



Universidad Nacional Autónoma de México

Desarrollo e Implementación de una Red Datos  
con la Integración de Servicios Digitales VoIP.

# TESIS

*Que para obtener el grado de:*

ING. MECANICO ELECTRICO–ELECTRONICO

*Presenta:*

Héctor Raúl Lira Hernández

*Asesor:*

Ing. Juan Gastaldi Pérez

México D.F a 25 de Marzo de 2011



Facultad de Estudios Superiores ARAGON



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**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.



# Universidad Nacional Autónoma de México

Desarrollo e Implementación de una Red Datos con la Integración de Servicios Digitales VoIP.

---

## TABLA DE CONTENIDOS

<b>CAPITULO "I"</b> .....	<b>3</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>4</b>
<i>Objetivo</i> .....	4
<i>Justificación</i> .....	4
<b>ANTECEDENTES</b> .....	<b>5</b>
<i>Voz Sobre IP (VoIP)</i> .....	5
<i>Diferencia Entre Telefonía IP y Telefonía Convencional</i> .....	9
<i>Convergencia</i> .....	10
<b>RED DE TELEFONÍA PÚBLICA CONMUTADA</b> .....	<b>12</b>
<i>PSTN (Public Switch Telephone Network) Red de Telefonía Pública Conmutada</i> .....	12
<i>Señales Analógicas y Digitales</i> .....	13
<i>Redes Públicas</i> .....	15
<i>Componentes de la PSTN</i> .....	17
<i>Estándares de Telefonía</i> .....	23
<b>REDES DE DATOS</b> .....	<b>24</b>
<i>Modelo de Referencia OSI (Open System Interconnection)</i> .....	24
<i>Tipos de Redes Locales</i> .....	40
<i>Clasificación y Topologías de las Redes</i> .....	42
<i>Medios de Transmisión</i> .....	52
<i>Protocolos de Control de Acceso</i> .....	62
<i>TCP/IP</i> .....	66
<b>CAPITULO "II"</b> .....	<b>80</b>
<b>TECNOLOGÍA "VOIP"</b> .....	<b>81</b>
<i>Voz IP en la LAN</i> .....	81
<i>Arquitectura, Componentes VoIP e Internet</i> .....	83
<i>Estándares</i> .....	96
<i>Codecs y Protocolos VoIP</i> .....	101
<i>Requerimientos de Infraestructura para Soportar VoIP</i> .....	113
<i>Construcción de la Infraestructura Correcta Para Soportar VoIP</i> .....	115
<i>Calidad de Servicio (QoS)</i> .....	116
<i>VoIP en la WAN</i> .....	125
<b>CAPITULO "III"</b> .....	<b>128</b>
<b>MODELO ACTUAL (DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN)</b> .....	<b>129</b>
<i>Elementos del Modelo</i> .....	129
<i>Cableado Estructurado</i> .....	130



---

Facultad de Estudios Superiores ARAGON



# Universidad Nacional Autónoma de México

Desarrollo e Implementación de una Red Datos con la Integración de Servicios Digitales VoIP.

---

<i>Equipo Activo</i> .....	138
<i>Redes de Voz</i> .....	141
<i>Sistema de comunicaciones WAN</i> .....	144
<i>Sistema de Acceso a Internet</i> .....	147
<i>Sistema de Aplicaciones y Datos</i> .....	149
<i>Modelo Lógico</i> .....	151
<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>153</b>
<b>INDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>156</b>
<b>GLOSARIO</b> .....	<b>159</b>
<b>TÉRMINOS</b> .....	<b>162</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>164</b>





## CAPITULO "I"





# Universidad Nacional Autónoma de México

Desarrollo e Implementación de una Red Datos con la Integración de Servicios Digitales VoIP.

---

## Introducción

### Objetivo

El desarrollo de este proyecto explica parte de una solución técnica-administrativa de un proyecto de tecnologías de información, definiendo como objetivo general una mejor atención ciudadana con el aprovechamiento de tecnologías que permitan mejorar los procesos administrativos dentro de cualquier institución de gobierno. Lo anterior renovando equipo, infraestructura y procesos cotidianos de operación como (*telefonía, fotocopiado, mensajería, etc.*) a través de servicios electrónicos (*Internet, correo electrónico, documento electrónico y VoIP*), logrando un mejor funcionamiento en actividades operativas y de esta manera reduciendo costos de operación.

### Premisas.

- Contacto Ciudadano
- Gobierno Electrónico
- Transparencia de Información
- Mejoramiento de procesos internos

### Justificación

Diferentes dependencias de gobierno, aún presentan importantes rezagos tecnológicos, derivado de un estilo de administración obsoleto y estructuras jerárquico-operativas de áreas tecnológicas sin voto en los procesos de modernización tecnológica, convirtiendo áreas de ingeniería en “áreas de mantenimiento y operación de equipos” y no de soluciones integrales tecnológicas que permitan mejorar, actualizar y fortalecer sus servicios y procedimientos. Aquí mencionamos las condiciones necesarias para contar con una buena infraestructura de comunicaciones, la cual permita integrar los servicios de voz y datos considerando premisas de calidad, disponibilidad y vanguardia tecnológica.



Facultad de Estudios Superiores ARAGON



## Antecedentes

### Voz Sobre IP (VoIP)

La Voz sobre IP (*VoIP: Voice over IP*) es una tecnología que permite la transmisión de la voz a través de redes IP en forma de paquetes de datos. Voz sobre IP es una tecnología que usa el protocolo de Internet en lugar de tecnología de telefonía convencional, brindando los mismos servicios.

La Telefonía IP es una aplicación inmediata de esta tecnología, de tal manera que permite la realización de llamadas telefónicas ordinarias sobre redes IP u otras redes de paquetes utilizando un PC, puertas de enlace (gateways) y teléfonos estándar.

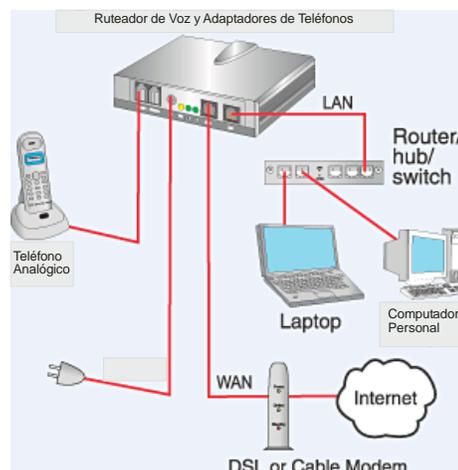


Fig. 1 Ruteador de voz y adaptadores de teléfonos  
(<http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Voip-typical.gif>)

Como toda tecnología en su nacimiento fue considerada como una tecnología innovadora, sin embargo está ganando terreno por ser una tecnología viable, manteniendo sólidas ventajas en lugares residenciales y empresariales sobre las redes tradicionales PSTN.

Características importantes de esta tecnología:

- Reducción de Costos
  - Elimina los circuitos convencionales de conmutación y reduce los costos por minuto en servicios de larga distancia. VoIP





# Universidad Nacional Autónoma de México

Desarrollo e Implementación de una Red Datos con la Integración de Servicios Digitales VoIP.

---

reduce la cantidad de hardware necesario, gracias a la convergencia de la voz sobre redes de datos.

- Simplicidad
  - Una sola pieza de equipo soporta comunicaciones de voz y datos, permitiendo inversiones de hardware de menor costo.
- Aplicaciones Avanzadas
  - Similar a los servicios de telefonía tradicional PSTN, los servicios de telefonía básica y fax son algunas características principales de VoIP, ya que usa formatos digitales de compresión los cuales permiten desarrollar sistemas multimedia y multiservicio, tales como (call center's), videoconferencias, asistencia remota, y aplicaciones de producción personalizadas.

Un gran avance tecnológico que permitió el desarrollo de esta tecnología se dio en la década de los 60's, con la introducción de la (*Modulación por Codificación de Pulsos*) PCM. La problemática de transmitir voz en sistemas analógicos fue superado gracias a la conversión de señales a formatos binarios 1's y 0's, reduciendo distancias y ruido de interferencias sobre las líneas.

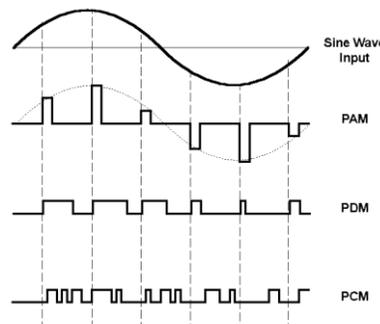


Fig. 2 Técnica de Modulación de Pulsos

En la década de los 80's TDM (*Multiplexación por División de Tiempo*) comenzó a ser una técnica popular para transportar voz analógica sobre redes digitales. Con TDM muchos canales analógicos fueron digitalizados y asignados a un (*time slot*) específico. Esta tecnología permitió diferentes velocidades para cada canal y soporte de agregación de tráfico. TDM





# Universidad Nacional Autónoma de México

Desarrollo e Implementación de una Red Datos con la Integración de Servicios Digitales VoIP.

transformo la voz analógica a digital sobre redes de conmutación de paquetes, poniendo un gran crecimiento para la Voz sobre IP debido a que la voz ahora puede ser manejada como datos.

TDM proporciona una mayor ventaja al poner más canales de voz sobre una línea. Por ejemplo, 2 pares de cobre pueden ahora soportar una línea "E1" o 32 canales de 64 Kbps, ocupando 2 canales para señalización y control. Sin embargo como desventaja de TDM es el manejo del ancho de banda, ya que no es un manejo dinámico cuando no está en uso, siendo esto una de las principales razones de solicitar la transmisión de voz y datos por diferentes caminos, reto que debe asumirse por sus naturalezas. Los datos son esporádicos, viajan en ráfagas, mientras que la voz es sensible al tiempo. Si un archivo de datos es largo, toma cierto ancho de banda y tiempo por lo que paquetes de datos pueden ser enviados o retardados, condición inaceptable para transmisiones de voz. Esto podría dificultar continuar con las conversaciones, en la cual gran parte de la información se estarían perdiendo.

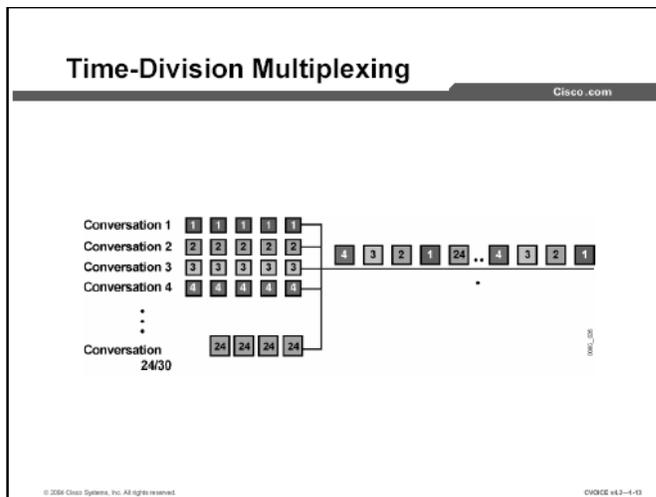


Fig. 3 Multiplexación por división de tiempo TDM

Los sistemas de telecomunicaciones se pueden clasificar en sistemas analógicos y en sistemas digitales. Una señal analógica puede tomar un número infinito de amplitudes posibles en un rango dado, mientras que una señal digital o discreta puede tomar solamente un número finito de amplitudes en un rango fijo. Un sistema de comunicación se clasifica usualmente en analógico o digital dependiendo de si la señal transmitida





# Universidad Nacional Autónoma de México

Desarrollo e Implementación de una Red Datos con la Integración de Servicios Digitales VoIP.

---

sobre el canal es analógica o discreta, sin embargo hay sistemas que transmiten señales con amplitudes discretas utilizando métodos de modulación analógicos.

Un modulador cambia la señal de una forma apropiada para su transmisión sobre el canal mientras que el de-modulador invierte el proceso.

Durante más de 100 años las telecomunicaciones se han desarrollado en base a sistemas analógicos. Sin embargo en los últimos años se ha operado un drástico cambio hacia los sistemas digitales por todas las ventajas que presentan.

Entre las VENTAJAS técnicas de las redes de telecomunicaciones digitales se encuentran:

- Facilidad de Múltiplexaje
- Facilidad de Señalización
- Uso de Tecnología Moderna
- Integración de la Conmutación y la Transmisión
- Regeneración de Señales (por potencia)
- Bajas tasas de la relación Señal a Ruido
- El ruido de la señal se elimina
- Mejor calidad independiente de la distancia
- Permiten un trato homogéneo de las señales sin importar la fuente, lo que aumenta la eficiencia de la red, ya que pueden integrarse en la misma red diversos servicios (*datos, voz y video*)
- Fácil generación de señales digitales
- Mayor velocidad de multiplexaje y capacidad de transmisión

Entre las DESVENTAJAS de implementar la tecnología digital se tienen:

- Incremento del ancho de banda
- Necesidad de Sincronía
- Multiplexación topológicamente restringida
- Necesidad de puentes para conferencias
- Incompatibilidad con algunas facilidades analógicas



Facultad de Estudios Superiores ARAGON



# Universidad Nacional Autónoma de México

Desarrollo e Implementación de una Red Datos con la Integración de Servicios Digitales VoIP.

---

## Diferencia Entre Telefonía IP y Telefonía Convencional

En una llamada telefónica normal, la central telefónica establece una conexión permanente entre ambos interlocutores, conexión que se utiliza para llevar las señales de voz. En una llamada telefónica por IP, los paquetes de datos, que contienen la señal de voz digitalizada y comprimida, se envían a través de Internet a la dirección IP del destinatario. Cada paquete puede utilizar un camino diferente para llegar, están compartiendo un medio, una red de datos. Cuando llegan a su destino son ordenados y convertidos de nuevo en señal de voz.

Los pasos básicos que tienen lugar en una llamada a través de Internet son: “conversión de la señal de voz analógica a formato digital” y “compresión de la señal a protocolo de Internet (IP) para su transmisión”. En la recepción se realiza el proceso inverso para poder recuperar de nuevo la señal de voz analógica.

Hay tres tipos de llamadas:

1. PC a PC
2. PC a Teléfono
3. Teléfono a Teléfono

Una llamada telefónica normal requiere una enorme red de centrales telefónicas conectadas entre sí mediante fibra óptica y satélites de telecomunicación, además de los cables que unen los teléfonos con las centrales. Las enormes inversiones necesarias para crear y mantener esa infraestructura la tenemos que pagar cuando realizamos llamadas, especialmente llamadas de larga distancia. Además, cuando se establece una llamada tenemos un circuito dedicado, con un exceso de capacidad que realmente no estamos utilizando.

Por el contrario, en una llamada telefónica IP estamos comprimiendo la señal de voz y utilizamos una red de paquetes sólo cuando es necesario. Los paquetes de datos de diferentes llamadas, e incluso de diferentes tipos de datos, pueden viajar por la misma línea al mismo tiempo. Además, el acceso a Internet cada vez es más barato, muchos ISP's (*Internet Services Providers*); Proveedores de Servicio de Internet lo ofrecen gratis, sólo tienes



Facultad de Estudios Superiores ARAGON



# Universidad Nacional Autónoma de México

Desarrollo e Implementación de una Red Datos con la Integración de Servicios Digitales VoIP.

---

que pagar la llamada. También se empiezan a extender conexiones por cable, ADSL, etc.

## Convergencia

Como punto de referencia histórica la siguiente imagen muestra que la idea de integrar voz y datos no es nueva. La figura representa un concepto de un inventor alemán llamado *Phillip Reis*, el cual intenta integrar voz a sistemas de comunicaciones del momento el telégrafo. *Reis* desarrollo el equipo en 1860 y murió en 1874, 2 años antes de que Alexander Graham Bell recibiera su patente por la invención del teléfono. Como indicado en la figura, implica el uso alternativo de cables para voz y datos (*transmisión Integrada*). *Reis* uso el telégrafo para señalar que las pruebas de voz tenían una calidad inadecuada.

Para la implementación de voz y telegrafía el teléfono de la figura *tendría que ser digital*. Porque las limitaciones de la tecnología al tiempo de la implementación fueron imposibles y los sistemas de telefonía desarrollados eran analógicos. Cien años después la situación cambia significativamente. Desarrolladores de equipo telefónico y proveedores de servicio tienen diferentes equipos con nueva tecnología, cambiando y haciendo posible el uso de este.

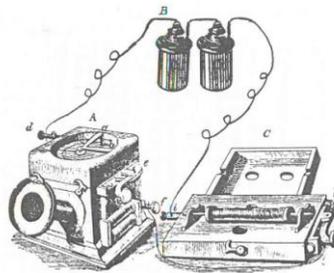


Figure 1.1. Back to the future: the first integrated voice/data communication system.

Fig. 4 El primer sistema de comunicación integrando voz/datos. (Jhon Bellamy Pag.- 2)

En la industria de las telecomunicaciones, la “*verdadera convergencia*” tiene un significado muy específico. Es la manera en que se produce la integración de la televisión, la telefonía y el tendido de Internet a través de una misma vía tecnológica: podríamos decir, una especie de “mega conducto”, ahora comercializado como (*triple play*).



Facultad de Estudios Superiores ARAGON



# Universidad Nacional Autónoma de México

Desarrollo e Implementación de una Red Datos con la Integración de Servicios Digitales VoIP.

---

El concepto más popular de la convergencia sería: **“La capacidad de diferentes plataformas de red de transportar tipos de servicios esencialmente similares”**.

Todos los servicios de comunicación por voz o en general sonido, video o datos, pueden ser ofrecidos por distintos medios: el tradicional par de cobre, el coaxial del cable, fibra óptica, radio o medios inalámbricos terrestres o satelitales. Lo que define que exista convergencia tecnológica no es que se disponga de muchos y más medios para transmitir señales, sino que todos tienden a soportar toda la gama de servicios, produciendo, transmitiendo o distribuyendo “ceros y unos”, todo es binario y toda la información transmitida digitalmente.

La convergencia es la posibilidad de codificar todo tipo de información digitalmente, lo que facilita su adaptación a entornos o medios de transmisión diferentes. La digitalización general de la transmisión de esas señales, sea por el medio que sea, ha logrado que ya no esté asociado a un tipo de medio.

El servicio de conversaciones de voz (*telefonía*) se identificaba históricamente a un medio (*par de cobre*), la televisión y la radio (*a la radiodifusión*) a otro inalámbrico y con utilización del espectro radioeléctrico. En la era analógica era claro, que cada uno de estos mercados o servicios implicaban el montaje de redes totalmente independientes y disjuntas y su regulación debía, por tanto ser independiente. Internet y su desarrollo de los últimos años ha demostrado la independencia de la plataforma multimedia ofreciendo una variedad de servicios digitales.





## Red de Telefonía Pública Conmutada

### PSTN (*Public Switch Telephone Network*) Red de Telefonía Pública Conmutada

La primera transmisión de voz, fue realizada por Alexander Graham Bell en 1876, la cual se realizó con un circuito (*ring-down*), lo cual significaba que no existían números de marcación y solo eran conectados dos dispositivos.

Básicamente una persona levantaba el teléfono y otra persona hacia lo mismo en el otro extremo (*no se tenía un sistema de aviso "ringing"*). A través del tiempo este simple diseño de transmisión de un solo sentido, en el cual solo una persona podía hablar, se mejoró a que ambas personas pudiesen hablar teniendo un sistema bidireccional. Moviendo las voces a través del cable requiriendo micrófonos de carbón, una batería y un diafragma electromagnético. Esto necesitaba de un cable entre cada ubicación que el usuario quisiera hablar. El concepto de marcación de un número hasta ese momento todavía no existía.

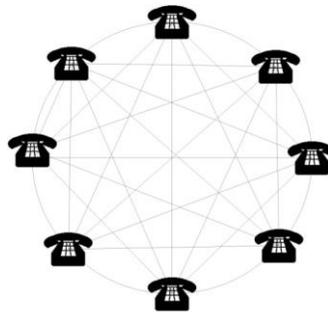


Fig. 5 Ilustración de cable físico necesario para conectar a todos los usuarios

Derivado al costo y la imposibilidad de tener un cable entre los usuarios que quisieran acceso a un teléfono, se desarrolló otro mecanismo que pudiese ubicar un teléfono a cualquier otro teléfono. Con este dispositivo denominado (*switch*), cada usuario telefónico solo necesita un cable centralizado a un (*switch*), en lugar de múltiples cables de conexión.

Al inicio de este concepto un operador telefónico actuaba como (*switch*), este operador preguntaba a los usuarios a donde requerían marcar y este manualmente conectaba a los usuarios estableciendo la ruta de la llamada.



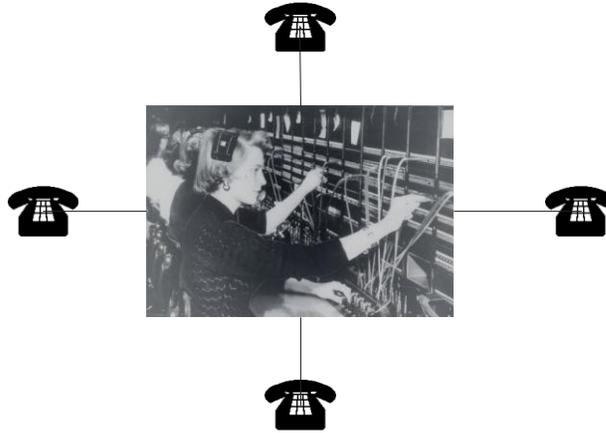


Fig. 6 Operadora convencional

En la actualidad el (*switch*) humano ha sido reemplazado por equipos electrónicos (*switches*).

### Señales Analógicas y Digitales

Aun cuando las comunicaciones analógicas son ideales para la interacción humana, esto no es lo suficientemente robusto o eficiente cuando se recupera ruido de la línea. El Ruido de Línea es normalmente causado por la introducción de estática dentro de las redes de voz.

Al paso del tiempo se propuso que las redes de voz analógicas pasaran a través de amplificadores de señal no solo amplificando la voz, si no el ruido también, teniendo con esta amplificación de ruido, una conexión de mala calidad y poco usable.

Las comunicaciones analógicas, son una combinación de tiempo y amplitud, señales que van tomando diferentes niveles.

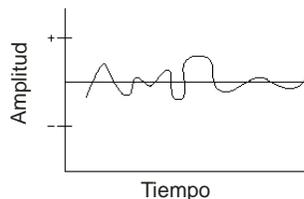


Fig. 7 Ejemplo de señal analógica



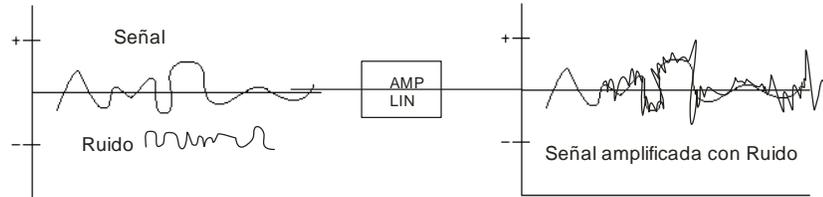


Fig. 8 Ejemplo de señal analógica amplificada con ruido

En redes digitales, el ruido de línea es menor por que los repetidores solo amplifican la señal, pero limpian la señal de su condición original. Esto es posible debido a que las señales digitales están basadas en 1s y 0s, y como se muestra en la figura siguiente el repetidor solo regenera 1's y 0s.

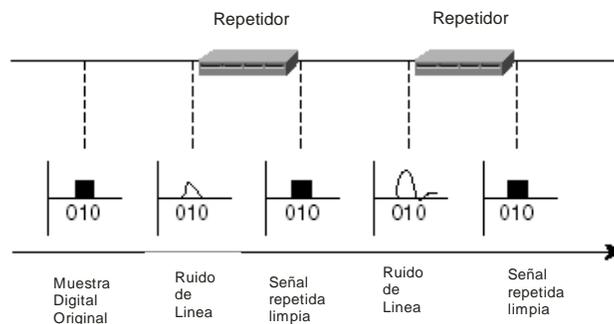


Fig. 9 Ejemplo de señal digital con retransmisión

### PCM

PCM (*Modulación por Codificación de Pulsos*), es el método más común para codificar las señales de voz analógicas en flujos señales digitales 1's y 0's. La técnica de muestro usa el teorema de *Nyquist*, el cual básicamente indica que si se muestrea 2 veces el valor máximo de una frecuencia de voz, se puede obtener buena calidad en la trasmisión de voz.

El proceso PCM es el siguiente:

- Formas de onda analógicas son puestas en un filtro de frecuencias de voz, el cual descarta cualquier rango mayor a los 4,000 Hz. Estas frecuencias son filtradas hasta 4000 Hz limitando la cantidad de errores en la red de voz. Usando el teorema de Nyquist, se necesita muestrear hasta 8,000 muestras por





# Universidad Nacional Autónoma de México

Desarrollo e Implementación de una Red Datos con la Integración de Servicios Digitales VoIP.

---

segundo, para acercarse a una buena transmisión con calidad en la voz

- La señal analógica filtrada es entonces muestreada 8,000 veces por segundo
- Después de que la onda es muestreada, esta es convertida en una forma digital discreta. Esta muestra es representada por un código que indica la amplitud de la forma de onda al instante que la muestra fue tomada. El formato de telefonía de PCM usa 8 bits para el código y un método logarítmico de compresión que asigna más bits en señales de amplitud baja.

Si multiplicamos los 8 bits por los 8000 muestras por segundos, obtenemos 64,000 bits por segundo (bps). La base para infraestructura telefónica son 64,000 bps (o 64Kbps).

2 variaciones básicas de la modulación PCM a 64 Kbps, comúnmente utilizadas son: la ley  $\mu$ , estándar utilizado en Norteamérica y la Ley  $a$ , estándar utilizado en Europa. Los métodos son similares en que ambos usan un logaritmo de compresión logrando desde 12 hasta 13 bits de calidad lineal en solo 8 bits. El método  $\mu$  tiene una ligera ventaja sobre la ley  $a$ , en términos de un nivel de señal-ruido con mejor rendimiento por ejemplo (*técnicas que se utilizan para contrarrestar el ruido de cuantificación*)

## Redes Públicas

Existen diferentes tipos de redes en telecomunicaciones, sin embargo la más extendida es la Red Pública Telefónica PSTN, está formada por centrales telefónicas públicas, troncales entre las centrales y líneas de usuario. Las centrales públicas pueden ser para manejar tráfico local, de tránsito o interurbano. Las centrales para tráfico local se llaman centrales terminales, las de tránsito son centrales tandem y las interurbanas son centrales de larga distancia. A la parte formada por las troncales entre centrales se les conoce como red de troncales la que junto con la red formada por las líneas de usuario forman la planta externa de red telefónica.

Otra red en telecomunicaciones es la red pública de datos la cual es una red operada por transmisión nacional autorizada específicamente para la transmisión de datos. Una condición inicial para una red de datos es que deberá facilitar la interconexión de equipos de diferentes fabricantes, los



---

Facultad de Estudios Superiores ARAGON



# Universidad Nacional Autónoma de México

Desarrollo e Implementación de una Red Datos con la Integración de Servicios Digitales VoIP.

---

cuales a su vez deben seguir las normas establecidas para el acceso y el uso de esta red.

Las normas aceptadas internacionalmente para la conexión y manejo de paquetes en una red son las recomendaciones de la serie X (red de datos y sistemas abiertos de comunicación) y de la serie I (RDS Red Digital de Servicios Integrados) del CCITT.

Existen dos tipos principales de redes públicas de datos; la red pública de conmutación de paquetes de datos PSPDN (*Packet Switched Public Data Network*) y la red pública de conmutación de circuitos de datos CSPDN (*Circuit Switched Public Data Network*). La norma para cada una de estas redes se refiere a las tres capas más bajas del modelo OSI el cual se verá más adelante.

Cada conexión establecida a través de una red de circuitos conmutados, resulta en el establecimiento de un canal de comunicación físico a través de la red, desde el equipo usuario que llama hasta el equipo usuario llamado. Esta conexión es entonces utilizada exclusivamente por los dos usuarios durante la duración de la llamada. Un ejemplo de la red de conmutación de circuitos CSPDN es la PSTN.

En relación a la transmisión de datos, una conexión de un circuito conmutado proporciona un canal de datos para trabajar con una tasa fija y los dos usuarios conectados deberán operar a esta tasa. También antes de que cualquier dato sea transmitido es necesario establecer una conexión a través de la red. Normalmente el tiempo necesario para establecer una llamada a través de la PSTN puede ser relativamente largo, en algunos casos varias decenas de segundos. Esto depende del tipo de equipo que se tenga en las centrales telefónicas que intervengan en el enlace.

Sin embargo con las nuevas centrales controladas por computadora y la introducción de la transmisión digital, este proceso se hace más rápido, digamos de unos pocos milisegundos. Las trayectorias digitales en donde los usuarios desde su equipo tienen tasas de transmisión de 64 Kbps o mayores permiten el manejo de datos y voz resultando la transformación de una red del tipo PSTN en una red digital de servicios integrados RDSI. Esta red proporciona al usuario la capacidad para transmitir



Facultad de Estudios Superiores ARAGON



# Universidad Nacional Autónoma de México

Desarrollo e Implementación de una Red Datos con la Integración de Servicios Digitales VoIP.

---

simultáneamente datos, fax, video y voz sobre un simple enlace de comunicaciones.

Si se considera una red completamente digital de circuitos conmutados como ya se mencionó será más rápida sin embargo, la condición de que los dos usuarios conectados deben manejar la misma tasa de bits de transferencia se mantiene.

En contraste en una red de conmutación de paquetes es posible que los dos usuarios (*DTE*) operen a diferentes tasas de bits, ya que la tasa con la cual los datos están pasando a las dos interfaz de red es regulada en forma separada por cada equipo.

La evolución de las redes de telecomunicaciones públicas existentes se basa en el desarrollo e integración de la transmisión digital y tecnologías de conmutación. A la integración de estas tecnologías se le ha llamado Red digital Integrada IDN (*Integrated Digital Network*).

## Componentes de la PSTN

- \* *Codificadores de Voz (CODECS)*
- \* *Switches*
- \* *PBX*
- \* *Señalización*
- \* *Teléfonos*
- \* *Sistemas de Fuerza*

## Codificadores de Voz

Cuando una transmisión de voz análoga se acerca al punto de entrada de la PSTN, esta es digitalizada o convertida en formato digital, serie de unos y ceros. Una vez digitalizada, la transmisión de voz codificada es transportada a través de la red PSTN al otro punto de la red, donde esta es convertida de nuevo en analógica.

El método de conversión para señales de audio en formato digital ha sido estandarizado. El nombre de este estándar es G.711, y este usa una técnica de codificación denominada (*PCM*), pero con el estándar G.711 hay 2 maneras o métodos descritos de la siguiente manera.



Facultad de Estudios Superiores ARAGON



# Universidad Nacional Autónoma de México

Desarrollo e Implementación de una Red Datos con la Integración de Servicios Digitales VoIP.

---

G.711u: También conocida como ley de codificación  $\mu$  (letra griega “mu”), está siendo usada principalmente en norte América.

G.711a: También conocida como ley de codificación a, esta usada en Europa

G.711 convierte audio analógico en audio digital con rangos de 64,000 bits por segundo, el cual es comúnmente referido como 64 Kilobits por Segundo (Kbps). Un simple canal de voz G.711 es referido como “Un nivel digital de señal 0”, o DS0. El hecho que un DS0 tome 64 Kbps ha sido usado en construcción de enlaces de la PSTN. Así un enlace de red de la PSTN con capacidad de 32 canales de voz tomaran  $32 \times 64 \text{ Kbps} = 2.0485 \text{ Mbps}$ .

## Switches

El equipo de switcheo es el núcleo de los componentes de la PSTN. Dentro de la diversidad de switches tenemos que estos equipos mueven tráfico desde un enlace y proporcionan las conexiones necesarias de circuitos para las llamadas en la PSTN. Los enlaces entre switches son llamados normalmente troncales de línea con capacidades indicadas en términos del número de canales de un DS0. Las troncales de línea usan una tecnología por multiplexión para el envío de varias conversaciones de voz sobre el mismo enlace o canal.

Los switches PSTN son a menudo clasificados en base a sus funciones. Aunque los switches que ejecutan la misma clase de funciones se conocen por varios nombres. Si pensamos en la conexión de un teléfono en casa o en la compañía hacia la PSTN, el primer punto de entrada es un switch llamado switch local ó de oficina local. Este tipo de switch es también conocido como switch de clase 5. El switch local es usualmente operado por una compañía de telefonía local, la cual es conocida como (*LEC*) “*Local Exchange Carrier*”. El switch local toma una entrada analógica desde el teléfono conectado y digitaliza esta para transmisión a través del centro de la PSTN. La conversación digitalizada es transmitida sobre la línea troncal al siguiente switch en la red.

El siguiente tipo de switch que la señal digital encuentra es un switch tipo TANDEM u Oficina TANDEM. El switch TANDEM es usualmente operado

---



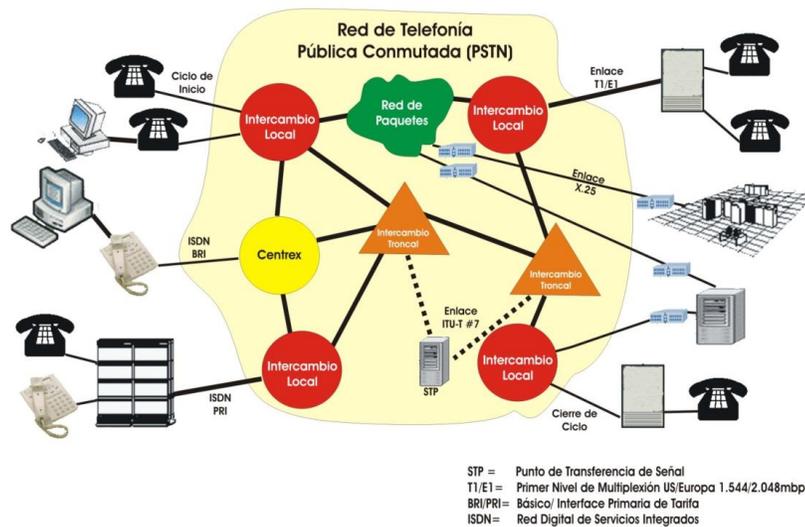
Facultad de Estudios Superiores ARAGON



# Universidad Nacional Autónoma de México

Desarrollo e Implementación de una Red Datos con la Integración de Servicios Digitales VoIP.

por una compañía de larga distancias o intercambio de carriers (IXC), conectado a switches locales u otros switches TANDEM para proporcionar switcheo lógico. Estos transportan volúmenes masivos de llamadas de forma confiable y son diseñados con posibilidades de crecimiento. En sistemas VoIP, el ruteador IP es similar a los switches de la PSTN.



Copyright INFOTEL SYSTEM CORP.  
 Fig. 10 Esquema General de la PSTN

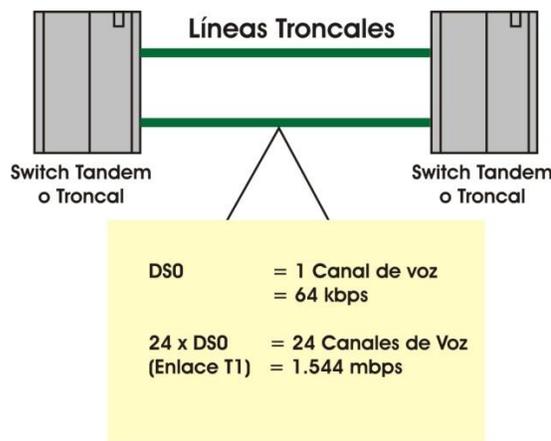


Fig. 11 Esquema de conexión entre centrales en la PSTN





# Universidad Nacional Autónoma de México

Desarrollo e Implementación de una Red Datos con la Integración de Servicios Digitales VoIP.

---

## **PBX** (*Private Branch Exchange*)

Un PBX es el principio de operación de la mayoría de las redes de voz. Típicamente una red de telefonía de una corporación es diferente a comparación de un sistema de telefonía residencial. En un entorno corporativo la red tiene que servir a múltiples usuarios quienes necesitan algunas funcionalidades avanzadas, como lo sería el identificador de llamadas, la transferencia de llamadas y el reenvío de llamadas. En adición, la corporación trabaja como una red única aun teniendo oficinas remotas ubicadas fuera como por ejemplo en Michoacán, Sonora o Guadalajara.

Los sistemas de telefonía residencial deben separar un número externo para cada usuario. El PBX, tiene otro manejo, permitiendo a usuarios de la corporación compartir un número limitado de líneas telefónicas externas, proporcionando ahorro en costos de llamadas a la compañía. Esto también soporta características de telefonía como lo serían; Llamada en espera, Conferencia de llamadas y reenvío de llamadas. Muchas grandes corporaciones conectan PBX's con líneas adicionales, las cuales permiten a usuarios de corporaciones realizar llamadas a oficinas externas sin estar necesariamente en la PSTN. Para el marcado de un usuario sobre una línea adicional o línea privada (*LP*), típicamente se marca un número diferente, basado en el plan de marcación del PBX. En sistemas VoIP, un IP-PBX es similar al PBX de la PSTN, proporcionando muchas de las características y funciones tradicionales.

## **Equipos Telefónicos**

Los teléfonos que conectan hacia la PSTN tradicionalmente se encuentran de 2 tipos: Analógico y Digital.

**Analógico:** Este tipo de teléfono es el que la mayoría de la gente tiene hoy en día en sus casas. Este conecta hacia la PSTN de manera tradicional líneas telefónicas y envía una transmisión analógica en formas de onda que varía sobre el tiempo.

**Digital:** El tipo de teléfono que pocas corporaciones emplean, están conectadas directamente al PBX y envían formatos en transmisión digital:





# Universidad Nacional Autónoma de México

Desarrollo e Implementación de una Red Datos con la Integración de Servicios Digitales VoIP.

---

unos y ceros. Hoy en día teléfonos especializados IP pueden conectarse hacia la PSTN.

## Señalización

Las funciones de señalización en una red telefónica se refieren principalmente a la transferencia en la red relacionada al control de información entre varias terminales, nodos de switcheo y usuarios de la red.

Hay dos aspectos básicos de cualquier sistema de señalización: codificación especial de las ondas eléctricas (señales), y como estas señales deberán ser interpretadas. Las señales de control más comunes para un usuario serían el tono de marcado, el “ringback” o tono de establecimiento de llamada y el tono de ocupado. Estas señales son referidas para una llamada en proceso y las cuáles pueden no cambiar nunca. Los procedimientos de señalización usados internamente hacia la red no son obligatorios para el usuario y estos son a menudo cambiados para un uso en particular con sistemas de transmisión y switcheo.

Como un resultado la red analógica emplea una amplia variedad de esquemas de señalización para el control de transferencia de información entre oficinas de switcheo. Una nueva tecnología de señalización, conocida como sistema de señalización 7 (SS7), es el estándar de la ITU que proporciona señalización para procesos de llamadas y administración para llamadas de la PSTN. Típicamente, una red separada es usada para flujos de SS7. De la misma manera la transferencia para SS7 no ocurre en la misma ruta de la llamada, está a veces referida como fuera de banda (*out-of-band*).

2 componentes principales forman la red SS7. El punto de transferencia de señal (*Signal Transfer Point-STP*) proporciona ruteo a través de la red SS7. Se podría pensar de esto como ruteadores IP de la red SS7 y el punto de control de sesión (*Session Control Point-SCP*) proporciona la búsqueda de “800” números y otras características de administración.

Cuando un teléfono realiza una llamada, los protocolos de señalización se ven envueltos en encontrar la ruta para la llamada, estableciendo la conexión entre switches, y liberando estas conexiones después del término de las llamadas (*servicio por demanda*). Los STP’s se comunican con los





# Universidad Nacional Autónoma de México

Desarrollo e Implementación de una Red Datos con la Integración de Servicios Digitales VoIP.

switches locales y tandem para reservar capacidad entre switches en la ruta de origen y destino de la llamada. Después que la llamada es completada, los STP's comunican con los switches para liberar las conexiones reservadas, quedando disponibles para otras llamadas.

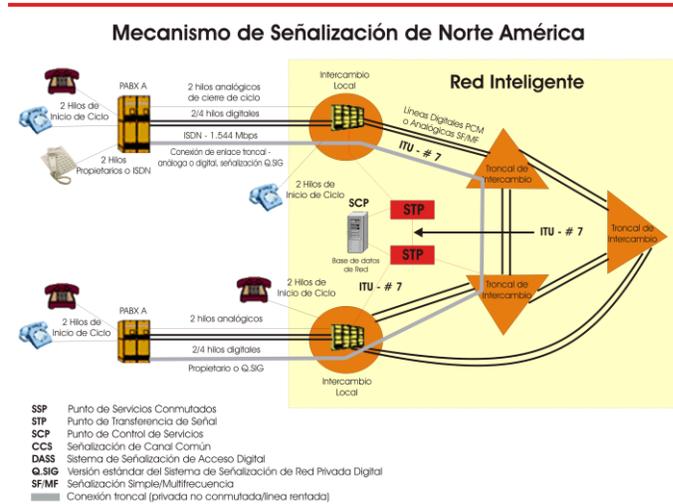


Fig. 12 Mecanismos de Señalización de Norte América

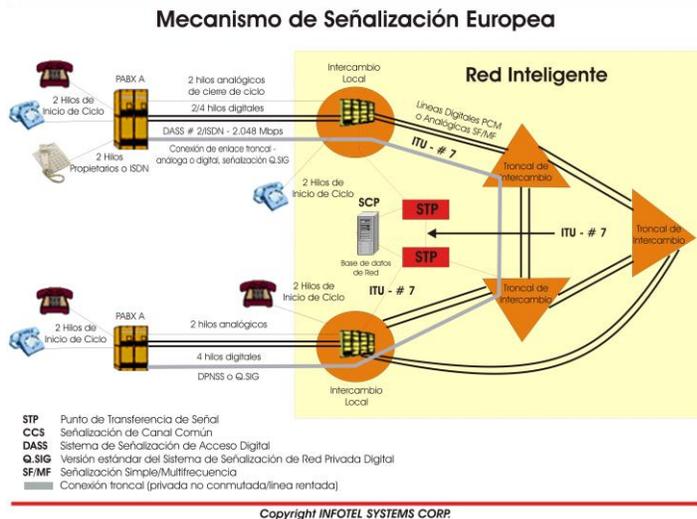


Fig. 13 Mecanismos de Señalización Europea





# Universidad Nacional Autónoma de México

Desarrollo e Implementación de una Red Datos con la Integración de Servicios Digitales VoIP.

---

## Estándares de Telefonía

Una organización internacional que como parte de las naciones unidas es creada para la regularización de tecnologías es la (*ITU, Internacional Telecommunications Union*), organización que juega un rol en la estandarización de tecnología para las redes de telecomunicaciones, entre estas para la PSTN.

Inicialmente proporciona estándares y acuerdos para la conexión de enlaces telegráficos entre ciudades iniciando en los 80's como (*ITU*), pero implementándose en 1890 como CCITT y CCIR. Estableciéndose para supervisar muchas áreas con estándares en conjunto con la industria de telecomunicaciones.

La ITU tiene una división específica conocida como (*TST, Telecommunications Standardization Sector*) o ITU-T. Esta división abarca muchas compañías y organizaciones con interés en los estándares de comunicaciones. Una vez que estas se agrupan dentro de áreas funcionales similares, los estándares de la ITU-T son denominados recomendaciones y comparten una letra asignada del alfabeto. Algunas de las recomendaciones que son documentos relevantes para nuestra revisión serian:

G: Sistemas de transmisión y medios, sistemas digitales y redes.

H: Sistemas multimedia y audiovisuales

P: Calidad en la transmisión de telefonía, instalación de teléfonos, redes de línea local.

La categoría de la letra para la recomendación es típicamente seguida por un periodo y un número. Como lo sería G.711 o H.323. Una recomendación estándar de la ITU-T es conocida como "IN FORCE" cuando el estándar ha sido aprobado por un miembro de la ITU-T.

Los estándares son cruciales para el éxito de tecnologías como los seria la VoIP, ya que para efectos de comercialización muchos vendedores VoIP tendrán que basar sus productos bajo estándares conocidos de la ITU-T.





# Universidad Nacional Autónoma de México

Desarrollo e Implementación de una Red Datos con la Integración de Servicios Digitales VoIP.

## Redes de Datos

### Modelo de Referencia OSI (*Open System Interconexión*)

El modelo de referencia OSI, fue creado a finales de los 70, ayudando y facilitando la transferencia de datos entre nodos o dispositivos de red. Una de las grandes funciones de las especificaciones de OSI es el asistir en la transferencia de los datos entre hosts desiguales. Esto significa que se puede transmitir datos entre un equipo-Unix y un equipo-Windows, por ejemplo. OSI no es físico; este es un conjunto de pautas que desarrolladores de aplicaciones pueden usar para crear e implementar aplicaciones que corran sobre la red.

Esto también crea un marco de creación e implementación de estándares, dispositivos y esquemas de red funcionamiento de las redes.

El modelo OSI tiene 7 capas diferentes, las cuales son divididas en 2 grupos. Las tres primeras capas definen, como las aplicaciones con las estaciones terminales pueden comunicarse con otra estación y con usuarios. Las cuatro capas inferiores definen como los datos son transmitidos punto a punto.

### Funcionamiento de dispositivos en capas



Fig. 14 Modelo OSI





### FUNCIONES DE LAS CAPAS

Aplicacion	* Manejo de Archivos, Impresion, Bases de Datos y Administracion de Servicios
Presentacion	* Encripcion de Datos, compresion y Traduccion de Servicios
Sesion	* Control de Dialogo
Transporte	* Conexion Punto a Punto
Red	* Enrutamiento
Enlace de Datos	* Entramado
Fisica	* Topologia Fisica

Fig. 15 Funciones de las Capas del Modelo OSI

### Capa de Aplicación

La capa de aplicación del modelo de referencia OSI se encuentra cuando los usuarios comunican computadoras. La capa de aplicación es la responsable de identificar y establecer la disponibilidad de los intentos de comunicación entre equipos, determinando la existencia de recursos suficientes para que una comunicación exista. Aunque algunas aplicaciones solo requieran recursos del escritorio, las aplicaciones pueden unir componentes de comunicaciones de más de una aplicación de red; Por ejemplo, transferencia de archivos, correo electrónico, acceso remoto, administración de las actividades de la red, procesos cliente/servidor e información de localización. Muchas aplicaciones de red proporcionan servicios para comunicarse a través de redes empresariales, pero el presente y futuro de las mismas tiene la necesidad de un desarrollo más rápido, el cual va más allá de sus límites. Hoy en día las transacciones y el intercambio de información entre organizaciones son ampliamente requeridos por aplicaciones de la red como las siguientes:





# Universidad Nacional Autónoma de México

Desarrollo e Implementación de una Red Datos con la Integración de Servicios Digitales VoIP.

APLICACIÓN	FUNCION
World Wide Web (WWW)	Conectando una variedad de servidores (con un número creciente día a día) presentando diversos formatos. Equipo multimedia que incluye: graficas, video, texto y a menudo sonido. Netscape Navigator, Internet Explorer y otros navegadores como Mosaic.
Gateways E-Mail	Versátiles y pueden usar SMTP (Simple Mail Transfer Protocol) Protocolo Simple de Transferencia de Correo ó el estándar X.400 que libera mensajes entre diferentes aplicaciones de correo.
Intercambio de Datos Electrónico (EDI)	Es una composición de estándares especializados y procesos que facilitan el flujo de tareas como, contabilidad, ordenes de compras/recepción e inventario entre negocios
Boletines Especiales de Interés; <i>Bulletin Boards (BBS)</i>	Incluye varios rooms de charlas, donde la gente se puede conectar y comunicar con otra, por la puesta de comentarios o capturando una conversación en vivo. Este también puede compartir software de dominio público.
Utilidades de Navegación en Internet	Incluye aplicaciones como Ghopher, Wais similares a motores de búsqueda como Yahoo!, Excite y Alta Vista, las cuales ayudan a localizar recursos e información que se requiera de Internet.
Servicios de Transacción Financiera	Dirigido para la comunidad financiera. Estos recogen información perteneciente a inversiones, ventas, comodidades, tasa de intercambio y créditos para sus subscriptores.

## Capa de Presentación

La capa de presentación, obtiene su nombre de su propósito: Esta presenta los datos a la capa de aplicación. Siendo esencialmente un traductor, proporciona código y funciones de conversión. Una técnica exitosa de transferencia de datos se adapta a formatos estándar antes de una transmisión. Computadoras son configuradas para recibir el formato genérico de datos y entonces convertir nuevamente a su formato original para su lectura (*ejemplo: EBCDIC a ASCII*). Por la traducción de servicios, la capa de presentación asegura que los datos transferidos desde la capa de aplicación de un sistema puedan ser leídos por la capa de aplicación del otro sistema. El modelo OSI tiene un protocolo estándar que define como



Facultad de Estudios Superiores ARAGON



# Universidad Nacional Autónoma de México

Desarrollo e Implementación de una Red Datos con la Integración de Servicios Digitales VoIP.

---

los datos deben ser formateados. Tareas como la compresión descompresión, encriptación y desencriptación son asociadas con esta capa. Algunos estándares de la capa de presentación están envueltos en operaciones multimedia. Lo siguiente atiende a gráficos e imágenes visuales de presentación:

FORMATO	DESCRIPCION
PICT	Este es un formato de imágenes usado por Macintosh o programas de Power PC para transferencia de gráficos QuickDraw.
TIFF	El Formato (Tagged Image File Format), es un estándar de gráficos para alta resolución, imágenes bitmap.
JPEG	El grupo de expertos en fotografía, trae estándares de foto para estados unidos, así como para video y sonido
MIDI	La interfaz digital es usada para digitalizar música
MPEG	El grupo de expertos en video, crea este estándar para la compresión y codificación de video para CD's incrementando su popularidad. Este proporciona almacenamiento digital y tasas de hasta 15 Mbps
QuickTime	Este formato es usado con programas Macintosh o programas PowerPC, este administra aplicaciones de audio y video.

## Capa de Sesión

La capa de sesión es la responsable de establecer, administrar y desconectar sesiones entre capas de presentación. La capa de sesión también proporciona control de dialogo entre dispositivos, o nodos. Esta coordina la comunicación entre sistemas y servicios para organizar sus comunicaciones ofreciendo tres modos diferentes: simples, half-duplex y full duplex. La capa de sesión básicamente mantiene diferentes aplicaciones, datos separados de otras aplicaciones de datos. Los siguientes son algunos ejemplos de protocolos de sesión y sus interfaz.



Facultad de Estudios Superiores ARAGON



# Universidad Nacional Autónoma de México

Desarrollo e Implementación de una Red Datos con la Integración de Servicios Digitales VoIP.

---

PROTOCOLO	DESARROLLO
Network File System (NFS):	Desarrollado por Sun Microsystems y usado con TCP/IP y estaciones unix permitiendo acceso transparente a recursos remotos.
Structure Query Language (SQL):	Desarrollado por IBM para proporcionar a usuarios un simple camino definiendo requerimientos de información de manera local y remota.
Remote Procedure Call (RPC):	Es un una herramienta cliente/servidor usada, para disparar entornos de servicios. Estos procedimientos son creados con clientes y ejecutados en servidores.
X Windows:	Ampliamente usado por terminales inteligentes para comunicarse con computadoras unix remotas, permitiendo operarlas aun estando localmente unidas a monitores.
AppleTalk Session Protocol (ASP):	Es otro mecanismo cliente/servidor, el cual establece y mantiene sesiones entre clientes AppleTalk y servidores.
Digital Network Architecture Session Protocol (ASP):	Es otro protocolo de la capa de sesión DECnet.

## Capa de Transporte

Servicios localizados en la capa de transporte como segmentación y re ensamble de datos desde capas superiores, uniendo sobre la misma trama de datos y proporcionando servicios de transporte punto a punto, donde se pueden establecer conexiones lógicas entre el equipo emisor y el equipo receptor sobre la red.

Algo de esto puede ser familiar con TCP y UDP, conociendo que TCP son servicios confiables y UDP no. Desarrolladores de aplicaciones tienen dos opciones cuando trabajan con protocolos TCP/IP.

La capa de transporte es responsable de proporcionar mecanismos para distribuir aplicaciones de capa superior, estableciendo sesiones y desconectando circuitos virtuales. Esta también oculta información de detalles de cualquier dependencia de red desde capas superiores proporcionando transferencia de datos transparente





# Universidad Nacional Autónoma de México

Desarrollo e Implementación de una Red Datos con la Integración de Servicios Digitales VoIP.

---

## Control de Flujo

La integridad de los datos es asegurada para la capa de transporte manteniendo el control del flujo, permitiendo a los usuarios la opción de peticiones confiables de transporte entre sistemas. El control de flujo previene desbordamiento desde un lado de la conexión hasta el equipo receptor, evento que puede resultar en pérdidas de datos. El transporte de datos confiables emplea una conexión orientada a sesión entre sistemas, y los protocolos involucrados aseguran lo siguiente:

- El segmento liberado reconocerá el regreso del emisor hasta su recepción
- Cualquier segmento no reconocido será retransmitido
- Los segmentos se encuentran secuenciados en orden sobre origen y destino.
- Un control de flujo manejable mantenido en orden, previniendo congestiones, desbordamientos y pérdida de datos.

## Comunicación Orientada a Conexión.

En operaciones de transporte confiable, un dispositivo primero establece una conexión orientada a sesión con otro punto en el sistema. En la siguiente figura se retrata una típica sesión confiable, en la cual se ubica los sistemas origen-destino. En esto las aplicaciones de ambos equipos comienzan la notificación de sus propios sistemas operativos, notificándose que una conexión está por comenzar. Los dos sistemas operativos envían mensajes sobre la red confirmando que la transferencia es aprobada y que ambos lados están listas para tomar lugar en esto. Una vez que la sincronización es completada, la conexión es completamente establecida y la transferencia de los datos comienza. Cisco algunas veces refiere esto como los tres pasos del saludo.





# Universidad Nacional Autónoma de México

Desarrollo e Implementación de una Red Datos con la Integración de Servicios Digitales VoIP.

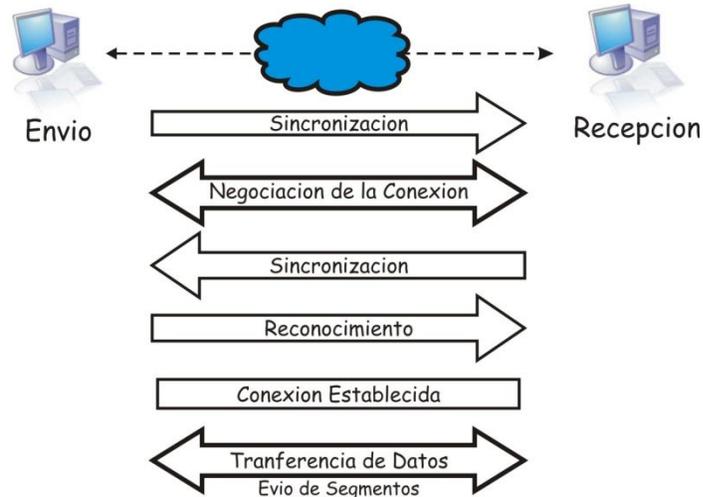


Fig. 16 Establecimiento de conexión orientado a sesión

Mientras la información se transfiere entre los equipos, las dos máquinas periódicamente revisan una a otra, la comunicación a través de sus protocolos, asegurando que todo vaya bien y que los datos se están recibiendo correctamente.

El siguiente resumen indica los pasos en la conexión orientada a sesión, de la figura anterior.

- El primer segmento “Acuerdo de Conexión” para la sincronización
- El segundo y tercer segmento reconociendo el reenvío y estableciendo parámetros de conexión entre equipos.
- El segmento final es también un reconocimiento. Este notifica al equipo destino que el acuerdo de conexión es aceptado y la conexión actual ha sido establecida. La transferencia de datos ahora comienza.

Durante la transferencia una congestión puede ocurrir debido a que una conexión de alta velocidad está generando tráfico de datos muy rápidamente o por que varias computadoras están simultáneamente enviando datagramas a través de una simple puerta de enlace (*Gateway*). En el último caso una puerta de enlace (*Gateway*) u otro destino inician una congestión aunque no solo una fuente cause el problema. En otro caso, el problema es básicamente similar a un embotellamiento mucho tráfico para





# Universidad Nacional Autónoma de México

Desarrollo e Implementación de una Red Datos con la Integración de Servicios Digitales VoIP.

---

pequeñas capacidades de tránsito. Usualmente un carro no es el problema sino muchos carros sobre la vía.

Cuando una maquina recibe un exceso de datagramas rápidamente, se genera un proceso de almacenamiento en memoria denominado buffer. Esta acción de almacenar resuelve el problema solo si los datagramas son parte de una pequeña ráfaga. Si la descarga de datagramas continúa, los dispositivos de memoria serán saturados, y la capacidad de desbordamiento será excesiva por lo que los siguientes datagramas serán descartados. Pero no hay que preocuparse de esta función de transporte, ya que el control de desbordamiento en el sistema trabajara bien. En cambio la pérdida de recursos y datos, puede tener como error un indicador de NO LISTO para el transmisor o el receptor. Este mecanismo trabaja similar a un semáforo, señalizando el dispositivo transmisor, indicando la parada de transmisiones de segmentos de tráfico para no saturar el punto. Después el punto receptor recibe los segmentos procesados reservados en memoria, estos últimos enviados bajo un indicador de transporte como listo. Cuando la maquina espera para transmitir el resto de estos datagramas recibe el indicador de "adelante" resumiendo su transmisión. En esencia la transferencia confiable de datos orientada a conexión es entregar los paquetes al equipo receptor en la misma forma que fueron transmitidos; La transmisión falla si este orden es alterado. Si cualquier segmento es perdido, duplicado o dañado a través del camino una falla será transmitida. La respuesta al problema es tener reconocimiento del equipo receptor de todos y cada uno de los segmentos.



Facultad de Estudios Superiores ARAGON

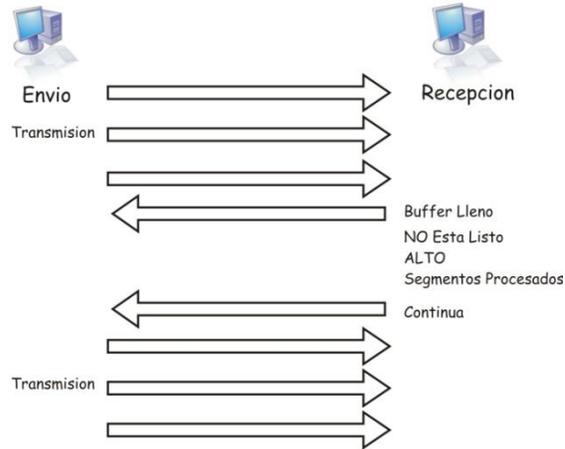


Fig. 17 Trasmisión de segmentos con control de flujo

### Tamaño de Ventanas (Windowing)

La transferencia de datos será lenta si la maquina transmisora tiene que esperar un reconocimiento después de enviar cada segmento. Porque hay tiempo disponible después de que el transmisor envía los segmentos y antes de finalizar el proceso de reconocimiento desde la maquina receptora, el equipo transmisor usa interrupciones para transmitir más datos. La cantidad de segmentos de datos que la maquina transmisora permite enviar sin recibir un reconocimiento para los mismos se denomina ventana (window).

El control de ventanas cuantifica la cantidad de información transferida de un punto a otro. Mientras algunos protocolos cuantifican la información por la observación del número de paquetes, TCP/IP mide esto con el conteo del número de bytes. En la siguiente figura se muestra una ventana de tamaño 1 y otra de tamaño 3. Cuando una ventana de tamaño 1 es configurada, la maquina transmisora espera un reconocimiento para cada segmento de datos transmitido, antes de transmitir otro. Configurando un tamaño de ventana 3, este permite la transmisión de tres segmentos de datos antes de un reconocimiento.



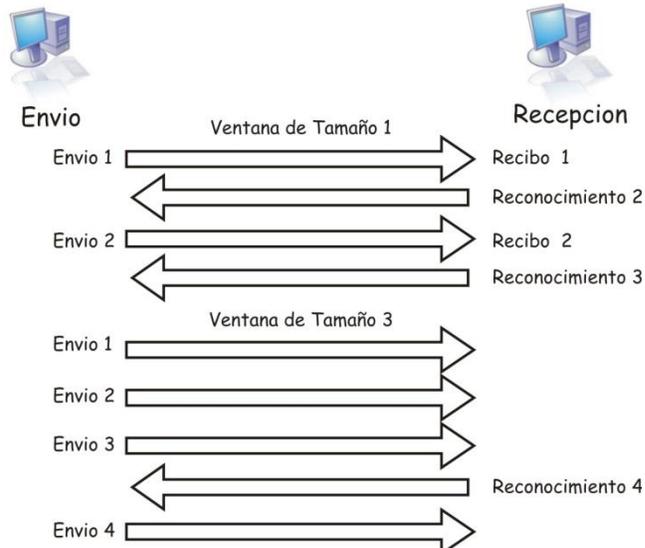


Fig. 18 Tamaño de ventanas

### Reconocimientos (Acknowledgments)

La liberación de datos confiables asegura la integridad de los paquetes enviados desde una maquina a otra a través de un enlace de datos completamente funcional. Esto garantiza que los datos no serán duplicados o perdidos. El método que acerca ha esto es conocido como reconocimiento positivo con retransmisión. Esta técnica requiere una maquina receptora para comunicar con el transmisor origen por el envío de un mensaje de reconocimiento al transmisor. El documento del transmisor es enviado por segmentos y espera para su reconocimiento antes de continuar con el envío del siguiente segmento. Cuando este envía un segmento, el equipo transmisor inicia un contador y retransmite si este tiempo del contador expira para antes de su reconocimiento de regreso desde el punto receptor.

En el siguiente diagrama, la maquina origen transmite los segmentos 1,2 y 3, y el nodo receptor reconoce esto por el envío del segmento 4. Cuando este recibe el reconocimiento, el origen transmite los segmentos 4,5 y 6. Si el segmento 5 no llega a su destino, el nodo receptor reconoce el evento con un reenvío del segmento. La máquina origen reenviara los segmentos perdidos y esperara un reconocimiento, el cual se deberá recibir en orden moviéndose a la transmisión del segmento 7.



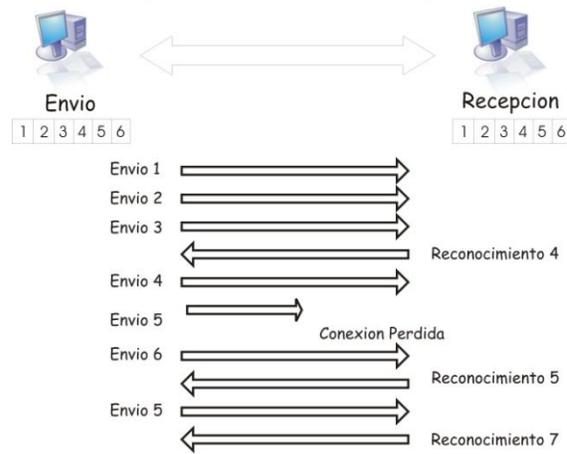


Fig. 19 Entregas confiables capa de transporte

### Capa de Red

La capa de red es la responsable de encaminar paquetes a través de la red, así como del direccionamiento de la red. Esto significa que la capa de red es responsable de transportar tráfico entre dispositivos que no están conectados localmente. Ruteadores u otros dispositivos de capa 3, son especificados por la capa de red proporcionando servicios de encaminamiento en una red. Cuando un paquete es recibido sobre una interfaz de un router, la dirección IP destino es revisada. Si el paquete no es un paquete para el ruteador, entonces el ruteador revisara la dirección en su tabla de ruteo. Una vez que alguna interfaz de salida es seleccionada, el paquete será enviado a la interfaz y el paquete saldrá fuera de la red local. Si la entrada para la red destino no es encontrada en la tabla de ruteo, el ruteador perderá el paquete.

Dos tipos de paquetes son usados para la capa de red; datos y actualizaciones de encaminamientos.

**Paquetes de Datos:** Son usados para transportar datos de usuarios a través de la red, y los protocolos usados para el soporte de tráfico son denominados protocolos de ruteo. Ejemplos de protocolos de ruteo son IP e IPX.





# Universidad Nacional Autónoma de México

Desarrollo e Implementación de una Red Datos con la Integración de Servicios Digitales VoIP.

**Paquetes de Actualización de Rutas:** Son usados para actualizar ruteadores vecinos, informando de redes conectadas al mismo ruteador. Los protocolos que envían actualización de rutas son denominados protocolos de ruteo, y ejemplos son RIP, EIGRP, y OSPF, por nombrar algunos. Los paquetes de actualización de rutas son usados para ayudar a construir y mantener tablas de rutas sobre cada ruteador. La siguiente figura muestra un ejemplo de tablas de ruteo.

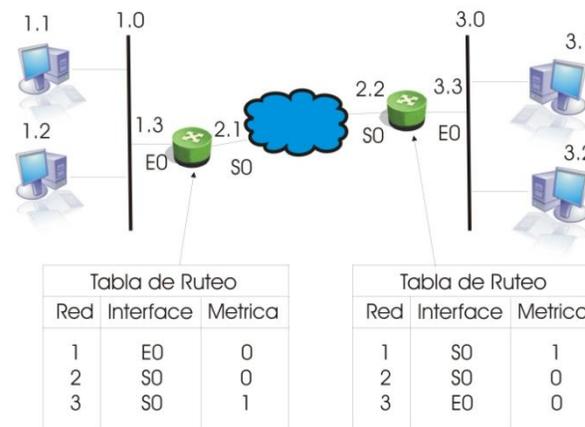


Fig. 20 Tabla de ruteo creada en un router

Las tablas de ruteo incluyen la siguiente información:

**Direccionamiento de la Red:** Protocolo específico para direccionamiento de la red. Un ruteador debe mantener una tabla de ruteo para protocolos de ruteo individual, porque cada protocolo de ruteo mantiene pistas de información de una red con diferentes esquemas de direccionamiento.

**Interfaz:** La interfaz de salida que un paquete debe tomar para una red específica.

**Métrica:** La distancia a la red remota. Los diferentes protocolos de ruteo usan varias técnicas para la medición de esta distancia. Algunos protocolos de ruteo usan contadores de saltos (numero de ruteadores que atraviesa un paquete para llegar a una red remota), mientras otros usan ancho de banda, retardo de línea o conteo de marcas (1/18 de segundo).





# Universidad Nacional Autónoma de México

Desarrollo e Implementación de una Red Datos con la Integración de Servicios Digitales VoIP.

---

Los ruteadores rompen con el tráfico de dominio (*Broadcast Domains*). Esto significa, que por defecto el *broadcast* no es enviado a través del ruteador. Aunque el ruteador deshace las colisiones de dominio, esto puede ser manejado por switches de capa 2. Cada interfaz en un ruteador es una red diferente y debe asignársele un número de identificador único. Cada equipo conectado a la red del ruteador, se le deberá asignar un mismo número de red. Algunos puntos acerca de los ruteadores que se deben recordar:

- Los ruteadores por defecto, no envían ningún paquete en broadcast o multicast
- Los ruteadores usan direccionamiento lógico en un encabezado de la capa de red, para determinar el siguiente salto a otro ruteador enviando el paquete.
- Los ruteadores pueden usar listas de acceso, creadas por un administrador, controlando la seguridad de los paquetes al intentar entrar o salir de la interfaz.
- Los ruteadores pueden proporcionar funciones de puente, capa 2 y si es necesario pueden rutear simultáneamente a través de la misma interfaz.
- En dispositivos de capa 3 (ruteadores en este caso) proporcionan conexión entre Redes Virtuales VLAN's.
- Los ruteadores pueden proporcionar Calidad de Servicio (QoS) para tipos específicos de tráfico en la red.

## Capa de Enlace

La capa de enlace asegura que los mensajes son liberados al dispositivo adecuado y traduce mensajes desde la capa de red dentro de bits para la capa física a transmitir. Esta formatea los mensajes en tramas de datos y añade una cabecera personalizada conteniendo el dispositivo destino y la dirección origen. La información añadida forma una pequeña cápsula que envuelve al mensaje original. La siguiente figura muestra la Capa de Enlace de Datos con especificaciones Ethernet y IEEE. Observe en la figura que los estándares IEEE 802,2 son usados en conjunto con otros estándares, añadiendo funcionalidades a las existentes en los estándares de la IEEE.



Facultad de Estudios Superiores ARAGON



# Universidad Nacional Autónoma de México

Desarrollo e Implementación de una Red Datos con la Integración de Servicios Digitales VoIP.

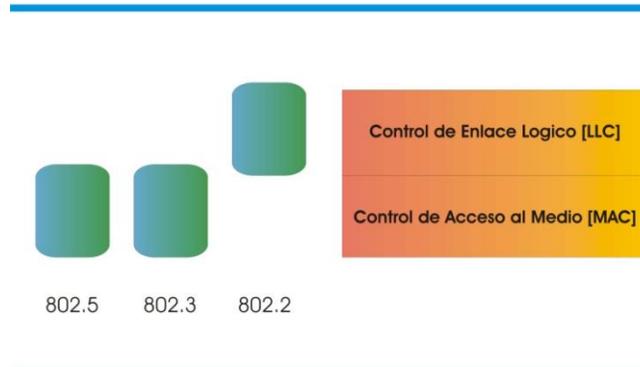


Fig. 21 Capa de enlace de datos

Se debe entender que los ruteadores, los cuales trabajan para la capa de red, no les importan dónde están conectados los equipos; si no la ubicación de las redes conectadas. Estos mantienen información de las rutas o mejores caminos a seguir para el destino de una red remota. La capa de enlace de datos es la responsable únicamente de identificar cada dispositivo sobre una red local.

Con un equipo enviando paquetes a equipos individuales y entre ruteadores, la capa de enlace usa direccionamiento físico de hardware. En cada tiempo un paquete es enviado en tramas entre ruteadores con información de control para la capa de enlace y esta información es removida por el ruteador destino y el paquete original se deja intacto. Estas tramas de paquetes continúan en cada salto hasta que el paquete es finalmente entregado al equipo destino. Lo anterior es importante entenderlo ya que los paquetes nunca son alterados a través de la ruta, solo encapsulados con el tipo de control de información para ser transportado sobre diferentes tipos de medios

La IEEE Ethernet capa de Enlace tiene dos Subcapas:

**Control de Acceso al Medio (MAC) 802.3:** Define como los paquetes serán ubicados en el medio. Contención de acceso al medio se encuentra primero, se atiende el acceso donde todos comparten el mismo ancho de banda. El direccionamiento físico es definido aquí, conocido como topología lógica. La topología lógica es la ruta de la señal a través de una topología física. El orden de línea notifica de errores (no corrige),





# Universidad Nacional Autónoma de México

Desarrollo e Implementación de una Red Datos con la Integración de Servicios Digitales VoIP.

---

ordenando la entrega de tramas y de manera opcional un control de flujo puede también usarse en esta subcapa

**Control de Enlace Lógico (LLC) 802.2:** Esta subcapa es la responsable de identificar los protocolos en la capa de red y encapsularlos. Una cabecera LLC le indica a la capa de enlace que hacer con un paquete una vez que la trama es recibida. Por ejemplo un equipo recibe una trama y entonces observa en el encabezado LLC entendiendo que el paquete es destinado para el protocolo IP en la capa de red. El LLC puede también proporcionar control de flujo y secuencia en bits de control.

## Switches y Bridges para la Capa de Enlace

Los switches y bridges ambos trabajan en la capa de enlace y filtran la red usando direccionamiento MAC. La capa 2 de switcheo es considerada como puente basado en hardware porque esta usa un hardware especializado llamado ASIC's (*Application Specific Integrated Circuits*). ASIC's puede correr hasta velocidades de gigabit con baja latencia. Los Bridges y Switches tienen lecturas de cada trama, como esta pasa a través de la red. Entonces el dispositivo de capa 2 pone la dirección de hardware origen en una tabla de filtro y mantiene este dato por cual puerto está recibiendo. Esta información le indica al switch donde el dispositivo está localizado. Después una tabla de filtro es construida sobre el dispositivo de capa 2 y el dispositivo solo enviara tramas al segmento donde el hardware destino se encuentra localizado. Si el dispositivo destino no está en el mismo segmento el dispositivo de capa 2, bloqueara la trama desde aquí a cualquier otro segmento. Si el destino se encuentra sobre otro segmento, la trama será solo transmitida a ese segmento. Lo anterior se denomina puente transparente.

Cuando una interfaz de un dispositivo de capa 2 (switch) recibe una trama y la dirección del hardware destino es desconocida por la tabla de filtro, este reenviara la trama para los segmentos conectados. Si el dispositivo desconocido replica a este envió de tramas, el switch actualiza la tabla de filtro sobre la localización del dispositivo. Aunque, la dirección destino de la trama transmitida puede ser un direccionamiento de broadcast, en cualquier caso el switch enviara por defecto el broadcast a todo lo que se encuentre conectado en el segmento. A todos los dispositivos que reciben





# Universidad Nacional Autónoma de México

Desarrollo e Implementación de una Red Datos con la Integración de Servicios Digitales VoIP.

---

el broadcast enviado se les considera como un mismo broadcast de dominio. Los dispositivos de capa 2 propagan ráfagas o tormentas de broadcast y la única manera de detener estas tormentas es con un dispositivo de capa 3 (ruteador). El mayor beneficio en el uso de switches en comparación con un hub, es que cada puerto del switch es su propio dominio de colisiones, mientras que un hub crea un largo dominio de colisiones. Aunque los switches y los bridges no terminan con el broadcast de dominio en cambio reenvían todo el broadcast.

Otro benéfico del switcheo en la red sobre implementaciones de hubs es que cada dispositivo sobre todo segmento conectado en un switch puede transmitir simultáneamente porque cada segmento es su propio dominio de colisiones. Los hubs solo permiten la comunicación de un dispositivo por red a la vez.

Los switches no pueden traducir entre diferentes tipos de medios. En otras palabras cada dispositivo conectado al switch deberá usar una trama de tipo ethernet. Si se quisiera conectar una red token ring se necesitaría de un ruteador para proporcionar la traducción de servicios.

## Capa Física

La capa física tiene dos responsabilidades: enviar bits y recibir bits. Bits que ingresan solo con valores de 1 y 0. La capa física comunica directamente diferentes tipos de medios. Diferentes clases de medios que representan estos valores de formas diferentes. Algunos usan tonos de audio, mientras otros emplean cambios de voltaje en el estado de la señal a transmitir, de altos a bajos. Protocolos específicos son necesarios para cada tipo de medio describiendo sus propios patrones de codificación dentro de los medios y la variedad en calidad de medios físicos.

Las especificaciones de la capa física indican los requerimientos eléctricos, mecánicos y funcionales para la activación y mantenimiento de un enlace físico entre sistemas.

Para la capa física, la interfaz entre el Equipo Terminal de datos (DTE) y el Equipo Terminal de Circuito de Datos (DCE), es identificada. El DCE es usualmente localizado por el proveedor de servicio, mientras que el DTE es el dispositivo unido. Estos servicios disponibles para el DTE son



Facultad de Estudios Superiores ARAGON



# Universidad Nacional Autónoma de México

Desarrollo e Implementación de una Red Datos con la Integración de Servicios Digitales VoIP.

---

normalmente administrados vía modem o un Canal de la Unidad de Servicio / Unidad de Servicios de Datos (CSU/DSU).

Los conectores de la capa física así como las topologías son definidos por los estándares OSI, permitiendo a sistemas diferentes comunicarse.

## Tipos de Redes Locales.

Hay muchos tipos distintos, de redes locales. Pudiéndose realizar múltiples combinaciones distintas al seleccionar el tipo de cableado, la topología, el tipo de transmisión e incluso los protocolos utilizados. Estos factores van a determinar la arquitectura de la red local.

Sin embargo, de todas las posibles soluciones hay tres que ya están establecidas y que al mismo tiempo, cuentan con una gran difusión dentro del mundo de las redes locales:

- Ethernet
- Token Ring
- Arcnet

### Ethernet

Esta red fue desarrollada por Xerox Corporation para enlazar un grupo de microcomputadores que estaban distribuidos por los laboratorios de investigación de Palo Alto en California, para poder intercambiar programas y datos, así como compartir periféricos.

En un principio, se creó para ser utilizada con cable coaxial de banda base, aunque actualmente se pueden utilizar otros tipos de cable.

Si se utiliza cable coaxial grueso, se puede tener hasta cuatro tramos de cable (unido con repetidores) y los computadores se conectan al cable por medio de transceptores. Se pueden conectar computadores en tres tramos únicamente, con un máximo de 100 estaciones. Si se utiliza cable coaxial fino, no es necesario utilizar transceptores, pudiéndose conectar el cable al computador por medio de una conexión BNC en forma de T. El número máximo de tramos es de cinco, y la longitud máxima de cada tramo es, aproximadamente, de un tercio de la longitud máxima conseguida con el cable coaxial grueso (550 metros). Así mismo, el número máximo de



---

Facultad de Estudios Superiores ARAGON



# Universidad Nacional Autónoma de México

Desarrollo e Implementación de una Red Datos con la Integración de Servicios Digitales VoIP.

---

estaciones es de 30 por cada uno de los tres tramos en los que se pueden conectar computadores. Los datos se transmiten a una velocidad de 10 megabits/100 megabits por segundo a una distancia máxima de dos kilómetros.

Utiliza una topología en bus con protocolo de contienda CSMA/CD (acceso múltiple por detección de portadora con detección de colisiones). Cualquier estación puede intentar transmitir en cualquier momento, pero como todas utilizan un canal único, sólo una estación puede transmitir datos simultáneamente.

El tamaño del bloque de datos puede oscilar desde 72 hasta 1526 bytes (con un tamaño normal de 256 bytes)

Todas las estaciones tienen asignada una dirección de 48 bytes, que permite que cuando se cambia de lugar una estación no haya posibilidad de conflictos, y por tanto se puede reconfigurar completamente la red local con unos mínimos cambios en el sistema operativo.

## ***Token Ring***

Esta arquitectura de red fue creada por IBM en Octubre de 1985, aunque anteriormente había comercializado dos tipos de redes locales: una red de banda base a 375 kilobits y para un máximo de 64 computadores y una red de banda ancha a 2 Megabits para un máximo de 72 computadores. Emplea una topología de anillo con protocolo de paso de testigo y se puede utilizar cable de par trenzado, cable coaxial y fibra óptica. Los datos se transmiten a una velocidad de 4 Megabits, pudiéndose conectar hasta un máximo de 8 computadores y a una distancia máxima de 350 metros en cada unidad de acceso multiestación (MAU) si se utiliza con cable coaxial (si se utiliza con fibra óptica, puede llegar hasta una velocidad de 16 Megabits). No obstante, como se pueden conectar hasta 12 unidades de acceso multiestación, el número de computadores conectados y la distancia máxima pueden aumentar considerablemente.

## ***Arcnet***

Este tipo de arquitectura comenzó siendo un sistema de proceso distribuido de Datapoint. Es una red en banda base que utiliza una topología mixta estrella/bus con protocolo paso de testigo. Transmite a una



---

Facultad de Estudios Superiores ARAGON



# Universidad Nacional Autónoma de México

Desarrollo e Implementación de una Red Datos con la Integración de Servicios Digitales VoIP.

---

velocidad de 2.5 Mbps y todos los computadores han de estar conectados a un concentrador, hub activo. La distancia máxima entre la computadora y el hub activo no puede sobrepasar los 650 metros. No obstante, se puede conectar más de un hub activo, por lo que el número máximo de estaciones puede llegar a ser de 255.

En la siguiente tabla se ha concentrado a las tres tecnologías valorando como bueno, regular o mala a cada una de ellas obteniéndose los siguientes resultados.

TECNOLOGIA	Ethernet	Token Ring	Arcnet
Coste	Bueno	Malo	Regular
Velocidad	Bueno	Regular	Malo
Instalación	Bueno	Malo	Regular
Distancia	Malo	Bueno	Regular
Nº Estaciones	Bueno	Malo	Regular

## Clasificación y Topologías de las Redes.

Las redes incluyen computadoras y sistemas operativos con todos los modelos de computadoras. Una red típica incluye servidores, computadoras personales y una variedad de otras computadoras y dispositivos de comunicación. Las redes de computadoras encajan la definición general de (*networking*) desde que comparten electrónicamente datos y servicios de computación. Las redes de computadoras por lo general se clasifican de acuerdo a su tamaño, a la distancia de cobertura y por su estructura, de acuerdo a su distancia de cobertura se clasifican en tres tipos:

### **LAN** (*Local Area Network*)

Una Red de Área Local se refiere a la combinación de hardware y software, donde elementos como computadoras, sistema operativo y medios de transmisión constituyen sus principales componentes, estas son relativamente pequeñas. Las LAN normalmente no pueden exceder decenas de kilómetros en tamaño y usan un solo tipo de medio de



---

Facultad de Estudios Superiores ARAGON



# Universidad Nacional Autónoma de México

Desarrollo e Implementación de una Red Datos con la Integración de Servicios Digitales VoIP.

---

transmisión. Normalmente las encontramos ubicadas en un edificio o campus.

## **MAN** (*Metropolitan Area Network*)

Una Red de Área Metropolitana (MAN) es un conjunto de computadoras cuya característica principal es la distribución geográfica de las redes, cuyo tamaño es más grande que una LAN. Esta es llamada metropolitana debido a que normalmente cubre el área de una ciudad (desde unas decenas hasta cien kilómetros). Para este tipo de redes se debe considerar la arquitectura de Hardware y Software que permita soportar la conectividad (medios de transmisión) en estas distancias.

## **WAN** (*Wide Area Network*)

Una Red de Área Amplia (WAN) incluye las redes más grandes dispersas geográficamente en grandes distancias. Una red WAN interconecta MANs y LANs que se encuentran en distintos lugares de un país o localizados alrededor del mundo. Una designación especial ha sido tomada para especificar categorías de WAN.

**ENTERPRISE.** Una red empresarial conecta a todas las redes locales de una organización. El término es normalmente usado para conectar redes de organizaciones extremadamente grandes.

**GLOBAL.** Por definición una red global es la que está alrededor de la tierra.

**INTERNET.** Red de Redes. También es conocida como una Red WAN.

## **Topología**

Las redes se pueden organizar en una gran variedad de formas. El cableado de red se caracteriza generalmente como un bus lineal, estrella o anillo; sin embargo, las redes reales, a medida que van cambiando y creciendo tienden a una combinación de éstas topologías. Las redes podrían clasificarse también como centralizadas (con una computadora central que recibe y transmite todo el tráfico) o distribuidas (donde todas las computadoras de la red reciben y transmiten datos).



Facultad de Estudios Superiores ARAGON



# Universidad Nacional Autónoma de México

Desarrollo e Implementación de una Red Datos con la Integración de Servicios Digitales VoIP.

---

Las redes son construidas usando conexiones punto a punto y multipunto; estos dos tipos de conexiones describen cuántos dispositivos se conectan a un simple cable o a un medio de transmisión de un segmento.

## ***Punto a Punto***

Una conexión punto a punto es una unión directa entre dos dispositivos; cuando uno conecta una PC directamente a una impresora, se ha creado una conexión punto a punto, otro ejemplo de esto es la conexión de dos antenas de micro-ondas.

## ***Multipunto***

Una conexión multipunto es una unión entre tres o más dispositivos. Históricamente fueron usadas para conectar una computadora maestra con una serie de computadoras esclavas; en nuestros días los ambientes LAN, usan conexiones multipunto para conectar dispositivos en las topologías de bus, estrella y celular.

Las conexiones multipunto comparten la misma capacidad de ancho de banda y es dividida entre cada dispositivo conectado al medio.

La topología de la red se refiere a su cableado físico o disposición. Los tres tipos básicos son:

- Redes de bus
- Redes de estrella
- Redes de anillo





# Universidad Nacional Autónoma de México

Desarrollo e Implementación de una Red Datos con la Integración de Servicios Digitales VoIP.

---

## REDES DE BUS

Una topología de red física de bus típicamente usa un cable a lo largo, llamado (*backbone*). Los cables pequeños llamados (*drop cables*) se pueden conectar al (*backbone*) usando conectores tipo "T". El (*backbone*) se terminará de ambos lados por medio de terminadores dispositivos mecánicos que cierran la señal eléctrica.

La mayoría de la topologías de bus permiten a las señales eléctricas o electromagnéticas viajen en ambas direcciones. Sin embargo cuando un bus es usado uni-direccionalmente la señal pasa sólo por un lado de los dispositivos.

Para completar la ruta existen terminadores especiales usados para enviar la señal en la dirección opuesta.

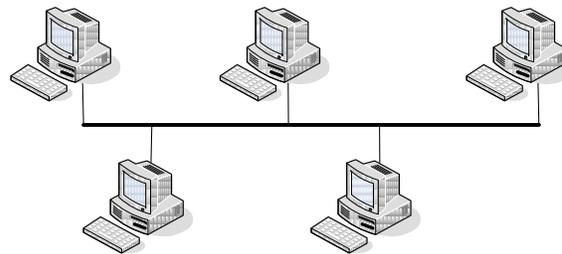


Fig. 22 Diagrama de Red de Bus

### Ventajas:

- Usa estándares establecidos, relativamente sencillos de instalar.
- Requiere menos medios que otras topologías.
- Es barata y fácil de instrumentar.

### Desventajas:

- Difícil de reconfigurar, especialmente cuando la distancia o el número de conectores son el nivel máximo permitido.
- Todas las unidades son afectadas por la falla de algún medio.
- Es la topología más sensible a fallas.





# Universidad Nacional Autónoma de México

Desarrollo e Implementación de una Red Datos con la Integración de Servicios Digitales VoIP.

---

## REDES DE ANILLO

Como su nombre lo indica, la topología en anillo tiene la forma o topología circular física de un anillo. Cada dispositivo se conecta directamente al anillo. Las estaciones se conectan físicamente en un anillo, terminando el cable en la misma estación de donde se originó. Esto hace que sea más difícil de instalar, ya que cada estación repite activamente todos los mensajes, la falla de una estación rompe el anillo, causando que toda la red se apague. En la actualidad la topología de anillo ha dejado de ser popular; cediendo su paso a la topología de ANILLO MODIFICADO o ANILLO DE ESTRELLA; en la cual la falla de una estación no significa la caída de la red.

Las señales eléctricas o electromagnéticas son transmitidas típicamente de dispositivo a dispositivo en una sola dirección. Cada dispositivo incorpora un receptor de señales de entrada y un transmisor para el cable de salida. Las señales son repetidas o regeneradas a cada dispositivo por lo que la degradación es mínima.

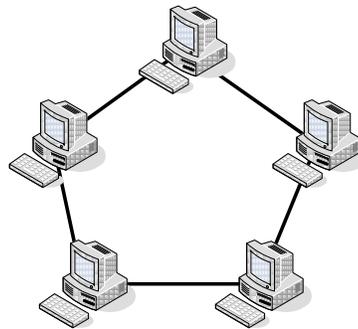


Fig. 23 Diagrama de Red de Anillo

### Ventajas:

- Las fallas de cable son fácilmente identificadas
- Los anillos modificados pueden ser muy tolerantes a fallas especialmente si los cables no son colocados en sitios de falla
- Soporta altas velocidades de transmisión





# Universidad Nacional Autónoma de México

Desarrollo e Implementación de una Red Datos con la Integración de Servicios Digitales VoIP.

---

## Desventajas:

- Mayor dificultad para instalar y reconfigurar que la topología de bus
- Fallas en el medio en sentidos unidireccionales (anillos sencillos) causan falla completa en la red
- Las fallas son corregidas por personal especializado.

## REDES DE MALLA

Una red de malla tiene conexiones punto a punto entre cada dispositivo de la red. Cada dispositivo requiere una interfaz para conectarse a cada uno de los dispositivos de la red, la topología de red en malla no es usada comúnmente en la práctica. A menos que cada estación mande señales frecuentemente a cada una de las demás estaciones, se desperdicia en exceso una gran cantidad de ancho de banda. Sin embargo las redes en malla son extremadamente tolerantes a las fallas, y cada unión provee capacidad garantizada. Típicamente, usamos topologías en malla en una red híbrida con sólo los más largos o más importantes sitios a interconectar.

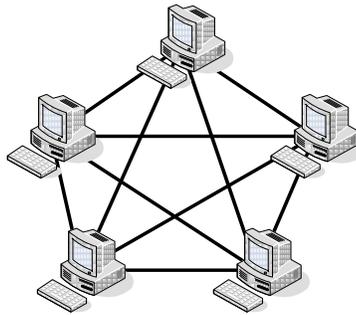


Fig. 24 Diagrama de Red de Malla

## Ventajas:

- Extremadamente segura para tolerancia a fallas, cuando la capacidad de acomodar el tráfico es re-enrutado
- Fácil para aislar problemas y corregirlos.



Facultad de Estudios Superiores ARAGON



# Universidad Nacional Autónoma de México

Desarrollo e Implementación de una Red Datos con la Integración de Servicios Digitales VoIP.

---

## Desventajas:

- Difícil de instalar y reconfigurar, especialmente cuando se incrementa el número de dispositivos
- Requiere personal técnico especializado

## REDES DE ESTRELLA

Cada estación se conecta con su propio cable a un dispositivo de conexión central, ya sea un servidor de archivos o un concentrador o repetidor. Si una estación funciona mal en la red, solamente se apaga la estación individual afectada; el resto de la red continúa operando sin interferencia. Esta topología es ideal para muchas estaciones que se localizan a una gran distancia, permite hacer una fácil instalación y agregar, relocalizar o remover estaciones de la red. Dado que la inteligencia de la red está centralizada, las computadoras no necesitan acopladores (tarjetas de red) complejos para conectarse. Sin embargo, esta topología presenta la desventaja de depender completamente de un nodo en particular.

Este tipo de red se conecta con un tipo de conexión punto a punto, ligado a un dispositivo central, llamado concentrador, o repetidor multipuerto. Adicionalmente, las topologías en estrella pueden ser anidadas con otras estrellas para formar árboles o topologías de red jerárquicas.

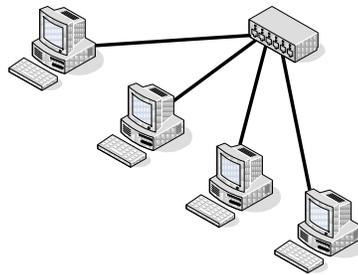


Fig. 25 Diagrama de Red de Estrella

## Ventajas:

- Relativamente fácil de reconfigurar
- Facilidad para identificar problemas
- Cuando hay una falla en el medio el problema se aísla automáticamente sin causar falla a la red



Facultad de Estudios Superiores ARAGON



# Universidad Nacional Autónoma de México

Desarrollo e Implementación de una Red Datos con la Integración de Servicios Digitales VoIP.

---

## Desventajas:

- Requiere más cable que otras topologías.
- Moderadamente difícil de instalar.

## CELULAR

Una topología celular combina estrategias inalámbricas, punto a punto y multipunto, para dividir un área geográfica en células. Cada célula representa la porción de un área de la red total en la cual una conexión específica opera.

Los dispositivos en la célula se comunican con una estación central o concentrador. Los concentradores se interconectan para enrutar datos por la red y proveer la infraestructura completa de red.

Como una estructura inalámbrica, la topología es dependiente de un cable de interconexión. La topología celular retransmite de un lugar a otro por medios inalámbricos a un concentrador. La diferencia entre la topología celular y las otras topologías es que la calidad de transmisión es muy diferente a las topologías de cable.

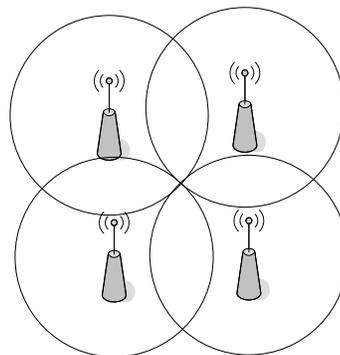


Fig. 26 Diagrama de Red Celular

## Ventajas:

- Relativamente fácil de instalar.



Facultad de Estudios Superiores ARAGON



# Universidad Nacional Autónoma de México

Desarrollo e Implementación de una Red Datos con la Integración de Servicios Digitales VoIP.

---

- No requiere reconfiguración de medios cuando se agrega o se mueve usuarios
- Cuando existe un problema se aísla fácilmente la falla

## Desventajas:

- Todos los dispositivos usando un concentrador en particular son afectados cuando existe una falla en el mismo

## Topologías Lógicas

Las entidades de red transmiten datos dependiendo de una topología lógica de red. En algunos casos especiales, una topología física de red no refleja la forma en que opera la red. El camino actual de la señal es llamado "topología lógica". Los dispositivos de medios de conexión acceden esquemas que pueden ser usados para pasar una señal en un camino lógico diferente del medio físico de conexión. Un buen ejemplo para diferenciar la topología lógica de la física es la red (*Token Ring*) de IBM. Las redes locales (*Token Ring*) frecuentemente usan cable de cobre en sus topologías de estrella con un concentrador en el centro. El concentrador no repite señales de entrada a todos los dispositivos conectados, como sería normalmente en una topología de estrella.

La circuitería del concentrador distribuye cada señal de entrada hacia el siguiente dispositivo en un anillo lógico predeterminado o en un esquema circular. Es por eso que la topología física empleada es una estrella mientras que la topología lógica es un anillo.

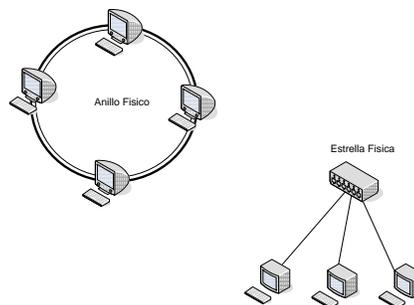


Fig. 27 Topologías lógicas anillo y estrella





# Universidad Nacional Autónoma de México

Desarrollo e Implementación de una Red Datos con la Integración de Servicios Digitales VoIP.

---

Para determinar la topología lógica de una red debemos entender como son recibidas las señales en una red:

- En las topologías lógicas de bus, cada señal es recibida, por todos los dispositivos
- En las topologías lógicas de anillo, cada dispositivo, recibe sólo las señales que han sido especificadas para el nodo. Antes de que un servidor de red sea compartido, las computadoras de red deben tener una forma de hacer contacto con otras computadoras.

Las computadoras usan pulsos de contacto electrónico u ondas electromagnéticas para enviar señales por las siguientes razones:

- Porque están disponibles en forma de corrientes eléctricas
- Porque pueden ser alteradas por materiales semiconductores
- Porque pueden ser usadas para representar al menos dos estados discretos (*binario*)
- Los medios de transmisión sirven para conectar los dispositivos en una red de área local, proporcionando los medios para que las señales de datos viajen de un dispositivo a otro. Algunos medios de transmisión pueden soportar más tráfico que otros. La capacidad de transmisión de datos se mide no sólo por la cantidad de datos que se pueden mandar a través del medio, sino también por qué tan rápido y qué tan lejos pueden viajar los datos sin interferencia o pérdida de fuerza. Los factores que influyen en la transmisión de datos son ancho de banda, interferencia eléctrica y atenuación.



Facultad de Estudios Superiores ARAGON



## Medios de Transmisión

El medio de transmisión es la ruta sobre la cual una señal viaja moviéndose desde un componente hasta otro.

### **Cable Par Trenzado**

El cable par trenzado, es un tipo de cable usado para comunicaciones telefónicas, o redes Ethernet. Un par de cables forman el circuito que pueden transmitir datos. Los pares son trenzados para proporcionar protección contra interferencias o ruido generado por pares adyacentes. Cuando una corriente eléctrica fluye a través de un cable, esta crea un pequeño círculo magnético alrededor del cable. Cuando 2 cables en un circuito eléctrico son ubicados juntos, sus campos magnéticos son exactamente opuestos uno de otro.

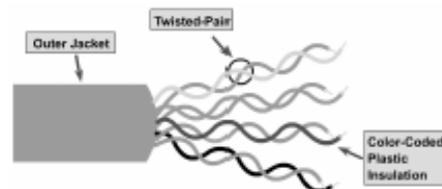
De esta manera los dos campos magnéticos se cancelan, cancelando de igual manera cualquier campo hacia el exterior del cable. El torcer el cable logra el efecto de cancelación. Utilizando la cancelación junto con el torcido de cables, diseñadores de cables pueden proporcionar protección de blindaje dentro de los tipos de medios de transmisión.

Dos tipos básicos de par trenzado existen: Par trenzado sin blindaje (*UTP*) y par trenzado con blindaje (*STP*)

### **UTP**

El cable UTP es un medio que se encuentra compuesto de pares de cables. UTP es usado en una variedad de redes. Cada uno de los ocho pares está cubierto por un material aislante. En adición, los pares de cables son trenzados alrededor de los otros.

*Unshielded Twisted-Pair Cable*



**Fig. 28** Cable par trenzado





# Universidad Nacional Autónoma de México

Desarrollo e Implementación de una Red Datos con la Integración de Servicios Digitales VoIP.

---

El cable UTP confía solamente en la cancelación producida por el efecto de trenzado, limitando la degradación de la señal, causada por la interferencia electromagnética (*EMI*) ó Interferencia por Radio Frecuencia (*RFI*). Reduciendo el error de señal o interferencia entre los pares del cable UTP. El número de vueltas en los pares de cable varía. El cable UTP debe seguir especificaciones precisas de cuantas vueltas o trenzas son permitidas por metro en el cable.

El cable UTP, a menudo es instalado usando conector registrado, el RJ45 es un conector de 8 cables, conector usado comúnmente para computadoras sobre una red de área local, especialmente ethernet.

RJ-45 Connectors



Fig. 29 Conectores RJ45

UTP como medio de la red, tiene una impedancia de  $100 \Omega$ ; estas diferencias son diferentes a otros tipos de par trenzado como lo sería el usado en la telefonía, el cual tiene una impedancia de  $600 \Omega$ . El cable UTP ofrece muchas ventajas, por que UTP tiene un diámetro externo aproximado de 0.43 cm, siendo de tamaño pequeño con ventajas para su instalación, debido a su diámetro externo, el UTP no llena los ductos rápidamente como lo harían, otros tipos pudiendo ser este un factor importante a considerar particularmente cuando se instala una red sobre un edificio viejo. El cable UTP es de fácil instalación y menos costoso que otros tipos, basando en esto su popularidad.

Desventajas también están envueltas en el uso de par trenzado, sin embargo, el cable UTP es más propenso a ruido eléctrico e interferencias que otros tipos, y la distancia de interconexión entre dispositivos es corta, en diferencia con otros como el cable coaxial y la fibra óptica.

Aunque UTP fue considerado como el más lento en transmisión de datos más que otro tipo de cable, esto no es una gran verdad, de hecho, UTP es





# Universidad Nacional Autónoma de México

Desarrollo e Implementación de una Red Datos con la Integración de Servicios Digitales VoIP.

considerado el más rápido basado en cobre hoy en día. El siguiente resumen muestra las características del cable UTP:

Veloc. Y TX	Costo Promedio	Tamaño	Max. Long
10 – 100 Mbps	No muy caro	Pequeño	100 mts

Tipos de cables UTP comúnmente usados:

CATEGORIA	CARACTERISTICAS
CAT - 1	Usado para comunicaciones telefónicas. No sustituible para la transmisión de datos
CAT - 2	Capaz de transmitir datos a velocidades superiores a 4 megabits por segundo (Mbps).
CAT - 3	Cat 3, es un cable de par trenzado diseñado para transportar fielmente data de hasta 10 Mbit/s, con un posible ancho de banda de 16 MHz. Es parte de una familia de estándares de cables de cobre definido en conjunto por la Electronic Industries Alliance y la Telecommunications Industry Association, más específicamente por el estandard EIA/TIA 568.
CAT - 4	Cable de Categoría 4 es una descripción no estandarizada de cable que consiste en 4 cables UTP con una velocidad de datos de 16 Mbit/s y un rendimiento de hasta 20 MHz. Usado en redes token ring, 10BASE-T, 100BASE-T4, y ha caído en desuso. Fue rápidamente reemplazado por el Cable de Categoría 5/5e, que poseen 100±15 Ohmios de impedancia.
CAT - 5	La categoría 5, es uno de los grados de cableado UTP descritos en el estándar EIA/TIA 568B el cual se utiliza para ejecutar CDDI (Copper Distributed Data Interface - Interfaz para la Distribución de Datos sobre Cobre) y puede transmitir datos a velocidades de hasta 100 Mbps a frecuencias de hasta 100 Mhz.
CAT - 5e	Utilizado en redes con funcionamiento de velocidad superiores a 1000 Mbps (1 gigabit por segundo [Gbps])
CAT - 6	La categoría 6 posee características y especificaciones para crosstalk y ruido. El estándar de cable es utilizable para 10BASE-T, 100BASE-TX y 1000BASE-TX (Gigabit Ethernet). Alcanza frecuencias de hasta 250 MHz en cada par y una velocidad de 1Gbps.
CAT - 6a	La TIA aprobó una nueva especificación estándar de rendimiento mejorados para sistemas con cables trenzados no blindado (unshielded). y cables trenzados blindado (Foiled). La especificación ANSI/TIA/EIA-568-B.2-10 indica sistemas de cables llamados Categoría 6 Aumentada o más frecuentemente "Categoría 6A", que operan a frecuencias de hasta 550 MHz (tanto para cables no blindados como cables blindados) y proveen transferencias de hasta 10 Gbit/s. La nueva especificación mitiga los efectos de la diafonía o



Facultad de Estudios Superiores ARAGON



# Universidad Nacional Autónoma de México

Desarrollo e Implementación de una Red Datos con la Integración de Servicios Digitales VoIP.

	crosstalk. Soporta una distancia máxima de 100 metros. En el cable blindado la diafonía externa (crosstalk) es virtualmente cero.
--	---

## STP

El Cable Par Trenzado con Blindaje (*Shielded Twisted Pair*) ; par trenzado apantallado, combina las técnicas de blindaje, cancelación y alambre trenzado. Cada par de alambre se envuelve en una hoja metálica. Los cuatro pares de cables después son envueltos en una trenza metálica total, generalmente cable de 150 Ω. La Especificación de uso es instalación en redes ethernet. STP reduce ruido eléctrico dentro del cable (acoplamiento de los pares, o interferencia) y fuera del cable (EMI y IRF). STP es usualmente instalado con el conector de datos STP, el cual es creado especialmente para STP. Sin embargo, STP puede usar los mismos conectores RJ que utiliza el UTP.

Shielded Twisted-Pair Cable

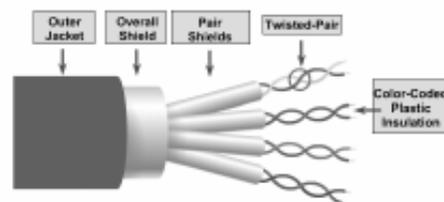


Fig. 30 Cable par trenzado blindado

Aunque STP previene mejor la interferencia, este es más caro y dificulta su instalación. En adición, el blindaje metálico debe ser aterrizado en ambas partes. Si este es aterrizado de manera incorrecta el blindaje actúa como una antena y toma señales no deseadas. Debido a esto el costo y la dificultad con la terminación hacen que STP sea raramente usado en redes Ethernet. STP es básicamente usado en Europa.

Las siguientes características definen el cable:

Veloc. Y TX	Costo Promedio	Tamaño	Max. Long
10/100 Mbps	Muy caro	Medio y Largo	100 mts.





Cuando se compara UTP y STP, hay que considerar los siguientes puntos:

- La velocidad de ambos tipos de cable es usualmente satisfactoria para distancias de área local
- Es un poco más caro para comunicaciones de datos, siendo UTP menos caro que STP
- La mayoría de las instalaciones cuentan con cable UTP, muchos estándares de comunicación son adaptados para usarse con este cable, evitando el costo de un recableado

## **CABLE COAXIAL**

El cable coaxial consiste de un hueco cilíndrico que rodea a un solo cable interno hecho por dos elementos conductivos. Uno de estos elementos, colocado en el centro del cable, es un conductor de cobre. Envolviendo el conductor de cobre hay una capa de aislamiento flexible. Fuera de este material de aislamiento esta un tejido metálico de cobre que actúa como el segundo alambre en el circuito y como protector para el conductor interno. La segunda capa, o protector, puede contribuir a reducir la cantidad de interferencia exterior. La cubierta de protección es la chaqueta del cable.

*Coaxial Cable*

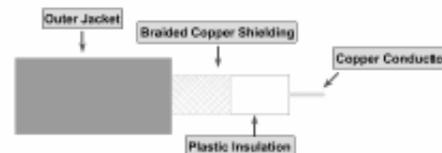


Fig. 31 Cable coaxial

El cable coaxial soporta de 10 a 100 Mbps y es relativamente barato, aunque este es más costoso que el UTP sobre unidad por longitud. Sin embargo, el cable coaxial puede ser más barato para topologías físicas de bus, porque menos cable es empleado. El cable coaxial puede ser instalado a distancias largas más que el cableado par trenzado. Por ejemplo, Ethernet puede funcionar aproximadamente a 100 metros y el cable coaxial aumenta esta distancia hasta los 500m. Para las redes locales, el cable coaxial ofrece varias ventajas, ya que puede utilizarse con menor potencia en los repetidores para largas distancias entre los nodos de red que el cable de STP o UTP requieren.





# Universidad Nacional Autónoma de México

Desarrollo e Implementación de una Red Datos con la Integración de Servicios Digitales VoIP.

---

Los repetidores regeneran las señales en una red de modo que puedan cubrir grandes distancias. El cable coaxial es menos costoso que el cable de fibra óptica, y la tecnología es conocida; se ha utilizado por muchos años para todos tipos de comunicaciones de datos. Cuando se trabaja con cable, se necesita considerar el tamaño, grueso o diámetro de los cables, así la dificultad de trabajar con este. Hace tiempo el cable debía ser tendido a través de conductos existentes que eran limitantes en tamaño. El cable coaxial inicia con una variedad de tamaños, diámetros de 1 cm fueron especificados para usar en (*backbones*) de redes ethernet, ya que históricamente este tiene características de transmisión altas y rechazo al ruido. Este tipo de cable coaxial es frecuentemente referido como (*thicknet*), como su nombre sugiere el cable (*thicknet*), puede ser muy rígido para instalar y fácil en algunos casos. La regla general es que mientras más difícil sea la instalación del medio más cara será su instalación. El cable coaxial es más caro instalarlo que el par trenzado. El cable (*thicknet*) casi nunca es usado, excepto para propósitos especiales de instalación.

Una conexión de dispositivo conocido como (*vampire tap*), se usa para conectar dispositivos de red (*thicknet*), el (*vampire tap*) se conecta a computadoras con más cables conectados a una unidad denominada Interfaz de conexión (*attachment unit interfase; AUI*). Aunque esta interfaz de 15 pines resulta complicado terminarla, es mucho más fácil trabajarlo que el (*thicknet*).

En el pasado, el cable coaxial contaba con un diámetro de solo 0.35 cm algunas veces referido como (*thinnet*) se usaba en redes (*Ethernet*). (*thinnet*) usado especialmente para instalaciones de cable que requerían de muchas vueltas, era fácil de instalar y más barato. Sin embargo debido a que el recubrimiento metálico abarca la mitad del circuito eléctrico, se debe tener cuidado especial y asegurarse que se encuentra bien aterrizado. El ponerlo a tierra se hace asegurando que ambos extremos tengan una conexión sólida. Los problemas de conexión resultan en ruido eléctrico el cual interfiere con la señal transmitida sobre el medio de la red. Por esta razón si se tiene diámetro pequeño, (*thinnet*) no es ampliamente usado en redes (*Ethernet*).

Los conectores más comúnmente usados con (*thinnet*), son los BNC. El conector básico BNC es hembra, tipo montado para cada punta del cable.



---

Facultad de Estudios Superiores ARAGON



# Universidad Nacional Autónoma de México

Desarrollo e Implementación de una Red Datos con la Integración de Servicios Digitales VoIP.

---

Este conector tiene un pin central en el centro del cable y un tubo metálico con blindaje para protección del mismo. Un anillo giratorio fuera del cable sujeta el cable para cualquier conector hembra.

*Thinnet and BNC Connector*



Fig. 32 Conector Thinknet BNC

El siguiente resumen indica las características del cable coaxial:

TX	Costo Promedio	Tamaño	Max. Long
10 – 100 Mbps	Barato	Medio	500 mts.

## **CABLE PLENUM**

Este cable es el que corre en espacio completo de un edificio. En un edificio en construcción (PLEH-NUHM, del latín COMPLETO) es un espacio separado que proporciona circulación de aire para la calefacción, ventilación y aire acondicionado referido como (HVAC), se ubica en un espacio entre el techo estructural y el techo falso o plafón. En construcciones con instalación de computadoras, el espacio completo a menudo es usado para instalar o tender cables de conexión, porque ordinariamente el cable introduce tóxicos de peligro en caso de incendio, por lo que especialmente el cable plenum requiere ser ubicado en áreas con ventilación.

En los Estados Unidos, normalmente el cable plenum tiene diámetros de 22 y 24 AWG. El cable plenum está hecho de teflón y es más caro que el cable normal. Este material de recubrimiento es resistente a las flamas, produciendo menos humo que un cable normal. Los cables par trenzado y coaxial se fabrican en versiones plenum.





## FIBRA ÓPTICA

La fibra óptica usada para redes consiste en dos fibras en un recubrimiento separadas internamente por envolturas. Si se observa cada fibra óptica es envuelta por capas protectoras de material que es usualmente plástico protector, como el (kevlar) y finalmente una chaqueta externa. La chaqueta externa proporciona protección para el cable completo, mientras el plástico forma códigos apropiados para fuego y construcción.

El (kevlar) tiene adicionalmente una protección de amortiguamiento, para la fragilidad; pelo fino de fibra de vidrio. La fibra óptica al ser enterrada requiere de cables por código y un alambre de acero inoxidable para añadir tensión o fuerza.

*Fiber-Optic Cable*

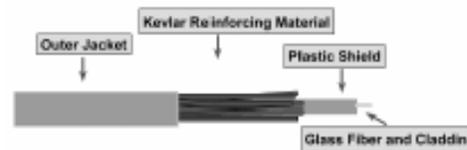


Fig. 33 Cable de Fibra Óptica

Las guías de luz de una fibra óptica son llamadas núcleo. El núcleo es usualmente como un vidrio muy puro con un alto índice de refracción. Cuando la capa de recubrimiento de vidrio o plástico con un bajo índice de refracción envuelve el núcleo de vidrio, la luz puede ser atrapada en el núcleo de la fibra. Este proceso es llamado reflexión interna total. Esto permite a la fibra actuar igual a una pipa de luz guiando la luz a distancias largas. La fibra óptica es la más cara de los otros tipos de medios, pero esta soporta velocidades de más de 1 Gbps.

Existen dos tipos de fibra óptica:

### **Modo simple (monomodo):**

La fibra monomodo, permite solo un modo o forma de onda de luz propagada a través de la misma. Esta es capaz de manejar anchos de banda altos y mayores distancias que la multimodo, se usa para (*backbone*) en campus. Este tipo de fibra usa láser como método de generación de luz.





# Universidad Nacional Autónoma de México

Desarrollo e Implementación de una Red Datos con la Integración de Servicios Digitales VoIP.

---

El cable monomodo es mucho más caro que el cable multimodo. Este tiene longitudes máximas de más de 10 km.

## **Multimodo:**

Esta fibra permite múltiples modos de propagación de luz a través de la misma. Usada para aplicaciones de trabajo en grupo. Usa diodos emisores de luz (LED's) como dispositivos generadores de luz. La máxima longitud soportada es de 2 km.

Las características de los diferentes tipos de medios tienen un impacto significativo sobre la velocidad de transferencia de datos. El cable de fibra óptica es un medio capaz de conducir transmisiones de luz modulada y comparada con otros medios de red, es el más caro. Esta no es susceptible a interferencia electromagnética y es capaz de manejar tasas de datos superiores a cualquier otro tipo de media tratados. La fibra óptica no transporta impulsos eléctricos como lo haría un medio de cobre. En cambio, las señales representadas son convertidas en haces de luz

Los conectores de fibra óptica existen en múltiples variedades. La mayor diferencia entre los conectores de monomodo y multimodo es la precisión en el proceso de manufactura. La característica del monomodo es el tamaño ligero a diferencia de uno multimodo, esto asegura baja tolerancia en el ensamble del conector haciendo más difícil su ensamblado.

Diferentes tipos de conectores de fibra óptica son usados en la industria de las comunicaciones. La siguiente lista describe dos de los más comúnmente usados:

- **SC.** El conector SC tiene un método de conexión y desconexión (push-pull), el cual para conectar solo hay que empujar y para desconectar hay que jalar.
- **ST.** Este conector es de tipo bayoneta. El conector se debe insertar completamente en el receptáculo y girar en el sentido de las manecillas del reloj para cerrarlo. La siguiente figura lo muestra.





# Universidad Nacional Autónoma de México

Desarrollo e Implementación de una Red Datos con la Integración de Servicios Digitales VoIP.

---

ST Fiber-Optic Connector



Fig. 34 Conector de Fibra Óptica ST

El siguiente resumen indica las principales características de los cables de fibra óptica:

- Velocidad de Transferencia ; mas de 1 Gbps
- Costo promedio por nodo ; caro
- Tamaño y medida de conectores ; pequeños
- Longitud máxima de Cable ; más de 10 km para monomodo y hasta 2 km para multimodo

## COMUNICACIÓN INALÁMBRICA

Las comunicaciones inalámbricas usan señales de radio frecuencias (RF) o señales infrarrojas (IR) para transmitir datos entre dispositivos sobre una red. Para redes inalámbricas un componente clave es el concentrador o punto de acceso, usado para la distribución de la señal.

Wireless Network

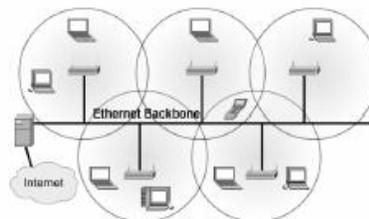


Fig. 35 Red Inalámbrica

Para recibir la señal desde el punto de acceso se debe instalar un adaptador inalámbrico a la computadora. Las señales inalámbricas son ondas electromagnéticas que pueden viajar a través del vacío fuera del espacio y a través de un medio como lo es el aire. Por lo tanto no es necesario un medio físico para señales inalámbricas, haciendo esto muy versátil. Las señales inalámbricas usan una porción del espectro de radio

---





# Universidad Nacional Autónoma de México

Desarrollo e Implementación de una Red Datos con la Integración de Servicios Digitales VoIP.

---

frecuencia para transmitir voz, video y datos. El rango de frecuencias inalámbricas se encuentra desde los 3 KHz hasta los 300 Ghz. La tasa de transmisión de datos va desde 9 Kbps hasta más de 54 Mbp.

Una principal diferencia entre una forma de onda electromagnética es la frecuencia. Las ondas de bajas frecuencias tienen una longitud de onda larga, mientras que las altas frecuencias tienen una longitud de onda corta.

Algunas aplicaciones comunes de comunicación de datos inalámbrica incluyen lo siguiente:

- Acceso a Internet usando un teléfono celular
- Acceso a internet vía satélite
- Usando dispositivos inalámbricos como teclado o ratón, para computadora
- Otra aplicación común son las Redes Inalámbricas las cuales se construyeron en acuerdo y desarrollo de la IEEE, formando el estándar 802.11. Las WLANS típicamente usan ondas de radio (900 Mhz), Microondas (2.4Ghz) y Ondas Infrarrojas (820 nanómetros) para comunicarse. La tecnología inalámbrica es crucial hoy en día como parte de las redes.

## Protocolos de Control de Acceso

A través de los años los ingenieros en redes de datos han desarrollado reglas precisas para como los paquetes de datos son construidos, y como cada lado sabrá cuando enviar y recibir paquetes. Estas reglas son llamadas PROTOCOLOS. Aunque muchos protocolos para datos han sido desarrollados durante el paso de los últimos 50 años, de la misma manera la cuesta de Internet o protocolo de Internet "IP" ha iniciado uno de los protocolos más importantes probando escalabilidad y adaptabilidad, cambiando las formas de pensar entorno a transferencia de datos y comunicaciones.

Los principales parámetros que caracterizan a los protocolos de acceso al medio son: el dónde y el cómo se lleva a cabo el control. Los protocolos que han tenido mayor aceptación son aquellos que realizan el control en una forma distribuida. La forma en cómo se lleva a cabo la administración se puede dividir en tres grandes filosofías:



Facultad de Estudios Superiores ARAGON



# Universidad Nacional Autónoma de México

Desarrollo e Implementación de una Red Datos con la Integración de Servicios Digitales VoIP.

---

- **Round-Robin.-** en la que bajo un determinado orden se da a cada estación una oportunidad para transmitir.
- **Reservaciones.-** donde cada estación reserva un tiempo para transmitir.
- **Contienda.-** en la que todas las estaciones luchan entre sí, para transmitir.

De todas las topologías de redes locales, la topología en bus/árbol es la que presenta el mayor reto y las mayores opciones para el control de acceso al medio.

**CSMA/CD:** Usado por Ethernet y estandarizado por el IEEE.802.3. Es un protocolo de contienda (distribuido).

Este método de acceso tiene como objeto proveer accesos múltiples a los nodos de una red con topología de bus, y está basado en el principio de censar el medio de comunicación antes y durante la transmisión de un paquete de información, asumiendo que el retraso en la propagación es muy corto comparado con el tiempo de transmisión del paquete de datos. CSMA/CD proviene de las siglas en inglés de (*Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection*). Esta técnica de acceso al medio (MAC) es una de las más utilizadas en topologías bus/árbol. Originalmente fue desarrollada por Xerox para su red local Ethernet. El comité de la IEEE 802 creó el estándar IEEE 802.3 basado en esta técnica de acceso al medio para banda base. Esta técnica es una evolución de las técnicas de acceso aleatorio (*aloha*). En un canal (*aloha*) puro, las terminales transmiten cuando lo necesitan, sin importar si hay una transmisión en progreso. El control de acceso al medio es muy sencillo pero la máxima utilización es solamente del 18%.

Posteriormente se desarrolló el canal (*aloha sincronizado*)-(sloteed *aloha*), en el cual las terminales solamente pueden iniciar transmisiones al inicio de una ranura de  $t$  segundos, donde " $t$ " es el tiempo de transmisión de un paquete de longitud fija. Con esto se logra una utilización máxima del 36%. Tratando de incrementar la utilización de los canales de comunicación, se creó la técnica CSMA (*Carrier Sense Multiple Access*). La idea básica del CSMA es que cuando una terminal necesita transmitir, primero revisa al medio de transmisión para ver si no hay una transmisión en progreso y



Facultad de Estudios Superiores ARAGON



# Universidad Nacional Autónoma de México

Desarrollo e Implementación de una Red Datos con la Integración de Servicios Digitales VoIP.

---

evitar así una colisión. Si el medio está libre, transmite; si está ocupado, espera. Esta modificación, aun cuando parece muy simple y obvia, logra incrementar la utilización de los canales (*aloha*) ya que reduce el intervalo de colisión y, por lo tanto reduce el número promedio de colisiones, pero no las evita, ya que dos o más terminales pueden iniciar una transmisión al mismo tiempo y producir una colisión. En los canales (*aloha*) se utilizaba transmisión por señales de radio con una velocidad de transmisión relativamente baja y el tiempo de transmisión resultaba mucho mayor que el tiempo de propagación de la señal de radio desde la estación transmisora hasta la estación central receptora. En redes locales esto no es cierto por dos razones:

- La velocidad de la onda electromagnética en medios guiados es  $\frac{2}{3}$  de la velocidad en el aire.
- Las velocidades de transmisión son mucho mayores que las utilizadas originalmente en canales (*aloha*)

Por ejemplo, si consideramos una red Ethernet 10Base5 con 5 segmentos. (10Base5 significa velocidad = 10 Mbps, transmisión banda base y longitud máxima de cada segmento = 500 metros). La velocidad de propagación es  $2 \times 10^8$  y la longitud de la red es de 2500 metros, lo cual da un tiempo de propagación de 12.5 ms, esto sin considerar atrasos en repetidores entre segmentos. La velocidad de transmisión es de 10 Mbps y suponiendo paquetes de 512 bits, da un tiempo de transmisión de 51.2 ms. Como puede verse, los puntos ahora son del mismo orden.

Si la terminal que está en un extremo de la red inicia una transmisión en el tiempo  $t_0$ , la terminal que está en el otro extremo no se dará cuenta antes de 12.5 ms, propiciando que esta última crea que el medio está libre e inicie una transmisión que ocasiona una colisión. La utilización máxima usando CSMA depende de la relación del tiempo de propagación con el tiempo de transmisión. En redes locales esta relación se conoce como "a". Los valores de la "a" pequeños favorecen una utilización mayor de la red, mientras que los valores grandes provocan una utilización menor.

El tiempo que se desperdicia en terminar de transmitir los paquetes cuando hay colisión no tiene sentido. Esto dio origen a la técnica de acceso al medio CSMA\ CD (*Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection*).



Facultad de Estudios Superiores ARAGON



# Universidad Nacional Autónoma de México

Desarrollo e Implementación de una Red Datos con la Integración de Servicios Digitales VoIP.

---

CSMA\CD añade las siguientes reglas a CSMA:

- Si se detecta una colisión durante la transmisión, se suspende la transmisión del paquete inmediatamente y se genera una señal breve que indica que hubo colisión (*jamming signal*).
- Después de indicar la colisión, se genera un tiempo aleatorio, transcurrido este, se intenta llevar a cabo la transmisión usando CSMA.
- El tiempo máximo que se necesita para detectar una colisión es dos veces el máximo tiempo de propagación.

**Token Bus:** Estandarizado por el IEEE 802.4. Es un protocolo (*round robin*) distribuido. En los últimos años se han propuesto una serie de protocolos de acceso al medio para la topología en anillo.

**Token Ring:** Es un protocolo (*round robin*) distribuido. El protocolo que se utilice para controlar el acceso al medio en gran parte define el desempeño de una red local. Con un protocolo de acceso al medio ideal los parámetros más utilizados para medir la eficiencia de una red local son:

- **D** El tiempo promedio de atraso desde que el paquete está listo para la transmisión hasta que se ha transmitido exitosamente.
- **S** El flujo en la red (*throughput*).
- **U** La utilización del medio de comunicación.
- Efecto del tiempo de propagación en relación con la velocidad de transmisión

Para comprender cómo influye el tiempo de propagación de la información a través del medio en el rendimiento de la transmisión (velocidad de transmisión), es necesario comprender primero los siguientes conceptos:

- **R.** Razón de transmisión (velocidad de transmisión) en bits/segundo.
- **D.** Longitud del medio de comunicación.
- **V.** Velocidad de la onda electromagnética en el medio de transmisión.
- **L.** Longitud de los paquetes de datos en bits.
- **Métodos de acceso.** Un Método de Acceso es una Técnica de Control de Acceso al Medio que establece las reglas que indican como un nodo de red puede hacer uso del medio de comunicación para transmitir su información. Es en sí programación que



Facultad de Estudios Superiores ARAGON



# Universidad Nacional Autónoma de México

Desarrollo e Implementación de una Red Datos con la Integración de Servicios Digitales VoIP.

---

apoyada en hardware determina en qué momento y cómo, un nodo de red accesa al medio. Esto es, el método de acceso provee el control lógico del medio físico del que se dispone para la comunicación.

## TCP/IP

TCP/IP es un conjunto de protocolos. Las siglas significan (*Protocolo de control de transmisión* / *Protocolo de Internet*). En algunos aspectos, TCP/IP representa todas las reglas de comunicación para Internet y se basa su funcionamiento en la dirección IP, es decir en la idea de brindar una dirección IP a cada equipo de la red para poder enrutar paquetes de datos. Debido a que el conjunto de protocolos TCP/IP originalmente se creó con fines militares, está diseñado para cumplir una cierta cantidad de criterios, entre ellos:

- Dividir mensajes en paquetes
- Usar un sistema de direcciones
- Enrutar datos por la red
- Detectar errores en las transmisiones de datos

En general TCP/IP relaciona dos conceptos:

- La noción de estándar; TCP/IP representa la manera en la que se realizan las comunicaciones en una red.
- La noción de implementación; la designación TCP/IP generalmente se extiende a software basado en el protocolo TCP/IP. En realidad, TCP/IP es un modelo cuya aplicación de red utilizan los desarrolladores. Las aplicaciones son, por lo tanto, implementaciones del protocolo.

Para poder aplicar el modelo TCP/IP en cualquier equipo, es decir, independientemente del sistema operativo, el sistema de protocolos TCP/IP se ha dividido en diversos módulos. Cada uno de estos realiza una tarea específica. Además estos módulos realizan sus tareas uno después del otro en un orden específico, es decir que existe un sistema de capas. El término capa se utiliza para reflejar el hecho que los datos que viajan por la red atraviesan distintos niveles de protocolos. Por lo tanto, cada capa



---

Facultad de Estudios Superiores ARAGON



# Universidad Nacional Autónoma de México

Desarrollo e Implementación de una Red Datos con la Integración de Servicios Digitales VoIP.

procesa sucesivamente los datos (paquetes de información) que circulan por la red, agregando un elemento de información (llamado encabezado) y los envía a la capa siguiente. En una pila de protocolos cada nivel soluciona una serie de problemas relacionados con transmisión de datos, y proporciona un servicio bien definido a los niveles más altos. Los niveles superiores son los más cercanos al usuario y tratan con datos más abstractos, dejando a los niveles más bajos la labor de traducir los datos de forma que sean físicamente manipulables.

El modelo de Internet fue desarrollado como la solución a un problema práctico de ingeniería. El modelo OSI, en cambio, fue propuesto como una aproximación teórica y también como una primera fase en la evolución de las redes de ordenadores. Por lo tanto el modelo OSI es más fácil de entender, pero el modelo TCP/IP es el que realmente se usa.

El modelo TCP/IP es muy similar al modelo OSI (modelo de 7 capas) que fue desarrollado por la Organización Internacional para la Estandarización (ISO) para estandarizar las comunicaciones entre equipos.

7	<b>Aplicación</b>	ej. HTTP, DNS, SMTP, SNMP, FTP, Telnet, SSH y SCP, NFS, RTSP, Feed, Webcal, POP3
6	<b>Presentación</b>	ej. XDR, ASN.1, SMB, AFP
5	<b>Sesión</b>	ej. TLS, SSH, ISO 8327 / CCITT X.225, RPC, NetBIOS
4	<b>Transporte</b>	ej. TCP, UDP, RTP, SCTP, SPX
3	<b>Red</b>	ej. IP, ICMP, IGMP, X.25, CLNP, ARP, RARP, BGP, OSPF, RIP, IGRP, EIGRP, IPX, DDP
2	<b>Enlace de datos</b>	ej. Ethernet, Token Ring, PPP, HDLC, Frame Relay, RDSI, ATM, IEEE 802.11, FDDI
1	<b>Físico</b>	ej. cable, radio, fibra óptica

Fig. 36 Capas de Modelo TCP/IP

5	<b>Aplicación</b>	ej. HTTP, FTP, DNS <i>(protocolos de enrutamiento como BGP y RIP, que por varias razones funcionan sobre TCP y UDP respectivamente, son considerados parte del nivel de red)</i>
4	<b>Transporte</b>	ej. TCP, UDP, RTP, SCTP <i>(protocolos de enrutamiento como OSPF, que funcionan sobre IP, son considerados parte del nivel de Internet)</i>
3	<b>Internet</b>	Para TCP/IP este es el Protocolo de Internet (IP) <i>(protocolos requeridos como ICMP e IGMP funcionan sobre IP, pero todavía se pueden considerar parte del nivel de red; ARP no funciona sobre IP)</i>
2	<b>Enlace</b>	ej. Ethernet, Token Ring, PPP, HDLC, Frame Relay, RDSI, ATM, IEEE 802.11, FDDI
1	<b>Físico</b>	ej. medio físico, y técnicas de codificación, T1, E1

Fig. 37 Función de capas TCP/IP





# Universidad Nacional Autónoma de México

Desarrollo e Implementación de una Red Datos con la Integración de Servicios Digitales VoIP.

La siguiente figura representa el modelo TCP/IP resumido a 4 capas, conocido también como el modelo DoD (Department of Defense Model), “Modelo del Departamento de la Defensa”. Integrando la capa física y la de enlace en una sola, y la capa de red conocida como la capa de Internet.

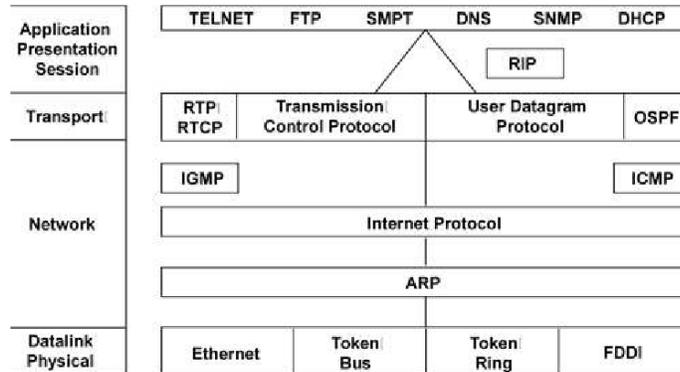


Fig. 38 Modelo TCP/IP resumido en 4 capas

La familia de protocolos TCP/IP forma las bases de Internet presente hoy en día. Programas de computadores envían y reciben datos sobre la red IP haciendo llamadas de programa para el software TCP/IP conocido como pila de protocolos, en las computadoras locales.

La pila TCP/IP en la computadora local intercambia con la pila TCP/IP en la computadora destino, para completar la transferencia de datos desde un lado a otro. La información que se intercambia consiste en el tamaño de los (*chunks*) que ellos intercambian “tamaño de datagrama”, la identificación asociada con cada datagrama cabecera de datagrama, y que podría ocurrir si un datagrama se pierde o daña durante el tránsito.

Es el protocolo de Internet (IP), quien determina como los datagramas harán su transferencia a través de una red IP, desde el programa de envío hasta el programa receptor. Datagramas son las unidades que se envían y reciben desde los extremos en ambos lados, y estos se mueven en saltos o segmentos a través de la red. Cada salto tiene características de la propia red; Por ejemplo, algunos saltos pueden ser rápidos saltos ethernet. En cambio otros pueden ser lentos como las conexiones de MODEM. Para optimizar el rendimiento de los saltos, dispositivos sobre la red pueden ejecutar fragmentación de datagramas cortando datagramas largos en





# Universidad Nacional Autónoma de México

Desarrollo e Implementación de una Red Datos con la Integración de Servicios Digitales VoIP.

---

piezas o datagramas pequeños, llamados paquetes, los cuales necesitan ser re ensamblados al formato original de datagrama una vez recibido.

## CAPAS DE TCP/IP

### Aplicación

- Es el nivel más alto de la arquitectura TCP/IP. Aquí se ubican las entidades de software o programas o procesos o protocolos o servicios (transferencia de ficheros o FTP, correo electrónico o SMTP, navegación Web o HTTP, etc.) con los que interactúa directamente el usuario. Las unidades de datos manejadas por cualquier entidad del nivel de aplicación se denominan mensajes y constan de una cabecera de información de control propia de la aplicación correspondiente y unos potenciales (si existen) datos de usuario.

### Transporte

- Es el nivel responsable del transporte de los mensajes entre entidades del nivel de aplicación. Aquí se sitúan dos entidades de software o protocolos denominados: TCP (*Transmission Control Protocol*) y UDP (*User Datagram Protocol*). La entidad del nivel de transporte, TCP o UDP, acepta en el sistema emisor los mensajes de aplicación y los segmenta, si es el caso, en unas unidades más pequeñas a las cuales añade unas cabeceras de información de control que incluyen, entre otras informaciones, códigos (números de puerto), que identifican los procesos de aplicación extremo a extremo. La unidad de datos resultante se denomina segmento TCP o segmento para el caso del protocolo TCP, y datagrama UDP o datagrama en el caso del protocolo UDP. Si el servicio ofrecido por el nivel de transporte es orientado a conexión, caso del protocolo TCP, se establece una conexión extremo a extremo entre dos entidades TCP entre la máquina de origen y la máquina de destino por donde fluyen, posteriormente de manera ordenada todos los segmentos de información. En este tipo de servicio TCP, el nivel de transporte se encarga de la fiabilidad de la comunicación extremo a extremo, independientemente de la tecnología, topología, número y tipo de redes que hayan intervenido. Por tanto, hay todo un control de errores físicos (*detección y recuperación de segmentos que han*



---

Facultad de Estudios Superiores ARAGON



# Universidad Nacional Autónoma de México

Desarrollo e Implementación de una Red Datos con la Integración de Servicios Digitales VoIP.

---

*cambiado físicamente en algún bit) y lógicos (detección y recuperación de segmentos perdidos, desordenados y duplicados). Asimismo, hay un control de flujo entre entidades TCP para impedir que una entidad transmita más rápidamente de lo que otra es capaz de almacenar y procesar. Si el servicio ofrecido por el nivel de transporte es no orientado a conexión, caso del protocolo UDP, no se establece ninguna conexión extremo a extremo entre las dos entidades UDP. Consecuentemente, cada datagrama UDP se trata como una unidad independiente y se envía aisladamente de las demás. Por consiguiente, no se mantiene ningún tipo de control de errores (sólo hay una detección de errores físicos sin recuperación) ni de flujo. Esto quiere decir, que los datagramas UDP pueden no llegar y en el caso de llegar, hacerlo de forma desordenada o duplicada. Es importante resaltar que, al igual que en OSI, a partir de este nivel todas las comunicaciones son extremo a extremo ya que no va a intervenir nunca una entidad TCP o UDP en el camino entre las dos entidades de transporte origen y destino.*

## Internet o Red

- Es el nivel responsable del encaminamiento de los segmentos TCP y datagramas UDP del nivel de transporte. Fundamentalmente, aquí se ejecuta una entidad o protocolo que se denomina IP (*Internet Protocol*). La entidad del nivel de Internet o entidad IP acepta segmentos TCP o datagramas UDP del nivel de transporte y les añade una cabecera. A la unidad de datos resultante se la denomina datagrama IP o datagrama. A veces, los datagramas IP se denominan paquetes IP o paquetes para evitar la confusión con los datagramas UDP. Por intentar seguir la terminología estandarizada en los documentos (RFC: Request for Comments), cuando haya una referencia a las unidades de datos del protocolo UDP, se utilizará expresamente el término datagrama UDP. En el caso de las unidades de datos del protocolo IP, se utilizarán indistintamente los términos datagrama IP o datagrama. Posteriormente, este nivel encamina estos datagramas a través de Internet usando un algoritmo y una tabla de encaminamiento para saber si el datagrama lo envía directamente a su propia red o lo pasa al router contiguo o vecino. Este nivel, ofrece siempre un servicio no orientado a conexión. Consecuentemente, no se mantiene ningún tipo de control de errores (sólo hay una detección de errores físicos sin recuperación) ni de flujo. Se asume, por tanto, que si un



---

Facultad de Estudios Superiores ARAGON



# Universidad Nacional Autónoma de México

Desarrollo e Implementación de una Red Datos con la Integración de Servicios Digitales VoIP.

---

datagrama se pierde, será el protocolo TCP del nivel de transporte el encargado de su recuperación (ya que ese datagrama encapsula un segmento TCP). Si la pertinente aplicación está montada sobre UDP, serán los mecanismos fiables de la aplicación en cuestión quienes lleven a cabo la citada recuperación. Es importante resaltar que cada segmento TCP o datagrama UDP se encapsula en un único datagrama IP. Aunque en este nivel, como ya se estudiará, existen más protocolos; el protocolo IP es el protocolo clave o por excelencia del nivel en cuestión. A una dirección de Internet o dirección numérica, también se la suele denominar dirección IP. En el caso de los routers o sistemas intermedios, generalmente este nivel es el último de la arquitectura TCP/IP ya que se asume que no se ejecutan procesos de usuario y, por tanto en un principio no se necesitan los niveles de aplicación y transporte. Por consiguiente, este nivel 2 no es extremo a extremo ya que siempre que exista al menos un router entre los sistemas finales de origen y destino, se imposibilita el envío directo de datagramas entre ambos extremos ya que dichos datagramas tienen que ser procesados previamente por la entidad intermedia IP alojada en el nivel Internet o de red del router.

## Acceso a la Red

- Es el nivel responsable del intercambio de datagramas IP entre dos entidades contiguas del nivel de red en el camino origen-destino. Este es el nivel de software más bajo de la arquitectura TCP/IP, el cual acepta datagramas IP y les añade una cabecera de información de control para su transmisión a través de una red de acceso específica. A la unidad resultante se le denomina trama y cada trama encapsula un único datagrama IP. Por regla general, en Internet, el servicio ofrecido por este nivel es no orientado a conexión.

## Físico o de Hardware

- Es el nivel responsable del acceso al medio físico de interconexión de una entidad del nivel del interfaz de la red de acceso. Por consiguiente, define las características físicas (tipo de conectores, número de pines, etc.) eléctricas (tensión o voltaje en los cables) y funcionales (señales intercambiadas con el correspondiente dispositivo transmisor) para acceder al medio



Facultad de Estudios Superiores ARAGON



# Universidad Nacional Autónoma de México

Desarrollo e Implementación de una Red Datos con la Integración de Servicios Digitales VoIP.

---

físico de interconexión (red de acceso). En este nivel no se incluye ningún tipo de software y, por tanto, no existe ningún protocolo de comunicaciones.

Se destaca, que aunque la arquitectura TCP/IP está formada por muchos protocolos y no sólo por TCP (nivel de transporte) e IP (nivel de Internet o de red); éstos dos protocolos por su relevancia dan nombre a toda la arquitectura de comunicaciones.

Cuando un datagrama arriba hacia un router o switch en una red, el router o switch decide a donde el datagrama deberá ir en este siguiente salto, y reenviar este a lo largo de la red. Los programas de aplicación de envío y recepción se comunican por un par de protocolos relacionados cuando ellos contactan su pila TCP/IP.

**TCP:** Cuando hacemos llamadas hacia la interfaz TCP, el envío de programas asegura que la recepción de programas obtiene todo lo que es enviado, esto es evitar pérdida de datos, duplicados o encaminamiento de orden. TCP es conocido como un protocolo orientado a conexión porque en ambos lados el intercambio mantiene una fuerte liga acerca de todo lo que es enviado y recibido. Por ejemplo un navegador de internet usa la interfaz TCP cuando se usan páginas de Internet y lo que no se quisiera ver serian huecos o desorden de piezas de datos en la pantalla, así que tu navegador y los programas web trabajan haciendo seguro e intacto todo lo que se recibe.

**UDP:** Cuando usamos UDP, el envío de aplicaciones no garantiza la entrega. UDP es llamado protocolo no orientado a conexión, lo cual significa que cuando usamos este protocolo, los dos lados no reconocen la recepción de cualquiera para asegurar todo arribo. Pensando en un conjunto de recibos corriendo encima de tu pantalla. Si un datagrama es perdido, causando que una de las cuotas sea perdida, esto no es catastrófico porque otro ingresara rápidamente. El conjunto de recibos es un buen ejemplo de aplicación de programa que usa la programación UDP para el envío de datos.

La aplicación ensambla datagramas que contienen protocolos con información específica. La porción TCP o UDP de un datagrama individual es necesaria dentro de la porción IP. Por ejemplo hay cabeceras que describen como la carga útil de un datagrama UDP es decodificada. En turno una cabecera IP contiene información de cómo el direccionamiento de la red del transmisor y receptor encapsulará la cabecera.



Facultad de Estudios Superiores ARAGON



# Universidad Nacional Autónoma de México

Desarrollo e Implementación de una Red Datos con la Integración de Servicios Digitales VoIP.

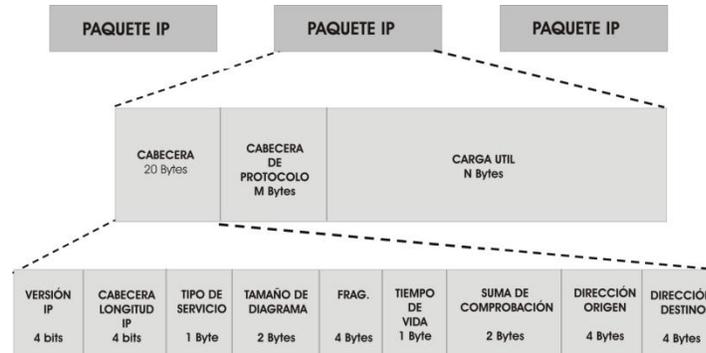


Fig. 39 Paquetes IP y el formato de encabezado

## TOS (Tipo de Servicio)

El TOS puede ser usado para marcar la prioridad de un paquete. Esto generalmente se establece en cero, lo cual significa que los dispositivos en la red que examinan los paquetes dan su mejor esfuerzo en liberar este de un lado de la red al otro extremo. Por definición este byte para un valor NO-CERO de una aplicación puede reenviar manejo imprevisto para un paquete significando que deberá ser brincado o retardado. Este byte también se le conoce como de Servicios Diferenciado o registró (DiffServ).

## TTL (Tiempo de Vida)

Cada tiempo que un paquete toma en un salto a través de la red, el número en bytes TTL es reducido por uno. Si un dispositivo recibe un paquete con un cero en el byte TTL este descarta el paquete. Un TTL de cero significa que el paquete ha vivido por un periodo largo (esto es ha tomado muchos brincos), indicando un problema con las red o con los paquetes.

## Checksum (Comprobación)

Un cheksum es usado para detectar cualquier cambio de bits hecho durante una transmisión. En el envío, de un lado mantiene a todos los bits a través de una ecuación sofisticada y escribe el resultado final de la ecuación dentro del registro cheksum. El lado receptor similarmente pasa todos los bits que recibe a través de la misma ecuación. Si este resulta marcado el cheksum que ha sido enviado puede ser cambiado durante la transmisión el cual en otro caso deberá ser descartado el paquete recibido. Este cheksum es usado para verificar la integridad de cabeceras IP.





# Universidad Nacional Autónoma de México

Desarrollo e Implementación de una Red Datos con la Integración de Servicios Digitales VoIP.

---

## Dirección ORIGEN - Dirección DESTINO.

Estos son los 4 bytes de direccionamiento IP del envío y recepción de aplicaciones. Nosotros tradicionalmente escribimos estos cuatro bytes en notación similar a la siguiente: 199.72.46.202

## Direccionamiento IP

A mitad de los años 90 la red de internet sufrió un crecimiento dramático. Hoy en día internet ha entrado a la conciencia pública en el mundo, doblando su tamaño cada nueve meses. Esto es reflejado en la popularidad del World Wide Web (WWW), las oportunidades de negocios y acercamiento a los clientes desde tiendas virtuales, y la creación de nuevos métodos de hacer negocios. Es claro que la expansión de negocios y la sensibilización social continuaran en incremento en la demanda para acceso a recursos de internet. Teniendo una relación entre el valor de internet y el numero de sitios conectados a internet. Como internet sigue creciendo el valor de cada sitio conectado incrementa por que proporciona a la organización con acceso expansión y posibilidad de negocio en cada usuario conectado.

## Problema del tamaño de internet

En años anteriores el internet experimentaba dos principales cuestiones de crecimiento, ya que ha luchado por proporcionar crecimiento continuo e ininterrumpido:

- El agotamiento de direcciones IPv4
- La capacidad de enrutar tráfico entre el número de redes creadas que conforman el internet.

El principal problema es relacionado con el eventual agotamiento de direcciones. La versión actual de IP versión 4 (*IPv4*), define un direccionamiento de 32 bits, lo cual significa que existe solo  $2^{32}$  (4,294,967,296) direcciones posibles. Esto podría parecer un gran número de direcciones pero con la creación de nuevos mercados y la demanda de usuarios de direcciones IP, el número finito de direcciones podría eventualmente agotarse.

El problema de agotamiento de direcciones es agravado, por tener una porción de direcciones no asignadas o destinadas eficientemente.



Facultad de Estudios Superiores ARAGON



# Universidad Nacional Autónoma de México

Desarrollo e Implementación de una Red Datos con la Integración de Servicios Digitales VoIP.

---

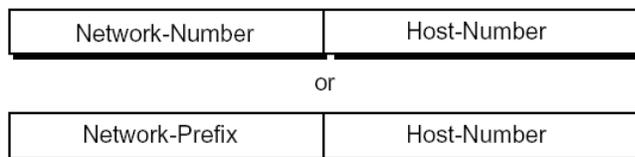
También el modelo tradicional de direccionamiento no permite el uso de direcciones de una manera más eficiente. Un grupo de trabajo del IETF el ALE (*Address Lifetime Expectancy*) ha comentado que si las políticas actuales de asignación no son modificadas, el internet podría experimentar pronto problemas de asignación de direccionamiento. Si el problema de asignación no es resuelto entonces nuevos usuarios no podrán conectarse a internet.

El problema de crecimiento de las tablas de ruteo desafortunadamente no pueden ser resueltas con solo incrementar más memoria a los ruteadores y así incrementar el tamaño de las tablas de ruteo, ya que otro factor relacionado a la capacidad incluye la creciente demanda de CPU a los equipos y el incremento dinámico de conexiones WWW y sus efectos sobre el reenvío al cache de otros ruteadores, así como el volumen de información que se necesita administrar por las máquinas. El crecimiento de las tablas de ruteo sin límites, forzaría a los ruteadores principales a perder paquetes y teniendo como consecuencia accesos inalcanzables.

## Clasificación del Direccionamiento

Cuando el direccionamiento fue estandarizado en Septiembre de 1981, la especificación definía que cada sistema conectado a internet debería cumplir con la asignación de una dirección única de 32 bits. Algunos sistemas, como los ruteadores los cuales tienen más de una interfaz, requieren sea asignado más de una dirección única.

La primera parte de un direccionamiento identifica la RED sobre la cual equipos residen en la misma, mientras que la segunda parte identifican el EQUIPO en particular sobre la red. Lo anterior definiendo los dos niveles jerárquicos de direccionamiento como a continuación se muestra.



En general el formato de direccionamiento IP se puede resumir de la siguiente manera:

- Usa la forma [ID RED;NUMERO DE EQUIPO]





# Universidad Nacional Autónoma de México

Desarrollo e Implementación de una Red Datos con la Integración de Servicios Digitales VoIP.

- Tiene una longitud de 32 bits, los cuales son separados en un grupo de 4 bytes u 8 bits cada uno.
- Existen 5 clases de direccionamientos identificados o clasificados de la A a la E.

Siguiendo un orden para proporcionar flexibilidad y soporte a diferentes tamaños de red, los diseñadores decidieron que el direccionamiento debería ser dividido en 5 diferentes clases; Clase "A"; Clase "B" y Clase "C", "D" y "E".

Las clases A, B y C son utilizadas para dimensionar y definir la cantidad de redes y equipos. La clase D es un tipo de direccionamiento especial, utilizado para multicasting (ejemplo, el protocolo de ruteo OSPF, actualiza tablas de ruteo utilizando este tipo de direccionamiento, conocido como ip multicasting). La clase E es reservada para uso experimental.

En la actualidad las clases pueden definirse debido a la longitud del identificador de red, el cual determina el tipo y la cantidad de equipos en la red. A continuación se muestra una tabla con las clasificaciones de los identificadores de red.

Address Identifier	Network Address	Host Address
<b>Class A</b>		
0	7 bits of network address First byte	24 bits of host address Last three bytes
<b>Class B</b>		
10	14 bits of network address First two bytes	16 bits of host address Last two bytes
<b>Class C</b>		
110	21 bits of network address First three bytes	8 bits of host address Last byte
<b>Class D</b>		
1110	Multicast address in the range of 224.0.0.0 - 239.255.255.255	
<b>Class E</b>		
11110	Class E - Reserved for future use	

Fig. 40 Clasificación del Direccionamiento IP





# Universidad Nacional Autónoma de México

Desarrollo e Implementación de una Red Datos con la Integración de Servicios Digitales VoIP.

Clase	1º byte	Id. Red	Id. Host	Nº redes	Nº host
A	1..126	1 byte	3 byte	126	16.387.064
B	128..191	2 byte	2 byte	16.256	64.516
C	192..223	3 byte	1 byte	2.064.512	254

Fig. 41 Clases de Direccionamiento

## Clase "A"

Cada dirección de clase "A", tiene 8 bits de prefijo con el bit de mayor ponderancia establecido en "0" y 7 bit para el número de red, seguido por 24 bit como indicador de equipos. Hoy en día las redes de clase "A" son referidas como "/8s" significando que se tienen 8 bits como indicador de red.

En el caso de redes tipo "A" se consideró un máximo de 126 ( $2^7-2$ )/8 redes, ya que el cálculo considera que sean extraídas 2, porque el indicador 0.0.0.0/8 es reservado para uso como ruta por default y el indicador 127.0.0.0/8, ha sido reservado para la función de Loopback.

Cada red de este tipo puede soportar un máximo de 16,777,214 ( $2^{24}-2$ ) equipos por red. El cálculo implica que sean extraídos 2 valores debido a que el indicador de red en su valor mínimo es decir "0"s son el indicador de la red y el valor máximo todos los bits en "1" indica el Broadcast de la red y estos valores no pueden ser asignados en equipos.

Por lo que si consideramos que /8 representa ( $2^{31}$ ) por el bit de mayor ponderancia definido en "0", tenemos que este tipo de red soporta hasta **2,147,483,648** direcciones posibles de manera individual, dato que representa el 50% del espacio disponible en la versión 4 de direccionamiento IP ( $2^{32}$ ).

## Clase "B"

Cada clase de direccionamiento "B" tiene 16 bits de prefijo de red, con los 2 primeros bits de mayor valor o ponderancia establecidos en "10", seguidos por 16 bits como indicadores de equipo. La clase "B", es referida también como "/16s"





# Universidad Nacional Autónoma de México

Desarrollo e Implementación de una Red Datos con la Integración de Servicios Digitales VoIP.

Un máximo de  $(2^{14})$  16,384/16 redes pueden ser definidas con hasta  $(2^{16-2})$  65,534 equipos por red, de manera similar la clase "B" contiene  $2^{30}$  (1, 073, 741,824) direcciones, lo cual representa un 25% del total disponible en la versión 4.

## Clase "C"

El direccionamiento clase "C" tiene un prefijo de 3 bits "110" y 21 bit de indicador de red. La clase "C", también es conocida como /24 y representa el 12.5% o 1/8 del espacio total del direccionamiento versión 4.

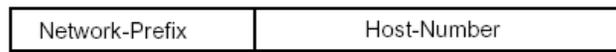
## Subredes

En 1985, el RFC 950 definió un procedimiento estándar para soportar las subredes o división de una red clase A, B o C en tamaños más pequeños. Las subredes fueron introducidas con la finalidad de vencer algunos problemas que el Internet comenzaba a experimentar con la clasificación de 2 niveles estándar [ID.HOST] en el direccionamiento.

- Las tablas de ruteo comenzaban a crecer
- Administradores locales tenían que solicitar números de red diferentes antes de implementar nuevas redes en sus centros de datos

Ambos problemas fueron atacados con la adición de otro nivel jerárquico para la estructura de direccionamiento. Las subredes soportan un tercer nivel jerárquico, en donde la idea principal es dividir la parte de identificación de equipos en dos partes, Subred y el número de equipo como a continuación se ilustra.

### Two-Level Classful Hierarchy



### Three-Level Subnet Hierarchy

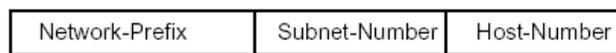


Figure 6: Subnet Address Hierarchy

Fig. 42 Direccionamiento Jerárquico de Subredes





# Universidad Nacional Autónoma de México

Desarrollo e Implementación de una Red Datos con la Integración de Servicios Digitales VoIP.

---

La creación de subredes resuelve el problema de expansión de las tablas de ruteo asegurando que la estructura de subredes no sea visible fuera de la organización o red privada. La ruta desde Internet hacia cualquier subred de esta red privada es la misma para cualquier subred. Esto es porque todas las subredes de una red usan el mismo identificador de red pero diferentes números de subred. Esto permite a los administradores locales introducir arbitrariamente cualquier complejidad dentro de redes privadas sin afectar el tamaño en las tablas de ruteo.

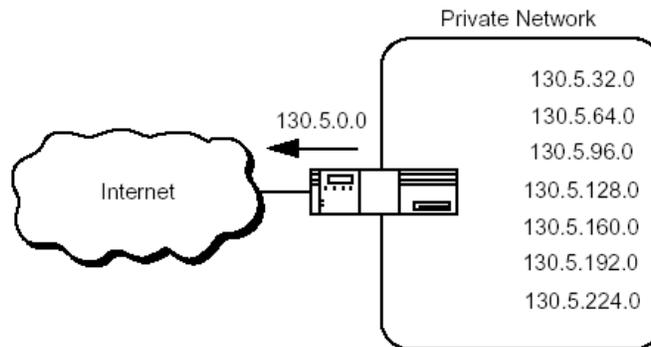


Fig. 43 Subredes Reducen el Requerimiento de Enrutamiento





## CAPITULO "II"





# Universidad Nacional Autónoma de México

Desarrollo e Implementación de una Red Datos con la Integración de Servicios Digitales VoIP.

---

## Tecnología "VoIP"

Los negocios han mantenido tradicionalmente la voz separada de las redes de datos. Una razón importante de esto es que la tecnología de redes, no podía reunir los diversos requerimientos de rendimiento de voz y datos. Recientes avances en tecnologías de redes, incluyendo fast-ethernet, wire-speed switching y políticas basadas en la administración de la calidad del servicio, pueden hacer posible la construcción convergente de voz y redes de datos.

Las redes convergentes reducen costos por la eliminación de hardware redundante, comunicaciones y personal técnico. La convergencia de redes también enciende una nueva generación de aplicaciones de voz y datos integradas. Por ejemplo, usuarios de aplicaciones web basadas en (*e-commerce*), pueden ver información del producto mientras habla con agentes de servicio, al cliente en un centro de la llamada. Con la convergencia de redes estas pueden hacerse a través de una sola conexión de la red.

El enfoque de las mejores estrategias de convergencia, es voz sobre IP (VoIP). VoIP se refiere a la transmisión de conversaciones telefónicas sobre una red IP de paquetes switcheados, pudiendo esta red de IP ser tan pequeña como una sola red local privada (dividida en subredes) o tan grande como el Internet público.

### Voz IP en la LAN

Con VoIP sobre LAN, las conversaciones telefónicas son convertidas a un flujo de paquetes IP y se envían sobre una red de Ethernet. Esta red restringida a un edificio o campus.

Como la tecnología VoIP madura, nuevos métodos de conversión pueden surgir mientras algunos que comienzan a ser obsoletos. Sin tener en cuenta el método VoIP que se usa para convertir el tráfico para LANs, un proceso fundamental permanecerá con el mismo tráfico VoIP este siempre siendo a través de la LAN como un flujo de paquetes IP.



Facultad de Estudios Superiores ARAGON



# Universidad Nacional Autónoma de México

Desarrollo e Implementación de una Red Datos con la Integración de Servicios Digitales VoIP.

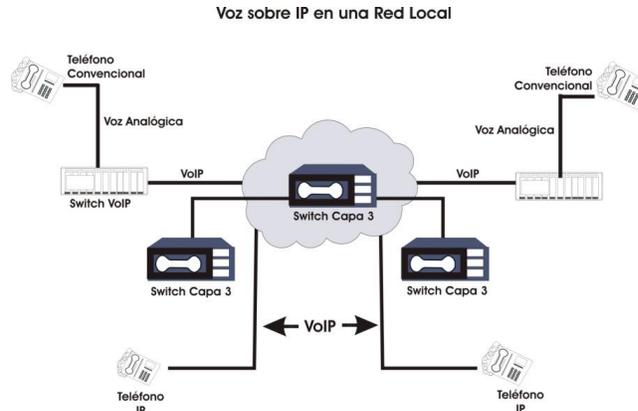


Fig. 44 Voz sobre IP en una Red Local

Para comenzar a hablar acerca de la tecnología VoIP, ayudara entender un poco acerca de cómo trabaja la PSTN hoy en día. Cuándo se realiza una llamada y la llamada es enviada a través de la PSTN, se tienen los siguientes eventos:

1. Al llamar, se toma el auricular y se escucha un tono de marcado
2. Un número de teléfono es marcado, especificando con este la dirección de la llamada.
3. Señales son enviadas a través de la PSTN para establecer un circuito en la llamada.
4. Capacidad y ancho de banda son reservadas para la llamada.
5. El teléfono destino suena, indicando que la llamada ha arribado
6. La llamada se establece levantado el auricular, y la conversación es trasladada a formato digital en la central telefónica, y regresada a analógica en el otro extremo.
7. Al término de la conversación, se factura la llamada y los circuitos establecidos se liberan, liberando así recursos.



Fig. 45 Los 6 pasos en una llamada telefónica típica



Facultad de Estudios Superiores ARAGON



# Universidad Nacional Autónoma de México

Desarrollo e Implementación de una Red Datos con la Integración de Servicios Digitales VoIP.

Estos pasos pueden suceder correcta y rápidamente para una llamada telefónica con alta calidad. Sin embargo, cuando profesionales de la telefonía consideran proporcionar la misma funcionalidad y confiabilidad sobre redes IP relativamente poco confiables, se podrá observar algunas dudas y escepticismo.

## Arquitectura, Componentes VoIP e Internet.

Uno de los beneficios que aporta la VoIP es que la arquitectura, desde el punto de vista de su distribución, puede ser centralizada o distribuida. El enfoque centralizado es criticado por que al estar todo localizado en un mismo punto las futuras innovaciones tecnológicas se verán entorpecidas. Por otro lado la arquitectura distribuida es más compleja que la arquitectura centralizada. Sea partidario de un enfoque u otro, lo que la VoIP nos permite es una gran flexibilidad.

En la siguiente figura se muestra, a modo de ejemplo, un entorno VoIP, donde podemos ver los dispositivos que la componen.

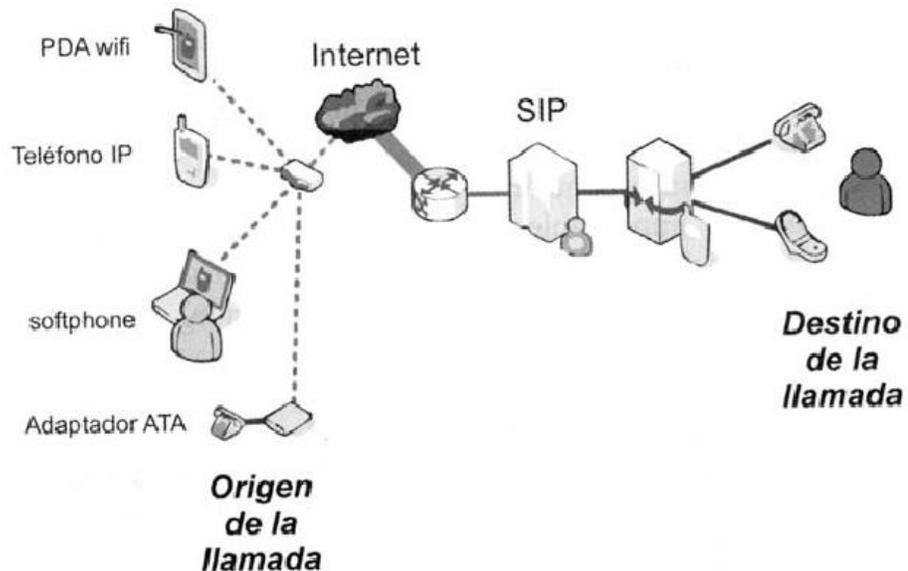


Fig. 46 Arquitectura de distribución Voz/IP





# Universidad Nacional Autónoma de México

Desarrollo e Implementación de una Red Datos con la Integración de Servicios Digitales VoIP.

---

Para transferir datos de voz sobre la misma red con e-mail y tráfico web, un nuevo y diferente conjunto de componentes son requeridos. Algunos de estos componentes son los siguientes:

- SERVIDORES DE TELEFONIA IP
- GATEWAYS VoIP Y RUTEADORES
- TELEFONOS IP Y SOFTPHONES
- DISPOSITIVOS GSM/UMTS

## Servidores de Telefonía IP

Muchas transacciones de datos en la red son basadas en el concepto de cliente-servidor. Clientes de computadoras realizan peticiones para servicios a estos servidores, los cuales ejecutan aquellos servicios y regresan un resultado. Probablemente serán familiares servidores WEB, servidores de correo E-MAIL y servidores de base de datos.

Añadiendo voz a redes IP, proporcionamos sin embargo otro tipo de servidores que son diseñados para proporcionar servicios de voz en un nuevo e innovador camino. Un PBX IP son típicamente servidores centrales o servidores de telefonía IP. En la PSTN, el PBX es a menudo una caja cerrada, que proporciona todas las funciones de voz y características necesarias, pero usualmente de una manera propietaria. Con VoIP, un IP PBX puede ser construido sobre una plataforma de PC corriendo sobre un sistema operativo como lo podría ser Microsoft Windows, Linux o Sun Solaris. Mientras partes IP PBX son propietarias, las plataformas pueden ser administradas a través del vendedor de la aplicación programando interfaz (APIs) y a través de los estándares APIs proporcionados por el propio sistema operativo. Un IP PBX proporciona funciones y características similares a un PBX tradicional. Mientras el estándar PBX de la PSTN ofrece múltiples características desarrolladas por décadas, como transferencias de llamadas y reenvío de llamadas, IP PBX hace lo mismo y más.

Otro tipo de servidores IP proporciona nuevos e interesantes servicios. La posibilidad de unificar mensajes la convergencia de correo de voz y e-mail, puede ser considerado como un beneficio de una implementación VoIP. Unificando servidores de mensajería también corriendo sobre plataformas



Facultad de Estudios Superiores ARAGON



# Universidad Nacional Autónoma de México

Desarrollo e Implementación de una Red Datos con la Integración de Servicios Digitales VoIP.

de PC y hablando con servidores de e-mail y IP PBX proporciona acceso a mensajes en una variedad de caminos.

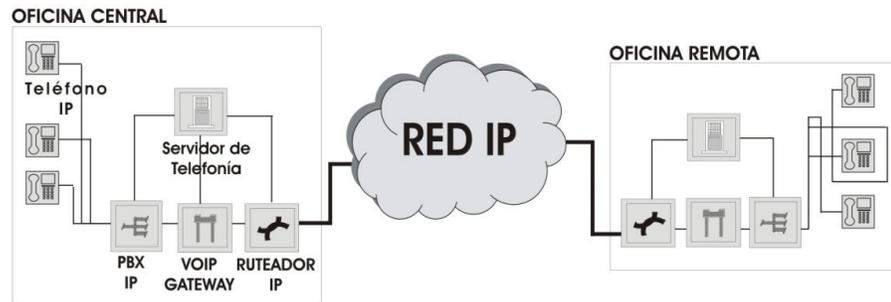


Fig. 47 Una red VOIP con sus componentes típicos

Otro concepto introducido con los servidores IP es la agrupación, en la cual varios de estos servidores son agrupados siempre en uno solo para ofrecer un incremento en la escalabilidad, confiabilidad y redundancia. Las funciones de servidores agrupados, siempre pueden ser administradas como si fueran una unidad, proporcionando procesamiento combinado mientras lógicamente aparecen como un solo servidor. La agrupación de estos no está disponible con los PBXs en la PSTN.

Gatekeepers son otro tipo de servidores. Gatekeepers son usados por el protocolo H.323 para proporcionar admisión a control de características y otras funciones de administración para servicios multimedia. Servidores de (*video streaming*) y video conferencia también merecen mención aquí. Estos no directamente relacionados para VoIP, video servidores eventualmente toman ventaja de la convergencia de redes. Ambos incrementando requerimientos de ancho de banda, video sobre IP ofrece un nuevo conjunto de retos para hacer ver a VoIP más fácil.

## Gateways VoIP y Ruteadores.

Un adaptador de teléfono analógico (normalmente conocido como “*Analog Telephone Adaptor o ATA*”) se puede describir brevemente como un dispositivo que convierte señales empleadas en las comunicaciones analógicas a un protocolo de Voz IP. En concreto, estos dispositivos se emplean para convertir una señal digital ya sea IP o propietaria a una señal analógica ó viceversa que pueda ser conectada a teléfonos o faxes





# Universidad Nacional Autónoma de México

Desarrollo e Implementación de una Red Datos con la Integración de Servicios Digitales VoIP.

---

tradicionales. Estos adaptadores podrían ser descritos como gateways, ya que su función es justamente la de pasarela entre el mundo analógico y el IP. Sin embargo, el uso popular del término Gateway de telefonía describiría mejor un adaptador telefónico multipuerto, generalmente con funciones de enrutamiento más complejas. Aunque con estos adaptadores telefónicos no se puede disfrutar de todas las funciones y ventajas que ofrece la telefonía IP, éstos seguirán existiendo mientras exista la necesidad de conectar estándares incompatibles y viejos dispositivos a nuevas redes. Eventualmente, nuestra dependencia hacia esos viejos dispositivos desaparecerá, como lo hizo, por ejemplo, nuestra dependencia hacia un dispositivo como el MODEM en su momento.

VoIP gateways y ruteadores IP mueven datagramas de voz RTP a través de una red IP. Gateways VoIP proporcionan una conexión entre las redes VoIP y la PSTN. Estos dispositivos por consiguiente juegan un rol en la migración de torres VoIP. Este es necesario para conectar a la PSTN y mover llamadas hacia usuarios de la PSTN. Gateways VoIP deben hablar el protocolo SS7. SS7 usado por el gateway VoIP, para señales de switches en la PSTN cuando un teléfono origina una llamada desde la red VoIP con un usuario de la PSTN. Gateways VoIP pueden también proporcionar conversiones entre diferentes codecs, los cuales son llamados "transcodecs". Si un codec como G.711, indica que G.729, es usado sobre la red de Voip, los datos de voz deberán ser convertidos a G.711 antes de ser transferidos hacia la PSTN.

En un entorno corporativo, los gateways VoIP pueden interconectarse con un PBX tradicional para proporcionar una ruta de migración y permitir etapas de despliegue VoIP. Los gateways son típicamente pequeños en términos del número de protocolos que ellos manejan. Manejan una variedad de señalización y protocolos de redes VoIP y PSTN.

Por revisión de las cabeceras de paquetes IP los ruteadores toman decisiones necesarias para mover paquetes hacia el siguiente router o salto a lo largo de la ruta destino. Trazando la ruta de un paquete de voz a través de la red puede ser empleado para la identificación de problemas y diagnósticos.



Facultad de Estudios Superiores ARAGON



# Universidad Nacional Autónoma de México

Desarrollo e Implementación de una Red Datos con la Integración de Servicios Digitales VoIP.

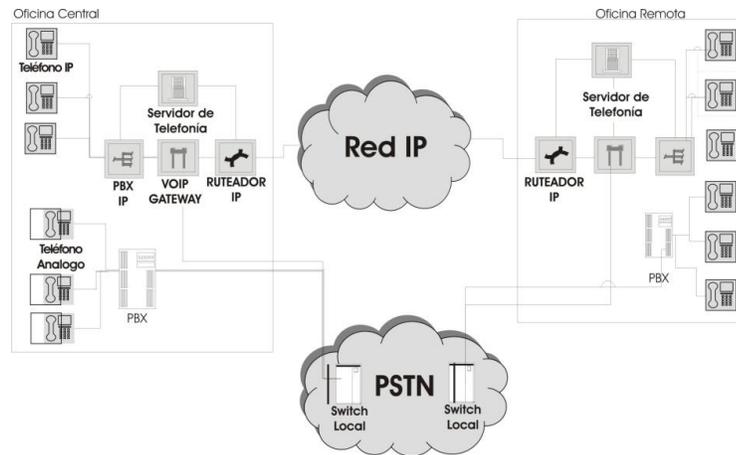


Fig. 48 Red con GATEWAYS VOIP conectados detrás de la PSTN

## Teléfonos IP y Softphones

Para hacer trabajar sobre VoIP audio analógico, primero deberá ser convertido a datagramas digitales. Conocido esto por los codecs. ¿Pero dónde se realiza la conversión?, ¿Dónde están ubicados los codecs?.

Si se está usando teléfonos análogos, los codecs esta localizados en el PBX. Las llamadas entrantes son digitalizadas ahí, entonces enviadas a redes IP. Como una alternativa, los codecs pueden ser localizados en los mismos teléfonos.

Estos nuevos teléfonos digitales son llamados IP phones. Teniendo hasta 4 conectores de línea, una conexión LAN.

Un teléfono IP realiza conexiones de datos a un servidor de telefonía IP, el cual procesa la llamada y teniendo otra opción. Tu computadora puede servir como teléfono de escritorio, conectando una diadema en tu computadora a la tarjeta de audio. El CPU de tu computadora corre el software haciendo el procesamiento del codec, y la computadora teniendo la conexión a la LAN dentro de tu red.

## Dispositivos GSM/UMTS

Los teléfonos móviles son dispositivos electrónicos de pequeño tamaño empleados para realizar comunicaciones de voz o datos a través de una





# Universidad Nacional Autónoma de México

Desarrollo e Implementación de una Red Datos con la Integración de Servicios Digitales VoIP.

---

conexión a una estación base que pertenecerá a una determinada red de telefonía móvil. Éstos han supuesto una auténtica revolución en nuestra manera de comunicarnos.

Existen muchos tipos de teléfonos móviles, desde los más básicos hasta los teléfonos que ofrecen mayores funcionalidades, como los Smartphones (teléfonos inteligentes), music-phones (teléfonos con posibilidad de reproducir música) o camera-phones (teléfonos con cámara integrada).

Desde el punto de vista la VoIP se pueden encontrar dispositivos que integran ambas tecnologías, por ejemplo, SIP y GSM. Estos dispositivos permiten una mayor integración que la tecnología analógica tradicional, ya que no dependen de conversiones intermedias a analógico y por tanto, permiten enviar toda la señalización existente entre ambas redes de forma transparente y fiable.

## Telefonía Internet

La telefonía Internet se refiere a servicios de comunicación-voz, fax y/o aplicaciones de mensajería de voz, que son transportados vía Internet, mejor que la PSTN de telefonía.

Los pasos básicos envueltos para originar una llamada telefónica por Internet, son la conversión de las señales analógicas de voz a formatos digitales y la compresión/traslación de la señal dentro del protocolo Internet IP (paquetes para transmisión sobre Internet); el proceso es invertido al otro extremo o del otro lado.

La posibilidad de comunicaciones de voz viajando sobre Internet, mejor que la PSTN, inicia una realidad en febrero de 1995 cuando Volcatel inc. Introduce un Software para teléfono en Internet, diseñado para correr sobre una computadora 486/33 Mhz (o superior), equipada con tarjeta de sonido, bocinas, micrófono y Módem, el software comprime la señal de voz y está dentro de paquetes IP para transmitirla sobre Internet. Esta telefonía PC-PC sobre Internet trabaja casi siempre, solo si ambas partes usan el mismo software.



Facultad de Estudios Superiores ARAGON



# Universidad Nacional Autónoma de México

Desarrollo e Implementación de una Red Datos con la Integración de Servicios Digitales VoIP.

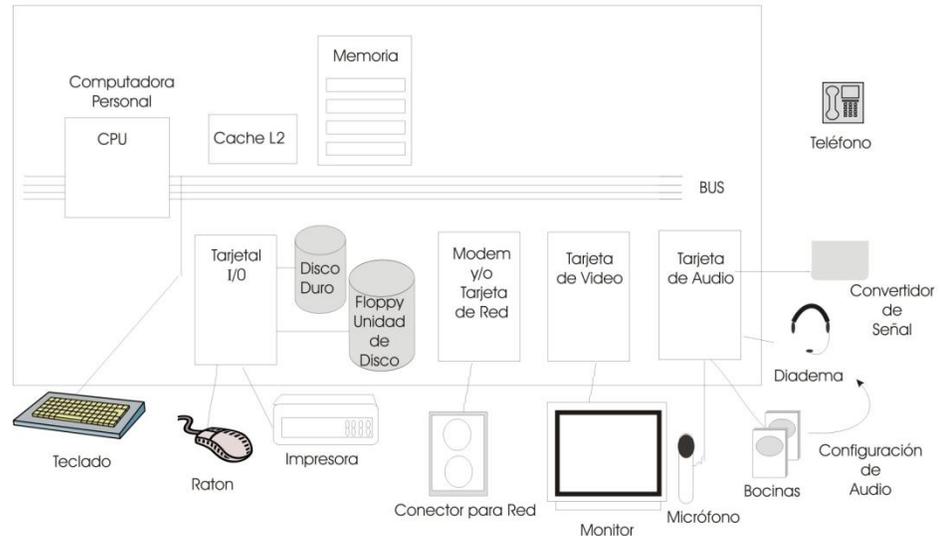


Fig. 49 Configuración de PC para VOIP

En muy poco tiempo la telefonía Internet ha avanzado rápidamente mucho software desarrollado ahora ofertado como PC TELEPHONY SOFTWARE, pero aún más importante servidores gateway están emergiendo para actuar como una interfaz entre Internet y la PSTN. Equipado con tarjetas procesadoras de voz, estos servidores habilitan la comunicación de usuarios por teléfono estándar.





# Universidad Nacional Autónoma de México

Desarrollo e Implementación de una Red Datos con la Integración de Servicios Digitales VoIP.

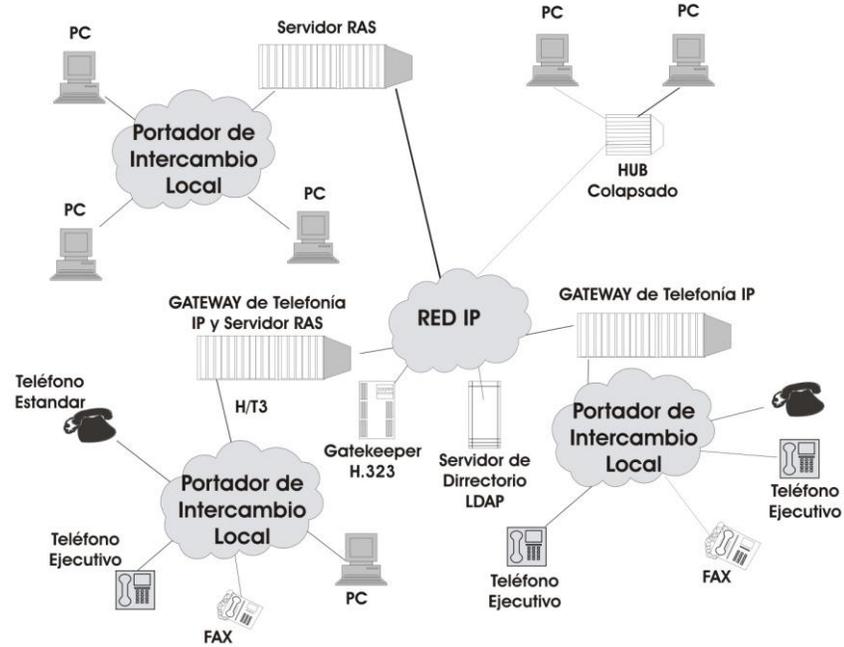


Fig. 50 Topología de PC a Teléfono

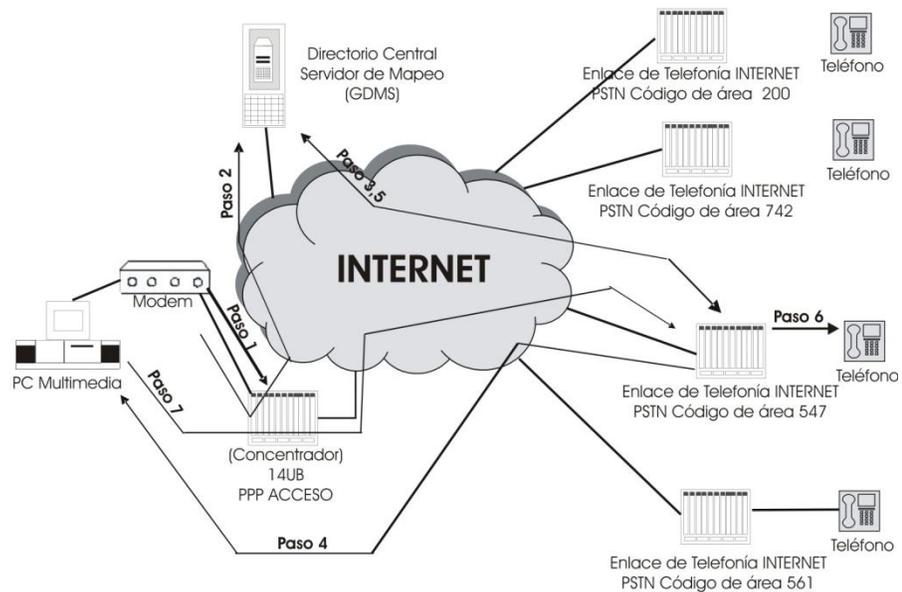


Fig. 51 Secuencia de Voz IP: Conexión PC-Teléfono





# Universidad Nacional Autónoma de México

Desarrollo e Implementación de una Red Datos con la Integración de Servicios Digitales VoIP.

Una llamada va sobre la red local PSTN, hacia el servidor gateway más cercano, el cual digitaliza la señal de voz analógica, comprimida en paquetes IP y mueve esto sobre el Internet para transportación hacia un gateway más cercano, el cual digitaliza la señal de voz analógica, comprimida en paquetes IP y mueve esto sobre el Internet para transportar hacia un gateway receptor. Con el soporte de llamadas de computadoras-teléfono, teléfono-computadoras y teléfono-teléfono la telefonía Internet representa un significativo paso para la integración de redes de voz y datos.

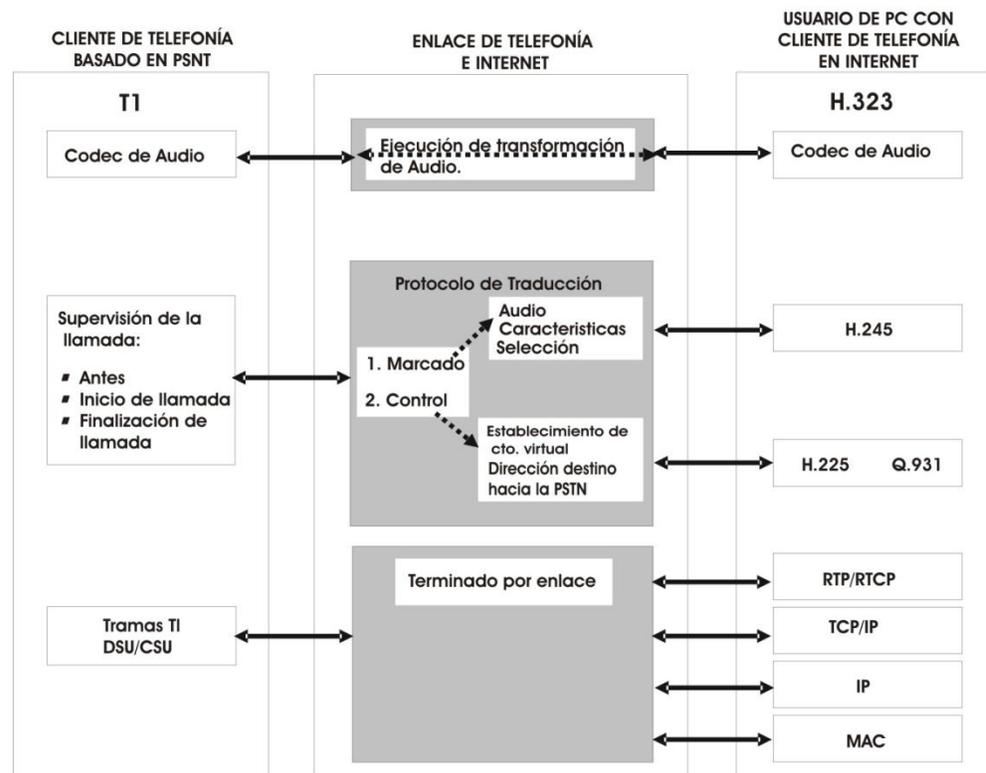


Fig. 52 Secuencia de conexión de VOIP

Originalmente considerado como una novedad, la telefonía Internet es más atractiva y con más usuarios, porque esta ofrece, relativos costes más bajos que la PSTN, Usuarios pueden pasar largas distancias con rangos





# Universidad Nacional Autónoma de México

Desarrollo e Implementación de una Red Datos con la Integración de Servicios Digitales VoIP.

de uso por minuto y correr su tráfico de voz sobre Internet con baja mensualidad por la ganancia del acceso a Internet.

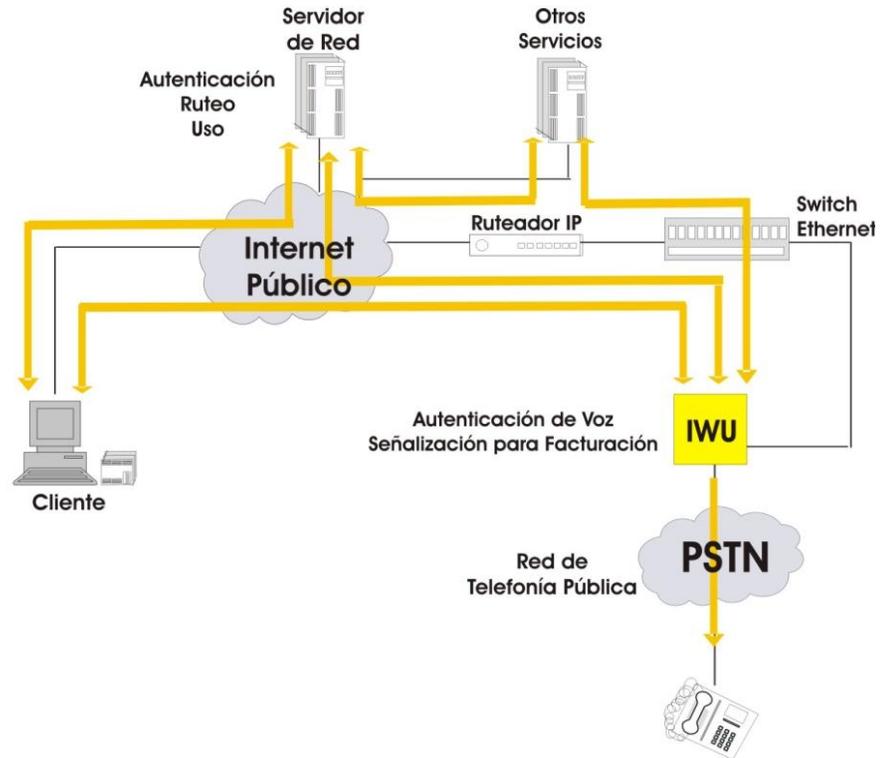


Fig. 53 Conexión PC-Teléfono 1

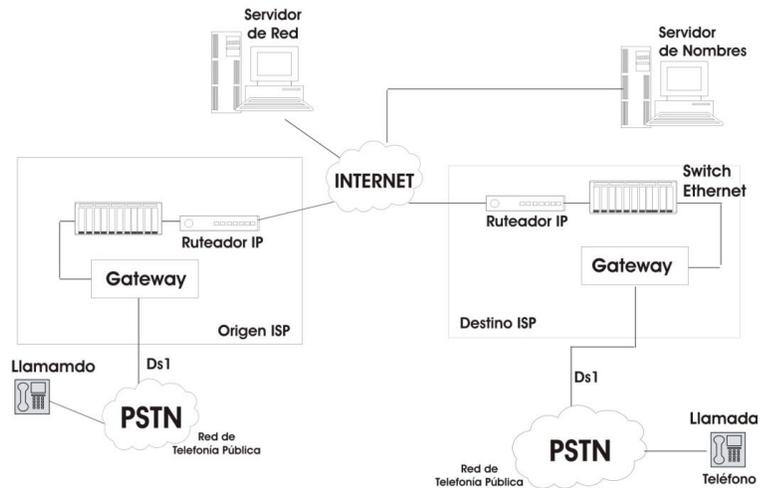


Fig. 54 Conexión PC-Teléfono 2





# Universidad Nacional Autónoma de México

Desarrollo e Implementación de una Red Datos con la Integración de Servicios Digitales VoIP.

## Telefonía Intranet.

Aunque la telefonía en Internet ha avanzado rápidamente, aún sigue teniendo algunos problemas con la confiabilidad y calidad de sonido, debido básicamente a limitaciones, ambas de anchos de banda en Internet y la actual compresión tecnológica. Como un resultado, más corporaciones han observado que para reducir sus cuentas telefónicas deben cambiar a la telefonía por Internet y aplicaciones para Intranets. Las Intranets pueden soportar comunicación de voz en tiempo real Full-Duplex. Las corporaciones generalmente limitan su tráfico de voz en Internet a aplicaciones half-duplex (mensajería de voz).

La telefonía Internet con una Intranet da la posibilidad a usuarios de evitar cuentas de largas distancias entre sites; ellos pueden hacer llamadas punto a punto vía servidores gateway, conectados a la red de área local. Software no basado en telefonía de PC es requerida.

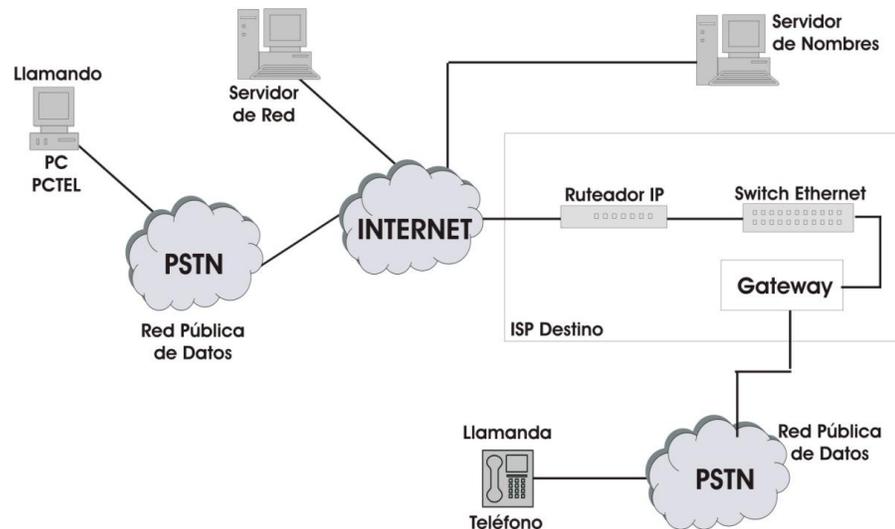


Fig. 55 Conexión PC - Teléfono



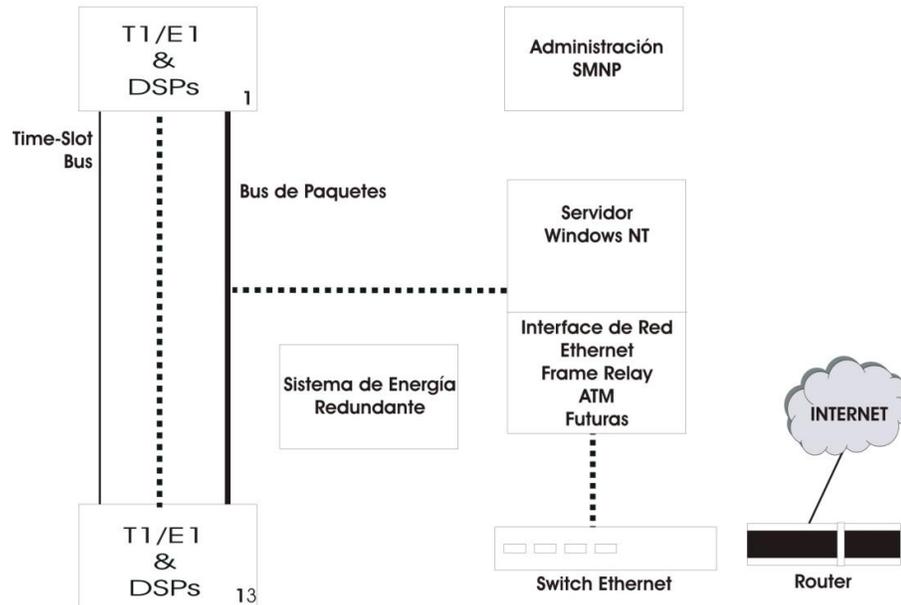


Fig. 56 Gateway de Telefonía Internet

Esta versión de telefonía por Internet también habilita a las compañías para transmitir su voz (digitalizada) y tráfico de datos siempre sobre Intranet en soporte de aplicaciones compartidas y “Whiteboarding”.

### Barreras Técnicas

El último objetivo de la telefonía Internet es por supuesto la confiabilidad y alta calidad en servicios de voz a diferencia de la clase de usuarios esperados desde la red pública telefónica (PSTN). Actualmente, casi siempre el nivel de confiabilidad y calidad de sonido no está disponible sobre Internet primeramente por que las limitaciones de ancho de banda que generan los paquetes perdidos. En comunicaciones de voz los paquetes perdidos se muestran en forma de huecos o periodos de silencio en la conversación dejando un efecto de (*CLIPPED-SPEECH*) efecto que es inaceptable en negocios de comunicación.





# Universidad Nacional Autónoma de México

Desarrollo e Implementación de una Red Datos con la Integración de Servicios Digitales VoIP.

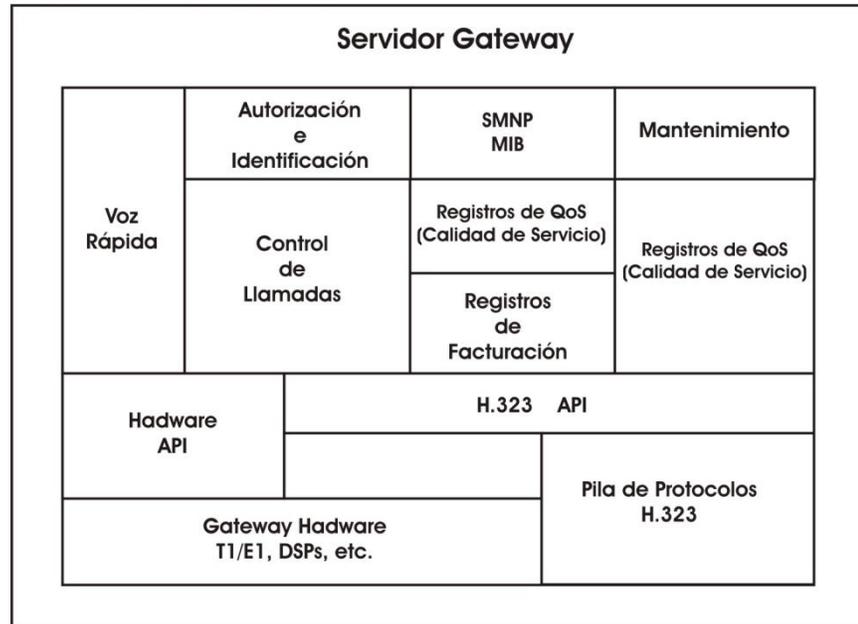


Fig. 57 Arquitectura de Operación de Servidor Gateway

El Internet es una colección de más de 130,000 redes y está ganando una popularidad por millones de nuevos usuarios que mensualmente se conectan. El duro incremento del uso de anchos de banda limitados a menudo resulta en congestión. La cual, puede causar retardos en paquetes de transmisión. Como los retardos en la red puede significar pérdida de paquetes o paquetes descartados.

En adición, debido a que el Internet es una conexión a la red de paquetes conmutados, los paquetes individuales de cada señal de voz viajan por separado en la red para ser re ensamblados en la secuencia propia hasta su último destino. Mientras esto se hace para un uso más eficiente de los recursos de la red que en la PSTN, la cual dirige una llamada sobre una sola ruta, esto también incrementa los cambios para paquetes perdidos.

Confiablez en la red y calidad de sonido, también son funciones de la técnica de codificación de la voz y funciones asociadas en el procesamiento de la voz de servidores GATEWAY. Más desarrollos de software en telefonía de Internet, usan una variedad amplia de protocolos de compresión. El uso de varios algoritmos de codificación con sus tasas de bits y mecanismos para reconstruir paquetes de voz y manejar retardos





# Universidad Nacional Autónoma de México

Desarrollo e Implementación de una Red Datos con la Integración de Servicios Digitales VoIP.

---

produce niveles variables de legibilidad y fidelidad en transmisión de sonido sobre el Internet. La falta de protocolos de estandarización también significa que muchos productos de telefonía en Internet no ínter operen con otro o con la PSTN.

## Estándares

En los siguientes años, la industria direcciono las limitaciones de ancho de banda por una actualización en el backbone de Internet hacia modos de transferencia asíncrona (ATM), la fábrica de switcheo designada para manejar tráfico de voz, datos y video. La optimización de la red tomara un largo camino hacia la eliminación de congestión en la red y la asociación de pérdida de paquetes. La industria de Internet también evaluando los problemas de confiabilidad de la red y calidad de sonido tomara gradualmente la adopción de estándares. Los esfuerzos de estándares son enfocados sobre los tres elementos centrales de telefonía Internet. El formato de codificación de audio; protocolos de transporte y directorio de servicios.

En mayo de 1996, la ITU ratifico la especificación H.323, la cual define como el tráfico de voz, datos y video pueden transportarse sobre IP-basado en redes de área local; esto también incorpora el T.120 estándar para conferencia de datos. La recomendación es basada sobre protocolos de tiempo-real / protocolos de control en tiempo real (RTP/RTCP) para administración de señales de audio y video.



Facultad de Estudios Superiores ARAGON



# Universidad Nacional Autónoma de México

Desarrollo e Implementación de una Red Datos con la Integración de Servicios Digitales VoIP.

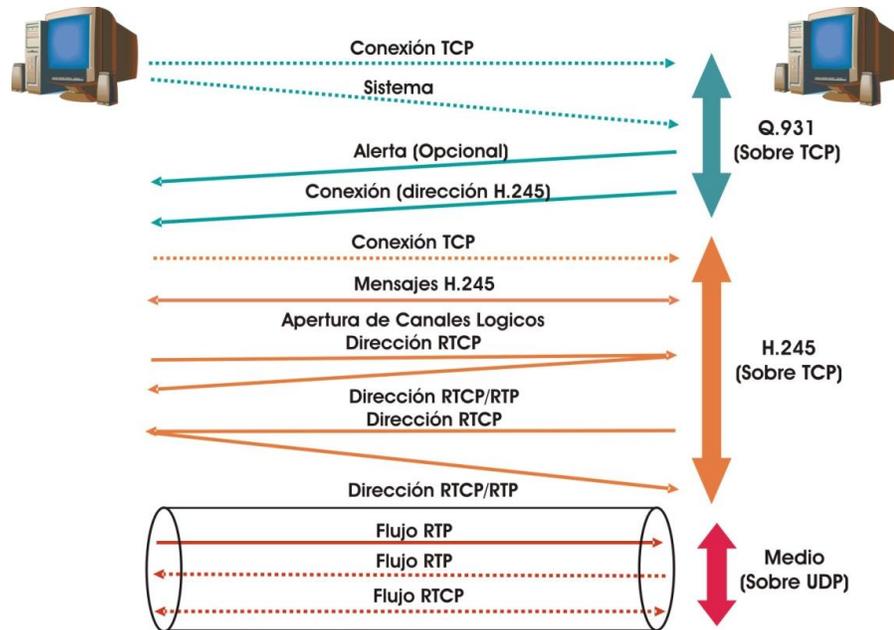


Fig. 58 Secuencia de la llamada H.323

De igual manera, H.323 direcciona el núcleo de las aplicaciones de telefonía en Internet por definición como retardo de tráfico sensible, obteniendo prioridad en transporte asegurando tiempo real en servicios de comunicación sobre servicios de Internet. La especificación H.324 define el transporte de voz, datos y video sobre redes de telefonía regular, mientras H.320 define el protocolo para transportar voz, datos y video sobre redes de servicios integrados (ISDN).

H.323 es un conjunto de recomendaciones, una de estas como G.729 para codecs de audio, la cual el ITU ratifica en Noviembre de 1995. De cualquier manera la recomendación del forum (VoIP) en Marzo de 1997 vota por la recomendación G.723.1 especificación sobre el estándar G.729. El consorcio de la industria el cual es adelantado por Intel y Microsoft han convenido el sacrificio de calidad de sonido por el incremento de ancho de banda eficiencia G.723.1 requiere 6.3 kbps, mientras que G.729 requiere 7.9 kbps. Adopción de codificación de audio estándar, mientras un importante paso es esperado para improvisar confiabilidad y calidad de sonido principalmente para tráfico de Intranet y conexiones IP punto a punto. Para alcanzar calidad como la de la PSTN, los estándares son requeridos para garantizar conexiones a Internet.





# Universidad Nacional Autónoma de México

Desarrollo e Implementación de una Red Datos con la Integración de Servicios Digitales VoIP.

---

El protocolo de transporte RTP, sobre el cual la recomendación H.323 es basada, esencialmente es una nueva capa de protocolo para aplicaciones de tiempo real; RTP cumple con equipamiento que incluye mecanismos de control para sincronizar diferentes flujos de tráfico. De cualquier manera RTP no tiene algún mecanismo para garantizar el tiempo de comunicación de señales de tráfico o para recuperar paquetes perdidos. RTP no atiende el llamado (Qos) Calidad de Servicio punto discutido para garantizar disponibilidad de ancho de banda para aplicaciones específicas. Actualmente hay un borrador de estándares de protocolos de señalización orientado a consolidar las características de Internet para manejar tráfico en tiempo real confiable (*para dedicar a transportar extremo a extremo rutas para sesiones específicas similarmente como lo hace la PSTN*), si adoptado el protocolo de recurso de reservación (RSVP), sería implementado en rutas para establecer y mantener rutas de reenvío de transmisión y niveles de calidad de servicio.

Finalmente es necesario para estándares de industria en el área de telefonía Internet, servicios de directorio. Directorios son requeridos para asegurar interoperabilidad entre el Internet y la PSTN y actualmente las aplicaciones de telefonía en Internet envuelven implementaciones propietarias. De esa manera los protocolos de acceso directo (LDAP V.3.0) parecen ser emergentes como la base para un nuevo estándar.

## Resumen de Estándares VoIP

Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU-T) Recomendación H.323 es una norma global para paquetes basados en comunicaciones de multimedia, incluyendo VoIP. H.323 puede ser implementado en WAN's o LAN's.

H.323 es a menudo referido como un estándar "paraguas" porque este hace referencias a otras normas que soportan comunicaciones multimedia. H.323 define un conjunto de componentes y protocolos que soportan en tiempo real audio, video y datos. El diagrama siguiente muestra los componentes que constituyen una red H.323 de VoIP.



Facultad de Estudios Superiores ARAGON



# Universidad Nacional Autónoma de México

Desarrollo e Implementación de una Red Datos con la Integración de Servicios Digitales VoIP.

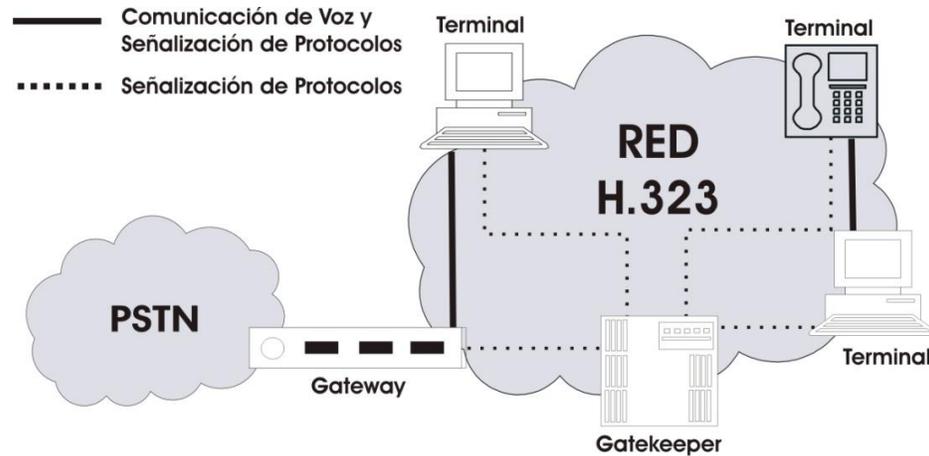


Fig. 59 Componentes de una red de voz sobre IP con H.323

Estos componentes soportan comunicaciones de voz en tiempo real entre los usuarios finales y proporcionan funciones de control de red como un PBX.

Terminales son los dispositivos de usuarios finales que soportan comunicaciones bidireccionales, comunicaciones de voz en tiempo real por redes H.323. Los tipos de terminales más comunes son:

- Teléfonos IP. Esta opción usa un teléfono con codec para construir y ensamblar software H.323, tarjeta interfaz de red (NIC) y protocolo de apilamiento IP. El teléfono IP se conecta directamente dentro de una LAN Ethernet así como una PC o estación Ethernet.
- Teléfonos PC. Esta opción usa software y hardware de PC y para permitirle a una PC conectarse como un teléfono de VoIP en la red. Esta opción es muy similar al teléfono IP, con una mayor diferencia: el teléfono PC tiene normalmente un NIC que puede ser usado tanto para paquetes VoIP y paquetes de datos. En el caso de un teléfono IP. El NIC se dedica sólo a procesar paquetes de VoIP.
- Gateways habilitan las comunicaciones entre usuarios de VoIP (H.323) y usuarios de redes NO H.323, a menudo la PSTN o redes privadas basadas en PBX. Los Gateways permiten a los





# Universidad Nacional Autónoma de México

Desarrollo e Implementación de una Red Datos con la Integración de Servicios Digitales VoIP.

---

usuarios convencionales de teléfonos comunicarse con usuarios VoIP.

- Multipoint Control Units (MCU) son componentes opcionales de H.323, los que soportan conferencia multipunto, conocidas comúnmente con el nombre de conferencia de llamadas.
- Gatekeepers proporcionan funciones de control similar a los proporcionados por PBX's y switches de transporte en redes convencionales de voz. Estos dispositivos controlan el establecimiento de llamadas y ellos pueden proporcionar funciones adicionales como son reenvío de llamadas, conferencia de llamadas y llamadas en espera.

## Protocolos del tiempo real

El flujo digitalizado de audio y video se transportan entre los puntos finales por los protocolos de tiempo real. RTP es una conexión orientada de protocolo, extremo a extremo que se diseña para transportar información en retraso sensible. RTP identifica el tipo de carga útil e incluye una secuencia numérica de tiempo marcado que pueden ser usados para sincronizar flujos de información en tiempo real. RTP utiliza pérdidas de conexión, inestables UDP transporta protocolos más que TCP porque los retardos de retransmisión rompen el audio en tiempo real el flujo de video.

El protocolo de control de tiempo real (RTCP) trabaja con RTP para proporcionar software de envío con regeneración en la calidad de servicio siendo experimentado por el receptor. RTP informa parámetros de QoS incluso la pérdida del paquete y la cantidad de jitter que será experimentado. El emisor puede ajustar tasas de la transmisión basadas en esta regeneración.

## Protocolos de señalización

Los extremos usan H.225 registro, admisión, y estado (RAS) protocolos para registrar con un gatekeeper. Los protocolos H.225 RAS corren sobre UDP.





# Universidad Nacional Autónoma de México

Desarrollo e Implementación de una Red Datos con la Integración de Servicios Digitales VoIP.

---

El H.225 llamado estándar de señalización define los protocolos que usan los extremos para configurar y liberar conexiones. Con H225 mensajes son transportados sobre conexiones TCP.

Después de que una llamada es establecida, los puntos del extremo usan señalización de control H.245 para intercambiar información sobre sus capacidades. Por ejemplo, los extremos negocian el uso de codecs de audio para asegurar que los dos el extremo de la conversación están “hablando” el mismo idioma. Con H.245 mensajes son transportados sobre conexiones de TCP.

## Codecs y Protocolos VoIP

### Codec

Un codec (compresor/descompresor o coder/decoder) es el hardware o software que muestrea sonidos analógicos y los convierte en dígitos binarios, que a la salida proporciona tasas de datos predeterminadas. El codec a menudo ejecuta compresiones conocidas ahorrando ancho de banda. Existen docenas de codecs disponibles cada uno con sus propias características.

Los codecs tienen nombres extraños los cuales corresponden al nombre que el estándar ITU describe para su operación. Por ejemplo el codec nombrado G.711u y G.711a convierte señales analógicas a digitales y viceversa con alta calidad. Como con muchas cosas digitales, alta calidad implica más bits, así que estos 2 codecs usan más ancho de banda a baja velocidad. Los codecs de baja velocidad, como son el G.726, G.729, y aquellos dentro de la familia G.723, consumen menos ancho de banda aunque, los codec de baja velocidad perjudican la calidad de audio mucho más que los codecs de alta velocidad, debido a que ellos comprimen la transmisión digital con pérdidas de compresión que pierde datos originales. Menos bits son enviados, recibiendo del otro lado una mejor aproximación del audio original no teniendo alta fidelidad.

La tabla siguiente describe algunos codecs comunes para VoIP, a la mitad de la tabla se muestra el rango de velocidad al cual los codecs generan su salida. La columna de retardo de paquetización, refiere al retardo que sufre la señal en la conversión de analógico a digital y viceversa.





# Universidad Nacional Autónoma de México

Desarrollo e Implementación de una Red Datos con la Integración de Servicios Digitales VoIP.

NOMBRE DEL CODEC	TRANSFERENCIA DE DATOS NOMINAL	RETARDO DE PAQUETIZACIÓN
G.711u	64.0 kbps	1.0 ms
G.711a	64.0 kbps	1.0 ms
G.726-32	32.0 kbps	1.0 ms
G.729	8.0 kbps	25.0 ms
G.723.1 MPMLQ	6.3 kbps	67.5 ms
G.723.1 ACELP	5.3 kbps	67.5 ms

Fig. 60 Tablas de Especificación de Codecs

Los codecs usan técnicas sofisticadas matemáticas para codificación y compresión, como podría ser MPMLQ (*Multi-Pulse Maximum Likelihood Quantization*), y/o conjugar estructuras algebraicas con compresión ACELP. Los nombres indican como los codecs realizan su trabajo.

Perdida de paquetes ocultos (PCL) es en adición característica disponible con los codecs G.711u o G.711a. Técnicas PLC reducen o cubren efectos de pérdida de datos durante una conversación telefónica. PLC no agrega retardo o defectos, pero esto a su vez hace que la manufactura de los codecs sea más cara. Razón por la cual es relativamente raro encontrar un codec hoy en día.

## Protocolos VoIP

Programas de aplicación construyen sus propias familias de protocolos de Capas Superiores sobre protocolos de capa inferior, estos empleados para transporte y otras tareas. Implementando una llamada telefónica VoIP sobre una red de datos involucra el establecimiento de una llamada, que es el equivalente a obtener tono de marcado, marcando un número telefónico, obteniendo un ring o una pérdida de señal en el otro extremo y/o tomando la llamada estableciendo una conversación. Protocolos VoIP son requeridos durante ambas fases.





# Universidad Nacional Autónoma de México

Desarrollo e Implementación de una Red Datos con la Integración de Servicios Digitales VoIP.

Varios protocolos de capas superiores pueden lograr el establecimiento de una llamada, incluyendo H.323, STP, MGCP, y Megaco. Los programas que implementan el establecimiento de la llamada usan TCP y UDP para encapsular el intercambio de datos durante el establecimiento y pérdida de una llamada.

El intercambio de codificadores actuales de voz, ocurre después de establecer una llamada y antes de terminarla, usando dos flujos de datos uno en cada dirección hacia ambos participantes los cuales hablan al mismo tiempo. Cada uno de estos dos flujo de datos usan protocolos de capas superiores llamados Protocolos de tiempo Real (RTP), los cuales son encapsulados en UDP sobre el cable.

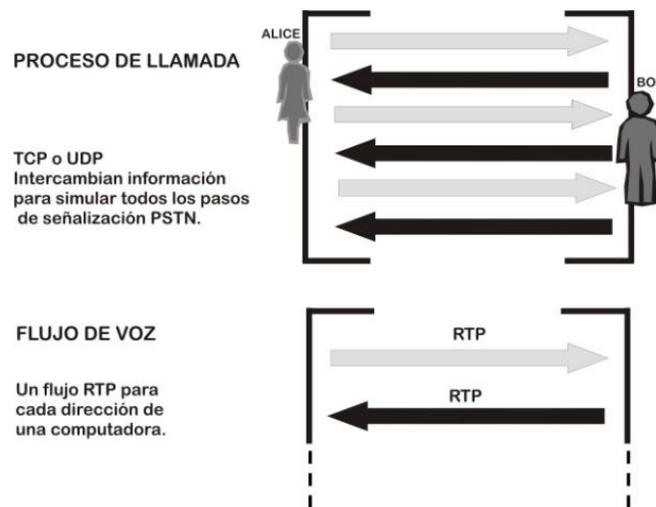


Fig. 61 Proceso de Llamada sobre UDP

## Protocolos de Establecimiento de Llamada

Los Protocolos de establecimiento de llamadas usan TCP y UDP para encapsular el inicio y final de la llamada fases de una llamada telefónica. Estos manejan funciones como son el mapeo de números telefónicos para direcciones IP, generando tonos de marcado y señales de ocupado, tonos de llamada y descolgado. Hay dos familias de protocolos en establecimiento de llamadas: Una establecida desde la comunidad de telefonía y la otra desde la comunidad de datos.





# Universidad Nacional Autónoma de México

Desarrollo e Implementación de una Red Datos con la Integración de Servicios Digitales VoIP.

---

Obteniendo los protocolos de establecimiento de llamadas H.323 y MGCP (*Media Gateway Control Protocol*) desde la comunidad de telefonía ITU H.323 es el más amplio protocolo instalado hoy en día; un reporte de la Compañía Insight en Enero del 2001 indica que el 89% de llamadas VoIP usan H.323 familia de estándares para multimedia, incluyendo voz y videoconferencia. MGCP es un poco menos flexible, por el uso de dispositivos caros como los teléfonos. La familia de protocolos H.323 han sido redefinidos por muchos años, y como resultado, es su robustez y flexibilidad, otros protocolos ligeros desarrollados por la IETF son el SIP (*Session Initiation Protocol*) and Megaco.

SIP en particular representa típicas redes de datos lógicas, las cuales preguntan, porque usan protocolos duros (como podrían ser H.323) cuando un protocolo ligero (como lo sería SIP) podría trabajar en el mismo tiempo ?.

SIP es la “industria querida” este soportado por Cisco, Nortel y Microsoft los cuales recientemente han comprado interfaz de clientes SIP con sistemas operativos como Windows XP

## Protocolos de Flujo de Voz

RTP es ampliamente utilizado para transmisión de audio y video; este diseñado para aplicaciones que envían datos en una dirección sin confirmación. La cabecera de cada datagrama RTP contiene una etiqueta, así las aplicaciones receptoras del datagrama pueden reconstruir el tiempo original del dato. Esto también contiene una secuencia numérica, el receptor del otro lado puede establecer o reconocer pérdidas, duplicados, o datagramas fuera de orden.

Los dos flujos RTP, que son en una conversación bidireccional, son elementos importantes en la determinación de la calidad de la llamada de conversaciones de voz. Observando para la composición de datagramas RTP, los cuales transportan datagramas de voz.





# Universidad Nacional Autónoma de México

Desarrollo e Implementación de una Red Datos con la Integración de Servicios Digitales VoIP.

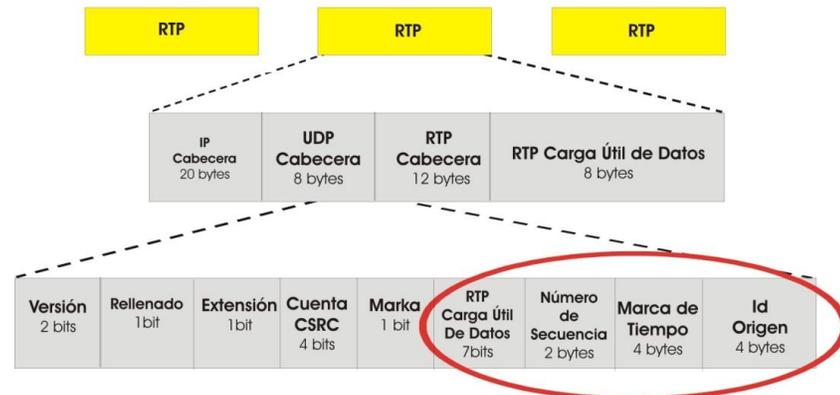


Fig. 62 Cabecera usada para RTP sigue a la cabecera UDP en cada Datagrama

Todos los registros mencionados para RTP dan las bases para el uso de UDP. Así como UDP, RTP es un protocolo no orientado a conexión. El software que ejecuta RTP no es parte común de la pila del protocolo TCP/IP, así que aplicaciones son codificadas para añadir y reconocer una cabecera adicional de 12 bytes en cada datagrama UDP. Los campos enviados en cada cabecera, contendrán 4 registros importantes:

- **RTP Carga Útil de Datos:** Indica cual codec será usado. El codec comunica el tipo de datos (como lo son voz, audio y video) y como estos son codificados.
- **Número de Secuencia:** Ayuda al lado receptor a re ensamblar los datos y detectar lo perdido, fuera de orden, o datagramas duplicados.
- **Marca de Tiempo:** Usado para reconstruir el tiempo del audio original o video. También, ayuda al lado receptor a determinar la consistencia o variación de tiempos de llegada, conocido como jitter. Esta es la marca que trae valores reales para RTP. Un transmisor pone una marca en cada datagrama que es enviado. El lado receptor de una aplicación RTP observa cuando cada datagrama recibido es comparado con su marca. Si el tiempo entre datagramas recibidos es el mismo que cuando fueron enviados, entonces no existe variación. Aunque podrían existir ser perdidas de variación en los tiempos de llegada, depende de las





# Universidad Nacional Autónoma de México

Desarrollo e Implementación de una Red Datos con la Integración de Servicios Digitales VoIP.

---

condiciones de la red, y el lado receptor puede fácilmente calcular este jitter.

- **ID Origen:** Dejando al software, para el lado de la recepción y distinguiendo entre múltiples, o simultáneos flujos de entrada la acumulación de cabeceras pueden ser añadidas, dependiendo el tamaño de carga de datos. Por ejemplo, un tamaño típico de carga usado en codecs G.729 es de 20 bytes, lo cual significa que el codec tiene chunks de salida de 20-byte en una llamada VoIP con tasa predeterminada para un codec específico. Con RTP, dos terceras partes del datagrama es la cabecera por que el total de carga en la cabecera consiste de:

$RTP (12 \text{ bytes}) + UDP (8 \text{ bytes}) + IP (20 \text{ bytes}) = 40 \text{ bytes}$

El ancho de banda real consumido por llamadas VoIP, es alto que este primero aparece. El codec G.729 por ejemplo, tiene tasas de carga de 8 Kbps. Esto en ancho de banda usado es elevado. Cuando enviamos hasta intervalos de 20ms, este tamaño de carga es de 20 bytes por datagrama. Para esto, añadir los 40 bytes de cabecera RTP (si, la cabecera es más grande que la carga) y cualquiera cabecera adicional de capa 2. Por ejemplo, generalmente los manejadores Ethernet añaden 18 bytes más. También hay 2 flujos concurrentes RTP (uno en cada dirección), así teniendo doble consumo de ancho de banda. El “ancho de Banda Combinado” columna en la tabla mostrada abajo, muestra una imagen real del ancho de banda requerido para algunos codecs de uso común.

Alguno teléfonos IP permiten establecer el “retardo entre paquetes” o “la longitud de paquetes”, que es el rango al cual el transmisor libera datagramas dentro de la red. Por ejemplo, a 64 Kbps un “datagrama de 20 milisegundos” implica que el transmisor crea datagramas a 160 bytes de carga cada 20 ms. Existiendo una simple ecuación que relaciona la velocidad del codec, y el retardo entre datagramas de voz, y la carga útil del tamaño del datagrama.





# Universidad Nacional Autónoma de México

Desarrollo e Implementación de una Red Datos con la Integración de Servicios Digitales VoIP.

Carga Útil en Tamaño (bytes) = Velocidad del Codec (bits/sec) x Retardo del Datagrama (ms) / 8 (bits/byte) x 1000 (ms/sec).

En este ejemplo:

$$160 \text{ bytes} = (6400 \times 20) / 8 \times 1000$$

Por dar un rango de datos, incrementando las causas de retardo el datagrama obtiene una longitud, similar al datagrama menos enviado transportando la misma cantidad de datos. Un retardo de 30 ms para una tasa de datos de 64 kbps significaría enviar 240 bytes de datagramas.

CODEC	TRANSFERENCIA DE DATOS NOMINAL	RETARDO DE PAQUETIZACIÓN	TAMAÑO TÍPICO DE DATAGRAMA	COMBINACIÓN DE ANCHO DE BANDA PARA 2 FLUJOS
G.711u	64.0 kbps	1.0 ms	20 ms	174.40 kpbs
G.711a	64.0 kbps	1.0 ms	20 ms	174.40 kpbs
G.726-32	32.0 kbps	1.0 ms	20 ms	110.40 kpbs
G.729	8.0 kbps	25.0 ms	20 ms	62.40 kpbs
G.723.1 MPMLQ	6.3 kbps	67.5 ms	30 ms	43.73 kpbs
G.723.1 ACELP	5.3 kbps	67.5 ms	30 ms	41.60 kpbs

Fig. 63 Tabla de Especificación de Codecs de Voz





# Universidad Nacional Autónoma de México

Desarrollo e Implementación de una Red Datos con la Integración de Servicios Digitales VoIP.

---

## Protocolo H.323

H.323 es la especificación, establecida por la UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones) en 1996, que fija los estándares para la comunicación de voz y vídeo sobre redes de área local, con cualquier protocolo, que por su propia naturaleza presentan una gran latencia y no garantizan una determinada calidad del servicio (QoS).

El H.323 proporciona la base para la transmisión de voz, datos y vídeo sobre redes no orientadas a conexión, como son las basadas en IP, incluyendo a Internet, de manera tal que las aplicaciones y productos conforme a ella puedan interoperar, permitiendo la comunicación entre los usuarios sin necesidad de que éstos se preocupen por la compatibilidad de sus sistemas. La LAN sobre la que los terminales H.323 se comunican puede ser un simple segmento o un anillo, o múltiples segmentos como es el caso de Internet con una topología compleja, lo que puede resultar en un grado variable de rendimiento.

Para la conferencia de datos se apoya en la norma T.120, con lo que en conjunto soporta las aplicaciones multimedia. Los terminales y equipos conforme a H.323 pueden tratar voz en tiempo real, datos y vídeo, incluida videotelefonía.

El estándar contempla el control de la llamada, gestión de la información y ancho de banda para una comunicación punto a punto y multipunto, dentro de la LAN, también define la interfaz entre la red local y otras redes externas, como puede ser la RDSI.

H.323 define los formatos y protocolos de datos que usan los puntos finales para comunicarse con otros. También define la administración y protocolos de control usados entre las terminales, gatekeepers, gateway y MCU's. El diagrama siguiente muestra el conjunto de protocolos implementada por H.323 en los puntos finales (terminales y gateway) en redes VoIP





# Universidad Nacional Autónoma de México

Desarrollo e Implementación de una Red Datos con la Integración de Servicios Digitales VoIP.

Aplicación de Audio	Aplicación de Video	Terminal de Control y Administración				
CODECS de Audio G.711 G.729 G.723.1	CODECS de Video G.711 G.729 G.723.1	Protocolo de Control en tiempo real	H.225.0 Registro Admisión Estado	H.225.0 Señalización de llamada	H.245 Señalización de control	T-120 Datos
Protocolo en tiempo real						
Protocolo UDP				Protocolo de Control de transmisión TCP		
Protocolo Internet IP						

Fig. 64 Pila de protocolos implementados H.323 en una Red Voz/IP

Los codecs digitales codifican y decodifican señales de audio y video para la transmisión a través de redes H.323. En redes VoIP sólo codecs de audio son usados. Los codecs difieren en las técnicas de codificación que ellos usan y la tasa de bit de sus salidas digitales. La compatibilidad de codecs es esencial para la interoperabilidad de VoIP. Los puntos finales no pueden hablar entre sí a menos que usen un codec compatible.

H.323 en puntos extremos deberá soportar un codec de audio por lo menos. el Standard G.711 asegura esto la interoperabilidad básica entre las terminales H.323. El estándar G.711 decodifica audio a 64 Kbps y soporta la modulación (PCM) que es ampliamente usado para decodificar voz en la PSTN. Otros codecs de audio pueden opcionalmente ser implementados. Algunos de estos codecs son con su tasa de transmisión:

- G.723.1–6.4 Kbps o 5.3 Kbps
- G.728–16 Kbps
- G.729–8 Kbps

Note que estos estándares usan menos ancho de banda que G.711 porque ellos comprimen señales de audio. Estos algoritmos de compresión toman ventaja de los modelos repetitivos desarrollados en el lenguaje humano. Diseñadores de redes saben que estos codecs con bajo ancho de banda ofrecen salida digital de voz en tramas muy cortas, típicamente de 10 a 30 bytes en longitud. En adición algunos terminales VoIP también





# Universidad Nacional Autónoma de México

Desarrollo e Implementación de una Red Datos con la Integración de Servicios Digitales VoIP.

---

implementan supresores de silencio para eliminar tráfico en la red durante pausas en la conversación.

H.323 establece los estándares para la compresión y descompresión de audio y vídeo, asegurando que los equipos de distintos fabricantes se entiendan. Así, los usuarios no se tienen que preocupar de cómo el equipo receptor actúe, siempre y cuando cumpla este estándar. La gestión del ancho de banda disponible para evitar que la LAN se colapse con la comunicación de audio y vídeo, por ejemplo, limitando el número de conexiones simultáneas, también está contemplada en el estándar.

La norma H.323 hace uso de los procedimientos de señalización de los canales lógicos contenidos en la norma H.245, en los que el contenido de cada uno de los canales se define cuando se abre. Estos procedimientos se proporcionan para fijar las prestaciones del emisor y receptor, el establecimiento de la llamada, intercambio de información, terminación de la llamada y como se codifica y decodifica. Por ejemplo, cuando se origina una llamada telefónica sobre Internet, los dos terminales deben negociar cuál de los dos ejerce el control, de manera tal que sólo uno de ellos origine los mensajes especiales de control. Una cuestión importante es, como se ha dicho, que se deben determinar las capacidades de los sistemas, de forma que no se permita la transmisión de datos si no pueden ser gestionados por el receptor.

Una característica de la telefonía sobre una LAN o Internet es que se permite la información de vídeo sobre la de audio (videoconferencia), que se le da formato de acuerdo con el estándar H.261 o H.263, formando parte de la carga útil del paquete RTP; dado que se envían sólo los cambios entre cuadros resulta muy sensible a la pérdida de paquetes, lo que da origen a la distorsión de la imagen recibida.



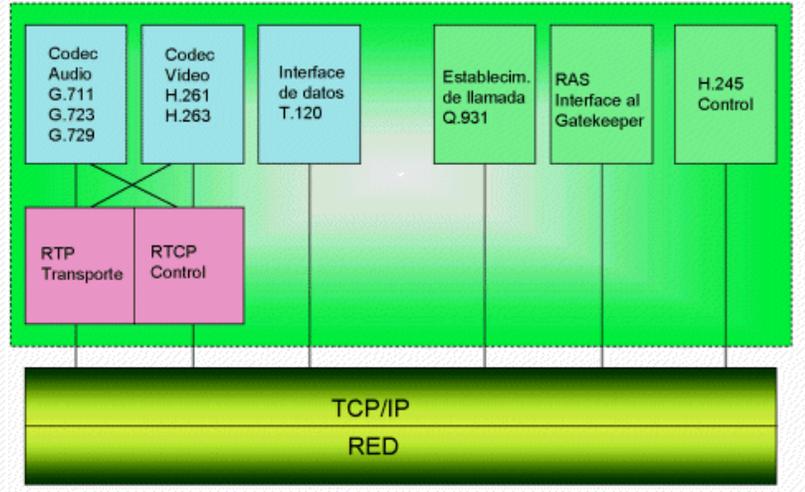


Fig. 65 Capas de protocolo H323

### Componentes definidos en H.323

La especificación define cuatro componentes principales para un sistema de comunicaciones en red: Terminales, Gateways, Gatekeepers y MCUs.

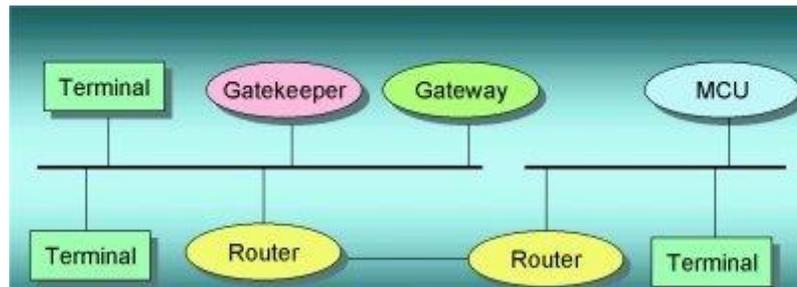


Fig. 66 Componentes en H323

### RTP (Protocolo de transferencia en tiempo real)

El protocolo TCP/IP utilizado en múltiples comunicaciones es un protocolo de transferencia seguro, gracias a TCP, lo que asegura la transmisión libre de errores. Sin embargo, no hay garantía de que los paquetes lleguen ordenados a su destino /en tiempo real), lo que causa problemas para la voz o el vídeo. Para evitar este efecto, el IETF ha propuesto el protocolo





# Universidad Nacional Autónoma de México

Desarrollo e Implementación de una Red Datos con la Integración de Servicios Digitales VoIP.

---

denominado RTF (Real-time Transfer Protocol) que facilita las comunicaciones multimedia.

## **Terminales.**

Son los clientes finales en la LAN, que proporcionan una comunicación bidireccional en tiempo real. Todos los terminales deben soportar la comunicación de voz, mientras que la de vídeo y datos son opcionales.

## **Gateway.**

El Gateway es un elemento opcional en una conferencia H.323, que proporciona muchos servicios incluida la adaptación con otras normas del UIT. En general, su misión es establecer un enlace con otros terminales ubicados en la RTB o RDSI.

## **Gatekeeper.**

El Gatekeeper realiza dos funciones de control de llamadas que preservan la integridad de la red corporativa de datos. La primera es la traslación de direcciones de los terminales de la LAN a las correspondientes IP o IPX, tal y como se describe en la especificación RAS. La segunda es la gestión del ancho de banda, fijando el número de conferencias que pueden estar dándose simultáneamente en la LAN y rechazando las nuevas peticiones por encima del nivel establecido, de manera tal que se garantice ancho de banda suficiente para las aplicaciones de datos sobre la LAN. El Gatekeeper proporciona todas las funciones anteriores para los terminales, Gateways y MCUs, que están registrados dentro de la denominada Zona de control H.323.

## **MCU (Multipoint Control Units) .**

La Unidad de Control Multipunto está diseñada para soportar la conferencia entre tres o más puntos, bajo el estándar H.323, llevando la negociación entre terminales para determinar las capacidades comunes para el proceso de audio y vídeo y controlar la multidifusión.

La comunicación bajo H.323 contempla las señales de audio y vídeo. La señal de audio se digitaliza y se comprime bajo uno de los algoritmos soportados, tales como el G.711 o G.723, y la señal de vídeo (opcional) se





# Universidad Nacional Autónoma de México

Desarrollo e Implementación de una Red Datos con la Integración de Servicios Digitales VoIP.

trata con la norma H.261 o H.263. Los datos (opcional) se manejan bajo el estándar T.120 que permite la compartición de aplicaciones en conferencias punto a punto y multipunto.

Protocolo	H.320	H.321	H.322	H.323	H.324
Fecha	1990	1995	1995	1996	1996
Red	RDSI-BE	RDSI-BA ATM LAN	X.25	LAN Ethernet	RTB
Vídeo	H.261 H.263	H.261 H.263	H.261 H.263	H.261 H.263	H.261 H.263
Audio	G.711 G.722 G.728	G.711 G.722 G.728	G.711 G.722 G.728	G.711 G.722 G.723 G.728 G.729	G.723
Datos	T.120	T.120	T.120	T.120	T.120
Multiplexación	H.221	H.221	H.221	H.225	H.223
Control	H.230 H.242	H.242	H.230 H.242	H.245	H.245
Multipunto	H.231 H.243	H.231 H.243	H.231 H.243	H.323	
Interfaz de comunicaciones	I.400	AAL I.363 I.400	TCP/IP I.400	TCP/IP	Módem V.34

## Requerimientos de Infraestructura para Soportar VoIP

H.323, la norma global para la comunicación de paquetes basados en multimedios como VoIP, proporciona funcionalidad del teléfono que es comparable a la PSTN. Pero otro de los requerimientos para la exitosa comunicación IP es la calidad de servicio [Quality of Service (QoS)]. La comunicación de Voz requiere de redes con latencia muy baja, movimiento bajo, y pérdida de paquetes mínima. Factores que se manejan como requisitos de QoS:

- Expectativas altas del usuario
- Los requerimientos técnicos en comunicaciones de voz en tiempo real





# Universidad Nacional Autónoma de México

Desarrollo e Implementación de una Red Datos con la Integración de Servicios Digitales VoIP.

---

Los usuarios del teléfono tienen expectativas muy altas porque ellos están acostumbrados al QoS proporcionado por la PSTN y PBX privado basado en redes. Ésas conexiones orientadas, a redes de circuitos conmutados le proporcionan a cada usuario un ancho de banda dedicado para la duración de cada llamada. El resultado es latencia sumamente baja y jitter, y ruptura mínima debido a "ruido" en las conexiones. La latencia baja les permite a los usuarios mantener conversaciones naturales. Los usuarios difieren en su tolerancia de retraso, pero una regla buena de dedo pulgar es al límite retraso aproximadamente 150 milisegundos (ms). Este tiempo aproximado de retraso incluye los retrasos del proceso introducidos por los sistemas finales, más la latencia de la red.

Cuando los codecs/decoders en términos de VoIP comprimen señales de voz ellos presentan tres tipos de retraso:

- Retraso de Procesamiento o Algoritmo de retraso.- El tiempo que requirió el codec para poner en código una sola trama de voz.
- Retraso de cabeceras.-El tiempo que requirió un codec para examinar parte de la siguiente trama, mientras decodifica la trama actual. (La mayoría los esquemas de compresión requieren cabeceras).
- Retraso de trama.-El tiempo que requirió el sistema para enviar o para transmitir una trama.

Los siguientes estándares de codecs son algunos que normalmente usa la ITU-T y la cantidad de retraso que mediante ellos se introduce:

- G.711: descompresión a 64 Kbps agregando lenguaje insignificante de retraso.
- G.729: codificación del lenguaje a 8 Kbps y esto adiciona un retraso aproximadamente 25 ms.
- G.723.1: codificación del lenguaje a 6.4 Kbps o 5.3 Kbps y esto adiciona un retraso aproximadamente 67.5 ms.

En general, niveles mayores de compresión introducen más retraso y requieren baja latencia en la red para mantener buena calidad de voz. Cuando usamos compresión G.723.1, por ejemplo, los componentes de la red no deberán exceder:  $150\text{ms} - 67.5\text{ms} = 82.5\text{ms}$ .





## Construcción de la Infraestructura Correcta Para Soportar VoIP

Uno de los desafíos en implementaciones VoIP es diseñar y construir una red basada en IP que rigurosamente se encuentre dentro de los requerimientos de QoS y sea comparable al rendimiento convencional de la red telefónica de circuitos conmutados.

La alta latencia que envía y el mejor esfuerzo (Best-Effort) deliberado proviene del software basado en ruteadores, que generalmente no es aceptable para el tráfico de tramas como VoIP, ya que este no proporciona garantías de latencia máximas o mínimas garantías de ancho de banda.

Desde la perspectiva de una red de Ethernet basada en IP, un paquete de VoIP que contiene parte de una conversación del teléfono esta no siendo diferente a un paquete de datos que contiene parte de un e-mail, Ambos paquetes son recibidos por un puerto en un switch ethernet y necesita ser remitido por otro puerto de salida del switch ethernet. Desde la perspectiva de puntos finales o nodos terminales, diferentes tipos de tráfico tienen requisitos muy variables.

Por ejemplo, típicamente el tráfico de correo electrónico es manejado usando el proceso almacenamiento y reenvío. Esto no teniendo que ser en tiempo real. Una transmisión de correo electrónico no tiene necesariamente que fluir de un punto a otro para tener éxito.

Recíprocamente, el tráfico de VoIP es un proceso en tiempo real. Para completar una sesión de VoIP exitosa, la red debe estar disponible para soportar el flujo de paquetes de VoIP entre los dos puntos extremos para la duración de la conversación telefónica. El tráfico de VoIP requiere una red que garantice ancho de banda y capacidad para tráfico de VoIP.

Para soportar tráfico VoIP de forma consistente y confiable, una red debe proporcionar tres cosas:

- Latencia en reenvío de paquetes que no exceda el máximo nivel tolerable para una conversación de VoIP.





# Universidad Nacional Autónoma de México

Desarrollo e Implementación de una Red Datos con la Integración de Servicios Digitales VoIP.

---

- Jitter en reenvío de paquetes el cual es la variación en cierto tiempo de latencia, que no exceda el máximo de los niveles tolerables para soportar una sesión de VoIP.
- Garantice el ancho de banda de la red y capacidad para las sesiones de VoIP durante los periodos de congestión de la red.

En otras palabras, una red necesita proporcionar rendimiento, baja latencia, baja fluctuación y protección, (QoS) Calidad de Servicio.

La mayoría de las sesiones de VoIP requieren una latencia que no exceda los 150ms. Este cálculo de retraso es reducido por cualquiera de los codecs en los sistemas terminales. Cuando los retrasos del traslado exceden aproximadamente los 300 ms., la conversación comienza a hacerse difícil. Cualquiera que ha intentado mantener una conversación en un enlace satelital ha experimentado los efectos de los retrasos largos.

Dependiendo del tipo de método usado para comprimir voz, cada enlace de VoIP requiere entre 32 Kbps a 64 Kbps de ancho de banda. Algunos métodos de compresión como G.729 toma el ancho de banda requerido debajo de 8 Kbps. Como usted puede ver, el ancho de banda que se requiere para cada sesión de VoIP es relativamente bajo. El desafío es hacer ancho de banda disponible a pesar del uso de la red.

## Calidad de Servicio (QoS)

QoS es usado para aminorar la sobre demanda ocasional de la red. Cuando la demanda llega a ser notable, cuando el tráfico en la red incrementa hasta que el rendimiento recae, se puede elegir entre algunas clases de tratamiento de tráfico en la red mejores que otras. Una decisión mal tomada puede hacer que algunos usuarios o aplicaciones puedan ser tratados mejor, o por lo menos diferente que otras.

Las técnicas de QoS trabajan por manejo de tráfico en diferentes clases diferentemente. Así, el resto de operaciones de QoS responde sobre dos amplias categorías de decisiones:

- ¿Cómo clasificar el tráfico?



Facultad de Estudios Superiores ARAGON



# Universidad Nacional Autónoma de México

Desarrollo e Implementación de una Red Datos con la Integración de Servicios Digitales VoIP.

---

- ¿Qué manejo a cada una de las clases de tráfico que está recibiendo?

## Clasificación

¿Qué tipo de tráfico es este?

¿Qué es la diferencia en las clases de tráfico?

## Manejo

¿Cómo puede ser tratada esta clase de tráfico?

¿Cómo es el manejo diferente a partir del que se les da a otras clases de tráfico?

Una forma fácil para comprender las clases de tráfico es como pensar en una medalla olímpica. Algunos tráficos podrían obtener un tratamiento de medalla de oro, otros tráficos podrían obtener niveles de servicio de plata, y todavía otros obtendrían niveles de servicio de medalla de bronce. Mientras que todos los demás obtendrían un manejo “best effort”.

Las redes que no tienen QoS, tratan todo el tráfico como “best-effort”, los dispositivos de red hacen lo mejor para entregar tramas de los remitentes a sus destinatarios. Pero todo el tráfico no es producido igual. Cuando ocurre una congestión en la red, algún tráfico podría ser manipulado como Premium. Por ejemplo ¿el tráfico VoIP podría ser tratado mejor que las aplicaciones de datos. QoS cambia el campo de juego, es decir que ya no sea plano. Hay varios gustos de preferir manejo de tráfico Premium que puede recibirse. Tecnologías de red, como garantizar un ancho de banda, garantía del curso, bajo retardo, baja pérdida de datos, altas prioridades durante congestiones o algunas combinaciones de estas.

Solamente se puede usar QoS para hacer mejores y buenas situaciones. Y nunca se debe usar QoS esperando improvisar una pobre o marginada situación “benéfica”.

Para saber si se tiene una congestión se pueden observar uno o todas las medidas de desempeño (retardo, variación del retardo, o pérdida de paquetes) intermitentemente se tornan malas. Eso es, el mejor de los tiempos, la calidad de voz es buena, porque esas medidas están en un





# Universidad Nacional Autónoma de México

Desarrollo e Implementación de una Red Datos con la Integración de Servicios Digitales VoIP.

---

rango aceptable. Pero cada vez en algún tiempo, durante un uso a gran escala de la red, una o más de esas medidas tocan el nivel más alto. La meta de QoS es suavizar los picos en una congestión. Para las congestiones crónicas, QoS no es la solución, QoS trata algunos tráficos pobremente, y simplemente pospone la falla inevitable que ocurrirá cuando nuevos usuarios y más tráfico sean agregados.

Las técnicas de QoS no están diseñadas para solventar problemas estáticos que existen cuando no hay congestión presente. Por ejemplo si el retardo o la pérdida de paquetes tienen una frecuencia muy alta cuando la red está siendo usada ligeramente, se necesita trabajar en el conocimiento fundamental del problema.

Aun cuando la red es un buen candidato para QoS, esto es investigando las alternativas de menos costo, particularmente los anchos de banda económicos y un diseño de red con menos cuellos de botella. Más ancho de banda no siempre es una ayuda, especialmente cuando el retardo o la variación son importantes.

Finalmente, QoS tiene pocos lados malos como los siguientes:

- La dificultad para establecerlo.
- Frecuentemente está involucrado con decisiones políticas, decidiendo quien estará en qué clase de servicio y como serán manejados. Tenemos que saber de la situaciones donde QoS no fue usado, porque nadie quiere tomar las malas decisiones políticas.
- El desenvolvimiento y las herramientas deben llegar a convertirse en parte del equipamiento estándar.
- QoS presenta considerables pruebas de desafío. Las pruebas muestran cómo se obtiene un manejo diferentemente a las diferentes clases de tráfico, particularmente bajo condiciones de mucha tensión y necesarias para mostrar que sucede en la red de principio a fin.





# Universidad Nacional Autónoma de México

Desarrollo e Implementación de una Red Datos con la Integración de Servicios Digitales VoIP.

---

- Las herramientas de administración de redes para QoS no son extremadamente maduras.
- Teniendo listados los retos, los obstáculos proceden con los equipos, y realmente toman ventaja del potencial que ofrece QoS.

## Clasificación de Tráfico.

Para clasificarlo, necesitamos tráfico en la red que sea segregado. Por ejemplo, algunas aplicaciones de red son fácilmente identificadas por que ellas utilizan un único número de puerto IP, en contraste, las aplicaciones que usan puertos dinámicos son difíciles para identificar únicamente por examinación de los puertos. De alguna forma, el tráfico puede ser clasificado y estas son algunas de las más comunes:

- Protocolo (TCP, UDP, RTP, ICMP)
- Configuración del encabezado IP, como los DiffServ / TOS byte
- Señalización RSVP
- Número de puertos y direcciones
- Información de encabezado RTP
- Contenidos de los Datos (URL, etc.)
- Velocidad de los datos y flujo del patrón
- Tamaño del buffer
- Ruteo de la etiqueta
- Firma de la aplicación

En algunas de esas clasificaciones son usadas características ya implícitas presentes en los paquetes IP, como los protocolos, direcciones de destino, o número de puerto. De otro modo la clasificación se hace explícita. Algunas aplicaciones han tomado acciones explícitas para identificar tráfico y será manejado con una de estas técnicas.

La clasificación de tráfico puede hacerse en los límites de la red, en la mitad de la red, o por sus mismas aplicaciones de red.

Los dispositivos que clasifican tráfico en los límites de la red todavía son comunes a la fecha. Como los (traffic shapers), (bandwidth manager), o (firewalls), proporcionan puntos centrales de administración.





# Universidad Nacional Autónoma de México

Desarrollo e Implementación de una Red Datos con la Integración de Servicios Digitales VoIP.

---

Se debe estar seguro que los dispositivos límites emplean una clasificación de reglas de tráfico en los lugares donde hay más cruce de tráfico.

El trabajo de clasificación mejora cuando el tráfico va hacia los puntos de clasificación como estos. Pero cuidado con esos lugares pueden convertirse en cuellos de botella, fabricando un desempeño problemático.

La clasificación del tráfico en la mitad de la red es también común, pero los dispositivos usualmente tienen menor conocimiento sobre el tráfico. Ruteadores, por ejemplo, pueden clasificar el tráfico basado en la velocidad del flujo por conexión, condiciones de colas, y tamaño de paquetes, en lugar de contenido o direcciones.

Los usuarios finales y las aplicaciones mismas son raramente de confianza para la clasificación del tráfico. Si se tuviera que escoger, la mayoría de los usuarios escogería manejo de tráfico "Premium". Así, generalmente las aplicaciones clasifican su propio tráfico y solamente cuando lo aplicaron conoce como emplear una correcta configuración. Los usuarios son de confianza, y todos los dispositivos de red en el camino correcto con las aplicaciones configuradas.

Las aplicaciones VoIP eventualmente hacen su propia clasificación; por ejemplo, puertas de enlace VoIP, son generalmente buenas en el mercado explícito su configuración de la llamada y el tráfico de conversación VoIP.

## Manejo de tráfico

Teniendo identificado y clasificado el tráfico, además necesitas determinar que se está logrando con esto. Todas las decisiones pueden tener doble efecto cuando las decisiones son tomadas incorrectamente como descarga de paquetes o aumento de retardo en el tráfico que no es Premium.

Los cambios en la configuración que posibilita el apropiado manejo para cada una de las clases de tráfico están hechos por dispositivos de red en los límites y en medios de una red. De cualquier manera los cambios de configuración son vistos por los usuarios finales de las aplicaciones. Esta extensa separación de razones (*cambios de configuración*) y efectos (*comportamiento punto a punto*) es uno de los retos de la configuración exitosa de QoS.





## Técnicas QoS para Redes

Las operaciones por defecto en la familia de protocolos TCP/IP es para dar un servicio deliberado (*mejor esfuerzo*) “best-effort”. El desempeño es bueno para la transferencia de datos de computadoras cuando la red está ligeramente cargada. Así las nuevas aplicaciones con sus respectivos requerimientos de anchos de banda, retardo, variación del retardo y perdida de paquetes son adicionadas a las redes, los mecanismos QoS improvisados en TCP/IP son liberadas por best-effort para producir el mejor rendimiento de la red.

Las técnicas QoS comprenden una mezcla de clasificaciones y mecanismos de manejo y se han agrupado en varias categorías;

- **Técnicas QoS Link-Layer:** Link-Layer, o esquemas QoS de capa 2, manejan el control de tráfico en enlaces de datos individuales. Por ejemplo, ATM tiene QoS incorporadas en su arquitectura de Core. En IEEE 802.1 p/q, los bytes son insertados dentro de las tramas Ethernet indicando cada prioridad de las tramas. Los switches Ethernet pueden emplear esta prioridad para decidir cuales tramas consiguen conmutarse antes que otras. Ambos esquemas ayudan en las capas inferiores, pero sin alguna correlación para algunos mecanismos QoS de capas superiores. Pueden suministrar pequeños valores para los usuarios de aplicaciones cuyo tráfico necesita ser manejado consistentemente a través de todos los enlaces de datos en una conexión. Los enlaces Cisco de Fragmentación y Entrelazado (LFI) separan los paquetes largos, de esta manera un paquete pequeño de voz no logra formarse detrás de una fila de transferencia de paquetes en un enlace WAN.

Empleando técnicas en la capa de enlace, el tráfico no puede fluir a través de la red de alta velocidad en lo que son enlaces más congestionados en el trayecto.

- **Técnicas QoS para IP:** El esquema de capa 3, RSVP, DiffServ, y MPLS, trabaja para encontrar aplicaciones de red con requerimientos de punto a punto. El Protocolo de Reserva de Recursos (RSVP) reserva recursos para encontrar requerimientos de ancho de banda, variaciones y retardos para una conexión particular a través de una serie de routers. RSVP trabaja mejor cuando las conexiones son largas (como cuando se usa un





# Universidad Nacional Autónoma de México

Desarrollo e Implementación de una Red Datos con la Integración de Servicios Digitales VoIP.

---

stream de video) y cuando solamente unos pocos marcan la prioridad relativa en cada paquete IP, serán reconocidos por cada router que maneje la trama. El multi-protocolo de switcheo y etiquetado (MPLS - "Multiprotocol Label Switching") configura un circuito virtual en una red IP por la anteposición en cada trama de 4 bytes que comunica como se obtiene el siguiente router en el trayecto. MPLS está obteniendo la atención de muchas personas dedicadas a la venta de equipos de Core de grandes redes. Los esquemas QoS IP, tratan las diversas clases de tráfico de manera diferente. No hacen necesariamente que una clase de tráfico se mueva más rápido que otra. Incrementan la probabilidad de que el tráfico viaje en clase Premium, obteniendo un mejor ancho de banda y una mejor prioridad dentro de los routers, o en mejor ruta a través de la red con tráfico en clase inferior. La programación de solicitudes de interfaz para iniciar aplicaciones que inicien su propia priorización; por ejemplo, Windows 98, Me, 2000, y XP permite a las aplicaciones TCP/IP soliciten la calidad de servicio que deseen. De cualquier manera, se sospecha que estas aplicaciones pueden ser ligeramente usadas o ignoradas; las aplicaciones no necesariamente de confianza, y los administradores de la red podrían ver la necesidad de agregar todas las aplicaciones en sus redes cuando determinan esquemas QoS.

- **Técnicas de Formación:** Además para QoS en capa 2 y 3, nuevos router y switches ofrecen maneras de priorizar tráfico y manejar mejor las congestiones. Ejemplo de esto son:
  - **WFQ.** Weighted fair queuing, trabaja improvisando un manejo de bajo volumen de conexiones en medio de un alto volumen de tráfico, también provee un beneficio cuando tráfico VoIP es mezclado con transferencias de archivos muy pesados.
  - **CBWFQ.** Class-bases weighted fair queuing, trabajan junto con **LLQ.** (low latency queuing) para dar una prioridad al tráfico VoIP con sensibles retardos.
  - **WRED.** Weighted random early detection, trabaja durante una congestión para evitar volúmenes de retardo de todas la conexiones TCP que pasan a través del router.





# Universidad Nacional Autónoma de México

Desarrollo e Implementación de una Red Datos con la Integración de Servicios Digitales VoIP.

---

- Opciones como estas son rápidamente efectivas en una red minúscula. Pero son difíciles de administrar consistentemente entre algunos dispositivos.
- **Formadores de Trafico:** Una nueva categoría de dispositivos bajo el título de traffic shapers (también se conocidos como administradores de ancho de banda), se establecen en los puntos de entrada y salida de la red. Esos son los primeros dispositivos de red para implementar políticas de tráfico y su manejo. Mientras se inicia el desarrollo de soluciones propietarias son envueltas en agentes locales de un amplio conjunto de administradores de reglas implementadas por políticas de servidores.

## Optimización de VoIP con Políticas Basadas en Qos y Swicht Wire-Speed.

Conectar switches de Capa 3, combinados con políticas basadas en QoS, son ideales para soportar el trafico VoIP, y han sido diseñados para hospedar trafico VoIP desde el comienzo, El alto rendimiento en switches apilables (stackeables) entregan trafico VoIP con baja latencia y bajo jitter. Al mismo tiempo, el software entrega políticas basadas en QoS para proteger la entrega y rendimiento de tráfico VoIP en tiempo crítico, haciendo segura la conexión a menudo durante periodos de congestión en la red. En otras palabras las redes con este tipo de switches proporcionan rendimiento y protección necesaria para correr trafico VoIP sobre un red conmutada Ethernet.

Este tipo de redes entregan óptimos rendimientos para tráfico de VoIP, por la particularidad de conmutación y capacidad de QoS que son comunes en este tipo de switches de capa 3:

### Características del Equipo:

- **Performance wire-speed** intercambia entre Capa 2 y Capa 3 asegura la velocidad de los paquetes reenviados, si es para un paquete de datos que contiene parte de un correo electrónico o un paquete de VoIP que contienen parte de una conversación telefónica, nunca será un obstáculo para el desenvolvimiento de VoIP en la LAN.



Facultad de Estudios Superiores ARAGON



# Universidad Nacional Autónoma de México

Desarrollo e Implementación de una Red Datos con la Integración de Servicios Digitales VoIP.

---

- **Arquitectura Non-Blocking.** Los switches tienen un interruptor no-bloqueable en el backplane interno, y nunca será una fuente de congestión o pérdida del paquete para tráfico de VoIP.
- **Latencia Baja.** Un subproducto del switcheo wire-speed es una latencia baja de reenvío. Estos switches introducen de 8-12 microsegundos (msec) de latencia, o retardo, cuando reenvían un paquete de 64 bytes para capa 2 o capa 3. Esto es un orden de magnitud menor a 150-300 milisegundos (ms) de retardo el cual VoIP puede tolerar.
- **Baja Fluctuación (jitter).** La fluctuación es una medida de la variación en latencia sobre tiempo. En una situación ideal con NO jitter, cada paquete arriba a este destino con la misma cantidad exacta de latencia en un periodo de tiempo infinito. La realidad es que en todas las redes existirá alguna cantidad de fluctuación. El desafío es minimizar esa fluctuación. Un Jitter menor a 1 milisegundo (ms) es excelente para tráfico de VoIP.

## **Protegiendo servicios VoIP usando políticas basadas en calidad de servicio.**

Las políticas basadas en QoS permiten arquitecturas de redes que garanticen disponibilidad para tráfico VoIP durante intervalos de congestión en la red. Por ejemplo, el tráfico en tiempo real de voz, puede ser garantizando una cantidad específica de ancho de banda para minimizar la latencia y el jitter, mientras H.323 señaliza la llamada es simplemente asignada con alta prioridad para asegurar el establecimiento rápido de la llamada.

Lo anterior asegura que la arquitectura interna nunca será un punto de congestión, Sin embargo la congestión de la red, o sobre suscripción, es determinada por parámetros de tráfico.

Si dos cables de velocidad a 100 Mbps originando paquetes de tráfico desde diferentes puertos de ingreso son destinados para el mismo puerto de salida a 100 Mbps, el puerto de salida será sobre suscrito por un radio de 2:1. En un escenario de NO QoS cada flujo podría obtenerse a la mitad de este tráfico mientras la otra mitad será perdida. Con políticas basadas



---

Facultad de Estudios Superiores ARAGON



# Universidad Nacional Autónoma de México

Desarrollo e Implementación de una Red Datos con la Integración de Servicios Digitales VoIP.

en QoS, se pueden crear políticas que favorecen un flujo sobre la duración de periodos de congestión o sobre suscripción.

Una estrategia efectiva de QoS es primeramente asignar un ancho de banda para diversas clases de tráfico y entonces priorizar tráfico con cada clase de tráfico. Por ejemplo 10% del ancho de banda podría ser ubicado para aplicaciones ERP, 2% para voz sobre IP, 15% para conferencias remotas y flujo multimedia, y el restante compartido para otro tipo de tráfico.



Fig. 67 Distribución de Tráfico

## VoIP en la WAN

Trafico VoIP puede enviarse sobre una variedad de redes de área amplia (WAN's) basadas en IP, las WAN's basadas en IP son algunas de las siguientes:

- Una WAN privada empresarial se hace con líneas alquiladas, con servicios (frame-relay), PPP o servicios ATM.
- Un proveedor de servicios público de IP Nivel 3
- El Internet público.

Para un negocio que está considerando convergencia de voz y datos, poniendo VoIP en la WAN es tan importante como VoIP en la LAN. Las razones para esto son principalmente económicas. Los costos ahorrados pueden ser inmediatos cuando llamadas telefónicas de larga distancias son desviadas de la PSTN y son enviadas a una WAN basadas en IP. Correr tráfico VoIP en la WAN puede hacerse de varias maneras:





# Universidad Nacional Autónoma de México

Desarrollo e Implementación de una Red Datos con la Integración de Servicios Digitales VoIP.

- Si el tráfico de la voz proviene de un PBX, entonces un gateway de VoIP se requerirá para convertir tráfico de la voz del PBX en paquetes de IP para la transmisión sobre la WAN basada en IP. Semejantemente, un gateway de VoIP será requerido al otro extremo para el tráfico VoIP de regreso en el formato usado por el PBX. La WAN basada en IP puede ser una red privada de datos, un proveedor de servicios público de IP o el Internet público.
- Si el tráfico de voz ha sido convertido a tráfico VoIP en la LAN, entonces el tráfico de VoIP se transmitirá sobre la WAN basada en IP como cualquier otro tráfico de datos IP.

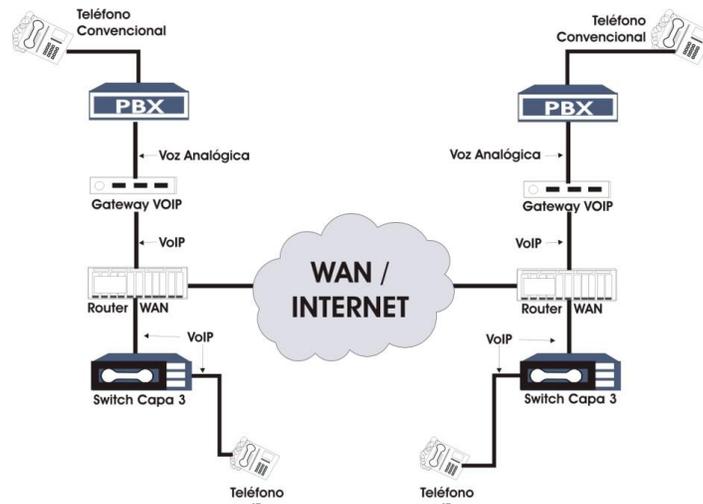


Fig. 68 VoIP en la WAN

## Resumen.

Las redes convergentes reducen costos eliminando hardware redundante, medios de comunicaciones y personal de soporte. Las redes convergentes también habilitan una nueva generación de aplicaciones de voz y datos integradas.

Las iniciativas de VoIP exitosas requieren funciones de telefonía definidas por las normas H.323 más redes IP que sean capaces de proporcionar QoS comparable al que es experimentado por usuarios de la PSTN y PBX privados basados en redes.





# Universidad Nacional Autónoma de México

Desarrollo e Implementación de una Red Datos con la Integración de Servicios Digitales VoIP.

---

Las políticas basadas en QoS, les permite a arquitectos de redes crear políticas que garanticen disponibilidad de la red para tráfico VoIP durante los momentos de congestión en la red. Por ejemplo, puede garantizarse una cantidad específica de ancho de banda para el flujo de voz en tiempo real para minimizar latencia y fluctuaciones mientras la señalización H.323 de la llamada le asigna simplemente una alta prioridad para asegurar estructuración rápida de la llamada.



---

Facultad de Estudios Superiores ARAGON



# Universidad Nacional Autónoma de México

Desarrollo e Implementación de una Red Datos con la Integración de Servicios Digitales VoIP.

## CAPITULO "III"



Facultad de Estudios Superiores ARAGON



# Universidad Nacional Autónoma de México

Desarrollo e Implementación de una Red Datos con la Integración de Servicios Digitales VoIP.

---

## Modelo Actual (Descripción de la Solución)

El análisis de la solución y las prioridades a definir para un mejor planteamiento, inicia identificando elementos considerados como “*áreas de oportunidad*”; es decir posibles mejoras a los servicios instalados existentes o necesidades encontradas como parte de la infraestructura para una modernización tecnológica, necesidades identificadas con deficiencias:

- Interconexión de servicios entre áreas administrativas
- Disponibilidad de comunicación, la cual sea de uso y propiedad de la institución.
- Capacidad de integración a redes de carácter público, tanto en datos como en voz.
- Modularidad, que asegure un mantenimiento evolutivo propio de la tecnología.
- Manejo de plataformas y sistemas acordes a la tecnología instalada.
- Lograr economías importantes mediante el aprovechamiento eficiente de las redes de voz y datos internas.

### Elementos del Modelo.

Dentro de las características de este modelo, se desarrollaron 6 módulos, los cuales definen en conjunto el sistema, con sus correspondientes premisas técnicas para su instalación y puesta en marcha.

1. Cableado estructurado
2. Equipo Activo (core switch “principal”, switches de acceso “usuarios”)
3. Equipo de Voz Sobre IP
4. Comunicaciones Wan
5. Internet
6. Servidores y Aplicaciones





## Cableado Estructurado

### Problemática

- Problemas de canalización
- Falta de aplicación de normas de cableado estructurado
- Crecimiento de redes no planeados
- Adecuación de espacios para distribución de red

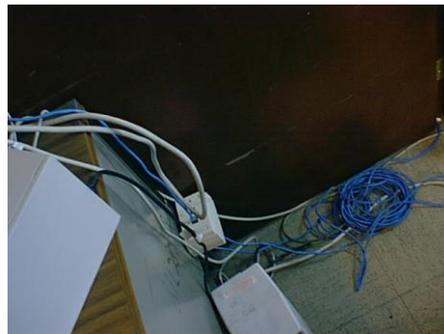


Fig. 69 Cableado fuera de norma



Fig. 70 Crecimiento de cableado no planeado

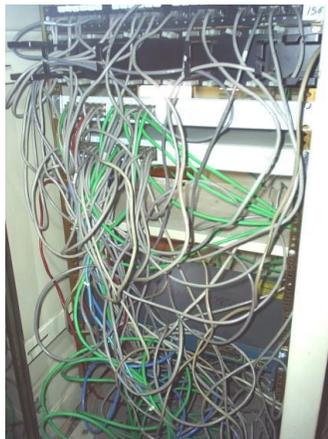


Fig. 71 Distribuidor Secundario sin Organización



Fig. 72 Distribuidor de red saturado





# Universidad Nacional Autónoma de México

Desarrollo e Implementación de una Red Datos con la Integración de Servicios Digitales VoIP.



Fig. 73 Distribuidor de red invadido

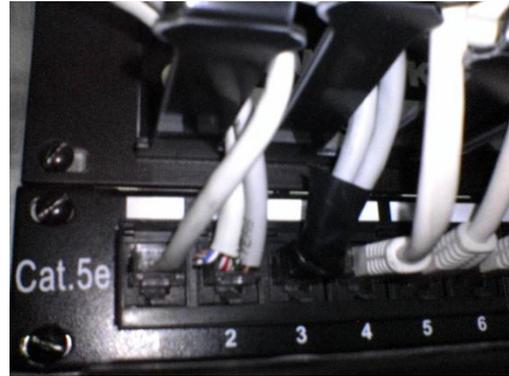


Fig. 74 Cableado estructurado fuera de norma



Fig. 75 Improvisación de Cableado



Facultad de Estudios Superiores ARAGON



# Universidad Nacional Autónoma de México

Desarrollo e Implementación de una Red Datos con la Integración de Servicios Digitales VoIP.

## Consideraciones Técnicas - Cableado Estructurado

La consideración de las normas correspondientes apoya y permite la correcta planeación de un cableado estructurado y el soporte de diferentes proveedores y productos

- ANSI/EIA/TIA 568: Estándar para sistema de cableado de telecomunicaciones en edificios comerciales
- TIA 568-A-5: Especifica los requerimientos para la Categoría 5e
- TIA 568-B: El nuevo estándar para cableados genéricos.
- Sistema horizontal de cableado estructurado con cable UTP categoría 5e
- Soporte de al menos a 250 MHz
- Retardante a la flama de acuerdo a la norma 568-A-5 y 569-A-5 de la EIA/TIA.

## Cableado Horizontal

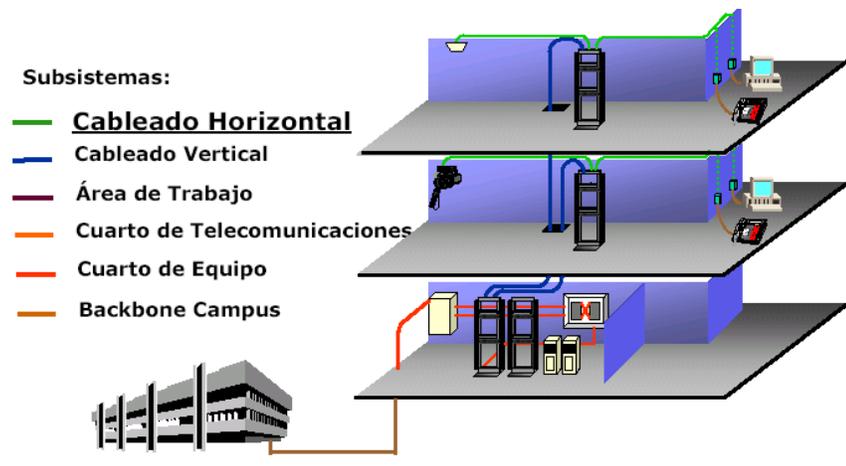


Fig. 76 Cableado Horizontal





# Universidad Nacional Autónoma de México

Desarrollo e Implementación de una Red Datos con la Integración de Servicios Digitales VoIP.

---

El sistema de cableado se diseña, bajo la premisa de cantidad de usuarios por conectar (distribución de servicios) y velocidades requeridas para aplicaciones de voz y datos a través de un modelo definido como backbone.

Se debe de considerar el grado de conocimiento que el usuario final tenga para adecuar sus necesidades de comunicación y poder definir la solución real a dichas requerimientos, permitiendo establecer áreas de misión crítica como:

- Centros de computó
- Distribuidores de red primarios y secundarios
- Edificios (distancias, infraestructura)
- La solución más conveniente del medio de comunicación en (backbone) a instalar
- Ofrecer un plan económicamente viable, satisfaciendo las necesidades en la tecnología adecuada elegida

Lo anterior a través de un bosquejo en aplicaciones, servicios y expectativas de red esperadas según sean los casos.

Como parte de las consideraciones establecidas los siguientes factores pueden determinar una buena instalación del cableado estructurado:

- ¿Servicio únicamente de Voz?
- ¿Servicio únicamente de Datos?
- ¿Voz y Datos?
- ¿Movimientos, cambios o adiciones de salidas de información?
- ¿Cableado estructurado con soporte de aplicaciones analógicas y digitales de voz, datos, video, etc.?

La EIA/TIA-568 llegó a especificar normas para la adecuada transmisión de estos cables por lo que ahora, esto es sumamente importante para que se pueda especificar el nivel de desempeño eléctrico basado en requisitos de señal de voz y datos, para que el sistema no se vuelva en poco tiempo en una solución obsoleta a una nueva tecnología. La EIA/TIA-568 muestra el desempeño de transmisión para el cableado horizontal como sigue:





# Universidad Nacional Autónoma de México

Desarrollo e Implementación de una Red Datos con la Integración de Servicios Digitales VoIP.

---

Categoría	Frecuencia	Aplicación
3	16 MHz	Voz o datos hasta 16 Mbps
4	20 MHz	Voz o datos hasta 20 Mbps
5	100 MHz	Voz o datos hasta 155 Mbps
5e	100 MHz	Voz o datos hasta 1 Gbps
6	250 MHz	Voz o datos hasta 1 Gbps
6a	500 MHz	Voz o datos hasta 10 Gbps

La norma EIA/TIA-568 para la parte horizontal se refiere al (jack modular) del área de trabajo como una toma o salida de información. La norma contempla un límite de distancia máxima de 90 mts para el cable horizontal UTP (*Unshielded Twisted Pair*). El cableado horizontal debe de tener una Topología en estrella y está constituido por cable de cobre UTP o FTP plenum o no plenum. La Conectorización (remate) en la salida de información y en el cuarto de telecomunicaciones es una parte importante en el desempeño del sistema, así que se debe tomarse en cuenta que al hacerlo lo máximo permitido para el desforre de los pares de un cable UTP en ambos lados es de 1", mientras que para la parte del destrenzado de pares será de 3/8".

## Configuración de Pines en una Salida de Información de Voz o Datos

El jack modular de 8 posiciones de la salida de información esta cableado internamente para hacer que una configuración en específico este presente. El jack de 8 pines se conecta de forma particular en el lado de la salida modular (área de trabajo) a los pares del cable UTP.

Para los términos de voz analógica, es un estándar asignar las señales de Tip y Ring en los dos conductores del centro del cordón de la estación (pines 4 y 5 de un cordón de 4 pares). Para un Sistema de Cableado Estructurado es práctica normal poner las señales de Tip y Ring en el par 1 del cable UTP de 4 pares (pines 4 y 5). Las asignaciones de los pines restantes son para las señales de datos. Los pines 1, 2, 3 y 6 llevan la





señal de datos y son conectados a los pares 2 y 3 de un cable UTP de 4 pares. Los pines 7 y 8 son conectados al par 4 y son reservados.

En la norma EIA/TIA-568, hay dos configuraciones para la terminación del cable de 4 pares. Ellas se designan como 568A y 568B. La diferencia es que 568A tiene el par 2 color anaranjado terminado en los pines 3 y 6, el par 3 color verde terminado en los pines 1 y 2. La 568B invierte la terminación de ambos pares.

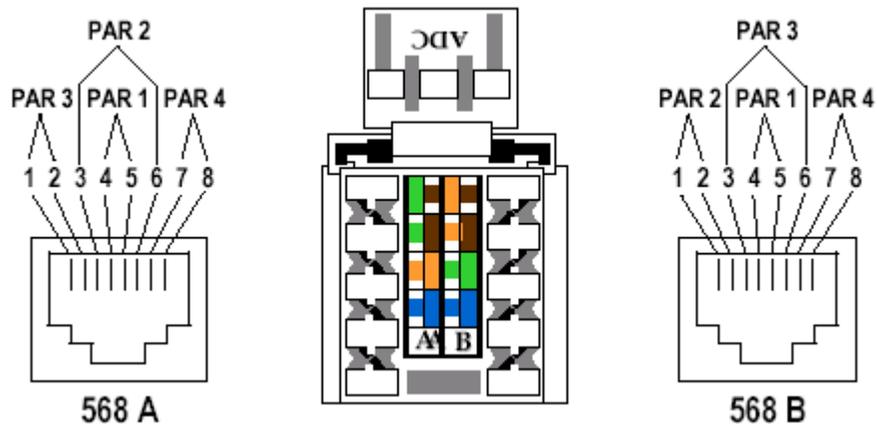


Fig. 77 Normas EIA/TIA - 568

### Aspectos Importantes para un Buen Diseño.

- Determinación del número y tipo de salida de información
- Determinación del tipo y cantidad de cable
- Área de servicio de cada cuarto de comunicaciones, tomando en cuenta las consideraciones arquitectónicas del sitio.
- Espacio del suelo utilizable de acuerdo a planos arquitectónicos de piso de información por cada 10m<sup>2</sup>,
- Considerar dos o más salidas de información por cada 10m<sup>2</sup>, para cuando se requiera reforzar el sistema.
- Determinar el tipo de salida de información para considerar las diferentes opciones de placas de montaje para satisfacer distintas necesidades.



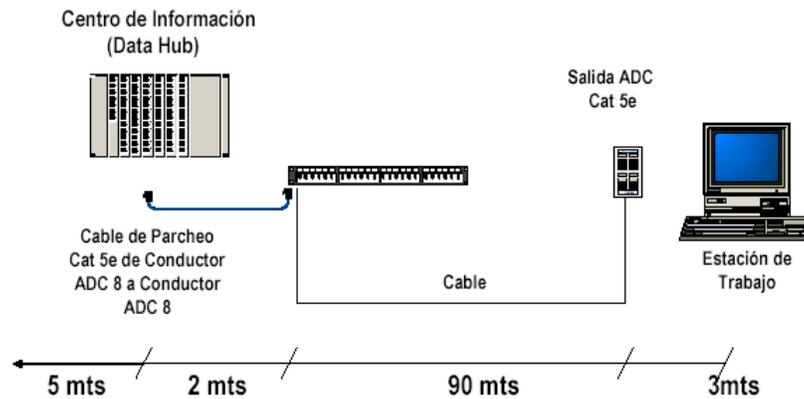


Fig. 78 Enlace balanceado "Imagen manual de diseño ADC KRONE"

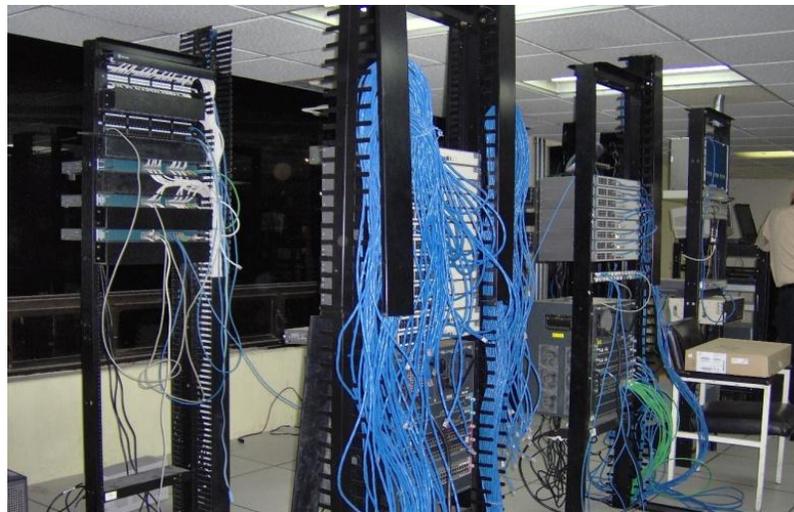


Fig. 79 Implementación de Cableado en Distribuidor Principal

### Consideraciones Técnicas - Fibra Óptica

- Backbone colapsado formado por trayectorias de fibra óptica.
- Fibra de 8 hilos
- Multimodo
- Dieléctrica
- Contiene hilo para desgarrar la chaqueta del mismo
- Soporte de tecnologías Gigabit Ethernet, ATM a 1.2 y 2.4 Gbps





# Universidad Nacional Autónoma de México

Desarrollo e Implementación de una Red Datos con la Integración de Servicios Digitales VoIP.



Fig. 80 Distribuidor principal de fibra óptica



Fig. 81 Fibra óptica en distribuidor secundario

## Gabinete de Comunicaciones en distribuidores secundarios

- Paneles de Parcheo 24 ó 48 puertos RJ-45 categoría 5e o superior por panel
- Organizador de cables instalado en el mismo panel
- Etiquetas de identificación para conectores traseros
- Codificación de colores impresos en los conectores
- Sistema de identificación de los canales
- Capacidad para apilarlos (modularidad)
- Cordones de parcheo; de fábrica con bota ó capuchón protector, de longitud (máximo de 10 pies).
- Jacks; de circuito impreso. bisel de color para la identificación de los servicios.





## Equipo Activo

### Problemática

- Equipo Obsoleto
- Velocidades de TX/RX incompatibles
- Capacidades limitadas
- Falta de Equipo



Fig. 82 Distribuidor principal con tecnología 10 Mbps



Fig. 83 Distribuidor de Enlaces de Datos

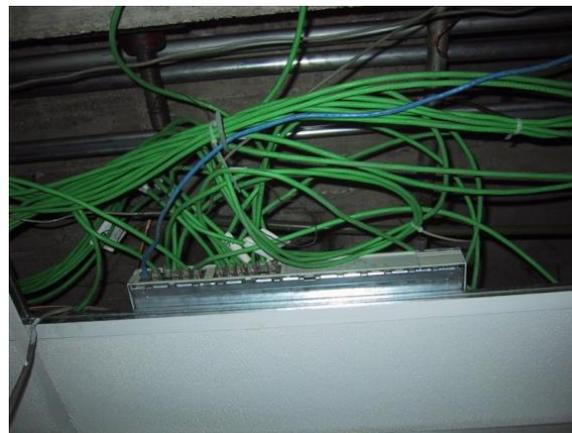


Fig. 84 Repetidor de red improvisado





# Universidad Nacional Autónoma de México

Desarrollo e Implementación de una Red Datos con la Integración de Servicios Digitales VoIP.

---

## Consideraciones Técnicas para equipo activo “Switch Principal de Core”

- Switch de tecnología NO BLOQUEABLE, modular con capacidad para puertos 10/100BaseTX (*autosensing*) y puertos Gigabit Ethernet con interfaz removibles.
- Unidad tipo chasis con ranuras de expansión mínimo y trabajo en la capa 3 del modelo OSI.
- Puertos para fibra óptica 1000 SX
- Puertos 10/100 (*autosensing*)
- Fuente de poder y procesadora redundante, manejo de 4 grupos de RMON.
- Soporte de matriz de conmutación de 24 Gigabits por segundo.
- Manejo de 18 Millones de paquetes por segundo en capa 3.
- Soporte a los estándares IEEE 802.3, 802.3U, 802.1D, 802.3Z, 802.1p, 802.1q y 802.1ad.
- Soporte 32,000 Direcciones MAC como mínimo y 256 VLANs
- Soporte para grabar la configuración a través de un servidor TFTP a un archivo en formato ASCII.



Fig. 85 Centro de Computó Principal (SITE)



Facultad de Estudios Superiores ARAGON



# Universidad Nacional Autónoma de México

Desarrollo e Implementación de una Red Datos con la Integración de Servicios Digitales VoIP.

---

## Switch de Acceso o Frontera (Acceso a Usuarios)

- Switch con 24 puertos 10/100BaseTX (*autosensing*).
- Puerto para fibra óptica Gigabit Ethernet (1000 Base SX) redundante y con interfaz removible.
- Capacidad de contar con una fuente de poder redundante.
- Módulo de apilamiento (*stackeo*) con capacidad de hasta 8 switches; administrables como un solo dispositivo.
- Soporte de conmutación de paquetes en capa 2 (*MAC*).
- Creación y extensión de redes virtuales (*VLANs*) por puerto, y de los estándares IEEE 802.1D (*Spanning Tree Protocol*), IEEE 802.1Q (*VLAN Specification Tagging and GRVP*), IEEE 802.1p (*CoS L2 Traffic prioritization and queuing*)
- Backplane de 8.0 Gbps y puede transmitir al menos 6.0 Mbps.
- Administración con una sola dirección IP o con una sola conexión al puerto de consola.
- Capacidad de agregar conexiones, haciendo que más puertos formen una conexión de mayor velocidad.
- Puertos con detección de trabajo MDI o MDIX.
- Capacidad de clasificar tráfico y asignarle prioridad a dichas clasificaciones.
- Soporte de control de (*multicast*) basado en IGMP.



Fig. 86 Distribuidor Secundario



Fig. 87 Gabinete de Acceso a Usuarios



---

Facultad de Estudios Superiores ARAGON



# Universidad Nacional Autónoma de México

Desarrollo e Implementación de una Red Datos con la Integración de Servicios Digitales VoIP.

---

## Redes de Voz

### Problemática

- Equipo de conmutación sin manejo de servicios digitales.
- Crecimiento de líneas directas sin planeación.
- Manejo de servicios telefónicos residenciales (fax, internet “dial-up”) en oficinas de la propia institución.
- Falta de Interoperabilidad tecnológica.
- Falta de estandarización de planes de marcación (extensiones, red privada, did`s).
- Falta de operadoras automáticas.
- Costo elevado de servicios digitales por crecimientos.



Fig. 88 Equipo de conmutación PBX



Fig. 89 PBX Ericsson MD-110

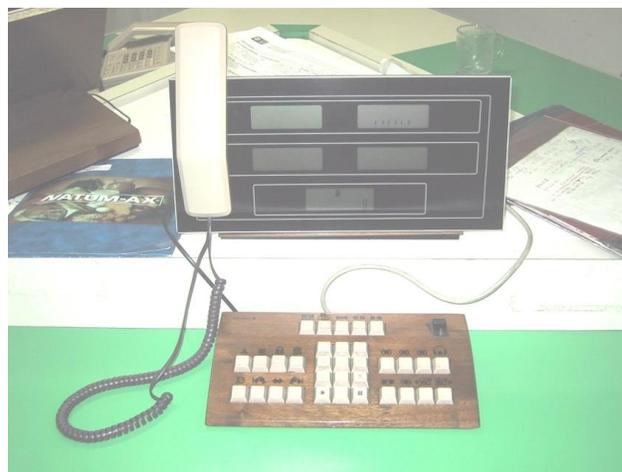


Fig. 90 Consola de Operación



Facultad de Estudios Superiores ARAGON



# Universidad Nacional Autónoma de México

Desarrollo e Implementación de una Red Datos con la Integración de Servicios Digitales VoIP.

---

## Consideraciones Técnicas para la red de voz

Manejo de voz sobre una misma infraestructura de datos, proporcionando servicios de telefonía digital y permitiendo la comunicación punto a punto con todos los usuarios, bajo una red interna, la cual sea empleada por las sedes centrales y remotas. El beneficio más tangible de la telefonía es su eficiencia en costos y la capacidad de modularidad para combinarse con redes de área local inalámbricas y dispositivos móviles extendiendo la cobertura de esta red.

## Conmutador Digital

- Operadoras Automáticas
- Correo de Voz
- Sistema de registro histórico de llamadas
- Sistema de administración y monitoreo del equipo
- Ranuras de expansión para troncales digitales
- Compatibilidad de 100%, de la unidad central de proceso en llamadas de voz sobre redes Ethernet.
- Funcionalidad de trabajar sobre una trama de ethernet tanto en capa 2, como en capa 3.
- Respaldo de Energía hasta por 3 horas
- Soporte de (*Call Center*)
- Enrutamiento dinámico y automático de los equipos IP
- Soporte de Interfaces: (*Troncales FXO, Troncales FXS, Ethernet 10 BT en UTP, RS232, E1 PRI, E1 R2*)
- Administración del tráfico de llamadas
- Administración de mensajes de voz
- Acceso vía correo electrónico a mensajes de voz
- Soporte de Servicios: (*sígueme, enrutamiento de llamadas, transferencia de llamadas, transferencia al correo de voz, retención de llamadas, conferencia*).
- Manejo de Teléfonos de Software.



Facultad de Estudios Superiores ARAGON



Fig. 91 Conmutador IP-PBX

## Aparatos telefónicos digitales.

- Integración transparente de la red de datos (*Ethernet*)
- Velocidad de conexión de 10 Mbps (mínimo)
- Switch integrado con posibilidad de conectar la PC al teléfono
- Pantalla de cristal líquido
- Botones, con características incorporadas como: (transferencia de llamada, conferencia tripartita, programación de funciones, indicación de mensajes de correo de voz, facilidad de conectar una diadema)
- Estándares (IEEE 802.1, IEEE 802.1P/Q "IP TYPE OF SERVICE", PCM 64 Kbps, APCM 32 Kbps, H323).



Fig. 92 Teléfonos IP



Fig. 93 Teléfono de Software





# Universidad Nacional Autónoma de México

Desarrollo e Implementación de una Red Datos con la Integración de Servicios Digitales VoIP.

---

## Sistema de comunicaciones WAN

### Problemática

- Sistemas de comunicaciones centralizadas a través de RAS-MODEM.
- Velocidades de transmisión 56 Kbps
- Tasas de transferencias de hasta 20 Kbps
- Manejo de conexiones y usuarios limitada



Fig. 94 Distribuidor RAS Modem

### Consideraciones Técnicas para el sistema de comunicaciones WAN

Sistema que como objetivo principal es el conectar edificios distribuidos con la posibilidad de integrar funcionamiento y desarrollo de sistemas de información para el seguimiento de trámites y servicios. La importancia en la implementación de conexiones del edificio central hacia los edificios remotos, se define para cubrir el procesamiento e intercambio de información para aplicaciones de voz y datos.

- Topología en estrella.
- Sistema de transmisión y recepción (*enlaces de comunicación inalámbrica*).
- La frecuencia propuesta se encuentra en la banda de 5.25 Ghz a la 5.825 GHz. banda U-NII (*Unlicensed National Information Infrastructure*).



Facultad de Estudios Superiores ARAGON



# Universidad Nacional Autónoma de México

Desarrollo e Implementación de una Red Datos con la Integración de Servicios Digitales VoIP.

---

- Velocidad de transmisión de 16 Mbps en modo (*full dúplex*) y 8 Mbps (*half dúplex*).
- Alimentación primaria nominal de +/-20 a +/-56 VCD, alimentada a 127 VCA/60 Hz.



Fig. 95 Radio Enlaces Inalámbricos

## Estudio de línea de vista

- Definición de coordenadas GPS
- Estudio de Pérdidas por atenuaciones y ganancia total del sistema.
- Estudio de potencia nominal y potencia radiada.
- Altura en metros del lugar sobre el nivel del mar A.S.N.M., del edificio, de la torre y de la antena.
- Definición de azimut de las estaciones.
- Cálculos de la primera zona de Fresnel.
- Cálculos de Pérdida en espacio libre.
- Todos los platos con radomo.



Facultad de Estudios Superiores ARAGON



## Torres y mástiles

- Torres arriostradas
- Sistema de aterrizaje de pararrayos
- Sistema de iluminación (luces intermitentes)
- Fijación de la torre a través de retenidas.
- Estructura de la torre en tramos de 3 mts. de sección triangular constante.
- Material galvanizado por inmersión en caliente
- Especificaciones EIA/TIA-222F.
- Normas de diseño por viento CFE AISC, ASTM-A123 y ASTM-153.
- Las torres cuentan con el triángulo antitorsión en caso de ser necesario, para evitar giros involuntarios sobre el eje vertical.



Fig. 96 Torre Arriostrada



Fig. 97 Enlaces inalámbricos



Fig. 98 Torre Arriostrada de enlaces inalámbricos





# Universidad Nacional Autónoma de México

Desarrollo e Implementación de una Red Datos con la Integración de Servicios Digitales VoIP.

---

## Sistema de Acceso a Internet

### Problemática

- Acceso vía modem 56 Kbps
- Falta de dominio público (“gob.mx”) para identidad de servicios (*página de internet, correo electrónico*)
- Falta de sistema de control y administración de usuarios
- Sin esquema de seguridad definido.

### Servicio

La característica de este servicio es el consolidar servicios digitales a través de los cuales se puedan agilizar los procesos de atención y gestión diaria de las operaciones de la empresa, los cuales serán canalizados rápida y oportunamente a través de sistemas de información de acceso en línea sin ningún costo.

- Acceso corporativo digital dedicado a Internet con un puerto de conexión de E1.
- Establecimiento de una ruta a través de una sola acometida desde las oficinas centrales, hasta el Punto de Presencia (POP) más cercano del proveedor de servicios.
- El puerto de conexión E1, con interfaz eléctrica G.703/ G.704 a  $75\Omega$  no balanceada.
- El tiempo de respuesta promedio (*roundtrip*), no mayor a 40 ms para paquetes de 1500 bytes, a plena carga (*con tráfico real*).
- El proveedor de servicios debe contar con un acceso de conexión de al menos 3 STM-1s hacia el (*backbone*) de Internet principal y este enlace no debe estar sobre suscrito.
- Un esquema de redundancia alterna física en toda la ruta, desde su POP hasta el (*core router*) garantizando la disponibilidad del servicio.
- El proveedor de servicios contara con al menos con 2 diferentes nodos de acceso al (*backbone de internet*), uno para el canal principal y otro para la ruta alterna.

### Equipo de Conexión

- Ruteador con interfaz G.703 para acceso a INTERNET y un puerto 10/100 para la red local.



---

Facultad de Estudios Superiores ARAGON



## Firewall de Seguridad

- Licencia para 500 usuarios concurrentes.
- Capacidad de administración local o remota
- Colaboración total con un antivirus para poder conectar en forma segura oficinas y usuarios
- Soporte y compatibilidad de sistemas operativos Windows NT, Windows 2000, Win XP, Vista, 2008 Server.
- Manejo de protección contra ataques DoS (Denial of Service)
- Autenticación de usuario mediante varias alternativas como son: validación de usuarios en dominios de NT, Directorio Activo (*Active Directory*) LDAP, SecureID, TACACS y RADIUS
- Filtrado de URL y bloqueo de contenidos así como facilidad de establecer políticas de acceso para usuarios específicos.
- Manejo de traducción de direcciones de red (NAT) inbound y outbound de forma automática ya sea dentro de la VPN o tráfico externo
- Escritura de bitácoras y generación de reportes y estadísticas



Fig. 99 Distribuidor de Acceso a Internet





# Universidad Nacional Autónoma de México

Desarrollo e Implementación de una Red Datos con la Integración de Servicios Digitales VoIP.

---

## Sistema de Aplicaciones y Datos

La (*suite*) de software considerada cubre las características principales para el manejo y tratamiento de la información, que en conjunto se emplea para el desarrollo de los sistemas de información cumpliendo con estándares del mercado, para producción, administración y mantenimiento de aplicaciones.

<b>Herramientas de Producción</b>	
<b>Office XP</b>	Programas enfocados a la productividad de la oficina, conteniendo Word, Excel, PowerPoint y Outlook estándar establecido para todas las estaciones de trabajo.
<b>Project 2000</b>	Programa utilizado para el control y seguimiento de los proyectos asignados.
<b>Herramientas de Diseño Gráfico</b>	
<b>Corel Draw</b>	Conjunto de programas ( <i>Corel Draw, Corel Rave y Corel PhotoPaint</i> ) definidos como herramientas estándar para el tratamiento de imágenes y logotipos.
<b>Autocad LT</b>	Aplicación para la creación de planos vectoriales.
<b>Adobe Photoshop</b>	Programa utilizado para el tratamiento avanzado de imágenes.
<b>Herramienta de Desarrollo</b>	
<b>MSDN Universal</b>	Desarrollo y soporte de todos los productos de la empresa (Microsoft) líder en mercado de software, permitiendo diseñar diferentes desarrollos y evaluaciones de sistemas de información.
<b>Content Mangement Server</b>	Herramienta de administración y personalización de contenidos para páginas que conformen el portal de internet.
<b>Visio Profesional</b>	Herramienta para creación de diferentes tipos de diagramas, esquema y planos.
<b>Visio Network Tools</b>	Complemento a Visio Profesional para proporcionará elementos necesarios en la elaboración de los diagramas correspondientes a las redes de telecomunicaciones.
<b>Motor de Base de Datos</b>	
<b>SQL Server</b>	Manejador de base de datos para el almacenamiento de datos institucionales.



Facultad de Estudios Superiores ARAGON



# Universidad Nacional Autónoma de México

Desarrollo e Implementación de una Red Datos con la Integración de Servicios Digitales VoIP.

---

<b>Access 2000</b>	Manejador de base de datos en unidades departamentales el cual permita el desarrollo de operaciones de primer nivel de usuario.
<b>Sistemas Operativos</b>	
<b>Windows XP</b>	Sistema operativo estándar en los equipos de usuarios finales.
<b>Windows 2000 Server</b>	Sistema operativo para el manejo de servidores con aplicaciones como: ( <i>Portal WEB, Manejador de Base de Datos, Servicios de Directorio, Correo Electrónico y Mensajería Instantánea, GIS</i> ).
<b>Servidor de Correo</b>	
<b>Exchange 2000</b>	Administración y almacenamiento de los correos recibidos y enviados de los usuarios, asociado a un servicio de Mensajería Instantánea tanto interna como externa.
<b>Herramientas para Sistemas de Información Georeferenciada</b>	
<b>MapInfo</b>	Para la creación de mapas y bases de datos con información georeferenciada.
<b>MapXtreme</b>	Publicación en la intranet como en la página electrónica de dominio público de los mapas generados con la información georeferenciada.
<b>Herramientas de Seguridad</b>	
<b>Antivirus</b>	Software de control y prevención de infección en los equipos de usuarios con administración centralizada.
<b>Firewall</b>	Control y filtrado de acceso a los equipos para contenidos en la red interna y externa (internet).





# Universidad Nacional Autónoma de México

Desarrollo e Implementación de una Red Datos con la Integración de Servicios Digitales VoIP.

## Modelo Lógico

La distribución y acceso a la red para la utilización de servicios, se define bajo un modelo de área funcional (*departamental*), es decir la manera en que cada usuario a la red se identifica, controlando los servicios de directorios y niveles de acceso para uso y manejo de la información.

- Acceso a Correo Electrónico Institucional (*usuarios validos*).
- Acceso a Sistemas de Información (*usuarios validos*).
- Manejo de permisos para recursos compartidos.
- Perfiles de usuario para uso de aplicaciones.
- Perfiles de usuarios para acceso a servicios telefónicos (*044,LDI,LDN*).
- Perfiles de acceso a sistemas información (*accesos confidenciales*).

Esta configuración permite manejar una distribución, física y lógica como a continuación se describe en el siguiente diagrama.

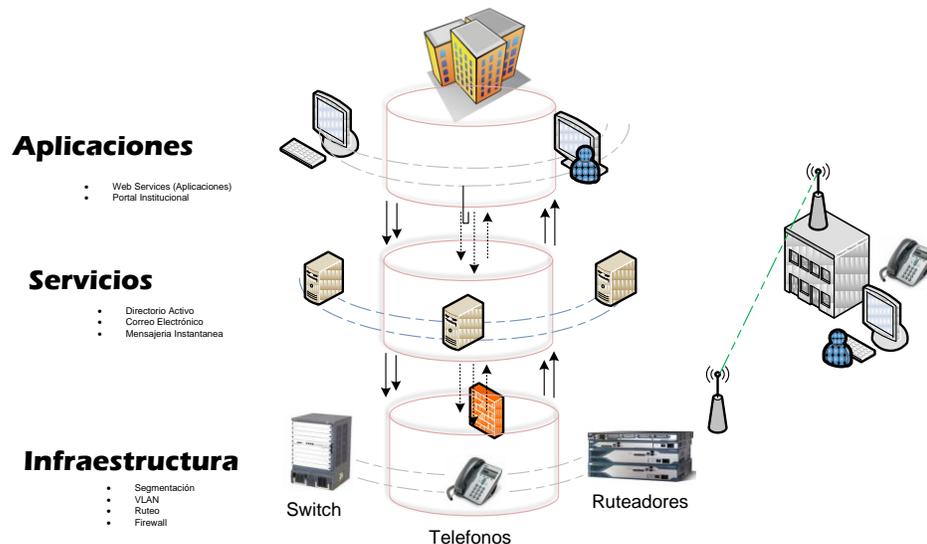


Fig. 100 Modelo de distribución físico/lógico





# Universidad Nacional Autónoma de México

Desarrollo e Implementación de una Red Datos con la Integración de Servicios Digitales VoIP.

---

Los servicios de voz y datos proporcionan conectividad al usuario final teniendo como objetivo la conexión e integración a una Red de Voz y Datos de manera transparente con una cobertura a toda la institución organizada en servicios y funcionalidades transparentes en el intercambio de información.

Lo servicios cubren las especificaciones técnicas del modelo de sistemas abiertos OSI, teniendo para los primeros niveles (capa 1,2,3 y 4) la infraestructura (*cableado estructurado, equipos de core y equipos de acceso o frontera*) y (capas 5,6 y 7) (*equipos de seguridad, servidores, autenticación y control de sesiones para servicios o aplicaciones*) incluyendo la telefonía IP ahora un servicio más considerado como parte de la red de datos.



Facultad de Estudios Superiores ARAGON



# Universidad Nacional Autónoma de México

Desarrollo e Implementación de una Red Datos con la Integración de Servicios Digitales VoIP.

---

## CONCLUSIONES

Revisando el propósito general del proyecto se tiene que con la aplicación de tecnologías a todos los niveles dentro de la institución se busca renovar formas de trabajo para aquellos servicios de uso común como lo podrían ser el servicio telefónico, el uso de líneas para servicio de fax, la comunicación de áreas operativas o administrativas en diferentes localidades, etc.

El proyecto genero economías reemplazando equipos, servicios y creando las comunicaciones necesarias que permitan desarrollar funciones inherentes a las áreas involucradas. Lo anterior permitiendo la renovación de procedimientos internos de operación en cada institución.

En gran medida, el éxito de una integración de servicios o modernización tecnológica con estas características, implica de una gran inversión para cada concepto definido, por lo que es muy importante entender la visión, planteamiento e importancia que se deba hacer sobre el uso y manejo de la infraestructura tecnológica requerida.

No se puede definir una migración de telefonía sin adquirir aparatos telefónicos o proponer un esquema de “Voz sobre IP” con un cableado existente de bajo nivel. Por otro lado se puede tener el recurso suficiente para su implementación y adquirir tecnologías NO compatibles con las existentes en la institución, argumentando que lo que se tiene ya es obsoleto y además imposible de integrar a lo que ya se cuenta. Cada caso para una nueva implementación requiere de su análisis en particular estableciendo las perspectivas de solución y planteamientos finales como según convenga a cada institución o usuario final.

Este proyecto de “*Servicios VoIP*” considera como una de sus principales premisas la renovación tecnológica del sistema de transporte de datos (*cableado estructurado*) y con ello el aprovechamiento de nuevas tecnologías integrando servicios de voz de manera centralizada y proporcionando servicios de voz en cualquier punto en el que exista red de datos en toda la institución. Los módulos definidos son 6 con los que se solventan las problemáticas encontradas: (*cableado estructurado, equipos activos, equipos de voz, comunicaciones wan, internet, servidores y aplicaciones.*)





# Universidad Nacional Autónoma de México

Desarrollo e Implementación de una Red Datos con la Integración de Servicios Digitales VoIP.

La siguiente tabla demuestra que la aplicación de tecnologías puede resultar en beneficios inmediatos y mejorar la aplicación de procesos.

- **Ejemplo** de ahorros generados en “Servicios de VOZ” en la Delegación Gustavo A. Madero en el periodo comprendido de 2001 – 2003.
- La institución desarrolla el concepto de servicios digitales E-Delegación.
- Compuesta por 13 coordinaciones territoriales, 1 edificio delegacional, 1 sala de cultura “tepecuicatl” y 1 centro de cultura “Futurama-Lindavista”
- Con servicios VoIP y enlaces de Datos WAN – IP.

ESQUEMA DE OPERACIÓN TRADICIONAL				SERVICIO IMPLEMENTADO
RUBRO	COMPONENTES	USUARIOS	GASTO MENSUAL APROX.	
Telefonía	PBX	1	Manto .- \$ 30,000	IP – PBX
	Teléfonos	150	\$ 0	Tel IP
	Líneas Directas	50	\$ 9,000	\$ 2,340 ( reducción a 13)
	Líneas Privadas (red privada)	14	\$ 4,200	Cancelación por Red WAN (radio enlaces)
	Troncales Digitales	2	\$ 30,000 (Renta Enlaces) \$ 800,000 (Servicios Medidos)	\$ 30,000 (Renta) \$ 400,000 (Servicios Medidos)
	<b>SUBTOTAL</b>		<b>\$ 873,200</b>	<b>\$ 432,340</b>
	<b>COSTO ANUAL</b>		<b>\$10,478,400</b>	<b>\$ 5,188,080</b>

- Se observa que se tiene un ahorro del **49%** en servicios telefónicos.
- La inversión inicial del proyecto fue de **\$10,000,000**, por lo que se tiene un proyecto con un retorno de inversión de un año solo en servicios TELEFONICOS.

Se observo que durante las implementaciones de los subsistemas se debía considerar planes de migración acordes a las áreas, los cuales permitieran un proceso transparente sin afectar su continua operación de estas.

Al definir un nuevo direccionamiento para servidores, aplicaciones y equipo de cómputo se experimento dificultad en los cambios obligando a definir el segmento existente para los servidores y crear nuevos segmentos y redes virtuales por aplicación.

La distribución y servicios como la telefonía IP se creó con la especificación de redes virtuales (VLAN`s) aplicadas al servicios y a la ubicación según las áreas, por lo que la propagación de los identificadores





# Universidad Nacional Autónoma de México

Desarrollo e Implementación de una Red Datos con la Integración de Servicios Digitales VoIP.

---

de cada VLAN se convirtió en un reto para la administración de los servicios, evitando congestiones o tráfico innecesario en la red.

Las tecnologías instaladas provocaron que los usuarios finales requirieran capacitación específica en áreas de ofimática, manejo de equipo de cómputo, introducción a la telefonía IP, uso y manejo de recursos en red, servicios intranet, mensajería unificada.

Frente al constante cambio de las telecomunicaciones, la telefonía sobre IP es excepcionalmente prometedora. Ante un mercado global cada vez más competitivo, las compañías telefónicas ya existentes, los proveedores de servicios de Internet (ISPs), las operadoras locales competitivas emergentes y las autoridades de correo, teléfonos buscan en forma constante métodos de aumentar sus ofertas de servicios ahora “triple play” (voz, datos y video).

La telefonía sobre IP ha captado la atención de dichos proveedores de servicios en todo el mundo, ofreciendo una amplia gama de servicios nuevos y reduciendo al mismo tiempo sus costos de infraestructura. La voz sobre IP está cambiando el paradigma de acceso a la información, fusionando voz, datos, facsímil y funciones multimedia en una sola infraestructura de acceso convergente.

Mediante la telefonía sobre IP, los proveedores de servicios ofrecen, servicios de voz básicos y ampliados a través de Internet, incluyendo la llamada en espera en Internet, el comercio en la web por telefonía ampliada y comunicaciones interactivas de multimedia. Estos servicios se han integrado de manera in-interrumpida a las redes conmutadas existentes (PSTN) a fin de permitir que se originen o terminen llamadas en teléfonos tradicionales según sea necesario. Dado que IP es una norma abierta, VoIP brinda a los proveedores de servicios flexibilidad para personalizar sus servicios existentes e implementar nuevos servicios con mayor rapidez y eficiencia en función de los costos, teniendo cobertura de servicios a través de una red propietaria, y desarrollo de métodos con bajos costos, con mayores posibilidades, es el caso de las VPN's representando una gran solución para las empresas en cuanto a seguridad, confidencialidad e integridad de los datos y prácticamente se ha vuelto un tema importante en las organizaciones, debido a que reduce significativamente el costo de la transferencia de datos de un lugar a otro.



---

Facultad de Estudios Superiores ARAGON



# Universidad Nacional Autónoma de México

Desarrollo e Implementación de una Red Datos con la Integración de Servicios Digitales VoIP.

---

## INDICE DE FIGURAS

FIG. 1 RUTEADOR DE VOZ Y ADAPTADORES DE TELÉFONOS.....	5
FIG. 2 TÉCNICA DE MODULACIÓN DE PULSOS.....	6
FIG. 3 MULTIPLEXACIÓN POR DIVISIÓN DE TIEMPO TDM.....	7
FIG. 4 EL PRIMER SISTEMA DE COMUNICACIÓN INTEGRANDO VOZ/DATOS. (JHON BELLAMY PAG. - 2).....	10
FIG. 5 ILUSTRACIÓN DE CABLE FÍSICO NECESARIO PARA CONECTAR A TODOS LOS USUARIOS.....	12
FIG. 6 OPERADORA CONVENCIONAL.....	13
FIG. 7 EJEMPLO DE SEÑAL ANALÓGICA.....	13
FIG. 8 EJEMPLO DE SEÑAL ANALÓGICA AMPLIFICADA CON RUIDO.....	14
FIG. 9 EJEMPLO DE SEÑAL DIGITAL CON RETRANSMISIÓN.....	14
FIG. 10 ESQUEMA GENERAL DE LA PSTN.....	19
FIG. 11 ESQUEMA DE CONEXIÓN ENTRE CENTRALES EN LA PSTN.....	19
FIG. 12 MECANISMOS DE SEÑALIZACIÓN DE NORTE AMÉRICA.....	22
FIG. 13 MECANISMOS DE SEÑALIZACIÓN EUROPEA.....	22
FIG. 14 MODELO OSI.....	24
FIG. 15 FUNCIONES DE LAS CAPAS DEL MODELO OSI.....	25
FIG. 16 ESTABLECIMIENTO DE CONEXIÓN ORIENTADO A SESIÓN.....	30
FIG. 17 TRASMISIÓN DE SEGMENTOS CON CONTROL DE FLUJO.....	32
FIG. 18 TAMAÑO DE VENTANAS.....	33
FIG. 19 ENTREGAS CONFIABLES CAPA DE TRANSPORTE.....	34
FIG. 20 TABLA DE RUTEO CREADA EN UN ROUTER.....	35
FIG. 21 CAPA DE ENLACE DE DATOS.....	37
FIG. 22 DIAGRAMA DE RED DE BUS.....	45
FIG. 23 DIAGRAMA DE RED DE ANILLO.....	46
FIG. 24 DIAGRAMA DE RED DE MALLA.....	47
FIG. 25 DIAGRAMA DE RED DE ESTRELLA.....	48
FIG. 26 DIAGRAMA DE RED CELULAR.....	49
FIG. 27 TOPOLOGÍAS LÓGICAS ANILLO Y ESTRELLA.....	50
FIG. 28 CABLE PAR TRENZADO.....	52
FIG. 29 CONECTORES RJ45.....	53
FIG. 30 CABLE PAR TRENZADO BLINDADO.....	55
FIG. 31 CABLE COAXIAL.....	56
FIG. 32 CONECTOR THINKNET BNC.....	58
FIG. 33 CABLE DE FIBRA ÓPTICA.....	59
FIG. 34 CONECTOR DE FIBRA ÓPTICA ST.....	61
FIG. 35 RED INALÁMBRICA.....	61
FIG. 36 CAPAS DE MODELO TCP/IP.....	67
FIG. 37 FUNCIÓN DE CAPAS TCP/IP.....	67





# Universidad Nacional Autónoma de México

## Desarrollo e Implementación de una Red Datos con la Integración de Servicios Digitales VoIP.

---

FIG. 38 MODELO TCP/IP RESUMIDO EN 4 CAPAS.....	68
FIG. 39 PAQUETES IP Y EL FORMATO DE ENCABEZADO .....	73
FIG. 40 CLASIFICACIÓN DEL DIRECCIONAMIENTO IP .....	76
FIG. 41 CLASES DE DIRECCIONAMIENTO.....	77
FIG. 42 DIRECCIONAMIENTO JERÁRQUICO DE SUBREDES.....	78
FIG. 43 SUBREDES REDUCEN EL REQUERIMIENTO DE ENRUTAMIENTO .....	79
FIG. 44 VOZ SOBRE IP EN UNA RED LOCAL .....	82
FIG. 45 LOS 6 PASOS EN UNA LLAMADA TELEFÓNICA TÍPICA .....	82
FIG. 46 ARQUITECTURA DE DISTRIBUCIÓN Voz/IP .....	83
FIG. 47 UNA RED VOIP CON SUS COMPONENTES TÍPICOS .....	85
FIG. 48 RED CON GATEWAYS VOIP CONECTADOS DETRÁS DE LA PSTN .....	87
FIG. 49 CONFIGURACIÓN DE PC PARA VOIP .....	89
FIG. 50 TOPOLOGÍA DE PC A TELÉFONO .....	90
FIG. 51 SECUENCIA DE VOZ IP: CONEXIÓN PC-TELÉFONO.....	90
FIG. 52 SECUENCIA DE CONEXIÓN DE VOIP .....	91
FIG. 53 CONEXIÓN PC-TELÉFONO 1.....	92
FIG. 54 CONEXIÓN PC-TELÉFONO 2.....	92
FIG. 55 CONEXIÓN PC - TELÉFONO.....	93
FIG. 56 GATEWAY DE TELEFONÍA INTERNET.....	94
FIG. 57 ARQUITECTURA DE OPERACIÓN DE SERVIDOR GATEWAY .....	95
FIG. 58 SECUENCIA DE LA LLAMADA H.323.....	97
FIG. 59 COMPONENTES DE UNA RED DE VOZ SOBRE IP CON H.323.....	99
FIG. 60 TABLAS DE ESPECIFICACIÓN DE CODECS .....	102
FIG. 61 PROCESO DE LLAMADA SOBRE UDP.....	103
FIG. 62 CABECERA USADA PARA RTP SIGUE A LA CABECERA UDP EN CADA DATAGRAMA .....	105
FIG. 63 TABLA DE ESPECIFICACIÓN DE CODECS DE VOZ.....	107
FIG. 64 PILA DE PROTOCOLOS IMPLEMENTADOS H.323 EN UNA RED Voz/IP .....	109
FIG. 65 CAPAS DE PROTOCOLO H323 .....	111
FIG. 66 COMPONENTES EN H323 .....	111
FIG. 67 DISTRIBUCIÓN DE TRÁFICO .....	125
FIG. 68 VOIP EN LA WAN .....	126
FIG. 69 CABLEADO FUERA DE NORMA.....	130
FIG. 70 CRECIMIENTO DE CABLEADO NO PLANEADO .....	130
FIG. 71 DISTRIBUIDOR SECUNDARIO SIN ORGANIZACIÓN.....	130
FIG. 72 DISTRIBUIDOR DE RED SATURADO .....	130
FIG. 73 DISTRIBUIDOR DE RED INVADIDO .....	131
FIG. 74 CABLEADO ESTRUCTURADO FUERA DE NORMA.....	131
FIG. 75 IMPROVISACIÓN DE CABLEADO.....	131
FIG. 76 CABLEADO HORIZONTAL .....	132





# Universidad Nacional Autónoma de México

Desarrollo e Implementación de una Red Datos con la Integración de Servicios Digitales VoIP.

---

FIG. 77 NORMAS EIA/TIA - 568 .....	135
FIG. 78 ENLACE BALANCEADO "IMAGEN MANUAL DE DISEÑO ADC KRONE" .....	136
FIG. 79 IMPLEMENTACIÓN DE CABLEADO EN DISTRIBUIDOR PRINCIPAL .....	136
FIG. 80 DISTRIBUIDOR PRINCIPAL DE FIBRA ÓPTICA .....	137
FIG. 81 FIBRA ÓPTICA EN DISTRIBUIDOR SECUNDARIO .....	137
FIG. 82 DISTRIBUIDOR PRINCIPAL CON TECNOLOGÍA 10 MBPS .....	138
FIG. 83 DISTRIBUIDOR DE ENLACES DE DATOS .....	138
FIG. 84 REPETIDOR DE RED IMPROVISADO .....	138
FIG. 85 CENTRO DE COMPUTO PRINCIPAL (SITE) .....	139
FIG. 86 DISTRIBUIDOR SECUNDARIO .....	140
FIG. 87 GABINETE DE ACCESO A USUARIOS .....	140
FIG. 88 EQUIPO DE CONMUTACIÓN PBX .....	141
FIG. 89 PBX ERICCSO MD-110 .....	141
FIG. 90 CONSOLA DE OPERACIÓN .....	141
FIG. 91 CONMUTADOR IP-PBX .....	143
FIG. 92 TELÉFONOS IP .....	143
FIG. 93 TELÉFONO DE SOFTWARE .....	143
FIG. 94 DISTRIBUIDOR RAS MODEM .....	144
FIG. 95 RADIO ENLACES INALÁMBRICOS .....	145
FIG. 96 TORRE ARRIOSTRADA .....	146
FIG. 97 ENLACES INALÁMBRICOS .....	146
FIG. 98 TORRE ARRIOSTRADA DE ENLACES INALÁMBRICOS .....	146
FIG. 99 DISTRIBUIDOR DE ACCESO A INTERNET .....	148
FIG. 100 MODELO DE DISTRIBUCIÓN FÍSICO/LÓGICO .....	151





# Universidad Nacional Autónoma de México

Desarrollo e Implementación de una Red Datos con la Integración de Servicios Digitales VoIP.

---

## GLOSARIO

**ATM** Asynchronous Transfer Mode (*Modo de Transferencia Asíncrona*)

**CCITT** Consultative Committee for International Telegraph and Telephone (*Comité Consultivo Internacional de Telefonía y Telegrafía*)

**CPE** Customer Premises Equipment (*Equipo Local del Cliente*)

**CTI** Computer Telephony Integration (*Integración Ordenador- Telefonía*)

**DiffServ** Differentiated Services Internet QoS model (*modelo de Calidad de Servicio en Internet basado en Servicios Diferenciados*)

**DNS** Domain Name System (*Sistema de Nombres de Dominio*)

**E.164** Recomendación de la ITU-T para la numeración telefónica internacional, especialmente para ISDN, BISDN y SMDS.

**ENUM** Telephone Number Mapping (*Integración de Números de Teléfono en DNS*)

**FDM** Frequency Division Multiplexing (*Multiplexado por División de Frecuencia*)

**FoIP** Fax over IP (*Fax sobre IP*)

**H.323** Estándar de la ITU-T para voz y videoconferencia interactiva en tiempo real en redes de área local, LAN, e Internet.

**IETF** Internet Engineering Task Force (*Grupo de Trabajo de Ingeniería de Internet*)

**IGMP** Internet Group Management Protocol (*Protocolo de Gestión de Grupos en Internet*)

**IN** Intelligent Network (*Red Inteligente*)

**IP** Internet Protocol (*Protocolo Internet*)





# Universidad Nacional Autónoma de México

Desarrollo e Implementación de una Red Datos con la Integración de Servicios Digitales VoIP.

---

**IP Multicast** Extensión del Protocolo Internet para dar soporte a comunicaciones multidifusión

**IPBX** Internet Protocol Private Branch Exchange (*Centralita Privada basada en IP*)

**IPSec** IP Security (*Protocolo de Seguridad IP*)

**ISDN** Integrated Services Data Network (*Red Digital de Servicios Integrados, RDSI*)

**ISP** Internet Service Provider (*Proveedor de Servicios Internet, PSI*)

**ITSP** Internet Telephony Service Provider (*Proveedor de Servicios de Telefonía Internet, PSTI*)

**ITU-T** International Telecommunications Union - Telecommunications (*Unión Internacional de Telecomunicaciones*)

**LDP** Label Distribution Protocol (*Protocolo de Distribución de Etiquetas*)

**LSR** Label Switching Router (*Encaminador de Conmutación de Etiquetas*)

**MBONE** Multicast Backbone (*Red Troncal de Multidifusión*)

**MCU** Multipoint Control Unit (*Unidad de Control Multipunto*)

**MEGACO** Media Gateway Control (*Control de Pasarela de Medios*)

**MGCP** Media Gateway Control Protocol (*Protocolo de Control de Pasarela de Medios*)

**MOS** Mean Opinion Score (*Nota Media de Resultado de Opinión*)

**MPLS** Multiprotocol Label Switching (*Conmutación de Etiquetas Multiprotocolo*)

**OLR** Overall Loudness Rating (*Índice de Sonoridad Global*)

**PBX** Private Branch Exchange (*Centralita Telefónica Privada*)

**PoP** Point of Presence (*Punto de Presencia*)



Facultad de Estudios Superiores ARAGON



# Universidad Nacional Autónoma de México

Desarrollo e Implementación de una Red Datos con la Integración de Servicios Digitales VoIP.

---

**POTS** Plain Old Telephone Service (*Servicio Telefónico Ordinario Antiguo*)

**PPP** Point to Point Protocol (*Protocolo Punto a Punto*)

**PSTN** Public Switched Telephone Network (*Red de Telefonía Conmutada Pública*)

**QoS** Quality of Service (*Calidad de Servicio*)

**RAS** Registration, Authentication and Status (*Registro, Autenticación y Estado*)

**RSVP** Reservation Protocol (*Protocolo de Reserva de Recursos*)

**RTCP** Real Time Control Protocol (*Protocolo de Control de Tiempo Real*)

**RTP** Real Time Protocol (*Protocolo de Tiempo Real*)

**SAP** Session Annunciation Protocol (*Protocolo de Anunciamiento de Sesión*)

**SCN** Switched Circuit Network (*Red de Circuitos Conmutados*)

**SDP** Session Description Protocol (*Protocolo de Descripción de Sesión*)

**SIP** Session Initiation Protocol (*Protocolo de Inicio de Sesión*)

**SLA** Service Level Agreement (*Acuerdo de Nivel de Servicio*)

**SS7** Signalling System Number 7 (*Sistemas de Señalización Número 7*)

**TCP** Transmission Control Protocol (*Protocolo de Control de Transmisión*)

**TDM** Time Division Multiplexing (*Multiplexado por División de Tiempo*)

**UDP** User Datagram Protocol (*Protocolo de Datagramas de Usuario*)

**UMTS** Universal Mobile Telephone System (*Sistema Universal de Telecomunicaciones Móviles*)



Facultad de Estudios Superiores ARAGON



# Universidad Nacional Autónoma de México

Desarrollo e Implementación de una Red Datos con la Integración de Servicios Digitales VoIP.

---

**VLAN** Virtual Local Área Network (*Red de Área Local Virtual*)

**VPN** Virtual Private Network (*Red Privada Virtual*)

**xDSL** Cualquiera de las tecnologías de Líneas de Suscripción Digital (por ejemplo, ADSL)

## TÉRMINOS

**Circuit switching:** Técnica de comunicación en la que se establece un canal (o circuito dedicado) durante toda la duración de la comunicación. La red de conmutación de circuitos más ubicua es la red telefónica, que asigna recursos de comunicaciones (sean segmentos de cable, «ranuras» de tiempo o frecuencias) dedicados para cada llamada telefónica.

**Codec:** Algoritmo software usado para comprimir/ descomprimir señales de voz o audio. Se caracterizan por varios parámetros como la cantidad de bits, el tamaño de la trama (frame), los retardos de proceso, etc. Algunos ejemplos de codecs típicos son G.711, G.723.1, G.729 o G.726.

**Extranet:** Red que permite a una empresa compartir información contenida en su Intranet con otras empresas y con sus clientes. Las extranets transmiten información a través de Internet y por ello incorporan mecanismos de seguridad para proteger los datos.

**Gatekeeper:** Entidad de red H.323 que proporciona traducción de direcciones y controla el acceso a la red de los terminales, pasarelas y MCUs H.323. Puede proporcionar otros servicios como la localización de pasarelas.

**Gateway:** Dispositivo empleado para conectar redes que usan diferentes protocolos de comunicación de forma que la información puede pasar de una a otra. En VoIP existen dos tipos principales de pasarelas: la Pasarela de Medios (Media Gateways), para la conversión de datos (voz), y la Pasarela de Señalización (Signalling Gateway), para convertir información de señalización.

**Impairments:** Efectos que degradan la calidad de la voz cuando se transmite a través de una red. Los defectos típicos los causan el ruido, el retardo el eco o la pérdida de paquetes.





# Universidad Nacional Autónoma de México

Desarrollo e Implementación de una Red Datos con la Integración de Servicios Digitales VoIP.

---

**Intranet:** Red propia de una organización, diseñada y desarrollada siguiendo los protocolos propios de Internet, en particular el protocolo TCP/IP. Puede tratarse de una red aislada, es decir no conectada a Internet.

**IP Telephony:** (Telefonía Internet). Ver. «Voice over IP»

**Jitter:** (variación de retardo). Es un término que se refiere al nivel de variación de retardo que introduce una red. Una red con variación 0 tarda exactamente lo mismo en transferir cada paquete de información, mientras que una red con variación de retardo alta tarda mucho más tiempo en entregar algunos paquetes que en entregar otros. La variación de retardo es importante cuando se envía audio o video, que deben llegar a intervalos regulares si se quieren evitar desajustes o sonidos ininteligibles.

**Packet switching:** (conmutación de paquetes). Técnica de conmutación en la cual los mensajes se dividen en paquetes antes de su envío. A continuación, cada paquete se transmite de forma individual y puede incluso seguir rutas diferentes hasta su destino. Una vez que los paquetes llegan a éste se agrupan para reconstruir el mensaje original.

**Router:** (enrutador). Dispositivo que distribuye tráfico entre redes. La decisión sobre a donde enviar los datos se realiza en base a información de nivel de red y tablas de direccionamiento. Es el nodo básico de una red IP.

**Softswitch:** (conmutación por software). Programa que realiza las funciones de un conmutador telefónico y sustituye a éste al emular muchas de sus funciones de dirigir el tráfico de voz, pero además añade la flexibilidad y las prestaciones propias del tráfico de paquetes.

**VoIP, Voice over IP:** (Voz sobre IP). Método de envío de voz por redes de conmutación de paquetes utilizando TCP/IP, tales como Internet.

**Best Effort** (Mejor esfuerzo) Es el mejor desempeño que podría dar una red bajo una priorización de tráfico





## BIBLIOGRAFÍA

**1.- “The Essential Guide to VoIP Implementation and Management”**

**NetIQ Corporation**

**Introductory Chapter: VoIP Basics (Pag 7,8,10) - Archivo PDF.**

john Q. Walker and Jeffrey T. Hicks

[www.netiq.com](http://www.netiq.com)

**2.- .- “The Essential Guide to VoIP Implementation and Management”**

**NetIQ Corporation**

**Chapter Four: QoS and Tunning (Pag 5,7,8) - Archivo PDF.**

john Q. Walker and Jeffrey T. Hicks

[www.netiq.com](http://www.netiq.com)

**3.- .- “The Essential Guide to VoIP Implementation and Management”**

**NetIQ Corporation**

**Chapter Five: Ongoing VoIP Management (Pag 22-25) - Archivo PDF.**

john Q. Walker and Jeffrey T. Hicks

[www.netiq.com](http://www.netiq.com)

**4.- “INTERCONECTIVIDAD” Manual para la resolución de problemas”(Pag 117-176) Cisco SYSTEM & Prentice Hall.**

**5.- “Cisco Certified Network Associate”**

**Chapter Five : Study Guide.**





# Universidad Nacional Autónoma de México

Desarrollo e Implementación de una Red Datos con la Integración de Servicios Digitales VoIP.

---

## 6.- Combining voice over IP with Policy-Based Quality Services

Archivo PDF VoIP.pdf (Pag. 1-9)

Xtreme Networks – Tech Brief

## 7.- Web ProForum Tutorials

Página de Internet: [www.iec.org](http://www.iec.org)

The Internacional Engineering Consortium

## 8.- Internetworking desing and implementation information

Archivo PDF, capítulo I, (pag. 1-16)

Cisco System-Cisco Certified Internetwork Expert (CCIE)

## 9.- SuperStack II Switch Layer 3 Module

Configuration and Implementation.

Capitulo 2.

## 10.- H.323 TRILLIUM.- Archivo PDF

Pags. (4-10)

## 11.- Telefonía Digital

Segunda Edicion

John Bellamy

Pags. 1-3



Facultad de Estudios Superiores ARAGON



# Universidad Nacional Autónoma de México

Desarrollo e Implementación de una Red Datos con la Integración de Servicios Digitales VoIP.

---

## **12.- VoIP y Asterisk**

**Redescubriendo la Telefonía**

**Julio Gómez López**

**Francisco Gil Montoya**

**AlfaOmega**

**Pag. 47 - 59**

## **13.- Manuales de Certificación CCVP**

**Cisco IP Telephony Parte 1**

**Cisco IP Telephony Parte 2**

**Cisco Voice Over IP**

Nota: Algunas imágenes, diagramas y contenido son propiedad de sus autores intelectuales.

[www.iec.org](http://www.iec.org)

[www.wikipedia.com](http://www.wikipedia.com)



**Facultad de Estudios Superiores ARAGON**