

MODULO 2

TELEFONÍA IP

PARTE III

Curso EL6019
Departamento de Ingeniería Eléctrica
U. de Chile
V.2013

INDICE GENERAL DEL MODULO 2

Parte I

1 CONCEPTOS GENERALES

1.1 Conmutación de circuitos y conmutación de paquetes

1.2 Voz sobre IP (VoIP) y Telefonía IP

1.3 Telefonía IP: concurrencia de conceptos

1.4 Componentes de la telefonía IP

2 INTRODUCCION A LOS CODEC

2.1 Descripción y objetivos de los CODEC

2.2 CODEC usados en telefonía

3 MODELOS OSI y TCP/IP

3.1 Introducción

3.2 Modelo OSI

3.2.1 Funciones y protocolos en Modelo OSI

3.2.2 Capas en Modelo OSI

3.2.3 Unidades de datos en las diferentes capas OSI

3.3 Modelo TCP/IP

3.3.1 Funciones y protocolos en Modelo TCP/IP

3.3.2 Capas en Modelo TCP/IP

3.3.3 Unidades de datos en las diferentes capas OSI

3.3.4 Diferencias y semejanzas de TCP/IP con OSI

3.3.5 Protocolos de capa de transporte en TCP/IP

3.3.5.1 TCP

3.3.5.2 UDP

3.3.5.3 SCP

3.3.6 Protocolo de capa de red en TCP/IP: Protocolo IP

3.3.6.1 Introducción

3.3.6.2 Estudio del encabezamiento en los paquetes IP

4 CALIDAD DE SERVICIO (QoS) EN REDES TCP/IP

4.1 Sensibilidad del oído humano a las distorsiones que introduce la transmisión de la voz

4.2 Retardo ó Latencia en redes TCP/IP

4.3 Variación de retardo: Jitter y Wander

4.4 Pérdida de paquetes

Parte II

5 PROTOCOLOS TELEFONÍA IP

5.1 Introducción

5.2 Protocolos Call Setup o de señalización

5.2.1 Las dos familias de protocolos Call Setup o de Señalización

5.2.2 Protocolo H.323 (ITU-T)

5.2.3 Protocolo MGCP (IETF ITU-T)

5.2.4 Protocolo MEGACO / H.248 (IETF ITU-T)

5.2.5 Protocolo SIP (IETF)

5.2.6 Futuro de los protocolos Call Setup

5.3 Protocolo RTP para la fase de conversación

5.3.1 Real – time Transport Protocol (RTP)

5.3.2 Campos en el encabezamiento RTP

6 CODEC: Funcionamiento, Especificaciones, Ancho de Banda

6.1 Principios de funcionamiento de los CODEC usados en telefonía

6.2 Otras especificaciones de los CODEC usados en telefonía

Parte III

6.3 Ancho de banda requerido para transmitir los datagramas generados por los CODEC

7 SERVIDORES de TELEFONIA IP

8 GATEWAYS VoIP y ROUTERS

Parte IV

9 TELEFONOS IP y SOFTPHONES

10 TOPOLOGIAS DE REDES DE TELEFONIA IP

11 DIMENSIONAMIENTO

6 CODEC

(Continuación)

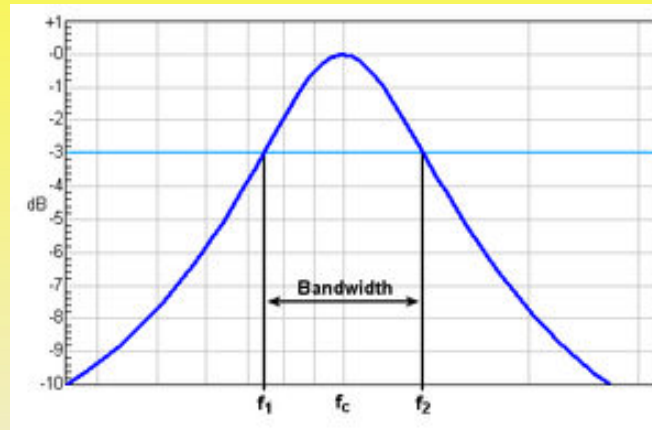
6.3 Ancho de Banda requerido para transmitir los datagramas generados por los CODEC

Los encabezamientos ayudan en el transporte de la información pero producen overhead

- La existencia de varios encabezamientos agrega sobrecarga (overhead) a la información que se transfiere, lo que se hace más crítico cuando el tamaño de la carga útil (payload) es pequeño.
- Los encabezamientos suman :
 - Header RTP (12 bytes)
 - Header UDP (8 bytes)
 - Header IP (20 bytes)
 - Total 40 bytes de overhead
- Por ejemplo cuando se usa CODEC G.729, con el tamaño típico de payload igual a 20 bytes, cada paquete tienen $(20 + 40)$ bytes, de los cuales los dos tercios corresponden a overhead.

El concepto Ancho de Banda

Como nos enseña la teoría de señales, el Ancho de Banda es el rango de frecuencias en el que se concentra la mayor parte de la potencia de la señal, y se mide en Hertz.



Para transmitir información se requiere variar alguno de los parámetros de la portadora.

Mientras mayor es la posibilidad de cambios en la portadora, mayor cantidad de INFORMACION se puede transmitir.

Mientras mayor es el Ancho de Banda, mayor es la posibilidad de cambios en la portadora y por tanto mayor es la cantidad de información que se puede transmitir.

En redes de datos, cuando se habla de Ancho de Banda, el término se refiere a la cantidad de datos que se pueden transmitir por unidad de tiempo, es decir al caudal de datos medido en bits / seg.

Cuando se habla de la capacidad de Ancho de Banda de una red de datos, el concepto no solamente se aplica para especificar la característica de los canales de comunicación, sino que se amplía para incluir también la capacidad de procesamiento de los dispositivos de la red.

De esta forma cuando se debe aumentar el Ancho de Banda de una red de datos, es común que además de aumentar la capacidad de los enlaces, se aumente también la capacidad de routers, switches, servidores y demás dispositivos que participan en la transmisión de los datos.

La gente del mundo de la computación suele utilizar los términos “Ancho de Banda Analógico” o “Ancho de Banda Analógico en Hertz.”, para referirse al concepto “Ancho de Banda” definido por la teoría de señales.

Sin embargo el así llamado “Ancho de Banda Analógico” (medido en Hertz) y el término “Ancho de Banda” en la acepción del mundo de la computación (medido en bits/seg.), se relacionan a través de los teoremas de la Teoría de la Información, que establecen que la máxima cantidad de INFORMACION por unidad de tiempo que se puede transmitir por un canal físico de comunicación es proporcional al Ancho de Banda en Hertz. de dicho canal.

En realidad conceptualmente, tanto el “Ancho de Banda Analógico en Hertz” como el “Ancho de Banda en bits/seg.”, en el fondo indican la máxima cantidad de INFORMACION que se puede transferir por unidad de tiempo.

En lo que sigue de estos apuntes, usaremos la expresión “Ancho de Banda” tal como se usa en el mundo de la computación, es decir como la especificación del caudal de datos que es posible transferir por la red de datos o por uno de sus elementos en particular.

Como hemos visto, los dispositivos que utilizan la red de datos para comunicarse entre ellos, lo hacen generando unidades de datos que viajan por la red.

Para que la comunicación resulte aceptable, las unidades de datos deben ser transferidas por la red a una cierta tasa (o velocidad) [bit / seg], mínima.

La transferencia de datos entre dos dispositivos “carga la red” de datos, esto es, ocupa parte de la capacidad de transferencia que tiene la red de datos.

Dicho de otra forma, y en términos coloquiales, un dispositivo que envía a través de la red de datos unidades de información a otro dispositivo, “consume Ancho de Banda” de la red durante la transmisión.

Utilización del Ancho de Banda en VoIP

- El overhead provoca que el consumo real de ancho de banda de las llamadas VoIP sea mayor de lo que parece a primera vista
- Por ejemplo el CODEC G.729 tiene una tasa nominal de 8 Kbps. Sin embargo su real uso de ancho de banda es mayor que ello, como veremos:

Tasa de bits a la salida: $V_{\text{Codec}} = 8 \text{ Kbps.} = 8.000 \text{ bps.}$

Entrega de datagramas cada 20 ms. $R = 0,020 \text{ seg.}$

Por lo tanto este CODEC entrega datagramas (payload) con largo:

$$L = (V_{\text{Codec}} * R) / 8 = 8.000 * 0,02 / 8 = 20 \text{ bytes}$$

Al payload se debe agregar 40 bytes correspondientes a los headers RTP, UDP e IP antes indicados y algunos headers de capa 2 (por ejemplo los drivers Ethernet generalmente agregan otros 18 bytes).

- Consideraremos Overhead total de: $40 + 18 = 58 \text{ bytes}$

Ancho de Banda Combinado

El Ancho de Banda Combinado (ABC) es el Ancho de Banda que ocupan los dos flujos RTP:

$$\text{Ancho de Banda Combinado} = \frac{\text{Nº bits transmitidos por la red (ambos sentidos)}}{1 \text{ seg.}}$$

Por ej., calculemos el ancho de banda combinado para el CODEC G.729, cuya tasa nominal es **8 Kbps.** y $R = 0,020$ seg.:

$$AB_{\text{Un flujo}} = (\text{Nº bits de 1 datagrama} + \text{Overhead}) * \text{Cantidad de datagramas en 1 seg}$$

$$ABC = 2 * (20 + 58) * 8 * (1 / 0,020) = 62.400 \text{ bps.} = 62,4 \text{ Kbps.}$$

El factor 2 se debe a que se transmiten por la red dos flujos, uno en cada sentido

Se tiene, entonces:

$$\text{Ancho de Banda Combinado} = \frac{2 * (L + \text{Overhead}) * 8}{R} \text{ (bps.)}$$

En que L y Overhead se expresan en bytes y

R en seg.

Ancho de Banda Combinado requerido por los CODECs 711u y 711a (tasa nominal 64 Kbps.)

Tasa de bits a la salida: $V_{\text{Codec}} = 64 \text{ Kbps.} = 64.000 \text{ bps.}$

Entrega del datagrama cada 20 ms.: $R = 0,020 \text{ seg.}$

Largo del datagrama $= L = (V_{\text{Codec}} * R) / 8 = 160 \text{ bytes}$

Ancho de banda combinado $= 2 * (160 + 58) * 8 / 0,02 = 174.400 \text{ (bps.)}$

Los CODEC G.723 -1 usan técnicas MPMLQ o ACELP

Ancho de Banda Combinado requerido por CODEC 726-32 (tasa nominal 32 Kbps.)

Tasa de bits a la salida: $V_{\text{Codec}} = 32 \text{ Kbps} = 32.000 \text{ bps}$.

Entrega del payload cada 20 ms.: $R = 0,020 \text{ seg}$.

Largo del datagrama: $L = (V_{\text{Codec}} * R) / 8 = 80 \text{ (bytes)}$

Ancho de banda combinado = $2 * (80 + 58) * 8 / 0,02 = 110.400 \text{ bps}$.

CODEC	Tasa de datos nominal V_{Codec}	Retardo de paquetización	R típico (tiempo entre datagramas)	Ancho de banda combinado para los dos flujos
G.711u	64.0 Kbps.	1.0 ms.	20 ms.	174.40 Kbps.
G.711a	64.0 Kbps.	1.0 ms.	20 ms.	174.40 Kbps.
G.726-32	32.0 Kbps.	1.0 ms.	20 ms.	110.40 Kbps.
G.729	8.0 Kbps.	25.0 ms.	20 ms.	62.40 Kbps.
G.723.1 MPMLQ	6.3 Kbps.	67.5 ms.	30 ms.	43.73 Kbps.
G.723.1 ACELP	5.3 Kbps.	67.5 ms.	30 ms.	41.60 Kbps.

La columna del extremo derecho de la tabla indica el ancho de banda real requerido para los respectivos CODEC, en una conversación VoIP bidireccional, considerando que cada datagrama tiene 58 bytes de overhead. Algunos textos consideran solamente 40 bytes de overhead.

7 SERVIDORES de TELEFONIA IP

- Muchas transacciones durante la transmisión de datos están basadas en el concepto computacional cliente-servidor.
- Bajo este concepto, **computadores clientes**, hacen requerimientos de servicio a **computadores servidores**, los que realizan las funciones solicitadas y retornan los resultados.
- Son para todos nosotros familiares los “servidores Web”, “servidores de e-mail” y “servidores base de datos”.
- Para administrar los datos y servicios que agrega a una red IP la telefonía IP, se hace útil disponer en la red de un nuevo conjunto de servidores
- Estos servidores agregan la potencialidad para proporcionar nuevos e interesantes servicios.

- Así por Ej. uno de los beneficios de la implementación de VoIP es la posibilidad de ofrecer servicios de mensajería unificada (unified messaging), que es la convergencia de correos de voz y correos e-mail.
- Los servidores para mensajería unificada (unified messaging) también corren sobre plataformas PC y conversan con servidores e-mail y PBX IP, proporcionando acceso a los mensajes en variadas formas.

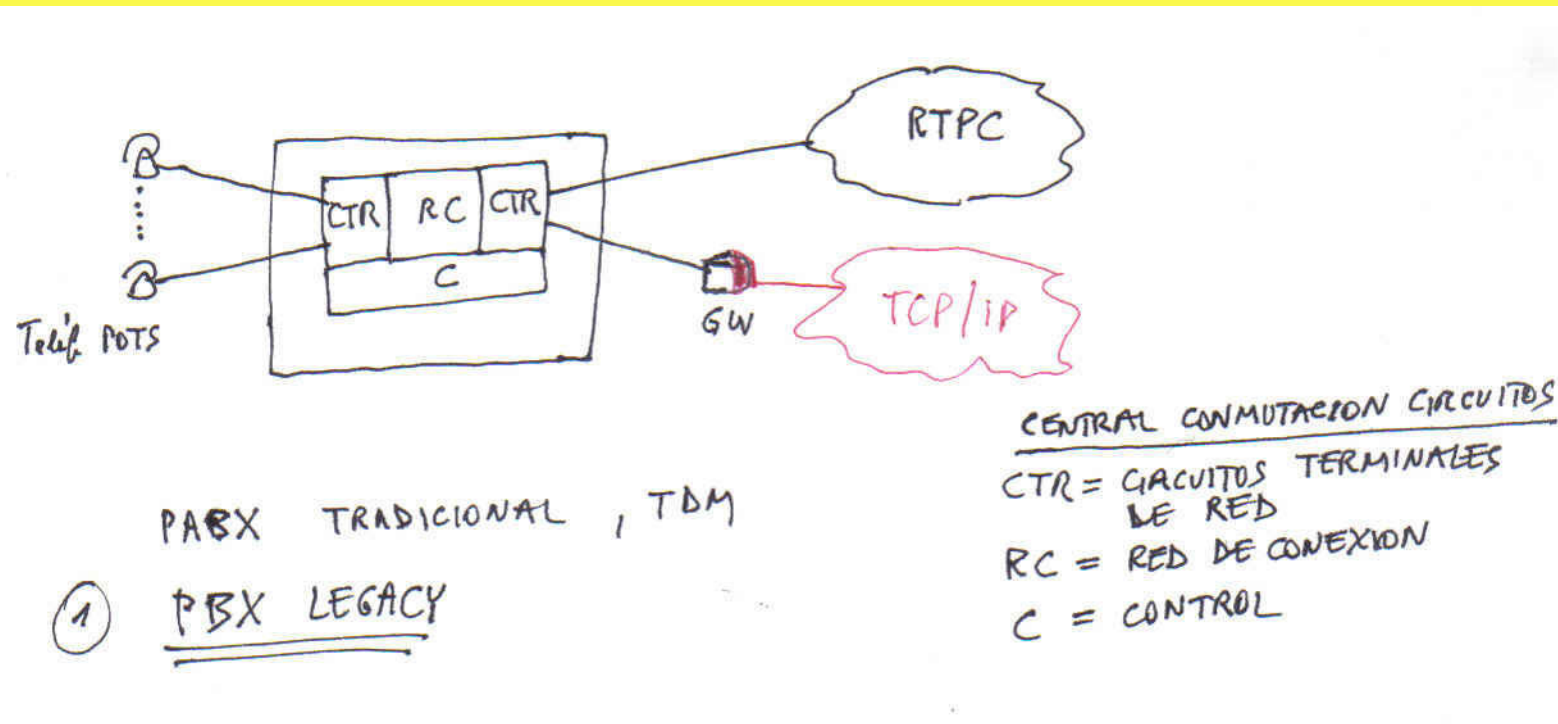
7.1 PBX IP

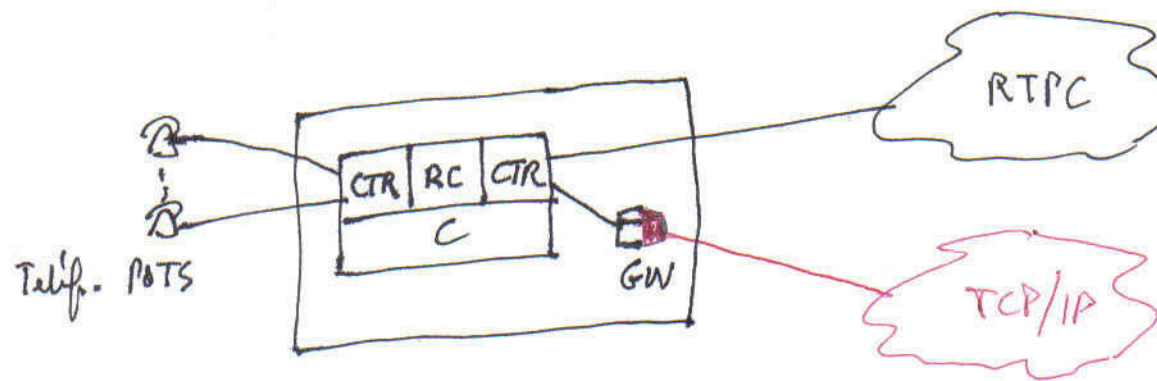
- PBX IP cumplen el rol de administrar los datos que se entregan y reciben de la red, y que corresponden a comunicaciones VoIP
- A las PBX IP se conectan, como terminales, los teléfonos IP
- Una alternativa es que las PBX IP cumplan la función Media Gateway Controller (MGC), es decir controlador de terminales tontos llamados Media Gateways (MG), como pueden ser los teléfonos IP
- Alternativa a las PBX IP es construir el servidor central de telefonía IP sobre una plataforma PC con diferentes sistemas operativos, como por Ej. Microsoft Windows, Linux o Sun Solaris
- Las PBX IP son propietarias, mientras que las plataformas pueden ser administradas a través de APIs del proveedor (Application Programming Interfaces) y a través de APIs estándares proporcionados por el sistema operativo mismo

- Las PBX IP proveen funciones y features como las que proveen las PBX tradicionales (PBX Legacy)
- Las PBX Legacy ofrecen múltiples features desarrollados a través de décadas, tales como transferencia de llamadas y sígueme, las PBX IP están rápidamente proveyendo los mismos servicios, y más

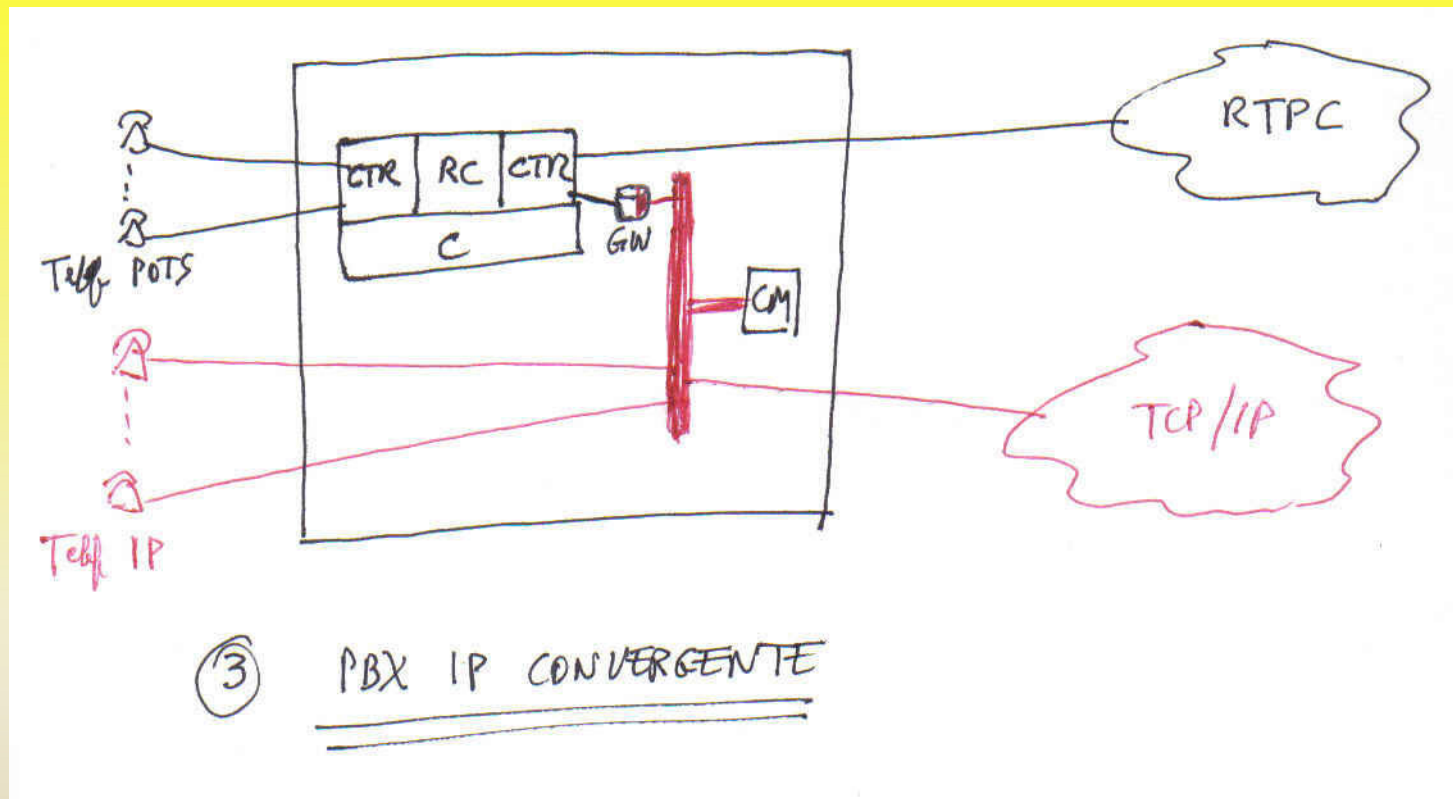
Evolución de las PBX para ofrecer telefonía IP

- 1) PBX tradicional (PBX Legacy): No ofrece servicio telefonía IP
- 2) PBX que permite IP: Admite la interconexión con redes de datos
- 3) PBX convergente: Admite terminales tradicionales y de telefonía IP
- 4) PBX IP Puro: Admite solamente terminales IP

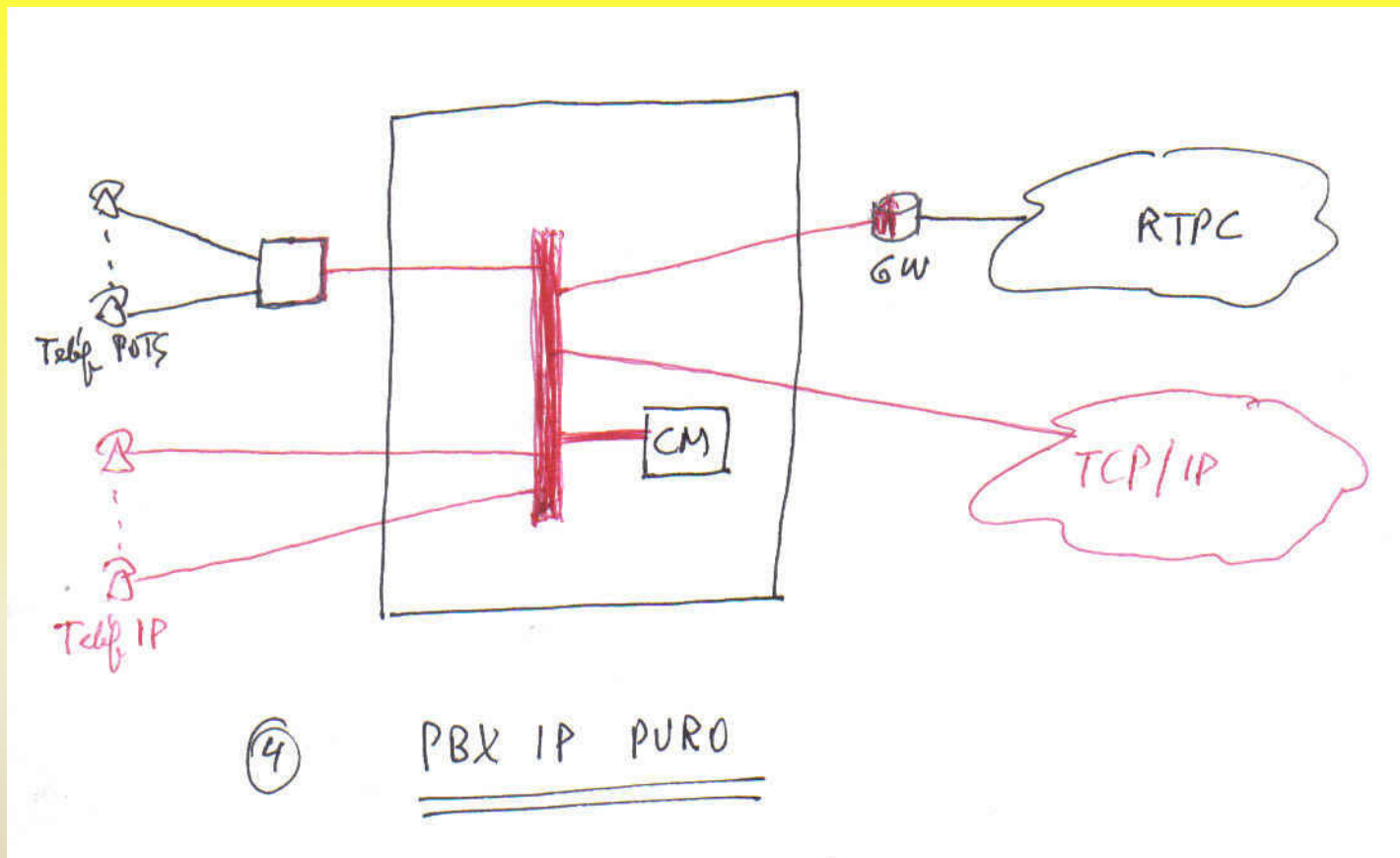




② PBX QUE PERMITE IP



CM = Control Manager



CM = Control Manager

7.2 Gatekeepers

Los **Gatekeepers** son definidos en el modelo H.323 como administrador de llamadas en caso de arquitectura centralizada y como servidor de apoyo, de uso opcional , en caso de arquitectura distribuida.

- Cuando actúa como administrador de llamadas (arquitectura centralizada) realiza tareas de control en la zona específica que corresponde a su zona de influencia
- En el caso de arquitectura distribuida provee a las entidades registradas servicios como:
 - control de admisión,
 - traducción de número telefónico a dirección IP,
 - gestión de Ancho de Banda,
 - gestión de zona

Funciones de Gatekeeper

- Traducción de direcciones
- Control de admisión
- Control de ancho de banda
- Administración zonal
- Señalización de control de llamada (opcional)
- Autorización de llamada (opcional)
- Administración de ancho de banda (opcional)
- Administración de llamadas (opcional)

Los servidores Gatekeeper son muy útiles en ambientes en que la configuración de red es compleja, que requieren algún tipo de seguridad o que disponen de administración de ancho de banda. Si la red dispone de administración de ancho de banda, Gatekeeper colabora (en lo que a transmisión se refiere), regulándose asimismo para no aumentar el problema de ocupación del ancho de banda

7.3 Clustering

- Un nuevo concepto introducido en la telefonía con los servidores de telefonía IP, es el concepto “clustering” (agrupamiento)
- El “clustering” consiste en agrupar varios servidores de este tipo en un grupo o “cluster”, con el fin de **mejorar las características de escalabilidad, confiabilidad y redundancia**
- Los servidores agrupados (clustered) funcionan juntos y **pueden ser administrados como una sola unidad lógica**, aprovechando la mayor potencialidad que permite el procesamiento combinado, pero siendo vistos, desde el punto de vista lógico, como un solo servidor

7.4 Otros Servidores

- También debemos mencionar aquí los servidores de video (video streaming) y servidores de video conferencias
- Aunque éstos servidores no están directamente relacionados con VoIP, muy probablemente la infraestructura convergente representará ventajas para ellos
- Debido a los altos requerimientos de ancho de banda, video sobre IP ofrece una nueva gama de desafíos, frente a los cuales los desafíos de la VoIP parecen pequeños

8 GATEWAYS VoIP y ROUTERS

- Los Gateways VoIP y los Routers IP dirigen el flujo de datagramas RTP a través de una red IP. Los Gateways VoIP además proporcionan conexión entre redes IP y la red telefónica pública conmutada tradicional.
- Por esta razón los Gateways juegan un rol clave durante la migración desde telefonía convencional hacia VoIP. Hoy por hoy en el mundo aún hay pocas redes telefónicas totalmente VoIP.
- Para que las comunicaciones desde una red VoIP a los abonados de la Red Telefónica Pública Conmutada (RTPC) puedan ser completadas, se requiere interconectar ambas redes, lo que como hemos visto se hace mediante Gateways VoIP.

- Los Gateways VoIP dialogan en protocolo SS7 con las centrales telefónicas de la RTPC cuando una llamada originada en la red VoIP va destinada a un abonado de la RTPC y viceversa.
- Los Gateways VoIP también realizan la conversión entre diferentes códigos, función a la que se llama “transcoding”. Si en la red VoIP se utiliza CODEC, por Ej. G.729, los datos de voz deberán ser convertidos a codec G.711 antes de traspasarlos a la red TDM RTPC.
- En los modelos MGCP y Megaco la función de Interface entre los medios TDM y TCP/IP que realizan los Gateways, es conocida como función Media Gateway (MG). Los dispositivos que realizan la función MG pueden ser tontos o inteligentes.
- También se distingue la entidad lógica llamada Media Gateway Controller, que normalmente reside en las PBX IP y servidores de llamadas (dispositivos inteligentes), cuya función es controlar los MG que de él dependen.

- En un ambiente corporativo, los Gateways VoIP normalmente se interconectan con las PABX's tradicionales, con el objetivo de cumplir un plan por etapas para el desarrollo de la VoIP
- Los Gateways por lo general son muy inteligentes, por la variedad de protocolos de señalización y de datos que deben manejar en la red telefónica pública conmutada y en la red VoIP respectivamente
- Los Routers son computadores especializados (o paquete de software) que administran la conexión entre dos o más redes packet switched . Los Routers gastan todo su tiempo examinando las direcciones de fuente y destino en los encabezamientos de los paquetes IP que pasan a través de él, para decidir por qué ruta enviarlos para que prosigan su camino
- De esta forma, el Router toma la decisión del próximo salto que tendrá el paquete en su viaje hacia su destino
- "Tracear" la ruta que siguió un paquete de voz a través de la red puede ser muy útil para identificar y diagnosticar problemas de la red