



VoIP

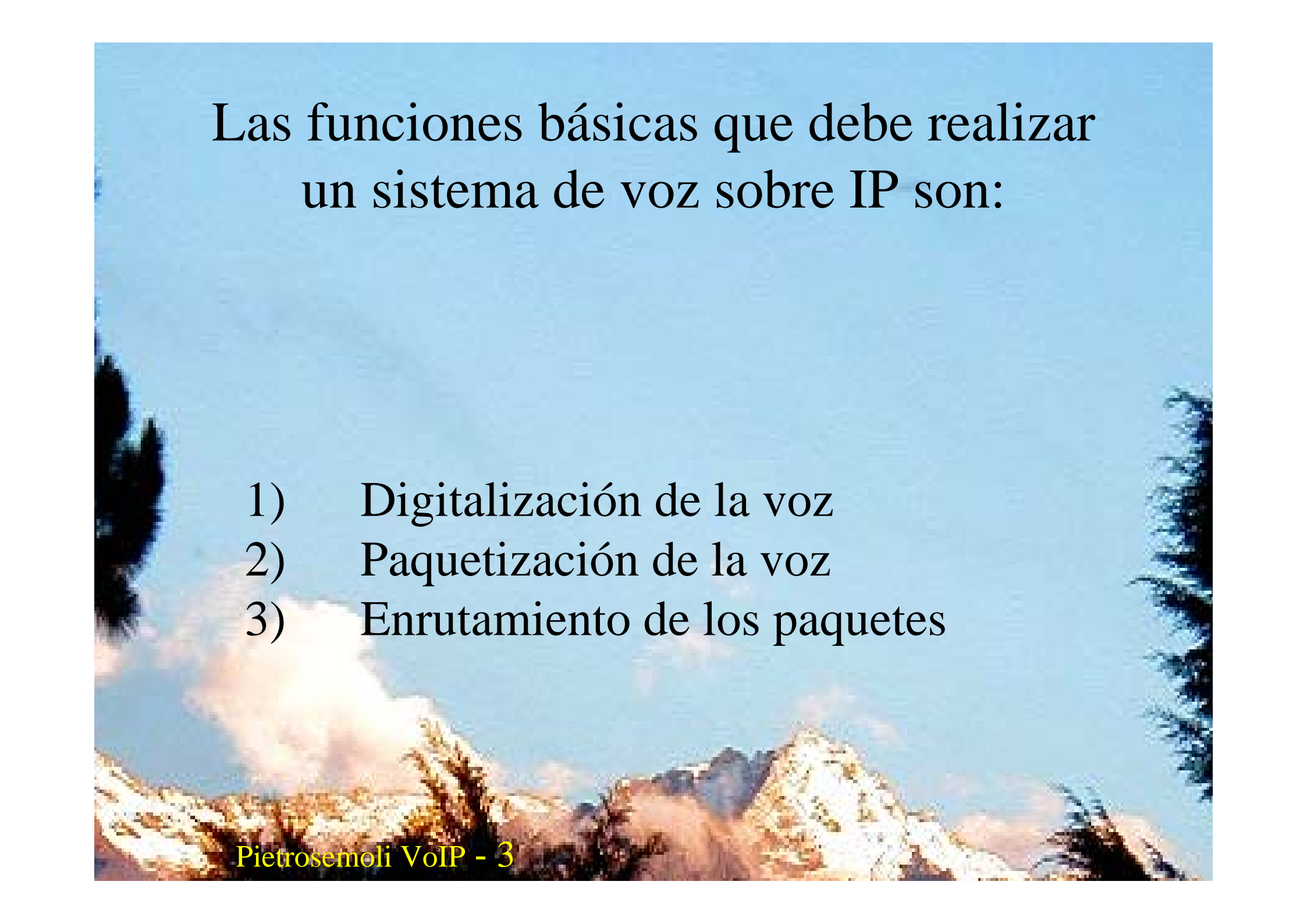
VI Escuela Latinoamericana de Redes

WALC03

Mérida, Venezuela, Octubre 20 al 24
2003

VoIP

Consiste en aprovechar la infraestructura desplegada para la transmisión de datos para transmitir voz, utilizando el protocolo IP que se ha convertido en el más utilizado en todo el mundo. Es un campo complejo que requiere de conceptos de telefonía, de redes y de ingeniería de tráfico. Haremos un esbozo de las ideas principales.



Las funciones básicas que debe realizar un sistema de voz sobre IP son:

- 1) Digitalización de la voz
- 2) Paquetización de la voz
- 3) Enrutamiento de los paquetes

Funciones Adicionales

- Conversión de números telefónicos a direcciones IP y viceversa
- Generación de la señalización requerida por la red telefónica
- Control de admisión, Tarificación y Facturación
- Manejo de Fax

VoIP: Ventajas

- Ahorro de ancho de banda y aprovechamiento de los intervalos entre ráfagas de datos haciendo un uso más efectivo de canales costosos
- Convergencia de las comunicaciones de datos y voz en una plataforma única, facilitando la gestión, el mantenimiento y el entrenamiento del personal
- Facilidad de incorporar servicios especiales

VoIP: Limitaciones

- Las redes IP normalmente no permiten garantizar un tiempo mínimo para atravesarlas
- Las redes IP están diseñadas para descartar paquetes en caso de congestión y retransmitirlos en caso de error. Esto no es adecuado para la voz
- Los retardos de cientos de ms, comunes en redes de datos, son inaceptables en una conversación telefónica

VoIP: Requerimientos

- Utilizar protocolos que permitan garantizar cierto grado de calidad de servicio (QoS) y no utilicen retransmisiones. Prioridad a la voz sobre los datos.
- Controlar el número máximo de saltos y los demás factores que contribuyen al retardo de transmisión para mantenerlo por debajo de 170 ms

VoIP: Tendencias

- MCI espera cambiar a VoIP toda su infraestructura para 2005
- AT&T ofrecerá servicio a grandes clientes en 2004.
- Vonage de N.J. ofrece tarifa plana en todo EEUU y Canadá por \$35/mes
- Skypes (de los fundadores de Kazaa) ofrece llamadas gratuitas sobre Internet utilizando peer to peer



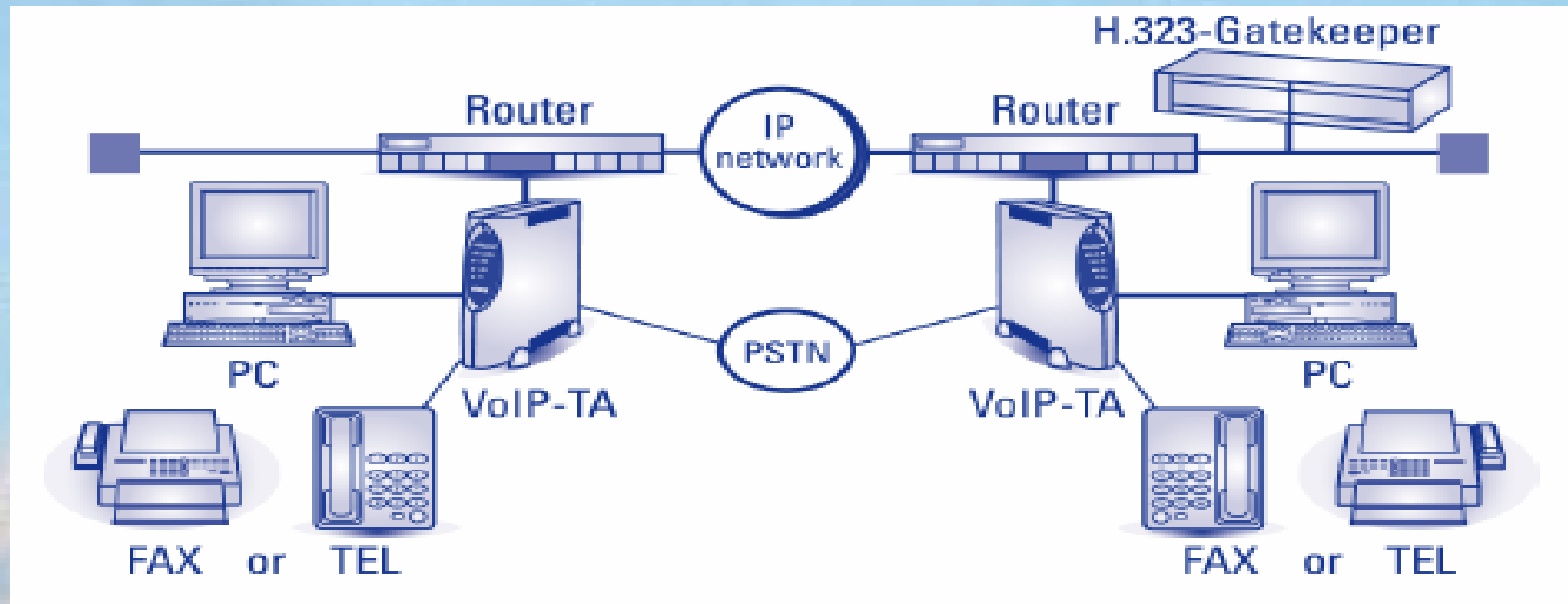
- Free unlimited worldwide phone calls to other Skype users
- Superior sound quality - better than your regular phone
- Works with all firewall, NAT and routers – nothing to configure!
- Friends list shows you when your Skype friends are online and ready to talk or chat
- Super-simple and easy to use
- Your calls are encrypted “end-to-end” for superior privacy
- Based on cutting edge peer-to-peer technology developed by the creators of Kazaa and Joltid



Skype vs. All The Rest

	skype	Net2Phone	MSN Messenger, ICQ, AIM, Yahoo Messenger	Other standard VoIP clients
Works with ANY firewall/NAT setup - nothing to configure				
Unlimited FREE calls to users of same application				Sometimes
Sound quality	 Better than phones	 Worse than phones	 Worse than phones	 Worse than phones
Secure and encrypted communications				
100% ad-free				Sometimes

VoIP usando teléfonos convencionales



Protocolos

- Para garantizar la interoperabilidad entre la red telefónica y las redes de transmisión de datos es necesario utilizar grupos de protocolos. Los más conocidos son H.323 y SIP

RECOMENDACIÓN ITU-T H.323

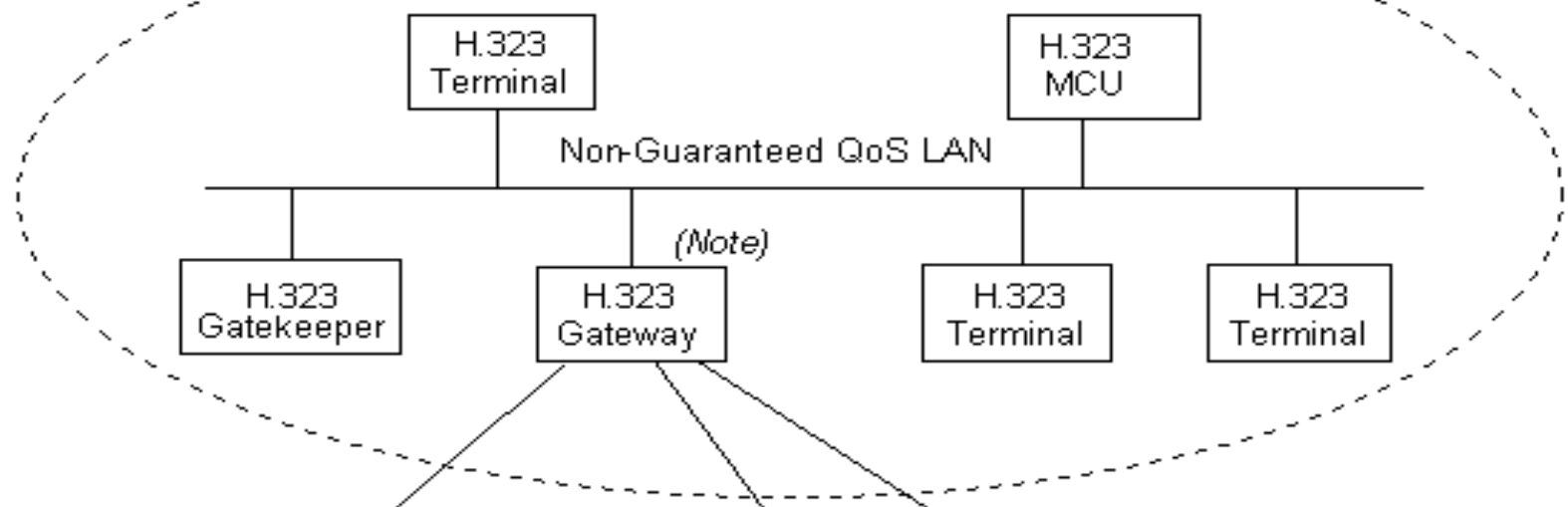
Videoconferencia sobre LANs que no garantizan
calidad de servicio tales como:

- Ethernet (IEEE 802.3)
- Fast Ethernet
- FDDI
- Token Ring (IEEE 802.5)

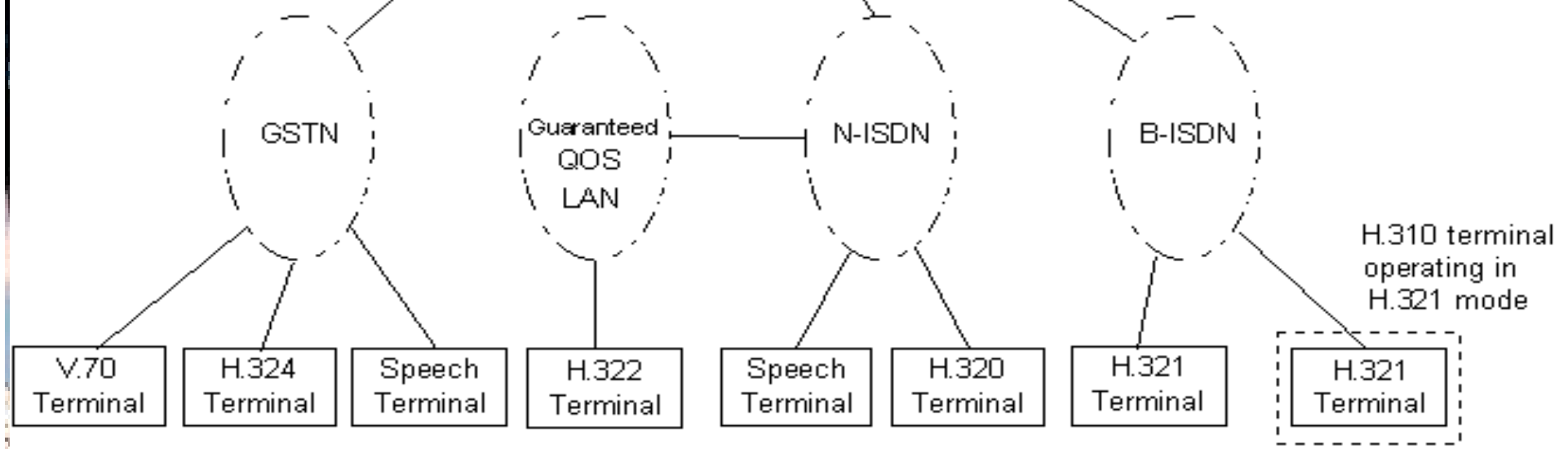
Interoperabilidad

Los terminales H.323 pueden ser utilizados en configuraciones múltiples, y su vez pueden comunicarse con terminales que sean parte de redes diferentes a la suya, como por ejemplo, terminales en REDES B-ISDN (Broadband ISDN) o redes inalámbricas, etc

Scope of H.323



(Note)



Note: A gateway may support one or more of the GSTN, N-ISDN and/or B-ISDN connections.

Puntos terminales y entidades

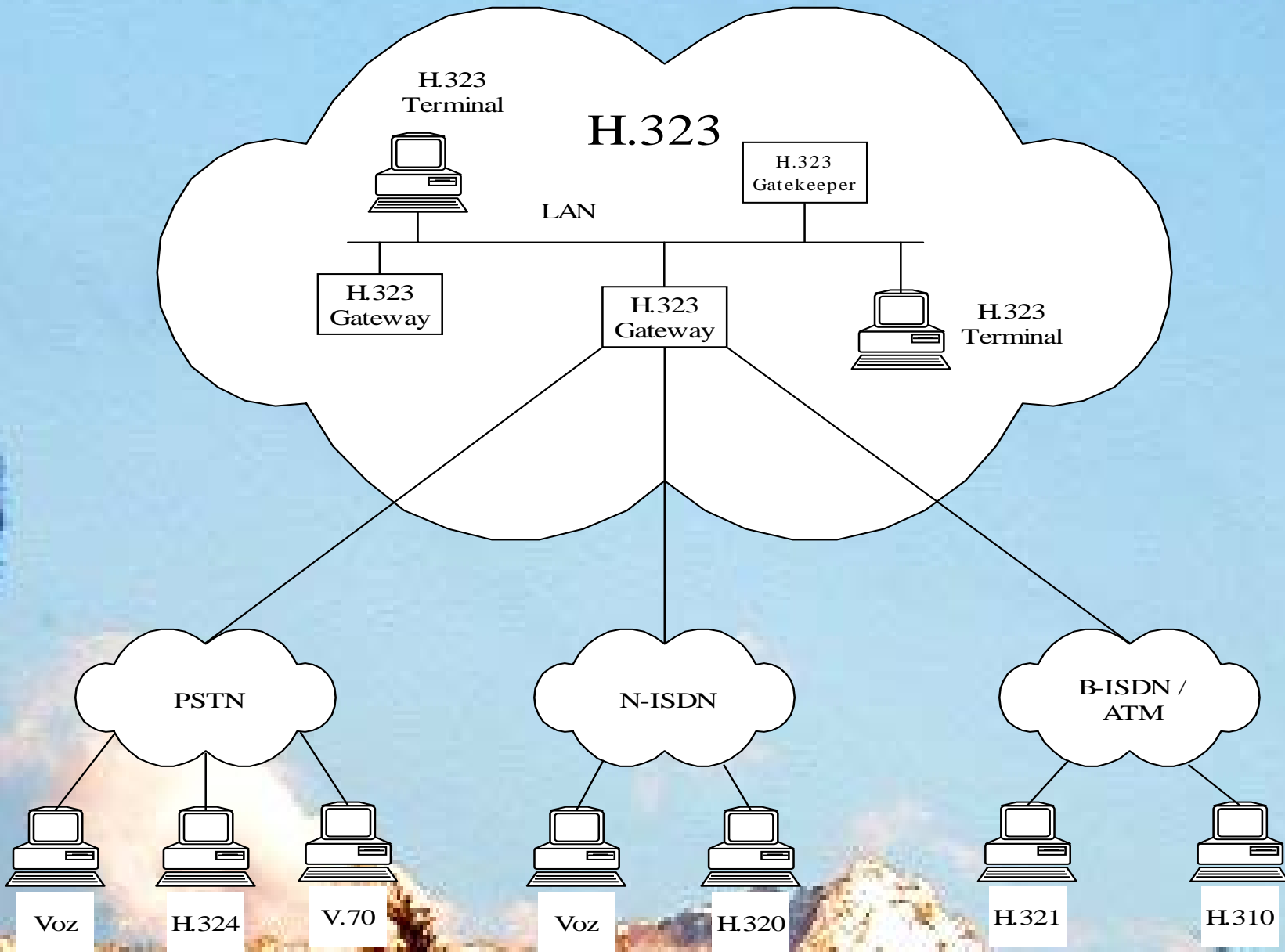
Los puntos terminales pueden llamar y ser llamados. Las entidades no pueden ser llamadas, sin embargo, pueden ser direccionadas para funciones específicas, como es el caso de los *gatekeepers* que pueden ser direccionadas para establecer los procedimientos para la comunicación entre terminales.

Componentes H.323

- **Terminal:** punto terminal de la LANs que puede realizar una comunicación con otro terminal, gateway o MCU que consiste en flujo de datos de control, audio, vídeo o aplicaciones.
- **Gateway:** punto terminal que provee comunicación entre terminales de la LANs y otros terminales ITU dentro de una WAN. Terminales ITU son los incluidos en las recomendaciones H.320 (ISDN), H.321 (ATM, Asynchronous Transfer Mode), H.322 (GQOS, Guaranteed Quality of Service), H.324 M (móvil).
- **Gatekeeper:** entidad que provee el servicio de traducción de direcciones y control de acceso a la LAN de terminales, gateway y MCUs en los caso que lo ameriten.
- **Multipoint Control Unit (MCU):** punto terminal que se encarga de la centralización del flujo informativo en una conferencia multicast.

Componentes H.323

- Los gateways son los encargados de conectar dos redes disímiles. realiza la traducción de la señalización, de las codificaciones de audio y vídeo y de los protocolos de transmisión entre las diferentes redes
- Los gatekeepers proveen los servicios de directorio, autorización e identificación de terminales y gateways, manejo de ancho de banda, conversión de direcciones, control de llamadas, tarificación, etc. Aunque los gatekeepers son opcionales, resultan ser esenciales para los sistemas H.323 de gran escala
- Los gatekeepers, los gateways y los MCUs son componentes lógicos separados pero que pueden ser implementados en un mismo dispositivo físico.



H.323 incluye:

RTP (Real Time Protocol, protocolo en tiempo real) que le agrega a cada trama la identificación del tipo de información que contiene, el número de secuencia y la hora en que fue generada. Esto permite que el receptor transmita la información al usuario al mismo ritmo en que fue generada y permite conocer si hubo descartes de información.

Otro protocolo que trabaja en conjunto con RTP es el **RTCP** (RTP Control Protocol) que se basa en la transmisión periódica a todos los participantes de una sesión de paquetes de control con información sobre la calidad de la comunicación.

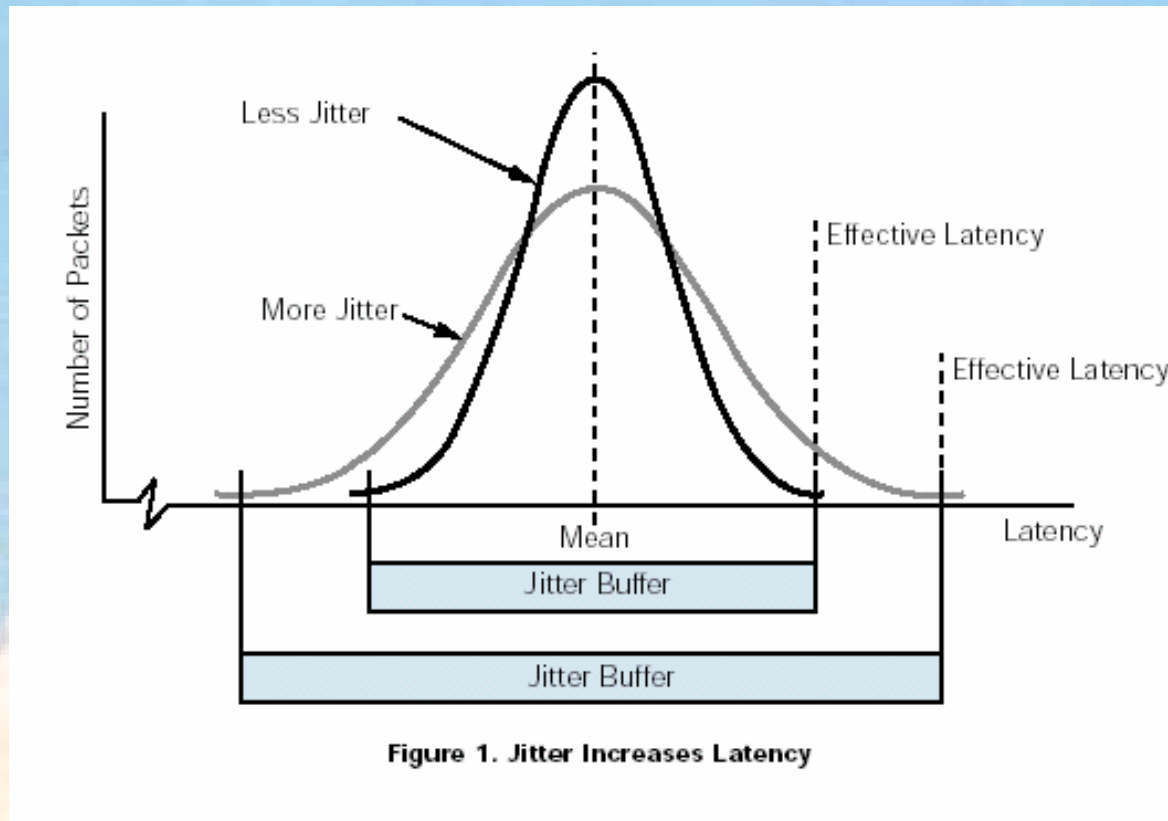
Funciones Primarias

- ENTRAMADO (FRAMING)
 - Agrupación de los datos y la información de control
- SEÑALIZACIÓN (Signaling)
 - Informa sobre el estado de cada canal
- Sincronización (TIMING)
 - Sincronización de tramas
 - Sincronización de canales
 - Sincronización de bits

Fuentes de retardo

- - Retardo de compresión.
- - Retardo de empaquetamiento de la información.
- - Retardo de espera en cola en el CPE.
- - Retardo de serialización del CPE a la WAN.
- - Retardo de transmisión hacia la WAN.
- - Retardos en la WAN.
- - Retardo de espera en cola y serialización de la WAN al CPE.
- - Retardo de transmisión hacia el CPE.
- - Retardo en la memoria de manejo de fluctuación de retardos (*jitter buffer*).
- - Retardo de descompresión.

Fluctuación de Retardo y Retardo

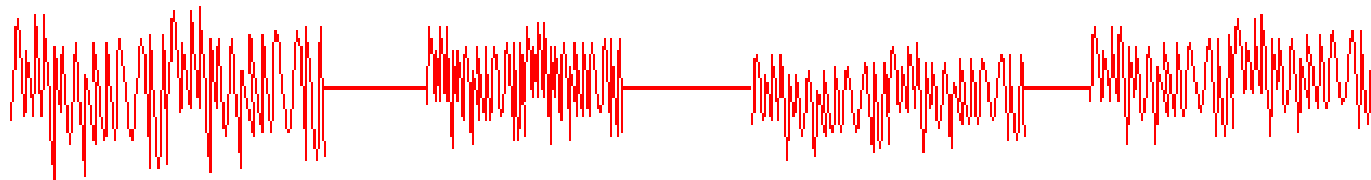


Codificación de la voz

La codificación de la voz, que comprende la digitalización y la compresión de la voz, puede ser realizada mediante tres técnicas principales: por codificación de forma de onda, por codificación basada en modelos matemáticos sobre la producción de la voz y en modelos híbridos que combinan ambas técnicas.

Conversión Analógica /Digital

Analog voice signal



Pulse Code Modulation (PCM) digital stream

10110101111010011 11001001 00100100 00111100 10010011 11100001 00100100 00111100 10010011 10110101 11010011 1100100100100100 00111100 10010011 1110000100100100

Supresión de eco y de períodos de silencio

Once PCM stream is analyzed:

```
1011010111010011110010010010000111100100100100111100001001001000011110010010110101011101001111001001001000011110010010011110000100100100
```

- Echo is removed

```
101101011101001111001001001000011110010010010011110000100100100001111001001001000011110010010011110000100100100
```

- Silence is removed by VAD

```
1011 11101 111001001 .0010011 .0010010 00100100111010101110100111100100 0000111100 1110000100100100
```

- Remaining PCM samples are forwarded to the CODEC

```
101101011101001111001001001000011110010010011110000100100100001111001001001001011010111010011
```

Factores que afectan la calidad de la voz

- Retardo (Latency)
- Fluctuación del Retardo (jitter)
- Pérdida de Paquetes
 - Paquetes aislados
 - Ráfagas de paquetes
- Compresión de voz
- Eco
- Distorsión de digitalización

MOS de los métodos de compresión de voz

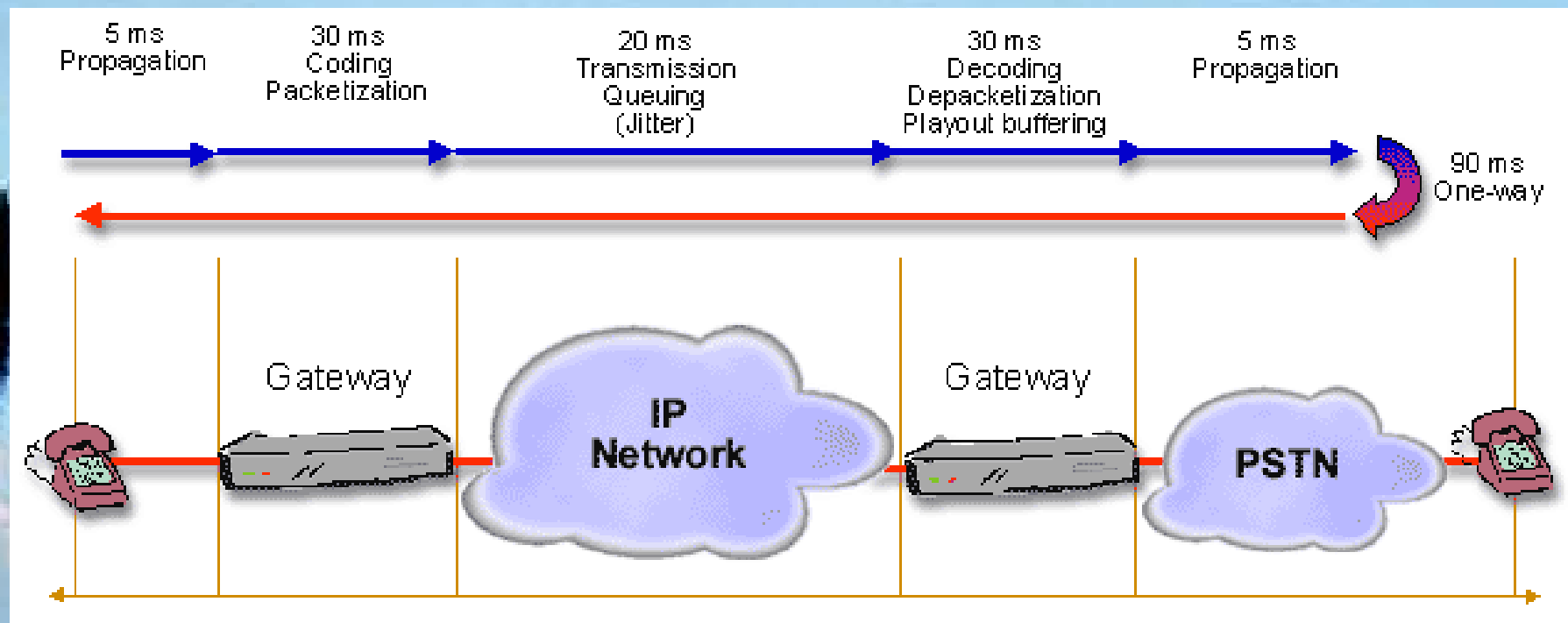
Método de compresión	Velocidad requerida	MOS
PCM (G.711)	64 kbps	4.4
ADPCM (G.726)	32 kbps	4.2
LD-CELP (G.728)	16 kbps	4.2
CS-ACELP (G.729)	8 kbps	4.,2
MPMLQ (G.723.1)	6.3 kbps	3.98
ACELP (G.723.1) Recomendado para I	5.3 kbps	3.5

ITU-T G.107 presents a mathematical model, known as the E-Model, which attempts to predict QoS scores using more objective impairment factors. TIA/EIA TSB116 provides a comparison of E-Model Rating Values (R) and MOS scores. See Table 1 for details. An R-Value of 94 is equal to a MOS of 4.4¹

R-Value	Characterization	MOS
90-100	Very satisfied	4.3+
80-90	Satisfied	4.0-4.3
70-80	Some Users Dissatisfied	3.6-4.0
60-70	Many Users Dissatisfied	3.1-3.6
50-60	Nearly All Users Dissatisfied	2.6-3.1
0-60	Not Recommended	1.0-2.6

Table 1. Comparison of R-Values and MOS Scores

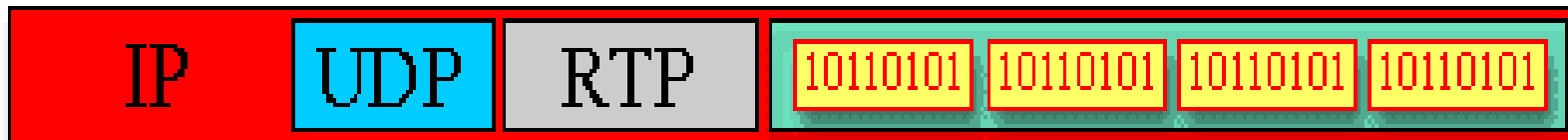
Retardos



Conversión de números telefónicos en direcciones IP

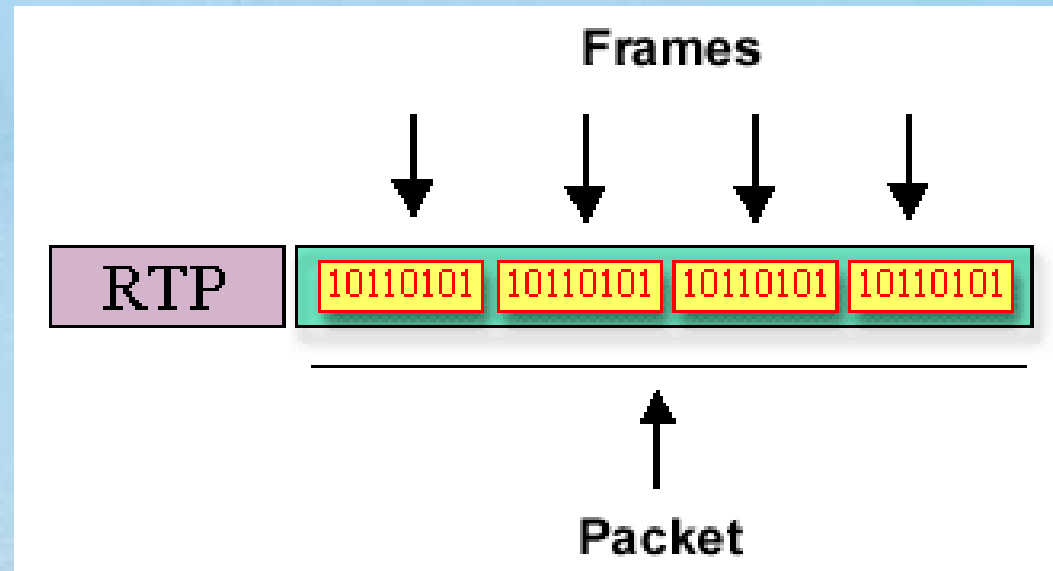
Phone number is mapped to an IP address

301-999-1212 = 192.128.100.2



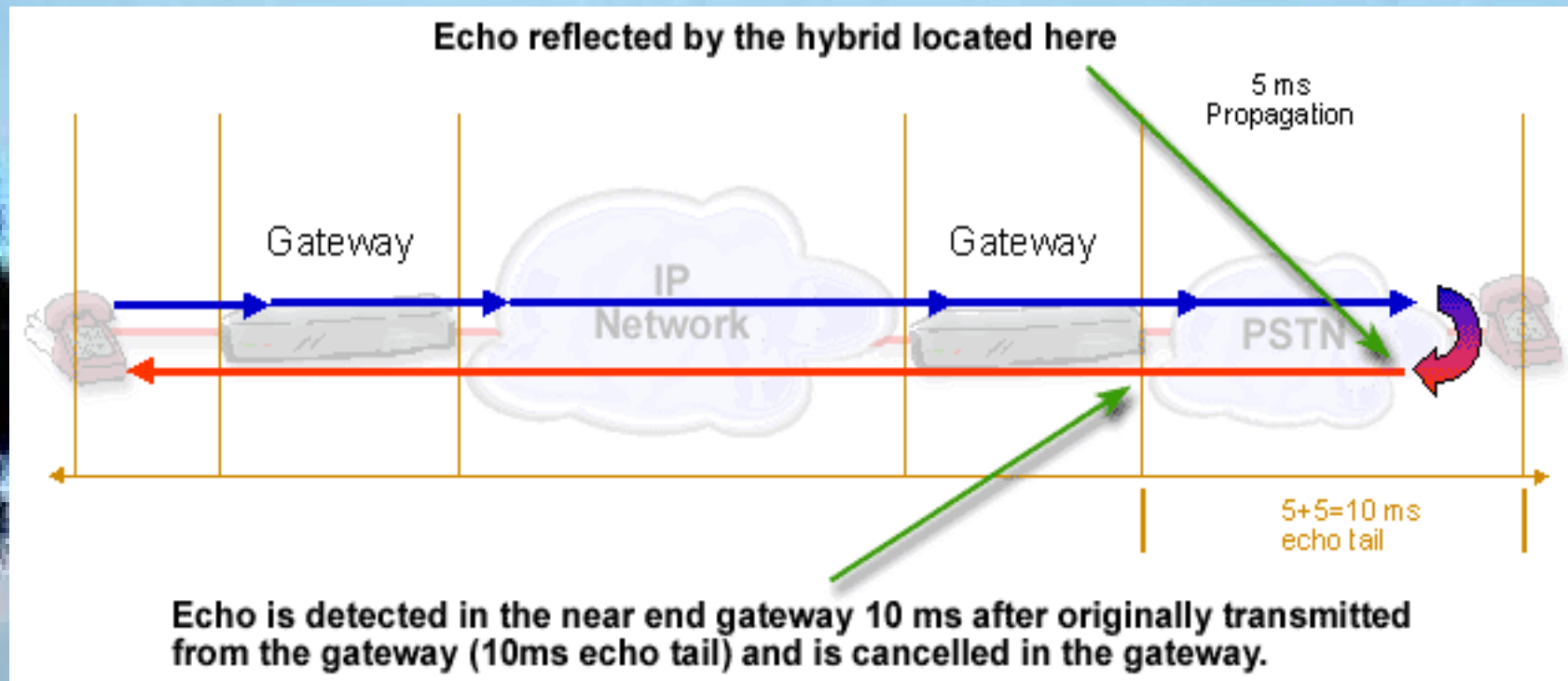
Se añaden 8 bytes the UDP y 20 bytes de UDP que contienen la dirección de este gateway, la dirección de fuente y la dirección del gateway de destino de destino, así como los puertos

Combinación de tramas en un paquete

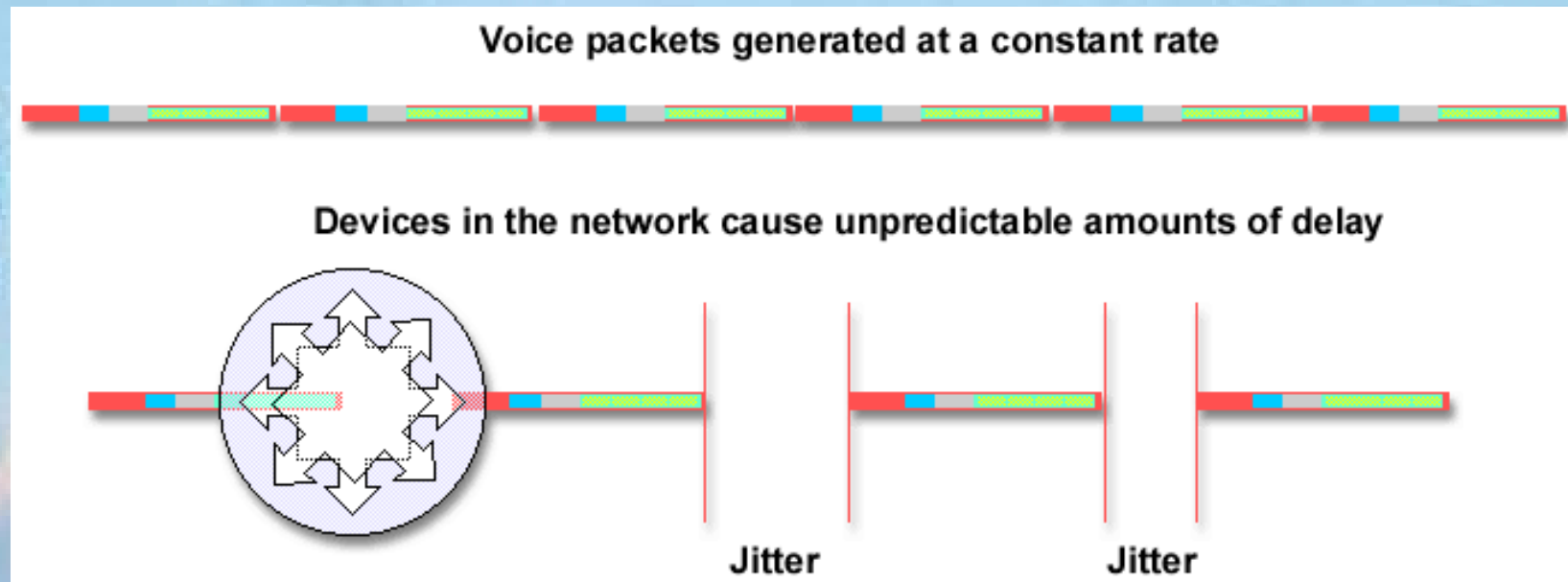


Se añade un encabezado Real Time Protocol (RTP) de 12 bytes que permite el ordenamiento de los paquetes y su priorización respecto a los paquetes de datos

Eco



Fluctuación de Retardo (jitter)



Codec	Velocidad (kbps)	Segmento (bits)	Segmentos/s	Duración (ms)	Retardo (ms)
G.711 (PCM)	64	8	8000	0.125	0.125
G.721 (ADPCM)	32	4	8000	0.125	0,125
G.723 (ADPCM)	24 – 40	3 – 5	8000	0.125	0.125
G.726 (ADPCM)	16 – 40	2 – 5	8000	0.125	0.125
G.727 (ADPCM)	16 – 64	2 – 8	8000	0.125	0.125
G.729 (CS-ACELP)	8	80	100	10	15
G.728 (LD-CELP)	16	10	1600	0,625	0.625
G.723.1	6.3	189	33.33	30	37.5
G.723.1	5.3	159	33.33	30	37.5

Recomendaciones ITU-T serie G

- **G.711 Modulación PCM para frecuencia de voz Audio hasta 3KHZ a 48, 56 ó 64 kbps.**
-
- **G.723 Codificación para Comunicación Multimedia a 5.3 y 6.3 kbps.**
-
- **G.728 Codificación de 15 kbps usando Low-Delay code Excited Linear Prediction.**
-
- **G.729 Codificación para Transmisión Multimedia a 8 ó 13 kbps.**

Recomendaciones ITU-T Serie T

- **T.120** Protocolos para transferencia de datos multimedia en aplicaciones multipunto.
- **T.121** Patrón General de Aplicaciones.
- **T.122** Servicio de Comunicación Multipunto para conferencias Audiovisuales y Audiográficas.
- **T.124** Control de conferencia para terminales Audio Visuales y Audio Gráficos.

Componentes del Retardo (Latency)

- Retardo de paquetización
- Retardo de propagación
- Retardo de transporte
- Retardo del *jitter buffer*

Factores que afectan la calidad de la voz

Interrelación entre los factores

- La fluctuación del retardo (jitter) se puede controlar con memorias temporales (buffers), a expensas de un aumento del retardo
- Los “codecs” que comprimen en mayor escala introducen más retardo
- Eco

Factores que afectan la calidad de la voz en sistemas inalámbricos

- Exceso de tráfico en el dominio de colisión
 - Desechado de paquetes
- Demasiada fluctuación de retardos
 - Saturación del *jitter buffer*

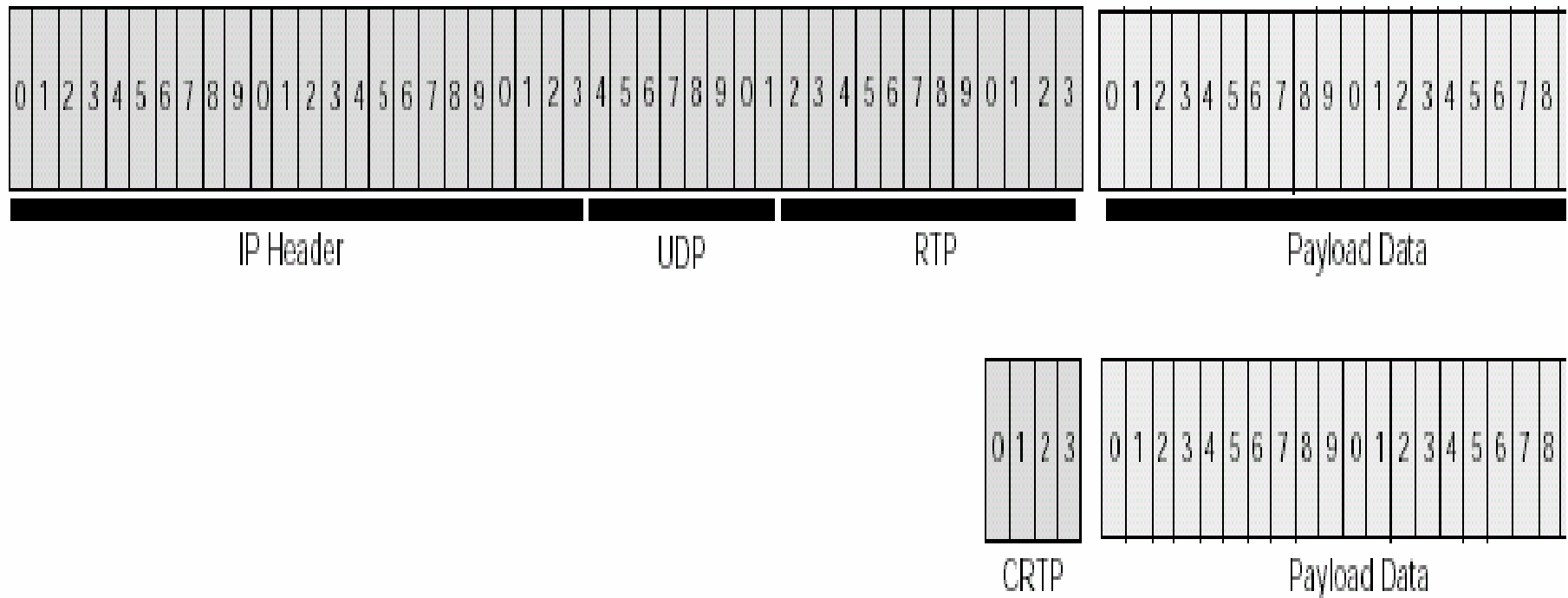
Mejoras en la calidad de la voz en sistemas inalámbricos

- Reducción del retardo
 - Compromiso con el ancho de banda
- Reducción de la fluctuación de retardos
- Reducción de la pérdida de paquetes
 - Asignar prioridad a la voz

Ahorro de ancho de banda

- Compresión de encabezados
- Supresión de silencio
- Empaquetado de tramas
- Control de admisión

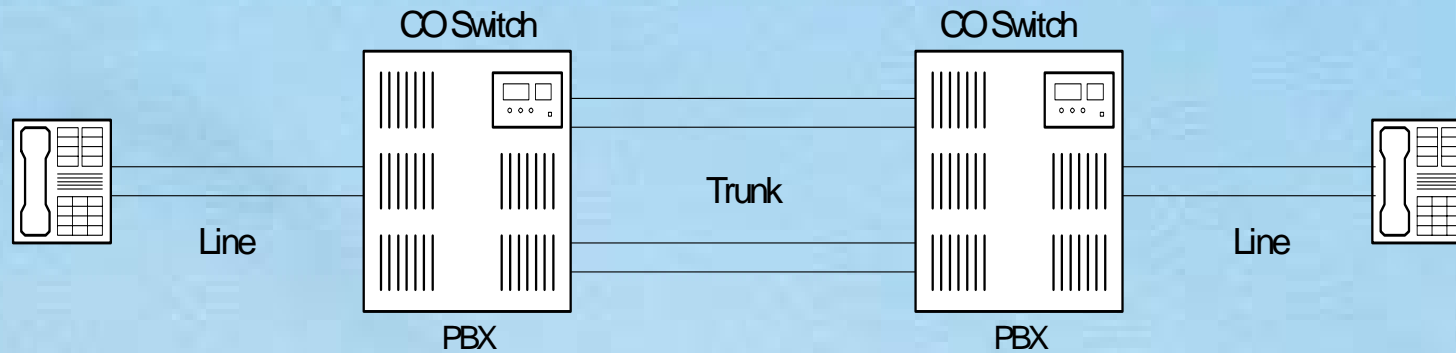
Compresión de Encabezados



Interfaces de Voz

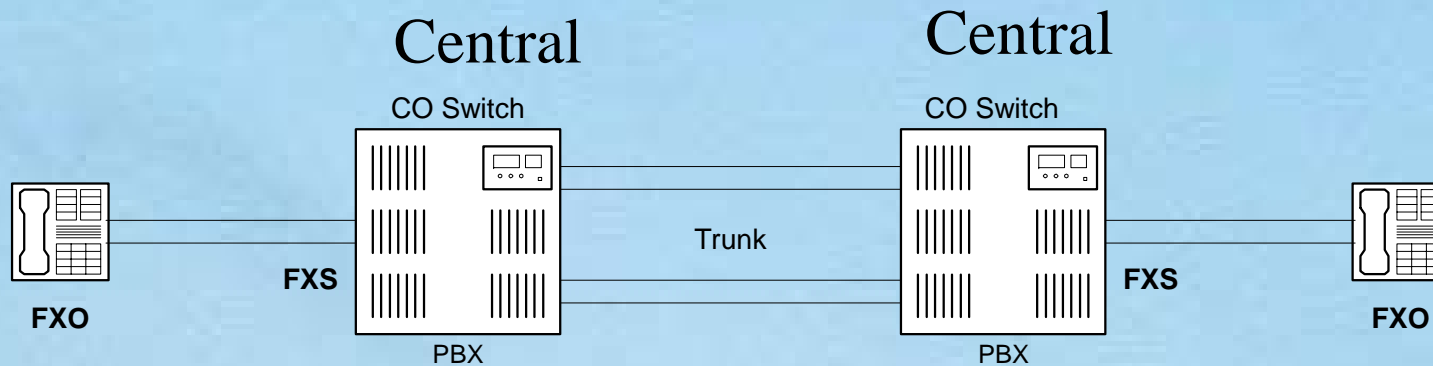
- E&M: “Ear and Mouth” a ser usadas para conexión a un troncal.
- FXO: “Foreign Exchange Office” a ser usadas para conexión a la Central (Central Office o CO).
- FXS : “Foreign Exchange Station” a ser usada para conectar un Fax o a una unidad de teléfono.

Telefonía Clásica



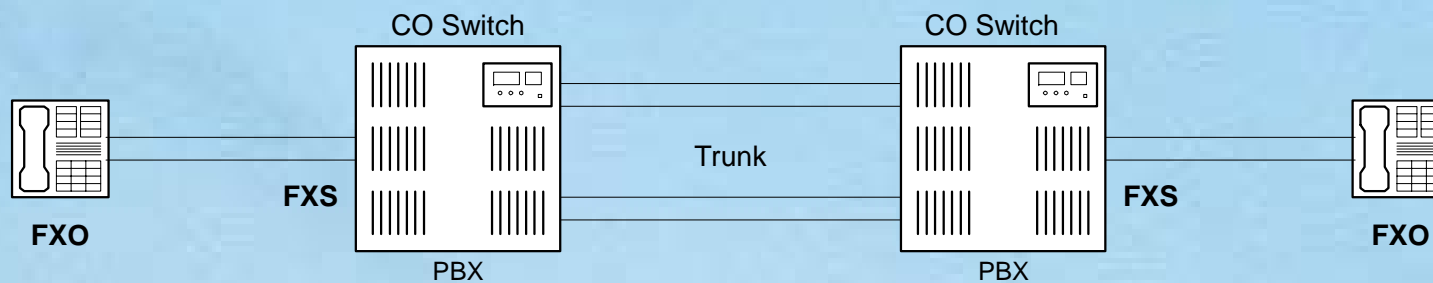
- Lazo Local (Local Loop)
 - Líneas de 2 hilos (Tip & Ring)
- Central (CO)
 - Termina el Local Loop
 - Termina el Troncal

FXO y FXS



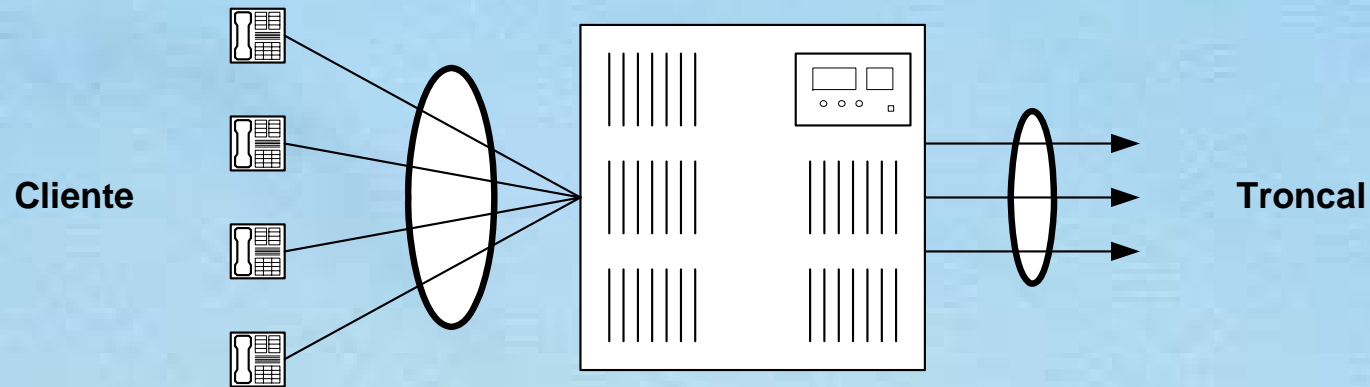
- Usualmente el Local Loop está en modo Loop Start
- FXO se conecta a una PBX o a una CO
- FXS se conecta a un aparato telefónico o a una línea y genera el timbre.

FXO y FXS



- FXO detecta el voltaje de timbre, cierra el lazo cuando se levanta el auricular y lo abre cuando el teléfono esta colgado
- FXO se comporta como la red telefónica y se conecta a una línea de dos hilos

Interfaces Analógicas y Señalización



- Loop Start
- Ground Start

Interfaces Analógicas y Señalización

- La Central mantiene un voltaje un el lazo de abonado, nominalmente 48 V dc, llamado voltaje de batería
- Cuando el teléfono esta descolgado, un interruptor en la central corta el paso de corriente. Al descolgar el teléfono se cierra este interruptor y empieza a fluir corriente en el circuito local (loop) y se inicia el procedimiento para producir el tono de discar

Interfaces Analógicas

Loop Start

- 2 hilos transportan tanto la voz como la señalización
- Usada típicamente con teléfonos analógicos

Interfaces Analógicas

Ground Start

- 2 hilos transportan la voz y la señalización
- Usada típicamente en centralitas y enlaces entre centrales (trunks)

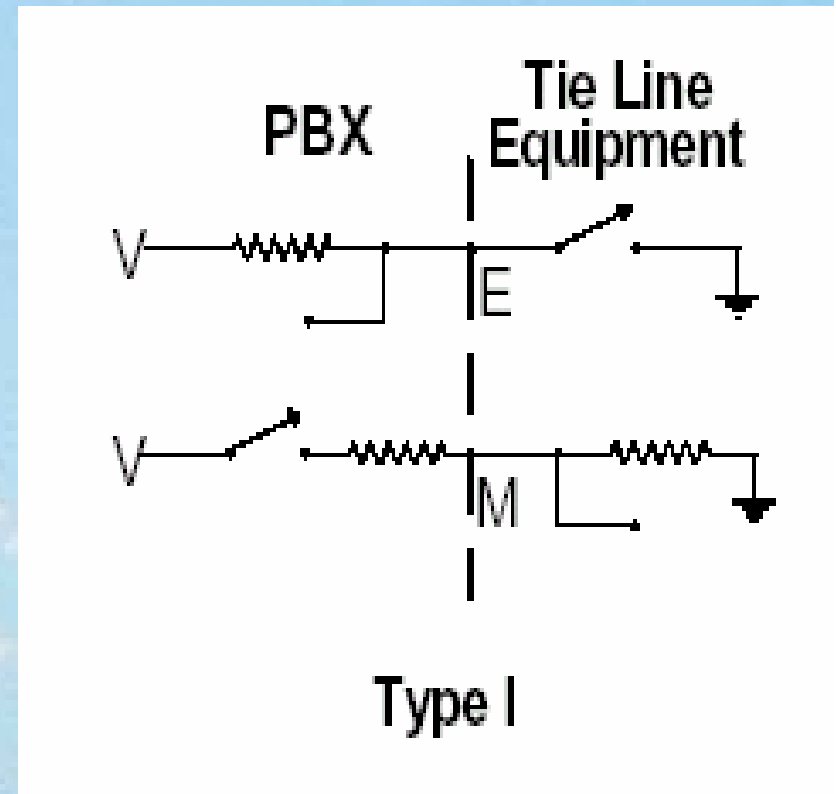
Interfaces Analógicas

E & M (Ear & Mouth - Oído y Boca)

- Existen 5 variantes de este tipo de señalización
- La señalización se transporte en 2 hilos independientes de los que utiliza la voz, que a su vez puede emplear 2 o cuatro hilos
- Se utiliza en enlaces entre centrales (trunks)
- Emplea generalmente conectores RJ-45
- La PBX origina la señal M y acepta la E

Señalización E&M

Tipo I – Mayormente usada en Norte América (99% de las PBX). La línea le envía la señal “E” a la PBX conectando este terminal a tierra. La PBX lo detecta por el incremento de corriente. La PBX y la línea comparten una tierra común .

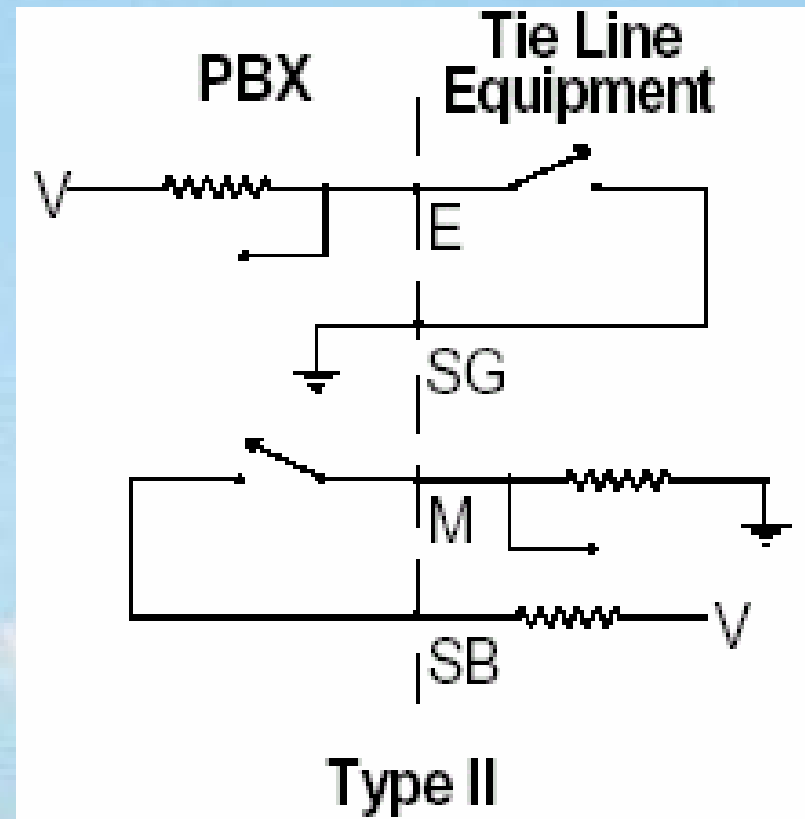


Señalización E&M

Tipo II – 4 hilos.

Mayormente usada en centrales electrónicas.

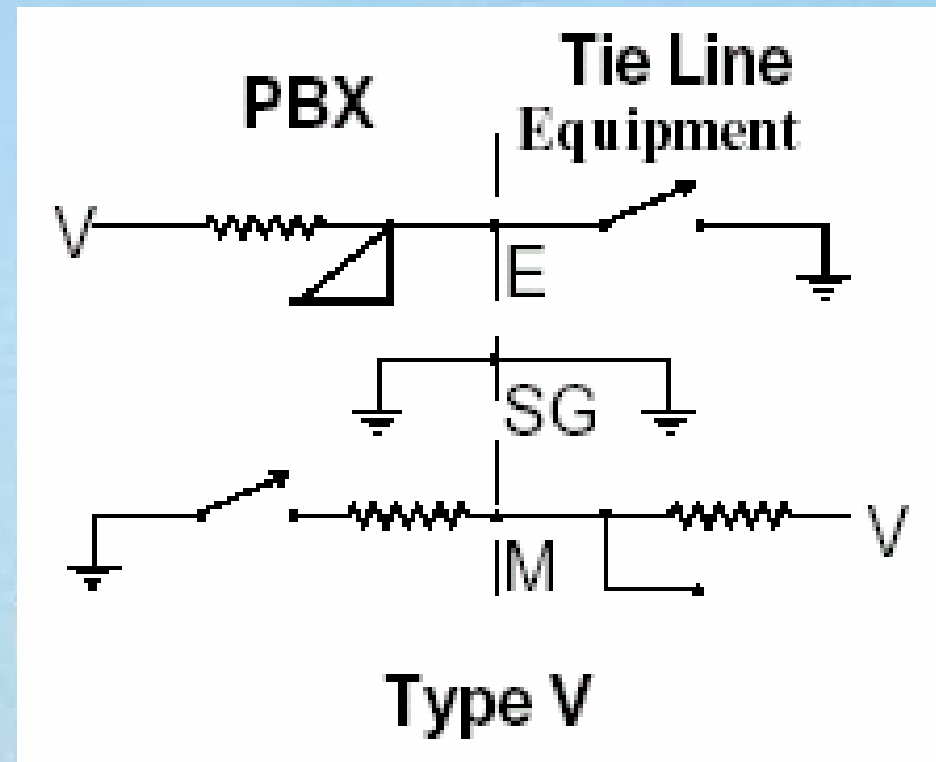
La PBX y la línea no requieren una tierra común, dándole mayor inmunidad al ruido



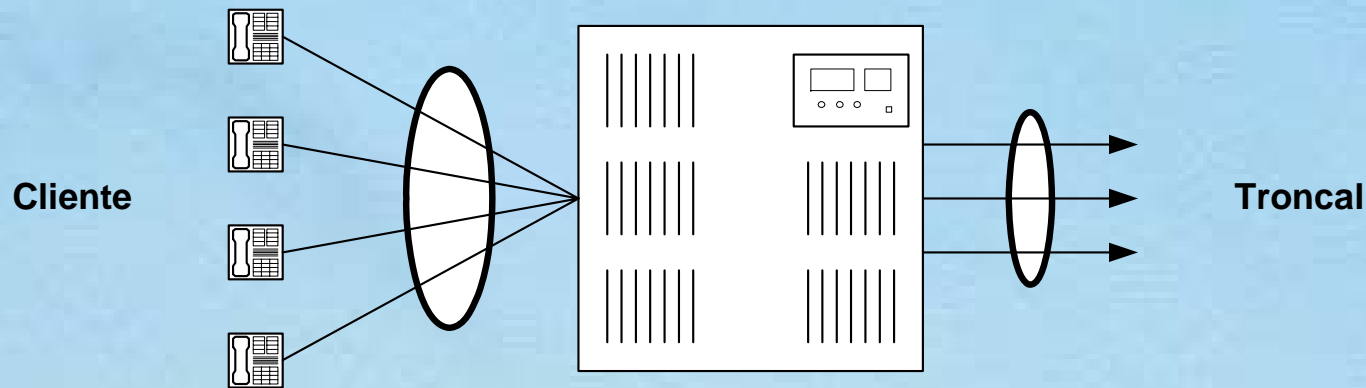
Señalización E&M

Tipo V

Mayormente usada fuera de Norte América. Utiliza dos hilos y una tierra común.

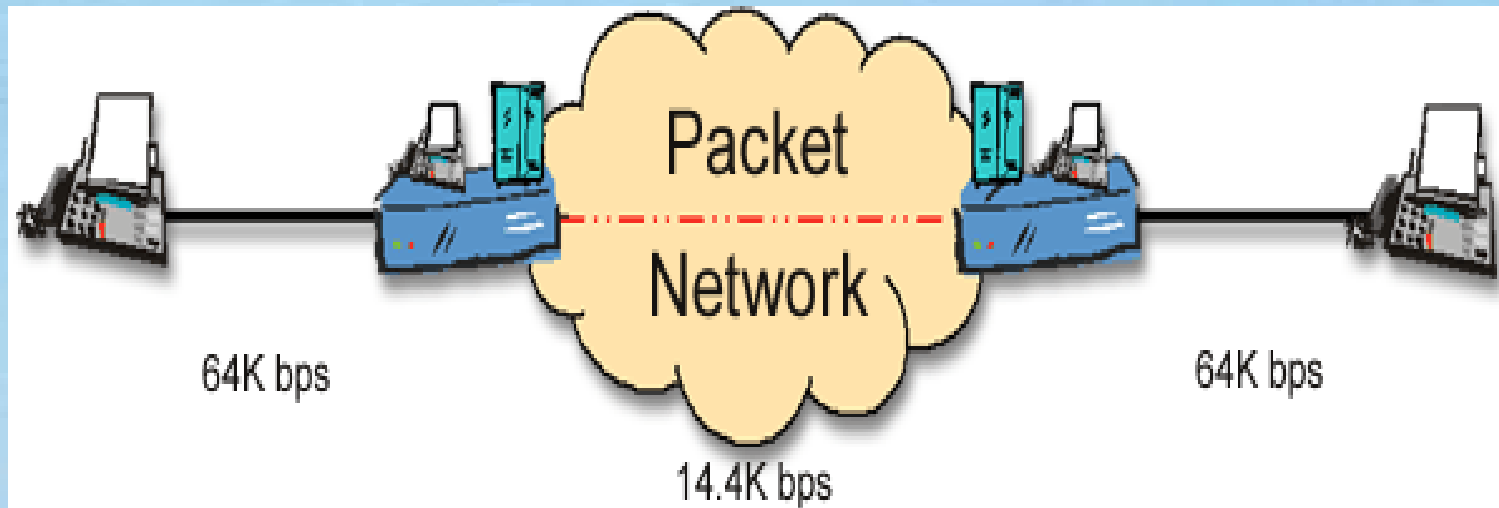


Interfaces Digitales y Señalización



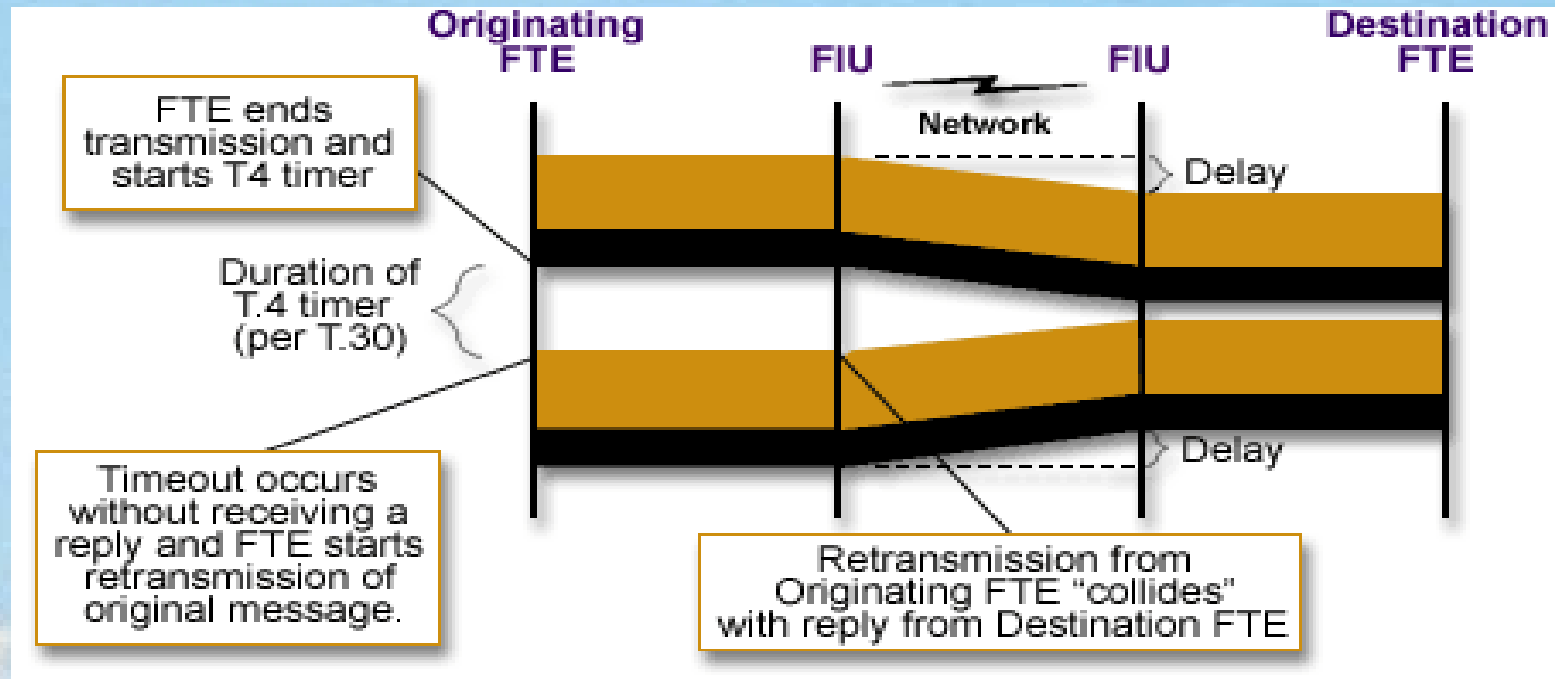
- T-1/E-1 son sistemas digitales diseñados para transportar voz y datos
- T-1 combina 24 canales de 64 kbps en un circuito
- E-1 combina 30 canales de 64 kbps en un circuito

Fax sobre IP



Es necesario emular la central telefónica y **también** el fax remoto, extraer los datos del mensaje fax y encapsularlos en paquetes, para luego volverlos a modular para su entrega al fax remoto.

Fax sobre IP



El fax es más sensible a los retardos que la voz. Si la máquina remota no recibe una respuesta (usualmente en 3 s) retransmite o desconecta la llamada. El adaptador debe entonces simular el fax remoto. "Spoofing"

¿Preguntas?

Ermanno Pietrosemoli

Fundacion EsLaRed

ULA

Ermanno@ula.ve