



# Curso 3: Telefonía IP y Móvil

## Módulo: Telefonía IP

Preparado por: Jorge Olivares A.

Recopilación de material disponible  
en Internet de diferentes autores  
2012



# Contenidos

La naturaleza de las redes telefónica y de datos  
Convergencia de las redes telefónica y de datos  
Cx Circuitos versus Cx de paquetes  
Conversión análogo-digital de la voz  
VoIP - ToIP  
Redes ToIP  
VoIP: Voz sobre IP  
Cronología de la voz sobre paquetes  
Telefonía IP  
Estandarización de la VoIP  
Aspectos regulatorios de telefonía IP en Chile (1)  
Aspectos regulatorios de telefonía IP en Chile (2)  
Aspectos regulatorios de telefonía IP en Chile (3)  
Clasificación del Servicio Telefónico  
Funciones de la Red Telefónica Pública Conmutada (PSTN)  
Unidades y magnitudes de medida en redes telefónicas  
PBX: Centrales privadas (1)  
PBX: Centrales privadas (2)  
Troncales, puertas interfaces a PSTN (1)  
Troncales, puertas interfaces a PSTN (2)  
Puertas FXS y FXO (1)  
Puertas FXS y FXO (2)  
Puertas FXS y FXO (3)  
Troncales y puertas  
Trama PCM (E1)  
Telefonía I: Trama PCM (E1)  
Sistemas de señalización telefónica (entre centrales)  
SIP - Session Initiation Protocol (1)  
SIP - Session Initiation Protocol (2)  
UA - User Agents (1)  
UA - User Agents (2)  
Proxy Server  
Redirect Server y Registrars Servers/Location Server  
Hallazgo del Proxy Server  
Transacción SIP  
Transacciones SIP

SIP - Request Message  
SIP - Response Message (1)  
SIP - Response Message (2)  
SIP - Llamado mediante Proxy Server  
SIP - Llamado mediante Redirect Server  
Protocolos ITU: H.323  
Protocolos ITU  
Estándares RFC de Protocolos de Internet  
H.323 - ITU  
Estádares y componentes de H.323  
Terminales H.323 (1)  
Terminales H.323 (2)  
Terminales H.323 (3)  
Gatekeeper H.323  
Gateway - H.323  
Gateway: Interfaz VOIP a POTS  
Tipos de soluciones con Telefonía IP  
PC a Teléfono  
Teléfono a teléfono  
Otros Terminales IP  
SoftPhones  
Soluciones Pymes : Asterisk  
VOIP en redes de Cable  
Calidad de la voz  
MOS: Mean Opinion Score  
Calidad de la voz  
Procesamiento de la señal  
Ancho de banda de la voz  
Calidad de la Compresión  
QOS - Quality of Service  
SLA - Service Level Agreement  
QoS y SLA  
Tráfico telefónico  
Demanda de tráfico  
BHT: Busy Hour Time

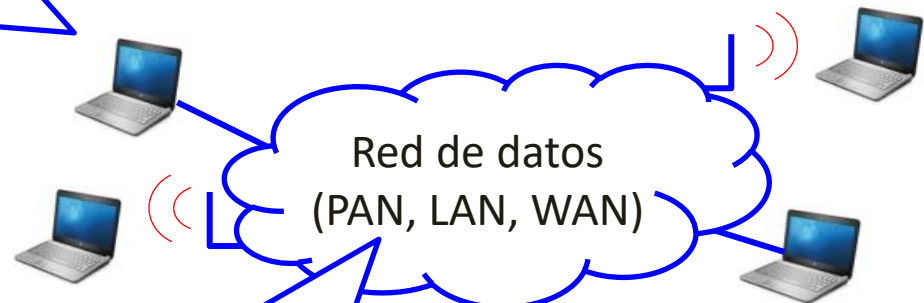
Definición de Intensidad de tráfico (1)  
Definición de Intensidad de tráfico (2)  
Uso de tabla Erlang B  
Uso de calculadora Erlang B  
Cálculos de tráfico telefónico  
Uso de tabla Erlang B  
Tráfico y disponibilidad del servicio (1)  
Tráfico y disponibilidad del servicio (2)  
Actividad práctica: uso de calculadora de tráfico (1)  
Actividad práctica: uso de calculadora de tráfico (2)  
Ejercicios de cálculos de parámetros de VoIP  
Tabla Erlang B  
DIFFServ - COS  
Protocolo RSVP  
Gestión de Colas (Queu) (1)  
Gestión de Colas (Queu) (2)  
Retardos  
Retardos del CODEC (1)  
Retardos del CODEC (2)  
Retardos de paquetizado (1)  
Retardos de paquetizado (2)  
Retardos de serialización  
Retardo de "cola de espera"  
Retardos en la Red  
Cálculos de trafico y ancho de banda BW  
Para investigar, estudiar y contestar (1)  
Para investigar, estudiar y contestar (2)  
Conclusiones

# La naturaleza de las redes telefónica y de datos



Red especializada en el transporte de voz análoga y digital, utilizando Cx de circuitos.  
Se tarifica por distancia y tiempo (uso de recursos) más un cargo fijo.

Red especializada en el transporte de datos, utilizando Cx de paquetes.  
Se tarifica por un cargo fijo que considera un trafico promedio de uso de recursos de la red.



La más grande en el mundo se llama Internet

# Convergencia de las redes telefónica y de datos



Cuando se desea utilizar la PSTN para transmitir datos se encuentra con dos limitaciones:

- La Cx de circuitos genera un costo mayor por uso de la red.
- La velocidad queda limitada a  $n \times 64$  Kbps, siendo  $n$  el número de canales telefónicos a utilizar.

Cuando se desea utilizar la red de datos para transmitir voz encuentra con dos limitaciones:

- La Cx de paquetes no garantiza la secuencialidad de los paquetes y un retardo aceptable en la comunicación.
- La calidad y continuidad de la comunicación es menor que en PSTN.



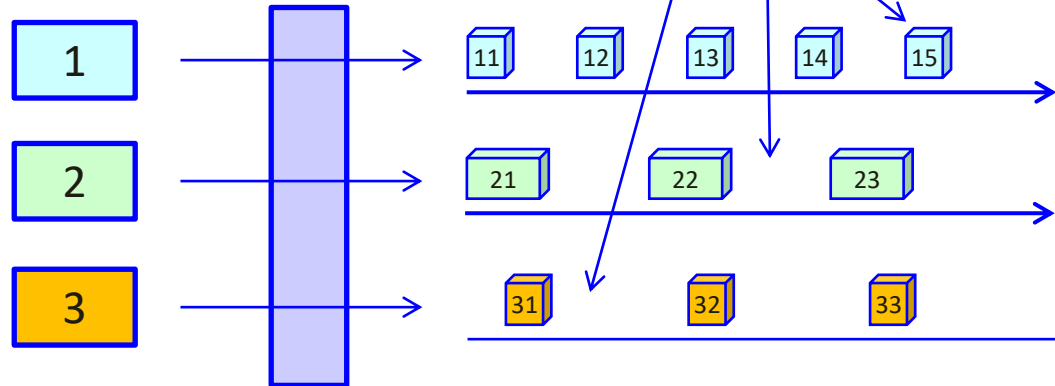
Una posibilidad de transmitir voz es asegurar las condiciones para emular la Cx de circuitos en una red de Cx de paquetes.



# Cx Circuitos versus Cx de paquetes

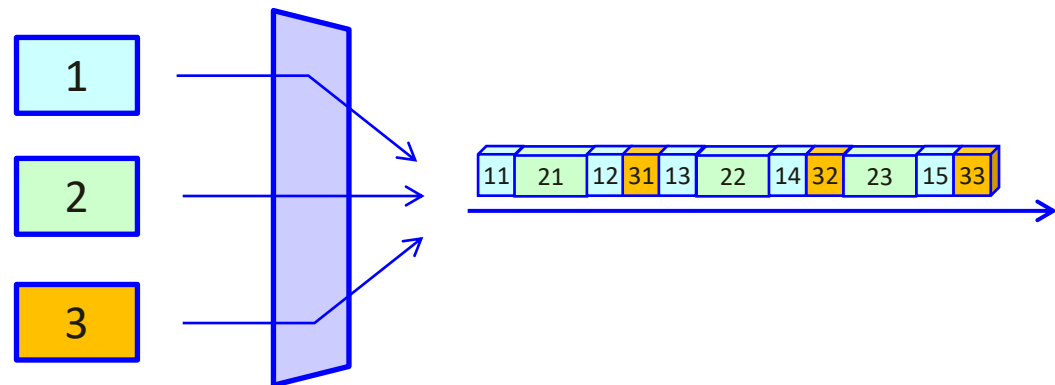
## Cx de circuitos:

Cada comunicación utiliza un canal dedicado.  
Se generan tiempos muertos en cada canal.  
Se produce uso deficiente del BW.



## Cx de paquetes:

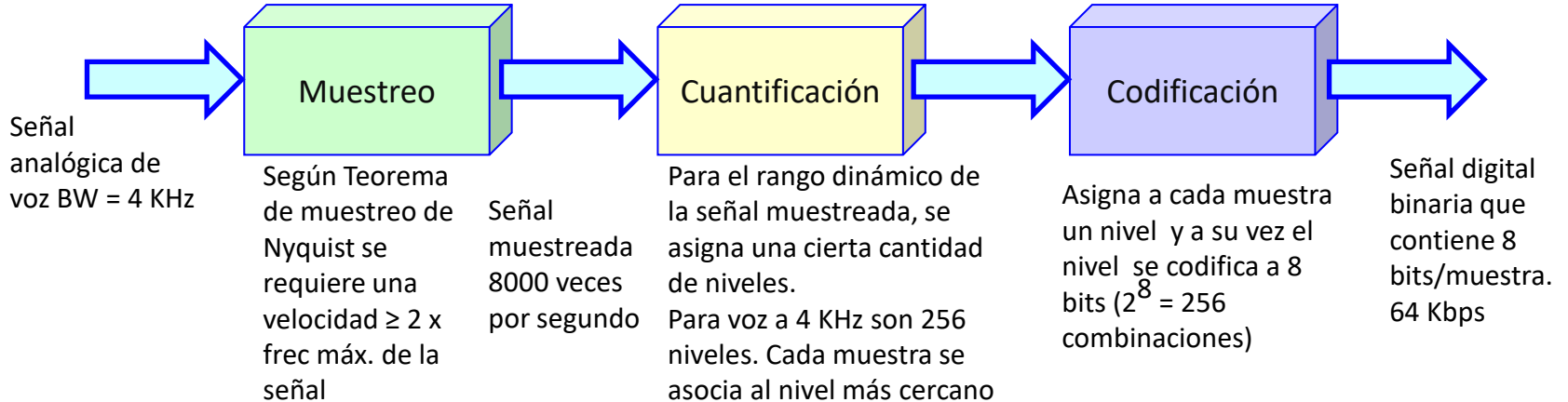
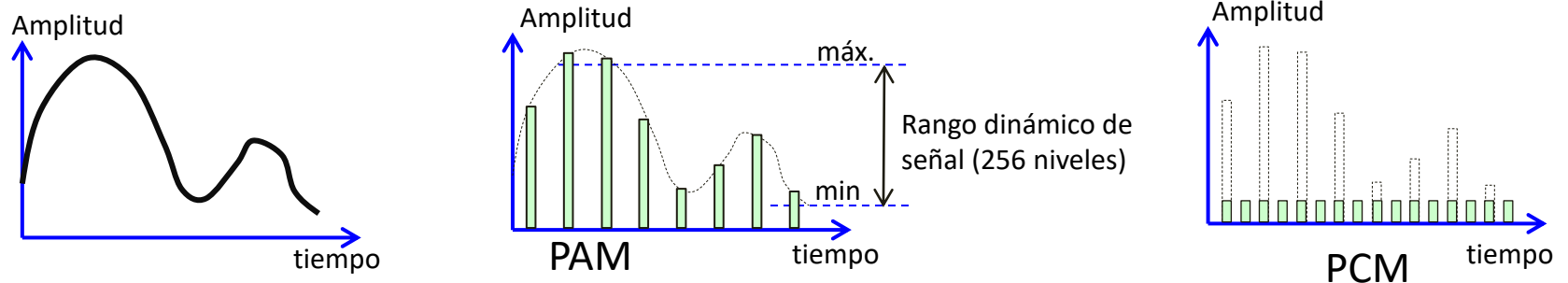
Las comunicaciones se distribuyen en forma estadística mediante multiplexación asíncrona.  
Optimización en el uso del BW.





# Conversión análogo-digital de la voz

Estándar base [G.711 de ITU](#), define para la señal analógica de voz de un canal telefónico (BW= 4 KHz para una comunicación inteligible) un proceso de digitalización basada en 3 etapas: muestreo, cuantificación y codificación.



$$\text{Velocidad binaria} = 8000 \text{ muestras/seg} \times 8 \text{ bits/muestra} = 64 \text{ Kbps}$$

PAM: Pulse Amplitud Modulation

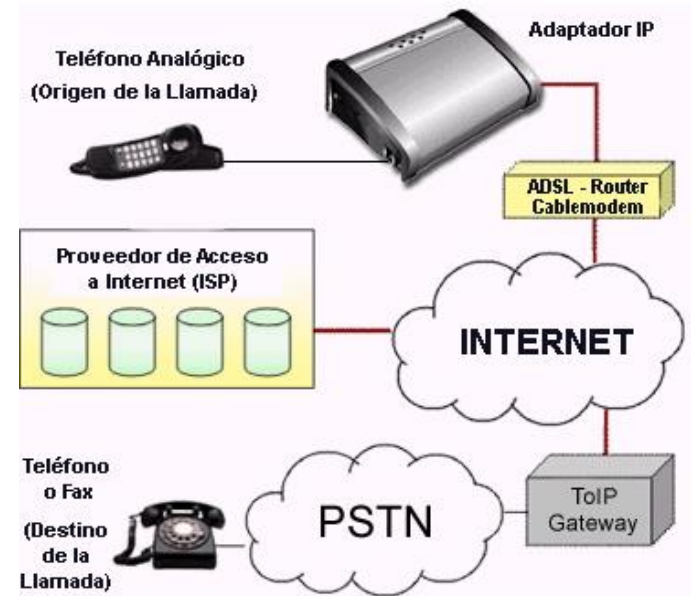
PCM: Pulse Coded Modulation



## VoIP - ToIP

- Si bien se habla en general de Voz sobre IP (VoIP: Voice over Internet Protocol), al mencionar la tecnología debemos hacer las salvedades del caso y distinguir dentro de la voz paquetizada, dos aplicaciones con mercados y características distintas.
  - **Voz sobre IP (VoIP):** se emplea dicho término a toda implementación de voz paquetizada que se utiliza en una red privada (LAN) pudiendo esta tener o no contacto con la PSTN.
  - **Telefonía sobre IP (ToIP):** se emplea dicho término a toda red de voz paquetizada, soportada sobre redes de área amplia (WAN), las cuales cumplen las veces de la PSTN en forma total y/o parcial. En general la tendencia muestra que las redes de ToIP se tratan como redes de servicio público y por lo tanto se deben regir por normas y estándares establecidos por las entidades administradoras de telecomunicaciones.

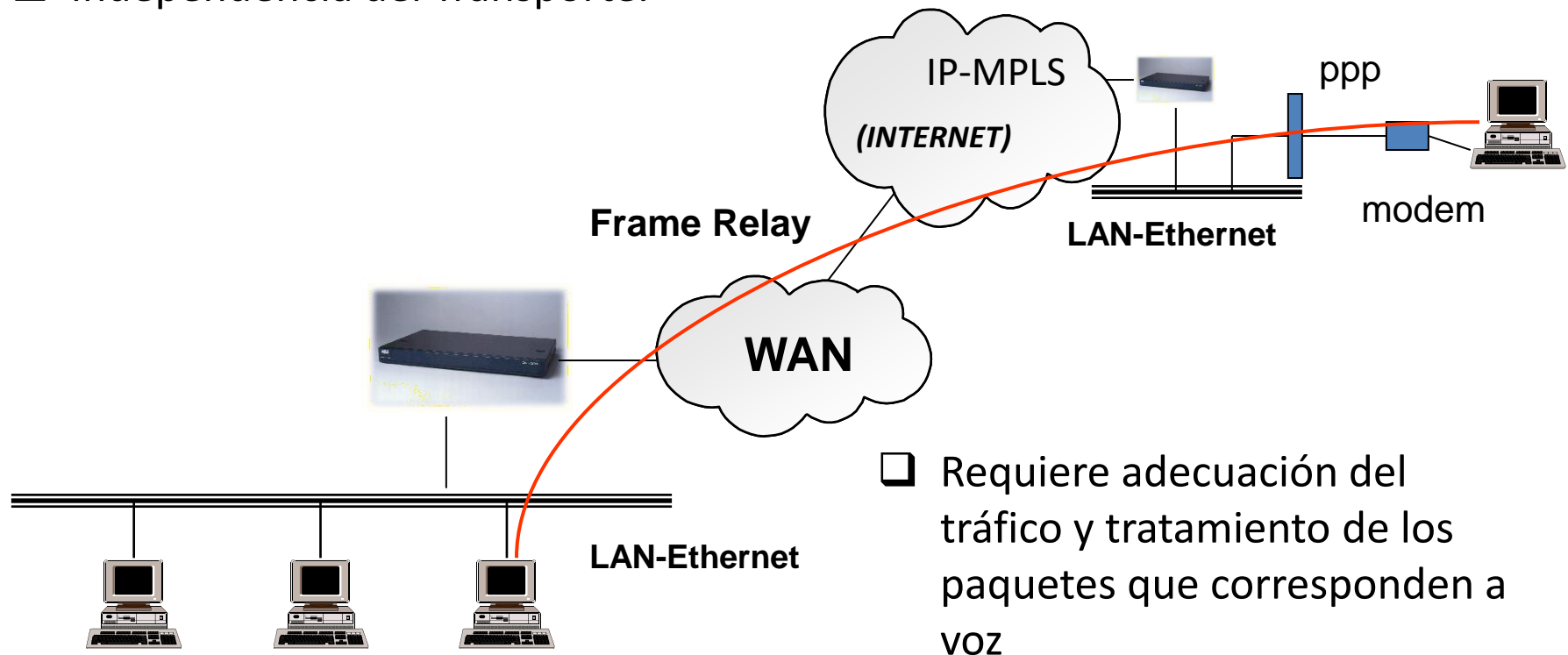
- La tecnología Telephony Over Internet Protocol (ToIP: Telefonía sobre IP) está reemplazando la telefonía convencional en todo el mundo, debido a sus bajos costos y abundantes funciones.
- Pueden montarse redes de Telefonía IP en redes locales vinculadas a través de Internet, funcionando como teléfonos internos, también puede integrarse con el sistema de telefonía convencional, interactuando con centrales telefónicas locales.
- Además, puede utilizarse el servicio, para realizar comunicaciones a través de Internet a larga distancia con costos mucho menores a los actuales.
- Para su implementación, pueden utilizarse teléfonos convencionales conectados a dispositivos que actúan de interfaz con el sistema de ToIP (ATA: Analog Telephony Adapter), Teléfonos IP especiales o programas de emulación (softphones) que permiten utilizar una PC para las comunicaciones.



En este caso el tráfico telefónico determina el BW necesario en el acceso.



- Ventajas: Transmisión de voz en paquetes IP. IP es el Protocolo estándar en internet-.
- Utilización de redes de datos existentes e integración de servicios.
- Independencia del Transporte.



- Requiere adecuación del tráfico y tratamiento de los paquetes que corresponden a VOZ



# Cronología de la voz sobre paquetes

- 1995 Vocaltec presenta el primer teléfono IP
- 1996 La tecnología comienza a difundirse, pero como un hobby y prueba de laboratorio
- 1998 Vocaltec, Cisco, Microsoft y otros fundan IP Forum  
Se crea el IMTC (International Multimedia Teleconferencing Consortium)  
IP Forum es incorporado al IMTC
- 1999- Las Telco comienzan a hacer anuncios de sus estrategias de VoIP  
2000 (MCI, Sprint, Cable & Wireless, BT, etc)  
El aspecto regulatorio de VoIP, se encuentra dividido entre promotores y detractores.

- Los servicios ofrecidos son:
  - comunicación PC - PC
  - PC - POTS
  - FAX
  - Videoconferencia
  - Calling Card
- Los cuales emplean según la aplicación y el segmento de mercado:
  - equipos POTS tradicionales
  - Soft phones
  - Hardware dedicado.

- Las tarifas (principal atractivo):
  - USA
  - Europa
  - América



Los principales organismos intervinientes en la estandarización de VoIP, son:

– ITU



– IETF



– IMTC



– ETSI



- La ITU presenta en el año 1996, la especificación H.323. Se dice que H.323 es una especificación ya que corresponde a conjunto de normas agrupadas.
- La razón de esto es que la H.323, no solamente cubre lo relacionado con la voz, sino también con lo relativo a protocolos y “Multimedia”, debiendo especificar entonces el tratamiento de video, datos su multiplexado y control.
- Por otra parte, IETF desarrollo en paralelo el protocolo SIP (Session Initiation Protocol) orientado a conexiones multimedia.



# Aspectos regulatorios de telefonía IP en Chile (1)

Definiciones Subtel de VoIP y ToIP:

¿Qué es el Servicio Público de Voz sobre Internet?

Es un servicio de telecomunicaciones que permite la prestación de comunicaciones de voz sobre la red Internet desde y hacia la red pública telefónica u otra red de servicio público del mismo tipo.

¿Qué es la telefonía IP?

La telefonía IP (Internet Protocol) es una tecnología que reúne la transmisión de voz y de datos, posibilitando la utilización de redes informáticas para efectuar llamadas telefónicas. Desarrolla una red única, que se encarga de cursar todo tipo de comunicación, ya sea, de voz, datos o video, que se denomina Red Convergente o Red Multiservicios.

La telefonía IP surge como una alternativa a la telefonía tradicional, brindando nuevos servicios al cliente entre los que se cuentan una serie de beneficios económicos y tecnológicos.



## Aspectos regulatorios de telefonía IP en Chile (2)

Respecto de la telefonía IP, Subtel señala que la regulación indicada en el [Decreto 484/2007](#) sólo se refiere a aquellos servicios de voz que se prestan sobre Internet y que cumplen con las siguientes condiciones:

- que realicen llamados a la Red Pública Telefónica y
- que reciban llamados desde la Red Pública Telefónica.

En este caso, el proveedor de servicios requiere una concesión.

Por lo tanto, este reglamento no regula las llamadas entre usuarios de Internet, por ejemplo las que se efectúan vía MSN u otras prestaciones similares y tampoco regula servicios que permiten hacer llamados a la Red Pública, pero sin posibilidad de recibir, como ocurre con Skype out y equivalentes.

[Telefonía IP \(Subtel\)](#)

Este marco legal, por tanto, permitirá a los usuarios de Internet acceder a servicios de comunicación desde y hacia la red pública telefónica, teniendo el derecho a reclamar por mal servicio, a recibir una cuenta detallada, a llamar en todo momento a números de emergencia -aún cuando el servicio esté suspendido por no pago- y a poner término al contrato de suministro en forma unilateral en un plazo máximo de 10 días, entre otros derechos.

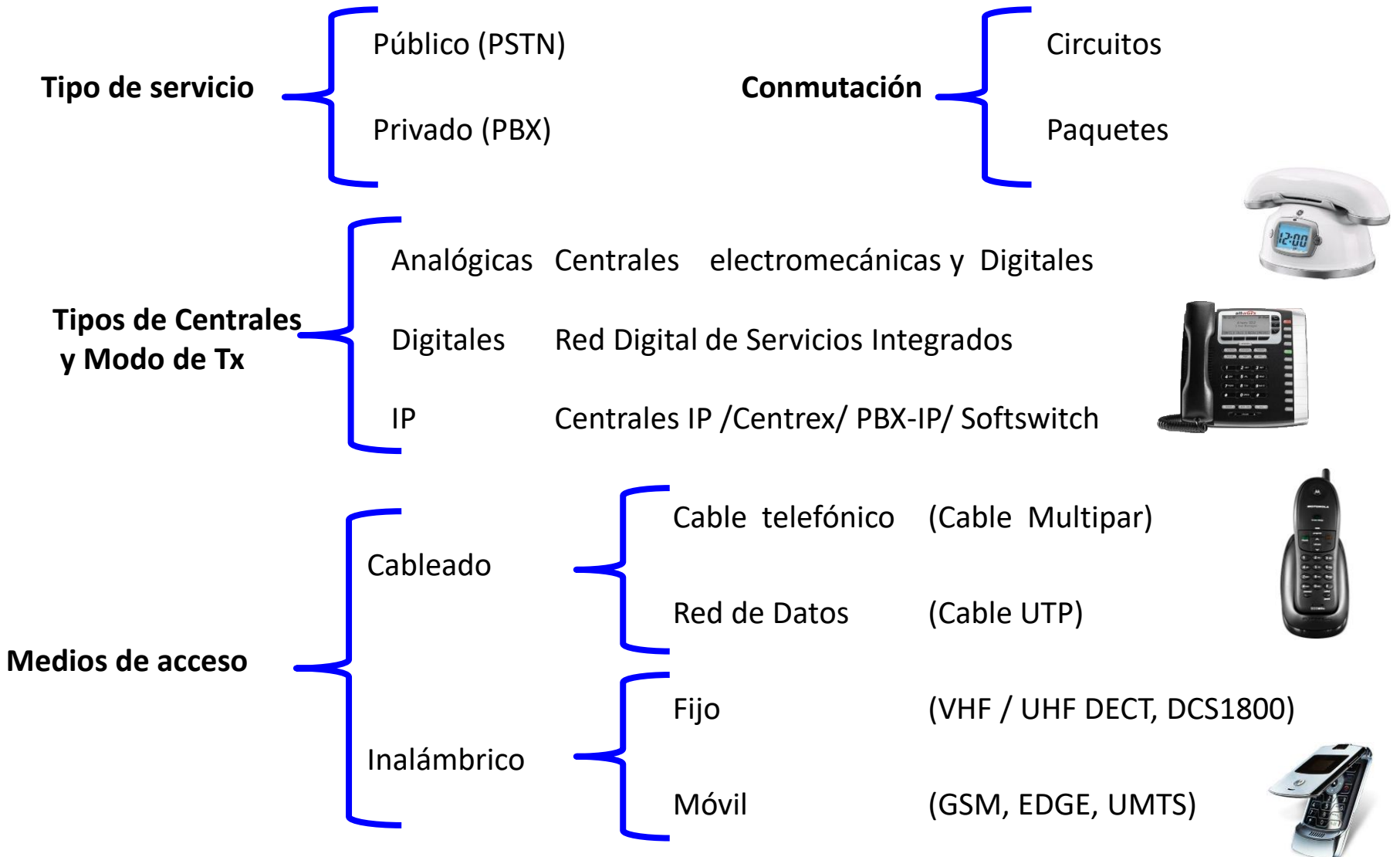


## Aspectos regulatorios de telefonía IP en Chile (3)

Derechos y obligaciones del concesionario de Servicio Público de VoIP:

1. El servicio de voz sobre Internet se considera un Servicio Público y su prestación requiere una concesión.
2. Se establece un bloque de numeración con características ageográficas, es decir, sin importar donde el usuario esté conectado a Internet, mantiene su número (similar a la telefonía móvil).
3. El concesionario deberá informar al usuario respecto a la calidad de servicio que está prestando.
4. El servicio no está sujeto al uso de multiportador para comunicaciones LD.
5. No tiene guía telefónica
6. Podrán interconectarse con la red pública telefónica directa o indirectamente usando medios propios o de terceros.
7. Está sujeto a la interceptación telefónica conforme a las normativas de seguridad pública establecidas por ley.
8. La implementación del acceso a los servicios de emergencia es obligatoria y permanente.
9. Las responsabilidades del concesionario del servicio, se separan de las del prestador del servicio de banda ancha y del proveedor del acceso Internet (ISP).
10. Están sujetos a cumplir el Reglamento de Resolución de Reclamos.
11. Están sujetos a la obligación de entregar una Cuenta Única.

# Clasificación del Servicio Telefónico







## Funciones de la Red Telefónica Pública Conmutada (PSTN)

Un sistema telefónico se denomina Red de Telefonía Pública Conmutada (RTPC) o PSTN (Public Switched Telephone Network).

**El sistema telefónico:** Es el conjunto de dispositivos de Hw/Sw utilizados para suministrar el servicio de comunicación telefónica (voz) con cobertura global. En el proceso de conexión y desconexión se utilizan las siguientes funciones imprescindibles:

- **Conmutación:** Es la identificación y conexión de los abonados a una trayectoria de comunicación adecuada.
- **Señalización:** Se encarga del suministro e interpretación de señales de control y de supervisión que se necesita para realizar la conmutación.
- **Transmisión:** es el transporte (transmisión) del mensaje del abonado y de las señales de control y supervisión.



## Unidades y magnitudes de medida en redes telefónicas

- Nivel de señal: en dBm (Decibeles referidos al miliwatt)
- Frecuencia: medida en KHz para la banda de audio y telefonía y en MHz y GHz para las portadoras de radio.
- Ancho de banda: Rango de frecuencias útiles o necesarias para la señal telefónica. Se mide en KHz o MHz.
- Tráfico: Grado de ocupación de los canales telefónicos, se mide en Erlang
- Estados de un canal de comunicación: Status de un canal indicado como ocupado, libre, fuera de servicio, etc.

## PBX: Centrales privadas (1)

- También denominadas PABX. Son la base de las redes de voz corporativas de empresas y organismos de diversas índoles. Las redes corporativas pueden estar constituida por una o varias PBX interconectadas entre ellas mediante troncales.
- Los teléfonos conectados a las PBX se conocen con el nombre de “extensión” ó “anexo”
- Las redes corporativas tienen diferencias con aquellas que atienden residencias.

### IP TERMINALS



ITP-5121D

ITP-5107S



### DIGITAL KEYSETS



iDCS-28D

iDCS-18D  
WITH 14-BUTTON STRIP



## PBX: Centrales privadas (2)

Tienen que servir a múltiples usuarios que requieren de funcionalidades avanzadas (caller ID, transferencia de llamadas, conferencia, desvío de llamadas, etc.).

En estas redes las llamadas entre los usuarios de la corporación, desde el punto de vista de los usuarios, no distinguen si ellos están en la misma ciudad o en otra muy lejana. Es decir toda llamada dentro de la Corporación es llamada local.

Para las comunicaciones con el exterior (con la PSTN) las PBX se interconectan a centrales locales mediante grupos de circuitos que son de uso común para todos o grupos de anexos, consiguiéndose así ahorros de costos, al aprovechar mas eficientemente las conexiones con la PSTN.



# Troncales, puertas interfaces a PSTN (1)

¿ Qué es una puerta?

Los distintos dispositivos e instalaciones utilizados en los sistemas de telecomunicaciones se interconectan entre ellos a través de “puertas”.

Toda puerta tiene dos partes: una que “mira” hacia el interior del dispositivo o instalación y otra que tiene por finalidad recibir o enviar las señales a otro dispositivo con el cual se interconecta.

La parte de la puerta que “mira” hacia el interior normalmente está alambrada en forma fija, mientras que la otra parte, que es la que nos interesa, corresponde a un conector, al que se pueden conectar o desconectar cables hacia otros dispositivos.

Entonces, cada vez que hablemos de “puerta” de un dispositivo o instalación nos estaremos refiriendo a la parte del conector.



## Troncales, puertas interfaces a PSTN (2)

PUERTA FXS: La forma más común de conexión a la PSTN es como usuario de una línea telefónica analógica de una central local. A este tipo de puerta de entrada a la PSTN se le conoce como puerta FXS (Foreign Exchange Station). Todos tenemos en las paredes de nuestra casa, una o más puertas FXS. Las puertas FXS proporcionan servicio POTS.

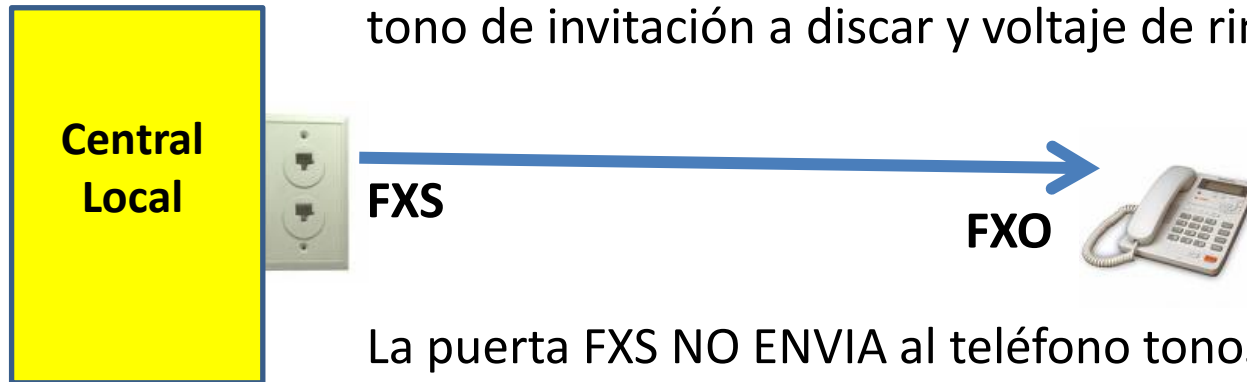
Una puerta FXS se conecta mediante cable a una puerta FXO de un dispositivo o terminal FXO (Foreign Exchange Office) como lo son los terminales teléfonos analógicos, las máquinas fax, los módems, etc. Todo terminal FXO tienen una o más puertas FXO para conectarse a puertas FXS de la PSTN.

Las puertas FXS de la PSTN proporcionan señalización que entiende los terminales FXO: batería de alimentación, tono de invitación a discar y voltaje de ringing. Por su parte las puertas FXO proporcionan señalización que entienden las centrales y PBX: tonos MFC y señales de cuelgue y descuelgue.

Entonces al igual que un plug y un jack, siempre una puerta FXO se conecta con una puerta FXS. Nunca FXO con FXO ni FXS con FXS.

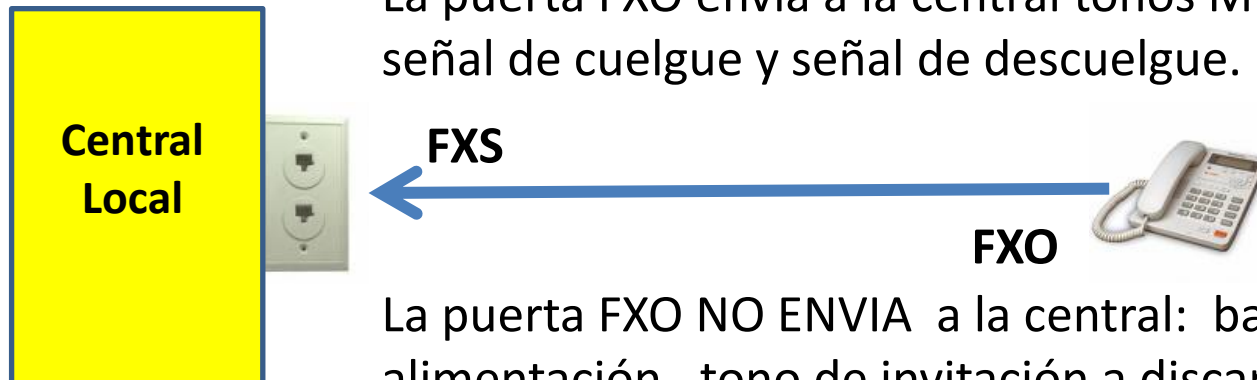
## Puertas FXS y FXO (1)

La puerta FXS envía al teléfono: batería de alimentación, tono de invitación a discar y voltaje de ringing.



La puerta FXS NO ENVIA al teléfono tonos MFC , señal de cuelgue ni señal de descuelgue.

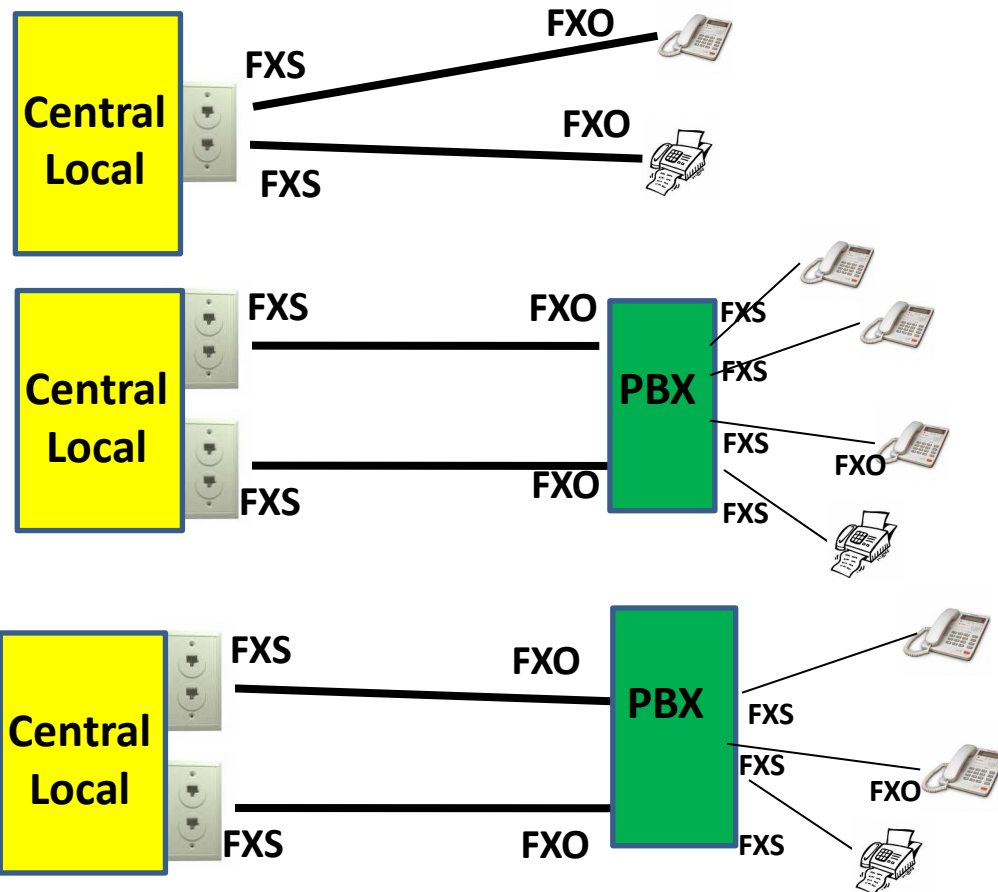
La puerta FXO envía a la central tonos MFC (nº marcado), señal de cuelgue y señal de descuelgue.



La puerta FXO NO ENVIA a la central: batería de alimentación, tono de invitación a discar ni voltaje de ringing.

Algunos dispositivos como las PBX , tienen tanto puertas FXS como FXO.

## Puertas FXS y FXO (2)



En dispositivos telefónicos y de redes de datos, las puertas se suele rotular:

FXO = "LINE"

FXS = "Phone"

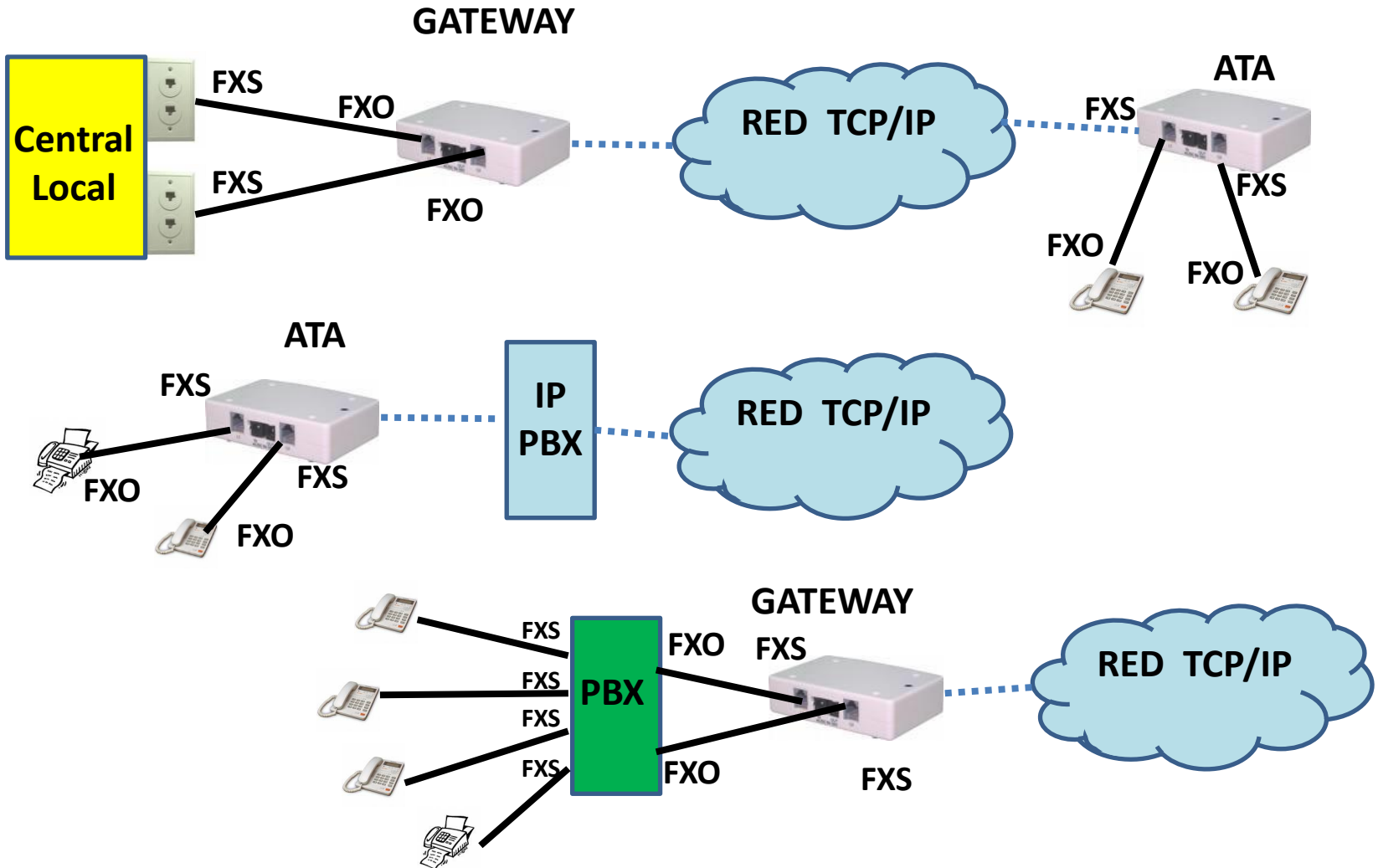
indicando con ello la puerta FX es para conectar y desconectar en ella una línea y que la puerta FXS es para conectar y desconectar en ella un "phone" es decir un aparato telefónico.

FXS → S: a puerta FXS se conecta y desconecta un Suscriptor (el "Phone" u otro tipo de terminal, como lo es una PBX)

FXO → O: a puerta FXO se conecta y desconecta la Office o central local (la "Line")



# Puertas FXS y FXO (3)



ATA = Analog Telephone Adaptor



## Troncales y puertas

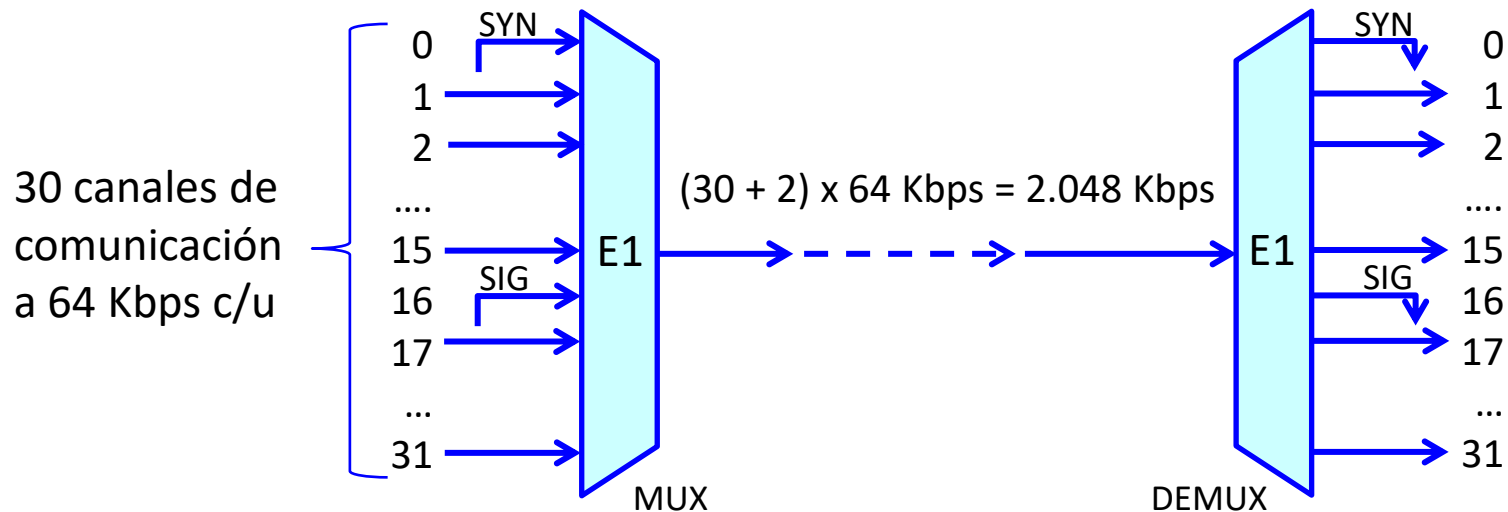
- **LINEA TRONCAL ANALOGICA ESPECIAL:** Para interconectar PBX con servicios especiales proporcionados por la central local (DID, número cabecera de PBX, etc.). Las troncales que permiten servicio DID pueden hacer llegar dígitos a la PBX. En estos casos las troncales de la central local no se conectan a una puerta FXO normal de la PBX. Las troncales analógicas para servicio DID cursan tráfico solamente en el sentido entrante a la PBX.
- **PUERTA DIGITAL E1** permite la conexión de 30+2 circuitos de voz. Normalmente se usa conector RJ45 con dos pares alambrados (Tx y Rx).
- **PUERTA DIGITAL E1 PRI (Primary Rate interface)** permite la conexión digital de una PBX con servicio RDSI a la PSTN. Corresponde a una conexión de 30 circuitos B de 64 Kbps más 2 circuito D 64 Kbps (30B + 2D)

# Trama PCM (E1)

[G.703 de ITU](#) establece las características físicas y eléctricas de las interfaces digitales jerárquicas y [G.704](#) establece las estructuras de trama.

Dado que las centrales telefónicas se conectan mediante enlaces digitales se debe verificar el cumplimiento de los estándares de transmisión.

Respecto del nivel 2048 Kbps, más conocido como E1 o PCM-30, corresponde al nivel de multiplexación más difundido y cuya estructura se indica:



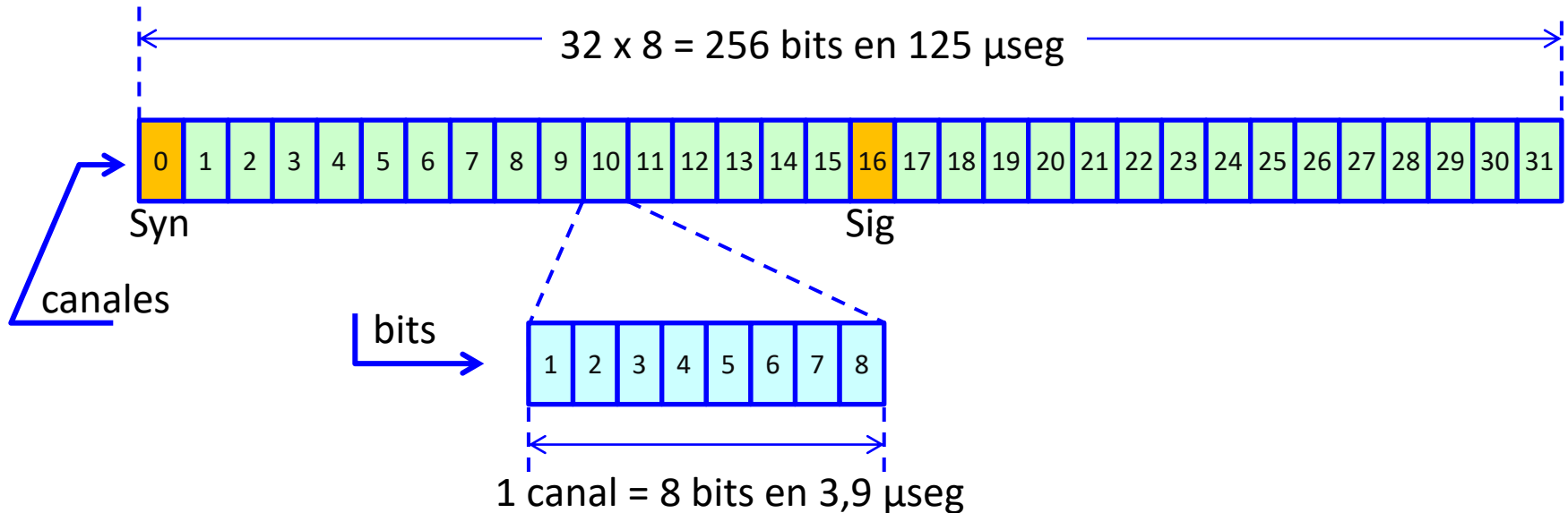
SYN: Canal 0 de sincronismo a 64 Kbps

SIG: Canal 6 de señalización a 64 Kbps



# Telefonía I: Trama PCM (E1)

El estándar define la trama con 256 bits para el transporte de 32 canales con 8 bits cada uno.



Un conjunto de 16 tramas conforma una multitrama numeradas desde la trama 0 a la trama 15.

La señalización considera 4 bits por cada canal en el canal 16 (Sig). Por lo tanto en cada trama se puede enviar información de señalización de 2 canales.

En la trama 1, el canal 16(Sig) contiene la señalización del canal 1 y 17 en la trama 2 contiene señalización del canal 2 y 18 y así sucesivamente hasta completar los 30 canales en las 15 tramas de la multitrama.



## Sistemas de señalización telefónica (entre centrales)

Señalización utilizada entre centrales para indicarse (una a otra) el status de sus respectivos abonados:

Señalización Analógica:

- Corriente Directa (Reverse Battery Signaling, E & M)
- Corriente Alterna (tonos en banda y fuera de banda).

Señalización Digital:

- Códigos digitales de 8 bits (números, código ASCII, etc.)

Common Channel Interoffice Signaling: (canal común)

- Las señales de control se envían a través de otro circuito distinto del que procesa las señales de voz.
- Se utilizan para interconectar las troncales que llevan las señales entre oficinas.



# SIP - Session Initiation Protocol (1)

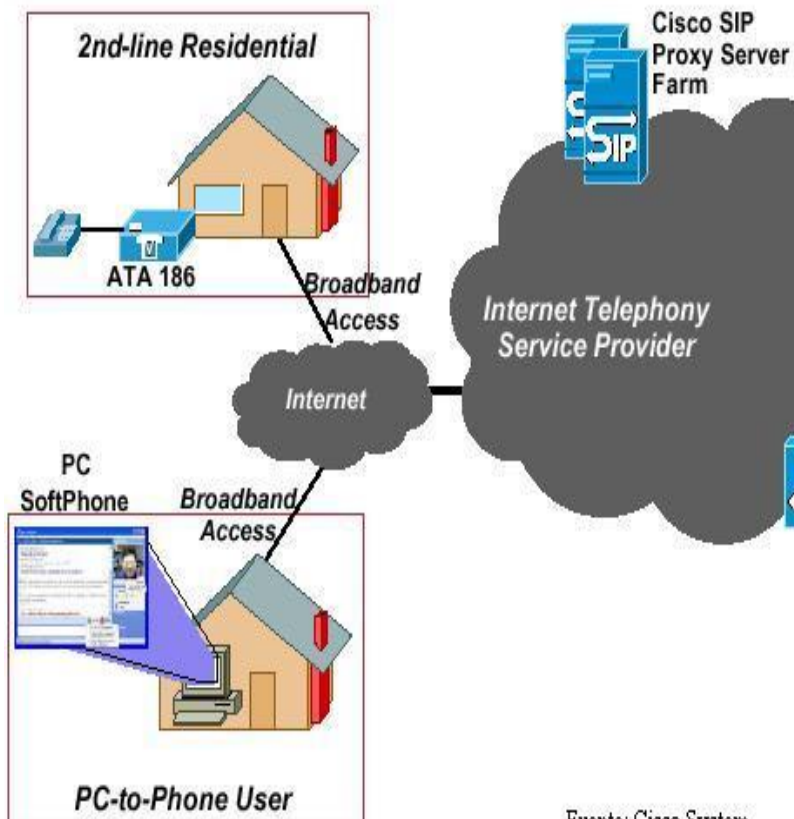
- SIP: protocolo de inicio de sesión, propone el
  - establecimiento
  - mantenimiento
  - finalizaciónde sesiones multimedia, tanto sean estas de voz, video o datos.
- SIP es la propuesta del IETF, la cual rivaliza con la norma H.323
- SIP esta orientado a llamadas punto a punto y multipunto.
- SIP es parte del conjunto de normas del IETF, orientadas a VoIP.
  - SIP ([RFC 2543](#))
  - RSVP (RFC 2205)
  - RTP/RTCP (RFC 1889)
  - RTSP (RFC 2326)
  - SAP (RFC
  - SDP (RFC 2327)
- SIP es un protocolo que surge de internet, empleando mensajes de texto y direcciones URL.



## SIP - Session Initiation Protocol (2)

- Las redes SIP constan de 2 elementos básicos:
  - UA user agent
  - NS network Server
- Dividiendo a la red en dos, un elemento en el terminal del cliente y otro en la red.
- A su vez estos se pueden subdividir en:
  - UAC User Agent Client
  - UAS User Agent Server
- Y los servidores de red, están conformados por:
  - Proxy server
  - Redirect server
  - Registrars servers
  - Location servers
- Empezaremos con la descripción de cada uno, su función en la red y posible localización.

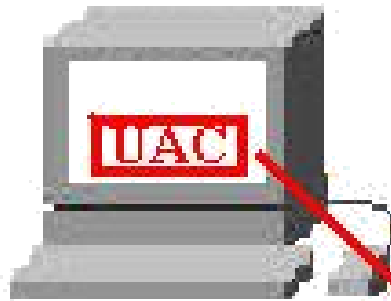
- Los UA, o Agentes de Usuario, son aplicaciones presentes en los puntos extremos, los mismos pueden ser implementados en software, hardware o una mezcla de ambos.



Fuente: Cisco System



## Terminal



- UAS: unidad encargada de recibir las peticiones, en el usuario llamado.

## Terminal



- UAC: es el organismo encargado de iniciar la transacción SIP, del usuario llamante.



# Proxy Server

- El Proxy Server se caracteriza por poseer ambas funciones, la de cliente y servidor a la vez, dado que en muchos casos recibe tráfico y luego debe iniciarlo hacia otro destino.
- El Proxy server es una de las partes esenciales en la arquitectura SIP de cierto volumen.
- Su implementación varía desde Software a Hardware dedicado.
- LA IETF recomienda en la RFC 2543, la utilización de la siguiente sintaxis en el nombre de los proxy servers:
  - sip.telefonica.cl
- El Proxy Server puede mantener transacciones tanto sobre UDP como TCP, permitiendo la sesión con los User Agents.



## Redirect Server y Registrars Servers/Location Server

- El servidor de redireccionamiento cumple la función de mantener actualizado la base de datos con la localización de cada usuario.
- Esto permite que el usuario se mueva a lo largo de la red e inclusive pasar a distintas redes y en el momento deseado poder redireccionar la llamada a la ultima dirección informada.
- El Servicio de redirect apunta a las Funcionalidades a Futuro, en la cual se integran las redes y se utiliza SIP como protocolo general entre ellas.
- A diferencia del Proxy server, el servidor de redirección, no acepta llamadas, ni procesa peticiones SIP, se limita a entregar al cliente la dirección a donde redireccionar la petición SIP.
- Los Registrars Servers, cumplen las siguientes funciones:
  - permiten a los usuarios registrar su presencia
  - el servidor maneja los pedidos de registro
  - ofrece servicios de localización
- En general forman parte de los proxy server o redirect server



## Direccionamiento SIP

- Direccionamiento en entornos SIP:
  - en los end points se utiliza el URL SIP, con el formato:  
Nombre usuario@host
  - El campo usuario puede estar conformado por el nombre o número de teléfono.
  - El campo host, puede contener el nombre del dominio o su dirección IP.
- Para el caso de los servidores, como ya vimos se recomienda nombrarlos: sip.host



## Hallazgo del Proxy Server

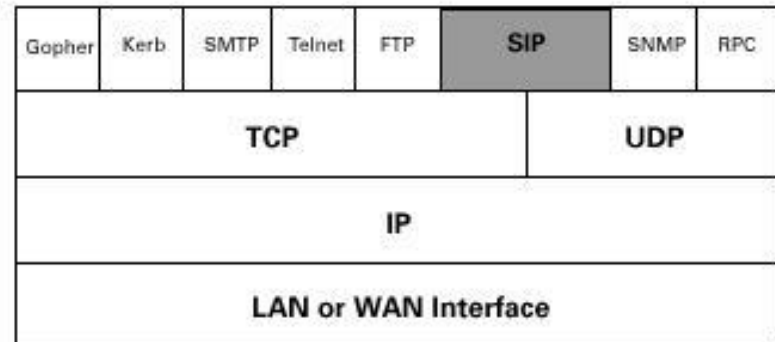
- El terminal SIP, debe establecer contacto con el proxy server, para lo cual, según la recomendación, este se inicia como UDP.
- Nos encontramos ante dos posibles escenarios:
  - El terminal posee la dirección IP del Proxy Server, cargada en forma estática.
  - El terminal desconoce la dirección del Proxy Server.
- En el primer caso, la sesión se inicia directamente, sin otro particular.
- En el segundo caso es necesario descubrir la dirección IP, para lo cual se procede de la siguiente manera:
  - envío UDP al puerto 5060
  - se consulta con el DNS, para obtener el IP del Host.



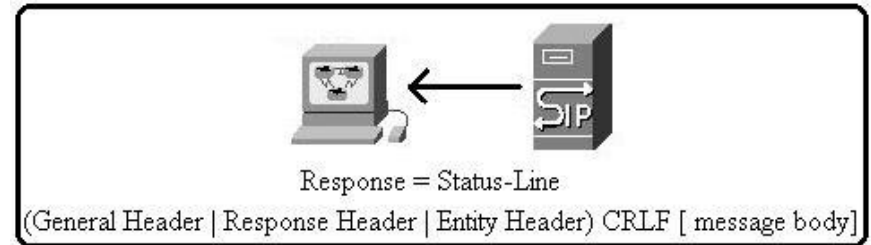
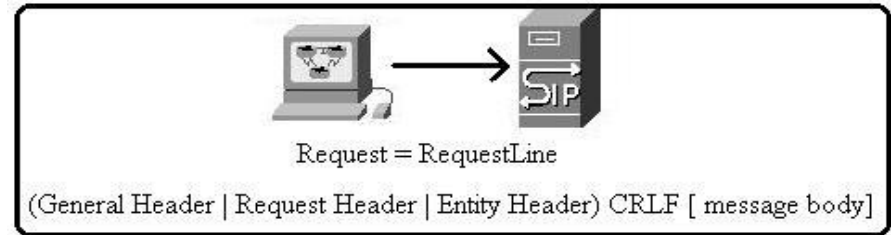
# Transacción SIP

En caso de no obtener resultados mediante el UDP, se pasa a TCP.

- Una vez obtenido la dirección del Proxy Server, se puede iniciar la transacción SIP.
- La transacción puede realizarse tanto mediante UDP como TCP, si bien lo standard es utilizar UDP como primera medida.
- En transacciones UDP, se utiliza la dirección del header de la petición
- En TCP se mantiene la conexión mientras dure la transacción.



- Mensajes SIP:
  - Request (peticiones)
  - Response (respuestas)
- Denominando peticiones a los mensajes iniciados por los clientes y respuestas a los que envía el servidor.
- La estructura del mensaje es idéntica al HTTP, utilizando campos con texto, lo cual facilita su interpretación.
- El header de los mensajes se los agrupa en 4 tipos, según su aplicación, los cuales aparecen en la siguiente tabla:





## SIP - Request Message

- Mediante este tipo de mensaje los User Agents y el Proxy server pueden localizar, invitar y administrar una llamada.
- Existen seis métodos para el request los cuales son:
- INVITE: el usuario o servicio es invitado a participar de una sesión.
- ACK: es la respuesta al invite.
- OPTIONS: se consultan las posibilidades disponibles por agentes y servidores.
- BYE: se emplea como preaviso de liberación de la llamada.
- CANCEL: se emplea para cancelar peticiones en curso.
- REGISTER: Es el método empleado por los user agents para registrar información útil, correspondiente a la localización en los servidores SIP.





# SIP - Response Message (1)

- Las respuestas se agrupan en dos tipos:
  - provisionales, las cuales indican a la parte emisora que la petición esta en curso.
  - Finales, las cuales indican la finalización de la petición y el estado resultante.
- De este modo se pueden agrupar en:
- 1XX Informational
- 2XX Success
- 3XX Redirection
- 4XX Client error
- 5XX Server Error
- 6XX Global Error



## SIP - Response Message (2)

- Tabla completa de mensajes:

### **INFORMATIONAL**

“100” Trying  
“180” Ringing  
“181” Call Is Being Forwarded  
“182” Queued

### **SUCCESS**

“200” OK

### **REDIRECTION**

“300” Multiple Choices  
“301” Moved Permanently  
“302” Moved Temporarily  
“303” See Other  
“305” Use Proxy  
“380” Alternative Service

### **CLIENT ERROR**

“400” Bad Request  
“401” Unauthorized  
“402” Payment Required

“403” Forbidden  
“404” Not Found  
“405” Method Not Allowed  
“406” Not Acceptable  
“407” Proxy Authentication Required  
“408” Request Timeout  
“409” Conflict  
“410” Gone  
“411” Length Required  
“413” Request Message Body Too Large  
“414” Request-URI Too Large  
“415” Unsupported Media Type  
“420” Bad Extension  
“480” Temporarily Not Available  
“481” Transaction Does Not Exist  
“482” Loop Detected  
“483” Too Many Hops  
“484” Address Incomplete  
“485” Ambiguous  
“486” Busy Here

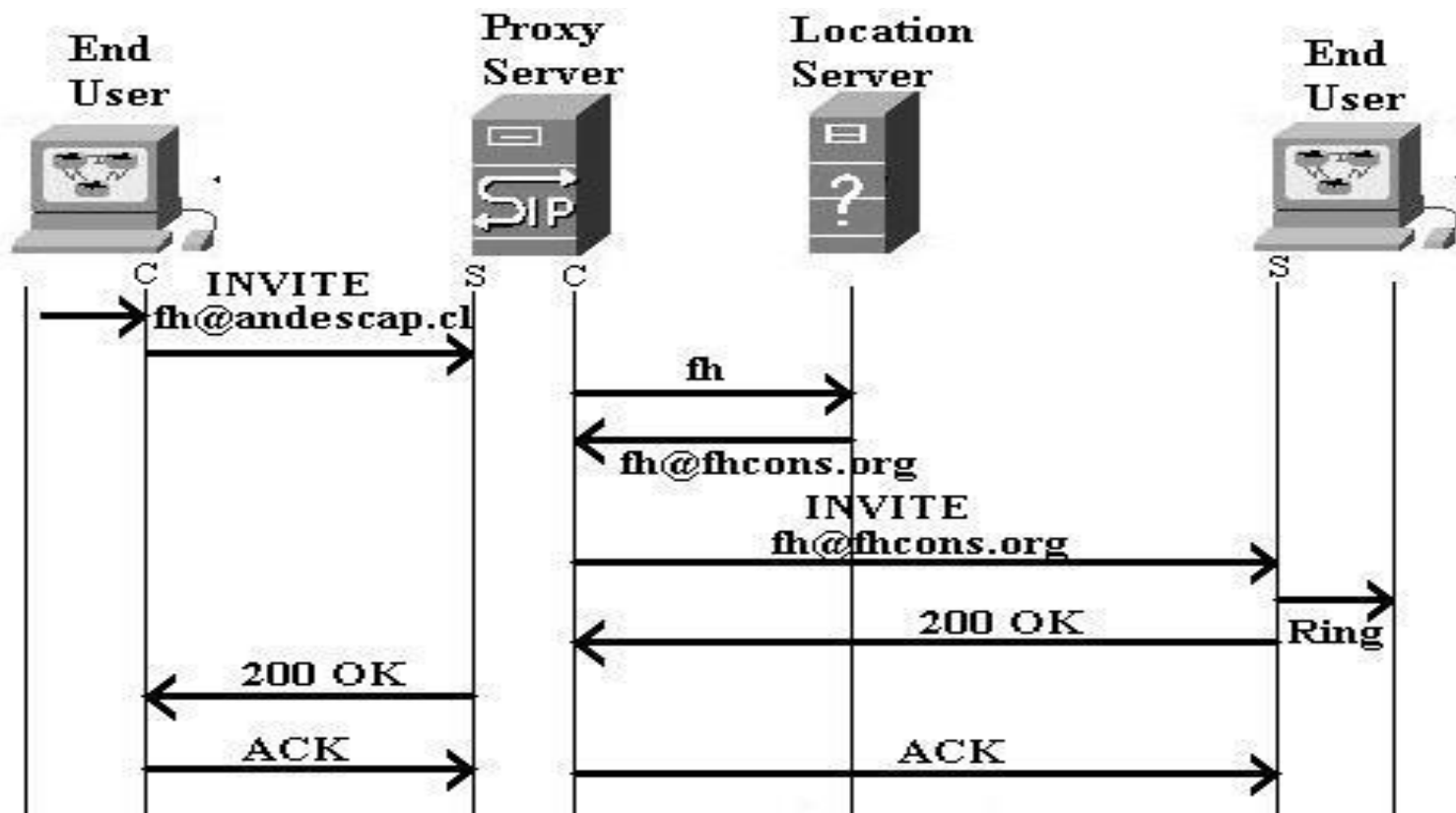
### **SERVER ERROR**

“500” Internal Server Error  
“501” Not Implemented  
“502” Bad Gateway  
“503” Service Unavailable  
“504” Gateway Timeout  
“505” SIP Version Not Supported

### **GLOBAL FAILURE**

“600” Busy Everywhere  
“603” Decline  
“604” Does Not Exist Anywhere  
“606” Not Acceptable

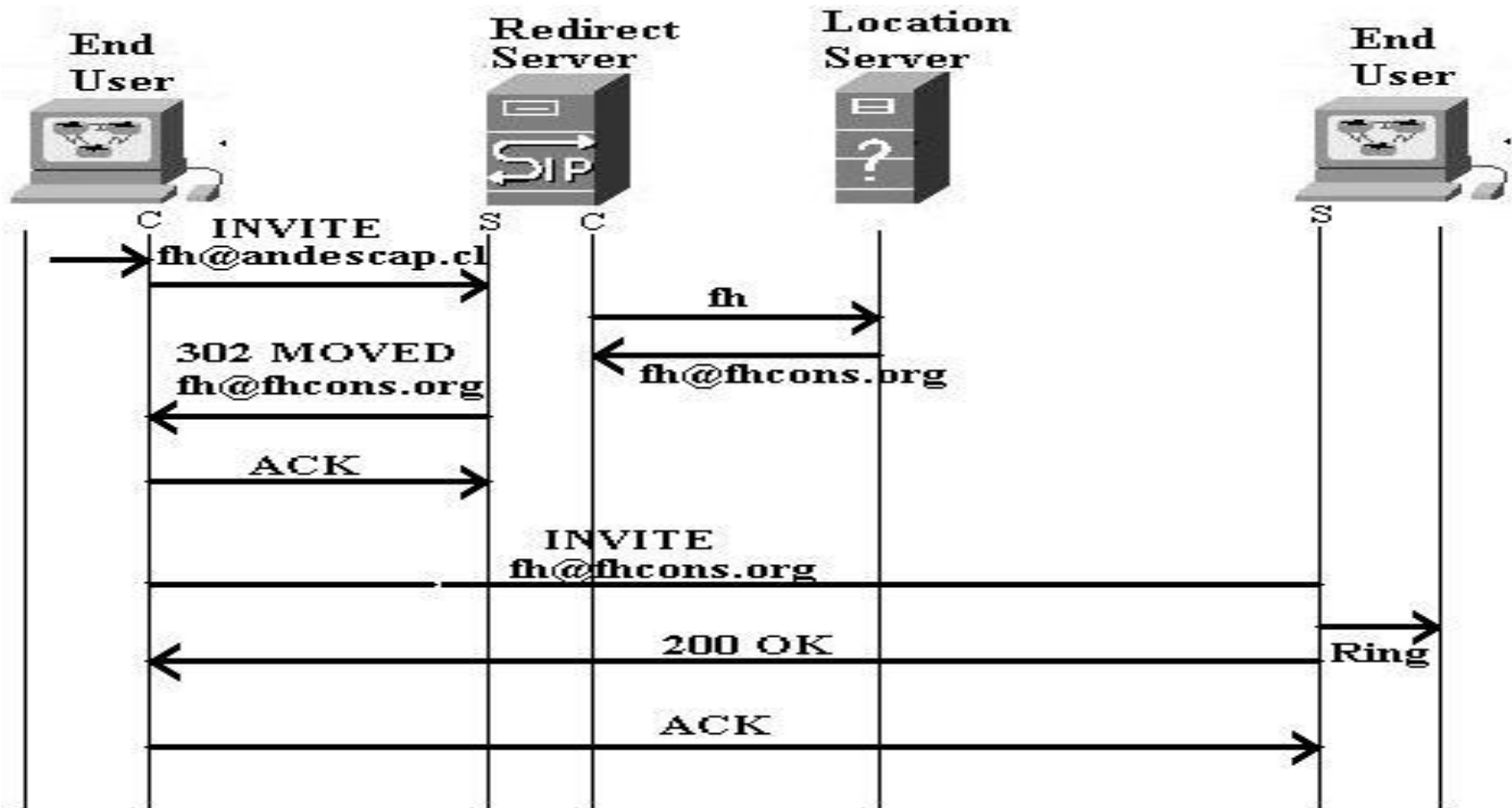
# SIP - Llamado mediante Proxy Server



Fuente: FH Consulting



# SIP - Llamado mediante Redirect Server



Fuente: FH Consulting



## Protocolos ITU: H.323

- H.323 se convierte en el estándar de facto en la década del 2000, aunque progresivamente comparte el mercado con SIP.
- Todos los productos comerciales adoptan dichas especificaciones y comienza a haber cierta interoperabilidad entre los equipos.
- H.323 es el resultado y evolución de las normas anteriores, orientadas a una red LAN, partiendo de una premisa fundamental.
- El H.323 tuvo dos versiones y se esta trabajando sobre la tercera
  - H.323 v.1 (1996) basada en una red con QoS (Quality of Service) no garantizada.
  - H.323 v.2 (1998) define VoIP independientemente de multimedia, mejoras sustanciales con respecto a la versión 1.
  - H.323 v.3 (1999) permite definición de CODEC.



# Protocolos ITU

- Por lo tanto tenemos que H.323 como especificación diseñada para entornos LAN.
- La adaptación a las características propias de los distintos medios de transporte, ha generado la aparición de una familia de normas destinadas al “Multimedia”

Norma	Año	Transporte	Audio	Video	Control	Multiplexado
H.320	1990	ISDN	G.711	H.261	H.242	H.221
H.324	1995	POTS	G.723	H.263	H.245	H.223
H.310/321	1996	ATM	MPEG-1	H.262	H.245	H.222
H.323	1996/8	LAN	G.711	H.261/3	H.245	H.225

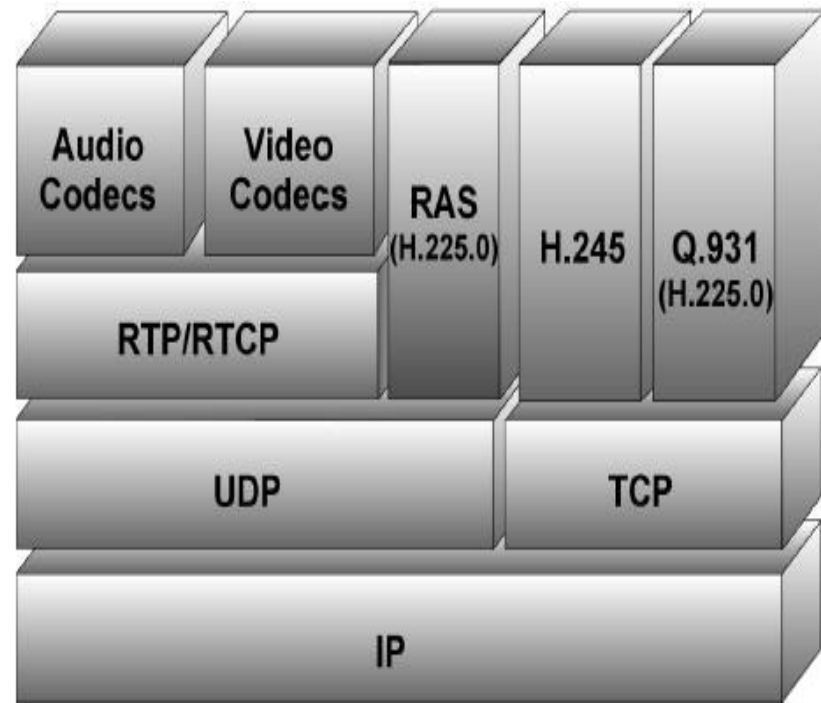


# Estándares RFC de Protocolos de Internet

La serie RFC (ISSN 2070-1721) contiene documentos técnicos y organizativos sobre Internet, incluidas las especificaciones y los documentos de políticas producidos por cinco fuentes: el Grupo de Trabajo de Ingeniería de Internet ([IETF](#)), el Grupo de Trabajo de Investigación de Internet ([IRTF](#)), la Junta de Arquitectura de Internet ([IAB](#)), [Independent Submissions](#) y [Editorial](#)

- En lo relacionado con VoIP, presenta los protocolos:
  - [RFC 3261](#) SIP (Session Initiation protocol)
  - [RFC 3435](#) MGCP (Media Gateway Control Protocol)
  - [RFC 2974](#) SAP (Session Announcement protocol)
  - [RFC 2326](#) RTSP (Real Time Streaming Protocol)
  - [RFC 4566](#) SDP (Session Description Protocol)
  - [RFC 3550](#) RTP (Real Time Protocol)
  - [RFC 5760](#) RTCP (Real Time Control Protocol)
  - [RFC 3015](#) MEGACO (Media Gateway Controller)
- De los anteriores los más utilizados son los protocolos RTP, RTCP, SIP y MGCP.

- El paraguas H.323, de la ITU, agrupa una serie de normas, mediante las cuales podemos transmitir:
  - Voz
  - Video
  - Datos
- Mediante un red LAN o llegado el caso la Internet.



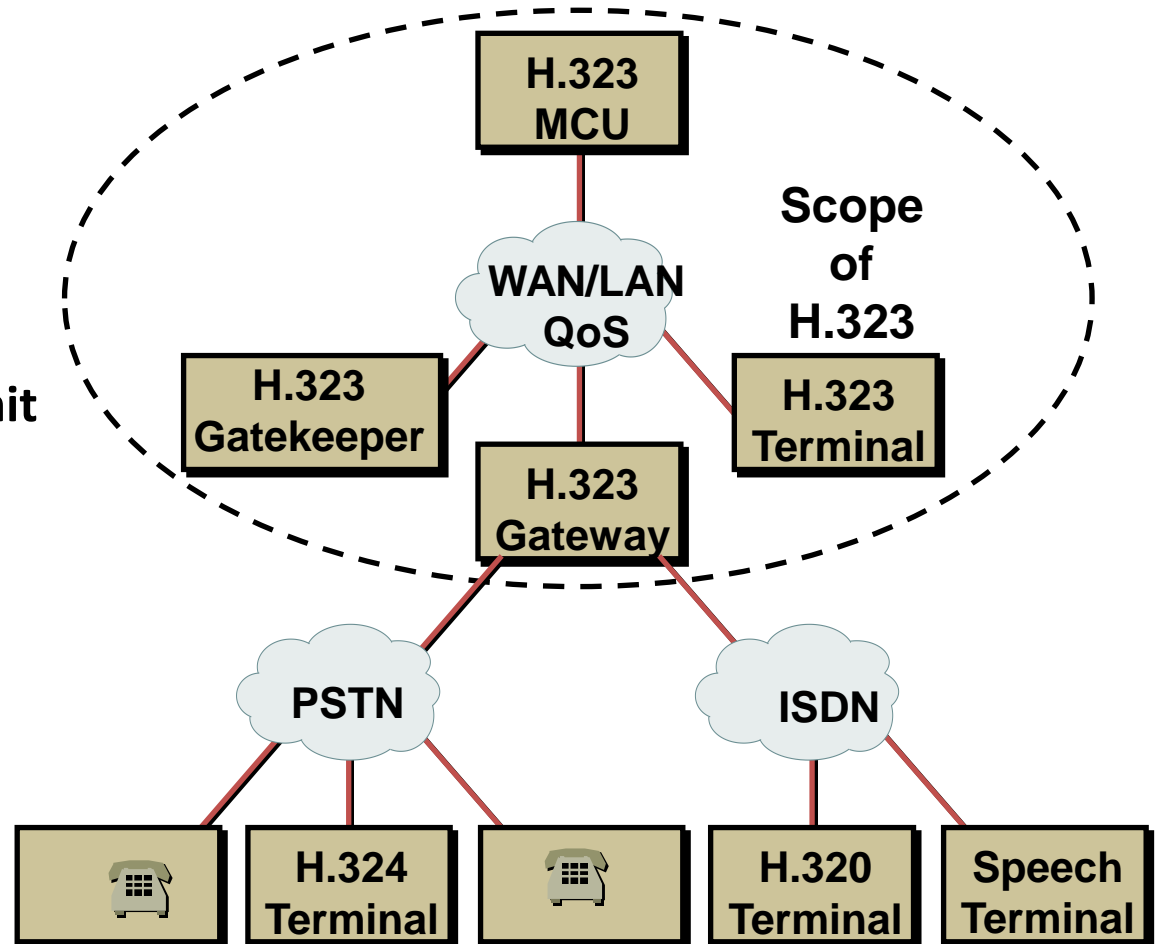
H.323 protocol stack

Fuente: RAD



Recomendación del ITU de 1996 (International Telecommunication Union)

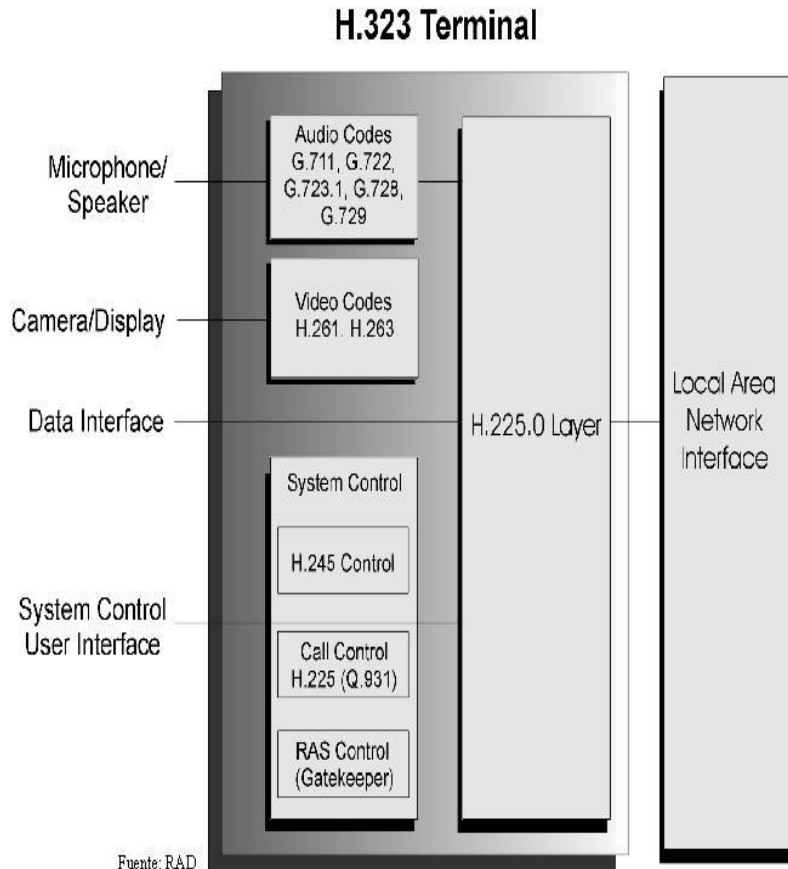
- Terminales
- Gateways
- Gatekeepers
- **Multipoint Control Unit**





## Terminales - H.323 (1)

- El terminal H.323 cumple la funciones de:
  - Control del sistema
  - Transmisión de la información
  - Codificación/decodificación de audio y video
  - Interfaz de Red
  - Interfaz de Datos
  - Manejo de la señalización
- Cabe destacar que el terminal puede ser:
  - una PC con el software correspondiente
  - Un dispositivo de hardware dedicado
  - O una mezcla de ambos.
- En principio en el terminal se implementarán las siguientes funciones:



- **Audio Codecs:** unidad capaz de soportar la codificación / decodificación de los tipos de compresión según:
  - ITU serie G.
  - ISO
  - GSM
- La codificación / decodificación de video dependerá de la aplicación y para nuestro caso no es objeto de estudio.



## Terminales - H.323 (3)

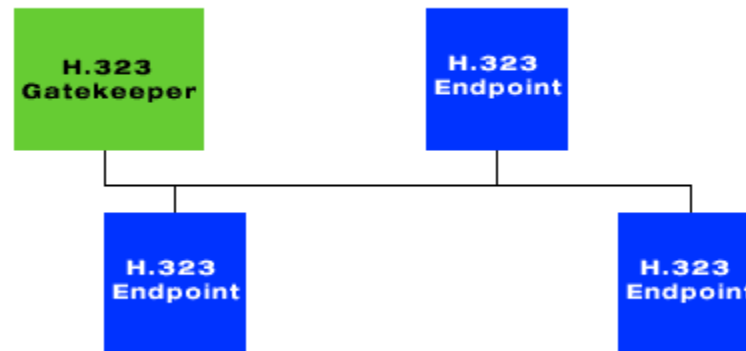
- Unidad de control de Sistema:  
encargada de implementar las funciones vitales de:
  - Control de llamada (H.225)
  - RAS (H.225)
  - Control y transporte de medios H.245
- Finalmente la interfaz de red, es la encargada del:
  - armado y desarmado de paquetes
  - adaptación a red
  - manejo de canales lógicos
  - tráfico UDP/TCP
  - Multiplexación de servicios



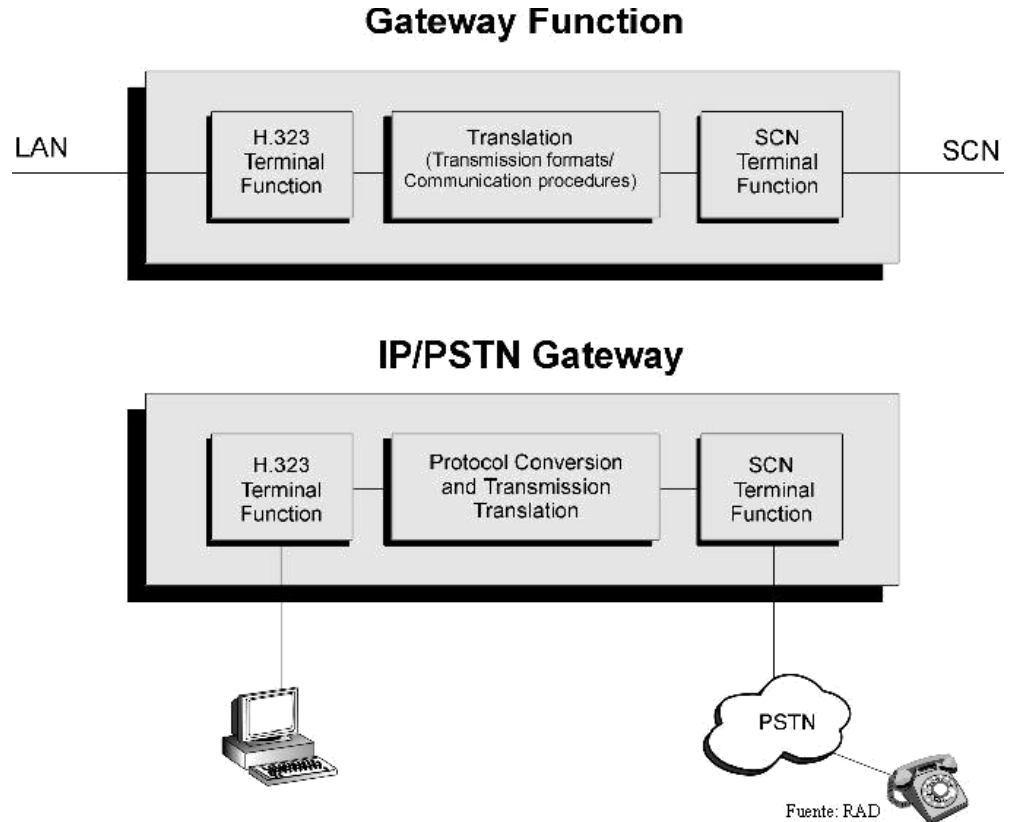
# Gatekeeper H.323

- Provee el control de llamadas entre terminales H.323
- Brindan traducción de direcciones
- Control de acceso
- Control de ancho de banda
- Administración de zonas
- RAS (H.225)

**Gatekeeper Diagram**



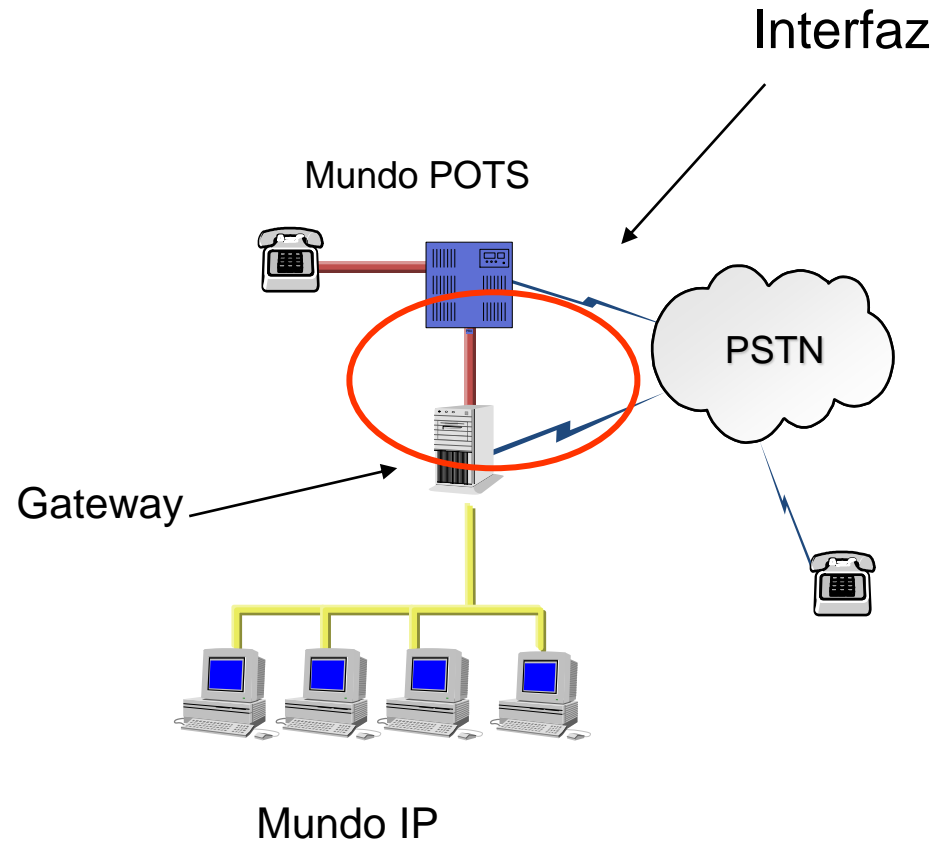
- La función como indica su nombre es la de proveer interconectividad entre dos redes tan disímiles como la red IP y la red de circuitos conmutados.
- El Gateway entonces será necesario, en las redes que posean interconexión con la PSTN, RDSI y demás redes.
- En las cuales el Gateway cumplirá las siguientes funciones:



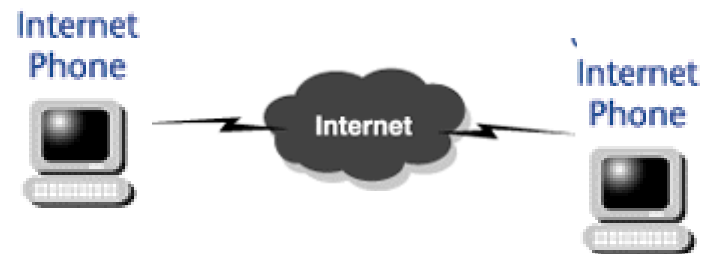


## Gateway: Interfaz VOIP a POTS

- Analógica
- Digital
- E1
- FXO/FXS

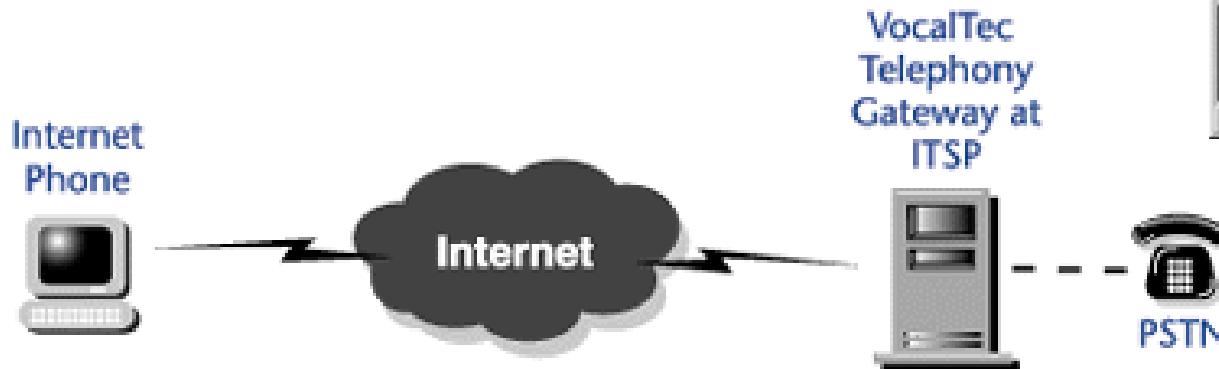


- Telefonía PC a PC
  - Uso en Internet
  - Uso en Intranets
- Interés por los servicios agregados
  - Video
  - chat
  - whiteboards
  - file transfer

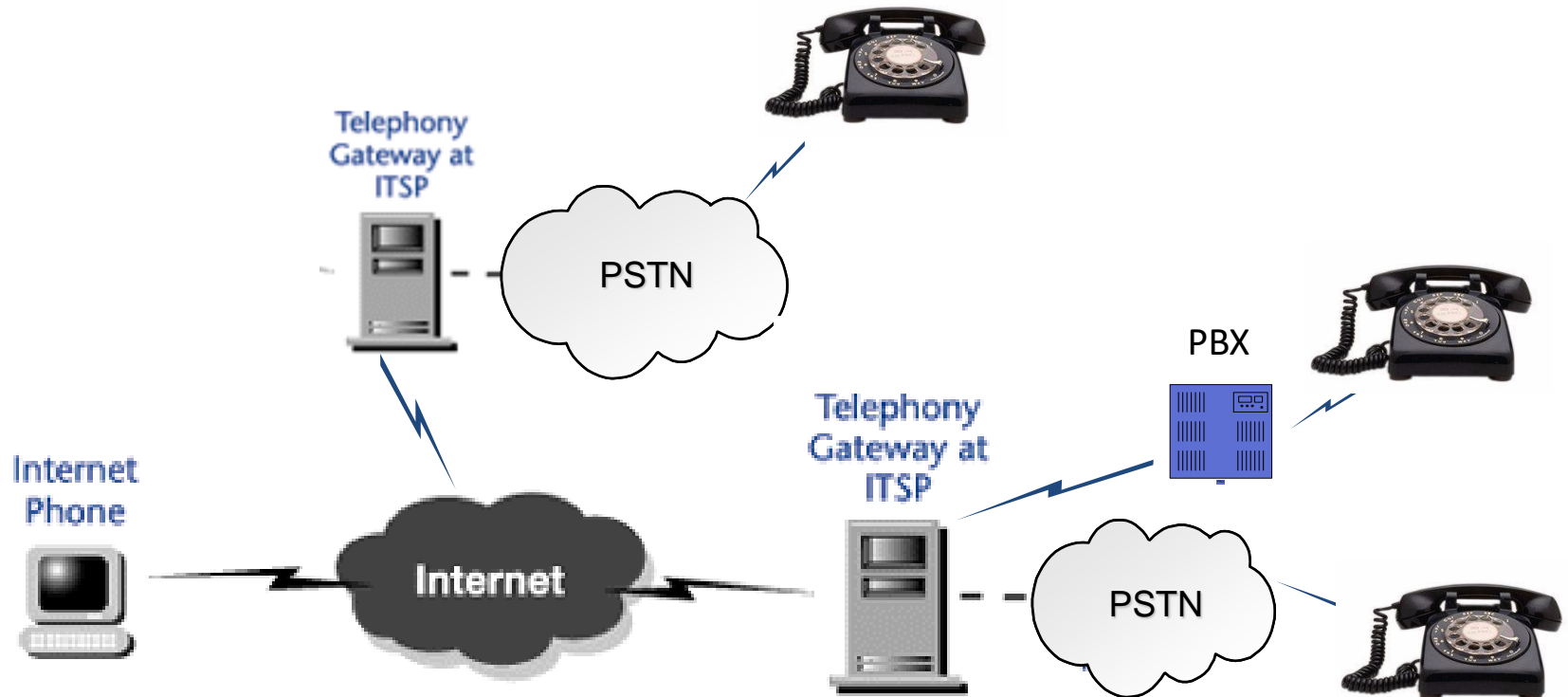




- Servicio PC a teléfono
- Web a teléfono



- Telefonía IP Teléfono a Teléfono analógico



- Polycom, IP500



- Nortel, I2004



- Shoreline, serie Shore Phone



- Avaya, 4620



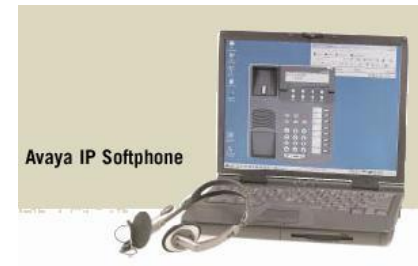
# SoftPhones



- Zoiper



- Cisco



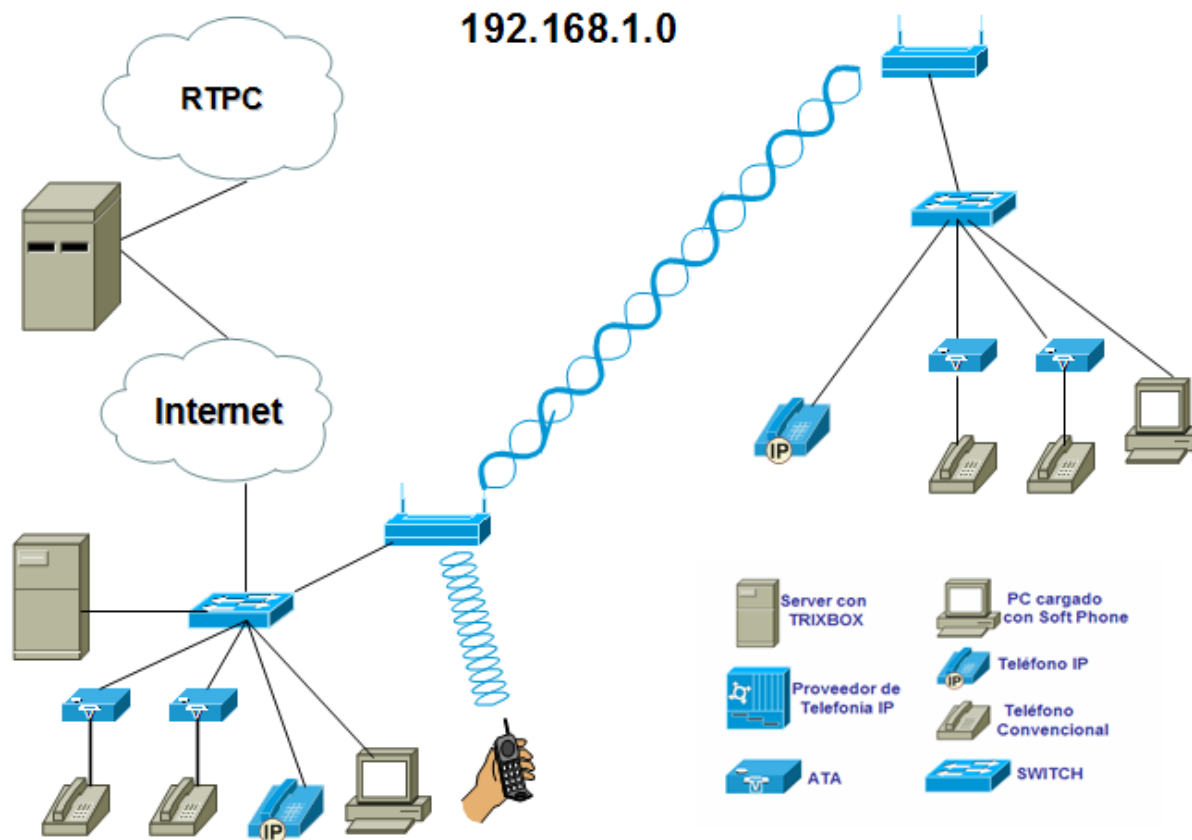
- Avaya, IP Softphone

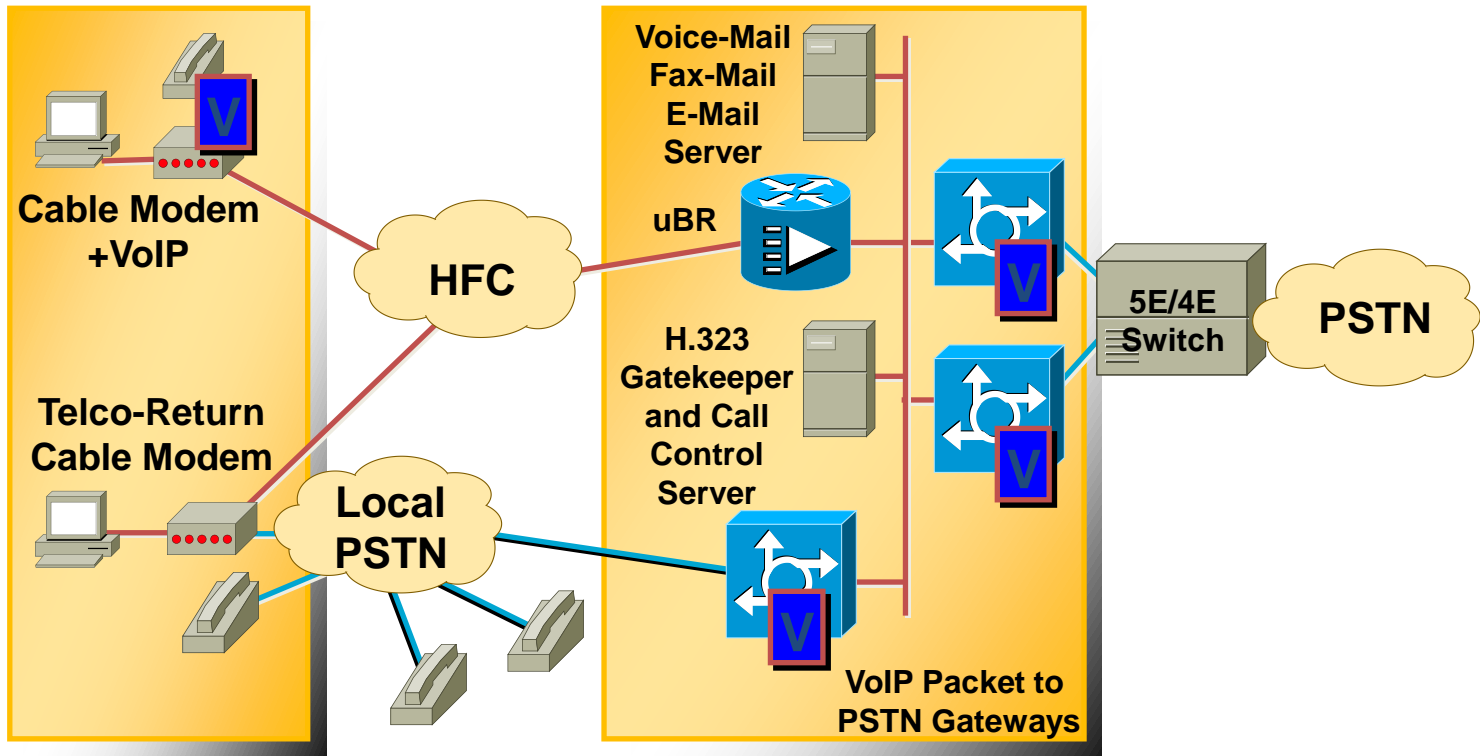


- 3CX



- X Lite



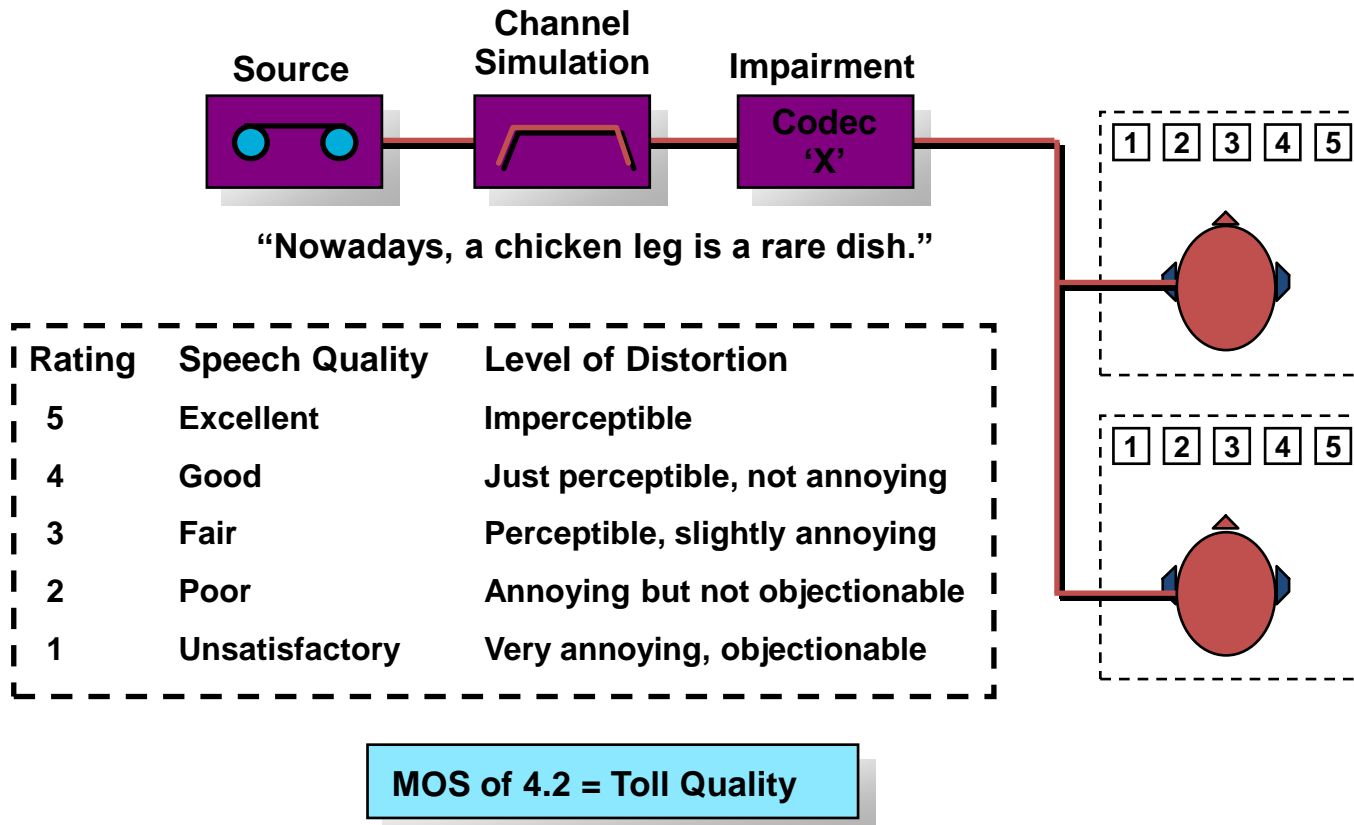




## Calidad de la voz

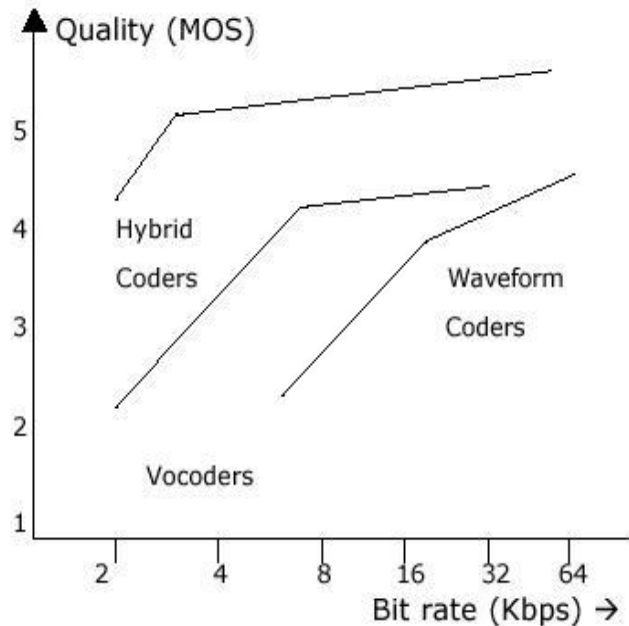
- El hecho que los codificadores híbridos y Vocoder, generen señales por síntesis las cuales puede diferir en la forma de onda, pero generan un percepción similar por parte de la persona que recibe el dialogo, nos fuerza a cambiar los métodos tradicionales de medición de calidad.
- Pasamos entonces a basarnos en métodos subjetivos de percepción, como ser:
  - MOS (mean opinion score)
  - DAM (diagnostic acceptability measure)
- El método de evaluación más utilizado es el MOS, el cual se basa en escuchas realizadas por expertos audiofilos, los cuales son sometidos a escuchas, evaluando las mismas con un puntaje entre 1(malo) y 5(muy buenos).

# MOS: Mean Opinion Score





- Si comparamos entre sí las tres técnicas de compresión, nos encontraremos con:



Quality Comparison

Fuente: Wipro

- Si comparamos entre sí, los distintos métodos de compresión obtenemos:

Norma	Velocidad	MOS
G.711	64	4,1
G.726	32	3,85
G.728	16	3,61
G.729	8	3,92
G.729A	8	3,7
G.723.1 (MPC-MLQ)	6,3	3,9
G.723.1 (ACELP)	5,3	3,65



## Procesamiento de la señal

- Como es de suponer, todo este pre-procesamiento y post procesamiento de la señal, incorpora retardos a la misma.
- Retardo que dependen directamente del tamaño del código a implementar en el DSP, la potencia del mismo, utilización de memoria y demás parámetros que son evaluados a la hora de elegir una u otra codificación.
- Si bien los códigos y procesadores difieren en capacidades y velocidades, los retardos típicos están ya tabulados y sobre estos trabajaremos.

### Speech Algorithm Characteristics Using a DSP

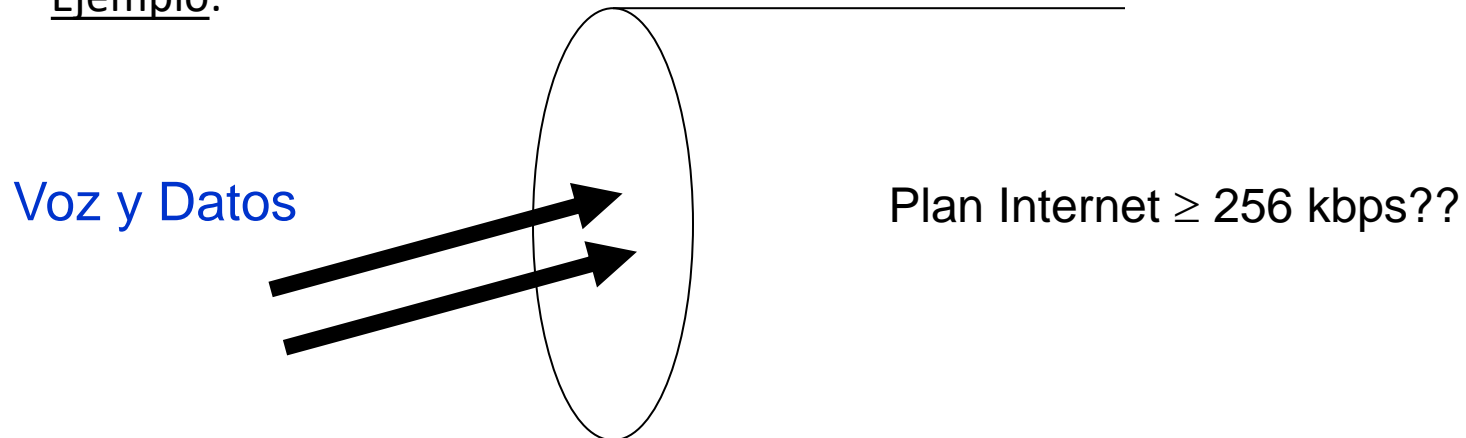
Algorithm	Description	Bit Rate (in kbps)	DSP HP (Mhz) avg	Delay (msec)	Approx. Max MOS
G.711	PCM (u-law, a-law)	64	0.15	< 0.75	4.7
G.722	SB - ADPCM	64, 56, 48	3.9	6	4.3
G.723.1	MP-MLQ/ ACELP	6.3, 5.3	8	30	3.8
G.726	ADPCM	40, 32, 24, 16	3.5	1	4.1 (@40K)
G.729 A/B	CS-ACELP	8	5.5	10	4.0
G.729 E/G	CS-ACELP	11.8, 8	11	10	4.2
GSM-EFR	ACELP	12.2	9.5	20	4.1



## Ancho de banda de la voz

- La voz es un servicio bidireccional y simétrico.
- Dimensionar BW para voz y datos.
- Asegurar ancho de banda sólo para la voz.
- Criterios de diseño basados en el tipo de codec.

Ejemplo:

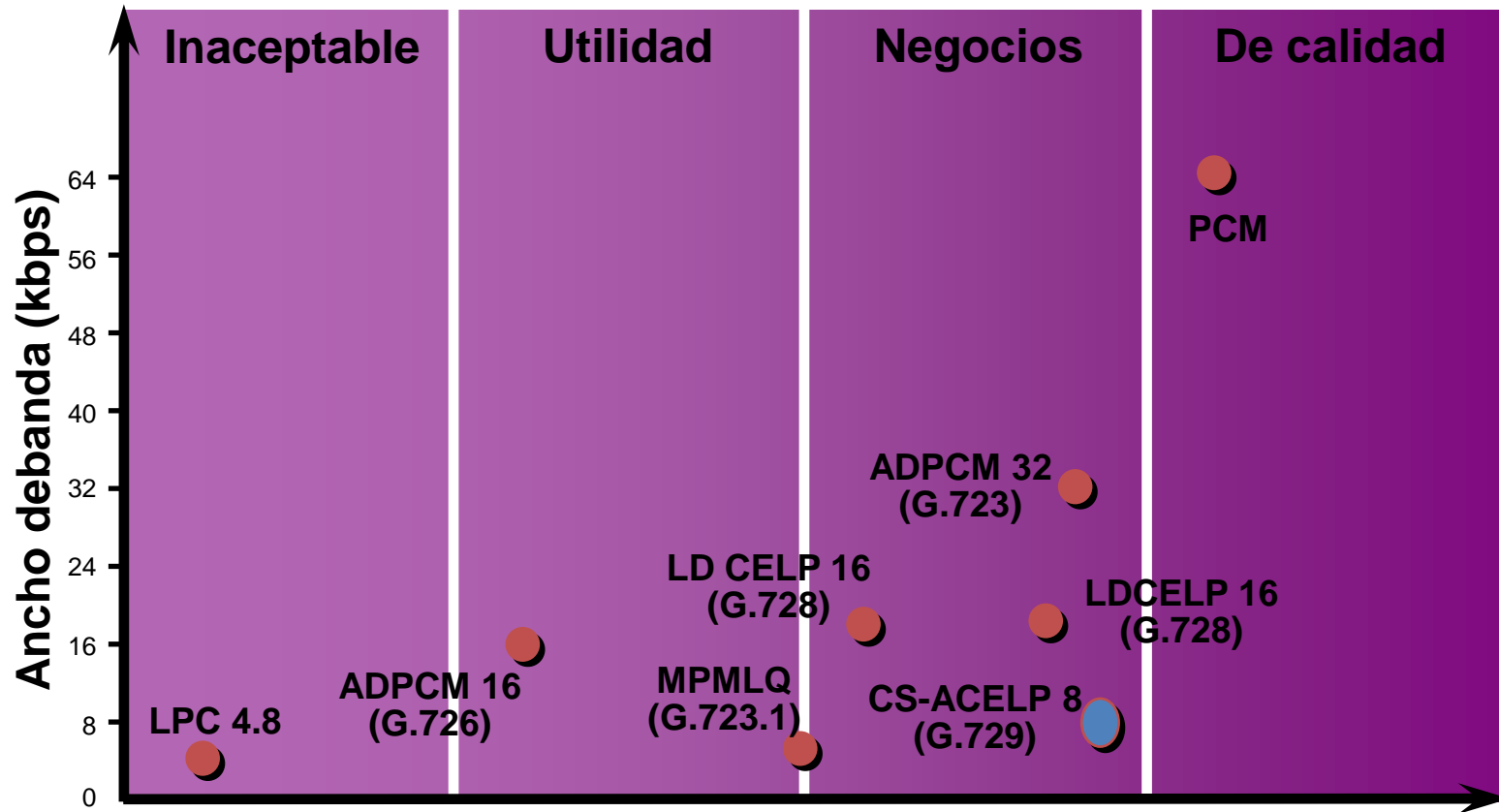


Codec G.711, paquetizado de 160 y 240 muestras y encabezado de 40 Bytes



# Calidad de la Compresión

- La compresión afecta la calidad de la voz





# QOS - Quality of Service

- Las herramienta y métodos de QOS, son todos aquellos que nos permiten administrar, los parámetros de la red involucrados en la Calidad de servicio, tales como:
  - Pérdida de paquetes
  - Retardos
  - Ancho de banda
  - Jitter
- El QOS se divide a su vez en dos ámbitos, los cuales disponen de distintas herramientas y funciones, según se este en:
  - red de borde
  - Backbone
- Esta división se debe a la diferencia en las tareas, donde:
  - Borde: filtrado/descarte, ancho de banda, clasificación del tráfico
  - Backbone: manejo de congestiones, control de tráfico, transporte de alta velocidad.



# SLA - Service Level Agreement

- SLA (Service Level Agreement), dado que entre proveedor y cliente se estipulan pautas de calidad de servicio por las cuales:
  - el cliente se obliga a pagar
  - el proveedor se obliga a cumplir.
- Los ítems típicos de todo SLA, son:
  - Disponibilidad
  - Parámetros de la red
  - Jitter
  - Retardo
  - Ancho de Banda
  - Tasas de error
- Responsabilidades
  - Tiempo medio de reparación
- Punitivos
  - Multas en caso de incumplimientos en el SLA.



## QoS y SLA

- Por lo tanto el QoS es un factor crítico en una organización, no solo por las obligaciones contractuales con los clientes, mediante el SLA, sino también para garantizar el funcionamiento óptimo de la red en su totalidad.
- El QoS, estará entonces en función de la tecnología elegida, las funcionalidades propias de cada proveedor de equipamiento y las políticas implementadas



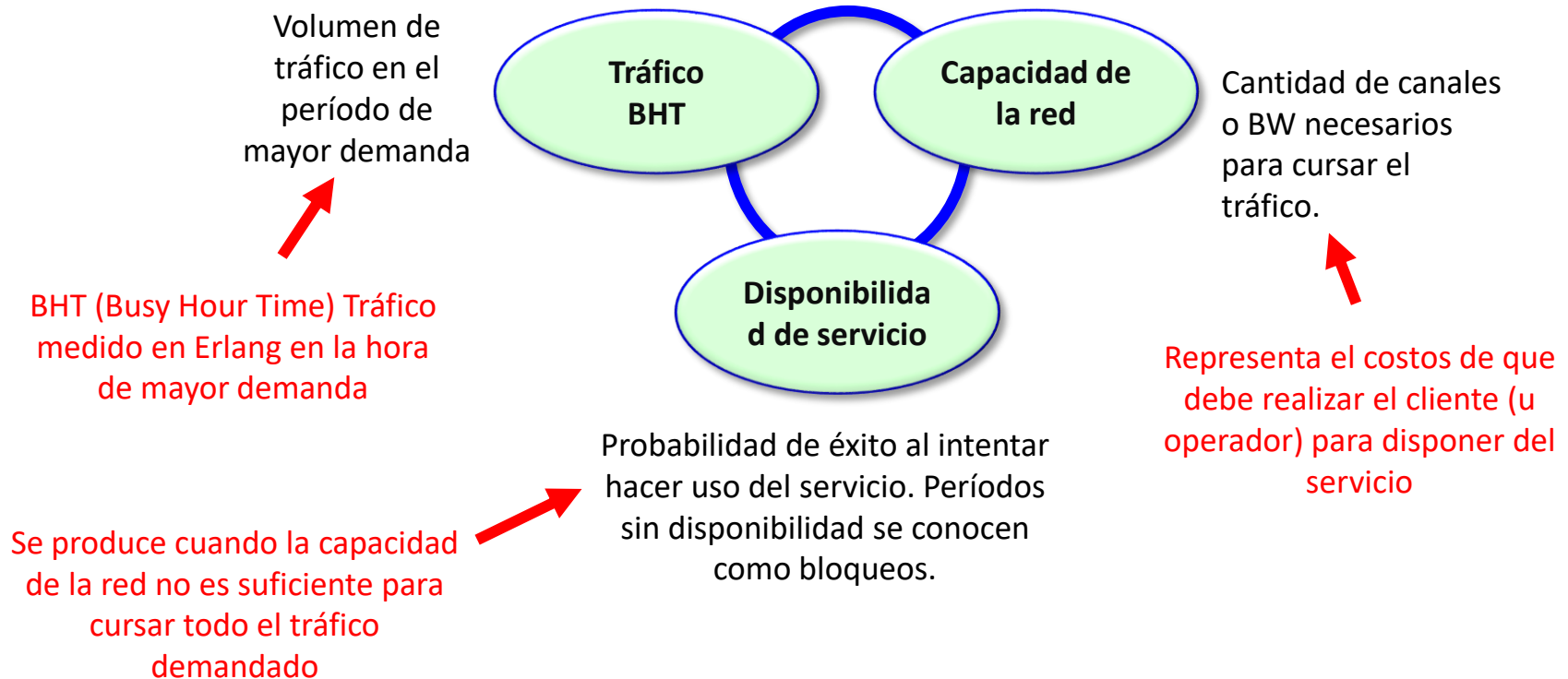
# Tráfico telefónico

- Se entiende por TRÁFICO TELEFÓNICO, al fenómeno que se origina al ocupar los medios de comunicación adecuados para la Tx de información de voz.
- Desde el punto de vista de la física, el tráfico telefónico expresado en la definición anterior, es un fenómeno adimensional cuya unidad es el ERLANG, en honor al matemático danés A.K. Erlang, fundador de la teoría de tráfico, el cual logró elaborar un modelo matemático del tráfico telefónico a partir del cual derivó la teoría subyacente a la optimización, cálculo y dimensionamiento de enlaces y equipos en las centrales telefónicas.
- El Erlang es la unidad de medida de la intensidad de tráfico telefónico.
- Un Erlang significa una ocupación continua o total de un circuito durante 1 hora.
- Por ejemplo si 30 líneas realizan en promedio llamadas de seis minutos en una hora de mayor demanda (se denomina hora cargada o BHT: Busy Hour Time), entonces la intensidad de tráfico telefónico generada por éstas 30 líneas es :  $(30 \times 6)/60 = 3,0$  Erlang



# Demanda de tráfico

- En los sistemas de telecomunicaciones interactúan tres factores: el volumen de tráfico, la capacidad de la red y la disponibilidad del servicio. La red se encuentra más exigida en el periodo de tiempo de mayor demanda del servicio.





## BHT: Busy Hour Time

- ❑ La hora cargada (BHT) es el intervalo comprendido en un período de tiempo para el cual el tráfico cursado o el número de intentos de llamada es máximo.
- ❑ El tráfico es medido en Erlang. Erlang es una unidad adimensional que representa el volumen de tráfico y recibe su nombre en honor al ingeniero Agner Krarup Erlang.
- ❑ Conociendo el tráfico y la disponibilidad de servicio que se desea brindar (blocking), se puede determinar en número de canales o BW, mediante una de las siguientes formas:
  - a) Tabla Erlang B
  - b) Calculadora web en [www.erlang.com](http://www.erlang.com)
  - c) Calculadora Erlang en Play Store



# Definición de Intensidad de tráfico (1)

- ❑ Intensidad de tráfico se mide en Erlang
- ❑ La hora cargada (BHT) es el intervalo comprendido en un período de una hora para el cual el tráfico cursado o el número de intentos de llamada es máximo.
- ❑ Ejemplo para la tabla determinar el período BHT:

inicio	término	Cantidad de llamadas	minutos por llamada	Total minutos	trafico min en una hora	inicio	término
9:00	9:15	50	10	500			
9:15	9:30	70	10	700			
9:30	9:45	100	10	1.000			
9:45	10:00	100	10	1.000	3.200	9:00	10:00
10:00	10:15	120	6	720	3.420	9:15	10:15
10:15	10:30	200	8	1.600	4.320	9:30	10:30
10:30	10:45	150	10	1.500	4.820	9:45	10:45
10:45	11:00	150	8	1.200	5.020	10:00	11:00
11:00	11:15	180	5	900	5.200	10:15	11:15
11:15	11:30	150	6	900	4.500	10:30	11:30
11:30	11:45	120	5	600	3.600	10:45	11:45
11:45	12:00	200	8	1.600	4.000	11:00	12:00

Tramo horario donde se produce la mayor demanda del servicio BHT

10:15 a 11:15 hrs



## Definición de Intensidad de tráfico (2)

- ❑ Se define Intensidad de tráfico como el cociente del total de minutos de un período de tiempo dividido por 60.
- ❑ Para el ejemplo:  $I_t = 5.200 \text{ min} / 60 = 86,67 \text{ Erlang}$ . Se dice que la intensidad de tráfico o BHT es de 86,67 Erlang entre las 10:15 hrs y las 11:15 hrs.

inicio	término	Cantidad de llamadas	minutos por llamada	Total minutos	tráfico min en una hora	inicio	término
9:00	9:15	50	10	500			
9:15	9:30	70	10	700			
9:30	9:45	100	10	1.000			
9:45	10:00	100	10	1.000	3.200	9:00	10:00
10:00	10:15	120	6	720	3.420	9:15	10:15
10:15	10:30	200	8	1.600	4.320	9:30	10:30
10:30	10:45	150	10	1.500	4.820	9:45	10:45
10:45	11:00	150	8	1.200	5.020	10:00	11:00
11:00	11:15	180	5	900	5.200	10:15	11:15
11:15	11:30	150	6	900	4.500	10:30	11:30
11:30	11:45	120	5	600	3.600	10:45	11:45
11:45	12:00	200	8	1.600	4.000	11:00	12:00

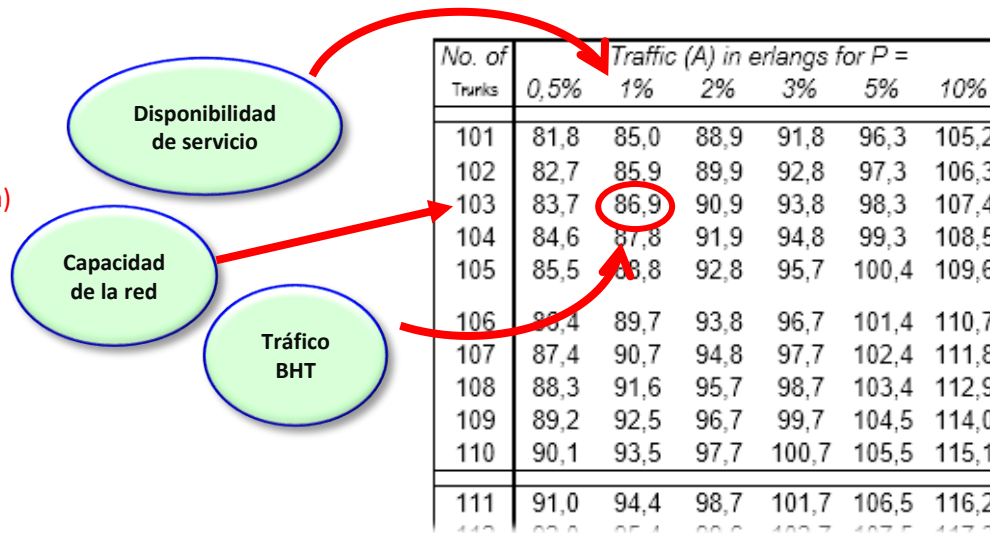
Tramo horario donde se produce la mayor demanda del servicio BHT

5.200 min (86,67 Erlangs)

# Uso de tabla Erlang B

- ❑ Tabla Erlang B es una tabla de doble entrada, donde se incluye en las filas los canales de comunicación, en las columnas la indisponibilidad (bloqueo) en % y en cada celda la intensidad de tráfico en Erlang.
- ❑ Por ejemplo para los 86,67 Erlang y 99% disponibilidad.

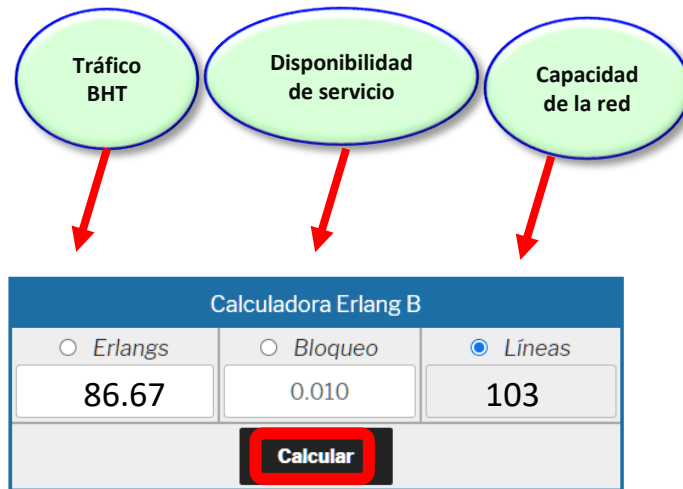
El bloqueo del 1%  
corresponde a una  
disponibilidad del  
99% (por cada 100  
intentos uno fracasa)



- ❑ Para los diferentes bloqueos determinar la cantidad de canales utilizando la tabla de Erlang B.

# Uso de calculadora Erlang B

- ❑ Calculadora en [www.erlang.com](http://www.erlang.com) .
- ❑ Por ejemplo para los 86,67 Erlang y 99% disponibilidad.



Tráfico BHT      Disponibilidad de servicio      Capacidad de la red

Calculadora Erlang B

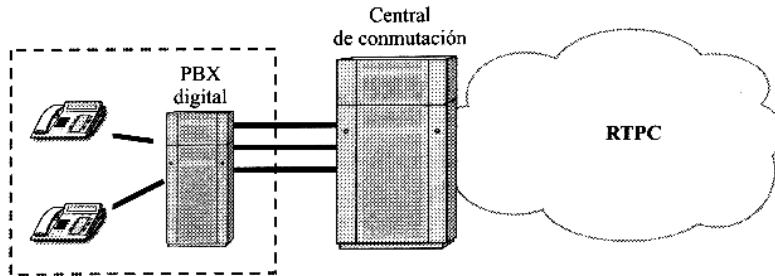
Erlangs     Bloqueo     Líneas

86.67      0.010      103

**Calcular**

No. of Trunks	Traffic (A) in erlangs for P =					
	0,5%	1%	2%	3%	5%	10%
101	81,8	85,0	88,9	91,8	96,3	105,2
102	82,7	85,9	89,9	92,8	97,3	106,3
103	83,7	86,9	90,9	93,8	98,3	107,4
104	84,6	87,8	91,9	94,8	99,3	108,5
105	85,5	88,8	92,8	95,7	100,4	109,6
106	86,4	89,7	93,8	96,7	101,4	110,7
107	87,4	90,7	94,8	97,7	102,4	111,8
108	88,3	91,6	95,7	98,7	103,4	112,9
109	89,2	92,5	96,7	99,7	104,5	114,0
110	90,1	93,5	97,7	100,7	105,5	115,1
111	91,0	94,4	98,7	101,7	106,5	116,2
112	92,0	95,4	99,7	102,7	107,5	117,3

- ❑ Comprobar los valores calculados con la tabla.



$m$  = cantidad de anexos  
 $t$  = tiempo promedio de llamadas.  
 $N$  = nº de troncales  
 $B$  = % de bloqueo

## Problema tipo:

Se tiene una PBX con 120 anexos, de los cuales el 60% efectúa llamadas de duración promedio 3 minutos a la red PSTN. Se desea determinar la cantidad de canales o circuitos requeridos en el enlace PBX-Central pública que permitan brindar el servicio de comunicación con una probabilidad de bloqueo del 2% (de cada 100 intentos de llamada a la PSTN, dos fracasan, equivale a una disponibilidad del 98%).

La intensidad de tráfico será 60% de 120 anexos = 72 anexos que cursan llamadas a la red PSTN. La intensidad de tráfico será  $72 \times 3 \text{ min}/60 \text{ min} = 3,6$  Erlang. En la tabla se busca en la columna de 2% (prob. Bloqueo) el valor más cercano a 3,6 Erlang. De la tabla o calculadora en internet (<http://www.erlang.com>) se deduce que la cantidad mínima de canales es de ? (8 líneas o canales).



## Uso de tabla Erlang B

- a) Determinar el volumen de tráfico en Erlang si en la BHT se realizan 100 llamadas de 3 minutos, 200 llamadas de 5 minutos y 100 llamadas de 10 minutos.
- b) Utilizando tabla Erlang B determinar la cantidad de canales necesarios para brindar una disponibilidad de 95%, 98% y 99%.
- c) Comprobar los valores anteriores con la calculadora Erlang B. [www.erlang.com](http://www.erlang.com)

a) volumen de tráfico: (total minutos en hora cargada BHT)

Tráfico en min = 100 llamadas x 3 min + 200 llamadas x 5 min + 100 llamadas de 10 min = 2.300 minutos

Tráfico en erlang = total min / 60 min = 2.300/60 = 38,333.. Erlang

b) Para las disponibilidades:

95% → indisponibilidad = Blocking = 5% = 0,05 y 38,333 Erlang → tabla → 38,6 → 44 canales

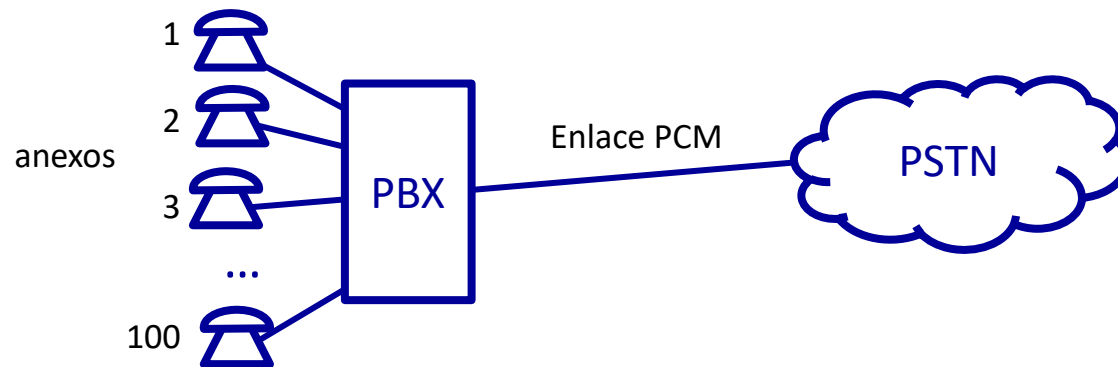
98% → indisponibilidad = Blocking = 2% = 0,02 y 38,333 Erlang → tabla → 38,4 → 48 canales

99% → indisponibilidad = Blocking = 1% = 0,01 y 38,333 Erlang → tabla → 38,8 → 51 canales



## Tráfico y disponibilidad del servicio (1)

Un sistema VoIP configurado en una PBX con 100 usuarios, considera codec G.711 con retardo de 20 mseg. Dispone de un enlace bidireccional a la red pública con BW garantizado de 1024 kbps.



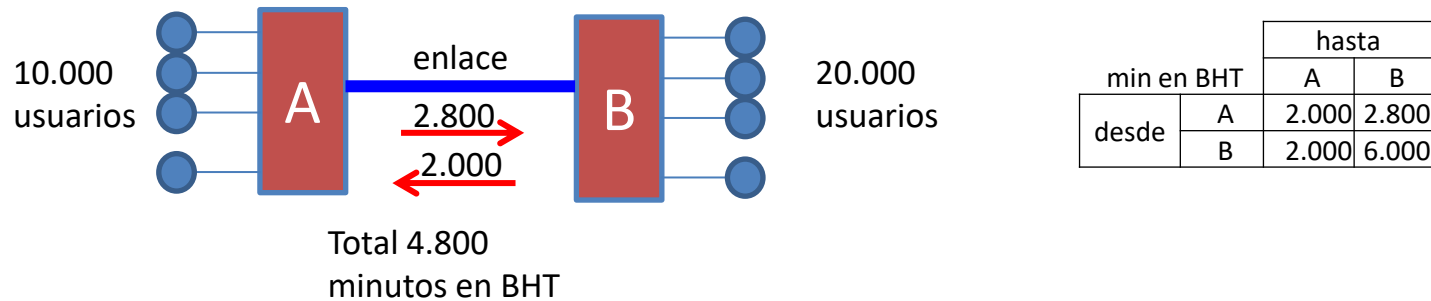
Determinar:

- Disponibilidad del servicio de ToIP para cursar 300 intentos de llamadas de 3 min cada una en hora cargada (BHT).
- Disponibilidad del servicio de ToIP para cursar 200 intentos de llamadas de 3 min cada una en hora cargada (BHT).
- BW del enlace necesario para asegurar una disponibilidad del servicio del 99% en el caso a) y b).



## Tráfico y disponibilidad del servicio (2)

Una empresa de telecomunicaciones tiene en su red dos nodos de alta capacidad como se muestra en la figura:



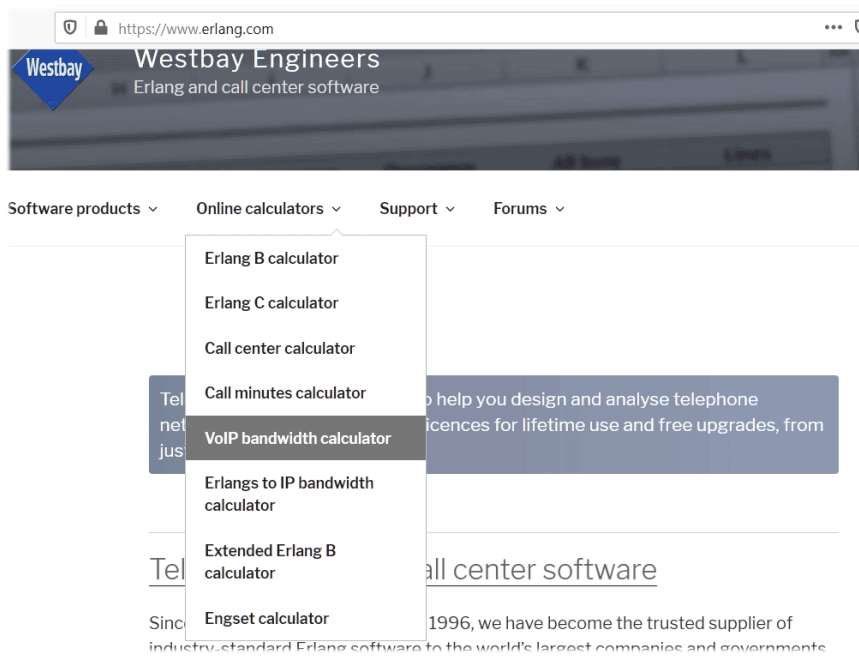
Determinar:

- Tráfico en Erlang en el enlace
- Cantidad de enlaces E1 (30 canales) para un tráfico con disponibilidad del 99%
- BW de enlace para VoIP utilizando codec G.711 con retardo 10 mseg
- Si el costo mensual de un E1 es \$ 100.000 y de \$100.000 por cada 100 kbps de BW digital. ¿Cuál es la opción más económica entre b) y c)

E1: Sistema de transmisión estandarizado por la ITU en redes de telecomunicaciones (enlaces intercentrales y de PBX a red pública) que dispone de 30 canales de voz a 64 Kbps.

# Actividad práctica: uso de calculadora de tráfico (1)

Utilizando la calculadora en [www.erlang.com](https://www.erlang.com) se puede determinar el ancho de banda requerido para garantizar un nivel de calidad específico. Se disponer de varias calculadoras on line.

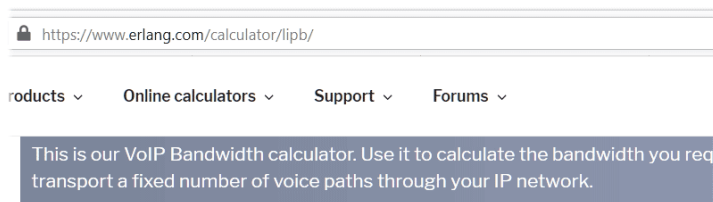


Actividad: Investigar para que sirve cada calculadora disponible en [www.erlang.com](https://www.erlang.com)



## Actividad práctica: uso de calculadora de tráfico (2)

Utilizando la calculadora en [www.erlang.com](http://www.erlang.com) se puede determinar BW de paquetes si se conoce el codec de voz, y la duración del bloque de voz en mseg.

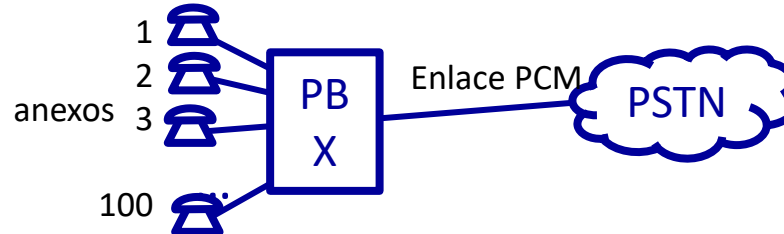


Lines to VoIP bandwidth Calculator	
CODEC	
G.729A (CS-CELP) 8 kbps compression ▾	
Packet duration	
20 milliseconds (2 samples) ▾	
<input type="radio"/> Voice paths	<input checked="" type="radio"/> IP bandwidth (kbps)
<input type="text"/>	<input type="text"/>
<b>Calculate</b>	

Actividad: Construir tabla indicando codec utilizado, duración de paquete en mseg y BW IP en kbps

Mediante formulario (en OneDrive) efectuar cálculos y comprobar con la calculadora e [www.erlang.com](http://www.erlang.com)

- Determinar la velocidad de trama y cantidad de paquetes por segundo para un sistema que utiliza un codec G.711 y 10 mseg de duración de paquetes.
- Si el sistema corresponde a una PBX conectada a la PSTN como se indica en la figura. ¿Cuántas comunicaciones simultaneas se pueden cursar a la PSTN si el enlace PCM dispone de 500 kbps?



- ¿Qué ocurre si se cambia el codec por un G.726? ¿Cómo cambian las respuestas de a) y b)
- ¿Si desea que todos los usuarios de la PBX se puedan comunicar simultáneamente a la PSTN con codec G.711 y 20 mseg. ¿Qué BW se requiere?



# Tabla Erlang B

No. of Trunks (N)	Traffic (A) in erlangs for P =																
	0,1%	0,2%	0,5%	1%	1,2%	1,3%	1,5%	2%	3%	5%	7%	10%	15%	20%	30%	40%	50%
1	0,001	0,002	0,005	0,010	0,012	0,013	0,02	0,02	0,031	0,053	0,075	0,111	0,176	0,250	0,429	0,667	1,00
2	0,046	0,065	0,105	0,153	0,168	0,176	0,19	0,22	0,282	0,381	0,470	0,595	0,796	1,00	1,45	2,00	2,73
3	0,194	0,249	0,349	0,455	0,489	0,505	0,53	0,60	0,715	0,899	1,06	1,27	1,60	1,93	2,63	3,48	4,59
4	0,439	0,535	0,701	0,869	0,922	0,946	0,99	1,09	1,26	1,52	1,75	2,05	2,50	2,95	3,89	5,02	6,50
5	0,762	0,900	1,13	1,36	1,43	1,46	1,52	1,66	1,88	2,22	2,50	2,88	3,45	4,01	5,19	6,60	8,44
6	1,15	1,33	1,62	1,91	2,00	2,04	2,11	2,28	2,54	2,96	3,30	3,76	4,44	5,11	6,51	8,19	10,4
7	1,58	1,80	2,16	2,50	2,60	2,65	2,73	2,94	3,25	3,74	4,14	4,67	5,46	6,23	7,86	9,80	12,4
8	2,05	2,31	2,73	3,13	3,25	3,30	3,40	3,63	3,99	4,54	5,00	5,60	6,50	7,37	9,21	11,4	14,3
9	2,56	2,85	3,33	3,76	3,92	3,96	4,08	4,34	4,73	5,37	5,88	6,58	7,55	8,52	10,6	13,0	16,3
10	3,09	3,43	3,96	4,46	4,61	4,68	4,80	5,08	5,53	6,22	6,78	7,51	8,62	9,68	12,0	14,7	18,3
11	3,65	4,02	4,61	5,16	5,32	5,40	5,53	5,84	6,33	7,08	7,69	8,49	9,69	10,9	13,3	16,3	20,3
12	4,23	4,64	5,28	5,88	6,05	6,14	6,27	6,61	7,14	7,95	8,61	9,47	10,8	12,0	14,7	18,0	22,2
13	4,83	5,27	5,96	6,61	6,80	6,89	7,03	7,40	7,97	8,83	9,54	10,5	11,9	13,2	16,1	19,6	24,2
14	5,45	5,92	6,66	7,35	7,56	7,65	7,81	8,20	8,80	9,73	10,5	11,5	13,0	14,4	17,5	21,2	26,2
15	6,08	6,58	7,38	8,11	8,33	8,43	8,59	9,01	9,65	10,6	11,4	12,5	14,1	15,6	18,9	22,9	28,2
16	6,72	7,26	8,10	8,88	9,11	9,21	9,39	9,83	10,5	11,5	12,4	13,5	15,2	16,8	20,3	24,5	30,2
17	7,38	7,95	8,83	9,65	9,89	10,0	10,19	10,66	11,4	12,5	13,4	14,5	16,3	18,0	21,7	26,2	32,2
18	8,05	8,64	9,58	10,4	10,7	10,8	11,00	11,49	12,2	13,4	14,3	15,5	17,4	19,2	23,1	27,8	34,2
19	8,72	9,35	10,3	11,2	11,5	11,6	11,82	12,33	13,1	14,3	15,3	16,6	18,5	20,4	24,5	29,5	36,2
20	9,41	10,1	11,1	12,0	12,3	12,4	12,65	13,18	14,0	15,2	16,3	17,6	19,6	21,6	25,9	31,2	38,2
21	10,1	10,8	11,9	12,8	13,1	13,3	13,48	14,04	14,9	16,2	17,3	18,7	20,8	22,8	27,3	32,8	40,2
22	10,8	11,5	12,6	13,7	14,0	14,1	14,32	14,90	15,8	17,1	18,2	19,7	21,9	24,1	28,7	34,5	42,1
23	11,5	12,3	13,4	14,5	14,8	14,9	15,16	15,76	16,7	18,1	19,2	20,7	23,0	25,3	30,1	36,1	44,1
24	12,2	13,0	14,2	15,3	15,6	15,8	16,01	16,63	17,6	19,0	20,2	21,8	24,2	26,5	31,6	37,8	46,1
25	13,0	13,8	15,0	16,1	16,5	16,6	16,87	17,50	18,5	20,0	21,2	22,8	25,3	27,7	33,0	39,4	48,1
26	13,7	14,5	15,8	17,0	17,3	17,5	17,72	18,38	19,4	20,9	22,2	23,9	26,4	28,9	34,4	41,1	50,1
27	14,4	15,3	16,6	17,8	18,2	18,3	18,59	19,26	20,3	21,9	23,2	24,9	27,6	30,2	35,8	42,8	52,1
28	15,2	16,1	17,4	18,6	19,0	19,2	19,45	20,15	21,2	22,9	24,2	26,0	28,7	31,4	37,2	44,4	54,1
29	15,9	16,8	18,2	19,5	19,9	20,0	20,32	21,04	22,1	23,8	25,2	27,1	29,9	32,6	38,6	46,1	56,1
30	16,7	17,6	19,0	20,3	20,7	20,9	21,19	21,93	23,1	24,8	26,2	28,1	31,0	33,8	40,0	47,7	58,1

Fila: N° de canales  
 Columna: probabilidad de bloqueo en %  
 Celda: Valor de intensidad de tráfico en Erlang.

En tabla se indica que para 8 canales o circuitos teniendo una probabilidad de bloqueo del 2%, la intensidad de tráfico es de 3,63 Erlangs.

Calculadora Erlang B

Erlangs   
  Bloqueo   
  Lineas

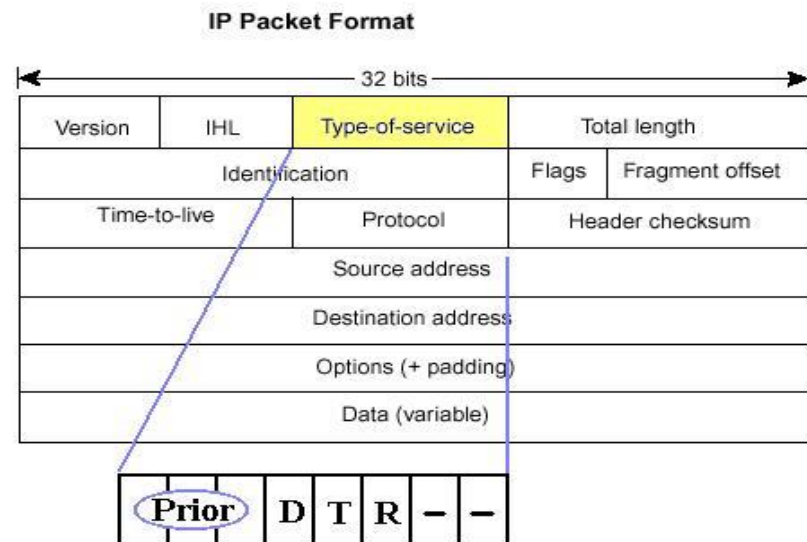
Calcular



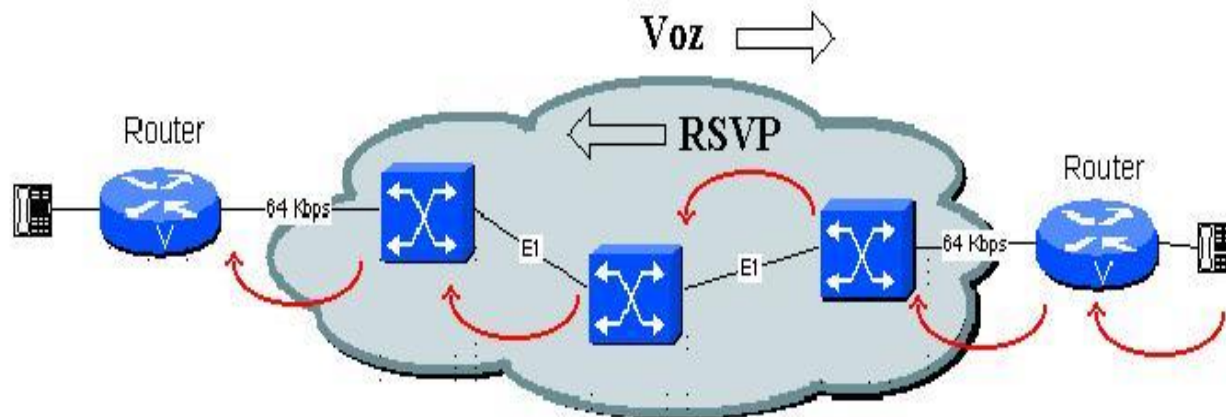
# DIFFServ - COS

- Forma parte de las herramientas disponibles en IP V.4, la cual mediante un campo de 3 bits, permite diferenciar el contenido de los paquetes.
- El aspecto positivo de COS, es que pertenece a las soluciones de QOS, dentro de banda, sin generar overhead.
- IP Precedence, permite otorgar peso relativo al campo, de forma de privilegiar el tratamiento de los paquetes, según su contenido.

Combinación	Prioridad
0	Rutina
1	Prioridad
2	Inmediato
3	Flash
4	Ingnoar Flash
5	Crítica
6	Internetworking
7	Control de Red



- RSVP, es el protocolo de configuración de reserva de recursos.
- RSVP, se caracteriza por ser un protocolo de señalización, que opera de extremo a extremo, y lo hace fuera de banda.
- Los recursos reservados en cada Hop, son el Ancho de Banda y la prioridad que se le dará al tráfico.
- RSVP, atraviesa Hop por Hop, realizando la reserva correspondiente.
- RSVP, presenta sin embargo algunos problemas como:
  - Escalabilidad
  - Control de Admisión
  - Tiempo de demora en reserva







## Gestión de Colas (Queue)

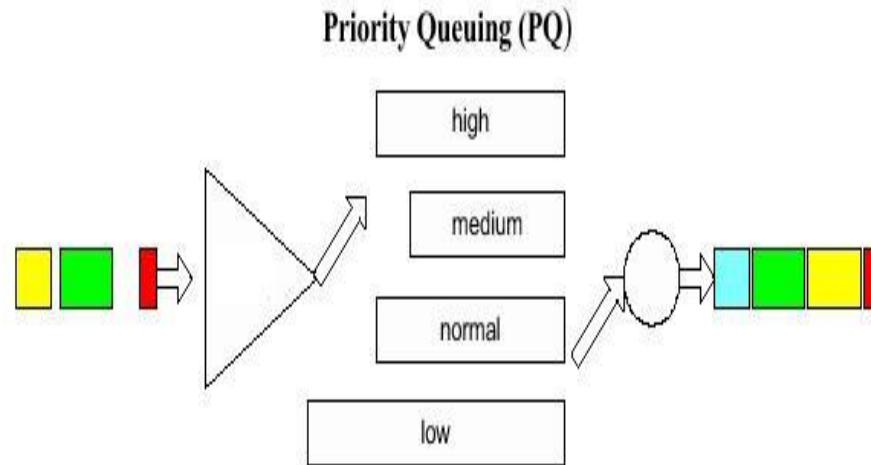
- Otra de las técnicas de QOS, pero en este caso a realizarse dentro del mismo router, en forma local es la gestión eficaz de las colas de espera.
- Dado que un router puede tener un numero considerable de interfaces, en las cuales cada una cursa tráfico y este debe ser enrutado, en nuestro ejemplo supongamos una salida en común, resulta clave el tiempo en que el paquete permanece en espera de ser transmitido.
- La forma en la cual, son tratados los paquetes, en forma priorizada de acuerdo a un determinado criterio se denomina “Gestión de Colas”.
- Las técnicas de encolado, se dividen en:
  - FIFO
  - PQ
  - Custom
  - WFQ

## Gestión de Colas (Queue) (1)

FIFO: First In First Out, no corresponde a una técnica de QOS, pero su importancia radica en que es la operatoria básica y hace las veces de referencia de las demás en lo que respecta a retardos y consumo de procesador y numero de colas a utilizar.

PQ: Priority Queuing, es el resultado de establecer como política de priorización, el manejo y asignación de prioridades, asignando a cada cola independiente.

- En las implementaciones típicas de PQ, se utilizan 4 colas, las cuales se vacían en forma priorizada.

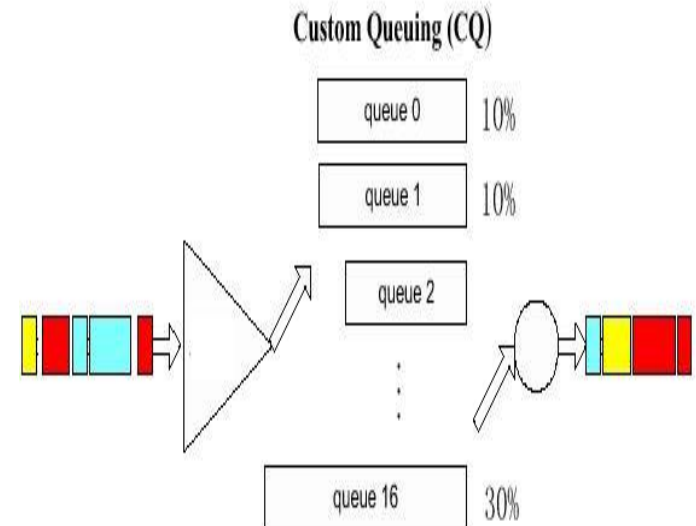


## CQ: Custom Queuing

- El cliente establece las colas y le asigna la prioridad a las mismas.
- Para otorgar flexibilidad, se emplean 16 colas, configurables por el usuario.
- Este no solo asigna prioridad, sino que puede definir la capacidad de cada cola en base al tráfico a soportar y el tiempo de Queuing deseado.

## WFQ: Weighted Fair Queuing

- Es una ampliación de funcionalidades del CQ, en la cual se mantiene el concepto de múltiples colas.
- Las mismas son configuradas por el cliente, pudiéndose asignar a flujos en particular.
- Presenta la ventaja de ser más rápido que sus antecesores y el agregado de BW variable en caso de tráficos sin uso.
- Permite un tratamiento específico a cada flujo, logrando muy buenos resultados.
- El manejo en colas exclusivas por flujos, reduce la fluctuación del retardo.



## Retardos en la red

- retardo del codec
- retardos de paquetizado
- retardos de serialización
- retardos de buffereado
- retardos de switcheo en la red
- retardos del de-jitter buffer

Dado que las aplicaciones de VoIP, buscan reducir la carga que generan sobre la red de datos, se busca la forma más eficiente de enviar de un punto a otro la información.

- El procesamiento por parte del CODEC, el cual a su vez esta conformado por un DSP, incorpora retardos en la señal debidos a proceso mismo de compresión.
- Dichos retardos, dependerán de los características del DSP empleando y fundamentalmente de la codificación a utilizar.
- Dada la importancia de reducir el retardo, el criterio a emplear es el de utilizar la codificación más eficiente.



## Retardos del CODEC (1)

- El proceso se completa con la descompresión en el extremo lejano.
- En términos generales el proceso de descompresión es bastante mas rápido que el de compresión, con tiempos del orden del 10% del de compresión.
- Pero el retardo dependerá en gran medida de la cantidad de muestras incorporadas a cada paquete.

### Speech Algorithm Characteristics Using a High Performance DSP

Algorithm	Description	Bit Rate (in kbps)	DSP HP (Mhz) avg	Delay (msec)	Approx. Max MOS
G.711	PCM (u-law, a-law)	64	0.15	< 0.75	4.7
G.722	SB - ADPCM	64, 56, 48	3.9	6	4.3
G.723.1	MP-MLQ/ ACELP	6.3, 5.3	8	30	3.8
G.726	ADPCM	40, 32, 24, 16	3.5	1	4.1 (@40K)
G.729 A/B	CS-ACELP	8	5.5	10	4.0
G.729 E/G	CS-ACELP	11.8, 8	11	10	4.2
GSM-EFR	ACELP	12.2	9.5	20	4.1



## Retardos del CODEC (2)

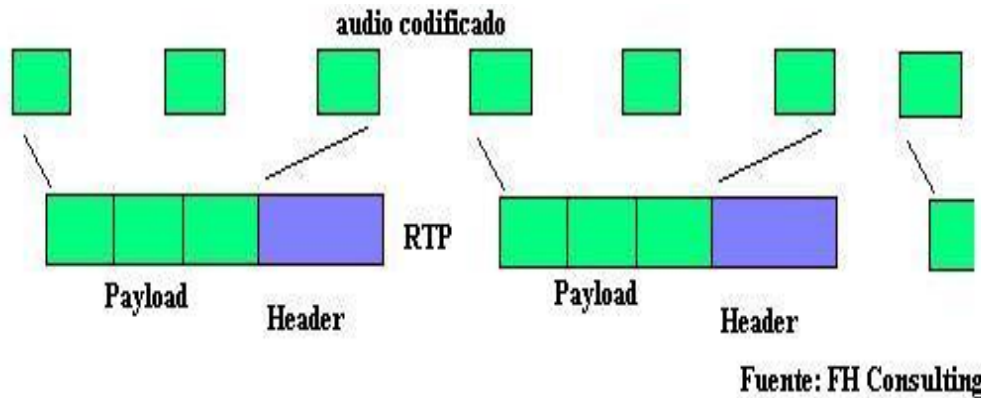
- Por lo tanto, el retardo se puede cuantificar a partir de:

**compresión + (descompresión \* n° muestras)**

- G.711 :  $0,75 \text{ ms} + ( 0,07 \text{ ms} * \text{n}^\circ \text{ muestras} ) =$
- G.729 :  $10 \text{ ms} + ( 1 \text{ ms} * \text{n}^\circ \text{ muestras} ) =$
- G.723.1 :  $30 \text{ ms} + ( 3 \text{ ms} * \text{n}^\circ \text{ muestras} ) =$
- G.726 :  $1 \text{ ms} + ( 0,1 \text{ ms} * \text{n}^\circ \text{ muestras} ) =$

## Retardos de paquetizado (1)

- Dado que el paquetizado es la operación mediante la cual se insertan las muestras de audio procesadas adecuadamente en el paquete a ser transmitido, es evidente que dicho proceso dependerá del tamaño y cantidad de muestras insertadas en el mismo.
- Esta operación requiere la acumulación de las muestras en un buffer, para su posterior envío, de ahí que normalmente se la conozca como retardo de acumulación.





## Retardos de paquetizado (2)

- La relación de compromiso entre el paquetizado y la velocidad de los datos, nos impide bajar los valores más allá de los 20 ms.
- En particular para Cisco los valores oscilan en:

Coder	Kbps	Payload (byte)	Retardo paquetización (mseg)	Payload (byte)	Retardo paquetización (mseg)
G.711, PCM	64	160	20	240	30
G.726, ADPCM	32	80	20	120	30
G.729, CS-ACELP	8	0	20	30	30
G.723.1, MP-MLQ	6,3	24	24	60	48
G.723.1, MP-ACELP	5,3	20	30	60	60





## Retardo de serialización

- Luego de pasar por las fases anteriores, la trama se encuentra lista para ser transmitida por la interfaz en cuestión.
- Como es obvio dicha trama no podrá ser transmitida a mayor velocidad que la propia de la interfaz.
- Por lo tanto el retardo incorporado estará en función de:
  - velocidad de la interfaz
  - tamaño de la trama
- El calculo de dicho retardo responde a la siguiente ecuación:  
 $n^{\circ} \text{ bytes} * 8 * (1/\text{vel.})$
- La cual nos arroja las siguientes cifras:
  - celda ATM:  $53 * 8 * (1/2048) = 0,207\text{ms}$
  - interfaz de 64 Kbps:  $53 * 8 * (1/64) = 6,62 \text{ ms}$
- Se observa que el retardo de serialización se vuelve crítico para las interfaces de baja velocidad.
- Si bien esta puede mejorar al reducir el tamaño de la trama.



## Retardos de serialización

- No hay que olvidar que se debe mantener lo más alta posible la relación entre payload y overhead, que en definitiva nos indicará la eficiencia en el transporte.

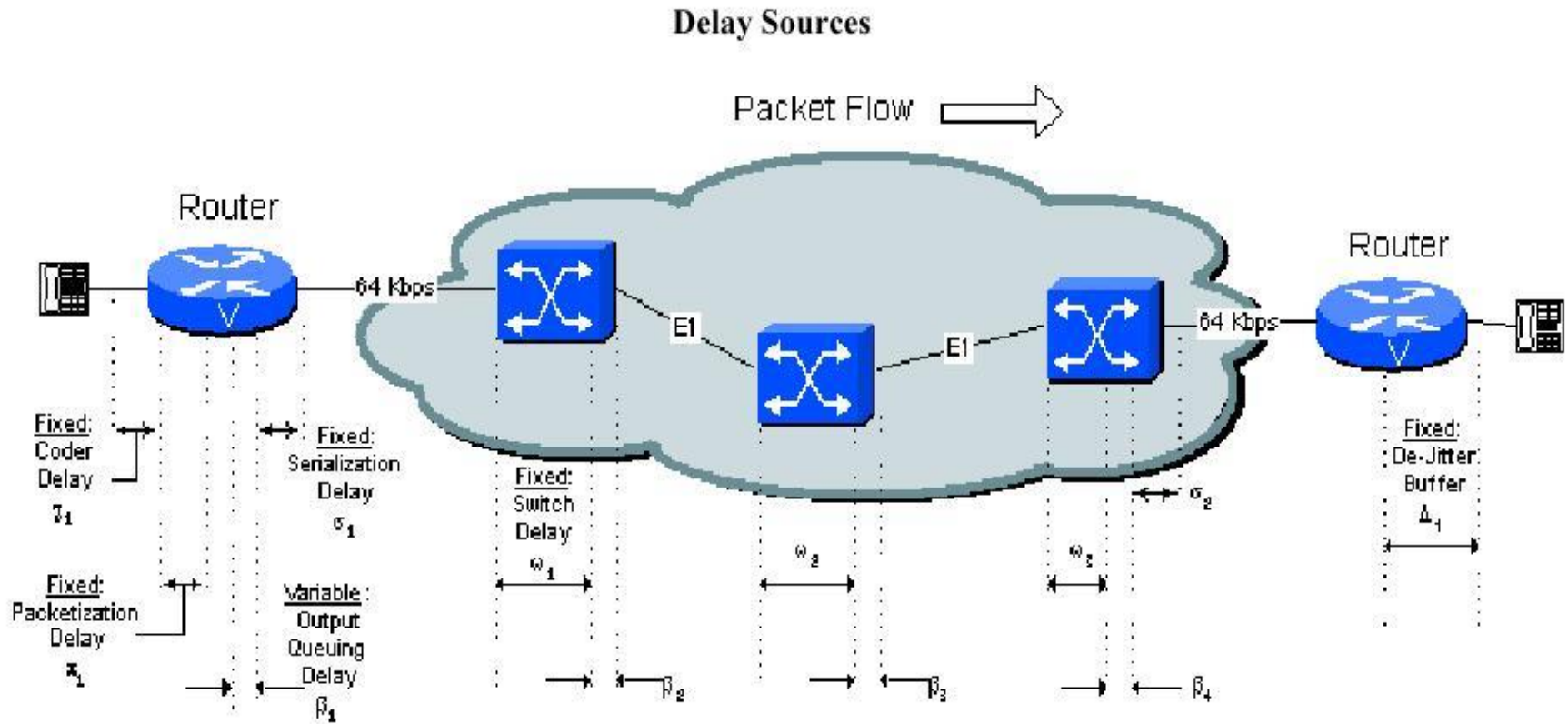
Frame Size (bytes)	Line Speed (Kbps)										
	19.2	56	64	128	256	384	512	768	1024	1544	2048
38	15.83	5.43	4.75	2.38	1.19	0.79	0.59	0.40	0.30	0.20	0.15
48	20.00	6.86	6.00	3.00	1.50	1.00	0.75	0.50	0.38	0.25	0.19
64	26.67	9.14	8.00	4.00	2.00	1.33	1.00	0.67	0.50	0.33	0.25
128	53.33	18.29	16.00	8.00	4.00	2.67	2.00	1.33	1.00	0.66	0.50
256	106.67	36.57	32.00	16.00	8.00	5.33	4.00	2.67	2.00	1.33	1.00
512	213.33	73.14	64.00	32.00	16.00	10.67	8.00	5.33	4.00	2.65	2.00
1024	426.67	149.29	128.00	64.00	32.00	21.33	16.00	10.67	8.00	5.31	4.00
1500	625.00	214.29	187.50	93.75	46.88	31.25	23.44	15.63	11.72	7.77	5.86
2048	853.33	292.57	256.00	128.00	64.00	42.67	32.00	21.33	16.00	10.61	8.00

Fuente: Cisco System



## Retardo de “cola de espera”

- En inglés se lo conoce como “Buffering/Queuing Delay”
- Es el retardo que se genera por la espera que puede darse antes de la transmisión de la trama, debido a que se está transmitiendo otra trama.
- Cabe destacar que la voz se prioriza al resto de los datos, con lo cual la trama deberá esperar ante dos situaciones.
  - Otra trama en transmisión.
  - Tramas de voz previas.
- Dado que el primer caso genera una espera totalmente aleatoria, se toma estadísticamente la media, que corresponde a 0,5 del tiempo de serialización de trama.
- El segundo caso nos indica que a mayor tráfico de voz, se eleva el queuing delay.



Fuente: Cisco Systems



# Cálculos de tráfico y ancho de banda BW

Utilizando datos de tráfico telefónico y calculadora en [www.erlang.com](http://www.erlang.com) se puede determinar el ancho de banda requerido para garantizar un nivel de calidad específico.

Ejemplo: El tráfico en hora cargada (BHT: Busy Hour Traffic) de una IP-PBX hacia la red pública (PSTN) se estima en 50 llamadas de 3 minutos de duración promedio y con una probabilidad de bloqueo del 1% (99% de disponibilidad).

Cálculos:

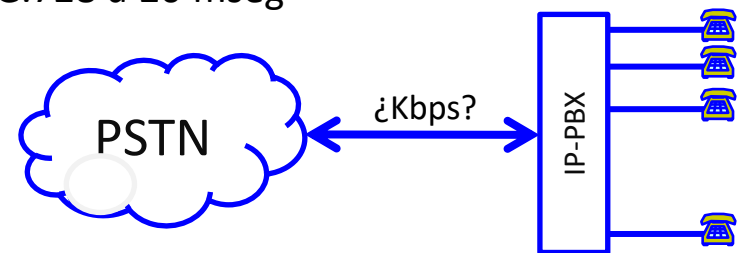
Intensidad de tráfico = 50 llamadas x 3 min / 60 min = 2,5 erlang

Es necesario indicar el tipo de codec y el bloque elegido (indisponibilidad del servicio).

Para G.711 y 20 mseg se obtiene: 560 Kbps y para G.728 a 20 mseg se obtiene 224 Kbps.

Windows calculator window titled "Erlangs and VoIP Bandwidth Calculator".  
Coding algorithm: G.711 (PCM) 64kbps uncompressed  
Packet duration: 20 milliseconds (160 samples)  
BHT (Erl.): 2.500  
Blocking: 0.010  
B/W (kbps): 560  
Voice paths (read-only): 7  
Buttons: Calc., Results, Help  
Footer: A windows version of this calculator is available for immediate download. Click here for more information

Windows calculator window titled "Erlangs and VoIP Bandwidth Calculator".  
Coding algorithm: G.728 (LD-CELP) 16kbps compression  
Packet duration: 20 milliseconds (32 samples)  
BHT (Erl.): 2.500  
Blocking: 0.010  
B/W (kbps): 224  
Voice paths (read-only): 7  
Buttons: Calc., Results, Help  
Footer: A windows version of this calculator is available for immediate download. Click here for more information



<http://www.erlang.com/calculator/eipb>



# Para investigar, estudiar y contestar (1)

1. ¿Qué es Erlang?
2. ¿Cuántos canales de comunicación se requieren para cursar el tráfico de una PBX que en hora cargada BHT se cursan 100 llamadas de 3 min, 50 llamadas de 5 min y 10 llamadas de 8 min? Considerar una disponibilidad del servicio del 99%.
3. ¿Qué BW se requiere para cursar el tráfico de 10 Erlang en hora cargada si se desea ofrecer una disponibilidad del 97% con codec G.711?  
¿Cuántas llamadas de 3 min c/u se pueden cursar en la hora de mayor demanda del servicio por un entronque de 5 canales con una disponibilidad del servicio del 9%?
4. Para la siguiente distribución de llamadas en una PBX con 30 anexos:
  - a) Determinar la hora cargada BHT y el tráfico en Erlang?
  - b) ¿Cuántos canales se requiere para cursar este tráfico con una disponibilidad del 98%?
  - c) Determinar el BW necesario con codec G.726 y retardo de 10 mseg?
5. Si en BHT se cursan 300 llamadas de 3 min cada una. ¿Qué BW se requiere para cursar ese tráfico con codec G.711, 30 mseg y disponibilidad del 99%?

inicio	término	Cantidad de llamadas	minutos por llamada
9:00	9:15	5	3
9:15	9:30	7	5
9:30	9:45	5	5
9:45	10:00	8	3
10:00	10:15	8	5
10:15	10:30	5	8
10:30	10:45	3	5
10:45	11:00	3	5
11:00	11:15	5	8
11:15	11:30	7	8
11:30	11:45	5	5
11:45	12:00	3	3



## Para investigar, estudiar y contestar (2)

6. ¿Qué es PBX?
7. ¿Cuáles son las similitudes y diferencias entre PSTN y PBX?
8. ¿Qué es codec?
9. ¿Qué se requiere para conectar un teléfono analógico a una red LAN?
10. ¿Cuáles son las similitudes y diferencias entre un teléfono IP y un softphone?
11. ¿En qué consiste la solución denominada web a teléfono?
12. Menciona al menos dos marcas de teléfonos IP y dos de softphones.
13. ¿Qué es Asterisk?
14. ¿En qué grupo de codificaciones se encuentra el codec G.711?
15. ¿Cuáles son las similitudes y diferencias entre el codec G.728 y G.729?
16. ¿Qué características presentan los codec wideband?
17. ¿Cómo se denominan los codec que operan entre 50 Hz y 20 KHz?
18. ¿Qué codec se utiliza en las redes celulares GSM?
19. ¿Qué aplicación utiliza el codec Silk?
20. ¿Qué ancho de banda cubre el codec G.719?
21. ¿Qué es el MOS?
22. ¿Qué escala de evaluación de calidad considera el MOS?
23. ¿Qué codec presenta un MOS superior a 4,0?
24. ¿Qué es el QoS?
25. ¿Qué parámetros de la red afectan el QoS?
26. ¿Qué es el SLA?



## Conclusiones

- La voz sobre IP es una tecnología vigente hoy, y con un desarrollo creciente y acelerado.
- Se plantea como la alternativa de mayor relevancia a otras tecnologías de transporte de voz.
- Representa el punto de contacto de dos grandes mercados: Las telecomunicaciones y los datos.
- Hoy es una alternativa para evaluar las inversiones nuevas en redes integradas de voz y datos