software, como NetMeeting, Net2phone o Messenger, y por hardware, de más calidad y más rápidos, como los teléfonos IP fabricados por Cisco y otros, o los dispositivos ATA ( Analog Telephone Adaptor) que transforman los tradicionales teléfonos analógicos en teléfonos IP.

Todos estos sistemas funcionan cuando se trata de llamadas IP a IP sin aparatos de por medio, pero el asunto se complica cuando se llama desde Internet a un teléfono de red conmutada de circuitos o lo que se conoce como telefonía convencional.

---

---

---

---

### III.N P2P

Una red P2P (Peer to Peer: Red de dos pares) es una red donde el direccionamiento y encaminamiento de los contenidos se basa en la descripción del propio contenido en lugar de su ubicación. Las redes P2P son redes virtuales que se montan sobre la infraestructura IP en Internet.

Para acceder al contenido no es necesario mantener continuamente un vínculo fijo entre el contenido y el ordenador donde está alojado. Más aún, para muchas redes P2P, en un momento dado, parte del contenido puede ser alojado, movido o replicado en algún otro nodo de la red, si se considera conveniente y sin que se necesite el permiso de nadie para hacerlo.

Para poder acceder a este servicio es necesario que el usuario instale un programa específico. Básicamente, este tipo de programas, utilizan una red común, para poder comunicar entre si las computadoras de sus usuarios, los que comparten ciertos directorios, donde se encuentran los archivos a intercambiar. Entre las aplicaciones de P2P más conocidas están: Napster, Gnutella, E-mule, Kazaa, etc.

### III.O Internet versión IPv6 nueva generación

IPv6, también llamado IPng (next generation Internet Protocol) es la nueva versión del conocido protocolo IP, el cual viene a reemplazar la versión anterior (IPv4) de forma gradual. El principal motivo de protocolo IP, el cual viene a reemplazar la versión anterior (IPv4) de forma gradual.

El principal motivo de la creación de esta versión es ampliar el número de direcciones IP, que las que se tenían pensadas en la versión 4. IPv4, con la que trabajamos actualmente es una dirección de 32 bits formada por 4 grupos de 8 bits cada uno, con esta versión de IP se tenían como máximo  $2^{32}$  direcciones IP (4,294, 967,296) y los creadores de ésta pues creían que con esto era suficiente para siempre, pero actualmente se están saturando el número de direcciones y pues en poco tiempo ya no quedarán direcciones para más equipos montados a la red.

En cambio, el formato de dirección de IPv6 es de 128 bits, la cual está formada por 8 grupos de 16 bits cada uno (cada grupo de 16 bits en valor hexadecimal), con esto tenemos que el total de direcciones IP es  $2^{128}$  (3.402823669 e38, o sea sobre 1,000 sextillones), ahora si podremos estar seguro que las direcciones IP nos durarán un buen tiempo, y no solo para ordenadores, ya que también podremos conectar otros dispositivos a la red tales como PDA's, teléfonos, lavadoras, neveras, todo en internet).

He aquí una comparación de IPv4 con IPv6:

---

---

---

---

IPv4

8 8 8 8

xxx.xxx.xxx.xxx

4 grupos de 8 bits

Total de direcciones= 4,294, 967,296

Dirección de 32 bits

IPv6

16 16 16 16 16 16 16 16

xxxx.xxxx.xxxx.xxxx.xxxx.xxxx.xxxx.xxxx

8 grupos de 16 bits (en valor hexadecimal)

Total de direcciones= 3.402823669 e38

Dirección de 128 bits

### III.O.1 Características Principales

Como el tema lo dice, unas de las principales características de este protocolo, aparte de la ya mencionada antes (que es la principal) sobre la expansión en el número de direcciones IP son las siguientes:

*Seguridad.*- Este aspecto es muy importante, y pues en esta versión de IP se introdujo IPSec el cual permite autenticación y encriptación del protocolo base, y pues con esto todas las aplicaciones de red funcionando con este protocolo se beneficiarán de esta nueva característica. Ya que IPSec es un requerimiento de IPv6.

*Simplificación de encabezado (HEADER).*- Pues esta sección también se ve afectada con el cambio de versiones, ya que en los encabezados de la versión anterior habían muchos campos muy deficientes o inservibles, y pues en la versión 6 simplemente se quitaron esos campos o se hacen opcionales.

---

---

---



---

*IPv6 cuenta con un sistema.*- llamémosle Plug & Play, ya que al iniciar un equipo en red, pues este detecta automáticamente una configuración, como si tuviera un sistema DHCP. Pues aquí lo que hace es que intenta configurarse y encontrar la salida o el Gateway a internet, a esta nueva funcionalidad se le es llamada Routing Discovery.

### III.O.2 Nomenclatura

Recordemos pues que las direcciones IP versión 4 eran de este y único tipo, fáciles de recordar, con única forma de escribir y en valor decimal: xxx.xxx.xxx.xxx ejemplo: 200.65.30.139 Ahora, esto se hace un poco más complejo, ya que hay varios, digámosle tipos de simplificaciones de la dirección. El tipo de una IP versión 6 es la siguiente: xxxx.xxxx.xxxx.xxxx.xxxx.xxxx.xxxx.xxxx

Ejemplo: FEDC: BA98:7654:3210: FEDC: BA98:7654:3210, existen algunas formas de simplificar direcciones de la nueva generación, por ejemplo, si en una dirección hay 0000 (ceros) se puede simplificar con un simple 0 ya que no es necesario escribir todos los ceros a la izquierda. Cuando 2 o más campos consecutivos están llenos de 0's (ceros) se puede simplificar de la siguiente manera: (...:0000:0000:0000:...), (...:0:0:0:...),(...:.....), todos los campos con cero son igual a dos puntos seguidos ( : ).

Esta regla se usa siempre y cuando los campos con valor = 0 sean consecutivos y solo una vez se puede usar (::) en una dirección IP. Por ejemplo: 2002:0450:0009:0010:0000:0000:0000:0071 es igual a 2002:450:9:10::71.

Y cuando nos encontremos con direcciones en donde hayan campos consecutivos con 0's en diferentes partes, solamente se podrá representar un conjunto de 0's con (::). Una sola vez, y los demás campos con 0's se tienen que representar así (:0:0:0...).

Por ejemplo, la dirección: FFFF:0:0:0:FFFF:0:0:0 solamente se podrá comprimir en FFFF::FFFF:0:0:0 ó en FFFF:0:0:0:FFFF:: pero NUNCA EN FFFF::FFFF:: ya que como se comento antes, solamente un conjunto de 0's puede ser comprimido en una dirección y los demás serán representados.

Como última aclaración sobre simplificación de ceros, cuando vean (::) en una dirección, para conocer la dirección completa simplemente se llenan los campos faltantes con 0's hasta completar la dirección de 8 campos.

Bueno, se comento sobre algo fundamental de la versión que nos espera en el futuro y cabe aclarar, que esta nueva implantación de IP's nos brindará muchas ventajas. Los desarrolladores de Internet Protocol han hecho algo para mejorar el trabajo de los administradores de redes, ya que el ruteo de paquetes es mucho mejor

---



---

---

---

Los Routers bajo IPv6 será más fácil de administrar pero no significa que para el administrador sea algo más rápido o sencillo al configurar, ya que el trabajo del administrador es administrar y, entonces, no por implantar IPv6 en una red signifique que estamos 100% estables y seguros.

Un ejemplo en la actualidad de una falla de seguridad con IPv6 es en un firewall de Windows XP, ya que Microsoft admitió que las funciones Internet Connection Firewall y Basic Firewall de Windows XP y Windows Server 2003 sólo están en condiciones de bloquear paquetes de datos IPv4, por lo que el tráfico IPv6 pueden entrar sin restricciones al sistema.

El software cortafuegos de Microsoft contiene, en principio, una cantidad relativamente limitada de funciones de bloqueo. Por ello, no sustituye cabalmente una solución completa de cortafuegos y está dirigida básicamente a los usuarios de Windows, que de otra forma no instalarían una aplicación de ese tipo. Considerando que Internet Connection Firewall y Basic Firewall no protegen contra el nuevo protocolo de Internet, IPv6, recomendamos a los usuarios de Windows XP y Windows Server 2003 instalar una aplicación cortafuegos específica, en caso de necesitarla.

### III.O.3 Diferencias entre Protocolo IPv4 y Protocolo IPv6

El protocolo IPv6 es una nueva versión de IP, diseñada para reemplazar a IPv4 que actualmente se encuentra en uso. Este protocolo fue diseñado por Steve Deering de Xerox PARC y Craig Mudge, destinado a sustituir a IPv4, cuyo límite en el número de direcciones de red admisibles está empezando a restringir el crecimiento de Internet y su uso, IPv6 puede admitir  $2^{128}=3.40e+38$  direcciones, mejorando el servicio globalmente brindando trayectorias propias y permanentes.

La mejora más importante de IPv6 es la simplificación de los encabezados de los datagramas. El encabezado del datagrama IPv6 básico contiene sólo 7 campos (a diferencia de los 14 de IPv4). Este cambio permite que los routers procesen datagramas de manera más rápida y mejore la velocidad en general.

Otra mejora consiste en ofrecer mayor flexibilidad respecto de las opciones. Este cambio es esencial en el nuevo encabezado, ya que los campos obligatorios de la versión anterior ahora son opcionales.

Además, la manera en la que las opciones están representadas es distinta, dado que permite que los routers simplemente ignoren las opciones que no están destinadas a ellos. Esta función agiliza los tiempos de procesamiento de datagramas.

Asimismo, IPv6 brinda más seguridad. La autenticación y confidencialidad constituyen las funciones de seguridad más importantes del protocolo IPv6.

---

---

---

---

Finalmente, se ha prestado más atención que antes a los tipos de servicios. Si bien el campo Type of Services (Tipo de servicios) en el datagrama IPv4 se utiliza pocas veces, el esperado aumento del tráfico multimedia en el futuro demanda que se le otorgue mayor importancia.

En principio, todos los equipos y routers que se ajustan a IPv6 deben ser compatibles con los datagramas de 576 bytes. Esta regla hace que la fragmentación tenga una función secundaria. Además, cuando un equipo envía un datagrama IPv6 que es demasiado grande, a la inversa de lo que sucede con la fragmentación, el Router que no puede transmitirlo le envía un mensaje de error a la fuente.

Este mensaje le indica al equipo fuente que interrumpa el envío de nuevos datagramas a este destino. Contar con un equipo que inmediatamente transmita datagramas del tamaño correcto es mucho más eficaz que permitir que los routers los fragmenten sobre la marcha.

Para extraer toda la información del encabezado de un paquete IPv6 se requiere procesar secuencialmente todos los encabezados. Los routers intermedios no necesariamente necesitan procesarlos todos. Algunos tipos de encabezados IPv6 posibles son los siguientes:

- **Salto-a-Salto.** Entrega información que debe ser examinada por todos los routers por los que pase el paquete. Hasta el momento se ha definido sólo una opción a este encabezado, y permite especificar paquetes de longitud superior a 64 Kbyte, que pueden llegar a tener hasta 4 GBytes.
  - **Routing.** Realiza las funciones combinadas de Strict y Loose Source Routing de IPv4. El máximo número de direcciones que puede especificarse es de 24.
  - **Fragment.** Utilizada cuando se deba fragmentar un paquete. El mecanismo utilizado es similar al de IPv4, con la diferencia de que en IPv6 sólo se permite la fragmentación en el origen. De esta forma, se simplifica notablemente la complejidad de proceso en los routers.
  - **Authentication.**
    - Permite el uso de encriptación para incorporar un mecanismo de firma digital por el cual el receptor del paquete puede estar seguro de la autenticidad del emisor.
    - Encrypted Security Payload (Seguridad de encriptado en carga útil).
    - Permite el envío de información encriptada que sólo pueda ser leída por el destinatario. La encriptación afecta sólo a los datos, ya que ésta ha de ser leída e interpretada por cada Router por el que pasa.
- 
-

Como se puede observar existen muchas diferencias, así como ventajas y desventajas entre los protocolos IPv4 y IPv6, a continuación se hace mención de los puntos importantes que asemejan éstas características:

IPv4 es capaz de generar aproximadamente 40000 millones de combinaciones de direcciones, donde estas mismas solo contienen 32 bits por lo que es muy limitado y lento para transmitir videos y voz. El enlace que contiene el protocolo IPv4 supera a IPv6 en un 3.66% para UDP y un 3.79 % para TCP. El protocolo IPv4 contiene enlace con fibra óptica.

IPv6 contiene 2 direcciones de 128 bits (fuente y dirección IP de destino), el conjunto tiene una cabecera de longitud fija de 40 octetos. Esto permite un procesamiento más rápido.

En el protocolo IPv6 las direcciones IP podrán ser obtenidas de forma totalmente automática, lo que facilitará enormemente la creación de redes, tanto a nivel local como a nivel extremo.

### III.O.4 Formato de los datagramas IPv6

La unidad de datos de protocolo (PDU) de IPv6 tiene el siguiente aspecto (fig. III.4):

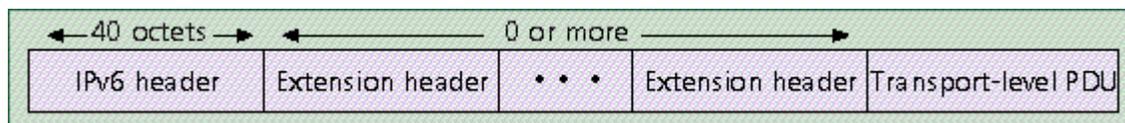


Figura III.4 Datagrama de IPv6

Como puede apreciarse en la figura, el paquete (como se suele llamar a la unidad de datos de protocolo) consta básicamente de una cabecera de 40 octetos (aparecen ya las primeras diferencias con IPv4, puesto que la cabecera del mismo tenía una extensión de 20 octetos) y un campo para la PDU del nivel superior (*Transport-level PDU*, *PDU del nivel de transporte*).

Los campos "*extension header*" (cabeceras extendidas) pueden existir o no, y se trata básicamente de otras cabeceras que proporcionan una información adicional a la suministrada por la cabecera principal. Se definen las siguientes cabeceras extendidas:

- 
- 
- Cabecera de opciones “Salto a Salto” (*Hop-by-hop options header*): Define opciones especiales que requieren procesado *hop-by-hop* (salto a salto).
  - Cabecera de Encaminamiento (*Routing header*): Proporciona una ruta extendida, similar al encaminamiento de fuente de IPv4.
  - Cabecera de Fragmentación (*Fragment header*): Contiene información de fragmentación y re ensamblado.
  - Cabecera de Verificación de Autenticidad (*Authentication header*): Permite la autenticación e integridad del paquete.
  - Cabecera de carga útil cifrada de seguridad (*Encapsulating security payload header*): permite privacidad.
  - Cabecera de Opciones de Destino (*Destination options header*): Contiene información adicional a examinar por el nodo destino.
  - El estándar de IPv6 recomienda que cuando se utilicen múltiples cabeceras extendidas, éstas aparezcan en el siguiente orden:
    - Cabecera IPv6. Siempre debe aparecer primero, obligatoriamente.
    - *Hop-by-hop options header*.
    - *Destination options header*: para las opciones que han de ser procesadas por el primer destino que aparece en el campo de dirección de destino de IPv6 más los subsiguientes destinos listados en la routing header.
    - *Routing header*.
    - *Fragment Header*.
    - *Authentication header*.
    - *Encapsulating security payload header*.
    - *Destination options header*: para las opciones que sólo tiene que procesar el destino final del paquete.
- 
-

---

---

Por medio de estas cabeceras extendidas, IPv6 consigue hacer de una forma más eficiente lo que IPv4 pretendía implementar con el campo *opciones* que seguía a la cabecera IPv4. Éste es un campo no demasiado estandarizado (de hecho tiene longitud variable) que se usa en IPv4 para cosas como grabar en él una ruta, hacer encaminamiento de fuente, etc.

IPv6 por contra utiliza múltiples cabeceras para éstas funciones, y tiene la ventaja que ya están definidas tanto su orden como su función, Además estas cabeceras utilizan para facilitar la tarea del nodo el campo de *próxima cabecera*. La cabecera IPv6 y cada cabecera extendida tienen un campo (*próxima cabecera*) en el que se indica el tipo de la cabecera que sigue a continuación.

Si la próxima cabecera es una cabecera extendida, entonces este campo contiene el identificador de tipo de esa cabecera; en otro caso (cuando ya no hay más cabeceras), este campo contiene el identificador de protocolo del protocolo de nivel superior que esté usando IPv6 (que generalmente será un protocolo de nivel de transporte), usando los mismos valores que el campo de protocolo de IPv4.

El estándar IPv6 define un flujo (*flow*) como una secuencia de paquetes enviados desde un particular origen a un particular destino (ya sea unicast o multicast), secuencia para la cual la fuente desea un tratamiento especial por parte de los router que intervienen en la comunicación entre origen y destino.

Un flujo está unívocamente determinado por la combinación de la dirección de fuente y una etiqueta de flujo de 24 bits distinta de cero. De este modo, todos los paquetes que formen parte del mismo flujo tienen asignada la misma etiqueta de flujo por parte de la fuente.

Desde el punto de vista de la fuente, un flujo será típicamente una secuencia de paquetes generados desde una aplicación de la fuente y que requieren los mismos servicios de transferencia. Un flujo puede constar de una conexión TCP única o incluso múltiples conexiones TCP; un ejemplo de este uso de múltiples conexiones TCP es una aplicación de transferencia de ficheros, que debería tener una conexión de control y múltiples conexiones de datos.

Una sola aplicación puede generar un flujo único o múltiples flujos. Nuevamente un ejemplo del uso de múltiples flujos es una conferencia multimedia, la cual debería tener un flujo para el sonido y otro para las ventanas gráficas, cada uno de los cuales tiene distintos requisitos de transmisión en cuanto a la tasa a la que van los datos, el retardo, la variación del retardo, etc.

Desde el punto de vista del *router*, un flujo es una secuencia de paquetes que comparten ciertos atributos, que afectan al modo en el que el *router* manejará esos paquetes. Estos atributos incluyen el camino, reparto de recursos, requisitos de descarte (cuando debe descartar esos paquetes y cómo), cuenta, y atributos de seguridad.

---

---

---

---

El router puede tratar los paquetes que pertenecen a diferentes flujos de formas muy dispares, entre lo que se incluye almacenarlos en *buffers* de diferentes tamaños, darles diferente prioridad a la hora de reencaminarlos por la red o solicitando para ellos diferentes calidades de servicio de las subredes.

La etiqueta de flujo no tiene un significado especial; en vez de ello la forma especial de manejar los paquetes de ese flujo debe declararse de otra forma. Por ejemplo, una fuente podría negociar o solicitar de los *routers* un trato especial en cuanto al tiempo, por medio de un protocolo de control, o a la vez que se transmite por medio de cierta información en una de las cabeceras extendidas del paquete, como por ejemplo la cabecera de opciones salto a salto.

Ejemplos de tratos especiales requeridos para ciertos flujos pueden incluir la petición de alguna clase de calidad de servicio distinta de la predefinida y de alguna forma de servicio en tiempo real.

### III.O.5 Direcciones y encaminamiento en IPv6

Las direcciones IPv6 son asignadas a interfaces, no a nodos. Cuando un nodo tiene más de un interfaz, el nodo puede direccionarse mediante la dirección de cualquiera de sus interfaces. Además, un interfaz puede tener asignada una o más direcciones, con dos excepciones:

- Un conjunto de interfaces puede tener asignada una sola dirección IPv6, esta agrupación elimina la posibilidad de que cada uno de los interfaces que comparten una dirección pueda tener asignada cualquier otra.
- Los *routers* pueden tener interfaces sin dirección asignada en enlaces PPP (*Point to Point Protocol*, Protocolo Punto a Punto). Los interfaces de enlaces PPP no necesitan dirección IP si no son origen o destino de datagramas IPv6.

Internet representa el ejemplo paradigmático de las redes de datagramas o no orientadas a la conexión. En ella cada fragmento (paquete) de información es transmitido por la red de manera no fiable y sin mantener vínculo alguno, ni siquiera de orden, con el resto de los paquetes de la unidad de información intercambiada.

Para que esto pueda ser así, cada paquete contiene en su interior (más explícitamente en su comienzo o cabecera) la identificación de su origen junto con la de su destinatario. Esta faceta del protocolo IP presenta la ventaja de facilitar la interconexión de subredes de diferente tecnología y es sin duda una de las claves del éxito de la Internet como red de redes en contraposición con otras tecnologías orientadas a la conexión como X.25 o ATM, basadas en el concepto de circuitos virtuales o canales fiables que asigna la red para la comunicación entre extremos de manera ordenada e íntegra.

---

---

---

---

El protocolo IP gobierna la estructura y la transmisión de los datagramas a través de los nodos de la red, sean éstos sistemas finales (ordenadores, con un punto de conexión a red) o intermedios (*routers*, con más de un punto de conexión). El recurso quizá más valioso de entre los que posee la red Internet es su espacio de direcciones o el conjunto de todos los identificadores que pueden ser asignados a los puntos de conexión a red y que está estrechamente ligado al concepto administrativo de encaminamiento.

El encaminamiento en la Internet se lleva a cabo bajo la suposición que todos los equipos que tienen identificadores con una misma parte de red son miembros de una misma unidad topológica sujeta a una estructura administrativa única, lo que permite inferir que el encaminamiento interno es homogéneo y completo.

El resultado de todo esto es que todos los equipos de la red son vistos desde el exterior como un único elemento de cara al encaminamiento, lo cual reduce en gran manera la cantidad de información que deben mantener, almacenar y procesar los equipos encaminadores o *routers*. La parte de red de una dirección se denomina prefijo, y se utiliza para representar diferentes estructuras topológicas mediante la sintaxis '*dirección IP (32-bits) - tamaño del prefijo*'.

Esto indica qué parte de la dirección es significativa en términos de encaminamiento. Se implementa mediante máscaras de red. Es importante resaltar la diferencia entre los procedimientos de encaminamiento internos a un dominio o intra-dominio, de los que éste dominio tiene respecto a los demás con los que tiene conexión directa o indirecta (inter-dominio). Existe una jerarquía de encaminamiento que se refleja en la mayor o menor generalidad de los prefijos empleados para anunciar el dominio.

---

---

---

---

#### IV.A Definición

Dentro del desarrollo de las redes IP de datos con convergencia de Voz y Video existen diversos fabricantes y desarrolladores que compiten a nivel mundial para ofrecer estos servicios, pero en este tema abordaremos de los requerimientos de los sistemas que brindan telefonía IP y servicios de videoconferencia ya que actualmente cubren las necesidades tecnológicas al abrazar las tendencias actuales de negocios.

Una de esas áreas está en el campo de las comunicaciones de negocios. Hasta hace poco, las comunicaciones se habían manejado a través de un sencillo teléfono que se encontraba sobre el escritorio. Voz sobre IP es una forma de fusionar los servicios telefónicos en la red IP de la empresa.

Los beneficios de esto no solo vienen desde el punto de vista monetario (cuando instrumentan soluciones VoIP, las empresas pueden ahorrar grandes sumas, sobre todo cuando se toma en cuenta lo que cuestan las llamadas locales y de larga distancia), sino que también pueden hacer las comunicaciones más sencillas y fáciles.

La videoconferencia juega un papel muy importante en las comunicaciones actuales porque simplemente puede salvar vidas, a que se refiere con esto, que se puede hacer una operación con el doctor ubicado desde un sitio remoto, y con la ayuda de la cámara puede ir guiando a sus colegas. Otro gran uso a nivel empresarial es que se reúnen los directivos de diferentes oficinas y pueden platicar e incluso poder ver presentaciones a través de la pantalla, además de que la videoconferencia tiene otras muchas aplicaciones.

#### IV.B Características principales de la voz sobre redes IP

Existen tres tipos básicos de VoIP, se diseñan en torno a las necesidades específicas del usuario y para atender un mercado específico:

- **Desvío simple de tarifa.** El uso más sencillo para la VoIP es emplearlo para hacer llamadas telefónicas sin tener que utilizar la red telefónica pública PSTN (Public Switched Telephone Network: Red pública conmutada). Esto es ideal si se desea emplear IP para transportar las llamadas entre distintas oficinas dentro de la red corporativa. El diseño requiere un cambio mínimo a las infraestructuras existentes de PBX, cableado y aparatos, su desarrollo es relativamente sencillo y no hay problemas de integración con la red telefónica conectada al sistema público.
  - **Telefonía total IP.** Este diseño relega los sistemas existentes de voz. Ya no existirán aparatos telefónicos convencionales (en vez de ello, se cambiarán por teléfonos IP que se conectarán a puertos Ethernet). Se utilizarán los servidores LAN para proporcionar casi todas las características que el PBX brinda hoy en día. Esta es la meta final de VoIP y no algo que comenzará a ocurrir en breve.
- 
-

- **PBX con capacidades IP.** Esta solución no es tan robusta como una telefonía total IP, pero se contará con una mezcla de funcionalidades. No es preciso cambiar los cables o aparatos existentes, sino que se actualizará el PBX de manera que los sistemas básicos de la organización podrán hablar los protocolos de telefonía IP. Los usuarios de PBX podrán comunicarse con otros usuarios de telefonía, pero la limitación es que el PBX deberá depender de los Gateway de telefonía IP para comunicarse con el sistema telefónico público convencional.

El PBX es un dispositivo electrónico de comunicación que se localiza dentro de una organización y que conecta las llamadas telefónicas que llegan por líneas troncales de la red telefónica conectada al sistema público a las extensiones designadas.

Asimismo, los PBX pueden conmutar las llamadas a las extensiones que se ubican en otros PBX conectados. Casi todas las interconexiones de PBX son digitales, e incluso podrían ser circuitos T1, dedicados al propósito específico de interconectar PBX.

No obstante, se trata de canales establecidos sobre una espina dorsal de Time Division Multiplexing (TDM: Multiplexación por división de tiempo). Este divide el ancho de banda entre la voz y los datos. El problema de tener líneas exclusivas para voz y TDM para servicios múltiples es que resulta preciso asignar de manera permanente un ancho de banda para cada circuito de voz, aunque no estén en uso.

Una mejor manera de administrar los recursos consiste en dividir el tráfico en paquetes, de modo que todo el tráfico pueda reunirse y emplear el ancho de banda de manera más eficiente. Aquí es donde entra la solución de VoIP.

La manera más sencilla de desplegar una solución VoIP consiste simplemente en desconectar las líneas al PBX y conectarlas a una unidad separada que convierta las señales de voz y las transporte en un formato IP.

A estas unidades como el adaptador telefónico analógico se les conoce como relevadores VoIP y se conectan a un enrutador que los transportará por una red IP.

#### **IV.B.1 Solución VoIP**

En una solución completa de telefonía IP, todos los equipos para el usuario final (computadoras y teléfonos) se conectan a la red LAN. Los teléfonos IP pueden ser de dos tipos:

- Teléfonos físicos IP, que se ven y actúan igual que los teléfonos convencionales, excepto que están conectados a la red IP.

- Teléfonos IP de software, que dependen del software del cliente que opera en la computadora personal.

La figura IV.1 muestra una red IP con telefonía VoIP entre dos usuarios situados en distintos puntos dentro de una red empresarial.

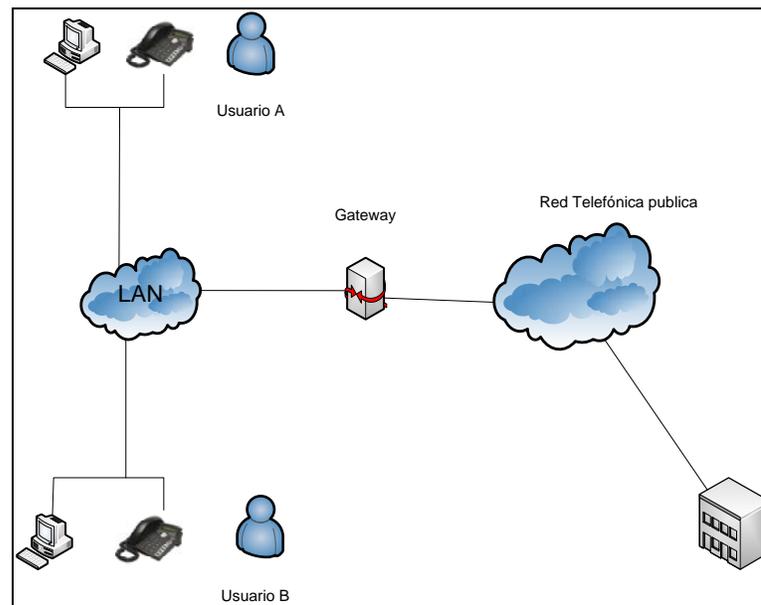


Figura IV.1 Red de voz IP

El fabricante Cisco desarrolló Gateways que permiten vincular las llamadas VoIP a la red de telefonía pública. Existen servidores que soportan la telefonía IP, estos servidores proporcionan las funciones básicas de establecimiento de llamadas y las características avanzadas que los usuarios consideran implícitas en los PBX tradicionales

**Teléfonos IP.** En su forma más sencilla, puede establecer un teléfono IP, conectando una bocina y un micrófono a la computadora. Sin embargo existen teléfonos IP de hardware y de software, este es un aparato telefónico que hable IP y que pueda conectarse de manera directa a un conmutador.

Cada uno de estos teléfonos ofrece los mismos tipos de características que un teléfono conectado a un PBX. Naturalmente, estas soluciones tienen también algunas desventajas, los teléfonos de hardware IP necesitarán una conexión en el conmutador, y también necesitan su propia fuente de poder.

El teléfono de software debe contar con el software proporcionado por el fabricante del mismo, de tal manera que al seleccionar un teléfono IP se debe tener en cuenta lo siguiente.

Al considerar implementar teléfonos IP de hardware, asegurarse de que el aparato no limitara su capacidad de integración con el entorno de su máquina de escritorio. Por ejemplo, necesitamos saber de que se cuenta con suficiente ancho de banda (en algunas ocasiones es recomendable crear una VLAN dentro del switch que sea solo para voz IP) y puertos de conexión de equipo para soportar a las computadoras y el teléfono IP.

Asegurarse de que los teléfonos soportan los estándares apropiados de códecs y señalización, también asegurarse de que el teléfono y la red podrán compartir prioridades de QoS (calidad del servicio).

**Gateway.** El gateway sirve como interfaz entre las llamadas telefónicas de la red telefónica conectada al sistema público y la telefonía IP. La red telefónica conectada al sistema público consta de dos redes separadas. Una para transportar las conversaciones de voz y otra para hacer lo propio con la información de señales (utilizando el protocolo SS7).

Es importante mencionar algunos puntos básicos del sistema de telefonía pública que nos ayudarán a entender mejor los Gateway.

Un conmutador de oficina central conecta las troncales de voz y SS7 a los Signal Transfer Protocols (Protocolo de transferencia de señal). Estos son los conmutadores de mensajes que dirigen la información de señales SS7. Estas dos troncales se mantienen separadas porque eso facilita el establecimiento y eliminación de llamadas de voz.

También aligera la carga de la red durante los periodos de uso pico. El SS7 también es necesario para los números 800 y tiene ventajas como redireccionamiento de llamadas, identificación de llamadas y devolución de la última llamada.

El uso de SS7 no es necesario para una conexión de telefonía IP a un gateway de la red telefónica conectada al sistema público, mientras haya señalización en banda en las troncales de voz, pero esto solo sirve sólo para una llamada telefónica desde un equipo de telefonía IP a un teléfono en la red telefónica conectada al sistema público.

Cisco y otros fabricantes ofrecen varios gateways para uso en las soluciones VoIP, además de que existen ruteadores que incluyen funcionalidad de gateway.

Una llamada telefónica básica IP ocurre cuando un teléfono IP se conecta con otro. Sin embargo, existen varias funciones que es preciso administrar, incluidas características como enrutamiento de llamadas y facturación.

---

---

Ninguno de los usuarios finales puede realizar ninguna de estas funciones, más bien deben realizarse en un servidor de telefonía IP. Bajo el protocolo H.323, un dispositivo realiza este conjunto de funciones.

#### **IV.B.2 Codificación de voz sobre IP**

Cuando se habla a través del teléfono, las moléculas del aire se mueven, éstas rebotan en un micrófono y se convierten en una señal eléctrica, que a su vez es enviada por la red, donde vibra en el altavoz del otro teléfono. En el caso de VoIP, es preciso agregar una capa adicional al proceso.

No es suficiente transportar la señal eléctrica, debe transformarse de un formato analógico a uno digital. A este proceso se le conoce como codificación de voz, y el software o el aparato que se emplea para codificar (y después decodificar) la señal se le conoce como códec.

La voz humana emplea frecuencias que van de los 30 Hz a los 4 KHz. Por ejemplo, si se utilizan 8 bits para representar la fuerza de la señal, entonces se necesitara un ancho de banda de 8 bits, 8000 veces por segundo, es decir, 64 Kbps. A esto se le conoce como Pulse Code Modulation (PCM, modulación del código de impulso) y es la forma más popular de codificar la voz en las redes de telefonía pública.

Los codecs proporcionan diversas calidades de habla. Esta calidad no es una cantidad finita, es más bien subjetiva. Dentro de los diferentes tipos de codecs el que se considera con la mejor tasa de bits es el G.711 pero es el que consume mayor ancho de banda.

El códec G.723 consume diez veces menos ancho de banda que G.711, sin embargo se requiere 40 veces menos tiempo para codificar la señal con G.723 que con G.711.

Todos estos factores deben tomarse en cuenta cuando se seleccione un códec para la solución VoIP.

#### **IV.B.3 Calidad del servicio**

La codificación no es la única forma de asegurar la calidad de la voz. Debido a la forma en que funcionan las redes IP, es importante que los paquetes que contienen información VoIP lleguen y se decodifiquen en el mismo orden en que se enviaron, y sin retrasos mayores a 150 milésimas de segundo (ms). De lo contrario, la decodificación sería un lenguaje complicado y carente de sentido.

En esencia. QoS (calidad del servicio) es un medio de asegurar que los paquetes que tienen prioridad (como los que contienen información VoIP) recorran la red más rápido que los de otras aplicaciones menos críticas. Por lo general, la asignación de prioridades a los paquetes es

---

---

menos importante para el trabajo en redes de datos, que tolera más el desempeño variable en la red.

Sin los mecanismos QoS instalados, la entrega aleatoria y lenta es la muerte de VoIP. Es muy importante analizar la forma en que es posible instrumentar QoS teniendo presente a VoIP.

En primer lugar, es preciso que se determine las capacidades de la infraestructura de enrutadores y las actualizaciones que tendría que realizar para soportar la QoS que desea. Después es preciso que se cerciore de que los sistemas finales de telefonía IP funcionarán con los mecanismos de QoS.

#### **IV.B.4 La importancia de H.323**

En el mundo de VoIP, existen varios protocolos importantes, H.323 es una recomendación de la ITU, que establece los estándares para las comunicaciones multimedia sobre LAN que no cuentan con un mecanismo QoS.

Como tal, la norma H.323 es una tecnología importante para las aplicaciones basadas en LAN para comunicaciones multimedia. La norma cubre varias tecnologías, incluidos equipos independientes, así como conferencias punto a punto y multipunto. Además del hardware, H.323 aborda funciones de administración y control como control de llamadas, administración multimedia y administración de ancho de banda.

La norma H.323 lo incluye todo, aunque permanece flexible y puede aplicarse a aparatos básicos de voz o a estaciones de trabajo completas para conferencias en video. Existen varias razones por las que H.323 es un protocolo popular para VoIP.

H.323 establece los estándares multimedia para las redes más importantes basadas en IP. Está diseñado para compensar las altamente variables latencias de LAN que existen en las redes basadas en IP. Al utilizar H.323, es posible utilizar las aplicaciones multimedia sin tener que reformar toda la red.

La LAN de IP son cada vez más poderosas. A partir de velocidades de 10 Mbps, luego de 100 Mbps y hoy en día de 1 Gbps, cada vez son más las redes capaces de proporcionar el ancho de banda que requerirán las aplicaciones H.323.

Si es necesario comunicarse entre dos tipos diferentes de redes, la norma H.323 permite la funcionalidad de redes de Internet. Para ser más eficientes en los recursos de red, el soporte de transmisión múltiple de H.323 reduce el consumo de ancho de banda. En un campo en el que abundan las tecnologías propietarias, H.323 posee el beneficio de que muchas empresas de cómputo y comunicaciones lo soporten.

---

---

---

---

Existen varias razones por las que H.323 sobresale como la manera más popular de realizar conversaciones VoIP

- Estándares de códec. H.323 define los estándares para la compresión y descompresión de los flujos de datos de audio y video. Esto garantiza que los datos serán legibles si se transmiten entre diferentes fabricantes.
- Independencia de red. H.323 está diseñado para operar en casi todas las arquitecturas más comunes de red. En la medida que evoluciona la tecnología de red y mejoran las técnicas de administración de ancho de banda, las soluciones basadas en H.323 podrán aprovechar estas capacidades mejoradas.
- Independencia de plataforma y aplicaciones. Al igual que todos los estándares, H.323 no es dominio exclusivo de ningún proveedor de hardware o de sistema operativo.
- Soporte multipunto. H.323 ya soporta multiconferencias, que pueden soportar conferencias con tres o más extremos sin requerir equipos especiales
- Administración de ancho de banda. Debido a que el tráfico generado por las aplicaciones de audio y video consume grandes cantidades de ancho de banda, existe la posibilidad de saturar las redes. H.323 aborda el problema con herramientas de administración de ancho de banda, utilizando equipos de administración, los gerentes de red pueden establecer límites en la cantidad de conexiones concurrentes H.323 dentro de su red.

#### IV.B.5 Terminales

Las terminales son los aparatos en el extremo final que emplean los usuarios. La especificación requiere que todas las terminales soporten comunicaciones de voz, pero las de video y datos son opcionales. H.323 especifica la forma en que diferentes terminales de audio, video y datos trabajaran juntos.

Además, todas las terminales H.323 deben soportar H.245, que es un mecanismo que se emplea para negociar el uso y las capacidades de uso de canal. Asimismo, las terminales deben soportar otros tres componentes que son:

- El protocolo Q.931 para la señalización y establecimiento de llamadas.
  - Un protocolo que se emplea para comunicarse con un portero (RAS, registro/admisión/estado)
  - Soporte para RTP/RTCP para la secuencia de paquetes de audio y video.
- 
-

#### IV.B.6 Gateway

La función principal del gateway es servir como traductor entre los extremos de conferencias de H.323 y las redes telefónicas conectadas al sistema público. Esta función incluye la traducción entre los formatos de transmisión y entre procedimientos de comunicaciones.

Además el Gateway también traduce entre diferentes codecs de audio y video y realiza el establecimiento y terminación de llamadas en el lado de la LAN y en el de la red de circuito conmutado.

Pero las gateways son un componente opcional en una conferencia H.323. Un gateway no es necesario si uno no se conecta a otras redes, ya que los extremos pueden comunicarse de manera directa con otros extremos en la misma LAN

#### IV.B.7 Protocolo SIP

Una opción a H.323 que está tomando gran auge en la comunidad VoIP es la Session Initiation Protocol (SIP, protocolo de inicio de sesión). SIP es el estándar IETF (Internet Engineering Task Force: Fuerzas de tarea en ingeniería de Internet) para las conferencias en multimedia a través de IP. SIP es un protocolo de control de capas de aplicación, basado en ASCII, que establece, mantiene y concluye las llamadas entre dos o más terminales.

SIP es un protocolo de igual a igual, lo que quiere decir que no es necesario un servidor dedicado para administrar las sesiones. En una sesión los iguales se conocen como User Agents (UA, agentes de usuario). Un UA tiene una de dos funciones en una conversación.

- *User Agent Client* (cliente agente de usuario). Aplicaciones de cliente que inician la solicitud de conversación del SIP.
- *User Agent Server* (servidor agente de usuario). Aplicaciones de servidor que ponen en contacto al usuario cuando recibe una solicitud SIP y luego devuelven una respuesta en nombre del usuario.

Los componentes físicos de la red SIP pueden ser divididos en dos categorías: clientes y servidores. Los clientes SIP incluyen:

- *Teléfonos*. Estos dispositivos pueden actuar como UAC o como UAS. Los teléfonos de software y Cisco SIP IP pueden iniciar las solicitudes de SIP y responder a éstas.
  - *Gateway*. Estos dispositivos controlan las funciones de llamada, que proporcionan varios servicios, incluida la traducción de funciones entre extremos de conferencia SIP y otros tipos de terminales. Esto incluye la traducción entre formatos de transmisión y entre procedimientos de comunicaciones. Además, la Gateway realiza establecimiento y eliminación de llamadas.
- 
-

---

---

Los servidores SIP incluyen:

- *Servidor Proxy.* Este servidor proporciona funcionalidades como autenticación, autorización, control de acceso a la red, enrutamiento, retransmisión confiable de solicitudes y seguridad.
- *Servidor de re direccionamiento.* Este servidor indica al cliente acerca del siguiente paso que debe dar un mensaje.
- *Servidor de Registro.* Este servidor procesa las solicitudes de los UAC para registrar su ubicación actual.

*Encaminamiento.*- El encaminamiento es una función de red por la cual se escoge, en cada nodo, el siguiente nodo al que debe ir un paquete hasta alcanzar su destino, y su ejecución se realiza, fundamentalmente, en los routers. Si el origen y el origen se encuentran en la misma subred, el router local será capaz de encaminar él mismo el paquete. Este tipo de encaminamiento recibe el nombre de encaminamiento directo.

En cambio, si origen y destino pertenecen a redes distintas, la entrega del paquete al destino se llevará a cabo a través de uno (o varios) equipos intermedios que sirven de medio de paso entre las distintas subredes, es decir, el router local envía el paquete a otro router, que será el encargado de resolver el encaminamiento, ya sea directamente o bien enviándolo a otro router. Esto es lo que se conoce como encaminamiento indirecto.

El encaminamiento se basa en la utilización de una tabla de encaminamiento que indica, para cada paquete, cuál es el camino que debe seguir. Los routers confeccionan la tabla de encaminamiento registrando qué nodos y redes son alcanzables por cada uno de los puertos de salida, por lo que a partir de esta tabla es posible describir la topología de la red.

La determinación de la mejor ruta para un paquete se realiza en base a la información disponible en la tabla de encaminamiento, la topología de la red y algoritmos de encaminamiento. Estos algoritmos se agrupan en dos grandes familias, que son:

- i. *Algoritmos de encaminamiento estático.*- Requieren que la tabla de encaminamiento sea programada por el administrador de red y carece de inteligencia para aprender la topología de la red por sí mismos. Las rutas se calculan por adelantado según las capacidades de las líneas, el tráfico esperado, etc.
  - ii. *Algoritmos de encaminamiento adaptativo.*- Aprenden por sí mismos la topología de la red y, por ello, son mucho más flexibles que los anteriores, aunque su rendimiento es menor. Las rutas se fijan en cada momento en función de la información en tiempo
- 
-

---

---

real que los routers reciben del estado de la red. Los algoritmos y técnicas de encaminamiento adaptativo (o dinámico) son los más utilizados, aunque también son los que plantean más problemas de configuración.

#### **IV.B.8 Limitaciones tecnológicas de la voz sobre paquetes**

En la calidad de la voz son cinco los factores que hay que tener en cuenta:

- El ancho de banda necesario para cursar las llamadas a través de la red.
- Las pérdidas de paquetes debidas básicamente a la limitación del ancho de banda de la red y la congestión de los routers.
- El *jitter* de los paquetes consecuencia de que cada paquete se transmite independientemente del resto.
- El eco debido al acoplo que sufre la señal entre los distintos sentidos de la comunicación.

#### **IV.C Características principales de la videoconferencia sobre redes IP**

El beneficio que presenta el reunir personas ubicadas en diferentes lugares geográficos para que puedan compartir ideas, conocimientos, información para dar soluciones a problemas y planear estrategias de negocios utilizando técnicas audiovisuales va desde lo económico hasta lo productivo que representan las videoconferencias

Esta tecnología ha pasado de los antiguos y todavía vigentes equipos grupales bajo la norma H.320 para enlaces dedicados o del tipo ISDN, hacia los más sofisticados, compactos y baratos sistemas que cumplen con la especificación H.323 de la ITU, esto es, la comunicación a través de redes de datos conmutadas por paquetes, popularmente conocidas como redes IP.

Sin embargo, ni la norma H.320 ni la H.323 definen los elementos que permiten garantizar la calidad de servicio (QoS) de la aplicación de videoconferencia. Dicho de otra manera: asumen que el enlace empleado para intercambiar audio y video tiene alguna forma de garantizar que la información llegue íntegra y a tiempo, pero no es algo que dependa del equipo terminal de videoconferencia; bajo estas condiciones, en un enlace dedicado (fracciones de T1 o E1) o ISDN no hay mayor complejidad, ya que ningún otro sistema, de videoconferencia u otra aplicación, puede interferir o compartir el canal.

Debido a que las redes conmutadas por paquetes utilizan los sistemas H.323, la calidad del servicio se convierte en un serio reto por vencer. Un equipo de videoconferencia H.323 es, para el resto de la red (otros equipos como computadoras, switches, concentradores y ruteadores) idéntico a cualquier sistema: envía y recibe paquetes de datos con el protocolo TCP/IP.

---

---

Para un ruteador, por ejemplo, una serie de paquetes dirigidos a un equipo de videoconferencia, tiene la misma prioridad de tránsito que los paquetes correspondientes a una aplicación que está descargando la computadora en la oficina adyacente a la sala de videoconferencia.

Un ejemplo claro ocurre cuando un equipo de videoconferencia inicia una sesión a las 6 de la mañana (cuando la red local tiene poco uso y el consumo del enlace a Internet también es reducido), y conforme avanza el tiempo la calidad de la conexión se degrada, llegando en ocasiones a perderse por completo (digamos a las 11 de la mañana, hora pico en la mayoría de las redes por la cantidad de consultas a correo electrónico y otros servicios de información).

Dado que el común de las redes de datos operan bajo los principios de “mejor esfuerzo” y “primero en llegar, primero en atender”, esto es, que no hay una distinción intrínseca de las prioridades en los paquetes enviados o recibidos por los nodos que las constituyen, la aplicación de la videoconferencia, por naturaleza dependiente del tiempo real y de que alguien le garantice la calidad de servicio y tránsito en la red, padece las consecuencias.

El ancho de banda, tan solicitado por todas las aplicaciones, es crítico en la videoconferencia. Significa que haya suficiente espacio o capacidad de emisión y recepción de tal forma, que los paquetes lleguen a su destino sin problemas. Mientras que con el uso de enlaces dedicados o ISDN el ancho de banda necesario puede oscilar entre 128 y 384 Kbps, la videoconferencia sobre IP puede usar eso, más al menos un 20% extra correspondiente a los datos de control de la sesión.

Las videoconferencias de alta calidad, comunes en las redes de alto desempeño como Internet 2, pueden consumir hasta 2 o 3 Mbps, mientras que videoconferencias con usos especializados y calidad de televisión de alta definición requieren de 10 a 20 Mbps de ancho de banda por sitio. Sin embargo, una gran ventaja de la videoconferencia por IP es que usa de forma dinámica el ancho de banda, así al inicio de la sesión se necesitará la cantidad nominal de bits por segundo, monto que irá disminuyendo conforme transcurra ésta dependiendo del movimiento en el video y las muestras de audio que se digitalicen (dicho de otra forma: si un sitio en la videoconferencia no habla y cancela sus cámaras, el ancho de banda empleado puede ser tan bajo como sólo el 20% de bits por segundo del monto inicial que permite mantener la conexión).

#### **IV.C.1 Pérdida de paquetes**

La pérdida de paquetes significa que los elementos de la comunicación, los paquetes de datos, no llegan a su destino. El problema puede tener su origen en el ancho de banda a través de toda la ruta (un usuario con un excelente enlace a Internet experimenta fallas hacia un destino que emplea un módem a 56 Kbps, lo que convierte esto en un problema de “última milla”) o bien, en errores de transmisión, cuyo origen más común corresponde a que alguna parte del enlace es del tipo inalámbrico, ya sea por microondas, satélite o redes locales del tipo 802.11. Sin embargo, el problema a veces aparece en redes por cable de cobre o fibra óptica. Los efectos son sesiones de

---

---

---

---

videoconferencia con video entrecortado, chasquidos de audio, video estático e, inclusive, la pérdida de la comunicación.

#### **IV.C.2 La latencia**

La latencia es el tiempo transcurrido entre un evento y el instante en el que el sitio remoto lo escucha u observa, y puede ser inducida por el proceso de codificación y decodificación de los equipos de videoconferencia, los sistemas intermedios en la red y la distancia que deben recorrer los paquetes para arribar al destino. Es poco lo que se puede hacer para resolver un asunto de latencia, a menos que se trabaje de cerca con los proveedores de acceso a la red o se forme parte de una red de alto desempeño. Mientras que un enlace intercontinental de fibra óptica puede tener una latencia de 90 o 100 milisegundos (ms); otro donde se empleen transmisiones satelitales, alcanza los 200 ms.

El efecto de una latencia muy alta es lo que se conoce como la comunicación “cambio y fuera” o de “walkie-talkie”. Dado que los paquetes de datos tardan en llegar, las personas que participan en una sesión interactiva no tienen noción exacta de cuándo el sitio remoto dejó de hablar, y la persona que acaba de dar su mensaje percibe que no le responden lo rápido que debería ser y, en ocasiones, asume que el enlace se ha caído. Para latencias de 50 ms el efecto es casi imperceptible, pero arriba de 150 ms ya los usuarios lo detectan, o al menos hay que hacerlo de su conocimiento. Adicionalmente, puede presentarse la falta de sincronía entre el movimiento de los labios del ponente y la voz. Algunos equipos terminales tratan de compensar esto con bancos de memoria que almacenan los datos que arriban primero, para sincronizarlos con los de latencia más alta.

#### **IV.C.3 El jitter (perturbación de pulsos)**

El *jitter* es la variación aleatoria de la latencia, cuyo origen puede estar en el mismo equipo terminal (aplicaciones en una PC que compiten por el uso de la red), en el tráfico que temporalmente reduce las capacidades de la red a lo largo de toda la ruta, o con cambios en el camino que siguen los paquetes (saltando de un ruteador a otro). Estos cambios aleatorios son los que provocan que los paquetes lleguen en un orden distinto al que fueron emitidos. Para compensar dicha situación, los sistemas de videoconferencia emplean memorias temporales que permiten presentar al usuario el audio y video cuando se posee un grupo de paquetes en orden. En consecuencia, el jitter incrementa la latencia y sus efectos.

#### **IV.C.4 Las políticas de seguridad de las redes**

Las políticas de seguridad derivan de firewalls y dispositivos para la traducción de direcciones (NAT, Network Address Translation: Traducción de dirección de red)), empleados para proteger a los sistemas en una red contra ataques externos, o ampliar la cantidad de equipos que pueden acceder a los servicios cuando el número de direcciones IP es limitado, respectivamente.

---

---

En el caso de los firewalls, cuya función básica es restringir los puertos libres para las conexiones de los sistemas desde y hacia el exterior de la red local, su principal conflicto con H.323 reside en que esta última norma usa de forma dinámica los puertos de TCP/IP. Mientras que servicios como páginas Web, FTP, correo electrónico y sesiones remotas (telnet) emplean puertos específicos; H.323 selecciona cualquiera disponible en el sistema terminal, que seguramente estará bloqueado a la comunicación externa por parte del firewall.

Los equipos de videoconferencia ubicados detrás de un dispositivo NAT presentan problemas, dado que H.323 requiere de direcciones IP públicas y homologadas para establecer y sostener la llamada. Debido a que el aparato NAT crea una dirección IP privada para el sistema de videoconferencia, los equipos remotos difícilmente pueden localizar al equipo local, pues el aparato NAT es quien posee la dirección IP pública.

La mayoría de videoconferencias ocurre sobre un ISDN o una red IP en un punto para señalar llamada entre dos máquinas o una llamada de múltiples puntos entre tres o más puntos finales de video. Las llamadas del ISDN se hacen generalmente en un índice de datos de 64Kbps, de 128Kbps o de 384Kbps usando el protocolo H.320.

La comunicación IP utiliza una conexión estándar de Ethernet y el protocolo H.323 para los puntos finales que conectan a una red. Está llegando a ser más el estándar para la videoconferencia. Las velocidades de la conexión pueden ir tan arriba como 768 Kbps, en el pasado, era un mundo de marcado manual. No mucha gente tenía acceso a la tecnología IP.

Los cortafuegos (Firewalls) son cruciales a cualquier sistema de las compañías. Los cortafuegos corporativos pueden bloquear el tráfico de la videoconferencia que sale en o la red local. Antes de que cualquier videoconferencia pueda ocurrir, un puerto se debe encontrar para permitir que la conexión ocurra.

Otra desventaja de la comunicación video es el coste. Una conexión entre los participantes de la conferencia es solamente parte de la ecuación. El punto final de la videoconferencia puede también tener un impacto en la calidad total de la llamada. Los equipos de videoconferencia por lo general tienen un costo alto, pero en el mercado existen varios fabricantes.

#### **IV.D Videoconferencia (caso práctico)**

A continuación se describe el equipo Polycom ViewStation de videoconferencia y la sala de videoconferencia que se encuentra en el corporativo de la empresa dedica a la elaboración, distribución y venta de aceites lubricantes y grasas para el área automotriz y la maquinaria industrial. Todo esto con el fin de enlazar su corporativo de la ciudad de México con sus oficinas en la ciudad de Monterrey y Dallas Texas en los E.U.A.

---

---

En la figura IV.2 se representa la interconexión entre la ciudad de México (sitio local) y las localidades en las ciudades de Monterrey y Dallas Texas (sitios remotos).

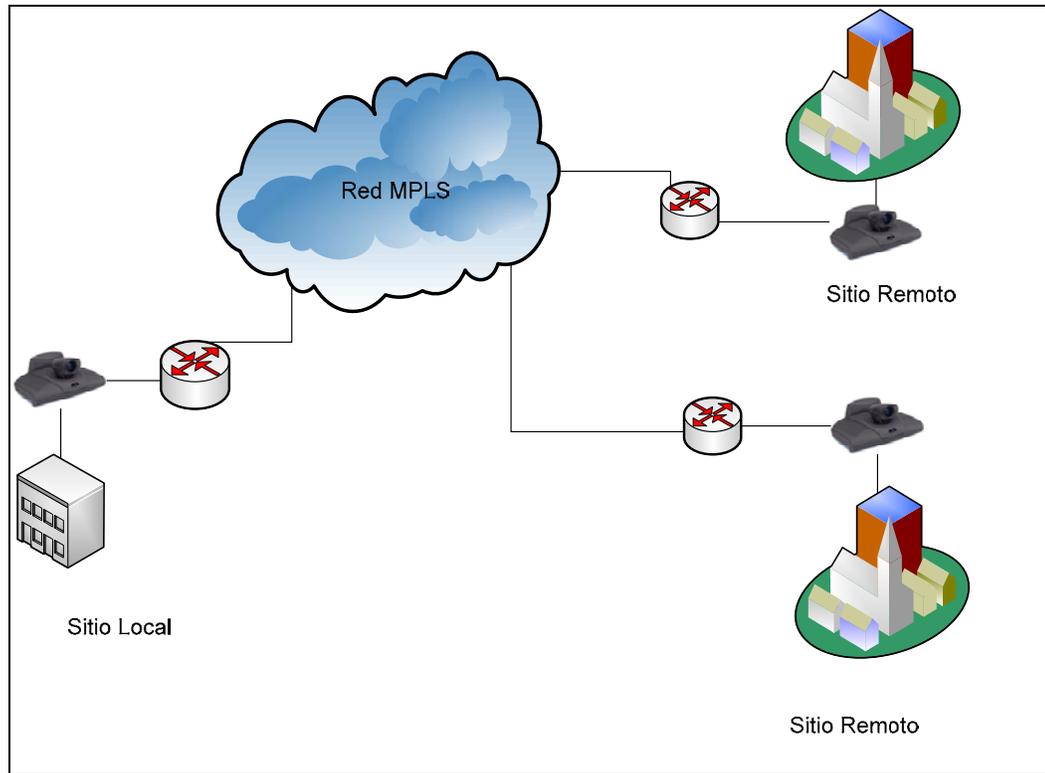


Figura IV.2 Representación esquemática de la interconexión de los sitios

#### IV.D.1. El sitio local

En el sitio local se tiene una sala especialmente diseñada para llevar a cabo las videoconferencias, por tal motivo se encuentra en el 4° piso alejada del tránsito de personas y/o el ruido de vehículos, por otra parte la instalación eléctrica de esta sala, se encuentra conectada a una unidad de corriente regulada, ya que si llega a fallar la corriente eléctrica, los equipos no se apagan y se evita perder la comunicación bruscamente. La sala tiene un espacio de 48 m<sup>2</sup>.

El mobiliario se encuentra en el centro de la sala distribuido de forma rectangular y está diseñado para 10 personas y en una de las paredes se encuentra un proyector que proyecta la imagen, el cañón se encuentra fijo en el techo y el sonido es ambiental. Al centro de la mesa se encuentra el micrófono para que los ponentes que hablan se escuchen en los sitios remotos. En la Figura IV.3 se describe la sala de videoconferencia.

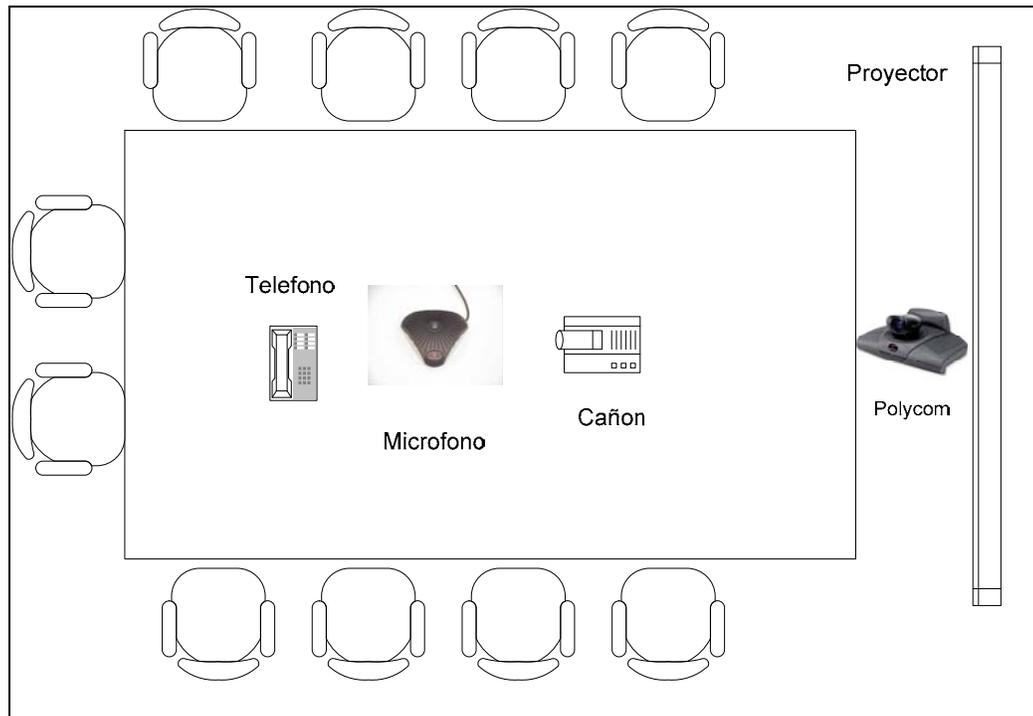


Figura IV.3 Distribución de la sala de videoconferencia

#### IV.D.1.a Equipos de comunicación (SITE, EL SITIO)

Ahora hablaremos de los equipos de telecomunicación que permiten se realice la videoconferencia, estos se encuentran ubicados en el tercer piso en lo que se conoce como (SITE), ya que son equipos que generan calor, el SITE es un cuarto totalmente aislado que cuenta con aire acondicionado, con una temperatura que oscila entre los 13 y 18°C, también es un área restringida donde solo entran los operarios de los equipos. En la figura IV.4 se describe el SITE

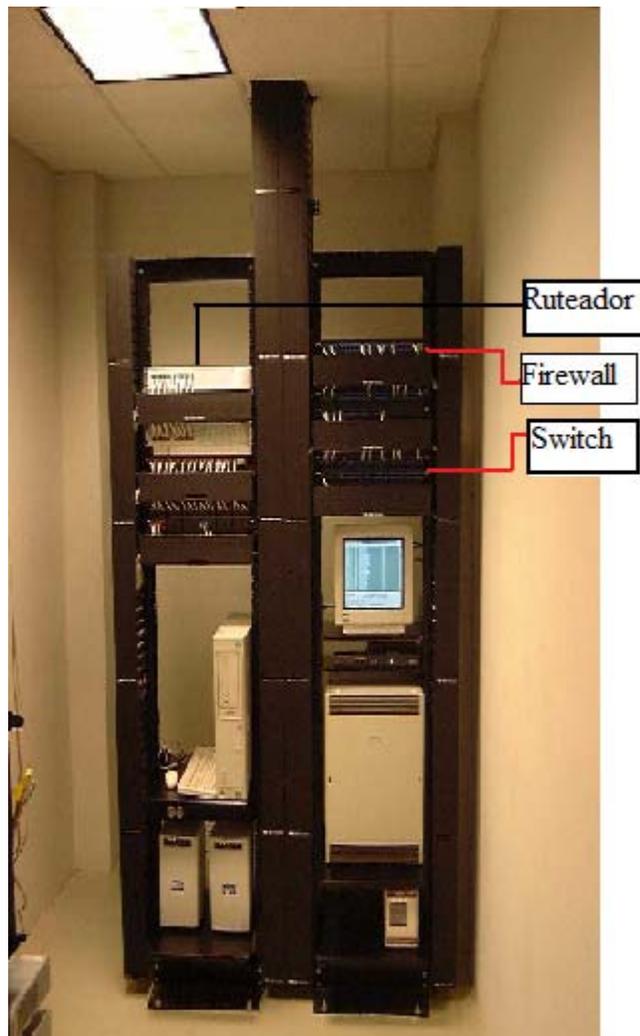


Figura IV.4 Site de cómputo

#### IV.D.1.b Los sitios remotos

Debido a que en los sitios remotos solo se encuentra una persona en cada sitio para la videoconferencia, además de que la oficina es para solo una persona, solo cuentan con el equipo de videoconferencia y una televisión que hace la función de proyector, además del micrófono, y el ruteador conectado a un switch. La figura IV.5 muestra la oficina del sitio remoto.

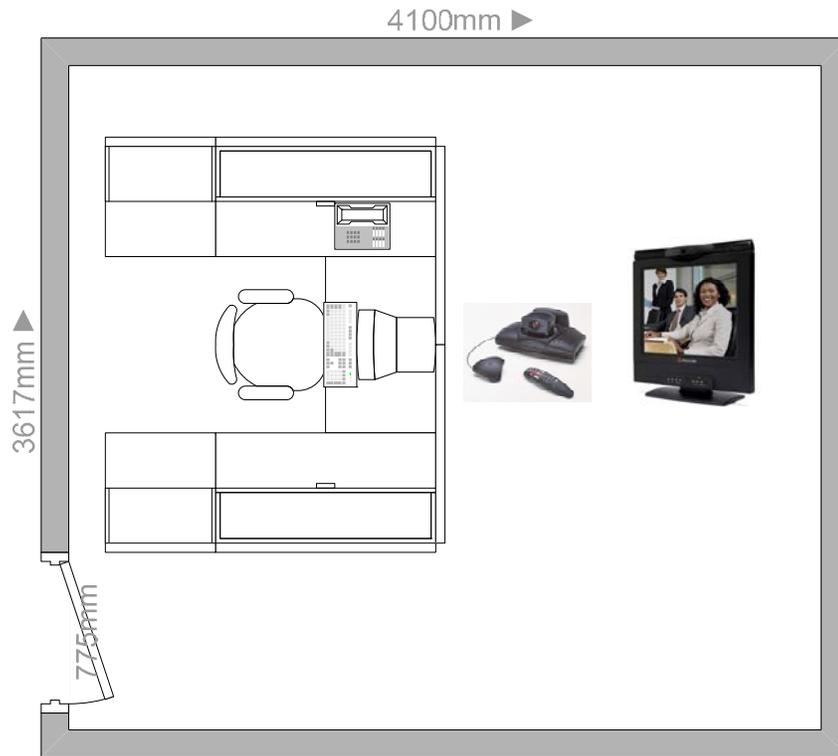


Figura IV.5 Sala de videoconferencia de sitio remoto

#### IV.D.1.c La interconexión de los sitios

En la figura IV.6 se describe todo el proceso de comunicación para que se realice la videoconferencia, cabe mencionar que estos equipos utilizan el protocolo H.323 para el audio y video además de que utilizan los códec G.711 y G.723, en el sitio local el enlace dedicado es de 4Mbps de tecnología MPLS con una configuración de prioridad a voz y video. Y en los sitios remotos tienen ambos un enlace dedicado también de tecnología MPLS de 1 Mbps con una configuración de prioridad a voz y video, además que el ruteador tiene configurada las tablas de ruteo para que los paquetes sepan hacia donde dirigen los paquetes.

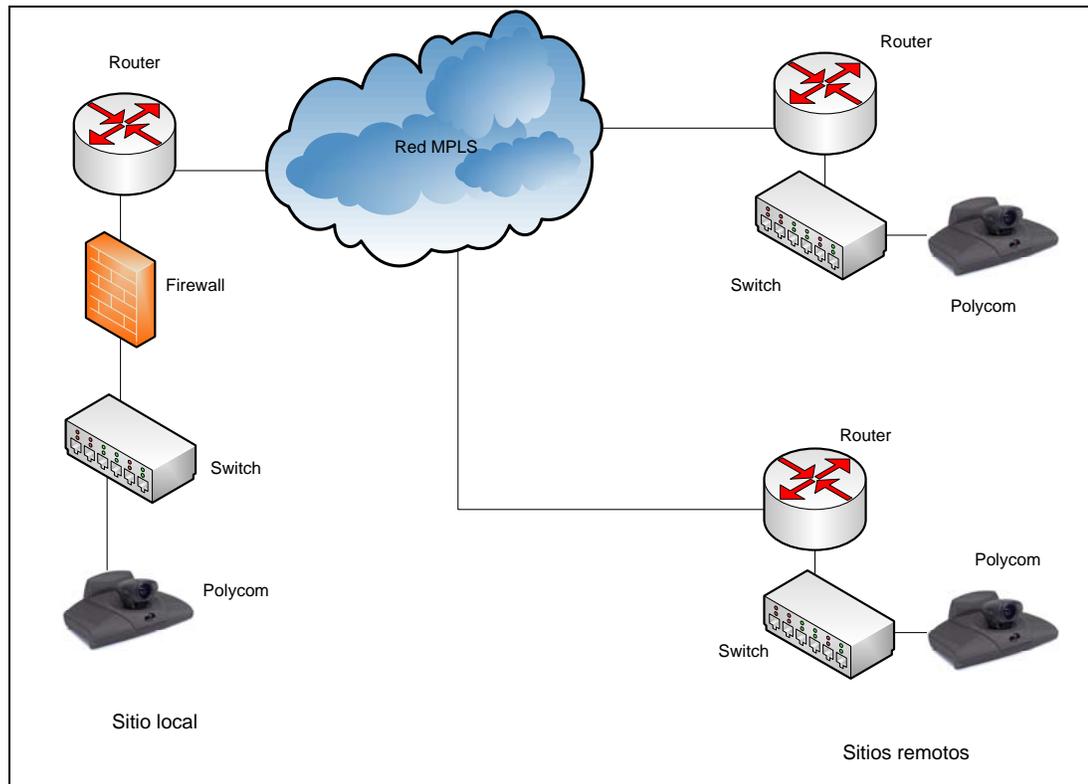


Figura IV.6 Interconexión a nivel lógico de los sitios

#### IV.D.2 Descripción y configuración del equipo

**Unidad de videoconferencia.-** El sistema ViewStation consiste en una unidad de videoconferencia con una cámara incorporada para tomas panorámica, zoom y seguimiento automático por voz del conferenciante. Esta unidad está conectada a las línea MPLS, una red de área local y una línea telefónica convencional, que permite incluir en la videoconferencia una intervención a través del teléfono (solo audio). También se puede conectar a una videograbadora, un segundo monitor, una cámara de documentos y un dispositivo de audio externo.

Cuando encendemos el equipo de videoconferencia Polycom, éste realiza un pequeño test para verificar que tipo de conexiones posibles tiene, tenemos que recordar que este equipo permite la realización de videoconferencias entre terminales H.323, es decir por IP, entre terminales H.320 a través de RDSI y mixtos entre equipos H.323 que salen a través de un gateway mediante enlaces básicos RDSI y se conectan con equipos H.320 ó H.323. La figura IV.7 muestra un equipo Polycom ViewStation.



Figura IV.7 Equipo de videoconferencia ViewStation

**Control remoto.-** Funciona de la misma que el control remoto del televisor doméstico. Se le utiliza para resaltar y seleccionar los iconos que aparecen en el monitor, configurar la libreta de direcciones, desplazar la cámara, ajustar el volumen, hacer video llamadas, etc. (fig. IV.8)



Figura IV.8 Equipo de control remoto

**Panel de micrófono.-** La base de micrófono da entrada a señales audio digitales omnidireccionales para la ViewStation y proporciona control de aumento automático, supresión de ruido, cancelación de eco y un botón Mute (silenciador). El alcance práctico del micrófono es de un radio de aproximadamente 25 pies (8 metros). (fig. IV.9)



Figura IV.9 Micrófono

---

---

### Conexiones Básicas.

La unidad ViewStation es un sistema de videoconferencia que cubre perfectamente las actuales necesidades de comunicación que se puedan tener. El cableado necesario para el funcionamiento de la unidad ViewStation se puede ver en la figura IV.10

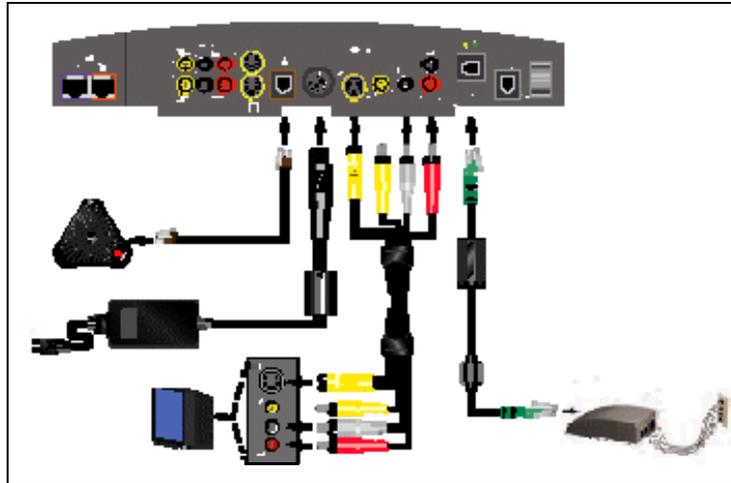


Figura IV.10 Conexiones básicas de equipo ViewStation

Las conexiones que unen la ViewStation con el resto de componentes y que se muestran en la figura anterior son las siguientes (de izquierda a derecha):

- conector del panel del micrófono
- conector del transformador
- conectores de video/audio del monitor
- conector RJ45 de la línea RDSI.

Enchufe el extremo del cable del transformador en el transformador y éste a un enchufe de corriente. Por último conecte el multiplexor inverso (IMUX) a la red

### Conexiones Avanzadas.

Además de las conexiones explicadas anteriormente, la unidad ViewStation, permite que se le conecten también otros dispositivos, de la forma que se muestra en la figura IV.11

---

---

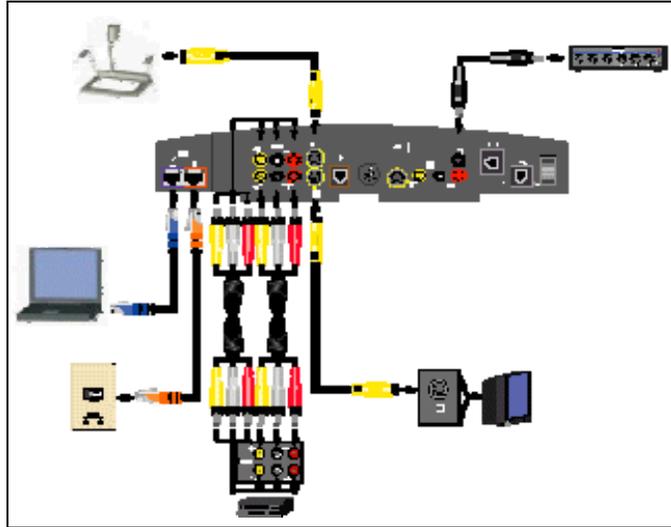


Figura IV.11 Conexiones avanzadas

En este caso las conexiones que se hacen a la unidad ViewStation, y que se muestran en la figura anterior son:

- conector para conexión de PC para cargar presentaciones
- conector RJ45 para conexión a red local
- conectores de video/audio de entrada/salida para grabador de videocasete
- conector para cámara auxiliar de documentos
- conector para monitor auxiliar
- conectores de entrada/salida de audio externo

### IV.D.3 Realización de la Videoconferencia

Existen dos formas de realizar una Videoconferencia, dependiendo de quién inicie la llamada:

1.-Llamada iniciada desde el lugar remoto.- Cuando la llamada se inicia desde el lugar remoto, no hay que hacer nada, simplemente se espera a que las dos estaciones de videoconferencia se inicialicen y aparezca la imagen y el sonido del usuario que la inició. En pantalla aparecerá algo similar a la figura IV.12



Figura IV.12 Imagen de inicio de conferencia

La imagen que aparece mientras se inicia la Videoconferencia es la local, y en la esquina inferior izquierda aparece el estado actual de la inicialización. Hasta que todas las bolas se pongan verdes, no se inicia la Videoconferencia. Cada una de ellas representa 64 Kb de velocidad.

2.-Llamadas realizadas desde el sitio local.- En el caso de que la Videoconferencia se tenga que iniciar desde el sitio local.

#### 2.1-Marcación manual.

- a. Desde la pantalla principal de llamadas, use los botones flecha del control remoto para resaltar el icono Video llamada (fig. IV.13)



Figura IV.13 Marcación manual

- b. Use el teclado numérico del control remoto para ingresar el número que desea marcar. (fig.IV.14)



Figura IV.14 Marcación al equipo al cual se va a conectar

- c. Use los botones flecha del control remoto para resaltar el botón Velocidad de la pantalla y cambiar la velocidad de la llamada. Use los botones de flecha arriba y abajo para seleccionar una velocidad de la lista que aparece en la pantalla.
- d. Oprima el botón verde CALL-HANG-UP en el control remoto para hacer su llamada. El número y la velocidad de marcación aparecerán en la parte superior de la pantalla. Los indicadores grises de avance de la llamada en el ángulo inferior izquierdo de la pantalla indican que la llamada está en curso. Cambiarán de azul a amarillo a naranja, y por último a verde cuando se establece la comunicación.

---

---

La telefonía sobre IP abre un espacio muy importante dentro del universo que es Internet. Es la posibilidad de estar comunicados a costos más bajos dentro de las empresas y fuera de ellas, es la puerta de entrada de nuevos servicios apenas imaginados y es la forma de combinar una página de presentación de Web con la atención en vivo y en directo desde un call center, entre muchas otras prestaciones.

El argumento inicial en favor de este nuevo modelo de redes se basa en la gran presencia actual de las infraestructuras IP en los entornos corporativos de datos. Y también dejar en claro que gracias a las nuevas generaciones de redes IP se tendrá una excelente calidad de voz, datos y video dentro de las redes empresariales.

Actualmente fabricantes como Cisco, Microsoft, entre otros, están desarrollando el nuevo modelo de las comunicaciones, es lo que se llama Comunicaciones Unificadas; este modelo pretende incorporar todas las comunicaciones en un solo equipo, ya sea una PC, un teléfono celular, un equipo portátil, etc.

Entre los diferentes productos que convergerán en este modelo de comunicaciones están el teléfono, video, internet, redes sociales, televisión, chat, videoconferencia, buzón de voz, y todo aquello que tenga como finalidad la comunicación de una forma eficaz, económica y sobre todo de buena calidad.

También es importante destacar que actualmente debido a la globalización del mundo y sobre todo el del comercio, indican que en la actualidad el cuarenta por ciento de los empleados de una compañía no se encuentran dentro de la oficina, sino que ellos trabajan vía remota desde su casa u otro punto, y que a través de Internet se conectan a la compañía y esto conlleva tener todo lo necesario en su equipo para poder trabajar como si estuvieran en las oficinas de la empresa.

La necesidad de comunicación obliga a las empresas a adquirir o implementar redes unificadas dentro de su organización y a los fabricantes brindar estos servicios al mejor costo y con la mejor calidad al cliente.

---

---

LAN/WAN

Techniques Optimisation

Harrell J. Van Norman

Artech House Publishers

Videoconferencing and Videotelephony Technology

Schaphorst. Richard

Editorial Marcombo

Lan To Wan Interconnection

Mel Beckman John

Editorial McGraw-Hill

Redes de Comunicaciones

Huidobro, José Manuel

Editorial Paraninfo

Introducción a la tecnología y diseño de sistemas de comunicaciones

Freer, John

Ediciones Anaya multimedia

Todo sobre Internet

Lackerbauer, Ingo

Editorial Marcombo

Redes de Datos y Convergencia IP

Huidobro, José Manuel

Editorial Alfaomega

---

---