

Bloque III

Redes Multimedia

Arquitecturas de redes de
computadores
2012-2013

Rafael Sebastian
Departamento de Informática
Escuela Técnica Superior de Ingenierías
Universitat de València
Adaptado de Rogelio Montañana





Índice de contenido

- Introducción y conceptos
- Protocolos y aplicaciones en Internet
- Tecnologías avanzadas
- **Redes multimedia**
 - **Voz sobre IP (VoIP)**
- Seguridad en redes



Redes Multimedia

Voz sobre IP

- **Vídeoconferencia. Estándares H.32x**
- Pasarelas e Interoperabilidad
- Telefonía sobre Internet
- Protocolo SIP



Codecs de audio estandarizados

- La mayoría de los códecs estandarizados de compresión de audio provienen de dos organismos
 - La ITU-T: son los estándares **G.7xx** pensados para telefonía (voz) aunque algunos son aptos para música y sonidos diversos. Suelen tener bajo retardo y poco consumo de CPU.
 - La ISO: son los estándares de audio de **MPEG** pensados para películas (por tanto música y sonidos diversos). Suelen tener elevado retardo y gran consumo de CPU. Generalmente no aptos para telefonía.



Retardo y complejidad de codecs ITU vs ISO

Codec	Ancho de banda	Caudal	Retardo	Complejidad (CPU)
G.719	20 kHz	64-256 Kbps	40 ms	17,7 MIPS
MP3	20 kHz	64-384 Kbps	≥ 54 ms	> 100 MIPS
MPEG-4 AAC LD	20 kHz	24-192 Kbps	≥ 20 ms	> 130 MIPS

MIPS = Millones de instrucciones por segundo



Aplicaciones de audio-vídeo en tiempo real

Aplicación	Sentido	Retardo tolerable	Espectadores	Multicast
Audio/Video conferencia (telefonía)	Bidirecc.	150-400 ms	Uno o varios	Apropiado
Audio-Vídeo bajo demanda*	Unidirec.	5-10 s	Uno	No
Emisión en directo (radio-TV por Internet)	Unidirec.	10-30 s	Muchos	Muy Apropiado

(*) En el audio-vídeo bajo demanda el usuario puede controlar la emisión, de ahí el requerimiento de un retardo no excesivo



Videoconferencia

- Comunicación interactiva por medio de audio y video. Opcionalmente puede haber compartición de datos
- Puede ser:
 - Punto a punto
 - Punto a multipunto
 - Multipunto a multipunto



Requisitos/Características de la videoconferencia

- Compresión/descompresión en tiempo real
- Retardo máximo 400 ms.
- Movilidad reducida
- Normalmente aceptable audio de calidad telefónica
- Necesidad de sincronizar audio y vídeo
- Necesidad de protocolo de señalización (servicio orientado a conexión)



Estándares de Videoconferencia

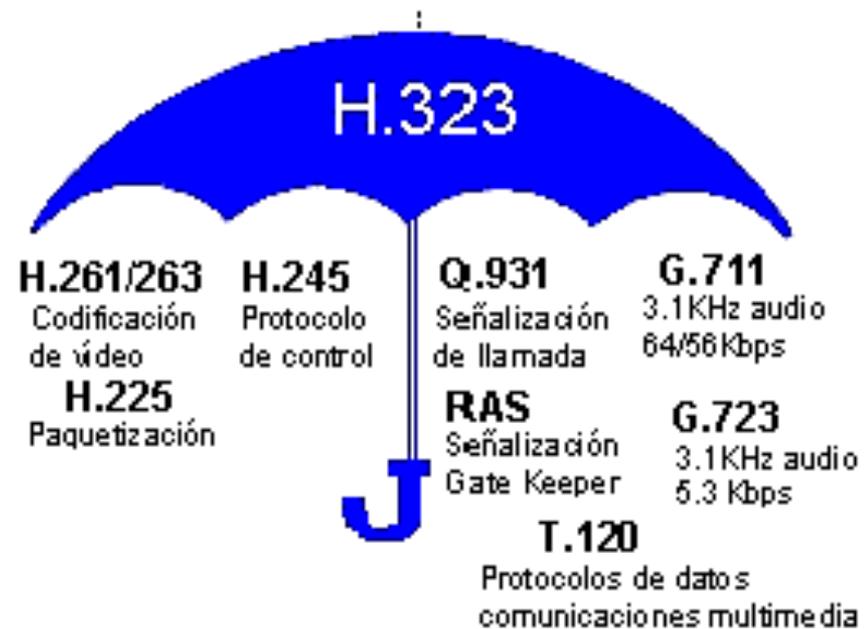
- Los estándares H.32x (x = 0, 1, 2, 3 ó 4) de la ITU-T establecen todo lo relativo a videoconferencia. La 'x' depende del tipo de red utilizada
- Son estándares 'paraguas' ya que en muchos casos se basan en otros estándares. Por ejemplo G.7xx para el audio, H-26x para el vídeo
- La serie H de la ITU-T se refiere a sistemas multimedia y audiovisuales.



Estándares H.320 y H.323



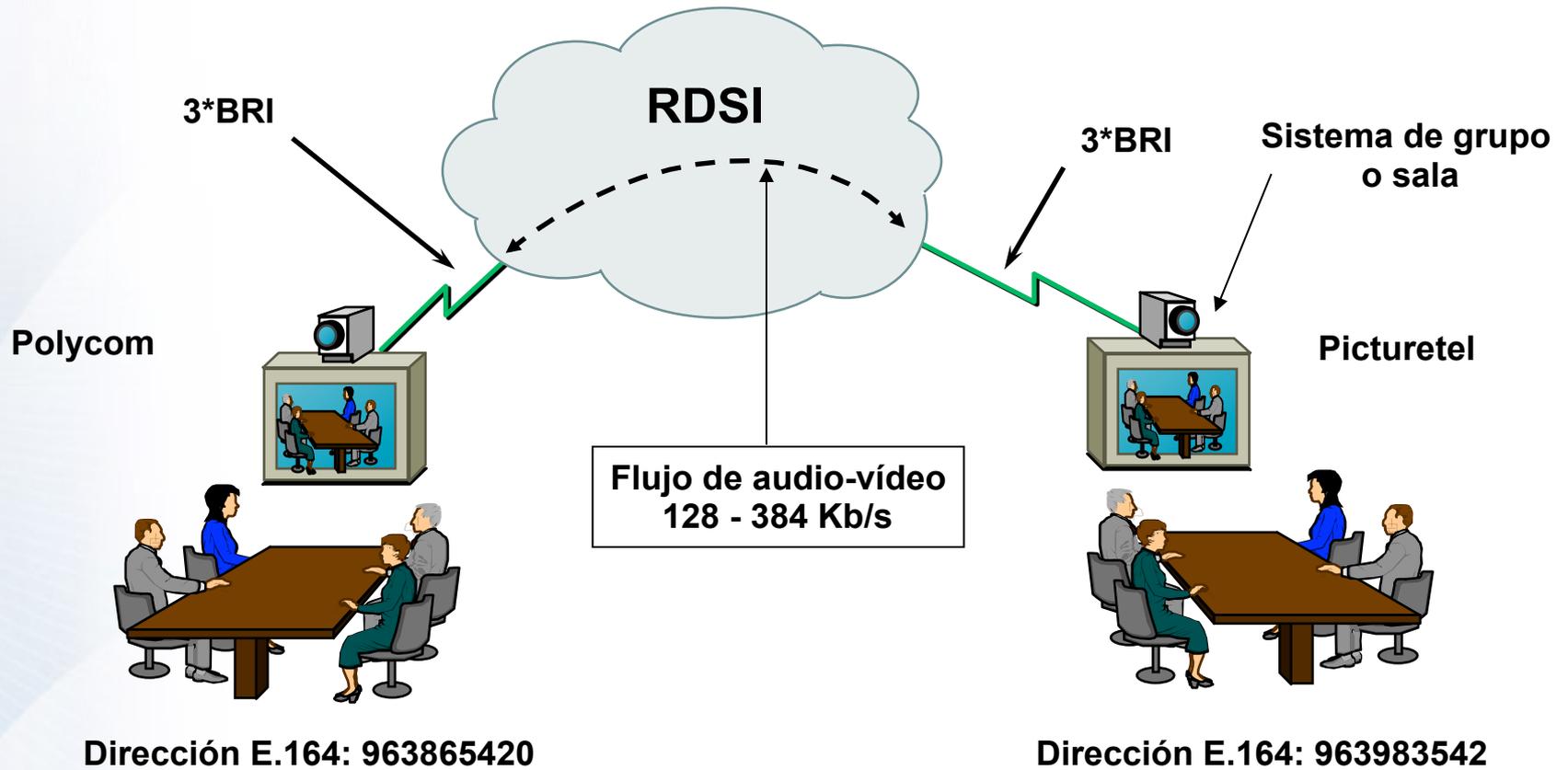
RDSI



IP



Videoconferencia H.320



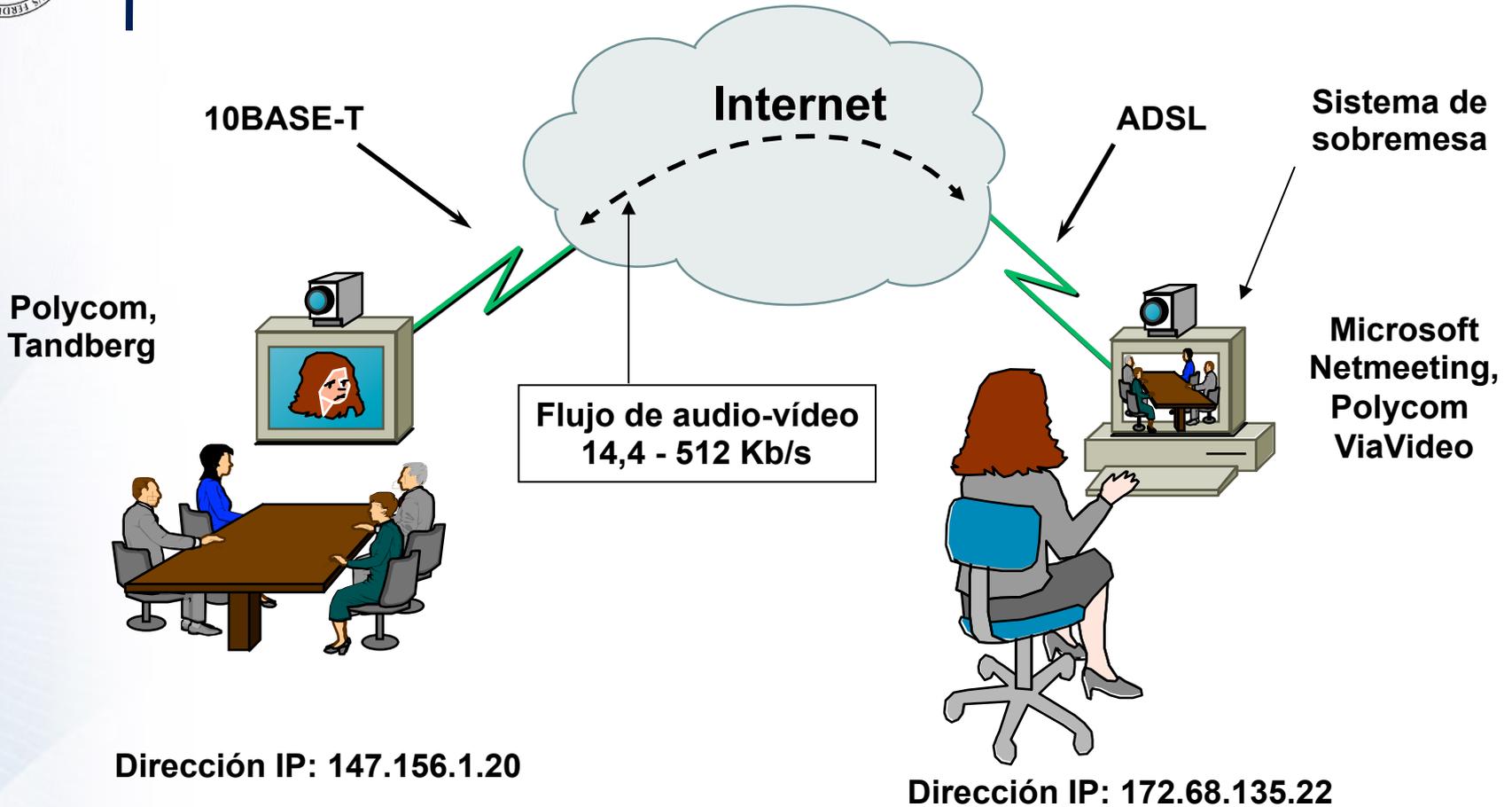


Direcciones E.164

- El formato de los números de teléfono se establece en el estándar E.164 de la ITU-T
- Los números pueden tener un máximo de 15 dígitos decimales.
- Los primeros 1, 2 ó 3 dígitos representan el país, ej:
 - 1: Norteamérica (Estados Unidos y Canadá)
 - 34: España
 - 216: Túnez
- La estructura de las direcciones dentro de cada país es decidida por el país. Normalmente es de tipo jerárquico con criterio geográfico

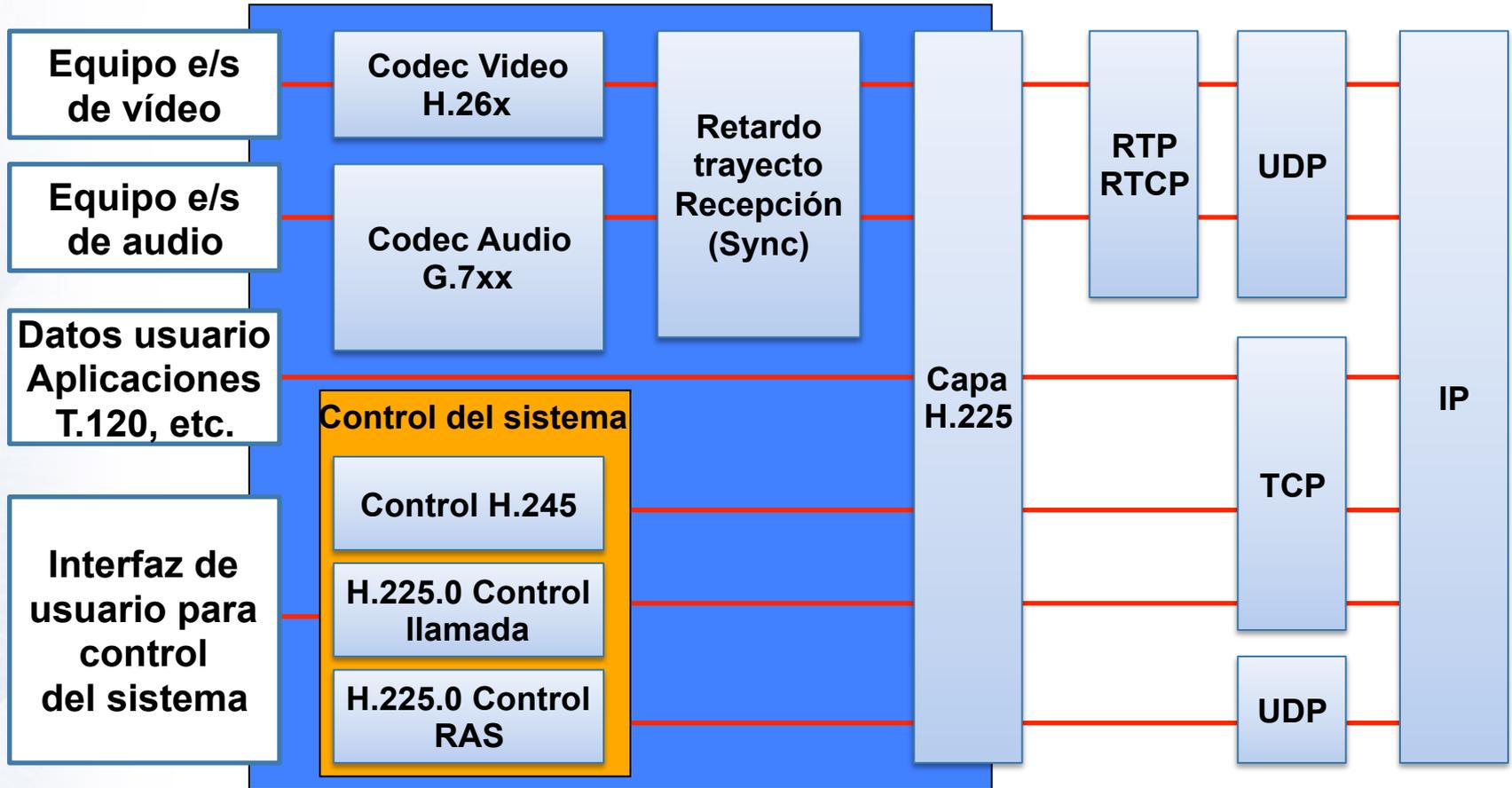


Videoconferencia H.323





Arquitectura terminal H.323





Terminales de videoconferencia



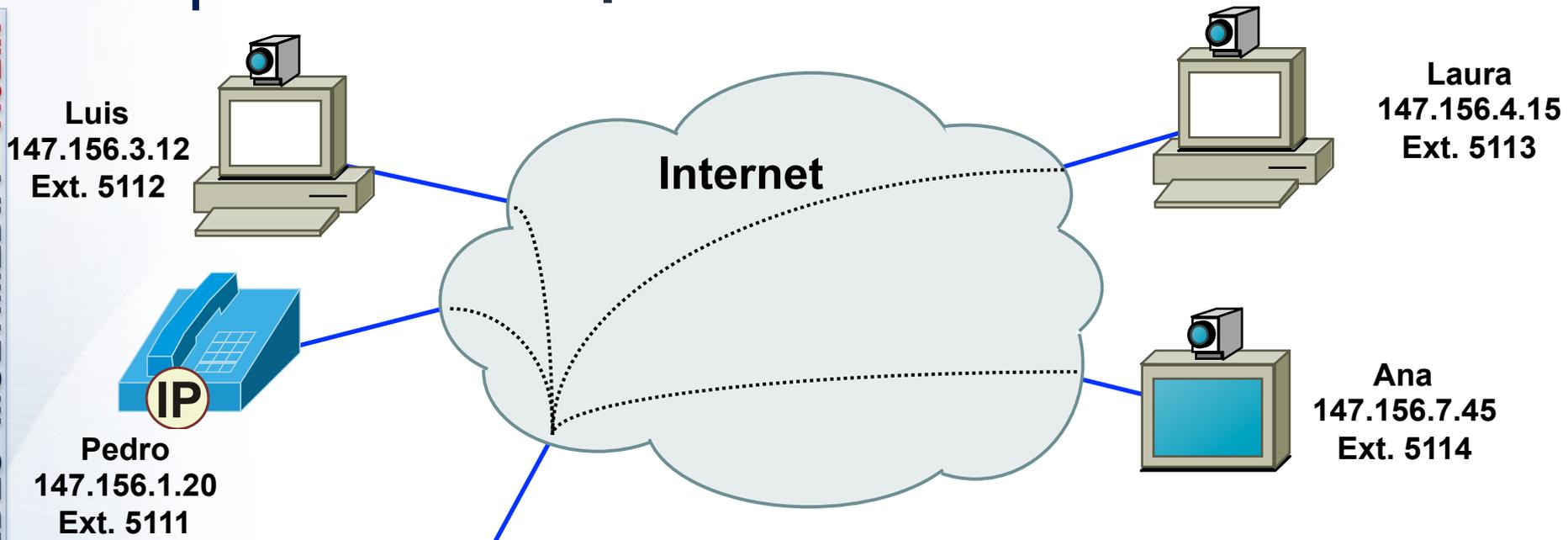
Polycom ViaVideo
Video: H.261, H.263, H.263+
Audio: G.711, G.722, G.728, G.723.1
Caudal: 32-384 Kb/s (H.323)
Formatos: CIF, QCIF
Peso: 250 g
Conexiones ent./sal.: USB, audio
Precio: 500 euros



Polycom ViewStation SP128
Video: H.261, H.263+
Audio: G.711, G.722, G.728
Caudal: 56-128 Kb/s (H.320), 56-768 Kb/s (H.323)
Formatos: CIF, QCIF
Peso: 2,7 Kg
Conexiones ent./sal.: video v audio
Precio: 5.000 euros



Videoconferencia H.323: Gatekeeper

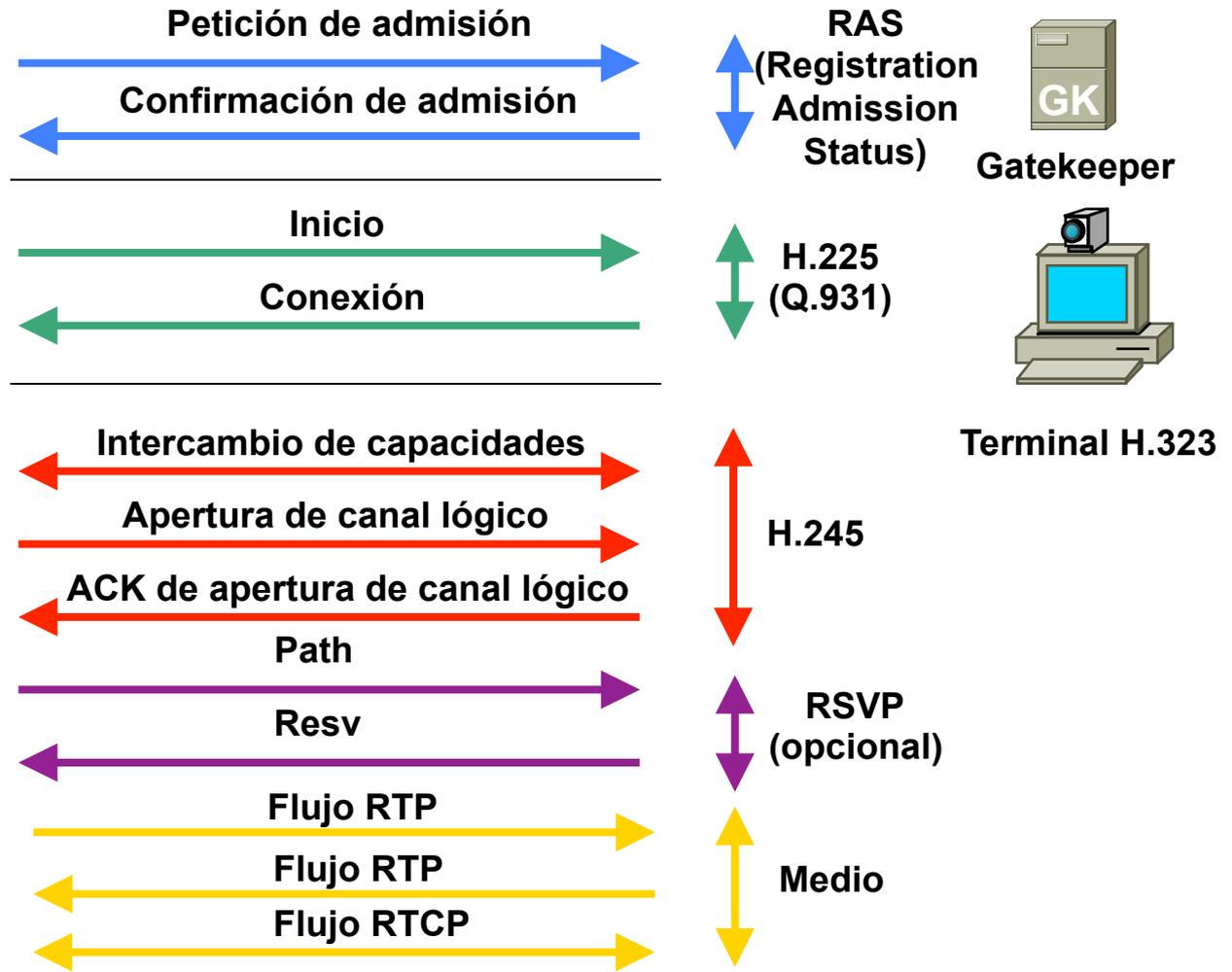


Solo la parte de audio es obligatoria en un terminal H.323

Dirección E.164 (número teléfono)	Alias H.323	Dirección IP
5111	Pedro	147.156.1.20
5112	Luis	147.156.3.12
5113	Laura	147.156.4.15
5114	Ana	147.156.7.45



Señalización H.323





Redes Multimedia

Voz sobre IP

- Vídeoconferencia. Estándares H.32x
- **Pasarelas e Interoperabilidad**
- Telefonía sobre Internet
- Protocolo SIP

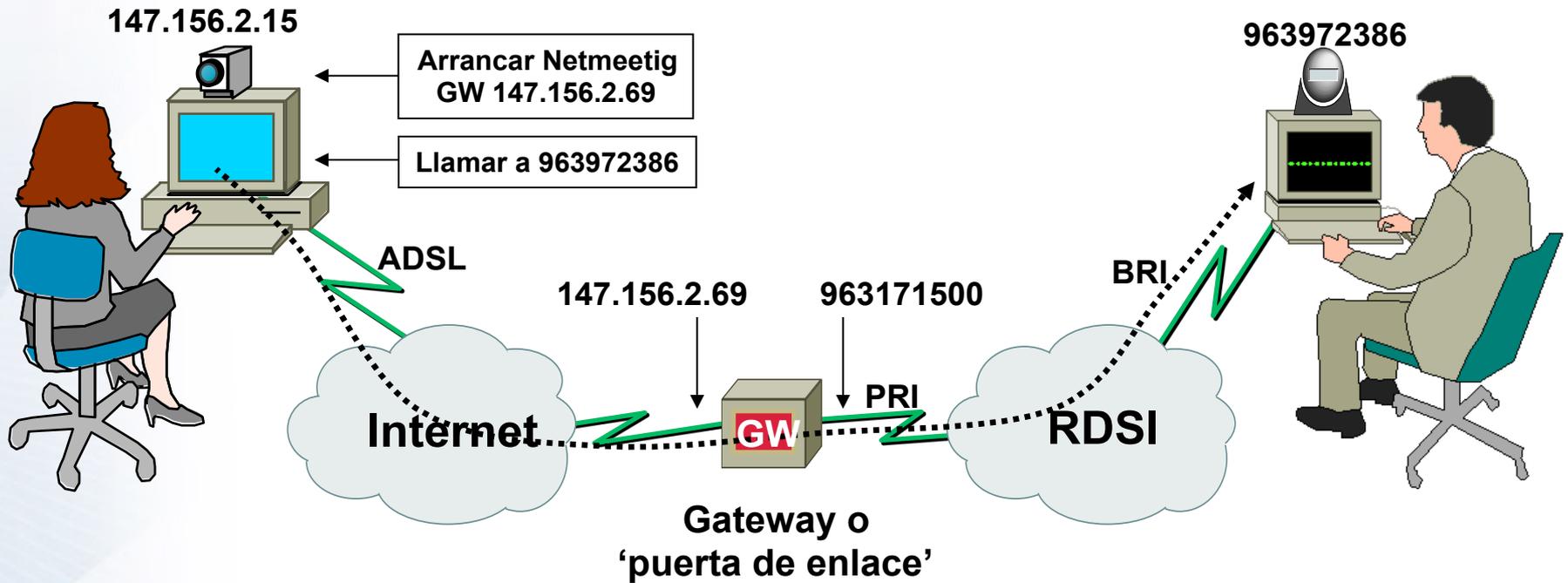


Elementos de videoconferencia

- **Terminal:** es el equipo que utiliza el usuario para comunicarse
- **Gateway, pasarela o puerta de enlace:** interconecta redes diferentes: H.320 (RDSI) e Internet (H.323)
- **Gatekeeper o equipo selector:** permite el control de acceso. Realiza la equivalencia de direcciones E.164 o usuarios a direcciones IP
- **MCU, Multipoint Control Unit o Unidad de control multipunto:** replica un flujo de audio/video para permitir multiconferencia



Pasarela (Gateway) H.320-H.323



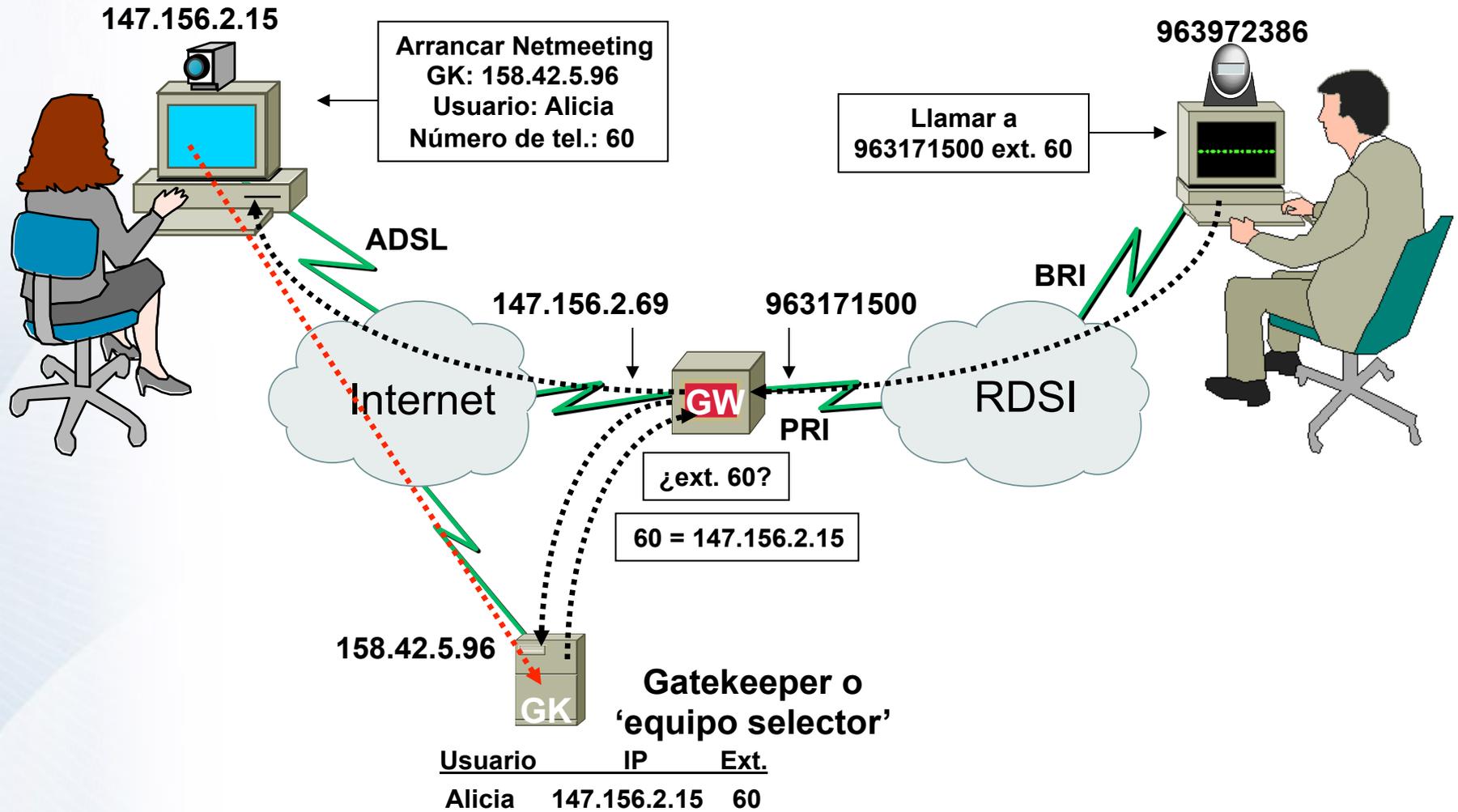


Funciones Gateway H.323

- Interoperabilidad entre audio/vídeo y estándares de red
- Conversión de protocolo
 - Procedimientos de comunicación
 - Formatos de transmisión
- Opcionalmente: Transcodificación (conversión de formatos audio/video)

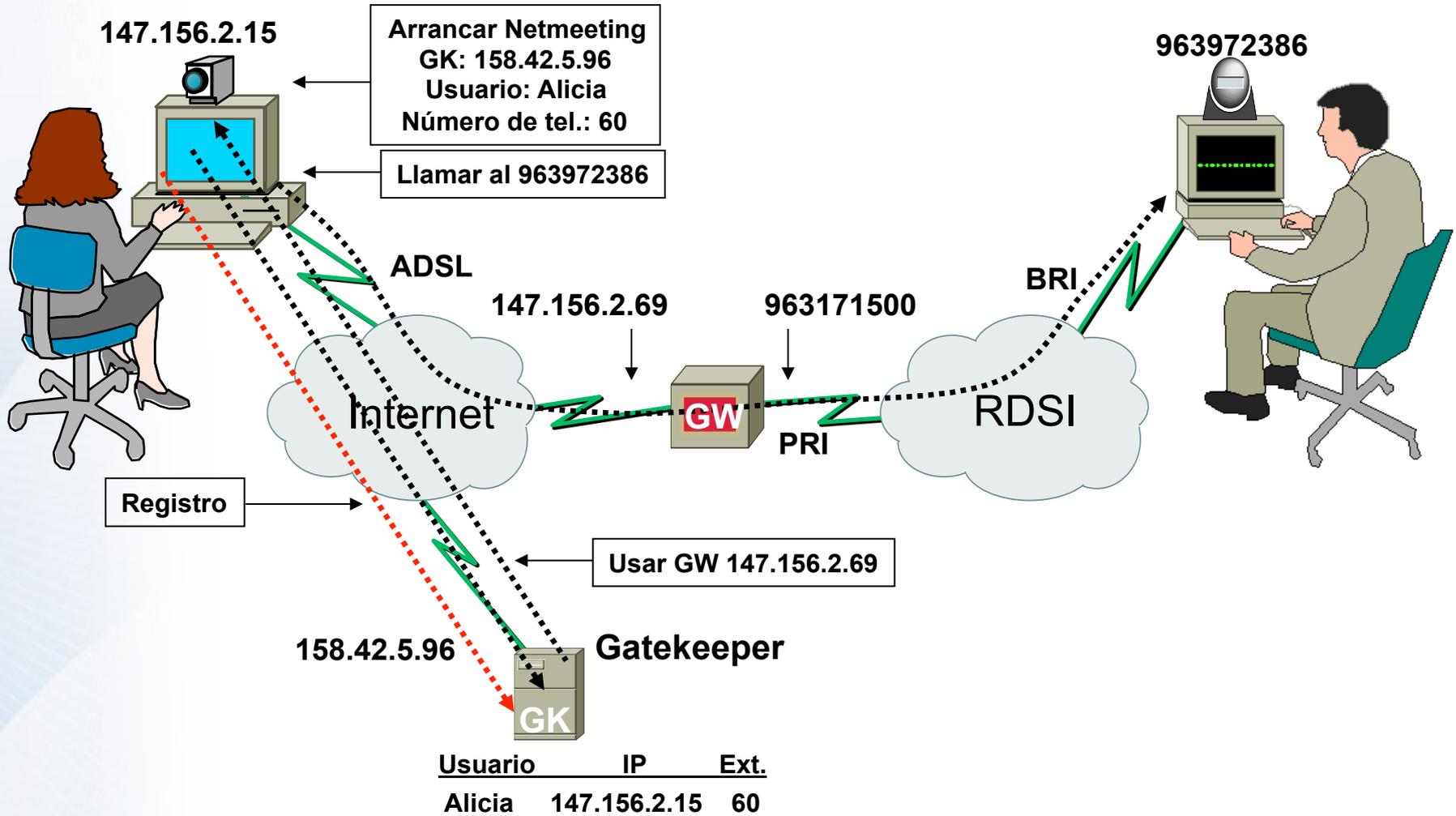


Gateway/Gatekeeper, llamada entrante





Gateway/Gatekeeper, llamada saliente



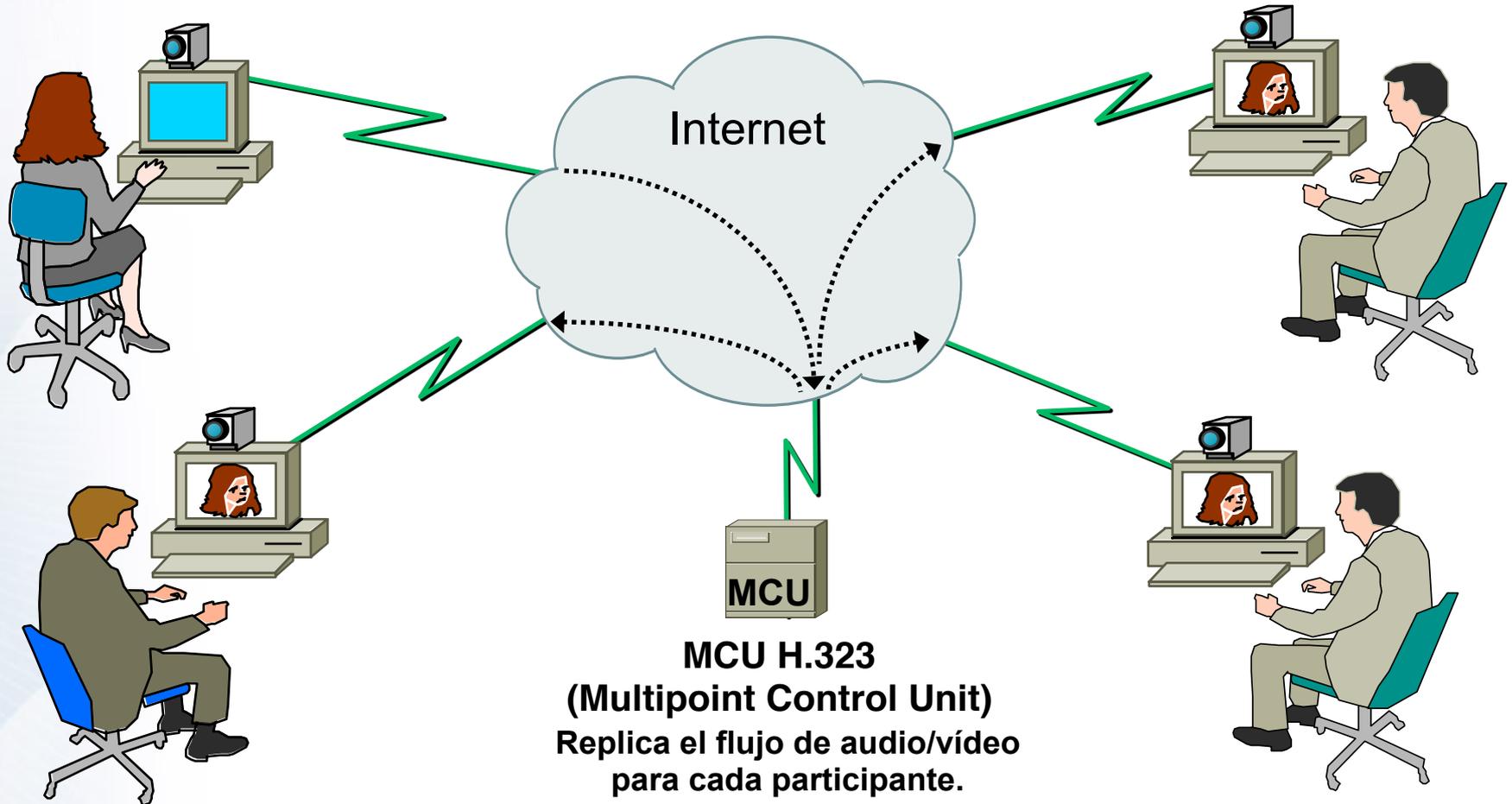


Funcionamiento del gatekeeper

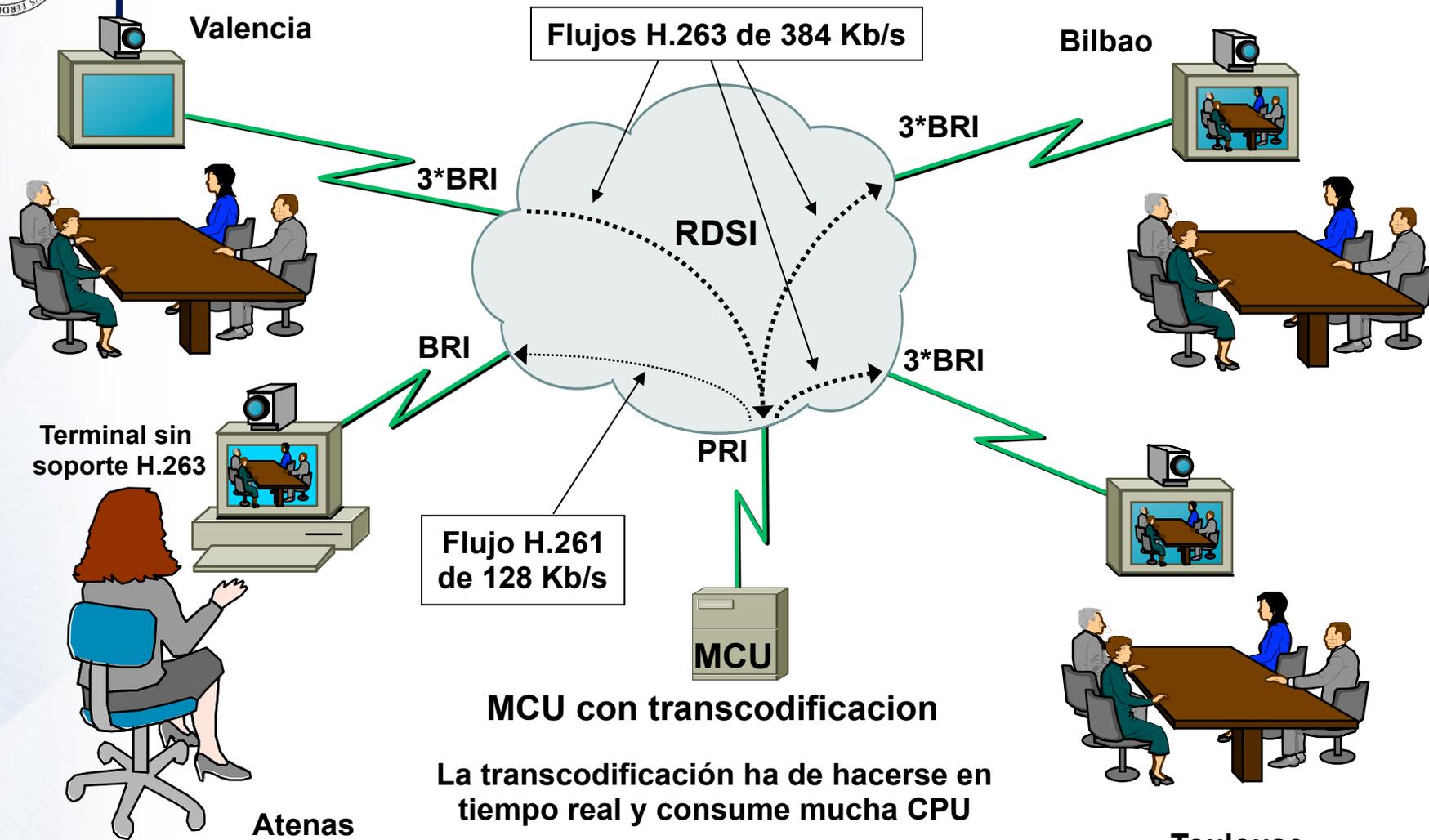
- El Gatekeeper puede validar el usuario/ password en el momento del registro accediendo a un servidor RADIUS
- El alias y la dirección E.164 permiten localizar a usuarios que utilicen diversos terminales o en redes que utilicen direcciones IP dinámicas
- El Gatekeeper facilita el control de uso del servicio, permisos y autorizaciones, paso por cortafuegos, NATs, etc.



Videoconferencia multipunto H.323



Transcodificación



La transcodificación ha de hacerse en tiempo real y consume mucha CPU



Redes Multimedia

Voz sobre IP

- Vídeoconferencia. Estándares H.32x
- Pasarelas e Interoperabilidad
- **Telefonía sobre Internet**
- Protocolo SIP



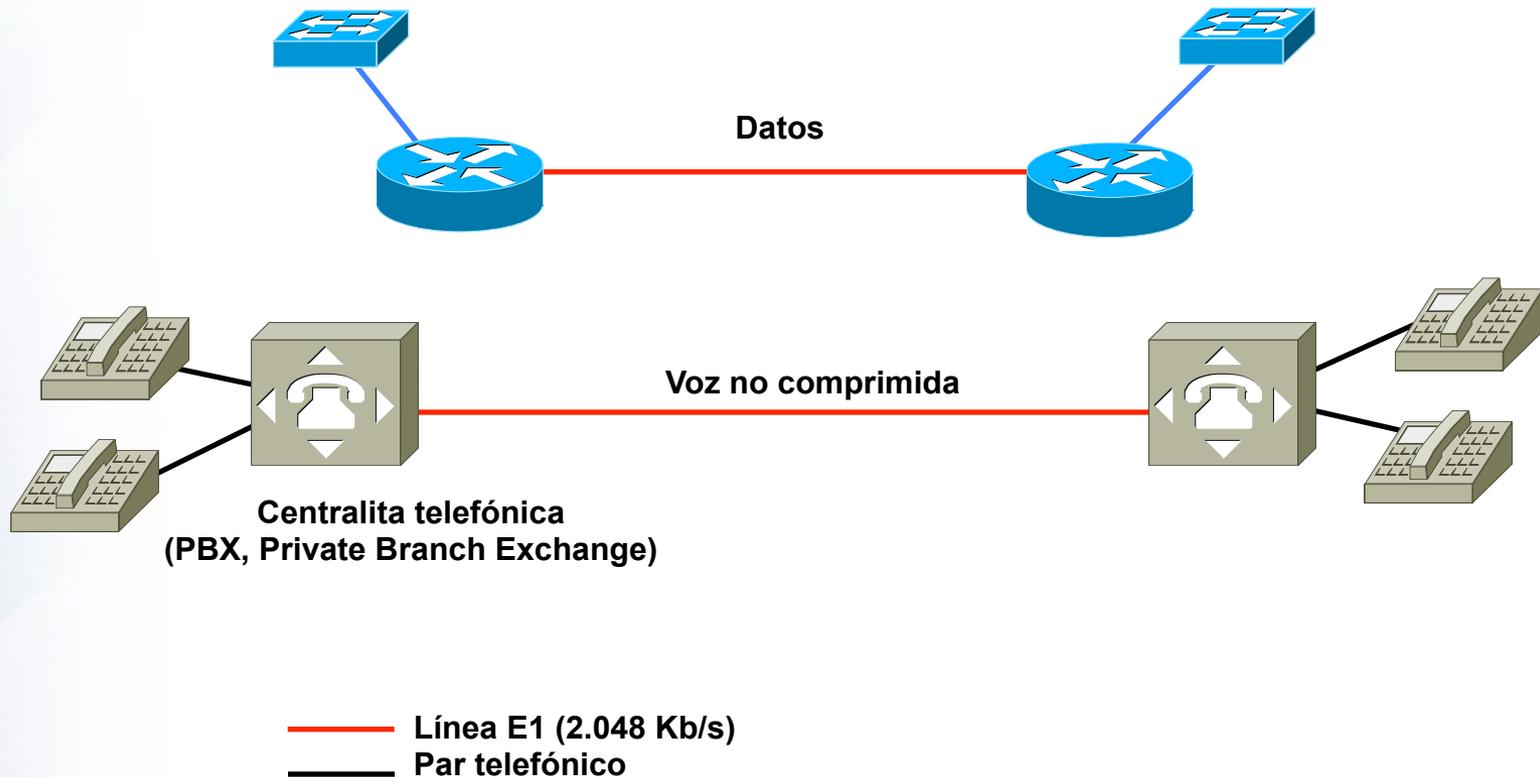
Telefonía sobre Internet

- Pretende aprovechar la red IP para la comunicación telefónica
- Requiere una red con bajo retardo y QoS, o bien una red sobredimensionada
- Además de digitalizar la voz es necesario ofrecer todas las funciones propias de una red telefónica:
 - Señalización (llamada)
 - Funciones avanzadas: reenvío de llamadas, mensajería, etc.



Evolución de la telefonía (I)

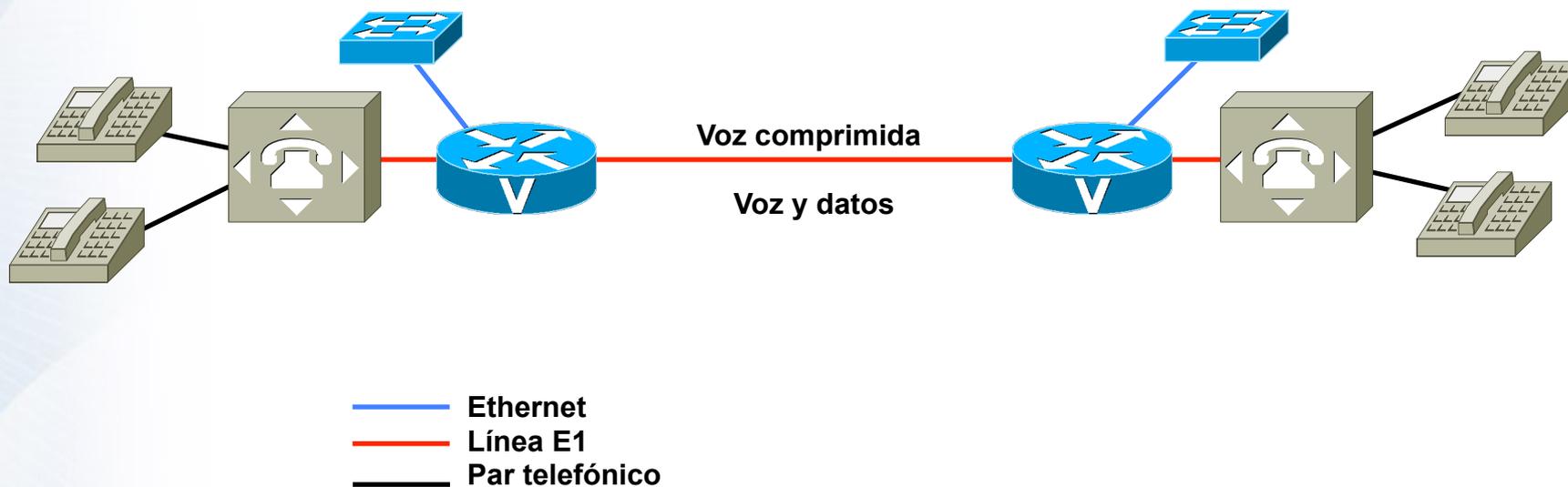
Telefonía Tradicional





Evolución de la telefonía (II)

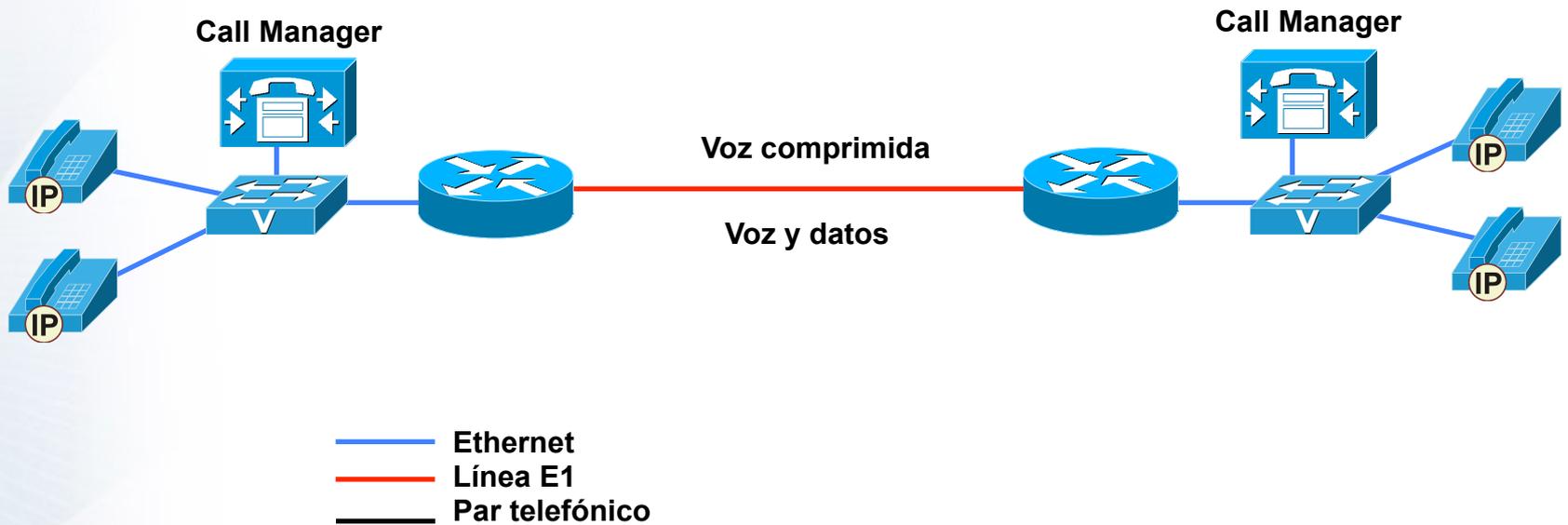
Telefonía tradicional sobre backbone IP (voz sobre IP)





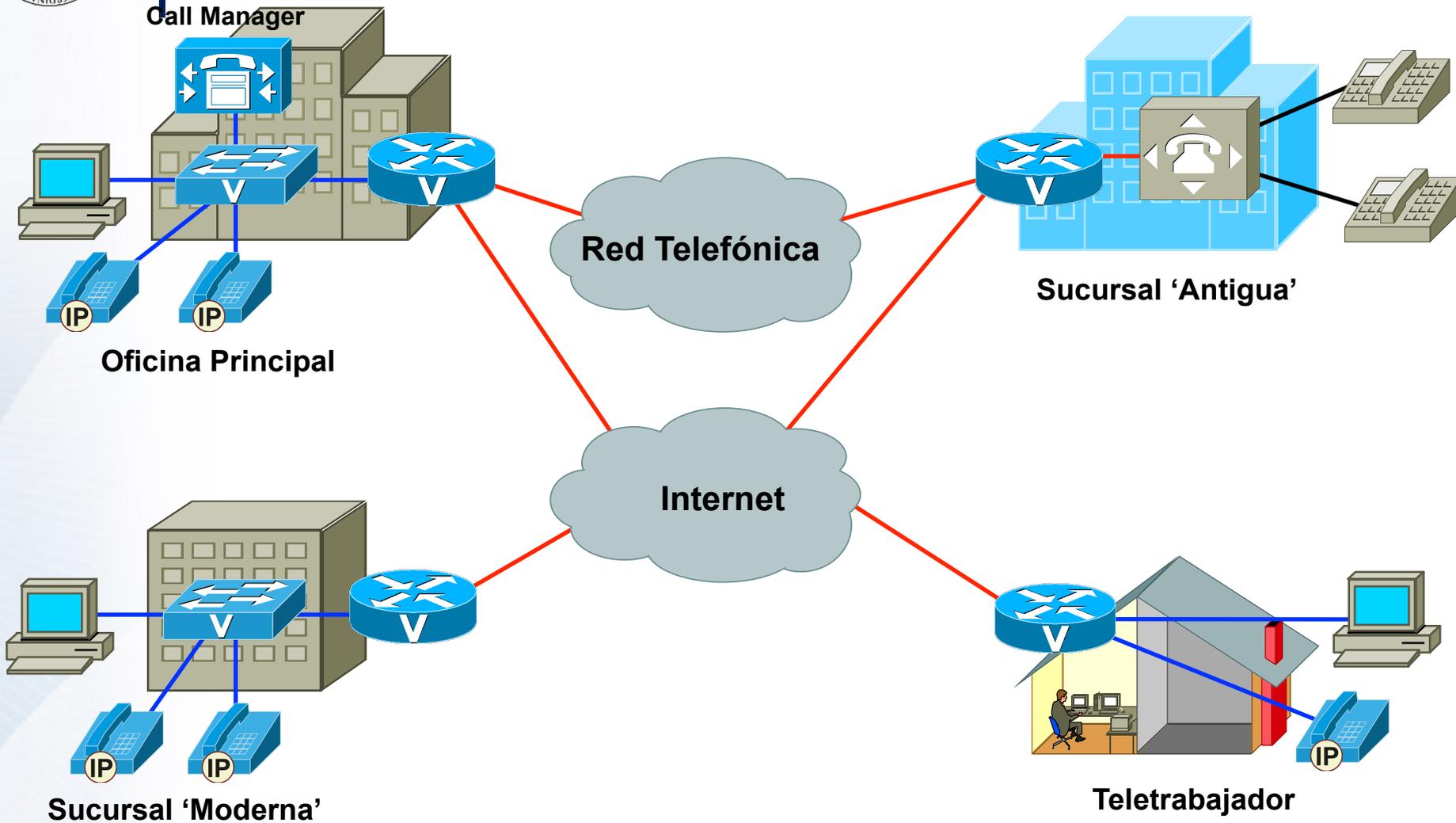
Evolución de la telefonía (III)

Telefonía IP





Ejemplo de red de telefonía IP





Telefonía IP

■ Ventajas:

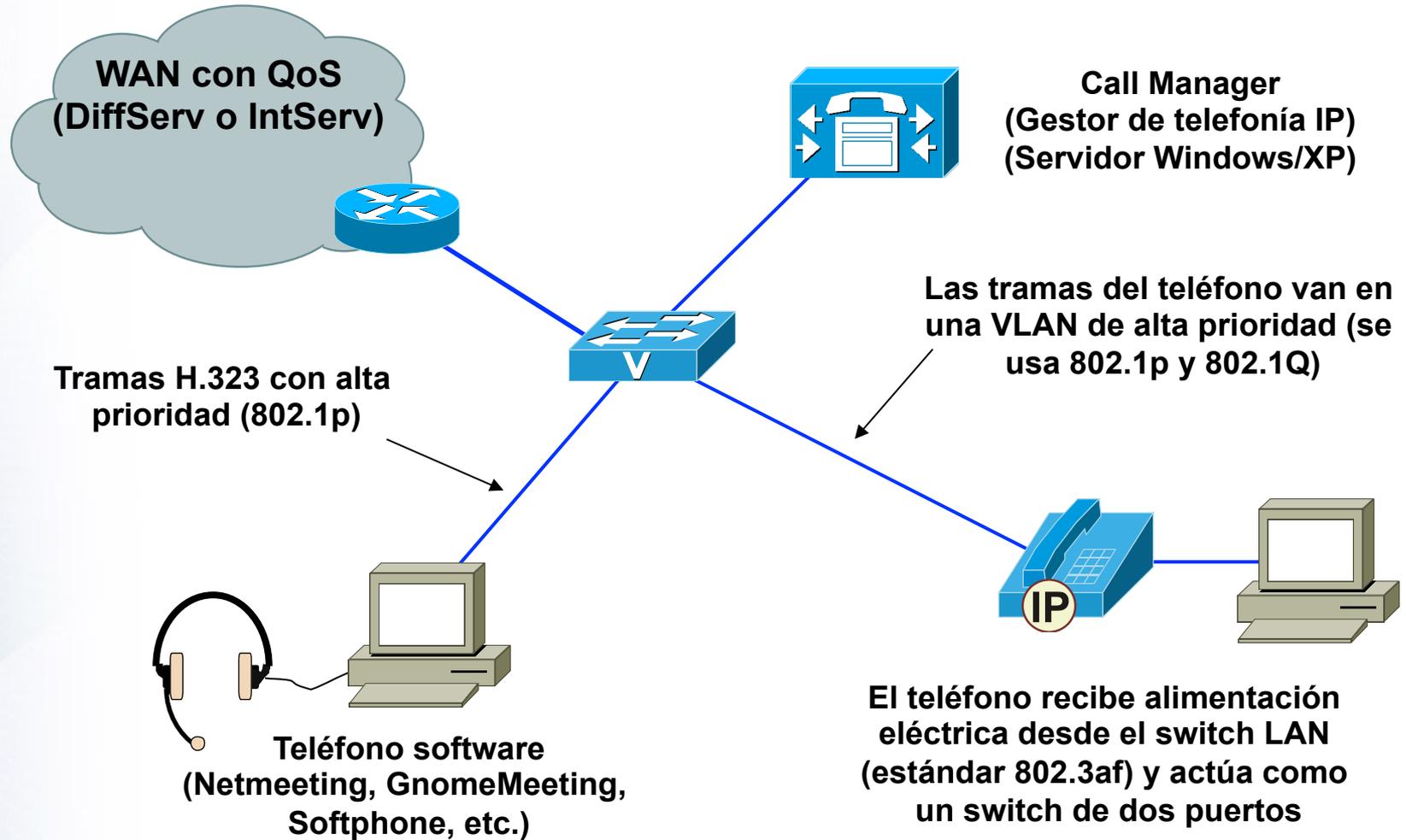
- + Integración de la red de datos y la red telefónica
- + Reducción de distancias (y costes) en la red telefónica
- + Fácil enrutamiento alternativo en caso de averías en la red (servicio no orientado a conexión)
- + Posibilidad de compresión de la voz (G.729, G.723.1)
- + Supresión de silencios y generación de ruido de confort
- + Servicios de alta calidad (G.722, G.722.1, G.719)
- + Posibilidad de integrar servicios: directorio telefónico con LDAP, envío de ficheros de audio por e-mail, lectura automática de e-mails por teléfono, navegación web asistida, etc.

■ Inconvenientes

- Degradación de la calidad cuando hay congestión
- Mayores retardos, posibles problemas de ecos
- Mayor costo de los teléfonos



LAN con telefonía IP





Teléfonos IP

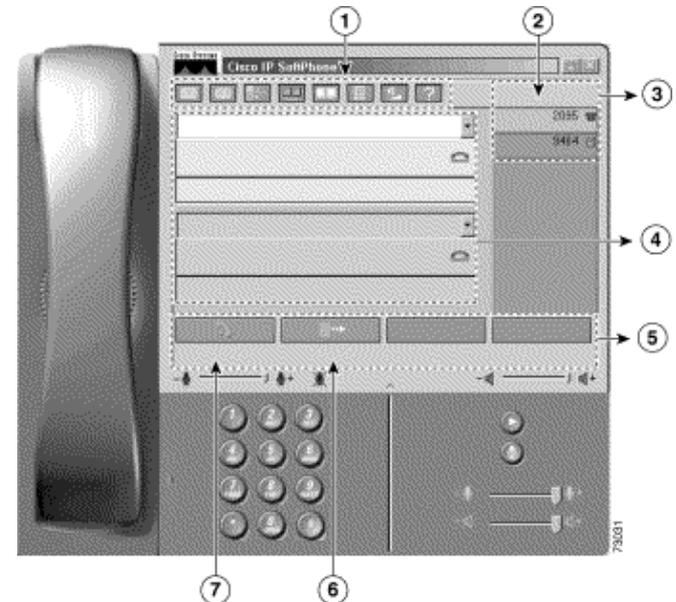


Cisco 7905
Audio G.711 y G.729a
Precio: 200 euros



Cisco 7960G
Audio G.711 y G.729a
Incorpora conmutador de dos puertos 10/100
Precio: 500 euros

OpenPhone
<http://www.openh323.org/code.html>
Precio: 0 euros



Cisco SoftPhone
Audio G.711, G.723.1 y G.729a
Precio: 150 euros



Tratamiento del sonido en videoconferencia y telefonía

- Control automático de ganancia: si la fuente sonora es más débil la ganancia se aumenta
- Supresión automática de ruidos: un sonido constante se suprime (por ejemplo el ventilador de un proyector)
- Supresión de silencios y ruido de confort: el emisor deja de enviar cuando el sonido está por debajo de un umbral. El receptor genera entonces un ruido de fondo artificial llamado 'ruido de confort'
- Cancelación de eco: en los sistemas manos libres es fundamental evitar realimentaciones altavoz-micrófono; muchas veces esto se consigue forzando una comunicación half duplex



Telefonía IP con H.323

- Un terminal H.323 solo está obligado a soportar audio, el vídeo es opcional
- Por tanto con H.323, gateways y gatekeepers podemos ofrecer telefonía Internet sin necesidad de nuevos estándares
- Sin embargo la mayoría de los fabricantes utilizan protocolos propietarios para dar soporte a las funciones adicionales (desvío de llamadas, mensajería, etc.)
- En la práctica es muy difícil desarrollar una red de telefonía IP multifabricante basada solo en estándares H.323



Redes Multimedia

Voz sobre IP

- Vídeoconferencia. Estándares H.32x
- Pasarelas e Interoperabilidad
- Telefonía sobre Internet
- **Protocolo SIP**



SIP

Session Initiation Protocol

- En el mundo del IETF los estándares de la ITU-T siempre se han visto con recelo. En particular H.323 se considera un protocolo demasiado complejo
- Esto dio lugar al desarrollo de un protocolo alternativo llamado SIP (Session Initiation Protocol, RFC2543, 3/99, 153 pág.) cuyo diseño está inspirado en HTTP y SMTP
- En SIP las direcciones son URIs. Ej.:
sip:rector@uv.es
- Página principal del SIP: Universidad de Columbia:
<http://www.cs.columbia.edu/sip>
- Con el tiempo SIP se ha complicado más de lo previsto. Pero aun así parece que terminará ganando la batalla a H.323

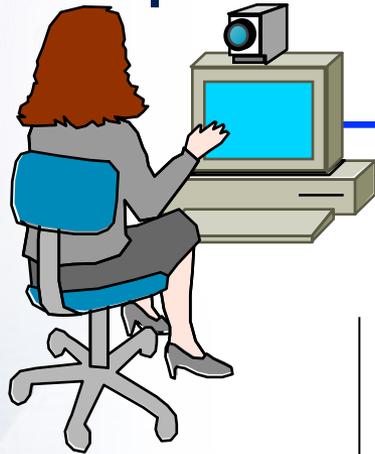


Componentes de SIP

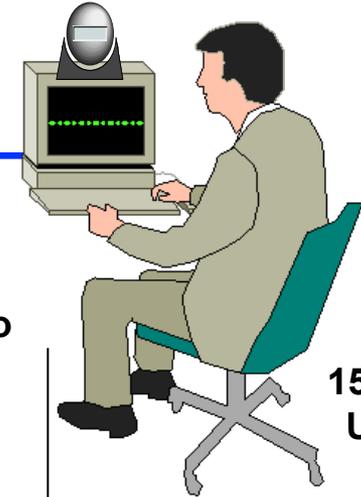
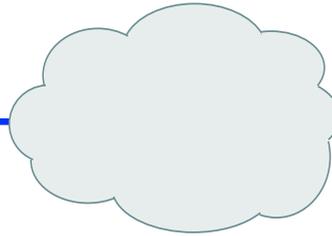
- UA (User Agent): Terminal SIP (hard o soft). Un UA puede actuar como:
 - UAC (User Agent Client): el que llama
 - UAS (User Agent Server): el que es llamado
- Servidores:
 - Proxy: actúa como intermediario, en representación de un UA para efectuar o atender llamadas. Ayuda a gestionar el paso por cortafuegos, establecer restricciones, etc.
 - Registrar: atiende peticiones de registro de los agentes activos en su dominio (bien suyos o visitantes)
 - Redirect: informa a los clientes de los agentes que se encuentran fuera de su ubicación natural



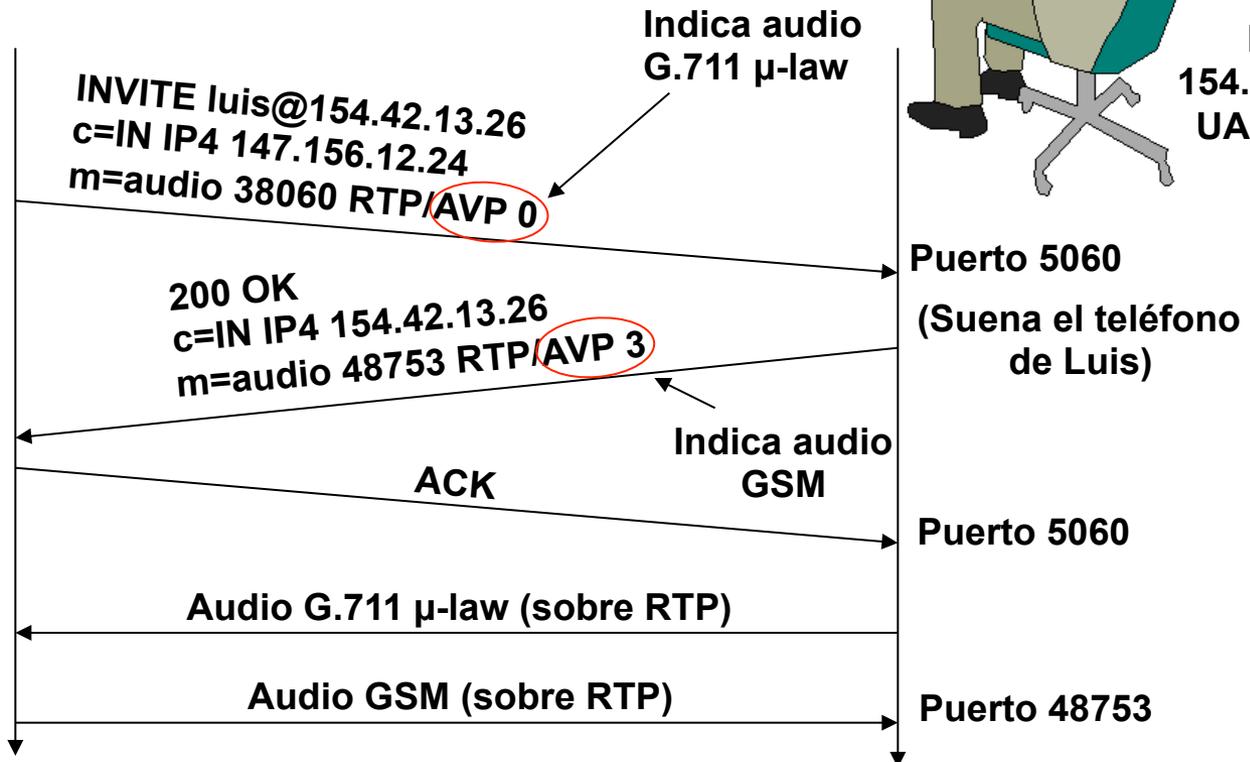
Llamada SIP directa entre dos UAs



Alicia
147.156.12.24
UA Client



Luis
154.42.13.26
UA Server





Algunas características de SIP

- Los mensajes de control se envían 'fuera de banda', es decir forman un flujo independiente (sockets distintos) de los datos intercambiados (en este caso la voz digitalizada).
- Los mensajes de control se envían a un puerto 'bien conocido' (el 5060). El puerto de los datos en cambio lo elige cada agente independientemente en el momento de iniciar la sesión
- Los mensajes están en caracteres ASCII y tienen una sintaxis parecida a los del protocolo HTTP



Algunas características de SIP

- Las direcciones IP de los agentes implicados y los puertos elegidos figuran en los mensajes SIP. Cuando hay un NAT en el camino éste ha de realizar las conversiones pertinentes
- Todos los mensajes requieren confirmación, por lo que pueden enviarse sobre TCP o sobre UDP
- En el proceso de conexión se realiza una negociación de capacidades. En el ejemplo si Luis no soportara el audio G.711 μ -law le enviaría a Alicia un mensaje '600 Not Acceptable' indicándole además los codecs que él soporta



Direcciones SIP

- En el ejemplo anterior Luis tenía una IP fija.
- Esto no siempre es posible, bien porque el usuario obtenga su dirección de forma dinámica (por DHCP) o porque utilice diversos dispositivos, cada uno con una IP diferente (portátil, PDA, etc.)
- En SIP se prevé que las direcciones puedan ser:
 - IPs fijas: sip:luis@152.44.13.26
 - URIs: sip:luis@uv.es
 - Direcciones E.164: 43865@uv.es
- Para que los URIs y las direcciones E.164 puedan funcionar hace falta que la red SIP tenga un Registrar y un Proxy



Registrar SIP (Registrador)

- Cada vez que un usuario arranca una aplicación SIP envía un mensaje REGISTER al Registrar competente en ese dominio, que toma nota de su presencia
- Los mensajes REGISTER tiene un tiempo de vida (por ejemplo una hora)
- Cada dominio tiene un Registrar que desarrolla para las direcciones SIP una función equivalente a la del DNS con los nombres
- Los Proxys SIP lanzan consultas a los Registrar



Proceso de registro SIP

Registrar SIP
Dominio uv.es



REGISTER sip:uv.es
From: sip:luis@uv.es
To: sip:Luis@uv.es
Contact:<sip:154.42.13.26>
Expires: 3600

200 OK

Luis@uv.es
154.42.13.26



URI	Dirección IP	T. Vida (seg.)
luis@uv.es	154.42.13.26	3600

El registro debe renovarse periódicamente (en este ejemplo cada hora)

Normalmente el registro irá precedido de una validación por usuario/
password ante un servidor RADIUS (no mostrado en la figura)

El usuario puede registrarse desde cualquier dirección IP,
aunque ésta no pertenezca al dominio uv.es

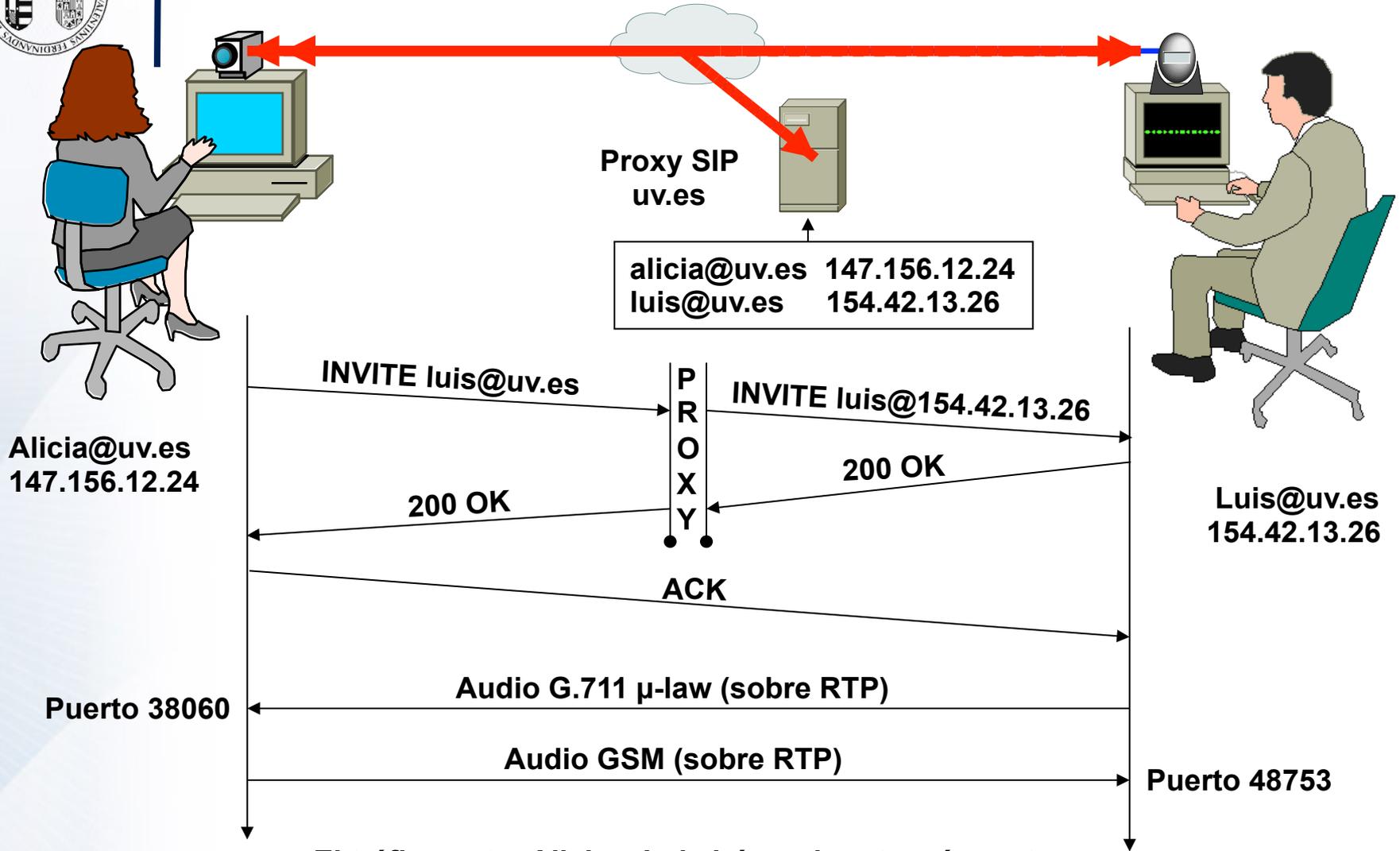


Funciones del Proxy SIP

- El Proxy SIP es un router que actúa como intermediario en la comunicación entre agentes SIP.
- Su actuación se limita al proceso de conexión (señalización). Una vez establecida esta los agentes intercambian directamente los paquetes de datos
- El proxy consulta al registrar para localizar a un usuario dado. Generalmente el proxy y el registrar son el mismo equipo (generalmente un router)
- El proxy permite forzar la autenticación de los usuarios y restringir el uso de los servicios de acuerdo con lo que tiene autorizado cada uno



Llamada SIP mediante Proxy/Registrar



El tráfico entre Alicia y Luis irá por la ruta más corta



Descubrimiento del Proxy

- En el ejemplo anterior Alicia tenía que saber quién era su Proxy
- El proxy se puede indicar en la configuración del agente, pero eso es poco flexible
- En su lugar se utilizan registros tipo SRV (Service) en el DNS. Así se puede cambiar el Proxy sin tener que tocar la configuración de los agentes

Definición en el DNS del proxy SIP para uv.es:

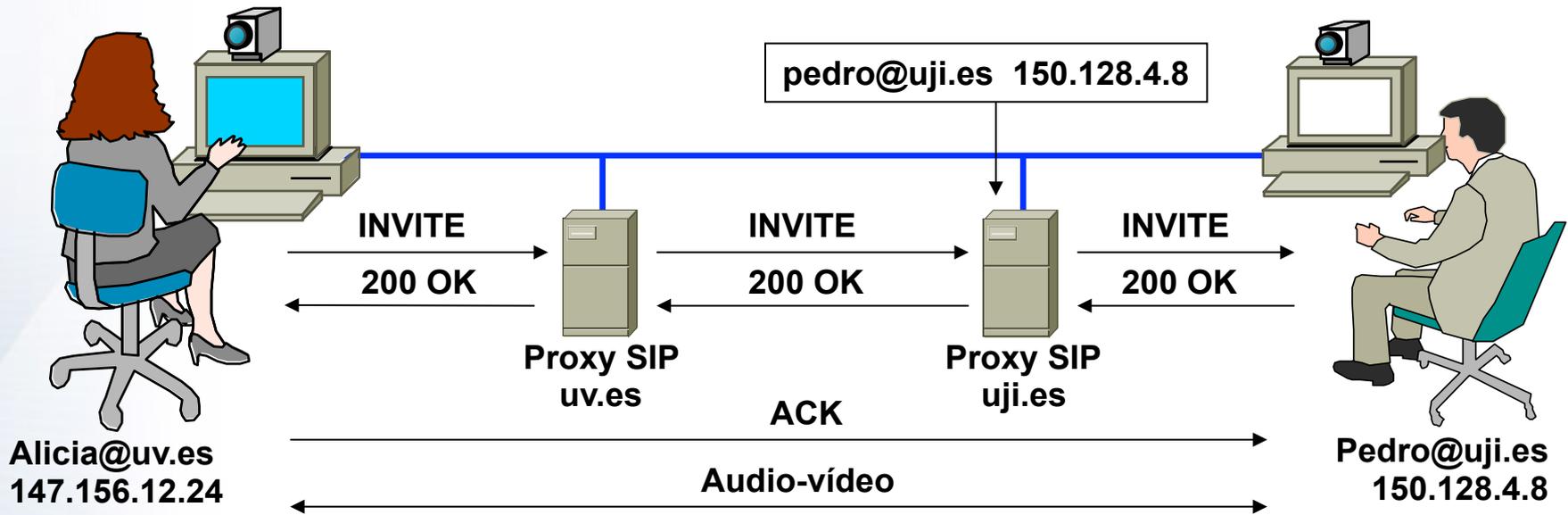
```
uv.es.      IN NAPTR 2 0 "s" "SIP+D2U" "" _sip._udp.uv.es.  
_sip._udp  IN SRV 0 0 5060 admundsen.red.uv.es.  
_sip._tcp  IN SRV 0 4 5060 admundsen.red.uv.es.
```

↑
protocolo

↑
Puerto (SIP)



Llamada SIP a un usuario remoto



- El proxy de uv.es averigua la dirección del Proxy de uji.es haciendo una consulta al DNS:

DNS Query: `SRV uji.es UDP 5060?`

DNS Response: `150.128.4.8`

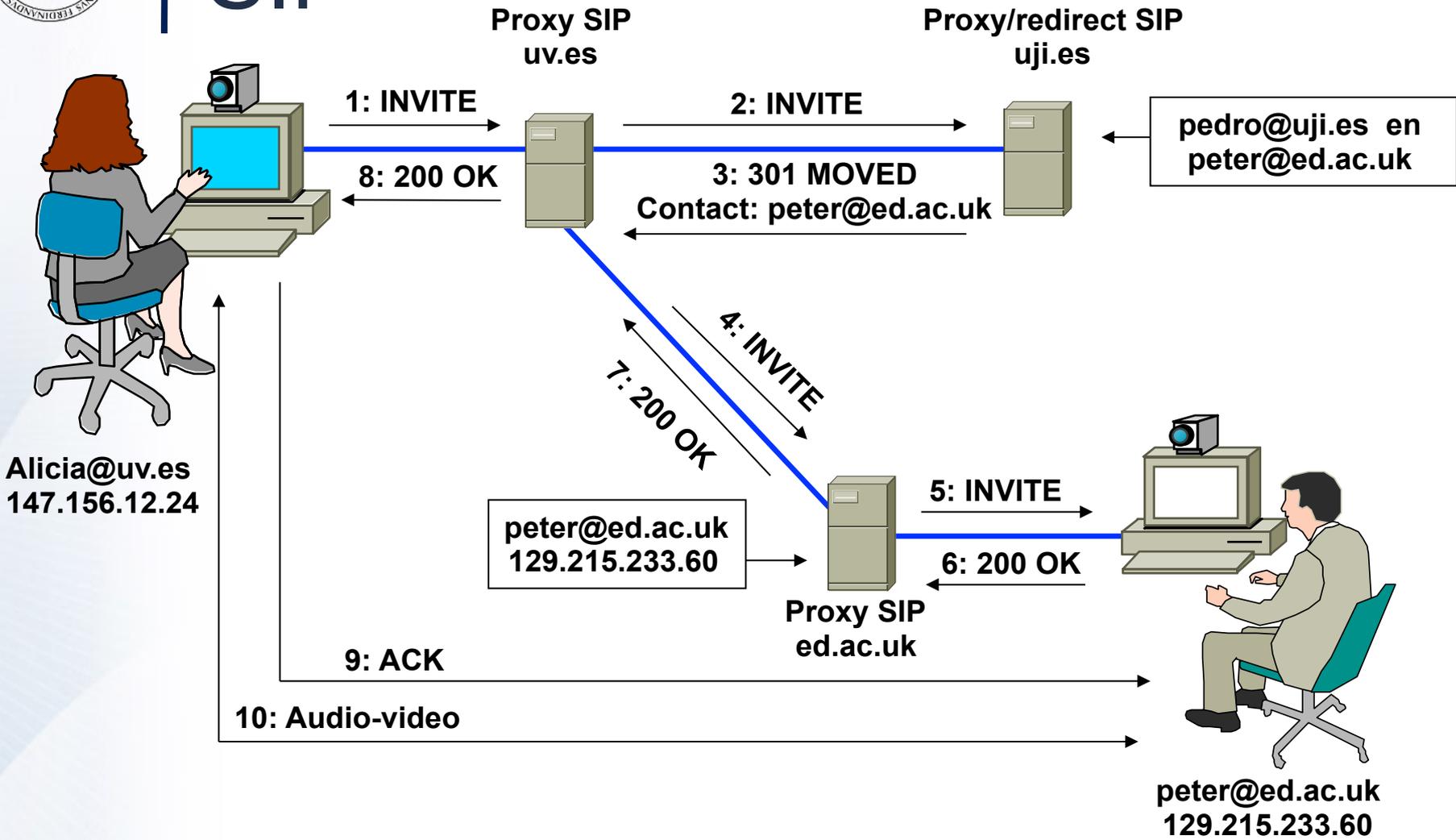


Redirección de llamadas SIP

- Un URI puede redirigirse (desviarse) temporalmente hacia otro.
- Supongamos que Pedro se va de Erasmus a la Universidad de Edimburgo; allí le asignan un nuevo identificador, `peter@ed.ac.uk`
- Pedro recibirá las llamadas dirigidas a su nuevo URI, pero además quiere seguir recibiendo en su teléfono de Edimburgo las que le hagan a su URI permanente, `pedro@uji.es`
- Para ello Pedro debe indicar al 'redirect server' de `uji.es` que se ha trasladado temporalmente a peter@ed.ac.uk
- Normalmente el proxy, el registrar y el redirect server de una organización son el mismo equipo (un router)



Redirección de llamadas SIP





Comunicación SIP ↔ Red telefónica

- Comunicación física: se requiere un gateway o pasarela (normalmente un router) entre la red IP y la red telefónica pública.
- Comunicación lógica (direccionamiento):
 - SIP → Red telefónica: La posibilidad de utilizar direcciones E.164 desde SIP está prevista por defecto
 - Red telefónica → SIP: hay que asignar direcciones E.164 a los agentes SIP. Esto se consigue con ENUM (E.164 NUmber Mapping), conjunto de protocolos que integran el espacio de direcciones E.164 en el DNS. ENUM permite además asignar URIs a las direcciones E.164



Como funciona ENUM

- A cada dirección E.164 le corresponde un nombre en el DNS, de la siguiente forma (RFC 3761):

Dirección E.164: 3 4 9 6 3 5 4 3 8 6 5

Nombre DNS: 5.6.8.3.4.5.3.6.9.4.3.e164.arpa

- Los registros introducidos en el DNS son de tipo NAPTR (Name Authority Pointer) y le asignan uno o varios URIs equivalentes con diferentes prioridades. Ejemplo:

```
$ORIGIN 5.6.8.3.4.5.3.6.9.4.3.e164.arpa.
```

```
IN NAPTR 100 10 "u" "E2U+sip" "!^.*$!sip:rogelio.montanana@uv.es!i"
```

```
IN NAPTR 102 10 "u" "E2U+email" "!^.*$!mailto:rogelio.montanana@uv.es!i"
```

- Una vez configurado el 'mapping' las direcciones E.164 pueden ser utilizadas no solo desde la red telefónica convencional sino también desde terminales SIP



Ejemplo de uso de ENUM

