



REDES

Multimedia/VoIP

Comunicaciones IP

■ Telecomunicaciones/VideoConferencia

- Real Time (< 100 ms de roundtrip)
- Full Duplex/ Two Way

Mas de 100ms -> se empieza a notar
Mas de 200ms -> se pone difícil la comunicación

Full duplex porque los dos lados hablan

■ Live Streaming/ On-Demand Streaming

- Delay tolerant / Low Latency / Near Real Time
- Simplex / One Way

On-Demand streaming es delay tolerant, y generalmente es one way porque solo el servidor me manda info.
La ventaja es que puede haber muchos clientes.

Protocolos VOIP

- Los protocolos para VOIP se dividen en:
 - Los que soportan el transporte del audio
 - Los que soportan la señalización de la llamada y funciones de control

Control: establecimiento de sesion

Separación Señalización y Media

- **Señalización:** Envío de mensajes para comunicar eventos y controlar los aspectos de cada llamada
- **Media:** audio o video de cada llamada
- Separación lógica de la señalización y media
- Pueden tomar caminos separados y normalmente lo hacen
- Media suele ser Peer 2 Peer en VoIP

Esta separación nos permite atacar los problemas de a uno. O coordinamos el medio de llamada, o mandamos paquetes de audio con poca latencia. La de media tratamos de hacerla lo más rápido posible, mientras que la de señalización generalmente pasa por múltiples equipos.

Telecomunicaciones

- **Públicas** - PSTN/PLMN
 - Telcos
 - **Circuit Switched** - legacy
 - **Packet Switched** / VoIP

- **Privadas** - PBX
 - Inter-empresa
 - **Circuit Switched/Analog** - legacy
 - **Packet Switched** / VoIP

Las PBX son centrales privadas para poder hacer llamadas dentro de la misma empresa.

La respuesta automática de las llamadas (IVR) las hace la PBX.

Un call-center es un grupo de internos que están ruteados a una cola de espera, que va desviando las llamadas a medida que los internos se liberan

Corporativa - PBX

- PBX: Private Branch Exchange: Central privada para uso corporativo
- Servicios: Todas las funciones que puede proveer un PBX
 - Llamada entre internos
 - Transferencia de llamadas
 - Desvío de llamadas
 - Colas de Espera y Distribución de llamadas
 - Bloqueo de llamadas
 - Música en espera
 - Conferencia
 - Call Pickup
 - IVRs

Internos

Todo esto antes se manejaba en una red aparte (con su propia patchera, etc).
Ahora es todo VOIP, entonces corre sobre IP



Esta es para un operador, que recibe las llamadas y las transfiere a otro lado

Telefonía Corporativa - PBX IP

- Asterisk u otros
- HW Standard: un servidor o PC
- Capacidad depende del HW y no de puertos físicos

Antes las PBX tenían puertos físicos, entonces la capacidad máxima dependía de ese número. Ahora como va por IP depende más de la velocidad de la red.
- Convergencia con la red de datos
- Simple interconexión entre múltiples PBXs incluso entre sucursales remotas
- Soporte de acceso analógico, TDM o SIP Trunk a PSTN

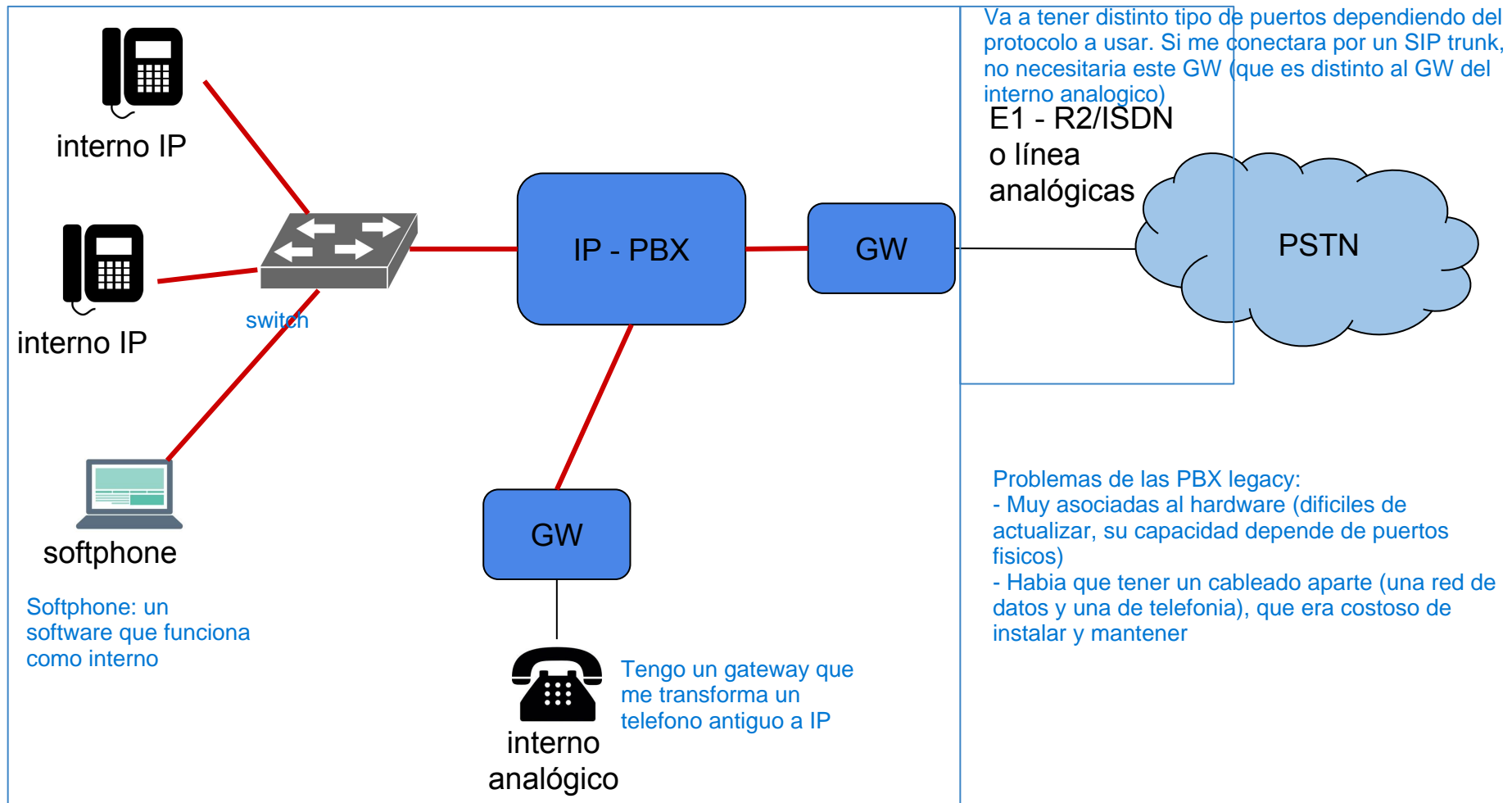
SIP trunk: conexión directa por SIP con la red de telefonía

Corporativa - PBX IP

La telco es la que te da tu número de teléfono/línea

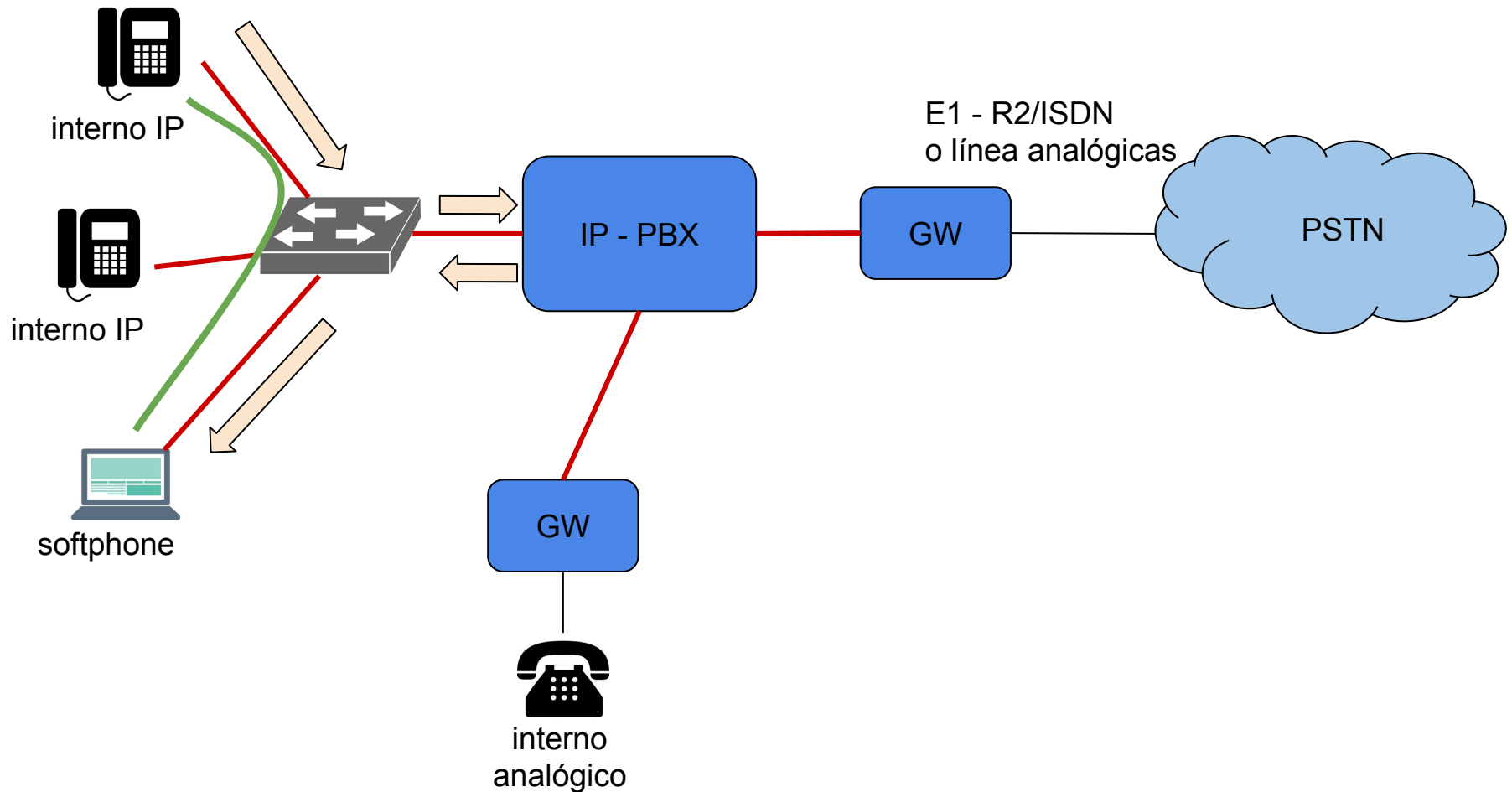
Empresa

Telco



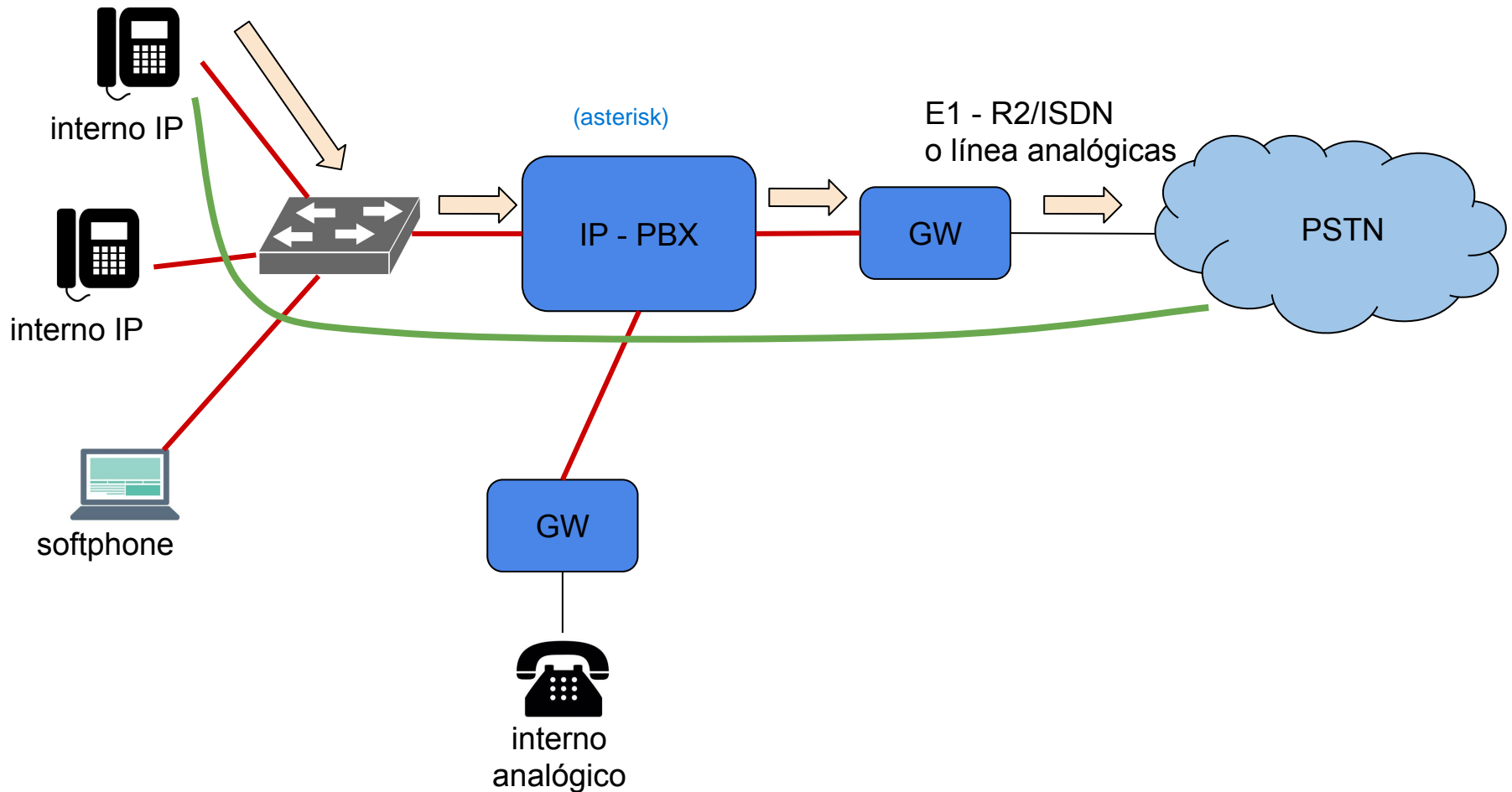
PBX IP - Llamada Interna

Las flechas gruesas son señalización. El audio es el verde. Cuando un interno quiere llamar al softphone, los paquetes de señalización pasan primero por la PBX. Luego, los paquetes de audio van directo al softphone. Cortar la llamada se manda por señalización.



PBX IP - Llamada Externa

En este caso, se hace una llamada para fuera de la empresa. La señalización pasa por muchos equipos, hasta llegar a la PSTN (red de telefonía pública), y el audio va lo mas directo posible).



Corporativa - Virtual o Hosted PBX

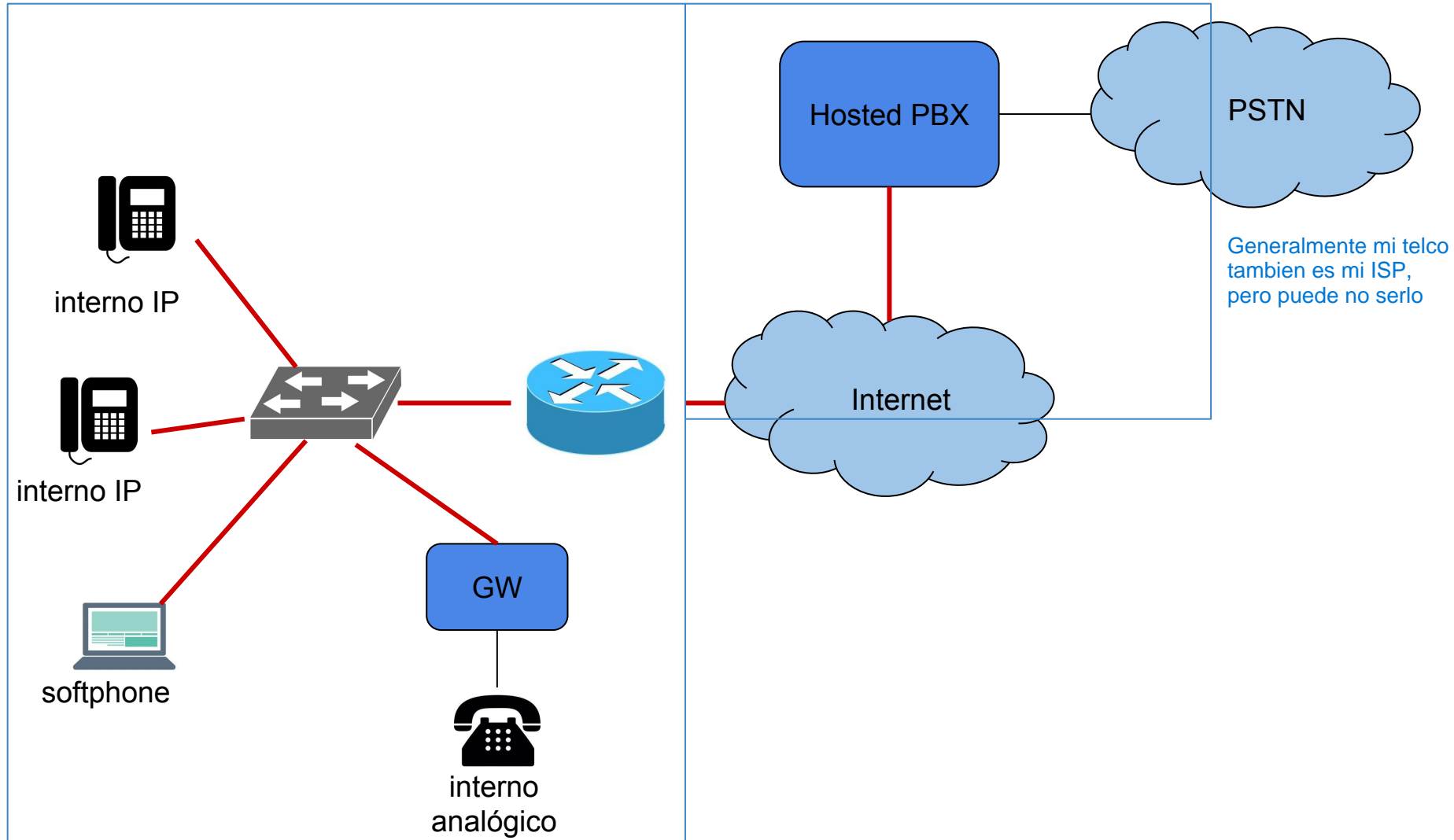
Alternativa a usar una PBX en la empresa: hosted PBX (esta as a service, del lado de la telco)

- Servicio de PBX as a Service (se paga como una cuota mensual)
- El cliente sólo tiene los teléfonos, no tiene HW on premise
- Depende mucho de la conectividad a internet
- Centraliza todo el control en el proveedor
La empresa ya no se tiene que encargar de actualizar/mantener estos equipos
- Acceso a la PSTN a cargo del proveedor
Yo ya no me voy a conectar directamente a la PSTN

Corporativa - Hosted/Virtual PBX

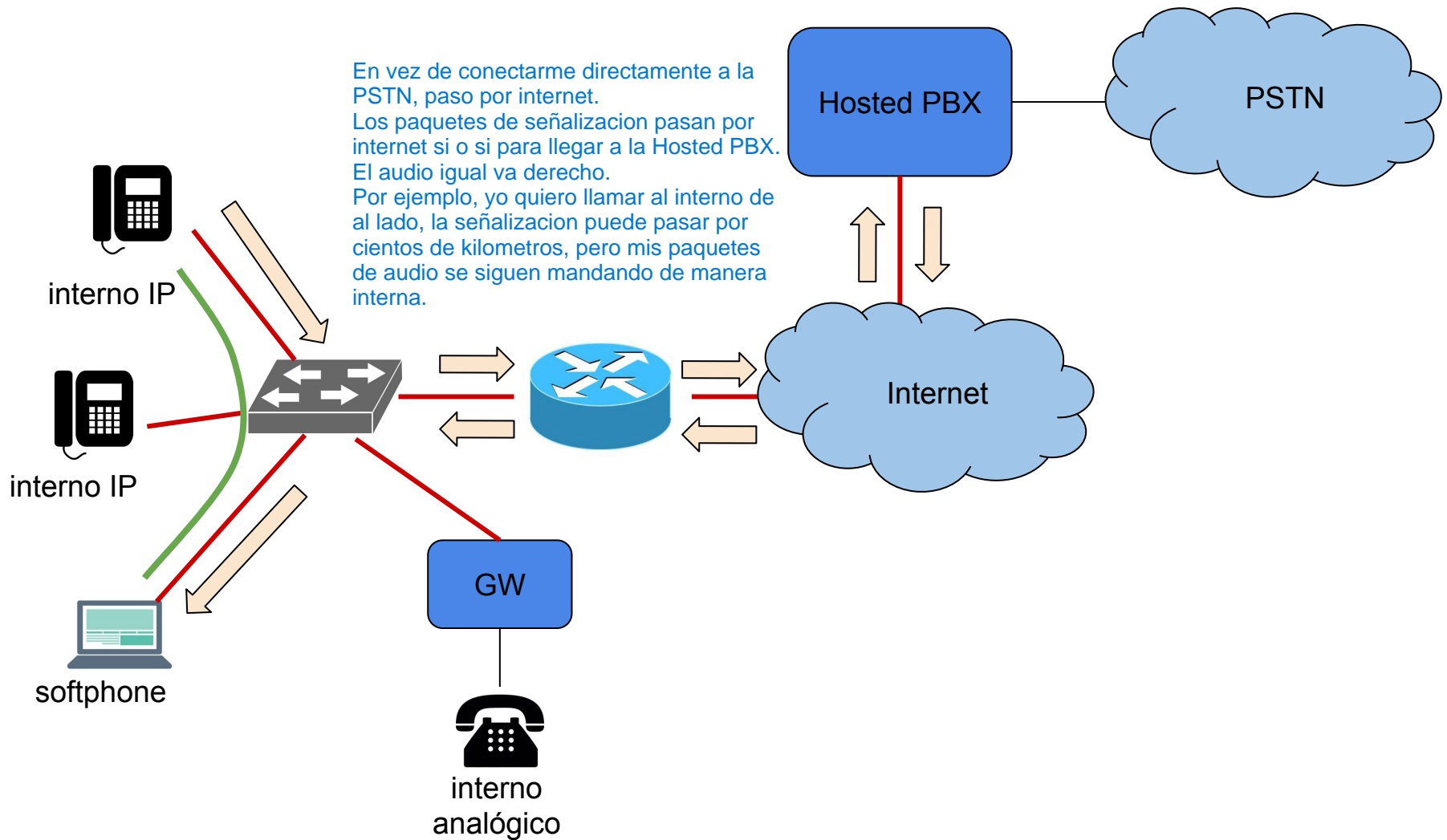
Empresa

Telco



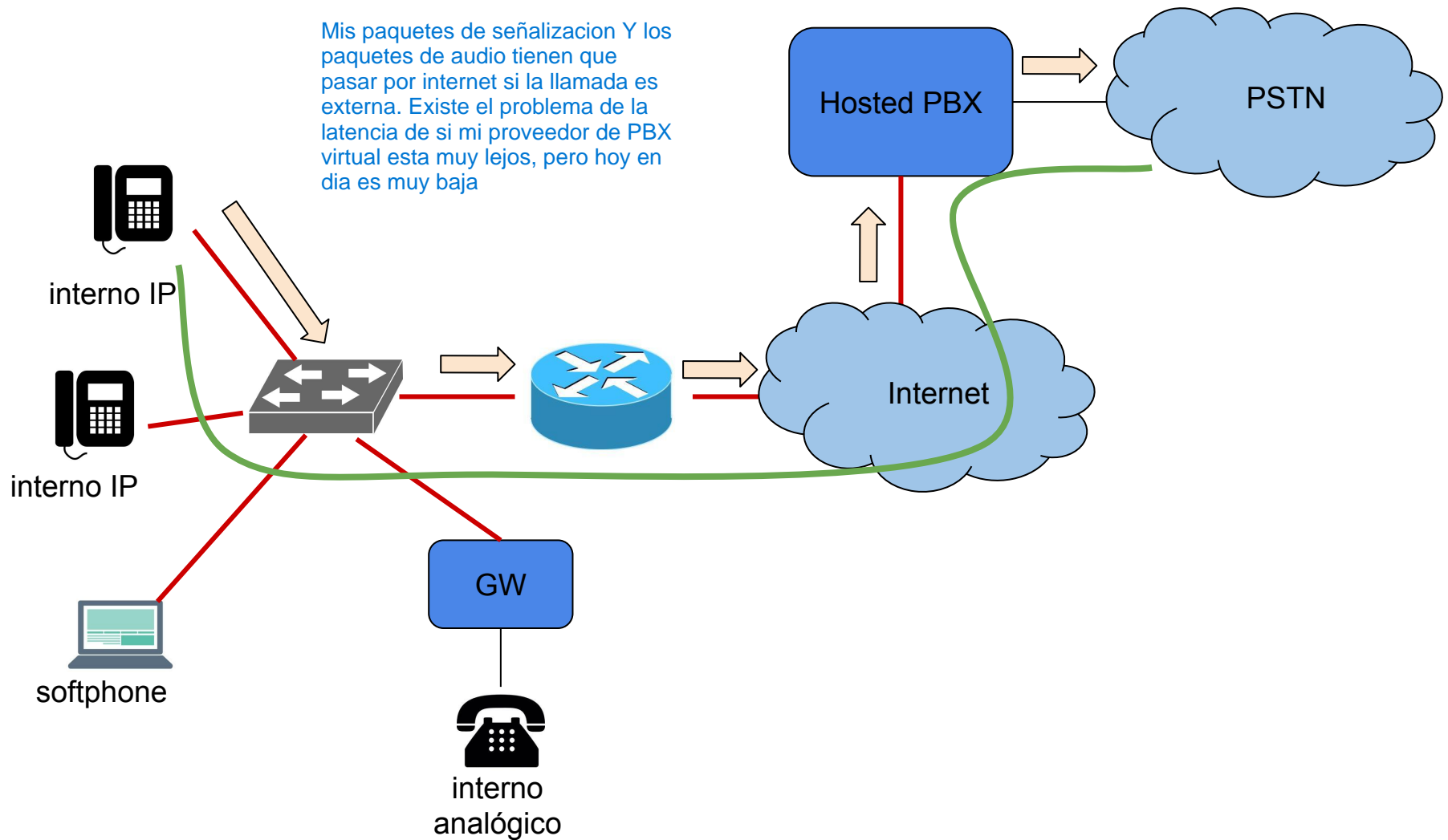
Hosted/Virtual PBX - Llamada Interna

En vez de conectarme directamente a la PSTN, paso por internet.
Los paquetes de señalización pasan por internet si o si para llegar a la Hosted PBX.
El audio igual va derecho.
Por ejemplo, yo quiero llamar al interno de al lado, la señalización puede pasar por cientos de kilómetros, pero mis paquetes de audio se siguen mandando de manera interna.



Hosted/Virtual PBX - Llamada Externa

Mis paquetes de señalización Y los paquetes de audio tienen que pasar por internet si la llamada es externa. Existe el problema de la latencia de si mi proveedor de PBX virtual esta muy lejos, pero hoy en día es muy baja





REDES

VoIP - Protocolos

Protocolos VOIP

Capa	Protocolo
Presentación	Codecs/Aplicación
Sesión	H.323/SIP/MGCP
Transporte	RTP/UDP/TCP <small>RTP va por arriba de TCP y UDP</small>
Red	IP
Enlace	Frame Relay, Ethernet, PPP

Eventos de una llamada (los mas comunes)

- Inicio de llamada (descuelgue y discado)
- Ring y Ringback Ring: suena en el destinatario
Ringback: suena en la persona que llama, para avisar que se conecto la llamada
- Atendimiento
- Corte (una vez atendida)
- Cancelación
- Rechazo
- No Contesta
- Número inexistente (mal discado)
- No disponible
- Ocupado
- Poner en espera
- Transferir

El buzón de voz es un IVR

SIP

■ Permite

- Realizar llamadas IP soportando todos los eventos de una llamada
- Interoperabilidad con PSTN (la PSTN maneja otros protocolos)
- Video Conferencia y otros servicios
- Soporte a modelo Subscribe/Notify Para poder suscribirse a eventos que pueden pasar (como permitir que me avisen si tengo un correo de voz)
- Envío de mensajes de texto

■ Diseñado para operar con aplicaciones de Internet

- Semejanzas con HTTP (texto, header y body)

SIP no es HTTP, pero tiene algunas semejanzas porque ambos tienen texto, header y body

SIP

- Session Initiation Protocol
- IETF desarrolla SIP (RFC 2543) en el año 1999 y luego se afianza en el 2002 (RFC 3261)
- Surge como alternativa a H.323 (1996)
- Las quejas de H.323
 - Pesado
 - Complejo
 - Inflexible
- Con el tiempo se agregan más de 300 RFCs relacionadas con SIP como extensiones y complementos, casos de uso y otros

SIP - Características

- Diseñado para operar con aplicaciones de Internet
 - Semejanzas con HTTP (header y body)
- Protocolo de texto, es decir, **no es binario** (ayuda a ver las trazas)
- **Agnóstico al transporte**
 - UDP
 - TCP
 - TLS (si se quiere seguridad)
- Protocolo de **Pedido-Respuesta** (Request-Response)
- Manejo propio de transacción, retransmisiones, orden y matching Pedido-Respuesta especialmente en **transporte unreliable** matching pedido-rta: puede haber multiples transacciones al mismo tiempo, el protocolo SIP se ocupa de saber que rta es de cada pedido

SIP - URI

- URI: Universal Resource Identifier
- Identificación de un usuario o servicio en una red SIP
- <sip: nombre_de_usuario@dominio.com>

En muchos casos, el nombre de usuario es el numero de telefono

SIP - Fases de una llamada

Registracion: avisarle al servidor SIP que uno esta en determinada IP y puerto SIP, y cual es mi URI. A esa IP y puerto el servidor SIP me va a avisar si tengo una llamada.

Es parecido a UDP hole punching. Le paso al servidor mi IP y puerto para que otro host sepa que me tiene que mandar los paquetes ahi.

- 0: **Registración**: previo a poder realizar o recibir una llamada cada terminal debe periódicamente registrar su asociación URI - IP:Port SIP
- 1: **Ruteo inicial**: Al iniciar una llamada el cliente debe enviar a la red SIP un mensaje y la red debe encargarse de hacer llegar ese mensaje al destino
- 2: **Negociación del canal de media**: intercambio de IP:Port de media y capacidades (codecs)
- 2': **Establecimiento de la llamada**
- 3: **Intercambio de media**
- 4: **Finalización de la llamada**

Ruteo inicial: cuando quiero hacer una llamada (ya estando registrado el origen y destino de la llamada), el servidor tiene que poder llegar hacia el destino.
Negociacion del canal de media: se intercambia IP y puerto de media (distinto al puerto de señalizacion)
Establecimiento: avisarle al otro que acepte la llamada

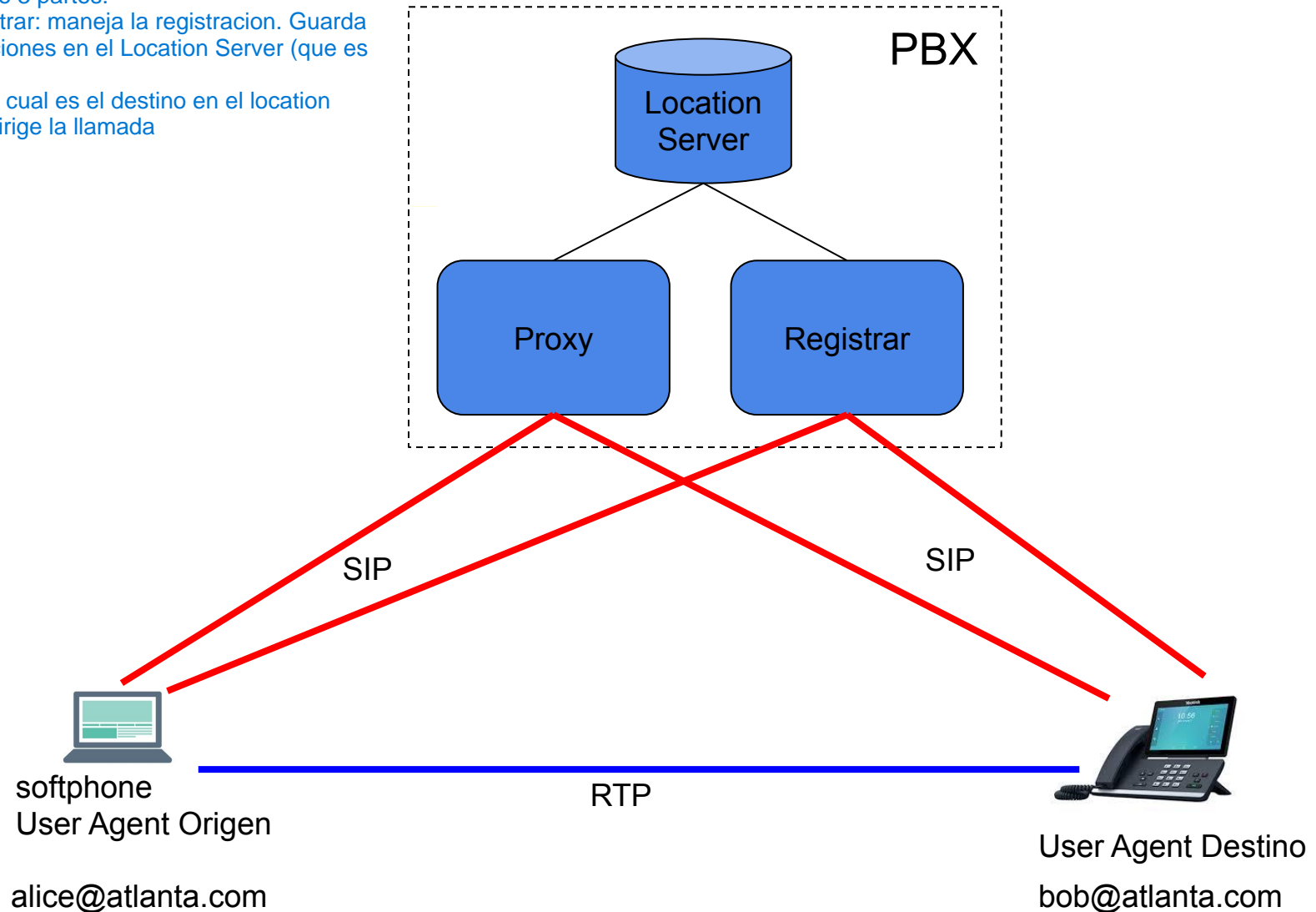
PBX

Componentes

La PBX tiene 3 partes:

1 y 2) Registrar: maneja la registracion. Guarda las registraciones en el Location Server (que es una DB)

3) Proxy: ve cual es el destino en el location server y redirige la llamada



Componentes SIP

■ Location Service

- Mantiene actualizada la relación SIP URI - IP:Port de señalización

■ Servidor de Registración

- Maneja señalización SIP para actualizar el Location Service

■ Servidor Proxy

- Rutea los paquetes en nombre del cliente consultando al Location Service
- Pueden ser Stateless o Stateful de acuerdo manejen únicamente el ruteo inicial o estén presentes toda la llamada

■ Servidor de Redirección

- Redirige las llamadas consultando al Location Service

Mensajes SIP

Notar similitud con HTTP

- **REGISTER**: informar la localización de un usuario al SIP registration server. Generalmente la registracion tiene una autentificacion, sino cualquiera se podria hacer pasar por cualquiera
- **INVITE**: invitar a un usuario a una llamada
- **BYE**: terminar una conexión entre endpoints.
- **ACK**: intercambio confiable de mensajes de invitación. El invite usa un 3-way handshake, para que ambos estes seguros de que se atendio.
- **CANCEL**: cancela la búsqueda de un usuario. Cancel: alguien llamo pero cancela antes que el otro atienda
- **OPTIONS**: obtener información de capacidades de la llamada. (para poder negociar el canal de media)

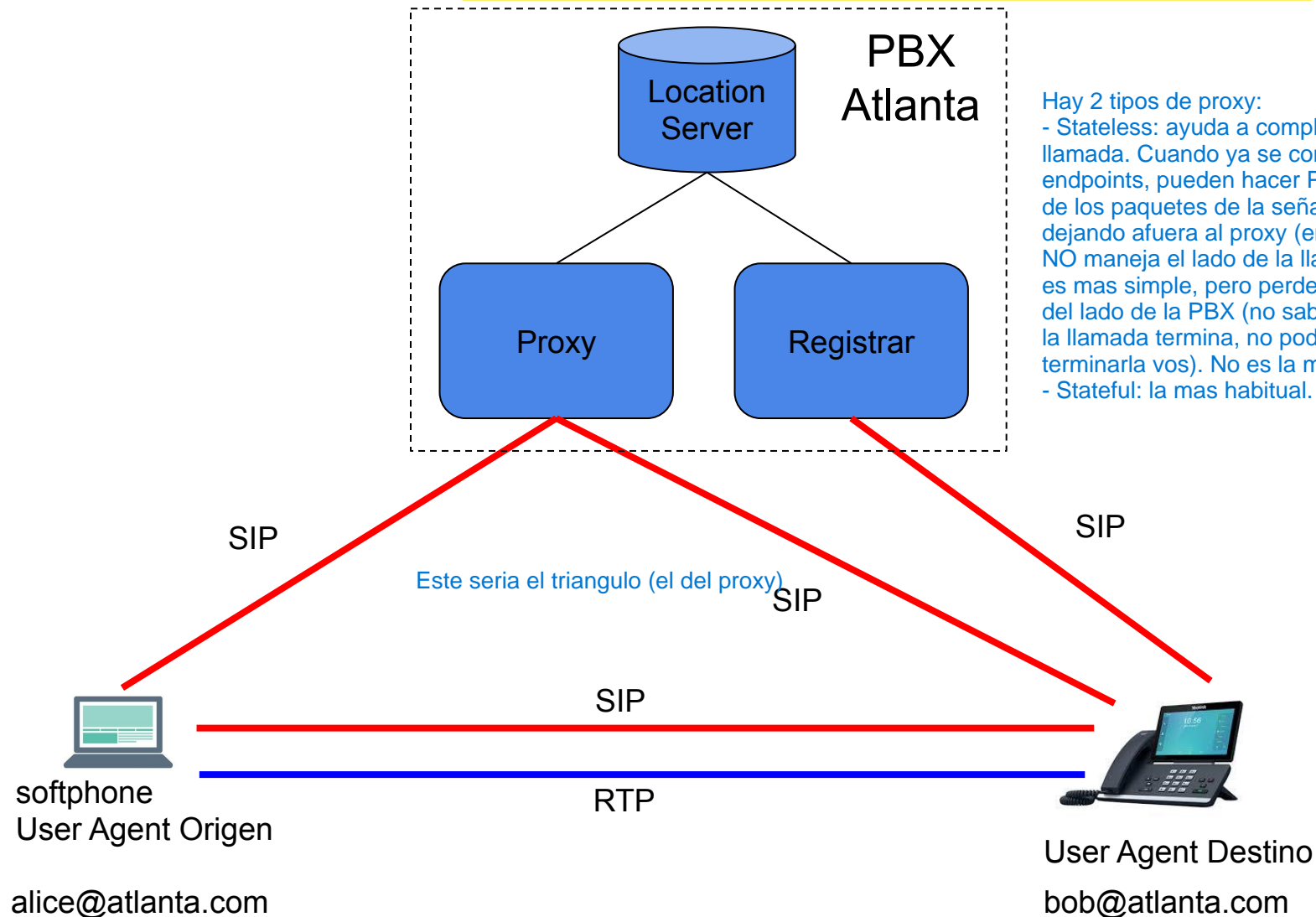
Respuestas SIP

Respuestas que generalmente obtiene el invite.
Del 400 en adelante son todos errores, y terminan una transaccion.
La 300 es una redireccion.
Las 100 no terminan la transaccion.

- **1xx:** Provisional
 - 100 Trying
 - 180 Ringing
- **2xx:** Exitosa
 - 200 OK
- **3xx:** Redirección
 - 301 Moved Permanently
- **4xx:** Error del cliente
 - 404 Not Found
 - 486 Busy Here
- **5xx:** Error del servidor
 - 503 Service Unavailable
- **6xx:** Error Global
 - 606 Not Acceptable

Triángulo SIP - Stateless

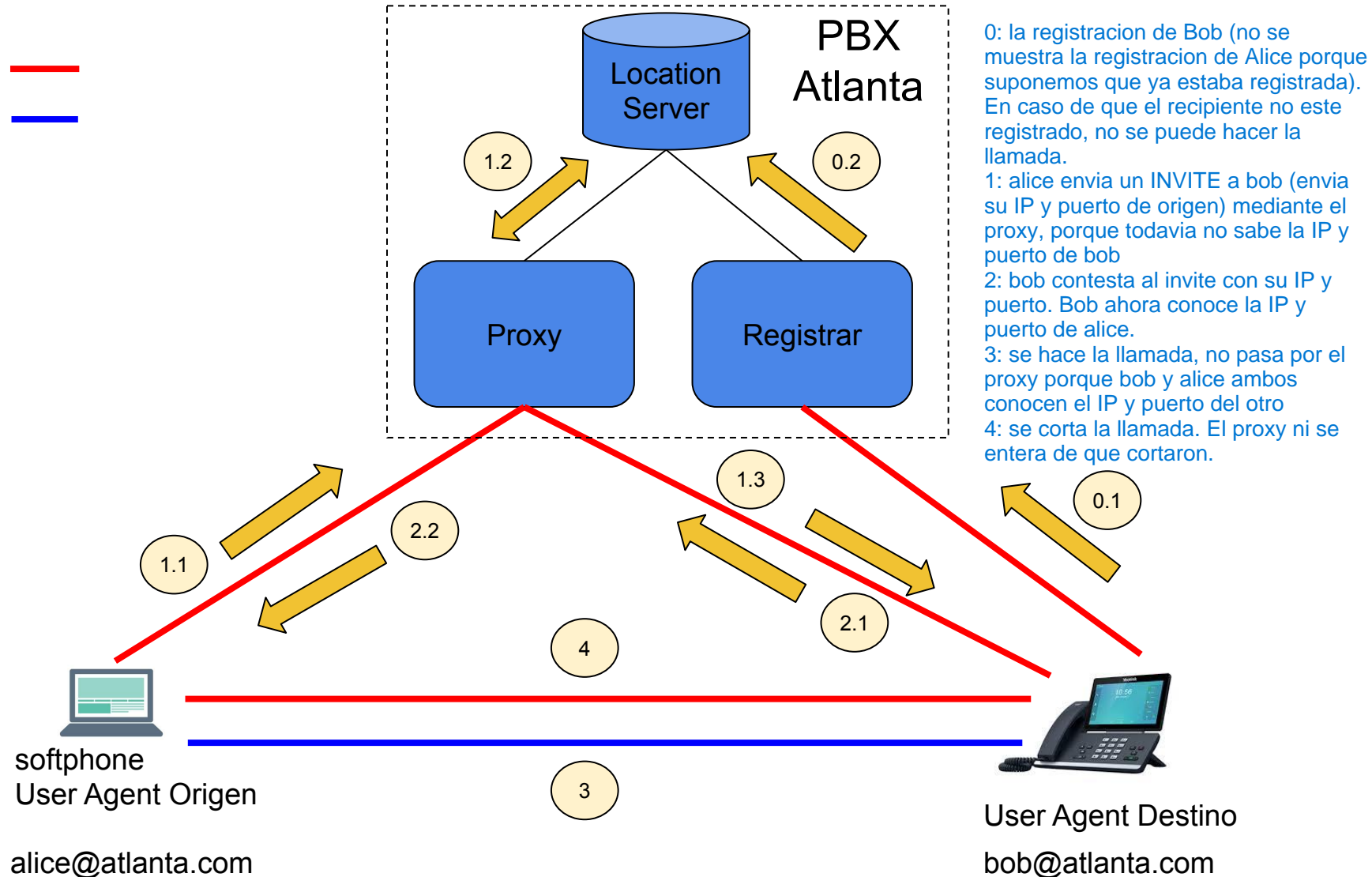
Llamada entre usuarios de un mismo dominio



Triángulo SIP - Stateless

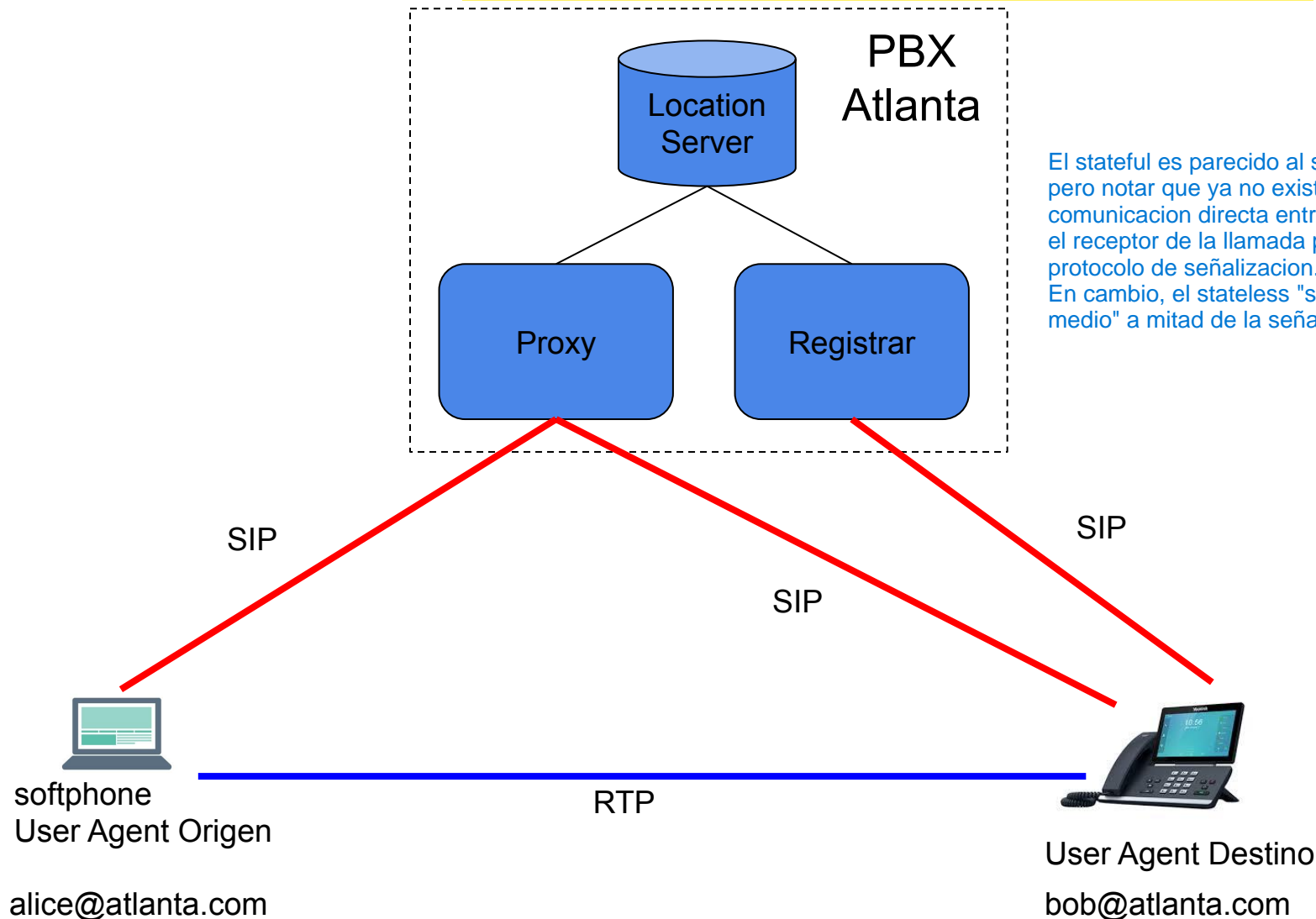
Llamada entre usuarios de un mismo dominio

SIP ———
RTP ———



Triángulo SIP - Stateful

Llamada entre usuarios de un mismo dominio

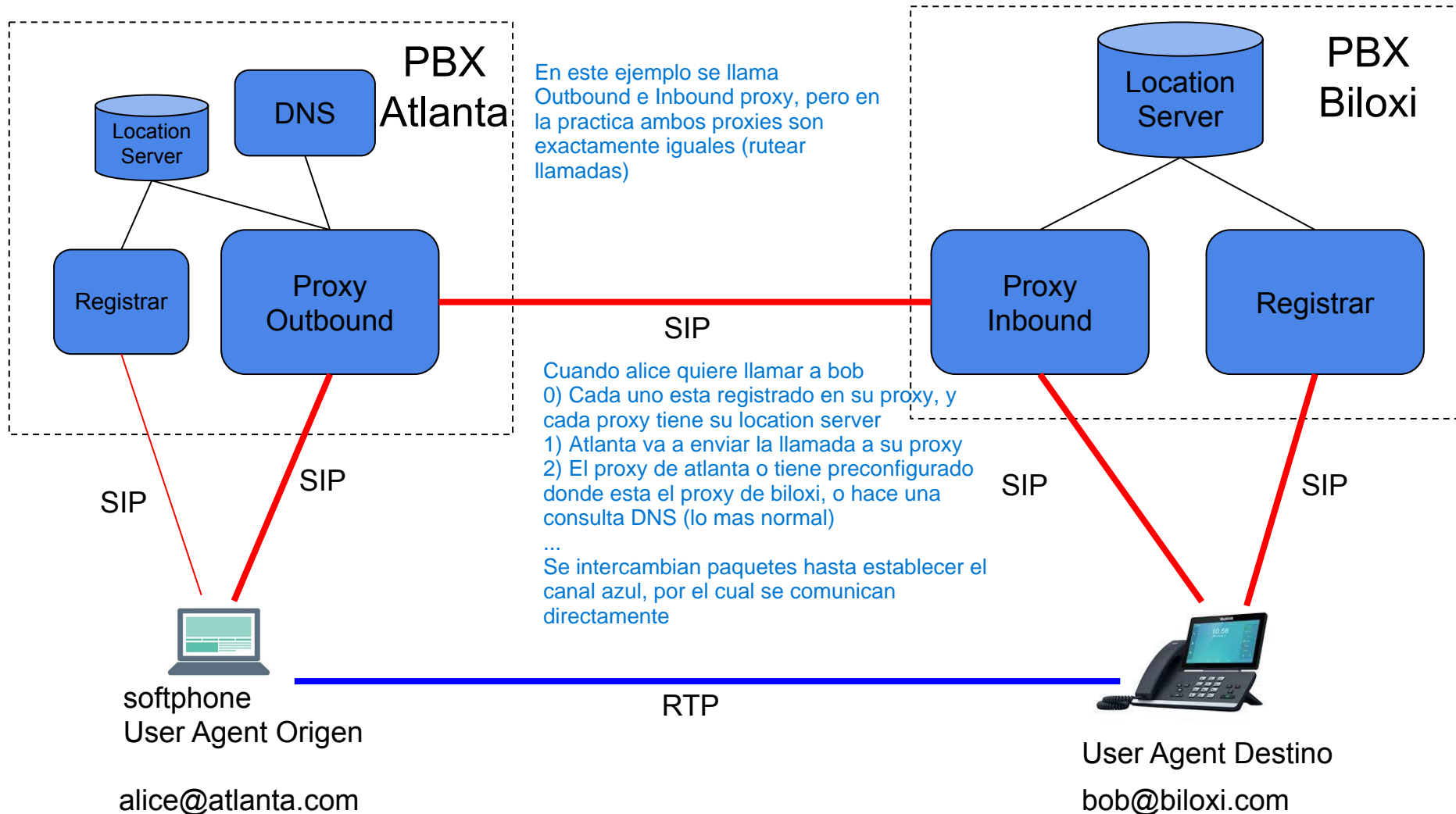


El stateful es parecido al stateless, pero notar que ya no existe la comunicacion directa entre el emisor y el receptor de la llamada para el protocolo de señalizacion. En cambio, el stateless "sale de en medio" a mitad de la señalizacion.

Trapezoide SIP - Stateful

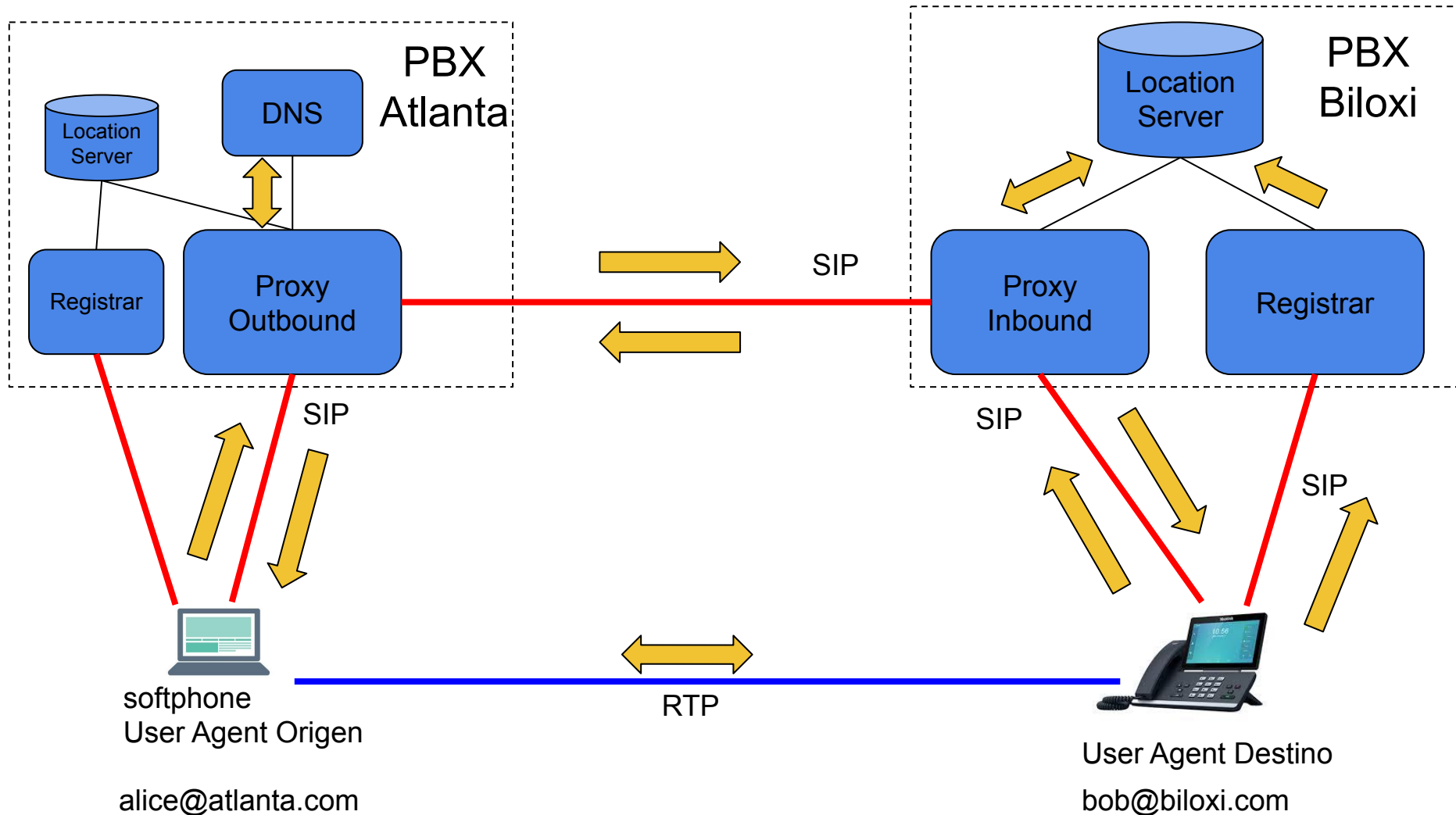
Llamada entre usuarios de distinto dominio

Cuando una empresa llama a otra



Trapezoide SIP - Stateful

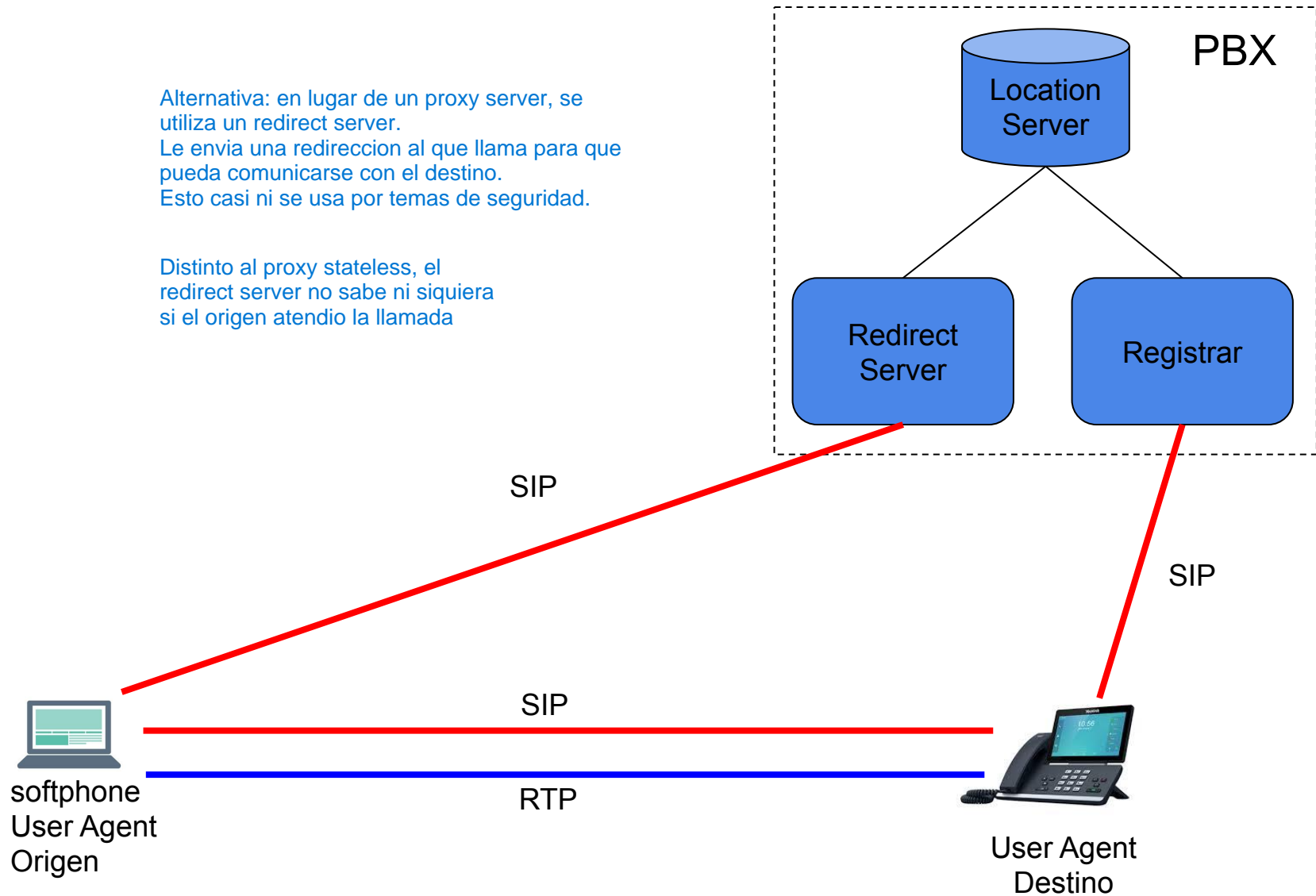
Llamada entre usuarios de distinto dominio



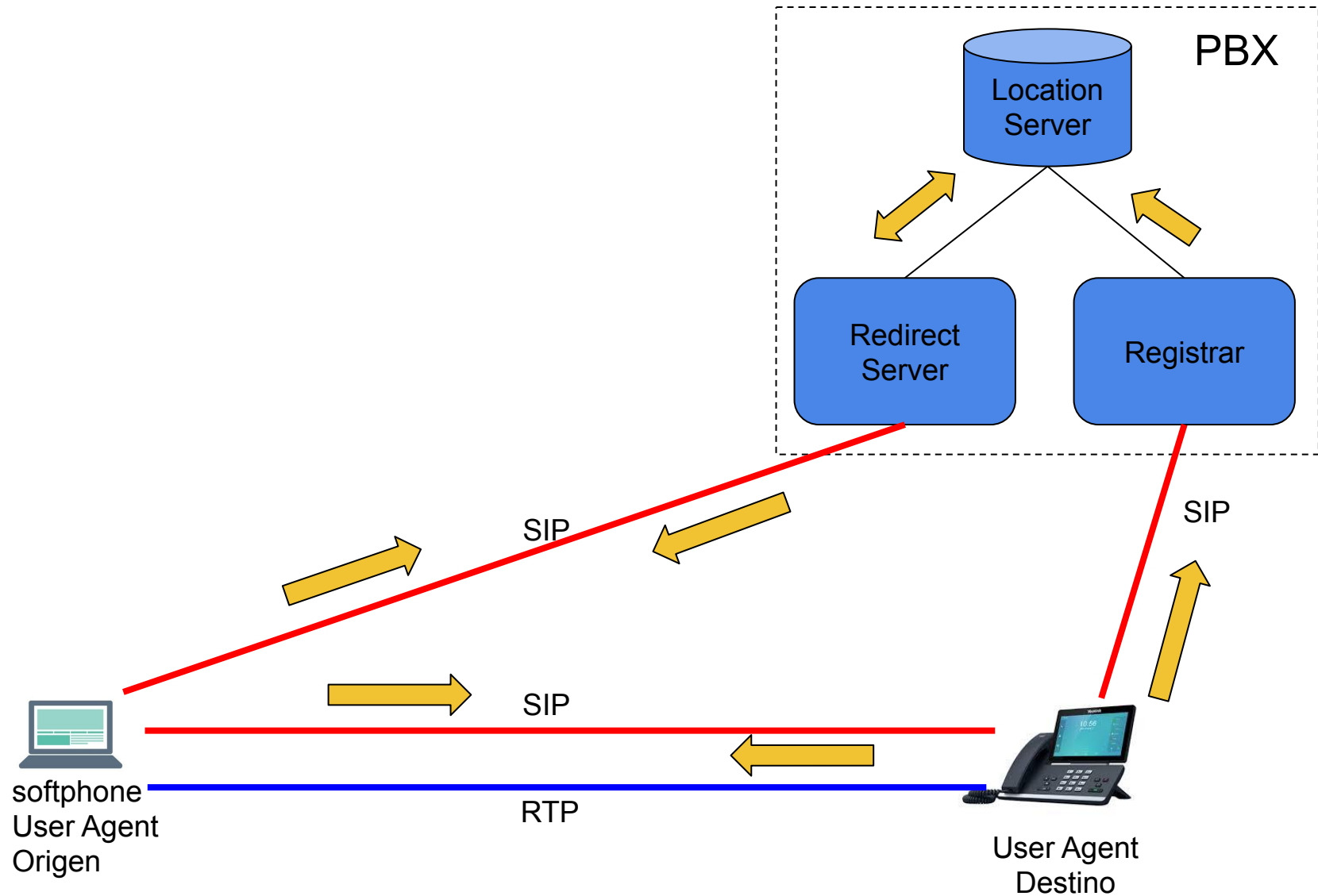
Redirect SIP

Alternativa: en lugar de un proxy server, se utiliza un redirect server.
Le envia una redireccion al que llama para que pueda comunicarse con el destino.
Esto casi ni se usa por temas de seguridad.

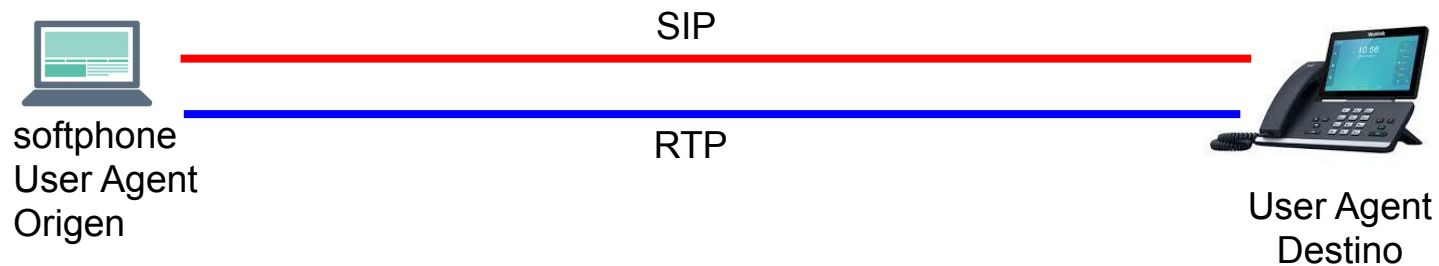
Distinto al proxy stateless, el redirect server no sabe ni siquiera si el origen atendio la llamada



Redirect SIP



SIP Peer to Peer

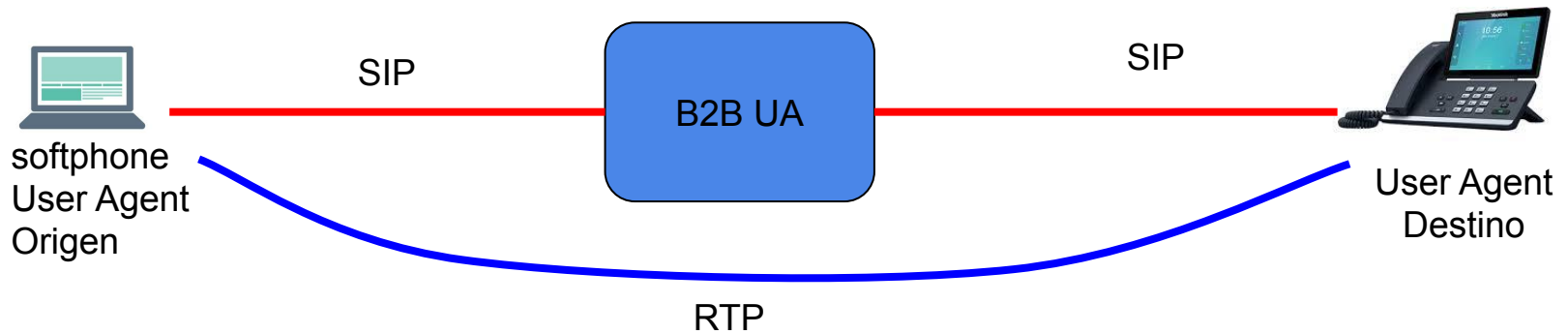


- En este caso los User Agents deben conocer la IP y Puerto SIP del otro User Agent

Esto generalmente no es factible cuando los hosts estan en distintas redes privadas. Esto si se suele usar para conectar cosas a nivel aplicacion (por ejemplo la comunicacion entre el proxy y su mismo IVR).

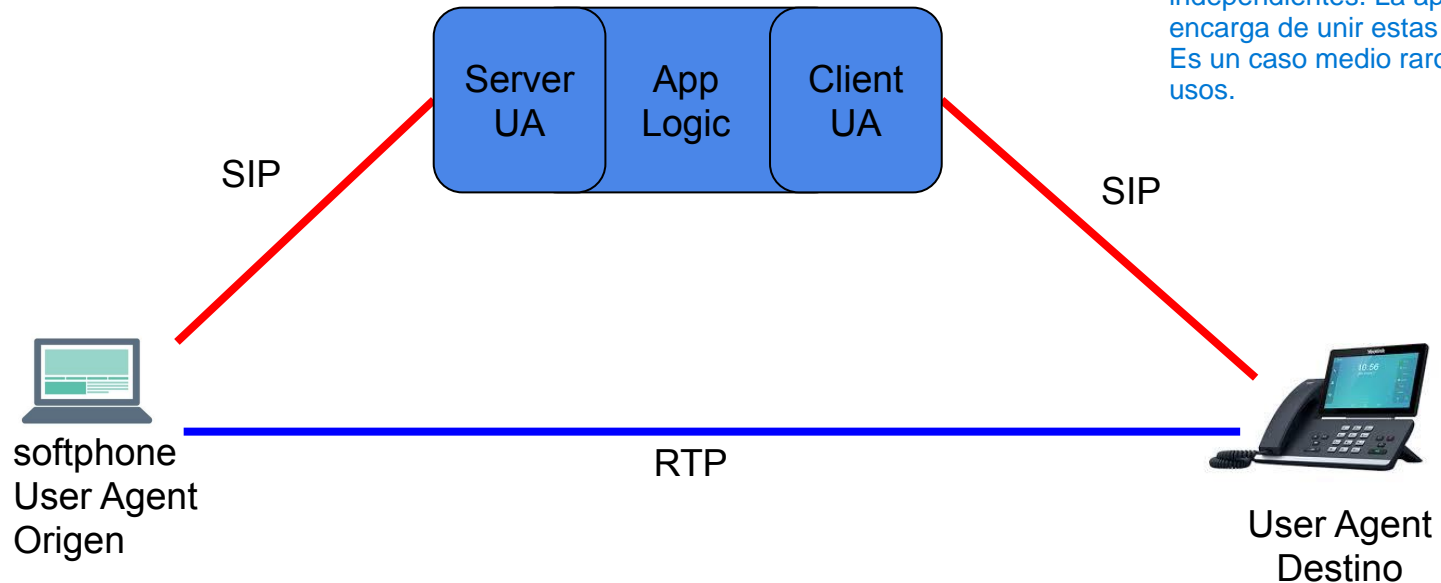
- No se usa entre terminales sino entre Application Servers

SIP - Back to Back UA



Back to Back User Agent: cuando yo quiero tratar la llamada como si fueran dos llamadas (una que va del origen a mi y otra que va del destino a mi).
Esto me permite ir cambiando el destino sin cortar la llamada del origen.
Un caso de uso es los que atiendes cuando te llaman y antes de que haga ring aparece "bienvenido a movistar"

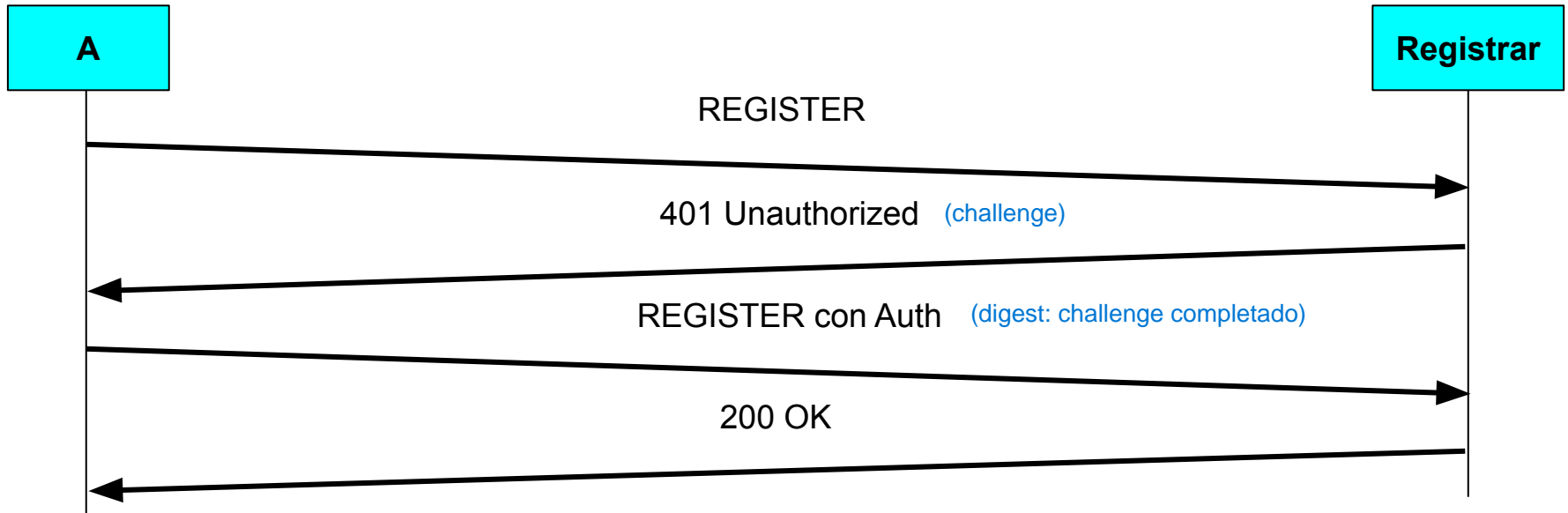
A los ojos de SIP, estas son llamadas independientes. La application logic se encarga de unir estas llamadas.
Es un caso medio raro pero tiene sus usos.



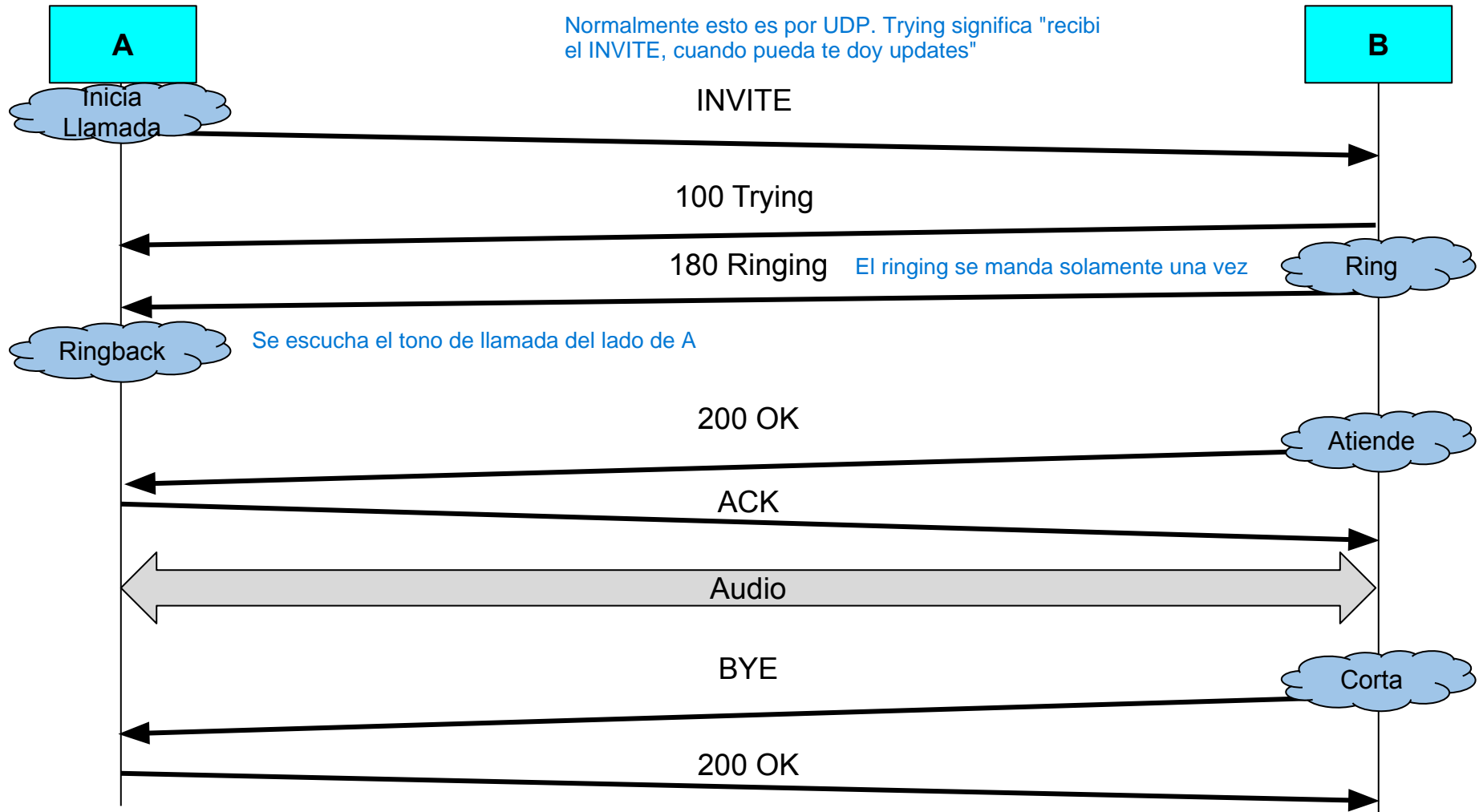
SIP - Back to Back UA

- Usado para prestar servicios de telefonía complejos
- Maneja dos llamadas independientes para cada lado
- Las llamadas son coordinadas por el servicio
- Por ejemplo puede cortar una de las llamadas y reintentar en otro número sin cortar la otra

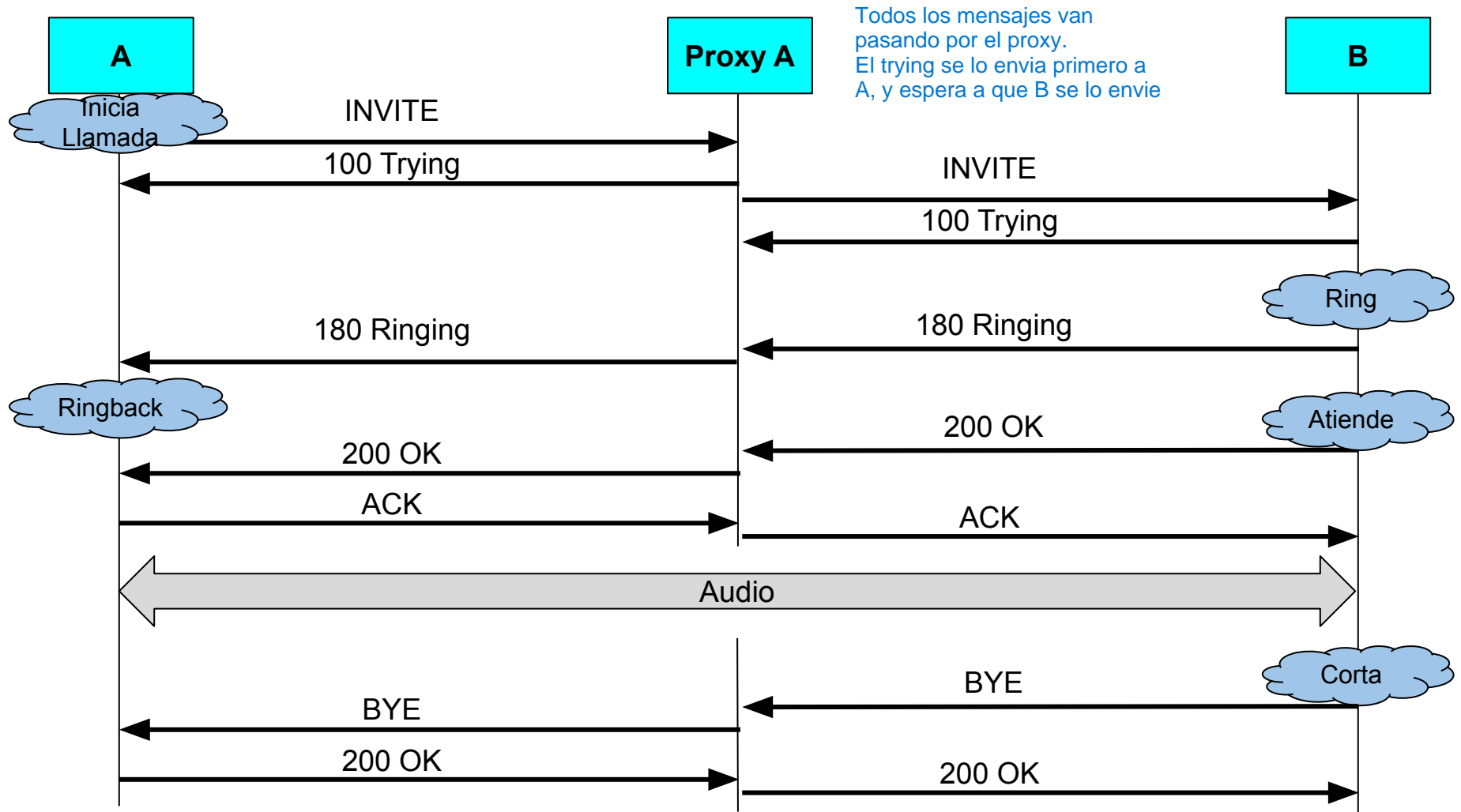
SIP - Registración con Autenticación



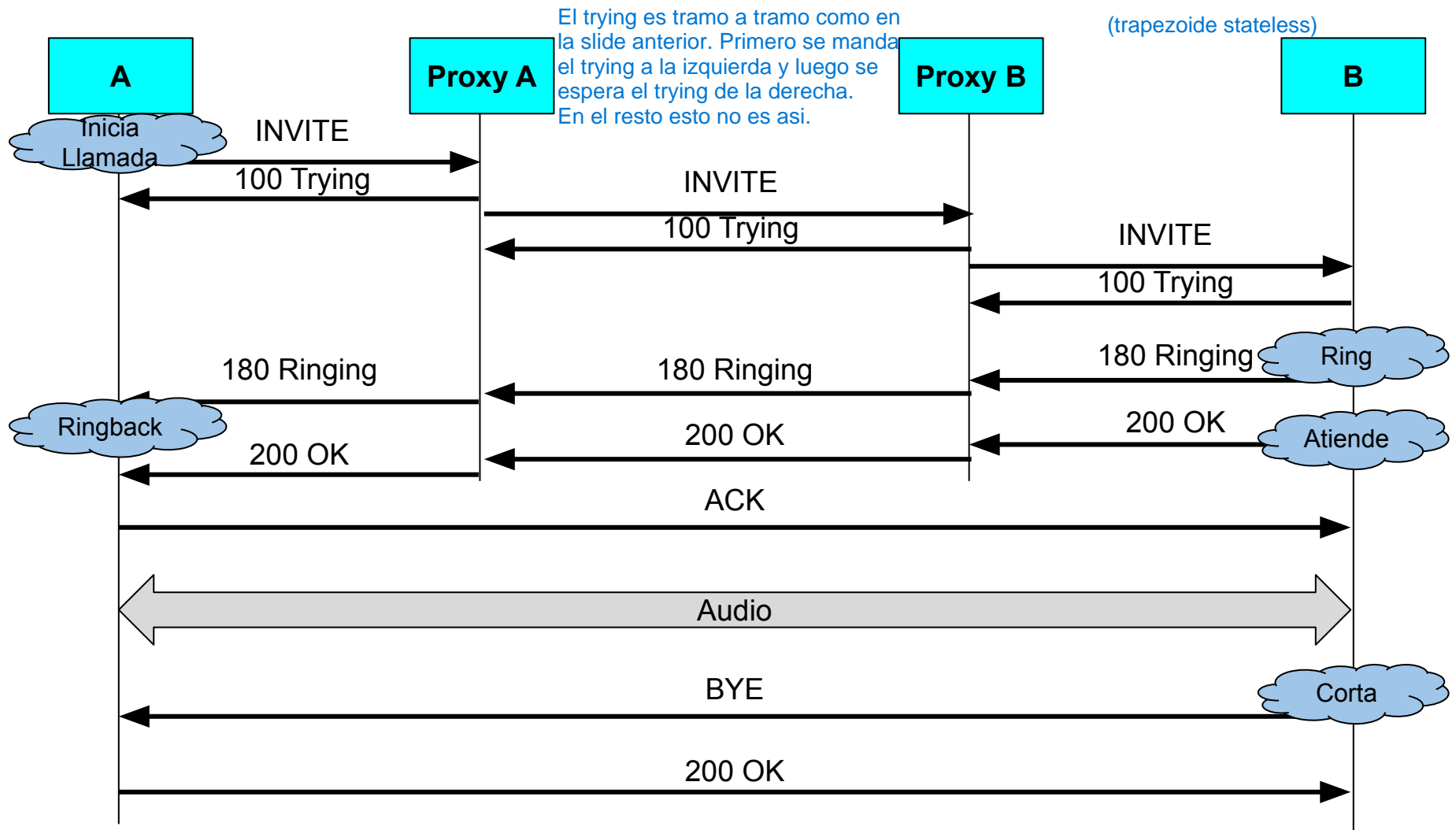
SIP - Basic CallFlow



SIP - Basic CallFlow con Proxy Stateful



SIP - Basic CallFlow con Proxies Stateless



SIP - Traza REGISTER con Auth

No.	Time	Delta Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
0.000000	92.217383	0.000000	100.64.148.70	100.64.148.68	SIP	548	Status: 401 Unauthorized (0 bindings)
0.008466	92.225849	0.008466	100.64.148.68	100.64.148.70	SIP	735	Request: REGISTER sip:+525588588002@ims.izzi.mx

▶ Frame 6564: 735 bytes on wire (5880 bits), 735 bytes captured (5880 bits)
▶ Linux cooked capture
▶ Internet Protocol Version 4, Src: 100.64.148.68 (100.64.148.68), Dst: 100.64.148.70 (100.64.148.70)
▶ User Datagram Protocol, Src Port: hacl-gs (5301), Dst Port: sip (5060)
▼ Session Initiation Protocol (REGISTER)
▶ Request-Line: REGISTER sip:+525588588002@ims.izzi.mx SIP/2.0
▼ Message Header
▶ Via: SIP/2.0/UDP 100.64.148.68:5301;branch=z9hG4bK155504268026140463751324704
▶ From: <sip:+525588588002@ims.izzi.mx>;tag=condor155504268037
▶ To: <sip:+525588588002@ims.izzi.mx>
Call-ID: 15550426659710001@ims.izzi.mx
▶ CSeq: 1 REGISTER
Max-Forwards: 70
Expires: 3600
▶ [truncated] Authorization: Digest username="+525588588002@ims.izzi.mx", realm="ims.izzi.mx", nonce="5da07ee85cb011782NE17817ee8f0dcf956ff77f67
▶ Contact: <sip:+525588588002@100.64.148.68:5301>
Content-Length: 0

```
0000 00 04 00 01 00 06 48 df 37 1f 9d b0 00 00 08 00 .....H. 7.....
0010 45 00 02 cf d3 21 40 00 40 11 73 f1 64 40 94 44 E....!@. @.s.d@D
0020 64 40 94 46 14 b5 13 c4 02 bb f3 d7 52 45 47 49 d@.F.... ..REGI
0030 53 54 45 52 20 73 69 70 3a 2b 35 32 35 35 38 38 STER sip :+525588
0040 35 38 38 30 30 32 40 69 6d 73 2e 69 7a 7a 69 2e 588002@i ms.izzi.
0050 6d 78 20 53 49 50 2f 32 2e 30 0d 0a 56 69 61 3a mx SIP/2 .0..Via:
0060 20 53 49 50 2f 32 2e 30 2f 55 44 50 20 31 30 30 SIP/2.0 /UDP 100
0070 2e 36 34 2e 31 34 38 2e 36 38 3a 35 33 30 31 3b .64.148. 68:5301;
0080 62 72 61 6e 63 68 3d 7a 39 68 47 34 62 4b 31 35 branch=z 9hG4bK15
0090 35 35 30 34 32 36 38 30 32 36 31 34 30 34 36 33 55042680 26140463
00a0 37 35 31 33 32 34 37 30 34 0d 0a 46 72 6f 6d 3a 75132470 4..From:
00b0 20 3c 73 69 70 3a 2b 35 32 35 35 38 38 35 38 38 <sip:+5 25588588
00c0 30 30 32 40 69 6d 73 2e 69 7a 7a 69 2e 6d 78 3e 002@ims. izzi.mx>
00d0 3b 74 61 67 3d 63 6f 6e 64 6f 72 31 35 35 35 30 ;tag=con dor15550
00e0 34 32 36 38 30 33 37 0d 0a 54 6f 3a 20 3c 73 69 4268037. .To: <si
```

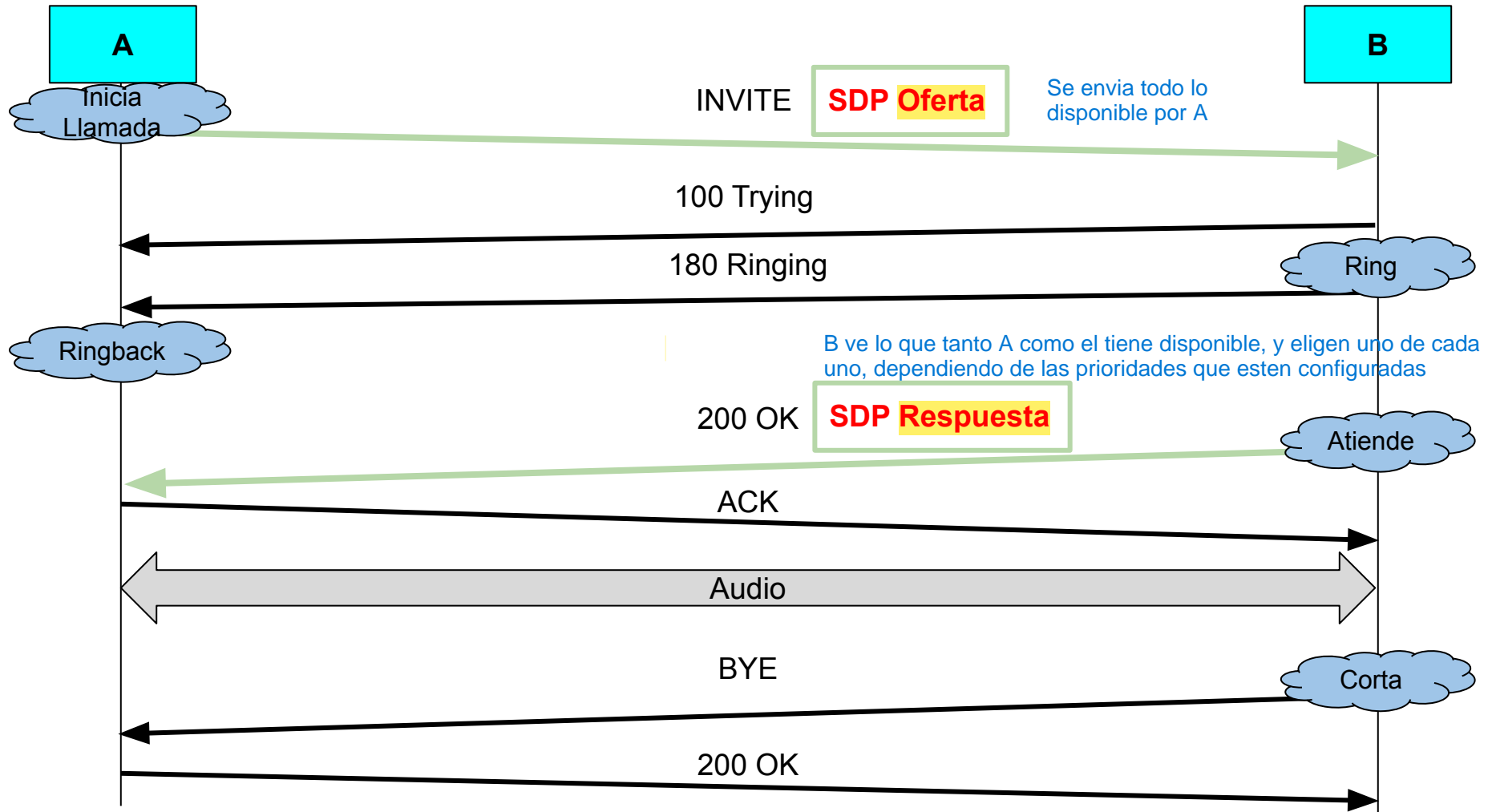
SIP - Traza INVITE

No.	Time	Delta Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
0.000003	130.946151	0.000003	100.64.148.68	100.64.148.70	SIP/SDP	1328	Request: INVITE sip:551
0.000659	130.946810	0.000659	100.64.148.70	100.64.148.68	SIP	399	Status: 100 Trying
0.000000	130.946810	0.000000	100.64.148.70	100.64.148.68	SIP	399	Status: 100 Trying
▶ Frame 9327: 1328 bytes on wire (10624 bits), 1328 bytes captured (10624 bits) ▶ Linux cooked capture ▶ 802.1Q Virtual LAN, PRI: 0, CFI: 0, ID: 851 ▶ Internet Protocol Version 4, Src: 100.64.148.68 (100.64.148.68), Dst: 100.64.148.70 (100.64.148.70) ▶ User Datagram Protocol, Src Port: hael-gs (5301), Dst Port: sip (5060) ▼ Session Initiation Protocol (INVITE) ▶ Request-Line: INVITE sip:5511524411@ims.izzi.mx SIP/2.0 ▼ Message Header ▶ Via: SIP/2.0/UDP 100.64.148.68:5301;branch=z9hG4bK155504271928140463751337216 ▶ From: <sip:+525588588003@ims.izzi.mx>;tag=svw-9110002 ▶ To: <sip:5511524411@ims.izzi.mx> Call-ID: 15550427199110001@ims.izzi.mx ▶ CSeq: 1 INVITE Max-Forwards: 70 Supported: 100rel, timer Session-Expires: 3600;refresher=uac Min-SE: 90 ▶ Contact: <sip:+525588588003@ims.izzi.mx>;tgrp=102;trunk-context=IMS.IZZI.MX Content-Type: application/sdp Content-Length: 789 ▼ Message Body ▼ Session Description Protocol Session Description Protocol Version (v): 0							
0050	78 20 53 49 50 2f 32 2e	30 0d 0a 56 69 61 3a 20	x SIP/2.0..Via:				
0060	53 49 50 2f 32 2e 30 2f	55 44 50 20 31 30 30 2e	SIP/2.0/ UDP 100.				
0070	36 34 2e 31 34 38 2e 36	38 3a 35 33 30 31 3b 62	64.148.6 8:5301;b				
0080	72 61 6e 63 68 3d 7a 39	68 47 34 62 4b 31 35 35	ranch=z9 hG4bK155				
0090	35 30 34 32 37 31 39 32	38 31 34 30 34 36 33 37	50427192 81404637				
00a0	35 31 33 33 37 32 31 36	0d 0a 46 72 6f 6d 3a 20	51337216 ..From:				
00b0	3c 73 69 70 3a 2b 35 32	35 35 38 38 35 38 38 30	<sip:+52 55885880				
00c0	30 33 40 69 6d 73 2e 69	7a 7a 69 2e 6d 78 3e 3b	03@ims.i zzi.mx>;				
00d0	74 61 67 3d 73 76 77 2d	39 31 31 30 30 30 32 0d	tag=svw- 9110002.				
00e0	0a 54 6f 3a 20 3c 73 69	70 3a 35 35 31 31 35 32	.To: <si p:551152				
00f0	34 34 31 31 40 69 6d 73	2e 69 7a 7a 69 2e 6d 78	4411@ims .izzi.mx				
0100	3e 0d 0a 43 61 6c 6c 2d	49 44 3a 20 31 35 35 35	>..Call- ID: 1555				
0110	30 34 32 37 31 39 39 31	31 30 30 30 31 40 69 6d	04271991 10001@im				
0120	73 2e 69 7a 7a 69 2e 6d	78 0d 0a 43 53 65 71 3a	s.izzi.m x..CSeq:				

SDP

- Session Description Protocol
 - Se utilizar para negociar todos los aspectos de la comunicación
- Protocolo de Texto, extensible
- Negocia basado en Oferta-Respuesta
- Describe y negocia los siguientes atributos:
 - Tipo de Media a utilizar (audio, video, fax)
 - Protocolo de transporte (RTP/UDP/IP, H.320, etc.) Tipicamente se usa RTP
 - Dirección IP y Puerto de Media
 - Codecs soportados
 - Opciones de cada codec
 - Packetization Time Como voy a cortar la media para ir enviandola (y tener el menor retraso posible)
Generalmente cada paquete tiene 20ms de sonido
 - Opciones de bandwidth
 - Opciones de encriptación

SIP - Basic CallFlow



SDP - Ejemplo

Oferta

v=0
o=- 245715697 245715697 IN IP4 10.216.204.109
s=-
c=IN IP4 10.216.204.109
t=0 0
m=audio 62262 RTP/AVP 8 0 18 101 4 codecs de audio (8, 0, 18, 101)
b=AS:80
a=ptime:20 20 20 -
a=ptime:20
a=fmtp:18 annexb=no
a=rtpmap:101 telephone-event/8000/1
a=fmtp:101 0-15

Respuesta

v=0
o=LucentPCSF 1563213364 1563213364 IN IP4 imsgrp-012.ims.telco.ar
s=-
c=IN IP4 100.64.168.53
t=0 0
m=audio 2634 RTP/AVP 8 101 2 codecs de audio (8, 101)
a=rtpmap:101 telephone-event/8000/1
a=ptime:20 Packetization time
a=maxptime:30

VOIP - Compresión

- Codec (Codificador – Decodificador)
- Varían en: Estas 3 son un tradeoff entre si
 - La calidad de voz o video lograda
 - El ancho de banda utilizada
 - El procesamiento requerido
- Los algoritmos tienen pérdidas. Eliminan información pero no es percibida por el hombre

Codecs – G.7XX

- Recordar ! : Las conversaciones llegan a 4kHz
 - Se debe muestrear a 8 kHz
- LA ITU define los algoritmos de audio G.7XX

Nombre	Muestreo (kHz)	Tasa de transferencia (kbps)
G.711 <small>El mas usado</small>	8 <small>La calidad es buena</small>	64 <small>Tiene poca compresion</small>
G.721	8	32
G.722	16	64
G.729	8	8

Es el mejor, comprime mucho mas y mantiene la misma calidad. Es muy pesado a nivel computacional.

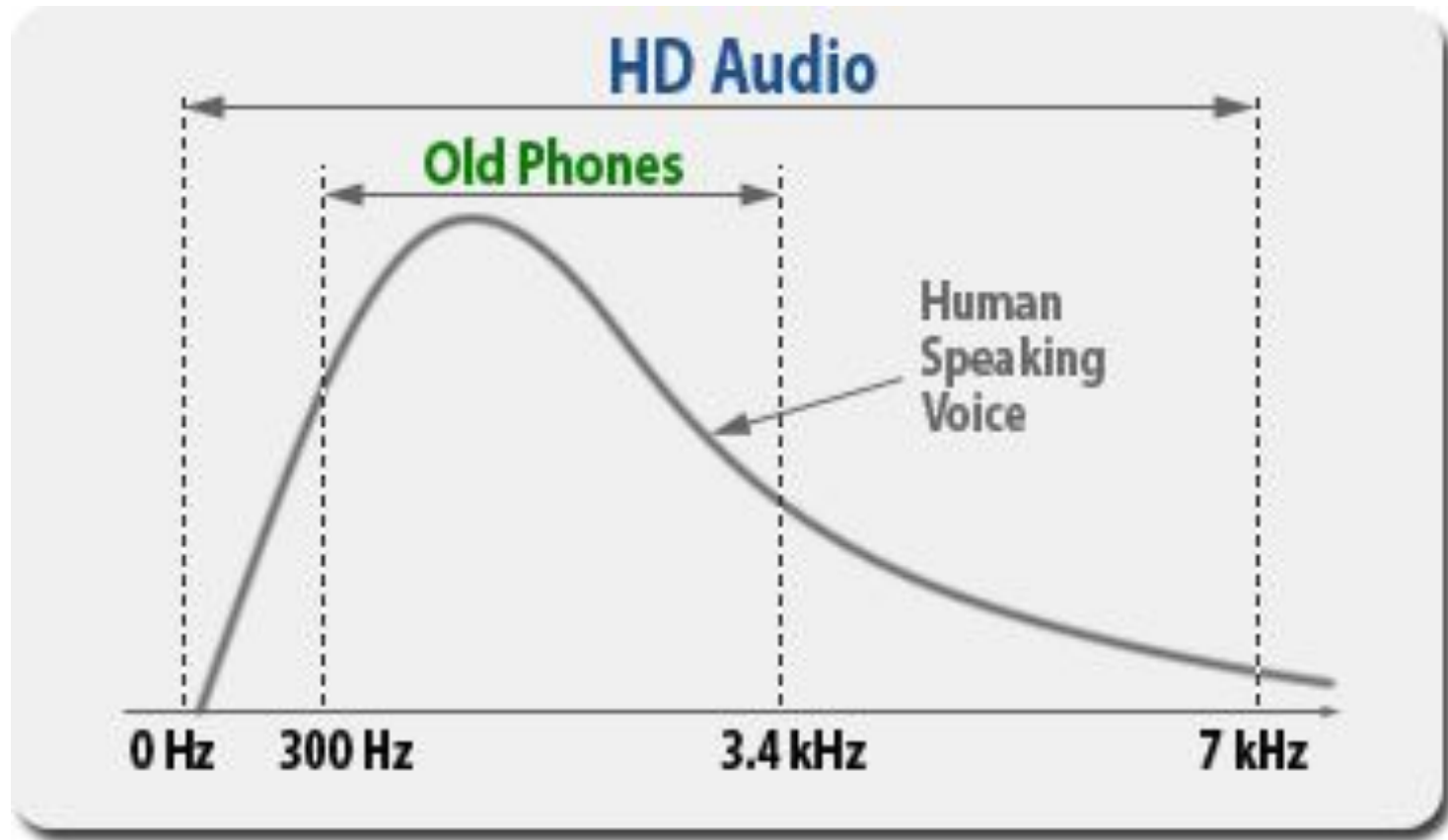
Codecs – G.7XX

- El codec a utilizar depende de:

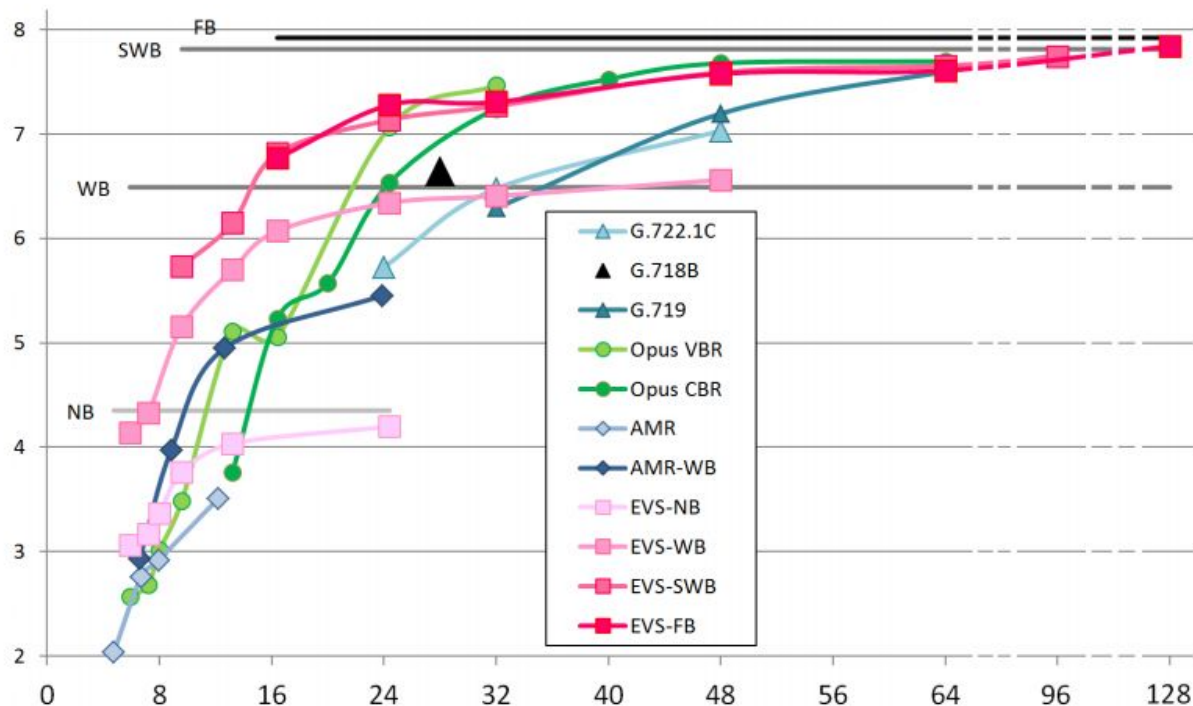
- Tasa de bits codificados
- Retraso algorítmico
- Complejidad del procesado
- Calidad de conversación (MOS)
- Rendimiento de señales que no son de conversación (ej. Suprimir silencios)

Se toman muchas personas y se les va preguntando que codec de audio se escucha mejor. Es subjetivo pero con una medida amplia de población puede servir.

Codecs – HD vs Traditional

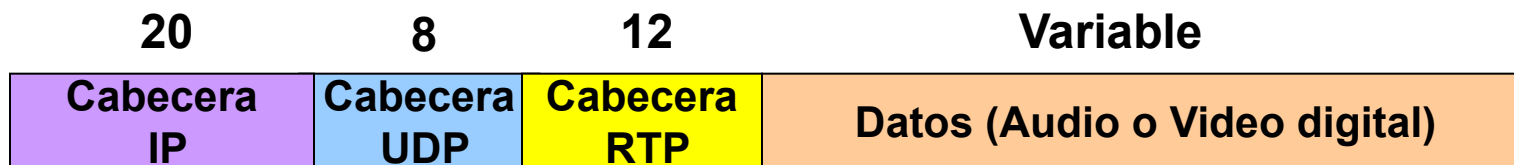


Codecs – MOS



Estos algoritmos tienen versiones con ancho de banda variable. Si le damos mas ancho de banda, el MOS (la calidad percibida) aumenta

CODEC	Bit Rate (kbps)	MOS
G.711	64	4.4
G.723.1	6.3	3.9
G.726	32	3.85
G.728	16	3.61
G.729	8	3.92



La cabecera RTP incluye:

Es importante ver el overhead que hay para enviar cada paquete (40 bytes)

Con esto el receptor puede:

**Payload Type
(7 bits)**



**Identificar el tipo de información recibida
(ej.: audio G.722)**

Nos dice el codec que se esta utilizando. Aparece en cada paquete porque a veces se envian distintos codecs por el mismo canal (aunque no es lo habitual).

**Número de secuencia
(16 bits)**



Ordenar datagramas recibidos, detectar perdidos

Dado que es UDP, los paquetes pueden llegar fuera de orden. Numero de secuencia nos ayuda a poner los paquetes en orden. Timestamp nos ayuda a ver en que instante del tiempo ocurre el audio (y nos sirve para sincronizar con el video). Es un tiempo relativo al del primer paquete que llego.

**Timestamp
(32 bits)**



Reproducir en el instante adecuado, sincronizar audio y vídeo

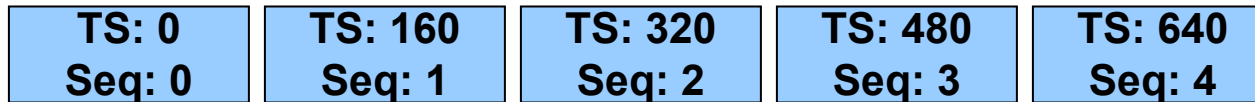
TimeStamp

- Típicamente cada paquete RTP codifica entre 10 y 40 ms. El valor por defecto es 20 ms para los codecs más usados
- Timestamp se mide en samples Respecto al sample inicial del primer paquete que recibí
- Si el sampling rate es de 8K y el tiempo de paquete es de 20 ms entonces cada paquete codifica 160 samples
- El timestamp es relativo al primer sample del primer paquete enviado

TimeStamp y SeqNr

El receptor tiene un pequeño buffer (chico para no sumar latencia) en donde reordena los paquetes y los coordina con los de audio

Caso Normal (transmisión continua)



Pérdida de paquete



Aca vemos que falta un paquete. Se intenta hacer packet-loss concealment, en el cual se genera artificialmente un sonido para disimular que se perdio un paquete.

Silencio



Aca vemos que en los sequence numbers no falta ninguno, entonces aca habia silencio (no hay que reproducir nada)

Traza RTP

No.	Time	Delta Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
0.000003	33.563581	0.000003	10.125.77.36	10.125.170.201	RTP	216	PT=ITU-T G.711 PCMA,
0.000124	33.563705	0.000124	10.125.77.36	10.125.170.201	RTP	216	PT=ITU-T G.711 PCMA,
0.000002	33.563707	0.000002	10.125.77.36	10.125.170.201	RTP	216	PT=ITU-T G.711 PCMA,
0.000112	33.563819	0.000112	10.125.77.36	10.125.170.201	RTP	216	PT=ITU-T G.711 PCMA,
0.000002	33.563821	0.000002	10.125.77.36	10.125.170.201	RTP	216	PT=ITU-T G.711 PCMA,

► Frame 1400: 216 bytes on wire (1728 bits), 216 bytes captured (1728 bits)

► Linux cooked capture

► Internet Protocol Version 4, Src: 10.125.77.36 (10.125.77.36), Dst: 10.125.170.201 (10.125.170.201)

► User Datagram Protocol, Src Port: 12345 (12345), Dst Port: 8373 (8373)

▼ Real-Time Transport Protocol

► [Stream setup by SDP (frame 527)]

10.. = Version: RFC 1889 Version (2)

..0. = Padding: False

...0 = Extension: False

.... 0000 = Contributing source identifiers count: 0

0... = Marker: False

Payload type: ITU-T G.711 PCMA (8)

Sequence number: 65236

[Extended sequence number: 65236]

Timestamp: 3942756941

Synchronization Source identifier: 0xc4c208e5 (3301050597)

Payload: 5944475d515257d2d9d9dfdbd3545750535e465950ddd05d...

```

0000 00 04 00 01 00 06 68 b5 99 c5 c2 7e 00 00 08 00 .....h. ...~....
0010 45 00 00 c8 00 00 40 00 40 11 2d 3e 0a 7d 4d 24 E.....@. @.->.)M$
0020 0a 7d aa c9 61 ac 20 b5 00 b4 78 d1 80 08 fe d4 .}.a. . .x....
0030 eb 01 b2 4d c4 c2 08 e5 59 44 47 5d 51 52 57 d2 ...M....YDG]QRW.
0040 d9 d9 df db d3 54 57 50 53 5e 46 59 50 dd d0 5d ....TWP S^FYP..]
0050 d0 da c6 dc d7 51 53 d7 54 53 53 50 54 d6 57 d7 ....QS. TSSPT.W.
0060 d7 d7 d5 44 41 5e 54 59 47 53 d1 d1 d2 d8 df d5 ...DA^TY GS.....
0070 d5 c7 dc 55 dc dd 55 57 56 5c 4d 4d 5e 5d 57 d7 ...U..UW V\MM^]W.
0080 d7 56 d2 de db d8 d4 d6 d7 50 57 52 44 5e 54 d6 .V..... .PWRD^T.
0090 50 50 d6 d6 d1 da dd 50 5c 52 50 5b 5c 50 5d 52 PP.....P \RP[\P]R
00a0 d6 d2 d4 57 d4 d4 57 dd d2 d5 d6 d6 d5 55 d5 50 ...W..W. ....U.P
00b0 d1 d8 d4 59 50 d9 d4 5c 59 5d 53 58 56 54 5f 5d ...YP.. \ Y]SXVT_]
00c0 57 d1 d3 dc d0 d6 d4 54 50 57 d6 57 d6 d8 dd d5 W.....T PW.W....
00d0 57 50 5f 5b 50 d5 52 5e WP [P.R^

```

Paquetes RTCP

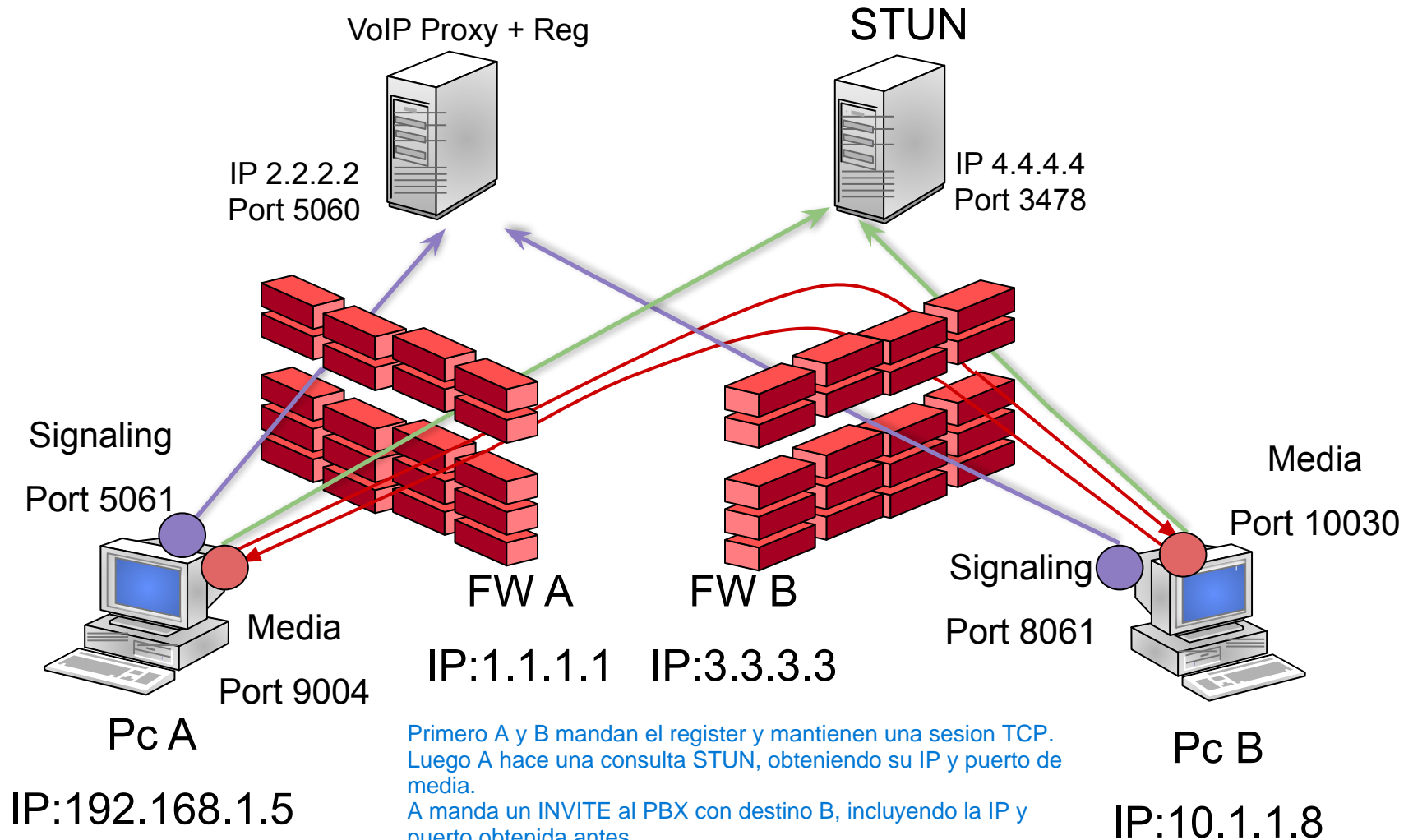
- Los paquetes RTCP no llevan información de usuario, solo de control.
- Pueden ser de varios tipos:
 - SR (Sender Report): ofrece estadísticas de transmisión y recepción de los participantes que son emisores activos.
 - RR (Receiver Report): ofrece estadísticas de recepción de los participantes que no son emisores activos.
 - SDES (Source Description): describe a un emisor activo. Lo utilizan los emisores para anunciarse de manera no ambigua.
- Con la información de RTCP los emisores pueden ajustar el caudal según el estado de la red.

Por ejemplo: yo detecto que el otro tiene buen ancho de banda, entonces puedo subir la calidad de mi audio (el bitrate)

Traza RTCP

No.	Time	Delta Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
0.000000	6.563254	0.000000	10.1.6.18	10.1.3.143	RTCP	94	Sender Report
▶ Frame 356: 94 bytes on wire (752 bits), 94 bytes captured (752 bits) ▶ Ethernet II, Src: Cisco_91:64:60 (00:08:21:91:64:60), Dst: 3Com_22:20:17 (00:04:76:22:20:17) ▶ Internet Protocol Version 4, Src: 10.1.6.18 (10.1.6.18), Dst: 10.1.3.143 (10.1.3.143) ▶ User Datagram Protocol, Src Port: raid-am (2007), Dst Port: complex-link (5001) ▼ Real-time Transport Control Protocol (Sender Report)							
▶ [Stream setup by H245 (frame 31)] <div> 10.. = Version: RFC 1889 Version (2) ..0. = Padding: False ...0 0000 = Reception report count: 0 Packet type: Sender Report (200) Length: 6 (28 bytes) Sender SSRC: 0xf3cb2001 (4090175489) Timestamp, MSW: 2209022881 (0x83ab03a1) Timestamp, LSW: 3942779706 (0xeb020b3a) [MSW and LSW as NTP timestamp: Jan 1, 1970 09:28:01.917999000 UTC] RTP timestamp: 37920 Sender's packet count: 158 Sender's octet count: 39816 </div>							
▼ Real-time Transport Control Protocol (Source description) <div> ▶ [Stream setup by H245 (frame 31)] <div> 10.. = Version: RFC 1889 Version (2) ..0. = Padding: False </div> </div>							
0000	00 04 76 22 20 17 00 08	21 91 64 60 08 00 45 10	..v" ... !.d`..E.				
0010	00 50 75 ca 00 00 3f 11	e8 20 0a 01 06 12 0a 01	.Pu...?.				
0020	03 8f 07 d7 13 89 00 3c	cd 6b 80 c8 00 06 f3 cb< .k.....				
0030	20 01 83 ab 03 a1 eb 02	0b 3a 00 00 94 20 00 00 :.....				
0040	00 9e 00 00 9b 88 81 ca	00 05 f3 cb 20 01 01 0a				
0050	6f 75 74 43 68 61 6e 6e	65 6c 00 00 00 00	outChann el....				

UDP Hole punching (caso VoIP/P2P)



Primero A y B mandan el register y mantienen una sesion TCP.
Luego A hace una consulta STUN, obteniendo su IP y puerto de media.
A manda un INVITE al PBX con destino B, incluyendo la IP y puerto obtenida antes.
B manda una consulta STUN, incluye esos resultados cuando le contesta al invite de la PBX

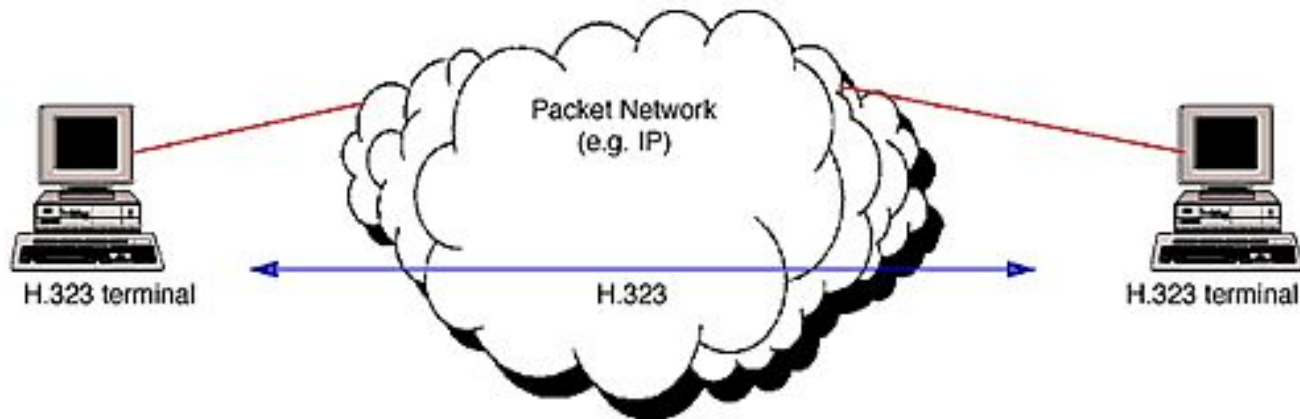
UDP Hole Punching con STUN (VoIP)

- 1.- A y B se registran en la PBX (y mantienen una sesion TCP o envian paquetes UDP periodicamente)
- 2.- Antes de mandar la llamada A envía desde su puerto de Media la consulta STUN para conocer su IP:Port y poder incluirlos en el SDP.
- 3.- A recibe la respuesta del STUN Server
- 4.- A envía el INVITE a la PBX con To: B y SDP con la IP:Port que recibió en 3
- 5.- La PBX envía el INVITE a B
- 6.- B recibe el INVITE y realiza la consulta STUN para conocer su IP y puerto de Media. Como en 2 esta consulta se hace desde el puerto de Media de B.
- 7.- B contesta al INVITE a través del Proxy con la IP:Port que recibió en 6 en el SDP
- 8.- A envía Media a la IP:Port que recibió de B. Si B tiene NAT full cone los paquetes pasarán por el hole punched en el paso 6. De lo contrario se debe esperar al paso 9 para que pasen.
- 9.- B Envía Media a la IP:Port que recibió de A análogo al paso anterior.

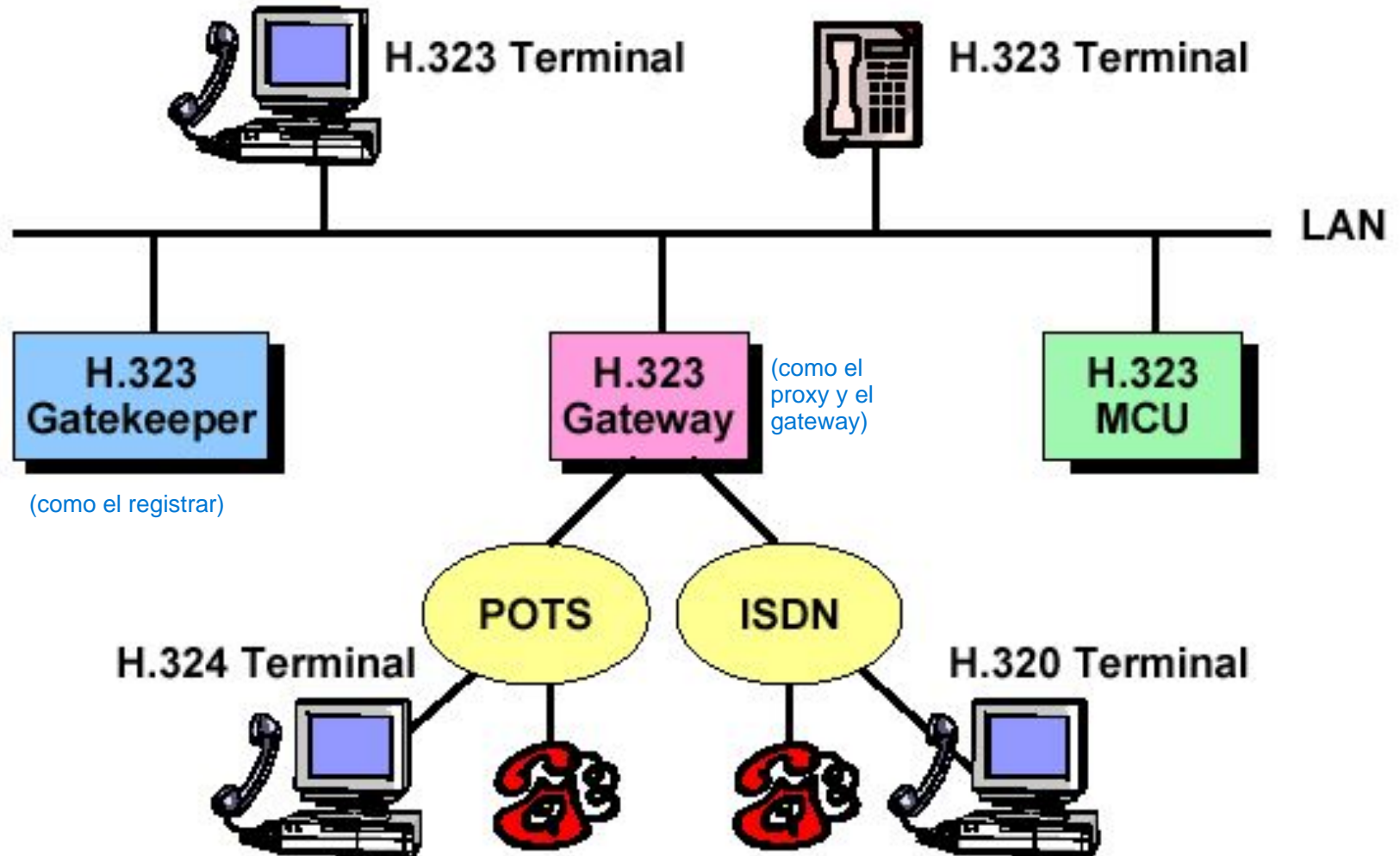
H.323

hoy en día casi ni se usa

- Es la norma recomendada por la ITU
- Se puede transmitir audio y video
- La ITU define:
 - Terminal
 - Gateway
 - Gatekeeper
 - MCU (Multipoint Control Unit)



H.323



H.323 - Trazas

No.	Time	Delta Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
0.000000	0.000000	0.000000	10.1.3.143	10.1.6.18	TCP	74	32803 > h323host
0.001984	0.001984	0.001984	10.1.6.18	10.1.3.143	TCP	62	h323hostcall > 3
0.000065	0.002049	0.000065	10.1.3.143	10.1.6.18	TCP	54	32803 > h323host
0.017012	0.019061	0.017012	10.1.3.143	10.1.6.18	H.225.0	214	CS: setup
0.162565	0.181626	0.162565	10.1.6.18	10.1.3.143	TCP	60	h323hostcall > 3
0.060099	0.241725	0.060099	10.1.6.18	10.1.3.143	H.225.0	118	CS: callProceedi
0.000049	0.241774	0.000049	10.1.3.143	10.1.6.18	TCP	54	32803 > h323host
0.177349	0.419123	0.177349	10.1.6.18	10.1.3.143	H.225.0	118	CS: alerting
0.000058	0.419181	0.000058	10.1.3.143	10.1.6.18	TCP	54	32803 > h323host
0.627627	1.046808	0.627627	10.1.6.18	10.1.3.143	H.225.0	151	CS: connect
0.000049	1.046857	0.000049	10.1.3.143	10.1.6.18	TCP	54	32803 > h323host
0.001824	1.048681	0.001824	10.1.3.143	10.1.6.18	TCP	74	32804 > first-de
0.002082	1.050763	0.002082	10.1.6.18	10.1.3.143	TCP	62	first-defense >

▶ Ethernet II, Src: 3Com_22:20:17 (00:04:76:22:20:17), Dst: Iskratel_10:01:66 (00:d0:50:10:01:66)
 ▶ Internet Protocol Version 4, Src: 10.1.3.143 (10.1.3.143), Dst: 10.1.6.18 (10.1.6.18)
 ▶ Transmission Control Protocol, Src Port: 32803 (32803), Dst Port: h323hostcall (1720), Seq: 1, Ack: 1, Len
 ▶ TPKT, Version: 3, Length: 160
 ▶ Q.931

▼ H.225.0 CS

▼ H323-UserInformation
 ▼ h323-uu-pdu
 ▼ h323-message-body: setup (0)
 ▼ setup
 protocolIdentifier: 0.0.8.2250.0.4 (Version 4)
 ▶ sourceAddress: 1 item

0000	00 d0 50 10 01 66 00 04	76 22 20 17 08 00 45 00	..P..f.. v" ...E.
0010	00 c8 a4 ab 40 00 40 06	77 e2 0a 01 03 8f 0a 01@.@. w.....
0020	06 12 80 23 06 b8 cb 71	25 62 dd 6b af be 50 18	...#...q %b.k..P.
0030	16 d0 08 5c 00 03 00	00 a0 08 02 77 f4 05 04	...\.w...
0040	03 80 90 a5 28 08 6d 2e	6a 65 6d 65 63 00 7e 00(.m. jemec.~.
0050	85 05 20 a8 06 00 08 91	4a 00 04 01 40 06 00 6d J...@..m
0060	00 2e 00 6a 00 65 00 6d	00 65 00 63 22 c0 09 00	...j.e.m .e.c"...
0070	00 3d 14 43 61 6c 6c 67	65 6e 33 32 33 20 70 6f	...=.Callg en323 po
0080	67 61 63 73 61 6d 00 00	0a 30 2e 39 61 6c 70 68	gacsam.. .0.9alph
0090	61 34 00 00 00 0a 01 06	12 06 b8 00 f8 fd f9 3e	a4..... >
00a0	cd 9e d6 11 9a b2 00 04	76 22 20 17 00 5d 0d 80 v" ..]
00b0	07 00 0a 01 03 8f 80 23	11 00 c0 fe f9 3e cd 9e#>..
00c0	d6 11 9a b2 00 04 76 22	20 17 01 00 01 00 01 00v"
00d0	01 00 02 80 01 00	

VOIP – Tipos de soluciones

■ Teléfonos IP

- El dispositivo tiene todo el hardware y software necesario para realizar las llamadas

■ ATA analog terminal adapter

- Se conecta un teléfono analógico a la PC o a la red
- ATA (conversor analógico digital)

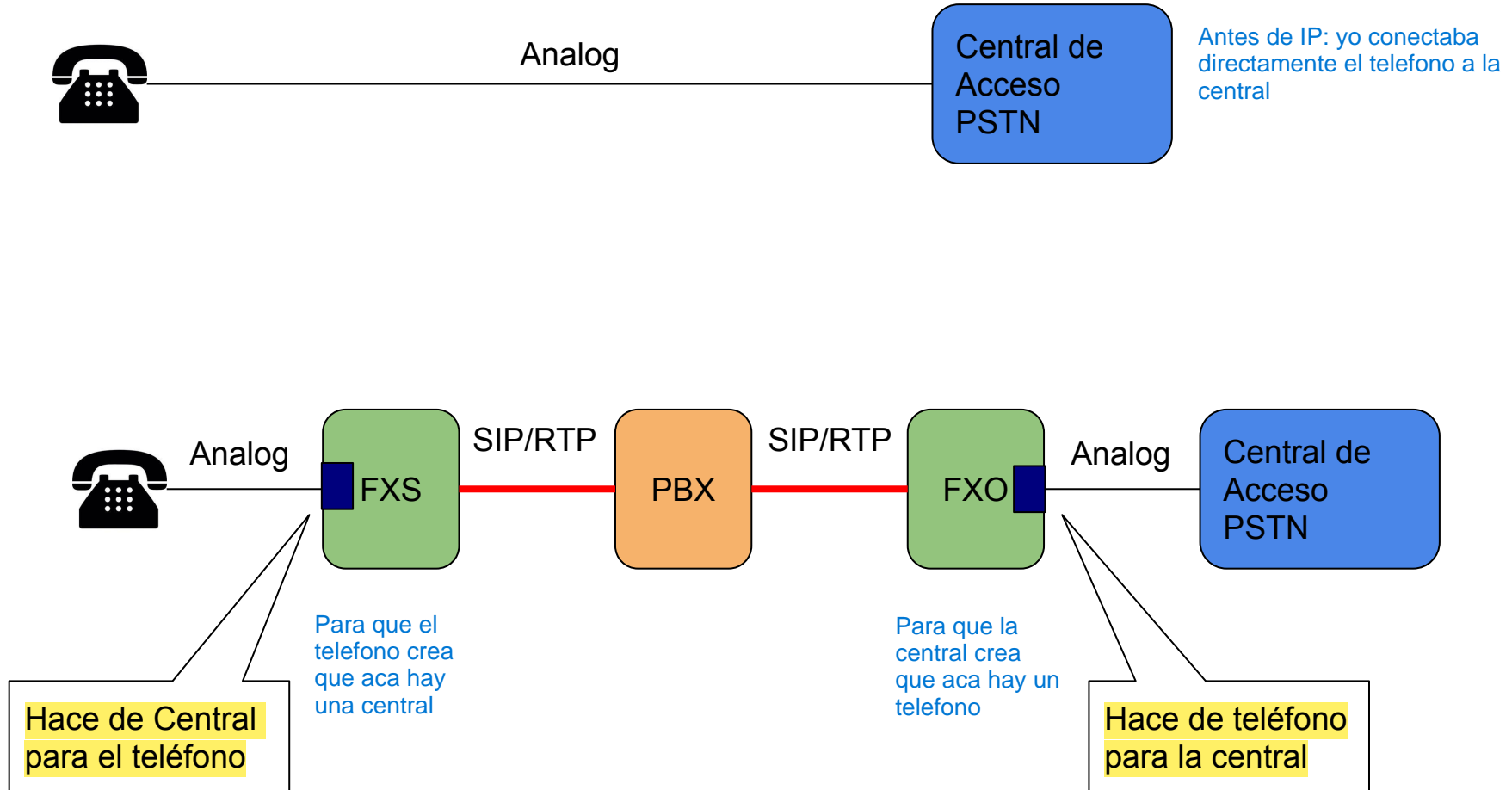
■ PC-a-PC

- Solo se necesita auriculares y micrófono
- El cliente puede ser una aplicación (soft-phone) o vía web

VOIP – FXS y FXO

- FXS: Foreign Exchange Station
 - Provee
 - Voltaje
 - Señalización de llamada (ring)
 - Tono
 - Permite conectar teléfonos analógicos a equipos (ej routers)
- FXO: Foreign Exchange Office
 - Se utiliza para conexión a líneas analógicas conectadas a una central

VOIP – FXS y FXO





REDES

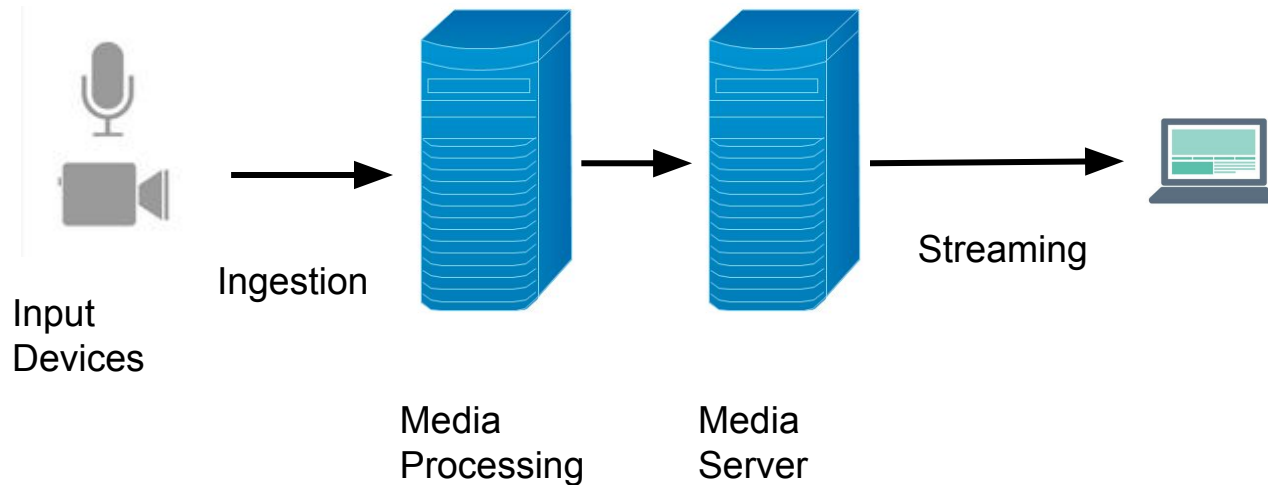
Streaming

Arquitectura de Streaming

El streaming es one-way, y no es tan importante el delay.

Lo mas importante es que muchas personas puedan estar recibiendo el streaming.

Se prioriza mucho mas la calidad que en VOIP



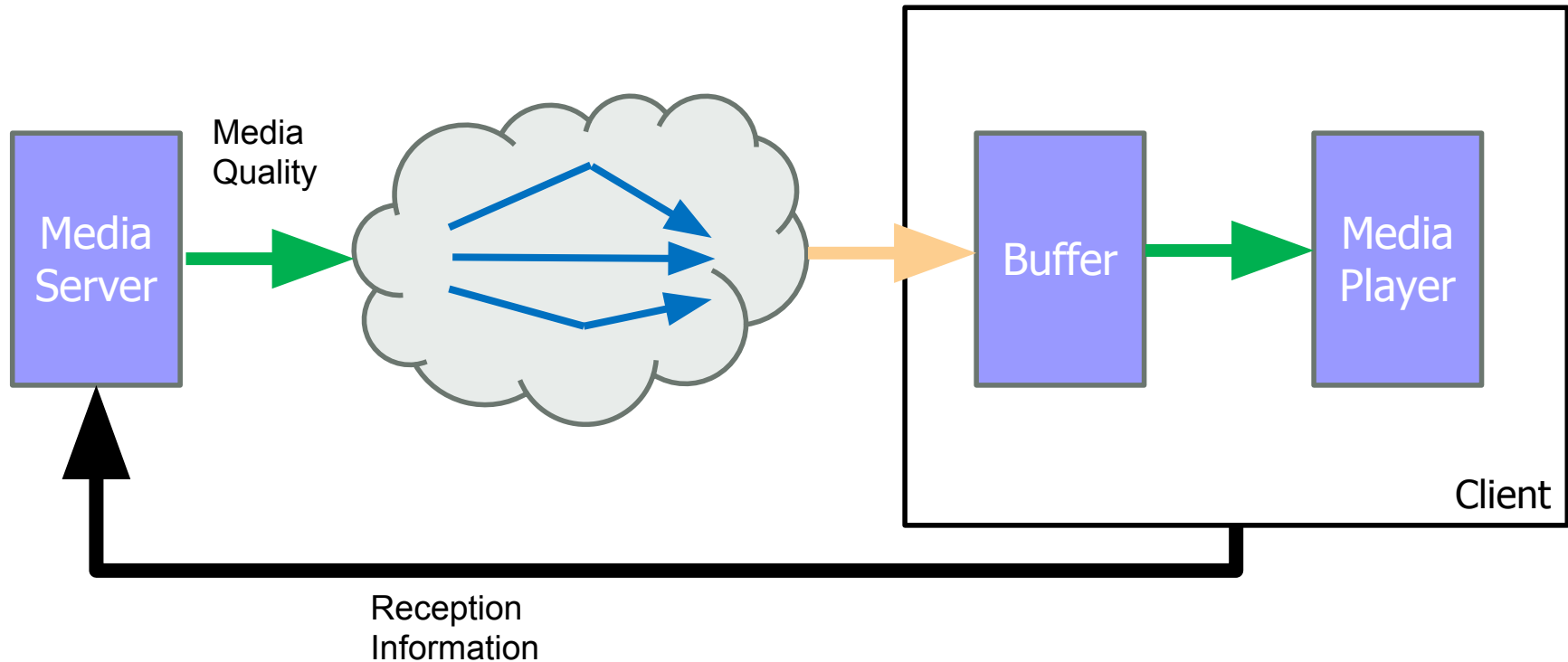
Un servidor recibe la data, la procesa y se la manda a N media servers, que se van a encargar de distribuir los paquetes a los viewers

Envío Adaptativo del Contenido

El media server envia el contenido con determinada calidad al buffer.

El buffer lo manda al media player.

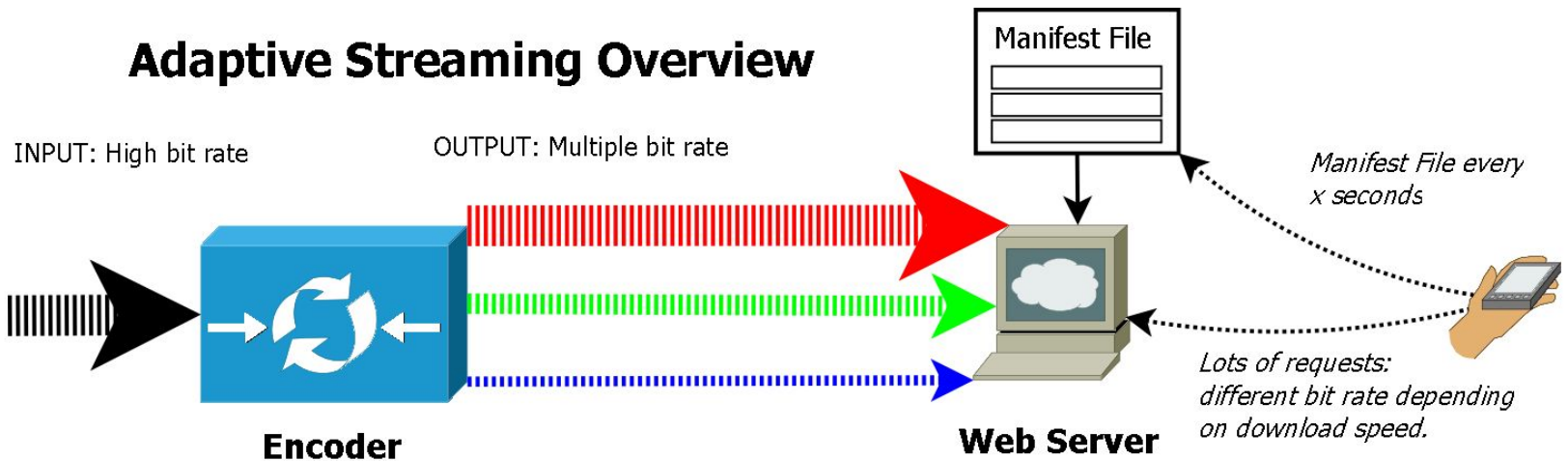
Hay un camino de feedback, que influye como el media server me va enviando la informacion (ejemplo: si tengo poco ancho de banda me empieza a enviar en calidades mas bajas).



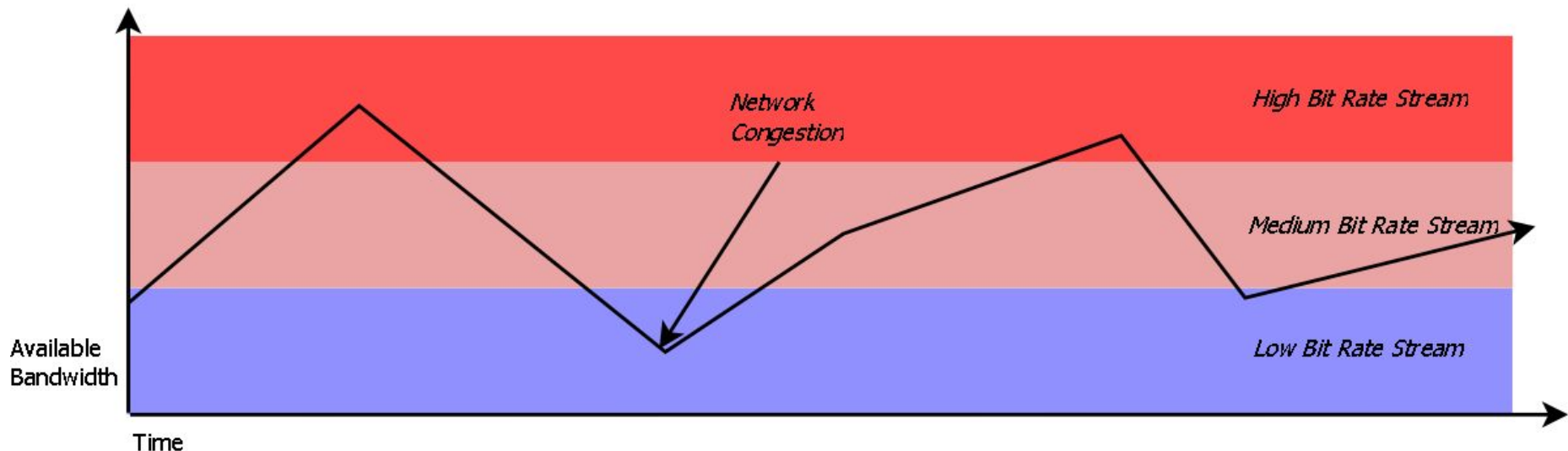
Al media server le llega un contenido en determinada calidad, y lo procesa para tenerlo en distintas calidades. Puede ir eligiendo que calidad le manda a cada viewer.

Envío Adaptativo del Contenido

Adaptive Streaming Overview



by Dave Seddon 2011/07/28



Envío Adaptativo del Contenido

- Los datos enviados por el Media Server son controlados por la información de recepción enviada por el cliente
- Resuelve problemas de latencia
 - Se envían menos paquetes con más contenido o paquetes más chicos cuando se está terminando el buffer
- Resuelve problemas de ancho de banda
 - Determina la calidad óptima monitoreando constantemente el ancho de banda disponible
- Se recalcula cada pocos segundos (2 a 10)

Protocolos de Streaming

■ MPEG-DASH (Dynamic Adaptive Streaming over HTTP)

- Usado por Youtube
- Muchas librerías para usarlo en HTML5
- Usado por muchos CDN

MPEG-DASH y HLS son los que mas se usan. Dividen el archivo en pedazos (de 15 o 30 segundos, o tal vez pocos segundos si es live streaming). Se van enviando estos paquetes de unos segundos, y el viewer lo va ordenando.

■ HLS (HTTP Live Streaming)

- Desarrollado por Apple
- Muy usado para ingestion

■ RTMP (Real Time Messaging Protocol)

- Desarrollado por Adobe
- Es el protocolo que usaba Flash (todavía se usa en algunos casos)

Protocolos de Streaming

Equivalente a SIP pero para streaming

- RTSP (Real Time Streaming Protocol)
 - Protocolo de control para manejar un MediaServer, permite Play, Pause, etc.
 - Usa RTP como transporte

- WebRTC (Web Real Time Communication)
 - UDP desde un browser
 - Javascript API
 - Muy usado para P2P desde browsers

Protocolos de Streaming

