

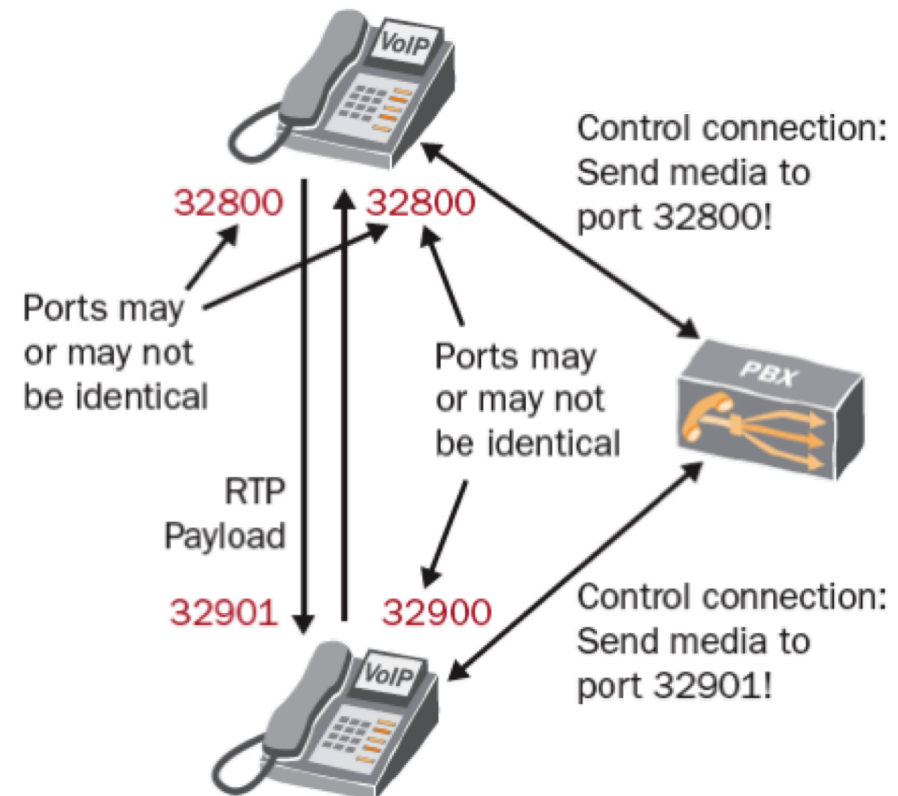
Transporte de Voz

Area de Ingeniería Telemática

<http://www.tlm.unavarra.es>

Esquema básico de flujos en VoIP

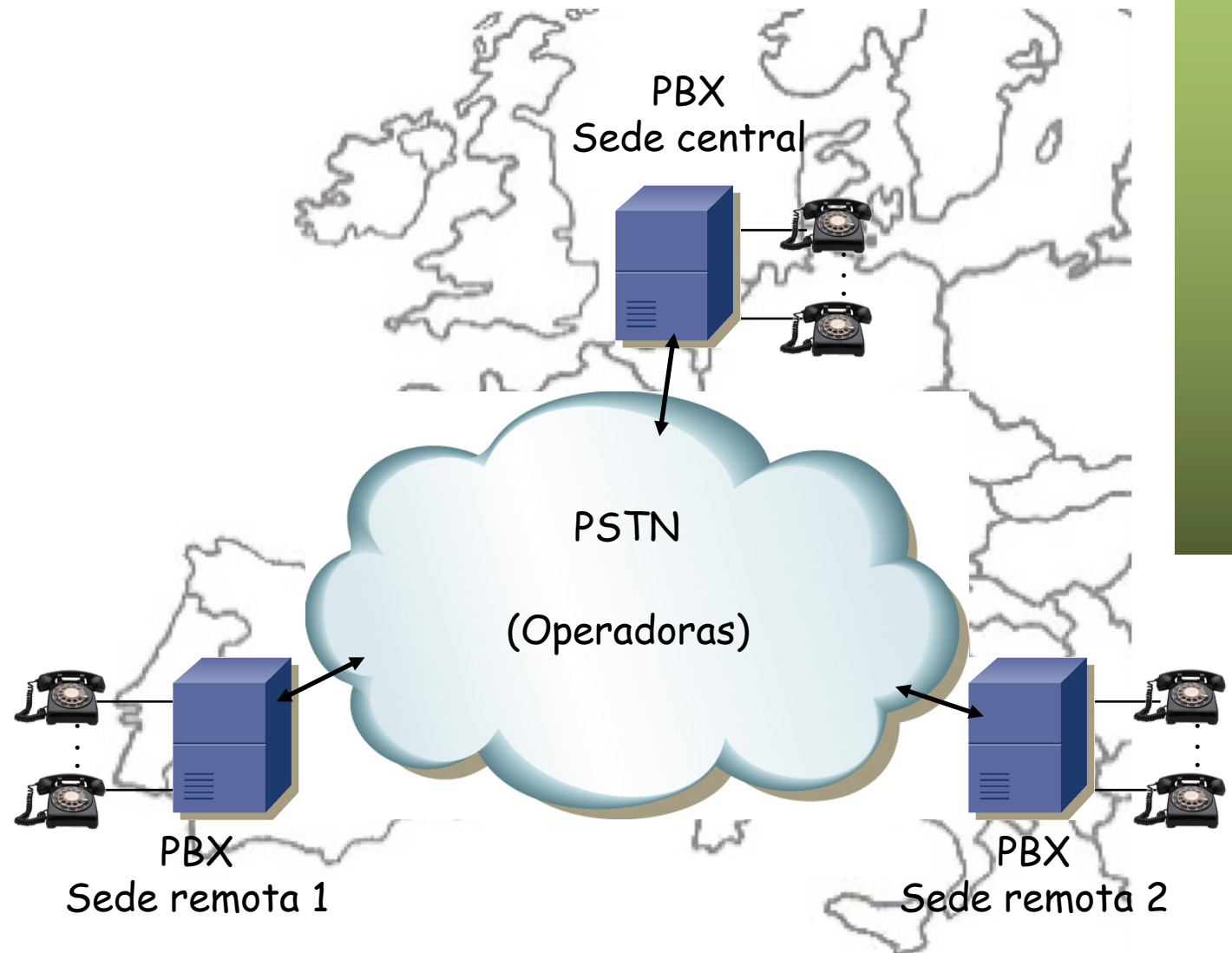
- Dos tipos de flujos
 - Voz, generalmente directa entre los peers (RTP)
 - Señalización, entre peers o con servidores (SIP, H.323, MGCP...)
- Diferentes requisitos de calidad



Voz en escenarios privados

Voz entre sedes

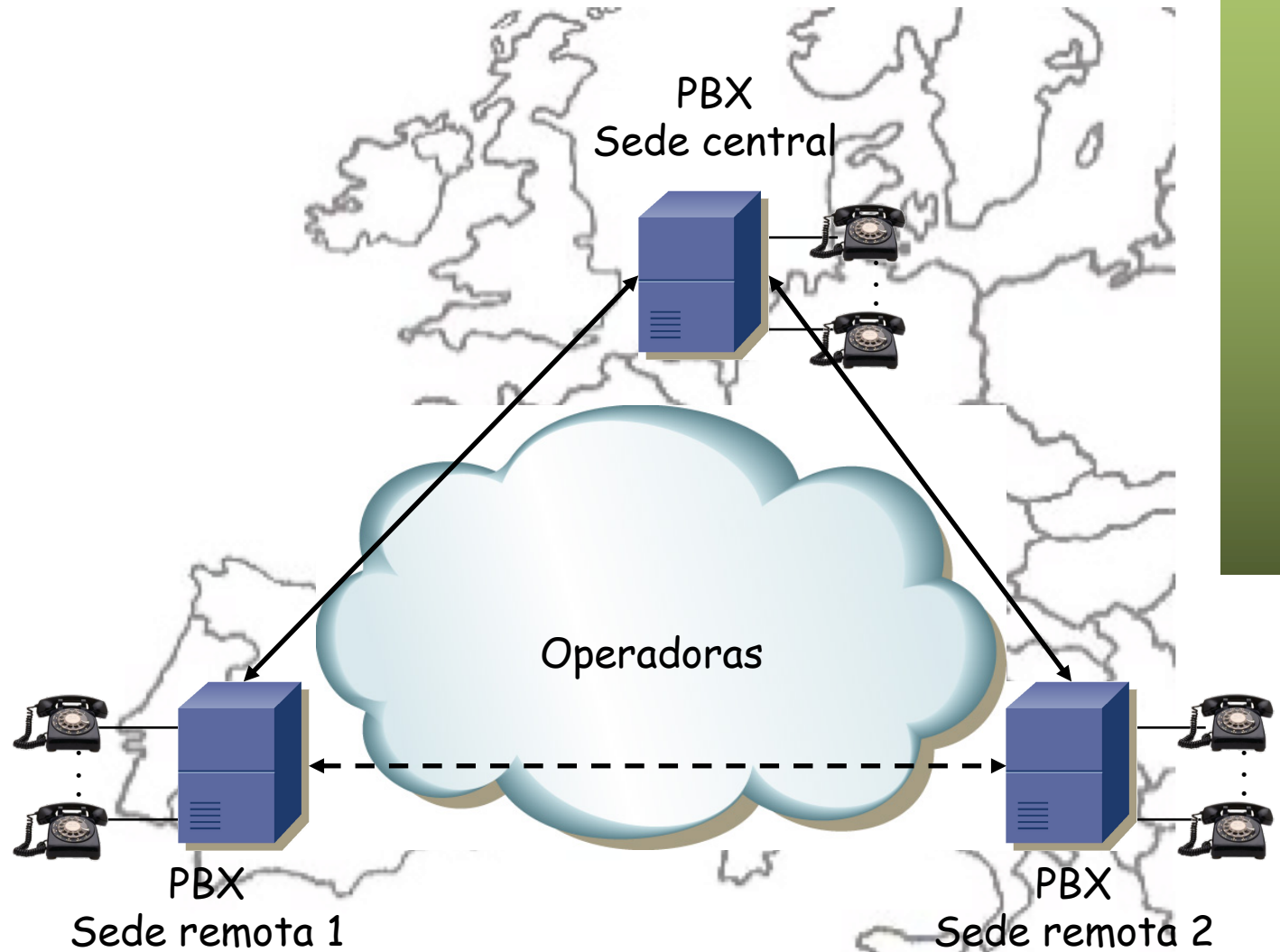
Mediante llamadas por la red pública



PBX = *Private Branch eXchange*

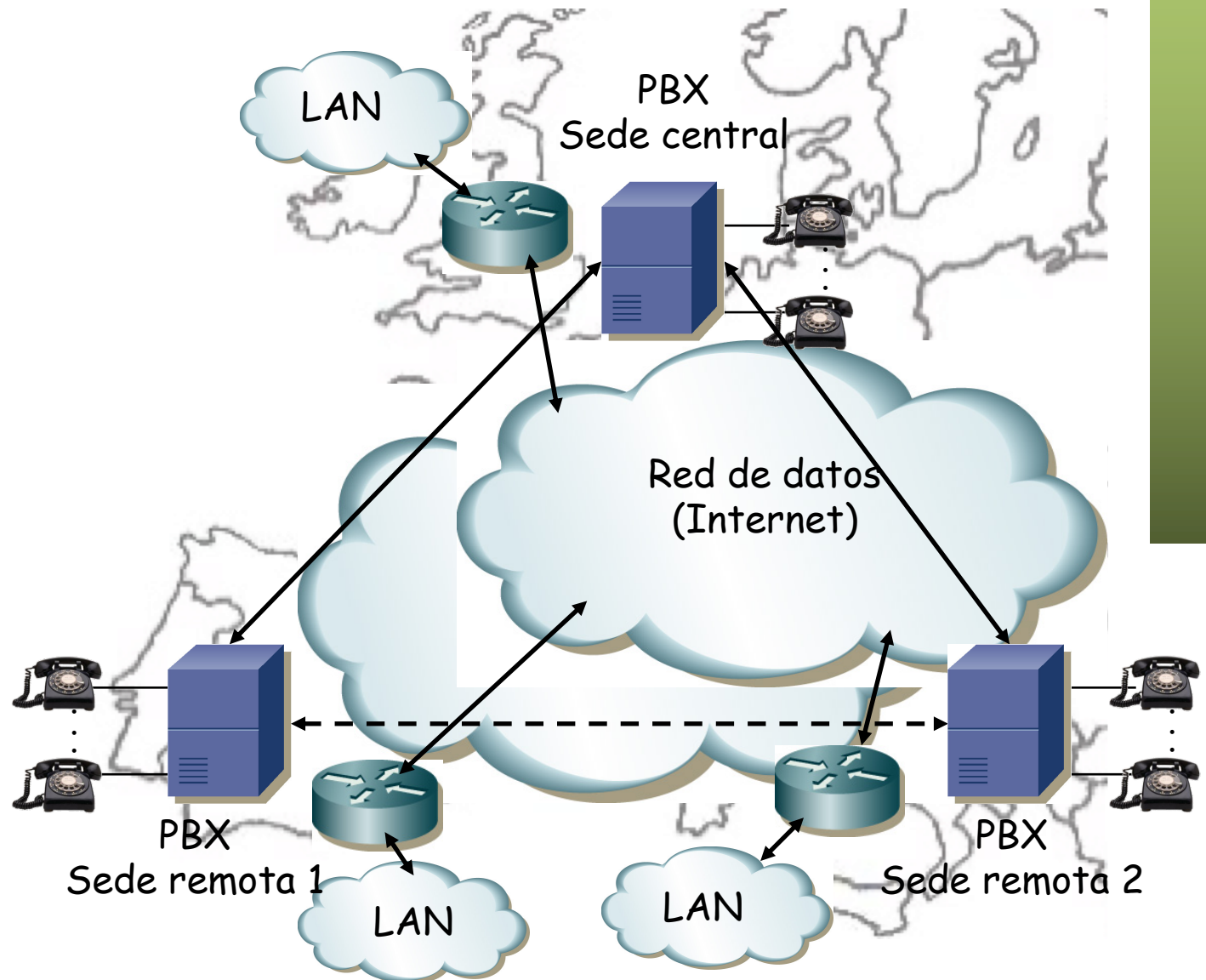
Voz entre sedes

Enlaces dedicados (malla o hub)



Voz + datos

Probablemente tenga enlaces de datos simultáneamente



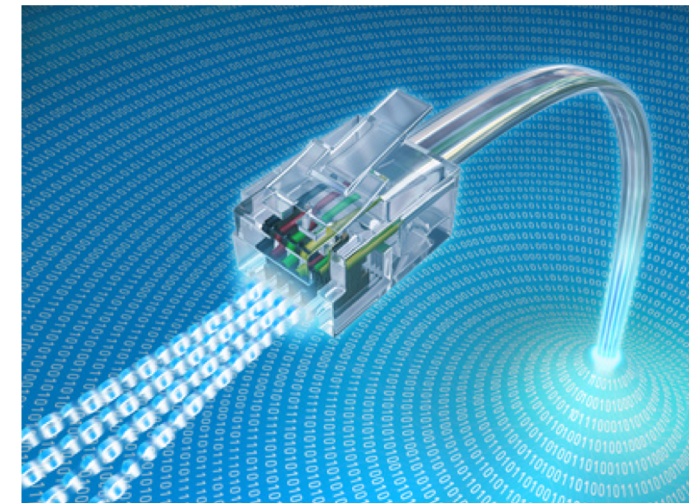
¿Por qué dejar de usar TDM?

- Utilizar la misma infraestructura de datos: reduce CAPEX y OPEX
- Negocio:
 - Añadir más servicios al cliente
 - Telcos añaden datos, ISPs añaden voz
- (...)



¿Por qué dejar de usar TDM?

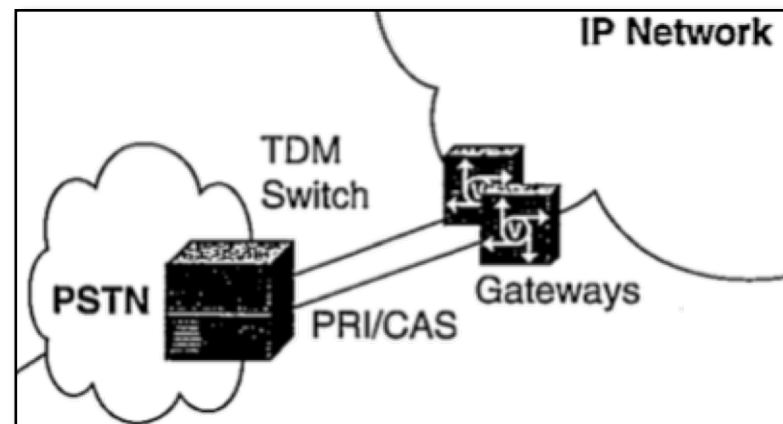
- Aumentar la cantidad de llamadas que se pueden cursar por un enlace
 - *Voice compression*
 - vs los 64 kbps PCM
 - Cuidado, reduce la calidad
 - *Silence supresion*
 - *VAD = Voice Activity Detection*
 - Habla tiene en torno a un 40-50% de actividad frente al tiempo total
 - *Statistical gain*
- Más sencillo incluir nuevos servicios de valor añadido
- Hacer escalabilidad más sencilla
- Simplificar enrutamiento alternativo



Terminología PSTN-VoIP

(Media) Gateway

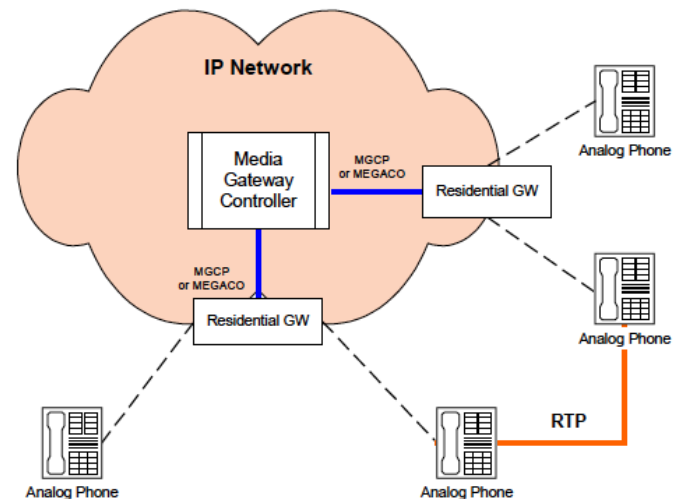
- En cualquiera: H.323, SIP, MGCP, Megaco
- Terminación de llamadas entre un medio y otro
- “Traduce” voz y también la señalización
- Generalmente entre la PSTN y la red de datos
- O puede ser entre dos partes de la red con diferentes requisitos
 - *Transcoding* (cambio de codificador)
 - Diferente señalización (entre SIP y H.323)
- *Residential Gateway, Access Gateway, Business Gateway, Trunking Gateway, Signaling Gateway*



Terminología PSTN-VoIP

Media (Gateway) Controller

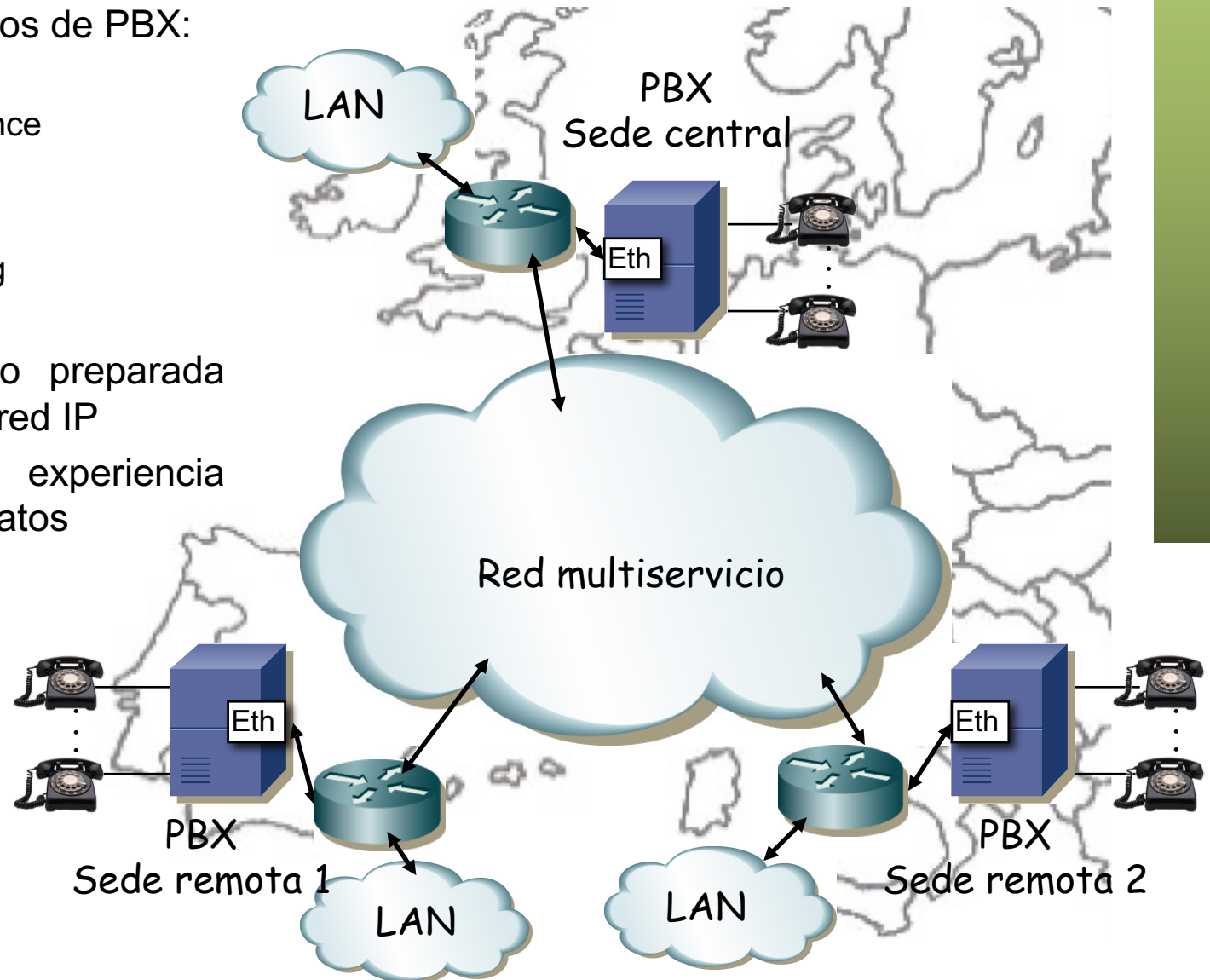
- Controla Media Gateways para proveer llamadas extremo a extremo
- Registro de llamadas, autenticación, autorización, encaminamiento, facturación, gestión de recursos ...
- Traducción de direcciones (de nº telef., URL, e-mail, etc a dirección IP)
- Cada MGC controla una *zona*
- Media Gateway Controller en Megaco/H.248.1
- A.k.a. Call Agent en MGCP
- a.k.a Gatekeeper en H.323
- Media Server, Telephony Server,
- Call Manager, Virtual Switch,
- Softswitch...



Convergencia

PBXs con interfaces IP (Ethernet)

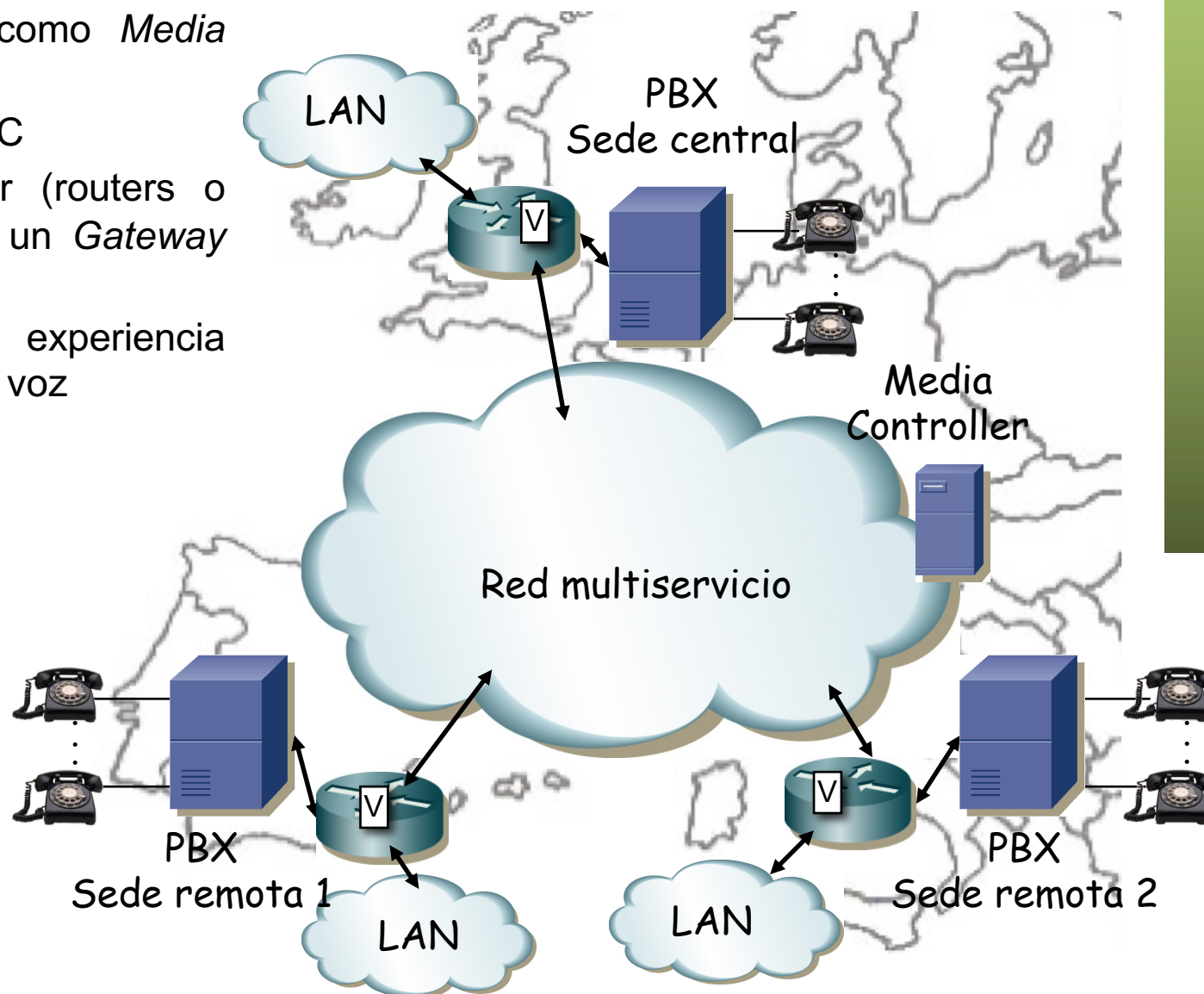
- Reutiliza servicios de PBX:
 - Call transfer
 - Call conference
 - Paging
 - Bridging
 - Group calling
 - Etc.
- Señalización no preparada para delays en red IP
- Fabricante con experiencia en voz, no en datos



Convergencia

PBXs trunk TDM y conversión en router

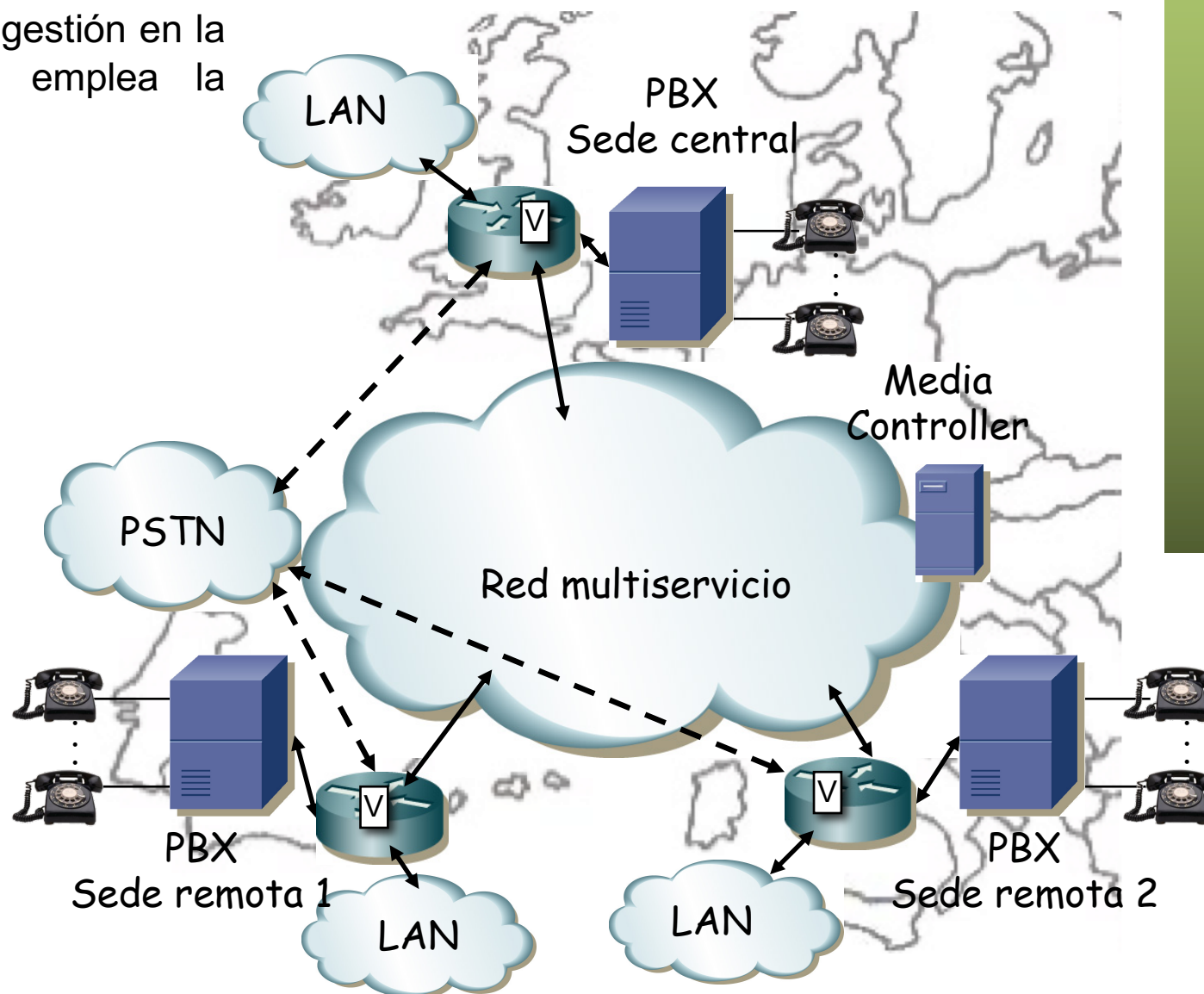
- Router actúa como *Media Gateway*
- Puede ser un PC
- En algún lugar (routers o externo) habrá un *Gateway Controller*
- Fabricante con experiencia en datos, no en voz



Convergencia

Multi-Point Switched Gateway

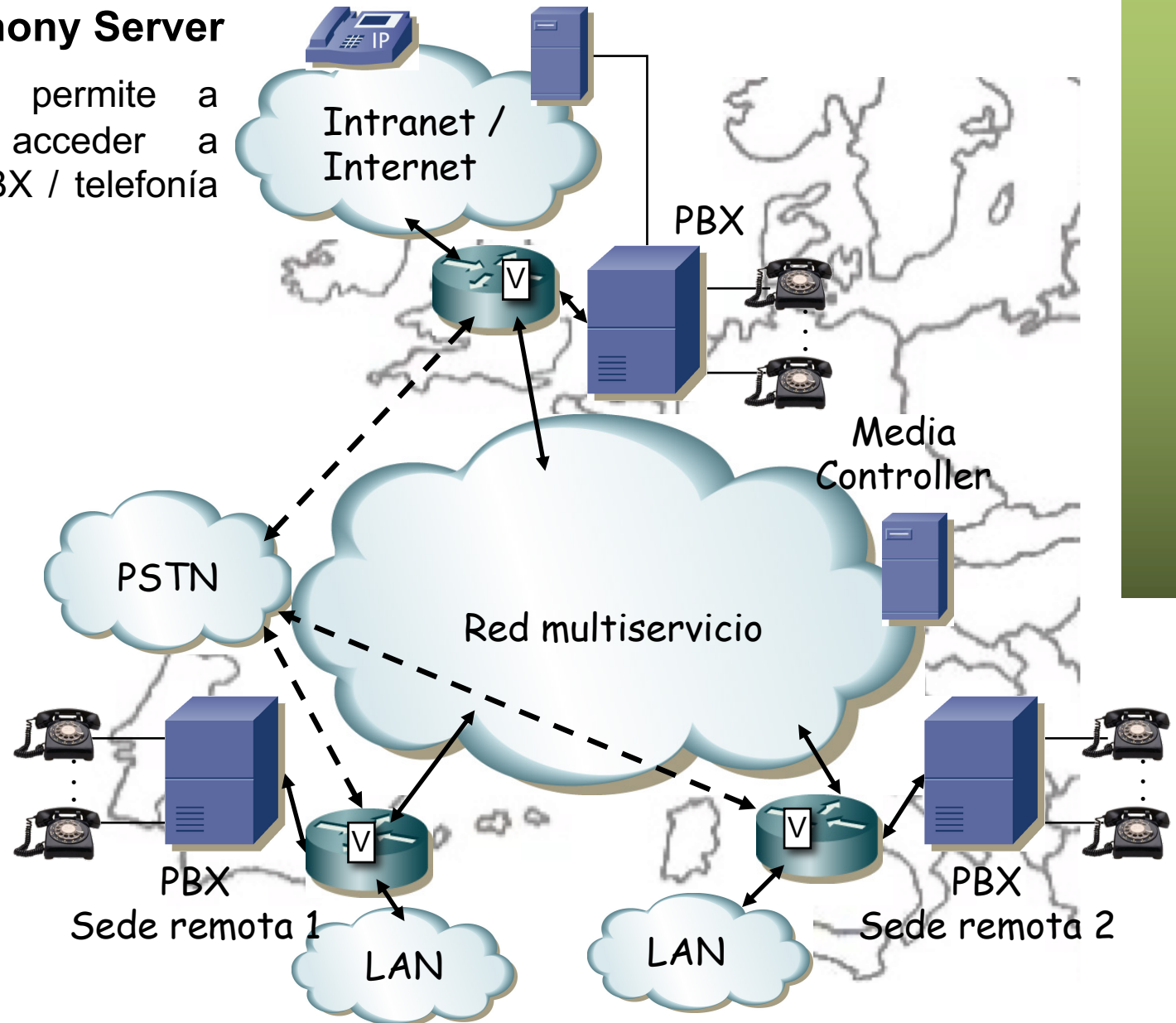
- En caso de congestión en la red de datos emplea la PSTN



Convergencia

(Remote) Telephony Server

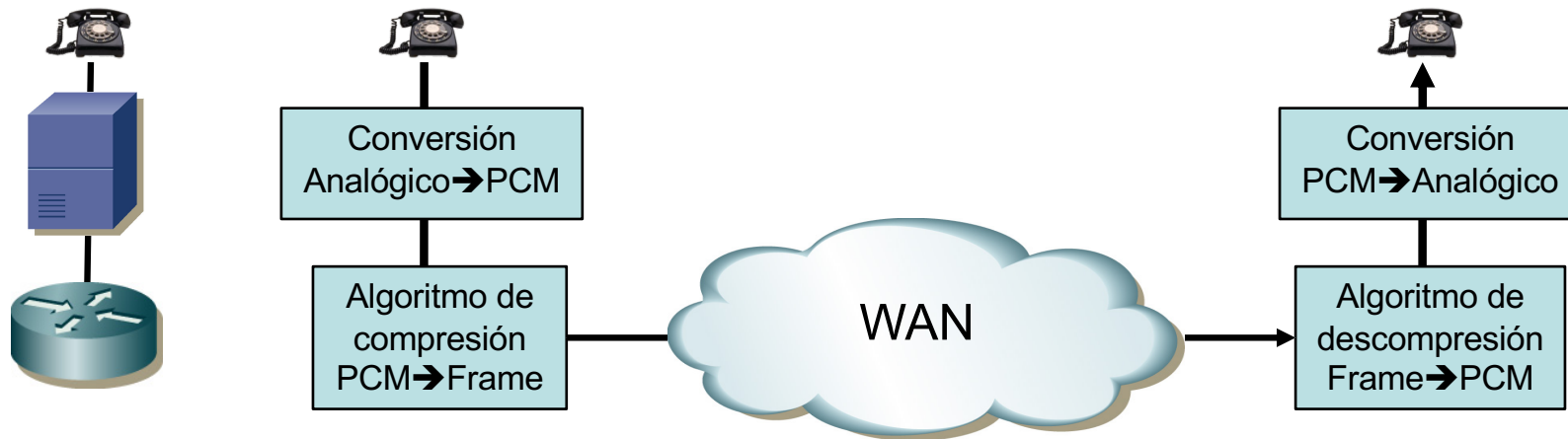
- Gateway que permite a teléfono IP acceder a servicios de PBX / telefonía tradicional



Codificación

Flujo extremo a extremo

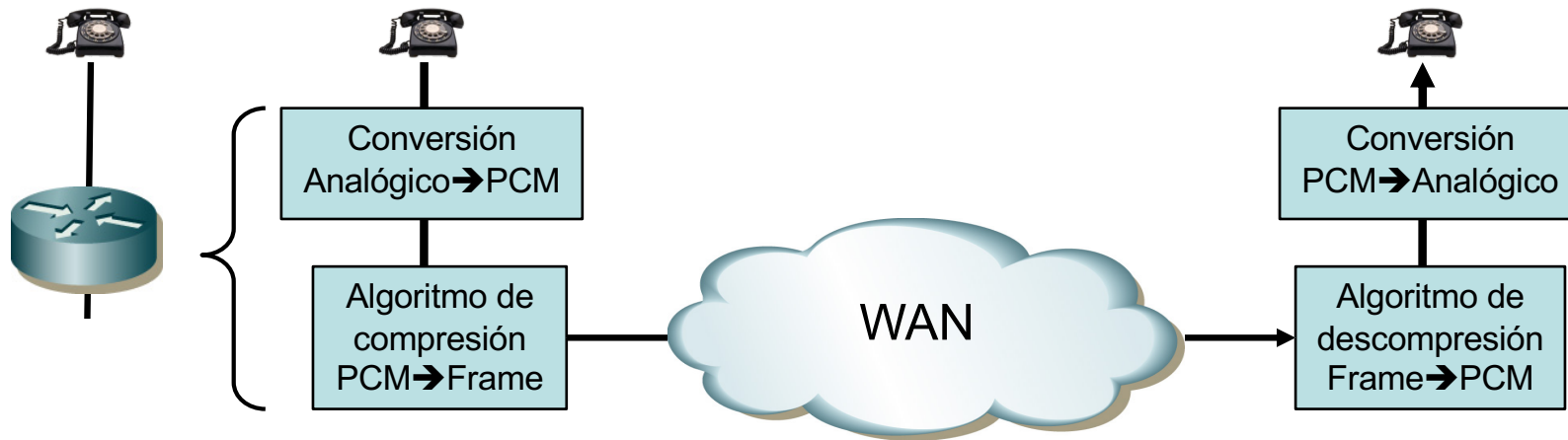
- Flujo a través de una WAN



- Una PBX digital puede ser quien hace la digitalización
- Un router entonces suele cubrir la función de compresión y paquetización
- Podría la PBX integrar la funcionalidad del router
- (...)

Flujo extremo a extremo

- Flujo a través de una WAN



- O puede el router implementar ambas posibilidades

Codecs

- El codec es crítico en el efecto que el SLA tenga sobre la calidad
- Varían en complejidad, BW requerido y calidad de sonido ofrecida
- Los más complejos ofrecen mayor calidad percibida y menor bitrate pero con mayores tiempos de procesamiento

Ejemplos:

- G.711 basado en PCM (Pulse Code Modulation), simplemente muestreando a intervalos regulares
- G.726, ADPCM (Adaptive Differential PCM), usa predicción de la siguiente muestra y cuantiza eso
- G.723 y G.729 trabajan con bloques de muestras (*frame-based*) para las que aplican técnicas de compresión (ACELP = Algebraic Code Excited Linear Prediction)

The screenshot shows a software interface with three tabs: 'Captura', 'Programación', and 'Configuración'. The 'Configuración' tab is active. Under the heading 'Formato audio:', there are four settings: 'Codec audio:' set to 'MP2', 'Bitrate' set to '128 kbps', 'Frec. de muestreo:' set to '44100 Hz', and 'Canales audio:' set to 'Stereo'. Under the heading 'Parámetros del dispositivo:', there are two settings: 'Entrada vídeo:' set to 'Ninguno' and 'Estándar vídeo:' set to 'Ninguno'.

Voz y el throughput

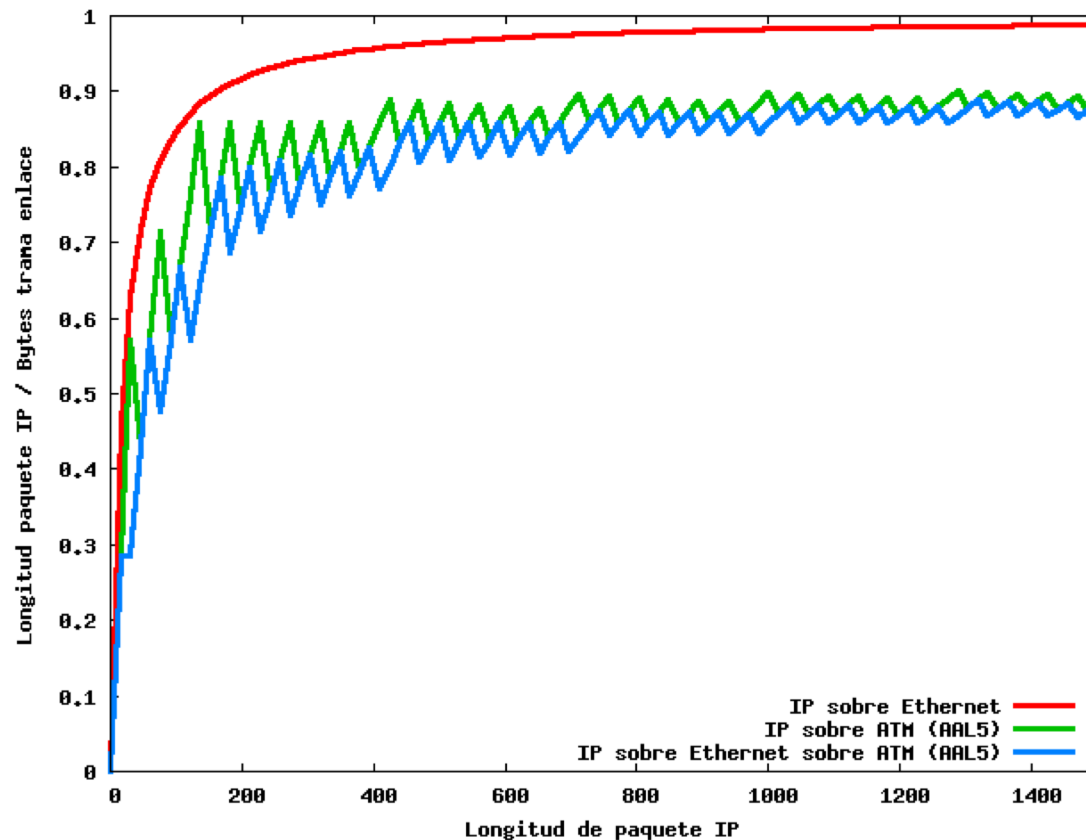
Throughput

- Generalmente los codecs producen un flujo a bitrate constante
- Esto puede no ser así si se emplea supresión de silencios (VAD, *Voice Activation Detection*)
 - Una conversación suele contener aproximadamente un 50% de silencios
 - VAD reduce el ancho de banda medio pero no el de pico
- La capacidad suele estar dimensionada para soportar la tasa de pico
- Esto no quita para que se haga sobresubscripción



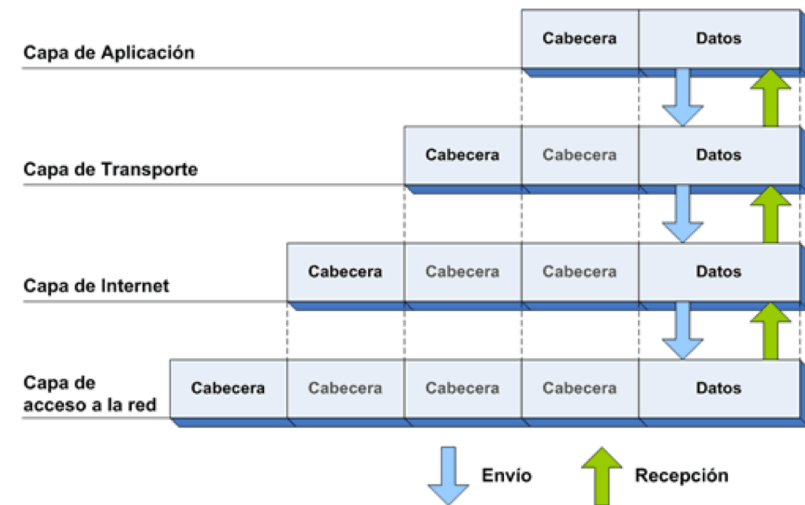
Throughput y encapsulado

- A la hora de asegurar un throughput hay que tener en cuenta que:
 - El servicio genera un bitrate a nivel de aplicación
 - Habrá al menos encapsulado IP (¿más transporte UDP?)
 - El encapsulado de nivel de enlace va a depender de cómo se haga el transporte de red



Throughput y encapsulado

- Hay que tener en cuenta en qué nivel se está asegurando el throughput
- Esto afecta a cualquier servicio
- Si se asegura un bitrate o pkts/s a nivel IP hay que tener en cuenta que al enviar se añade la cabecera de nivel de enlace
- Ejemplo:
 - Flujo A paquetes de 100 bytes, flujo B paquetes de 1000 bytes (a nivel IP)
 - Se asegura un reparto del 50:50 % de la capacidad del enlace a nivel IP
 - Enlace Ethernet
 - En un cierto periodo se enviarán 10 paquetes de A por cada paquete de B
 - Se han enviado $10 \times (100 + 18)$ bytes de A y $1000 + 18$ bytes de B
 - Eso son 1180 bytes de A y 1018 de B
 - Eso es un 54:46 %



Encapsulado: Ejemplo

- Cada paquete suele llevar unos 20-30ms de muestras
- En el cálculo del BW hay que tener en cuenta la encapsulación
 - X bytes de *payload* (muestras de voz)
 - +12 de cabecera RTP (cRTP solo 2 ó 4 bytes) + 8 de cabecera UDP
 - +20 de cabecera IP (mínima) + Y bytes de cabecera de enlace
- Ejemplo: G.711 (con paquetes cada 20ms = 50 pps)
 - Muestreo a 8KHz (2x4KHz), 1 byte/muestra \Rightarrow 64 Kbps
 - 8KHz = 8 muestras/ms, 20ms/paquete \Rightarrow 160 bytes/paquete
 - $160+12+8+20 = 200$ bytes de paquete IP
 - 200 bytes/paquete, 50pps \Rightarrow 10.000 Bps (80 Kbps) a nivel IP
 - Enlace PPP (+6 Bytes) \Rightarrow 206 bytes/trama \Rightarrow 82.4 Kbps
 - o enlace Ethernet (+18 Bytes) \Rightarrow 218 bytes/trama \Rightarrow 87.2 Kbps
 - o enlace Frame Relay (+4 Bytes) \Rightarrow 204 bytes/trama \Rightarrow 81.6 Kbps
 - o ATM/AAL5-LLC/SNAP \Rightarrow 5 celdas = 265 bytes/paquete \Rightarrow 106 Kbps
- Ejemplo: G.729a (8 Kbps, con paquetes cada 20ms, 50 pps)
 - PPP = 26.4 Kbps, Ethernet = 29.6 Kbps, FR = 25.6 Kbps, ATM = 42.2 Kbps

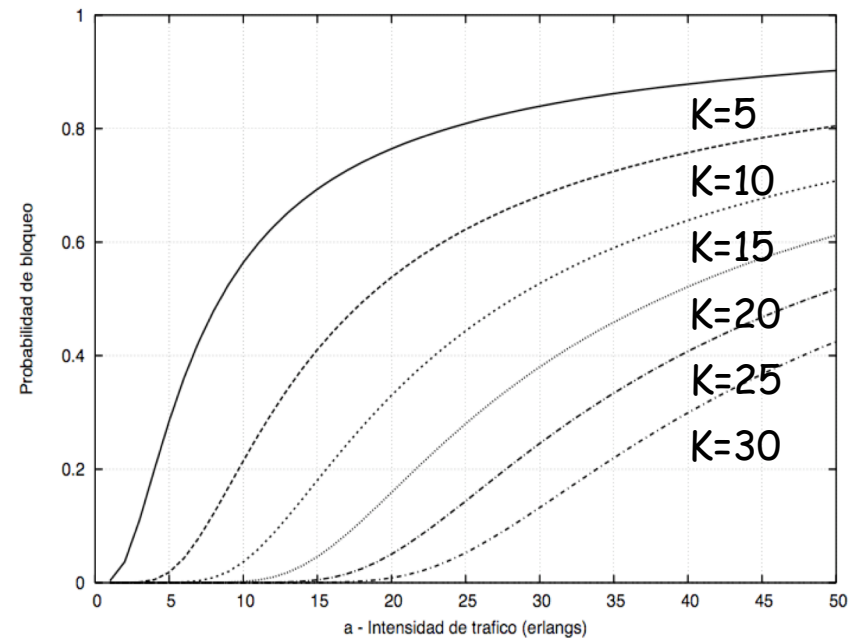
Encapsulado: Ejemplos

Algorithm	Voice BW (kb/s)	Frame Size (bytes)	Cisco Payload (bytes)	Packets per Second	IP/UDP/RTP Header (bytes)	CRTP Header (bytes)	L2	Layer 2 Header (bytes)	Total Bandwidth (kb/s) No VAD	Total Bandwidth (kb/s) With VAD
G.711	64	80	160	50	40	—	Ether	14	85.6	42.8
G.711	64	80	160	50	—	2	Ether	14	70.4	35.2
G.711	64	80	160	50	40	—	PPP	6	82.4	41.2
G.711	64	80	160	50	—	2	PPP	6	67.2	33.6
G.711	64	80	160	50	40	—	FR	4	81.6	40.8
G.711	64	80	160	50	—	2	FR	4	66.4	33.2
G.711	64	80	80	100	40	—	Ether	14	107.2	53.6
G.711	64	80	80	100	—	2	Ether	14	76.8	38.4
G.711	64	80	80	100	40	—	PPP	6	100.8	50.4
G.711	64	80	80	100	—	2	PPP	6	70.4	35.2
G.711	64	80	80	100	40	—	FR	4	99.2	49.6
G.711	64	80	80	100	—	2	FR	4	68.8	34.4
G.729	8	10	20	50	40	—	Ether	14	29.6	14.8
G.729	8	10	20	50	—	2	Ether	14	14.4	7.2
G.729	8	10	20	50	40	—	PPP	6	26.4	13.2
G.729	8	10	20	50	—	2	PPP	6	11.2	5.6
G.729	8	10	20	50	40	—	FR	4	25.6	12.8
G.729	8	10	20	50	—	2	FR	4	10.4	5.2
G.729	8	10	30	33	40	—	Ether	14	22.4	11.2
G.729	8	10	30	33	—	2	Ether	14	12.3	6.1
G.729	8	10	30	33	40	—	PPP	6	20.3	10.1
G.729	8	10	30	33	—	2	PPP	6	10.1	5.1
G.729	8	10	30	33	40	—	FR	4	19.7	9.9
G.729	8	10	30	33	—	2	FR	4	9.6	4.8
G.723.1	6.3	30	30	26	40	—	Ether	14	17.6	8.8
G.723.1	6.3	30	30	26	—	2	Ether	14	9.7	4.8
G.723.1	6.3	30	30	26	40	—	PPP	6	16.0	8.0
G.723.1	6.3	30	30	26	—	2	PPP	6	8.0	4.0

¿Dimensionamiento?

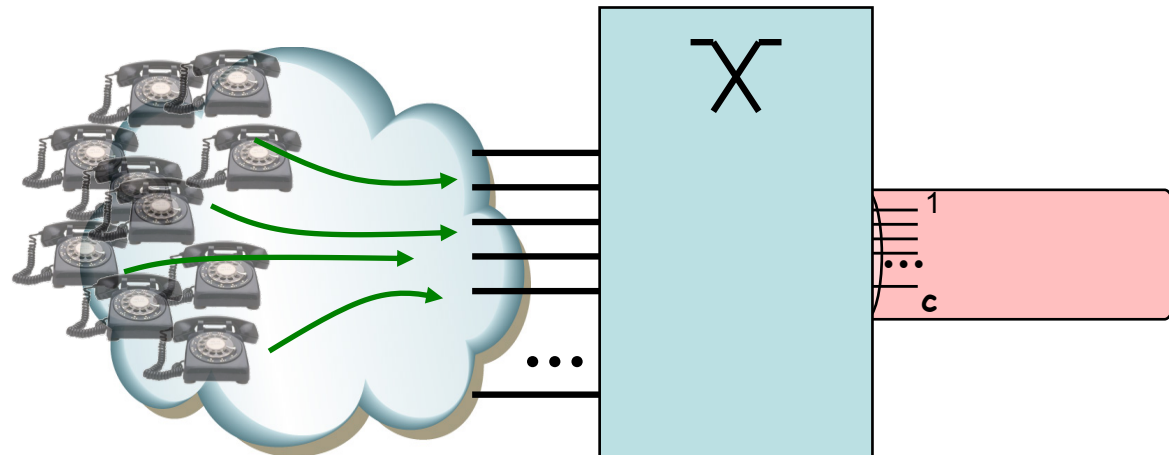
- ¿Qué hacíamos en la PSTN?
 - Intensidad de tráfico (Erlangs)
 - Hora cargada
 - Duración de las llamadas, tiempo de ocupación del circuito (Exponencial)
 - Modelo de pérdida de llamada (*blocked calls cleared*)
 - *Erlang-B*

$$B(A, k) = \frac{\frac{A^k}{k!}}{\sum_{i=0}^k \frac{A^i}{i!}}$$



Dimensionamiento

- Conocida la tasa promedio a la que genera un codec podemos hacer un dimensionamiento de troncales similar
- Una aproximación es dividir la capacidad disponible entre el bitrate del codec y eso da la cantidad de llamadas cursables
- Con eso, tenemos de nuevo el dimensionamiento mediante la Erlang-B
- Ejemplo:
 - Si tenemos una intensidad de tráfico de 50 Erlang, para una $p_{\text{loss}}=1\%$ necesitamos capacidad para 63 llamadas (tablas Erlang-B)
 - G.729 sobre Ethernet+cRTP+VAD \Rightarrow 6.1Kbps
 - $63 \times 6.1\text{Kbps} = 384.3\text{Kbps}$
- Tenemos otros modelos, por ejemplo si suponemos que el usuario ante bloqueo puede reintentar o si la población es finita



Voz y pérdidas

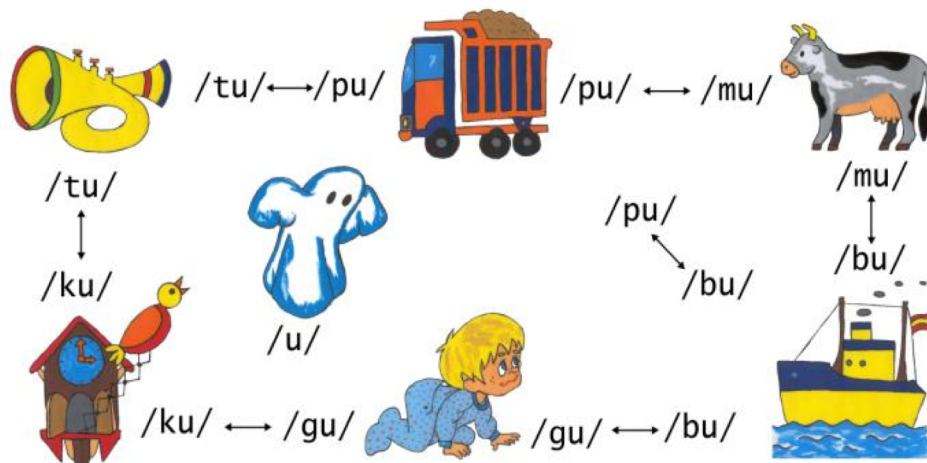
Pérdidas

- *Packet Loss Concealment* (PLC)
- Permite enmascarar el efecto de pérdida de paquetes de VoIP
- En codecs tipo G.711 se repite la última muestra
 - Se basa en que la onda cambia despacio
 - Se puede cubrir así hasta en torno a 20ms de muestras
 - La paquetización en el codec determina cuántas muestras hay en un paquete
 - Si se crean los paquetes conteniendo 20ms de muestras entonces dos o más pérdidas consecutivas degradan la calidad
 - Paquetes más grandes reducen la sobrecarga de cabeceras y por lo tanto el ancho de banda consumido
 - Sin embargo, si los paquetes contienen más de 20ms de muestras, puede que con PLC no se puedan mitigar las pérdidas



Pérdidas

- Codecs *frame-based* (G.729 y G.723) usan técnicas más sofisticadas, cubriendo pérdidas de hasta 30-40ms si no son fonemas cortos
- Se puede recuperar una pérdida pero mejor diseñar la red para pérdidas cercanas a 0 para el tráfico de voz



Retardos

Retardo end-to-end

- ITU-T G.114 “One-way transmission time”
- Por debajo de 150 ms la mayoría de las aplicaciones experimentan interactividad transparente
- La calidad de servicio público exige un máximo de 150 ms
- En entornos privados es razonable un límite de 200-250 ms
- ¿Más de eso? (...)

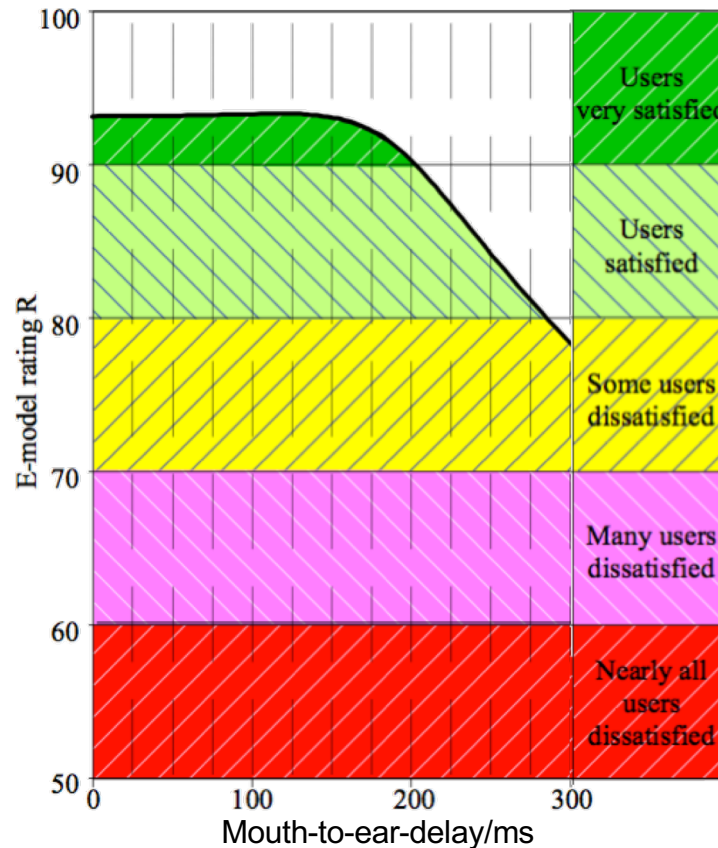


Figure 1/G.114 – Determination of the effects of absolute delay by the E-model

Retardo end-to-end

- Baja el MOS
- >400ms es inaceptable
- ¿Escenarios con alto retardo?

Ear-to-mouth delay (D)	R factor	Objective MOS
D < 150 ms	80–89	5
150 ms < D < 250 ms	70–79	4
250 ms < D < 325 ms	60–69	3
325 ms < D < 425 ms	50–59	2
D > 425 ms	90–100	1

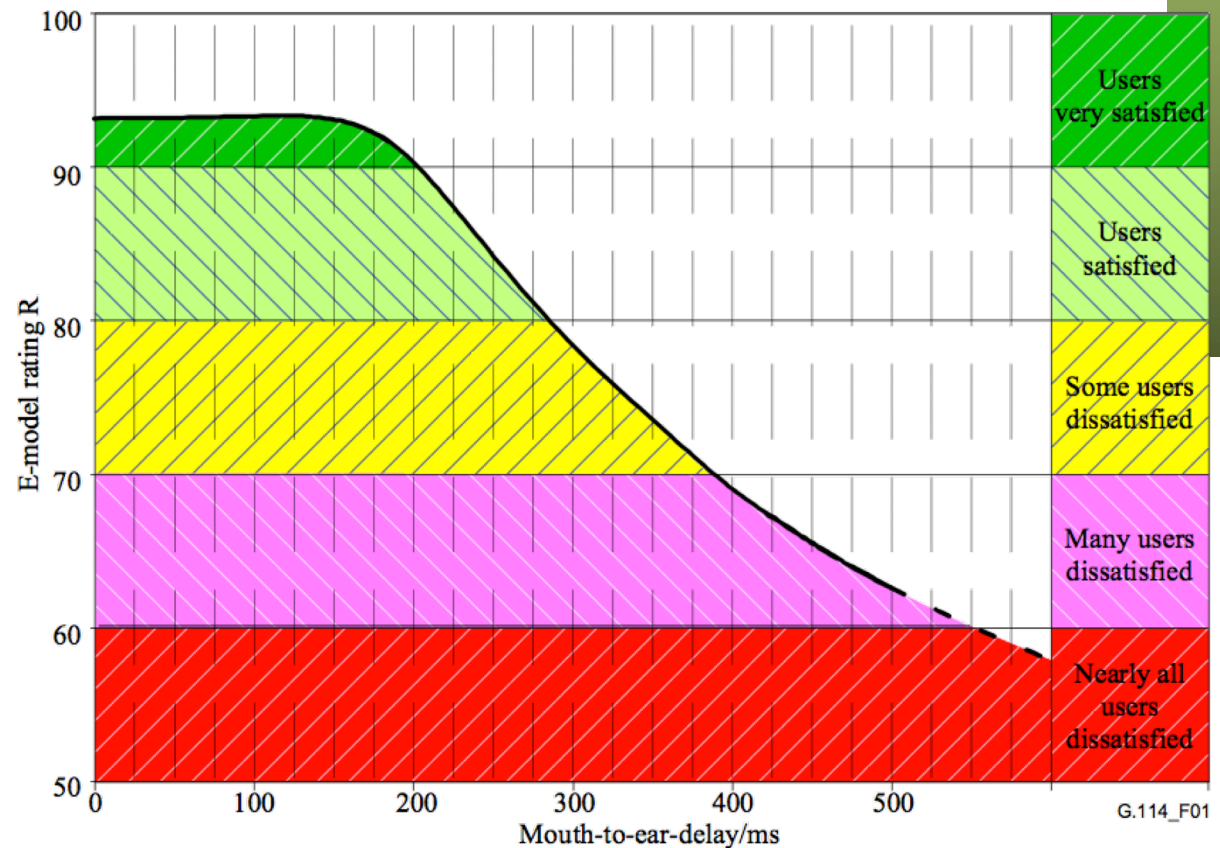


Figure 1/G.114 – Determination of the effects of absolute delay by the E-model

Retardo end-to-end

- Órbita geosíncrona: $36.000\text{km} / 300.000 \text{ km/s} = 120\text{ms}$
- Hay que subir al satélite y volver a bajar así que $2 \times 120\text{ms} = 240\text{ms}$
- ¡ Sólo de propagación ?

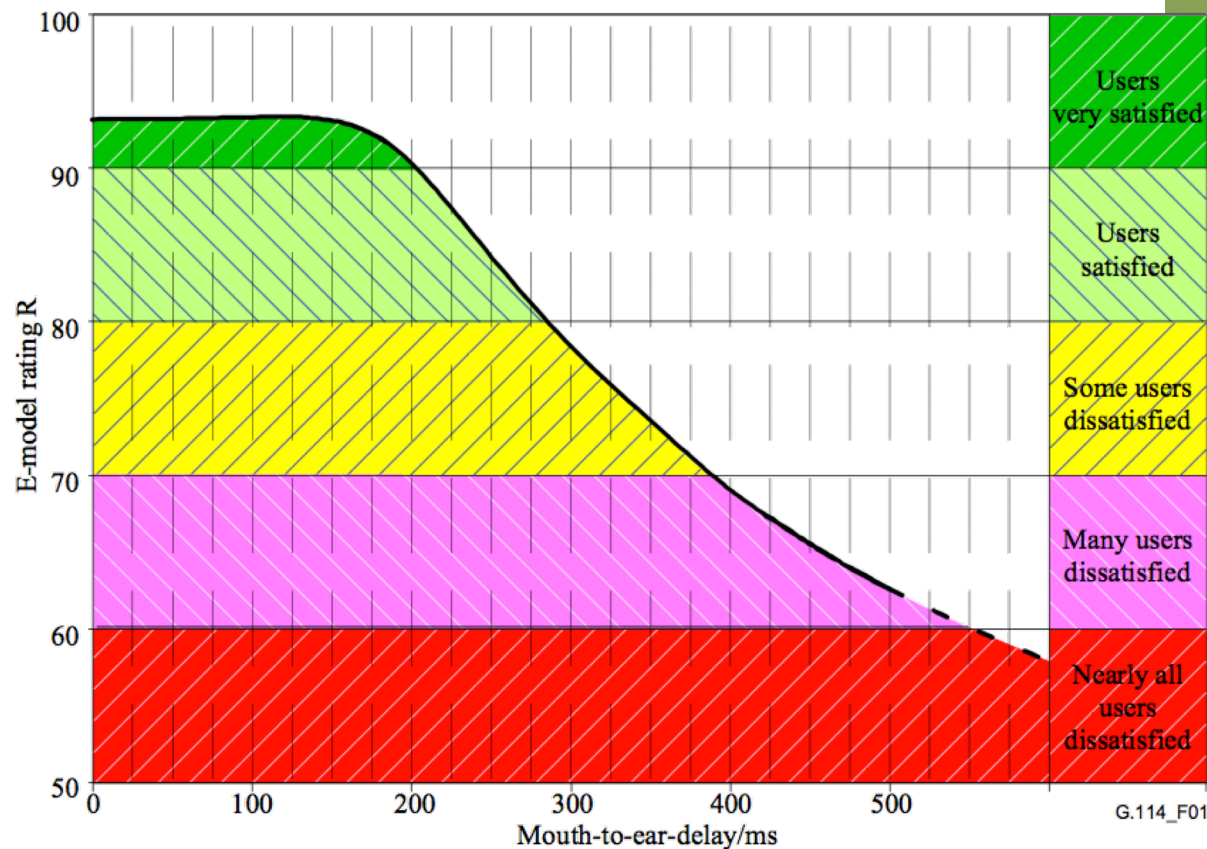
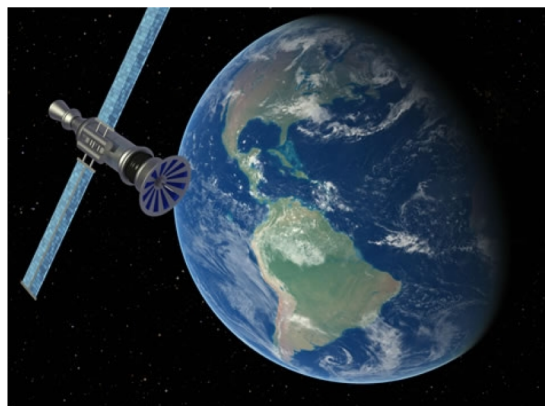
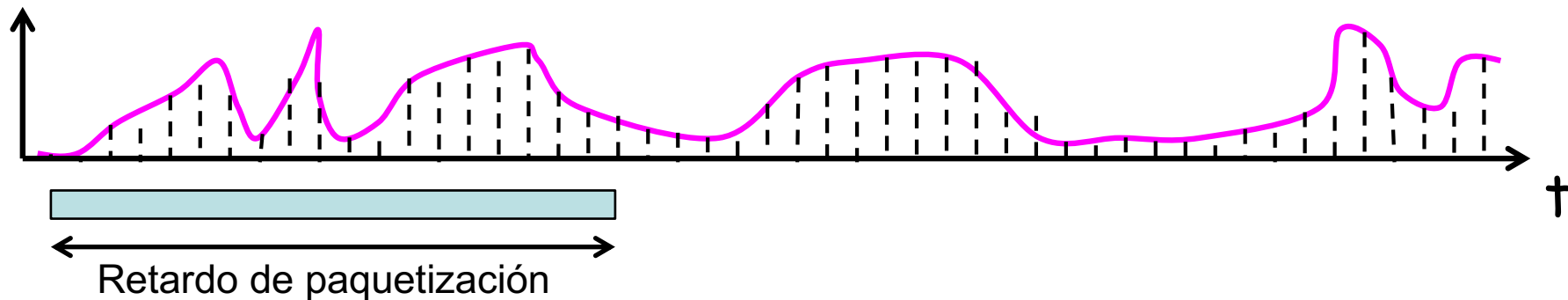


Figure 1/G.114 – Determination of the effects of absolute delay by the E-model

Retardos constantes

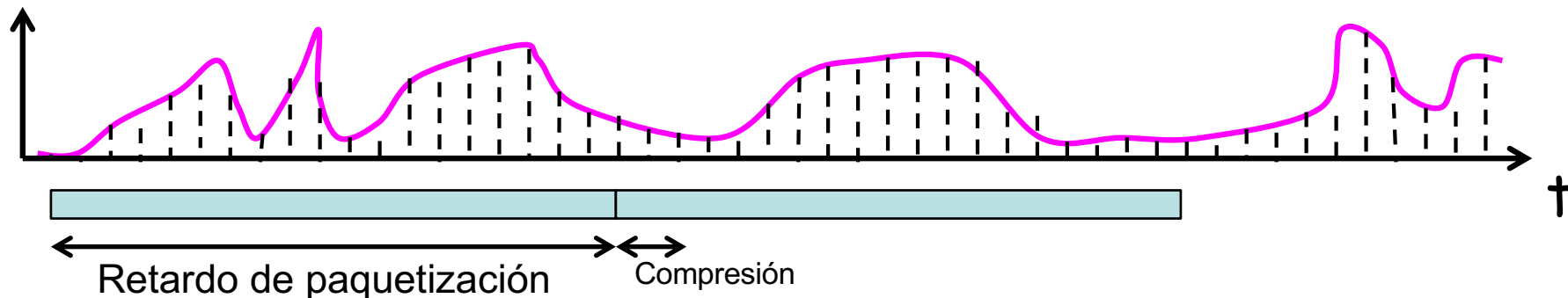
Componentes del retardo

- **Retardo de paquetización**
 - El tiempo necesario para acumular las muestras
 - Depende del tamaño en muestras que se busque
 - En general no se excede de 30 ms de muestras (240 bytes PCM)
 - A menor tamaño mayor tasa de llegadas de paquetes de VOZ
- (...)



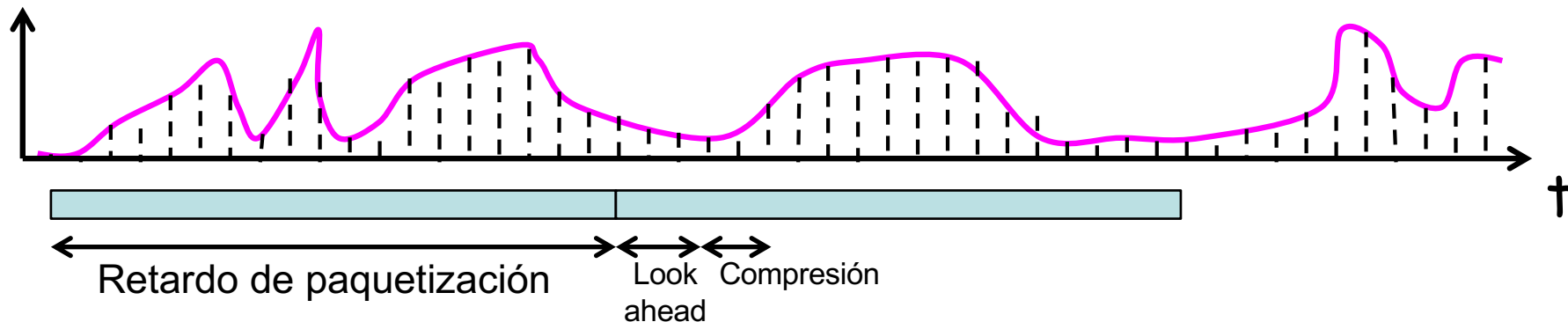
Componentes del retardo

- **Retardo de procesamiento del codificador**
 - Tiempo que lleva al DSP comprimir las muestras
 - También afecta en descompresión (menor, se suelen juntar al calcular)
 - Depende del coder y de su implementación (fabricante, en torno a 2-20ms)
- (...)



Componentes del retardo

- **Algorithmic Delay (look ahead)**
 - Los algoritmos de compresión suelen necesitar conocer muestras siguientes a las del bloque a comprimir
 - Eso implica que hay que esperar a que se generen
 - Para G.726 es de 0 ms, para G.729 de 5 ms, para G.723.1 de 7.5 ms

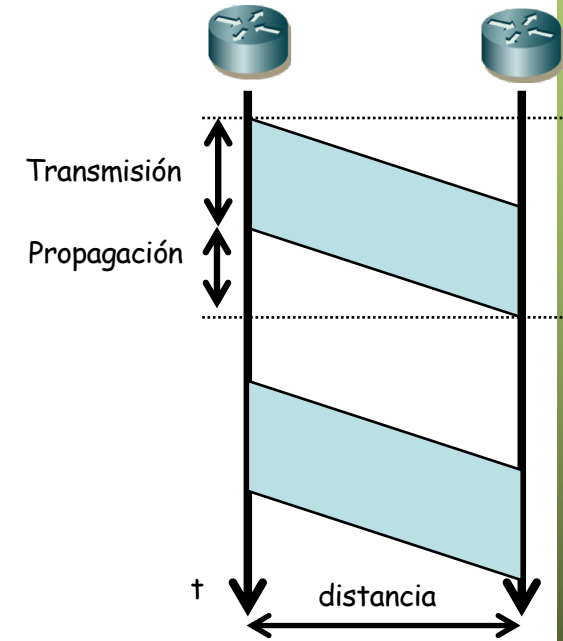


Retardos constantes

Retardo de serialización

- Tiempo de transmisión
- Solo se mejora aumentando la velocidad de transmisión
- Despreciable por encima de 100Mbps

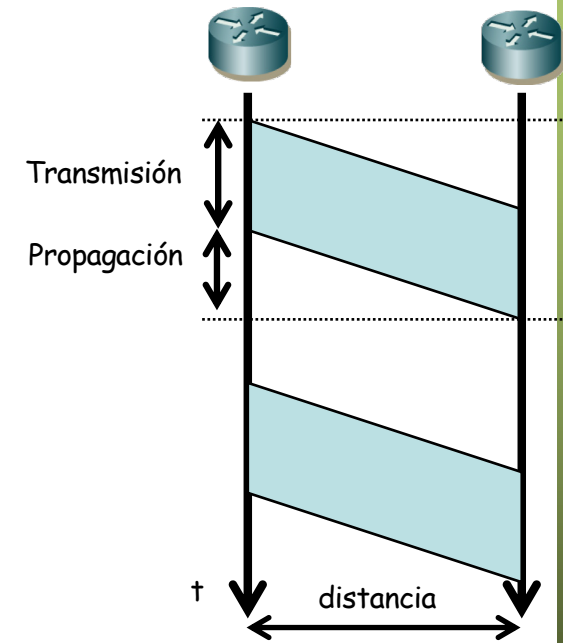
(...)



Retardos constantes

Retardo de propagación

- Coaxial terrestre, radio: $4\mu\text{s}$ cada Km (250.000Km/s)
 - Fibra: $5\mu\text{s}$ cada Km (200.000Km/s)
 - Coaxial submarino: $6\mu\text{s/Km}$
 - Siendo D la distancia en línea recta geográfica (a vuelo de pájaro)
 - Los enlaces no siguen una línea recta
 - ITU-T G.826 hace una estimación (R)
- (...)



D	R
$D < 1000 \text{ km}$	$1.5 \times D$
$1000 \text{ km} \leq D \leq 1200 \text{ km}$	1500 km
$D > 1200 \text{ km}$	$1.25 \times D$

G.826 "End-to-end error performance parameters and objectives for international, constant bit-rate digital paths and connections"
 G.114 "One-way transmission time"

Retardos constantes

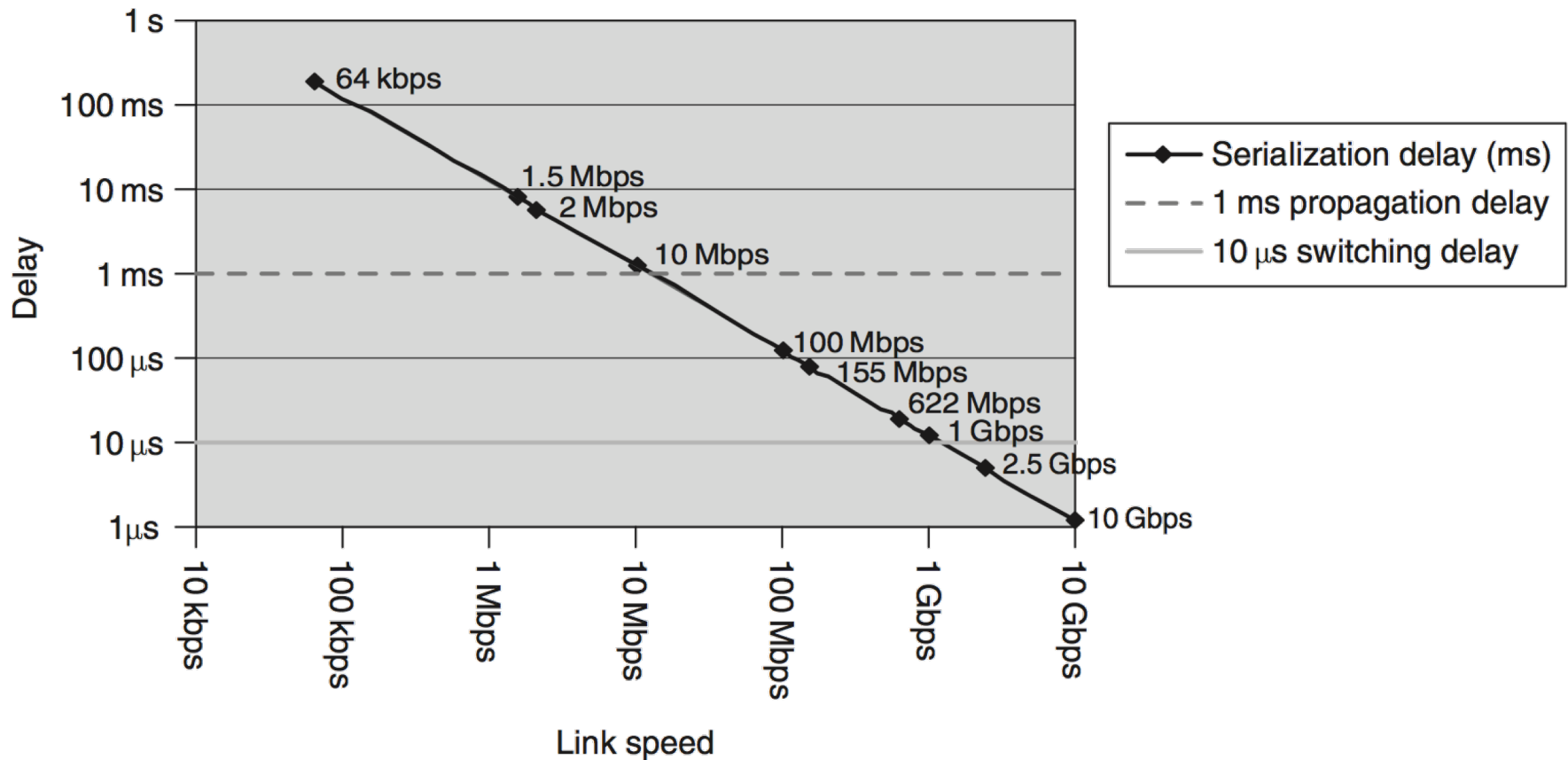
Tiempo de procesado/conmutación

- En función del hardware
- Típicamente 10-20 μ s
- Router software 2-3ms



Retardos constantes

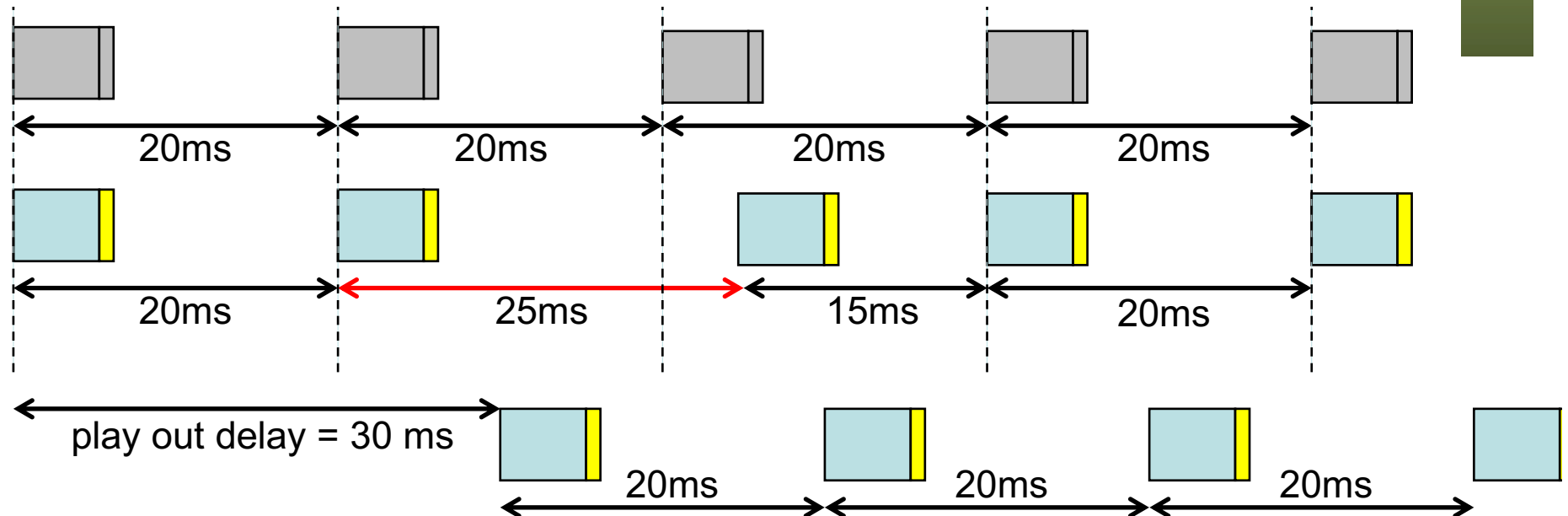
- Ejemplo comparativo
 - Retardo de serialización, de propagación y de conmutación
 - Paquete de 1500 bytes
 - Unos 200Km de fibra : 1ms de propagación



Retardos variables

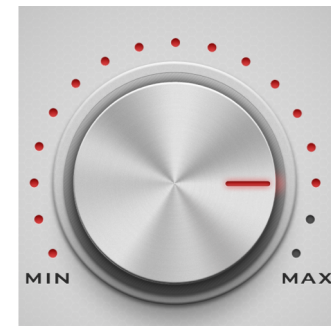
De-jitter delay

- “De-jitter buffer” o “play-out buffer”
- Introducen un *play out delay*
- Variación en el retardo → retardo constante en el receptor
- Obliga a la red a tener menor retardo
- Si el buffer es demasiado pequeño obliga a la red a garantizar un jitter bajo



De-jitter delay

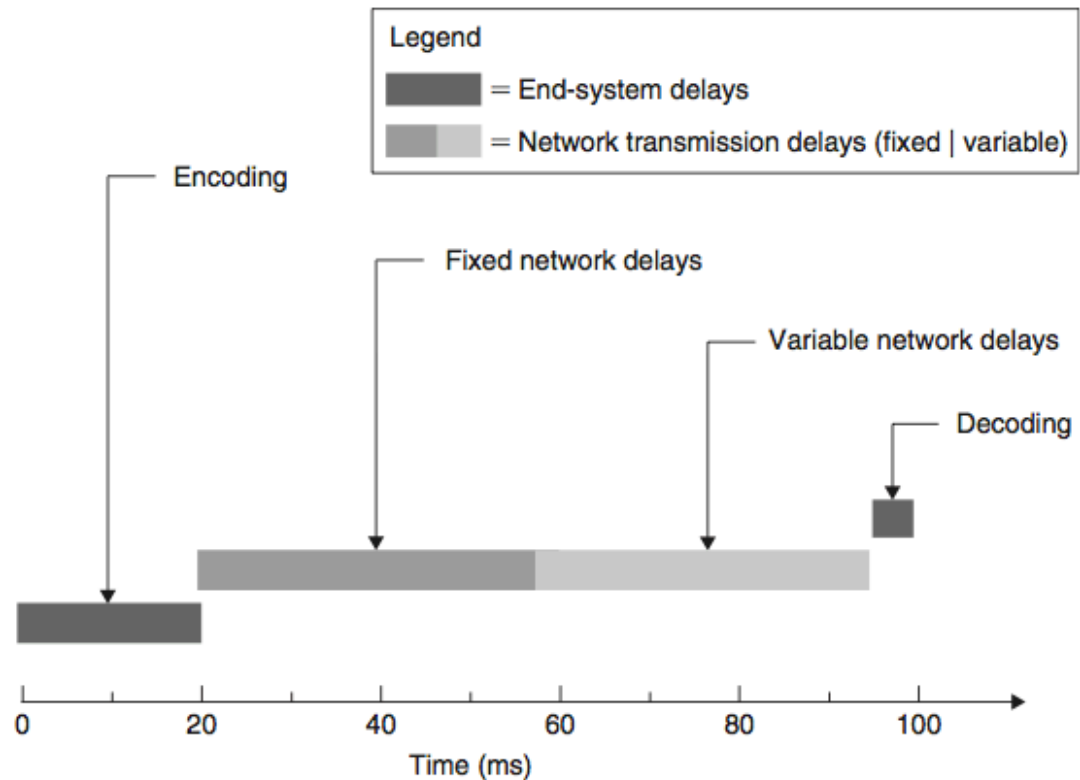
- Valor óptimo: el del retardo variable extremo a extremo
- Valores de *play out delay* en torno a los 40 ms
- Se emplea buffer adaptativo (con un valor máximo)
- Si se vacía el buffer entonces la próxima llegada se retiene durante el *play out delay* para reiniciar buffer
- Si se produce un underflow lo intenta “cubrir” (*packet loss concealment*) y aumentan el *play-out delay*
- Si pueden reducir el buffer lo hace de forma lenta



Retardos variables

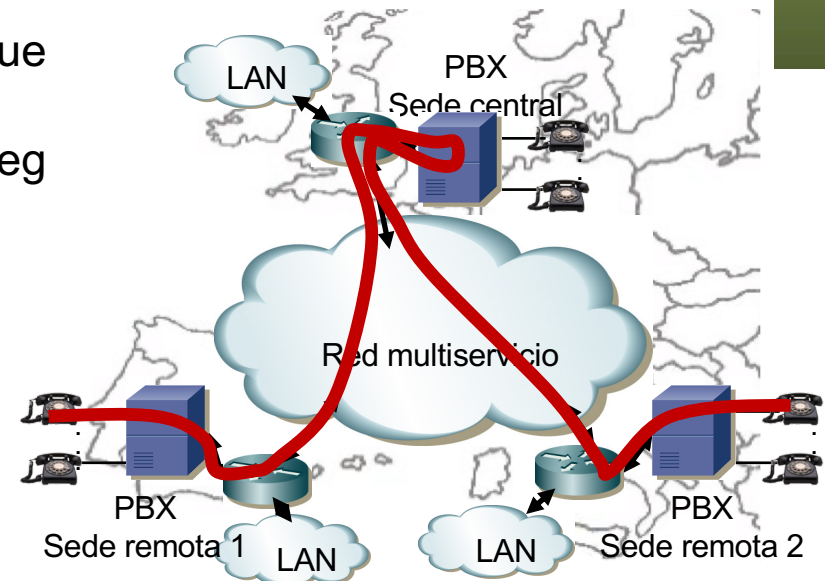
Retardo en cola (scheduling delay)

- Tiempo entre que el paquete se dirige al interfaz de salida y que empieza a transmitirse
- Depende de la carga
- Depende del planificador



Otros retardos

- La llamada puede pasar por recodificadores, con lo que implica un nuevo tiempo de codificación
 - Sedes remotas podrían conmutar llamadas en sede central
 - Conmutación en PBX digital
 - Requiere convertir a PCM para pasar a la PBX (de-jitter, decodec)
 - Requiere volver a comprimir para enviar a la segunda sede
 - Mayores retardos de procesado
 - Más de dos compresiones CS-ACELP degrada la calidad de voz
- PDD = Post Dial Delay
 - Entre marcar el último número y que suene el otro teléfono
 - 1-2 seg para llamadas nacionales, 4+ seg para internacionales



Transporte de voz

Transporte de voz

- Sobre red de conmutación de circuitos
- Sobre red de conmutación de paquetes
- Múltiples formas según la tecnología de red
- Y cada una puede ofrecer diferentes mecanismos
- Brevemente comentaremos:
 - VoATM: CES con AAL1 estructurado o no, trunking con AAL2
 - VoIP y DiffServ
 - Voz y MPLS: TDMoMPLS, VoMPLS con AAL2
 - Voz y Carrier Ethernet: CESoETH

Voz digital en la PSTN: Elementos

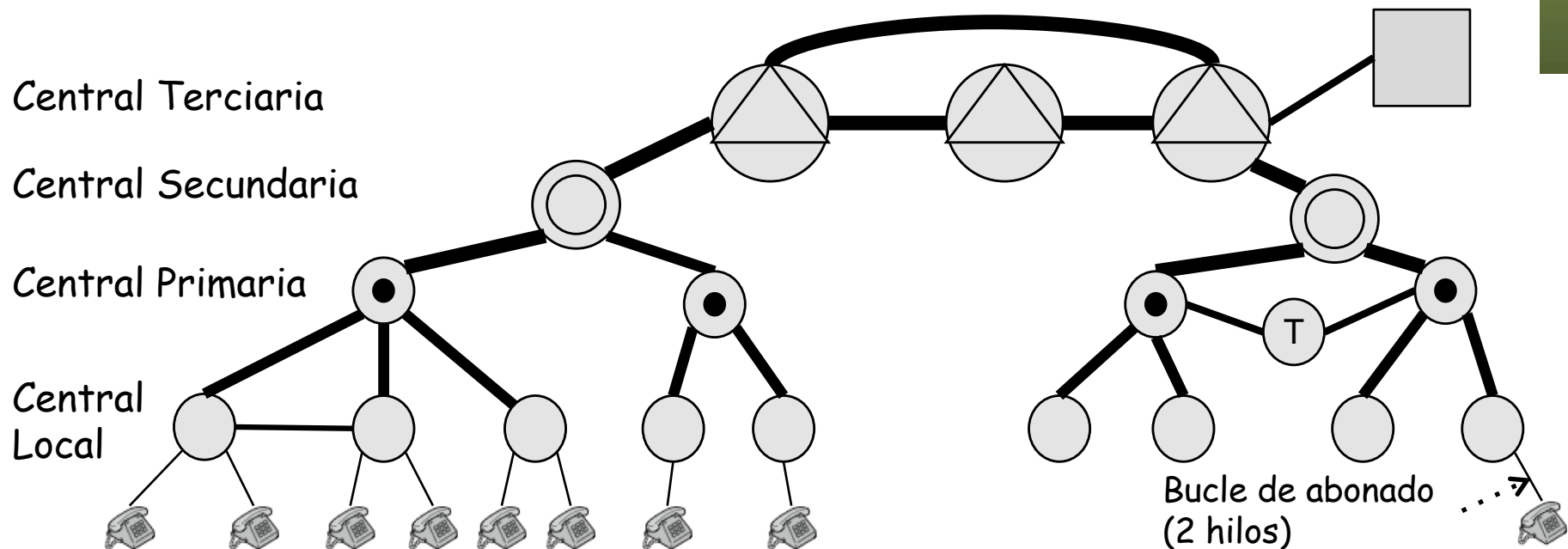
Red jerárquica

Es una red Jerárquica

- **Centrales locales** (“Central terminal”, “Central urbana”):
- **Centrales primarias**
- **Centrales secundarias**
- **Centrales terciarias**
- **Centrales Internacionales**

Red complementaria

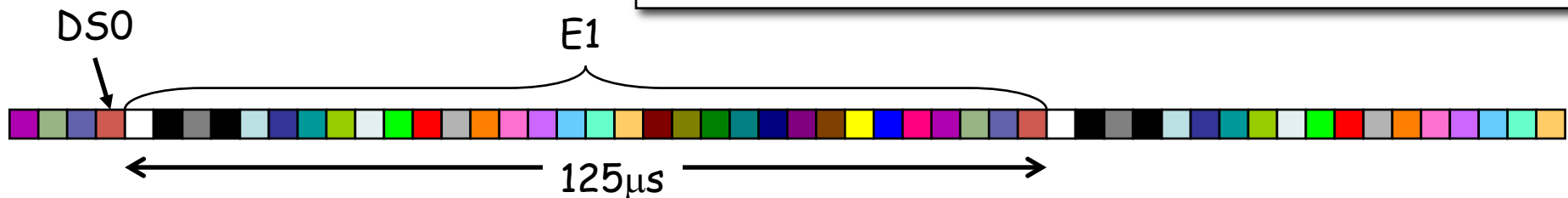
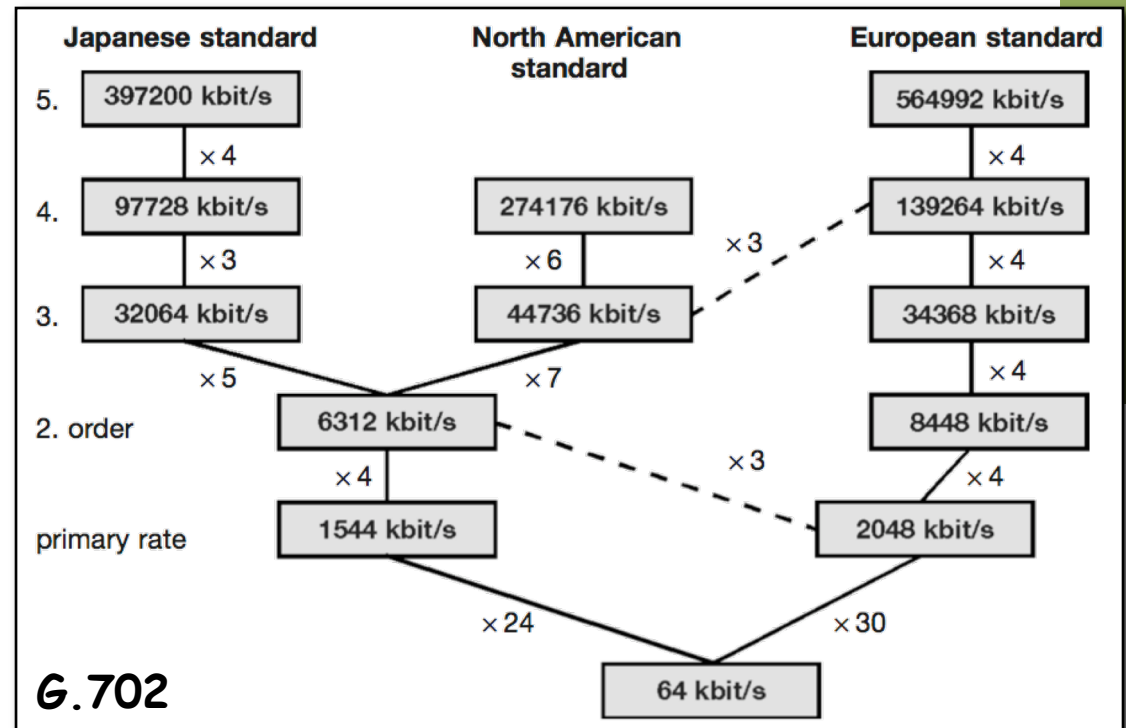
- Secciones directas entre centrales con suficiente tráfico entre ellas
- Centrales Tándem: centrales de tránsito sin abonados



PDH (Plesiochronous Digital Hierarchy)

Multiplexación TDM

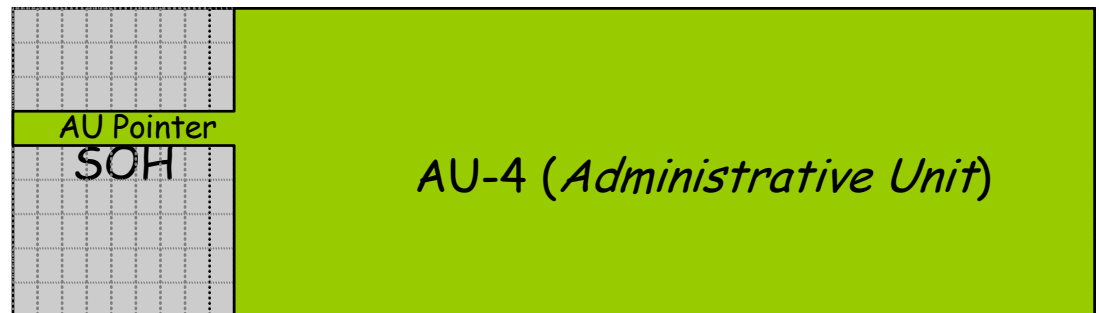
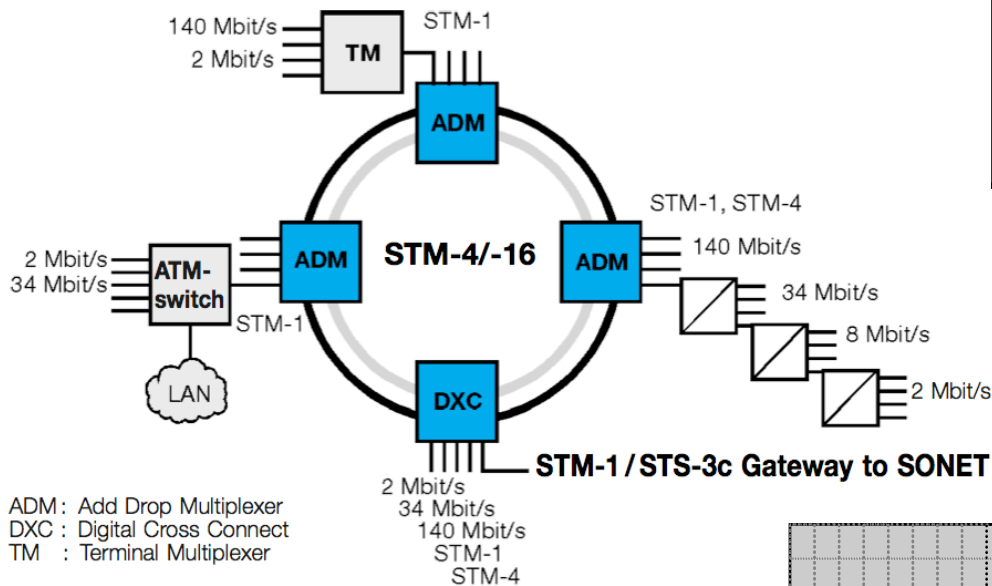
- E1 (2048Kbps) = 32xE0
- E2 = 4xE1, E3 = 4xE2, E4 = 4xE3
- T1 (DS1, 1.54Mbps) = 24xDS0
- T2 = 4xT1, T3 = 7xT2
- G.701-703



SONET/SDH

- SDH se diseñó para transportar señales de 1.5, 2, 6, 34, 45 y 140 Mbps
- Conmutación de circuitos
- Red de transporte, de gestión y de señalización

SDH	OC Level	Line Rate (Mbps)
	OC-1	51.84
STM-1	OC-3	155.52
STM-4	OC-12	622.08
STM-16	OC-48	2488.32
STM-64	OC-192	9953.28
STM-256	OC-768	39813.12

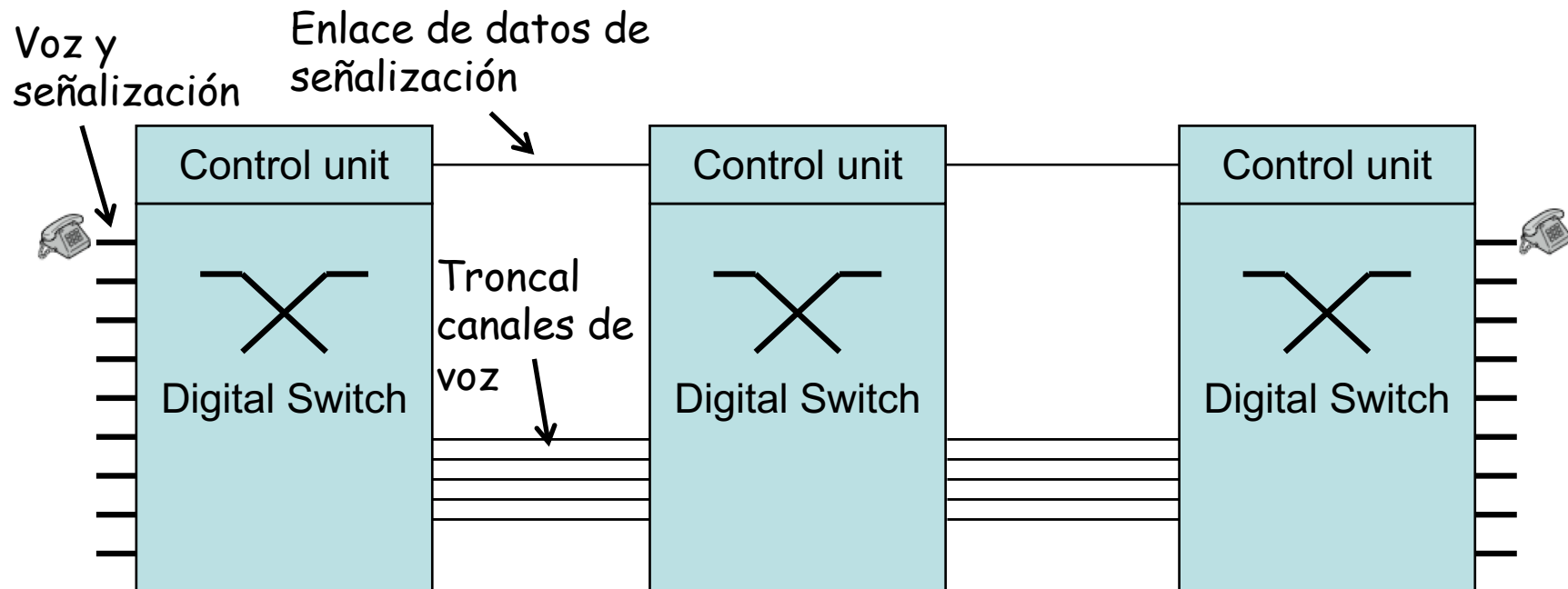


Señalización

Señalización en canal

Señalización por canal común (CCS = Common Channel Signaling)

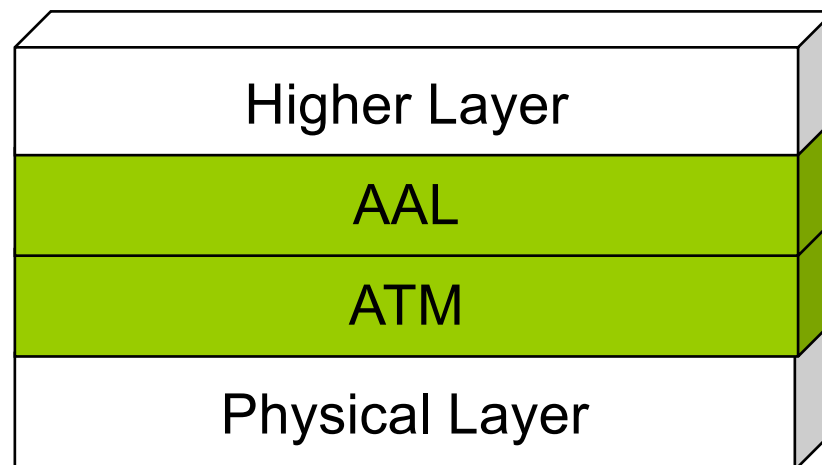
- CCITT Signaling System No. 7 (SS7)
- Forma una WAN que enlaza las lógicas de control de los switches de la PSTN
- En acceso a ella, dos modos:
 - *Fully associated signaling*: un enlace de señalización por cada enlace de voz (ej: canal 16 en E1)
 - *Quasi associated signaling*: señalización por otro enlace que el de tráfico entre los dos switches
- IETF SIGTRAN: SS7 over IP



VoATM

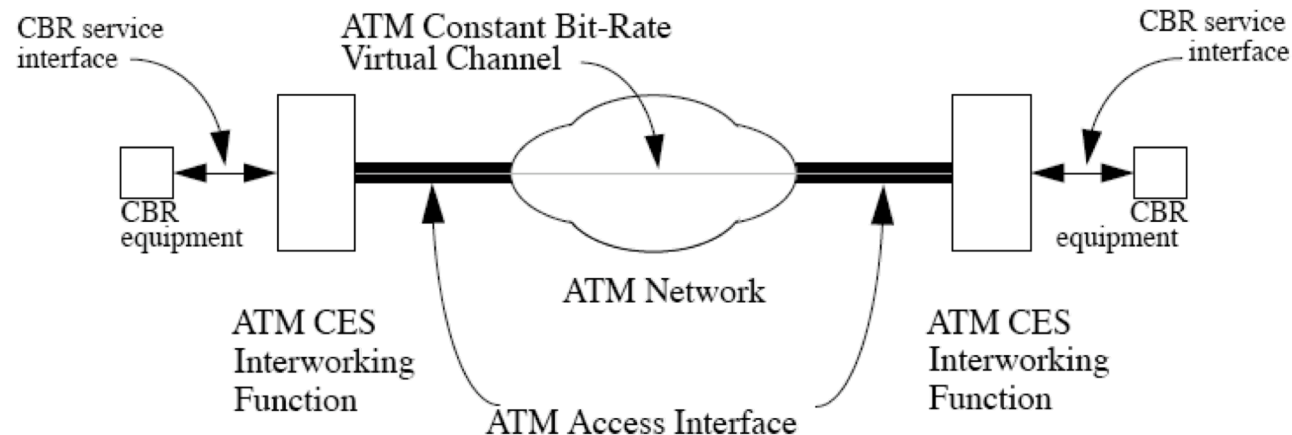
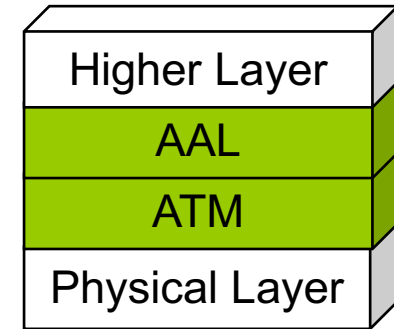
Voice over ATM (VoATM)

- No ha logrado llegar hasta el escritorio
- Modelos de transporte de voz
 - Voice trunking: tunneling del tráfico de voz. Adecuado para interconectar PBXs
 - Voice switching: la red ATM interpreta la señalización y encamina la llamada



ATM: Circuit Emulation Services

- CES
- ITU-T I.363.1
- Emplea AAL1 para transportar un flujo CBR
- En el PVC es importante la CDV además del PCR
- *Unstructured AAL1*: transporte de DS1/E1, DS3/E3
- *Structured AAL1*
 - Transporte de DS1/E1, permite no enviar los DS0 no utilizados (entrada structured E1/T1 Nx64)
 - Puede repartir los DS0 entre varios destinos
- Simple



DB-CES

- Dynamic Bandwidth CES
- Reconoce la señalización (ej: on-hook, off-hook) CCS o CAS (entonces debe ser structured)
- Envía celdas solo cuando hay llamada establecida en un DS0

ATM: Trunking con AAL2

- ITU-T I.363.2
- Transporte de voz comprimida con detección/supresión de silencios y eliminación de canales inactivos
- Múltiples canales de voz en un circuito
- VCCs VBR
- Modo *Non-switched trunking*
 - Cada canal de voz siempre en el mismo canal AAL2 en el mismo VCC
 - No procesa señalización
- Modo *Switched trunking*
 - Procesa señalización
 - El extremo selecciona el VCC y canal AAL2 en que colocar el canal de voz

VoIP y DiffServ

VoIP y DiffServ

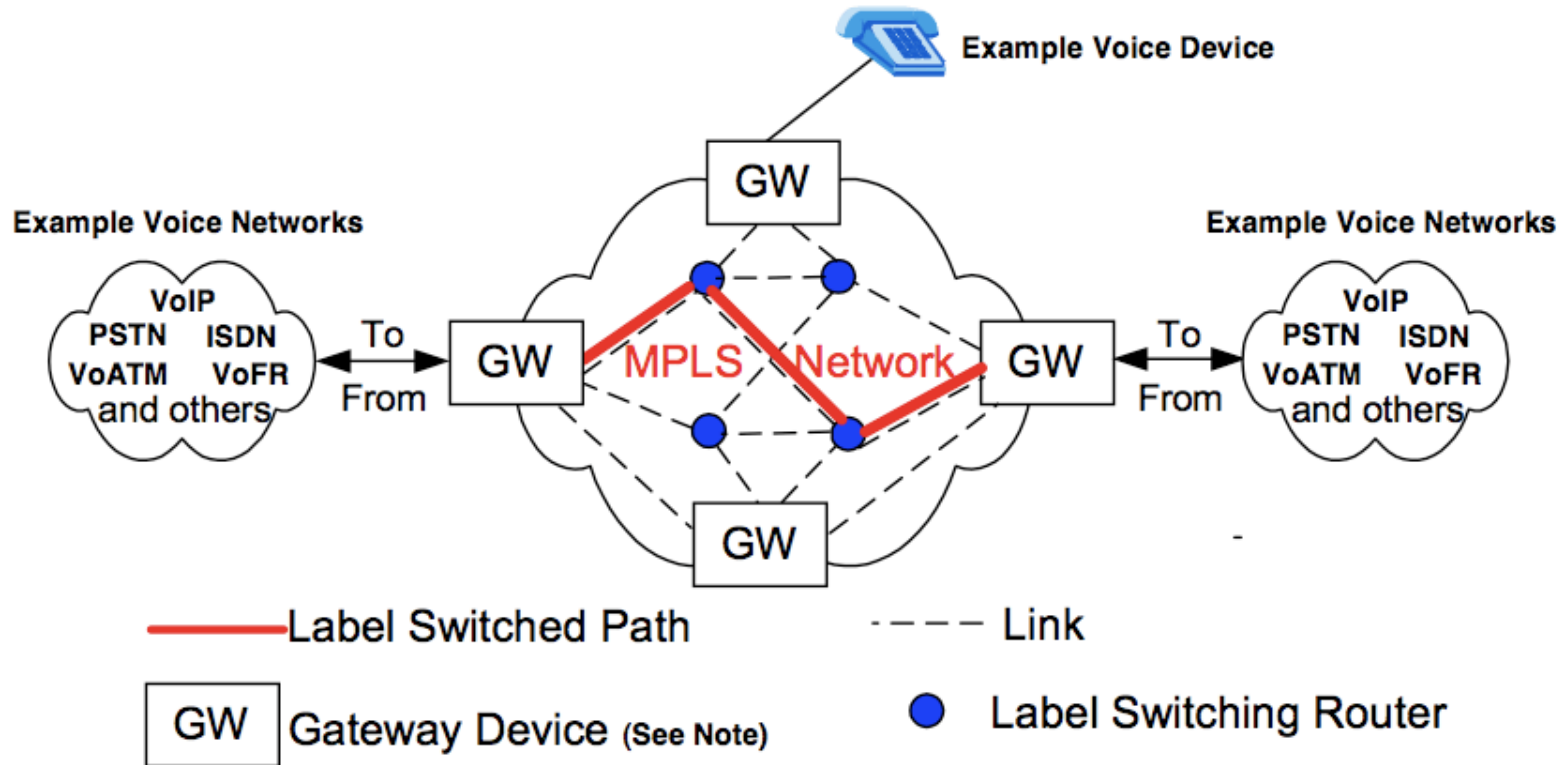
- Clasificación en función de interfaz, puertos TCP/UDP, IP Precedence, DSCP, direcciones IP, etc
- Expedited Forwarding (EF)
- Marcado de EF DSCP 101110
- Planificador con prioridad (PQ, LLQ)
- Para la señalización:
 - DSCP CS5 (RFC 4594) o CS3 (Cisco)
 - En torno a 150 bps garantizados por llamada
 - No usar mecanismos de AQM
- (...)

VoIP y DiffServ

- Limitar la cantidad de voz con CAC (si es caso limitar local al nodo con policer)
- Local CAC
 - El propio gateway determina si tiene suficientes recursos
 - Si tiene suficiente memoria o DSP para soportar la llamada
- Network CAC
 - Validar que la red tiene suficientes recursos
 - Retardo, pérdidas y jitter
 - Si no hay camino con calidad entonces usar la PSTN (*PSTN fallback*)
- RSVP

VoMPLS

VoMPLS

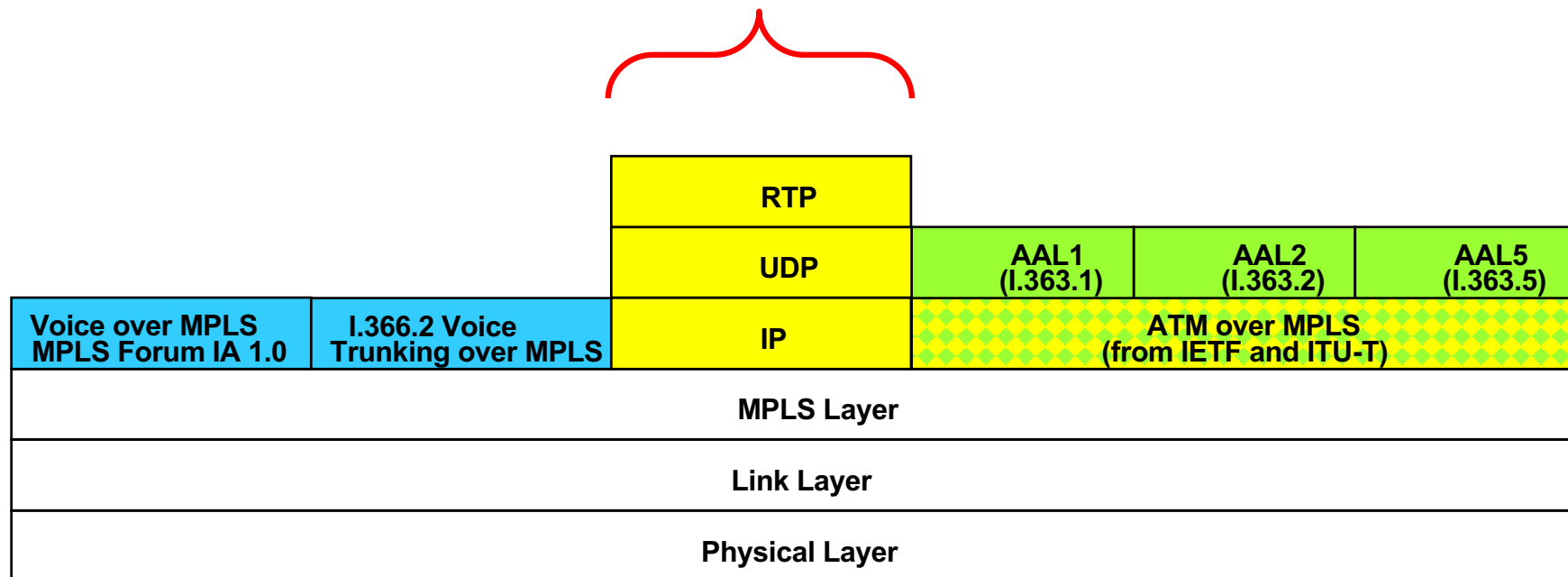


VoMPLS

ITU-T Y.1414 “Interfuncionamiento de los servicios vocales y las redes con conmutación por etiquetas multiprotocolo”

Encapsulación de audio codificado en paquetes MPLS:

- Voz sobre IP sobre MPLS (simple transporte de IP)
- (...)

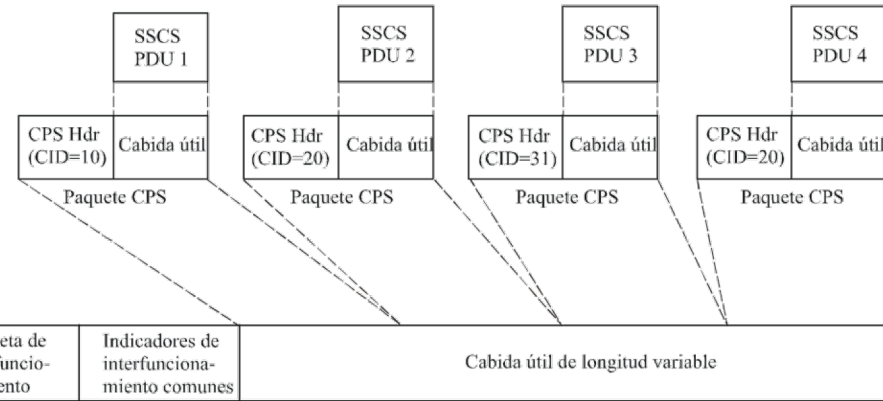


VoMPLS

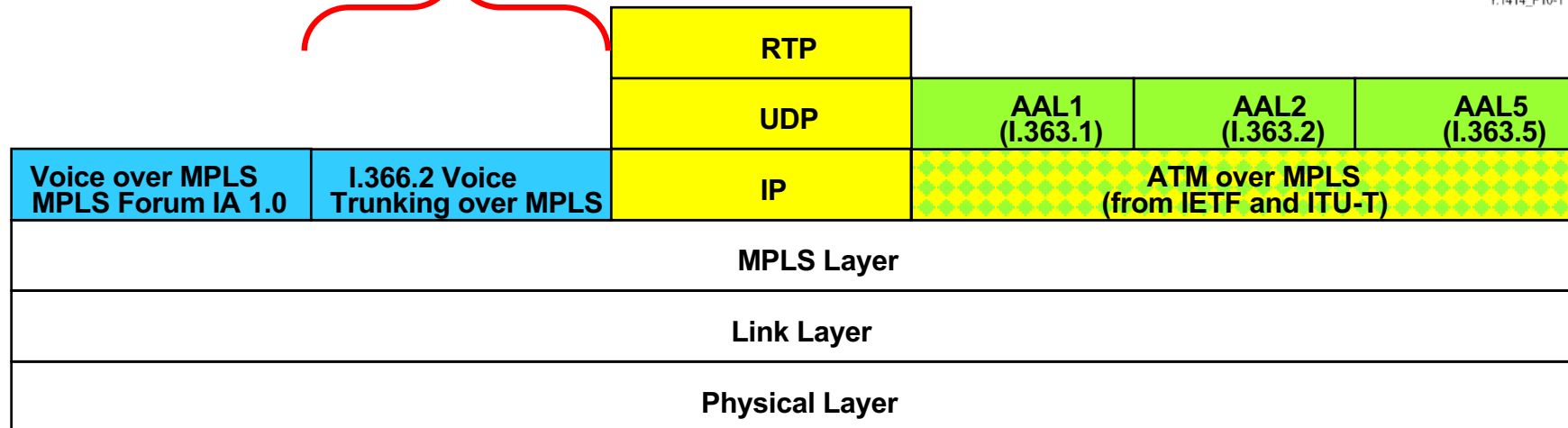
ITU-T Y.1414 “Interfuncionamiento de los servicios vocales y las redes con conmutación por etiquetas multiprotocolo”

Encapsulación de audio codificado en paquetes MPLS:

- Voz sobre MPLS usando AAL2 (ITU-T I.366.2)
- (...)



Y.1414_F10-1



Legend:

Alliance

IETF

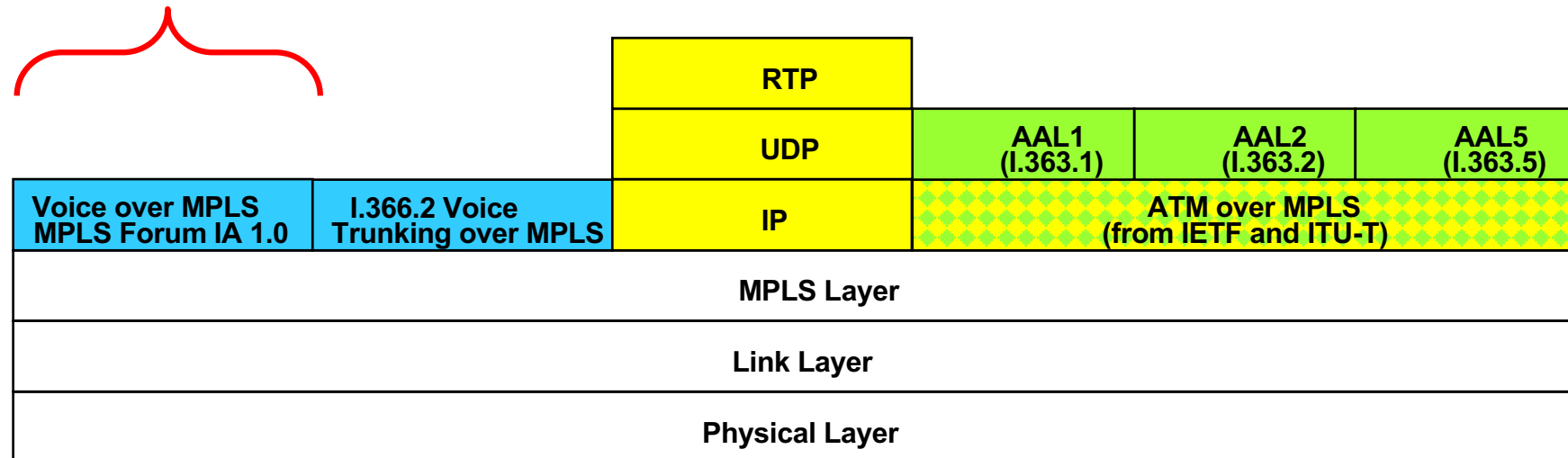
ITU-T

VoMPLS

ITU-T Y.1414 “Interfuncionamiento de los servicios vocales y las redes con conmutación por etiquetas multiprotocolo”

Encapsulación de audio codificado en paquetes MPLS:

- MPLS Forum: “ Voice over MPLS - Bearer Transport Implementation Agreement 1.0”
 - Comprimida o sin comprimir
 - Supresión de silencios
 - Transporte de señalización



Legend:

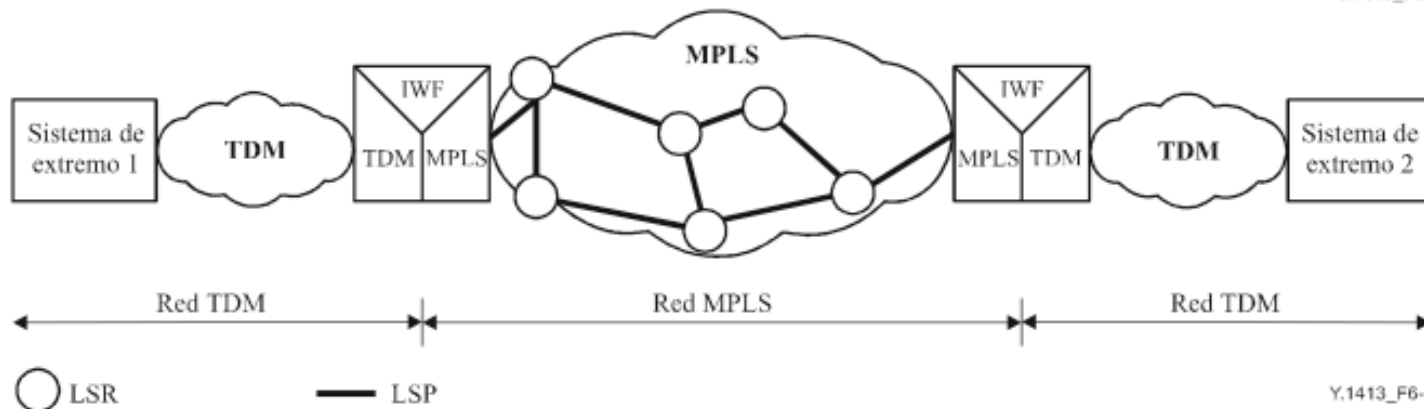
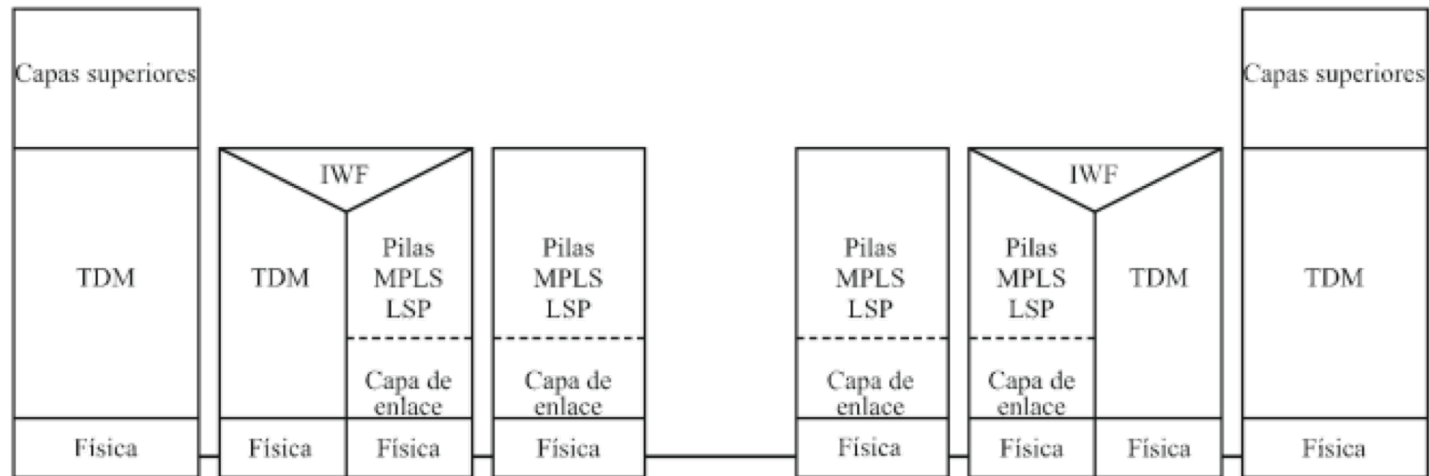
Alliance

IETF

ITU-T

TDMoMPLS

- ITU-T Y.1413 “TDM-MPLS network interworking -- User plane interworking”
- TDM hasta T3/E3
- Temporización de señal externa o recuperada por métodos adaptativos
- Varias conexiones TDM pueden ir en el mismo LSP
- BW en el LSP (bidireccional) debe ser suficiente para todas



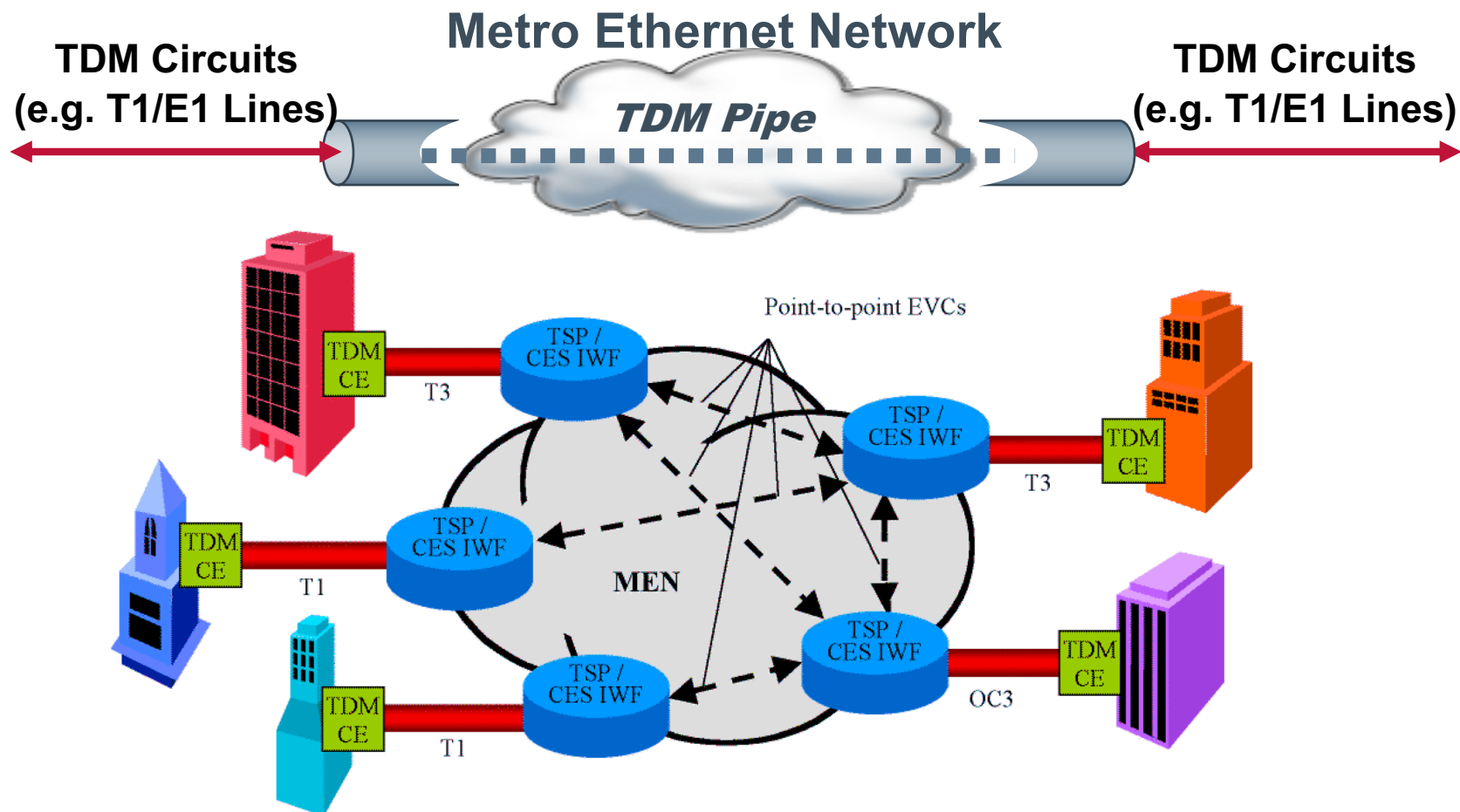
TDMoMPLS

- Si emplea DiffServ entonces usará el PHB EF
- Si emplea IntServ entonces se usará el *Guaranteed Service* con reserva de BW adecuada
- Transporte agnóstico con respecto a la estructura
 - Ignora la estructura TDM
 - El número de bytes por paquete es configurable
- Transporte atento a la estructura
 - Puede usar AAL1

VoEth

CESoETH

- Circuit Emulation Service (CES). TDM Line (T-Line) Service
- Transporte de circuitos TDM por la MEN
- Tanto PDH (Nx64, T1/E1, T3/E3) como SONET/SDH (STS-1, STM-1, STS-3, STM-3, STM-4, etc.)



CESoETH

