



Università degli Studi di Bergamo

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA E SCIENZE APPLICATE



RETI INTERNET MULTIMEDIALI

**Protocolli di segnalazione VoIP
H.323 e SIP**

Il documento è adattato da materiale cortesemente messo a disposizione dai Prof. Stefano Paris, Vittorio Trecordi, Antonio Capone e Flaminio Borgonovo

Protocolli di segnalazione

- In generale, hanno il compito di *controllare* le comunicazioni (chiamate/flussi dati)
- Non sono direttamente coinvolti nella trasmissione delle chiamate/flussi dati
- Esistono due tipi di segnalazione
 - In banda: utilizza lo stesso canale utilizzato dal flusso dati
 - Fuori banda: utilizza un canale dedicato (non utilizzato dal flusso dati)

Funzioni della segnalazione Rete PSTN

- Nella rete telefonica PSTN la segnalazione coinvolge
 - La rete
 - Instradamento della chiamata e prenotazione dei circuiti
 - Abilitazione di servizi aggiuntivi
 - Il chiamato
 - Setup della chiamata
- Sulla base dello scambio di messaggi di segnalazione la rete predispone servizi per
 - Il controllo d'accesso
 - Identificazione del chiamato/chiamante
 - Predisposizione della documentazione d'addebito (tariffazione)
- La segnalazione su rete PSTN prende il nome di **SS7** (Signaling System n°7) ed è stata sviluppata a partire dal 1975

Funzioni della segnalazione VoIP

- Sulla rete IP la segnalazione può essere ridotta al minimo perché
 - L'indirizzo IP è fornito sulla base del nome del chiamante/chiamato da meccanismi DNS
 - L'instradamento dei flussi dati è effettuato normalmente dal protocollo IP
- Potrebbe essere sufficiente l'aggiunta di
 - Un protocollo di connessione (alerting dell'utente chiamato)
 - Un protocollo di Session Negotiation (codec, numero di media streams supportati, ...)

Funzioni della segnalazione VoIP

- In realtà dispositivi e protocolli di segnalazione specifici rimangono necessari per gestire al meglio alcune delle funzionalità avanzate mostrate in precedenza
 - Controllo degli accessi
 - Controllo delle risorse (Call Admission Control)
 - Tariffazione
 - Controllo di sessioni multi-party

Architetture di segnalazione VoIP

- Esistono molteplici architetture di segnalazione VoIP
- Le due più utilizzate sono
 - **H.323 (ITU)**
 - **SIP (IETF)**

H.323

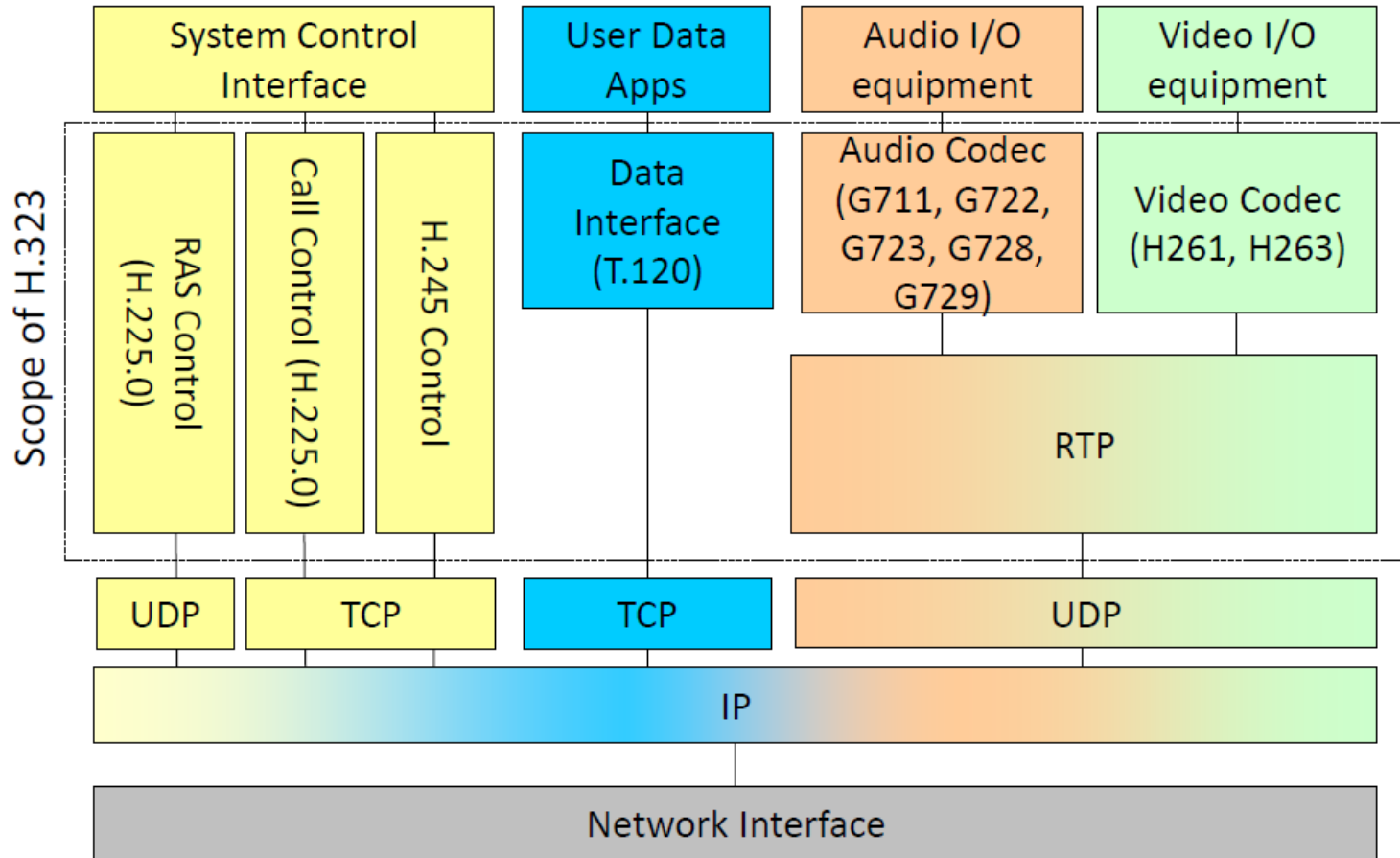
Raccomandazioni ITU

- L'architettura H.323 prende il nome dalla raccomandazione H.323 della ITU, che fa parte di una famiglia di raccomandazioni *multimedia* (comunicazioni audio/video)
 - H.323: multimedia su LAN
 - H.320: multimedia su ISDN
 - H.324: multimedia su PSTN
 - H.321: multimedia su BISDN
 - H.322: multimedia su LAN con QoS

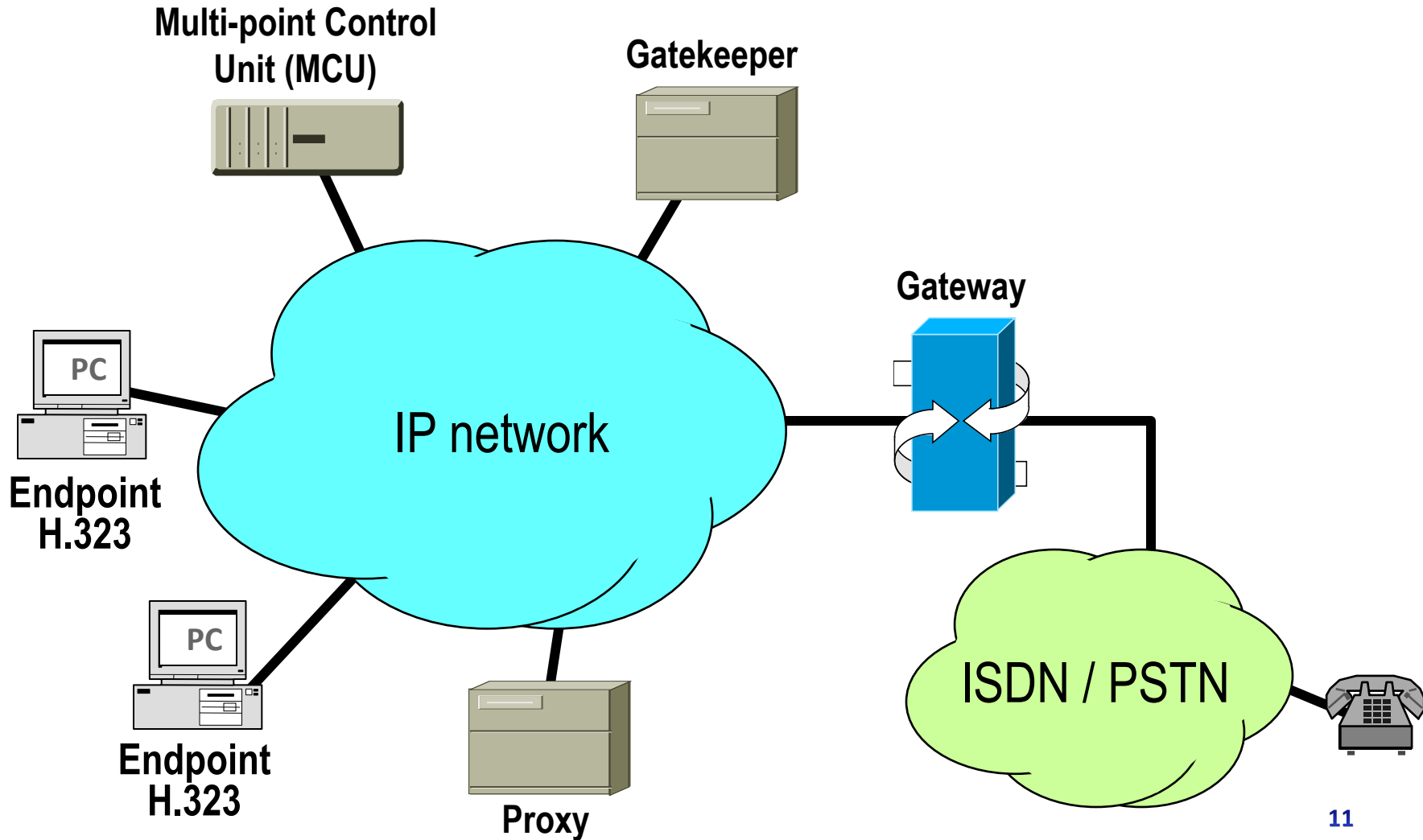
Raccomandazione ITU H.323

- Il nome esteso è «Visual telephone for LANs with non-guaranteed QoS»
- Nonostante il titolo riporti la dicitura LAN, lo standard non è limitato alle LAN ma alle reti a pacchetto in generale
- Altri standard ITU di riferimento
 - G.7xx per audio codecs
 - H.26x per video codecs
- Si assume che il trasporto dei flussi voce pacchettizzati si avvalga di RTP
 - Real-time Transport Protocol: protocollo applicativo per la trasmissione dei flussi audio/video

Pila protocollare H.323

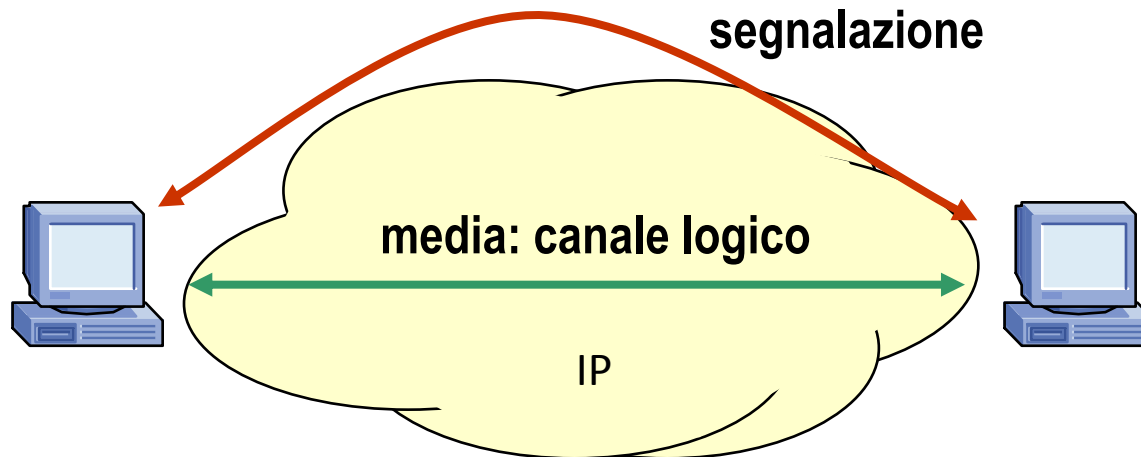


Architettura H.323

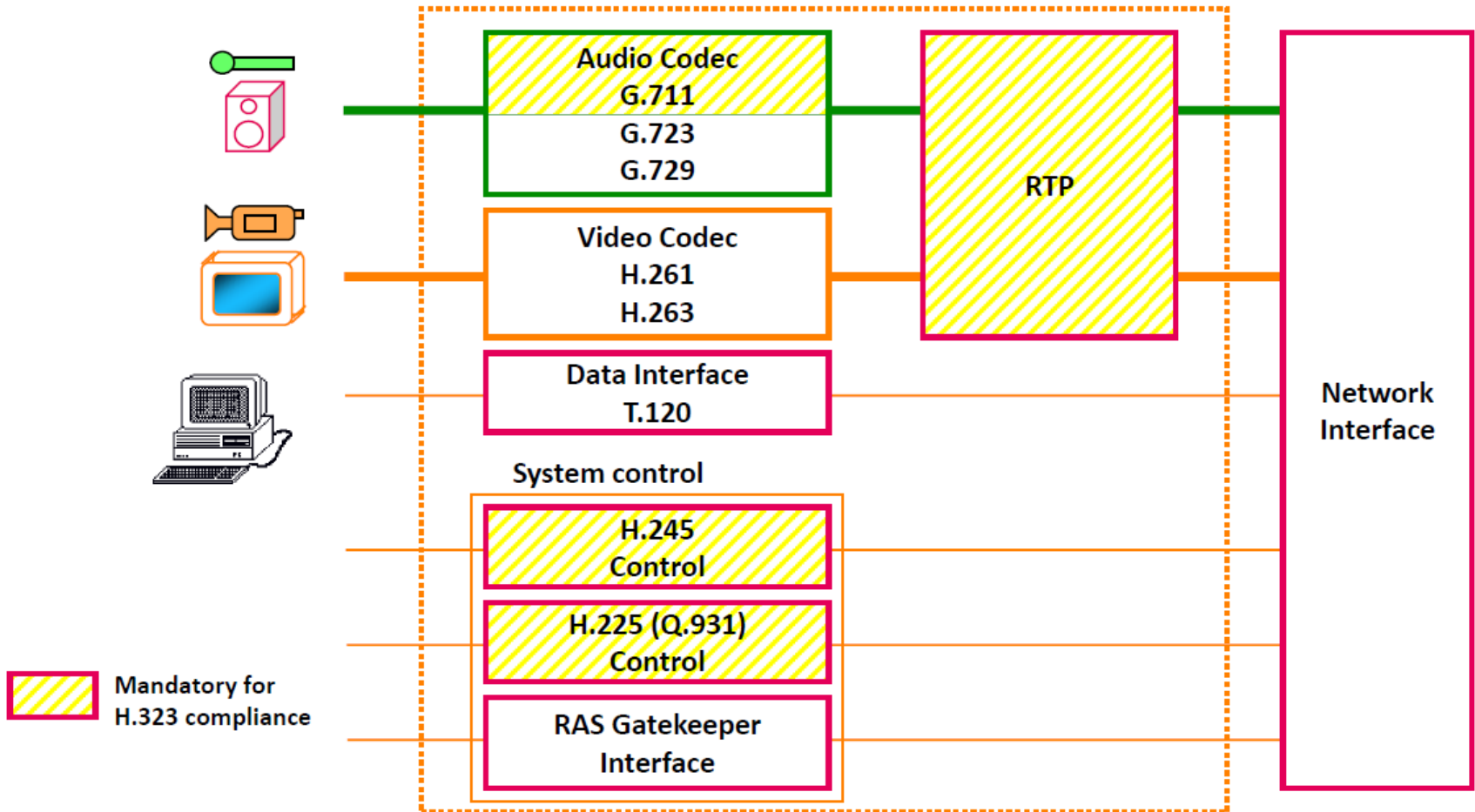


Endpoint H.323

- E' la terminazione dei canali logici (media RTP)
- E' la terminazione della segnalazione
 - Per la connessione
 - Per il set up dei canali logici (media)

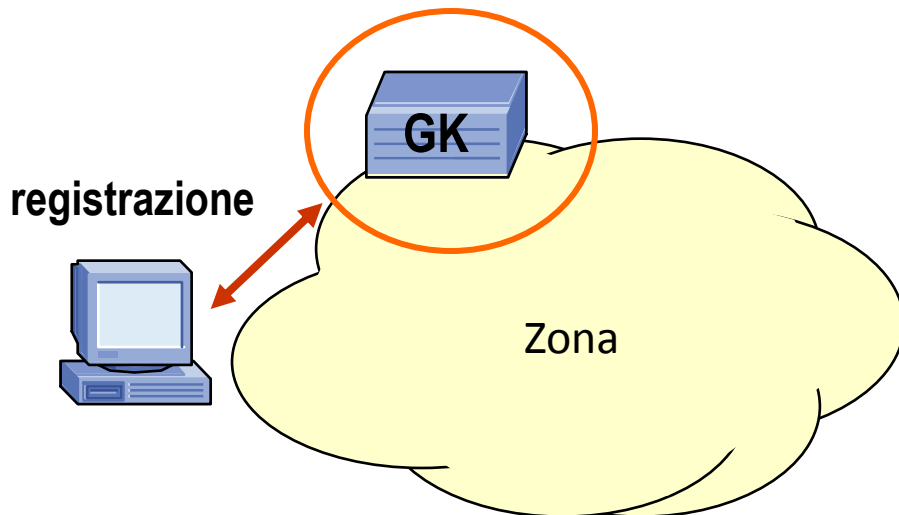


Endpoint H.323



Gatekeeper H.323

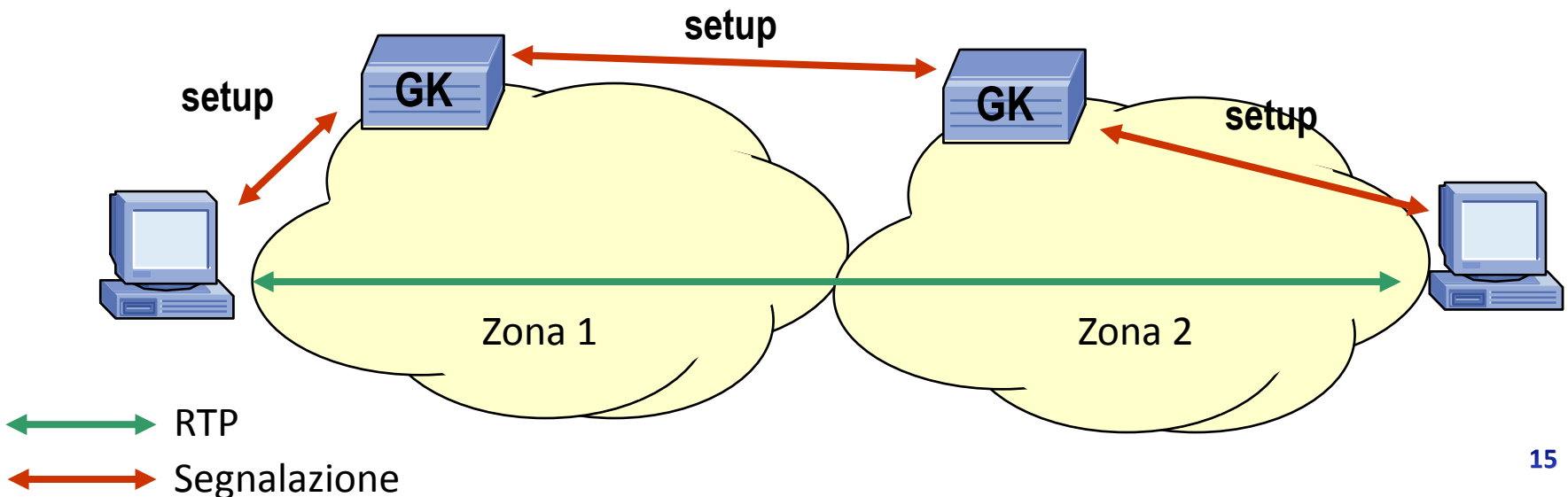
- Il Gatekeeper è l'analogo della centrale nella rete PSTN
- Associa l'indirizzo IP al numero telefonico (o altro alias) del terminale della sua zona
- Gestisce una *zona*



- Registration
- Call Admission Control
- Bandwidth and QoS
- Address translation

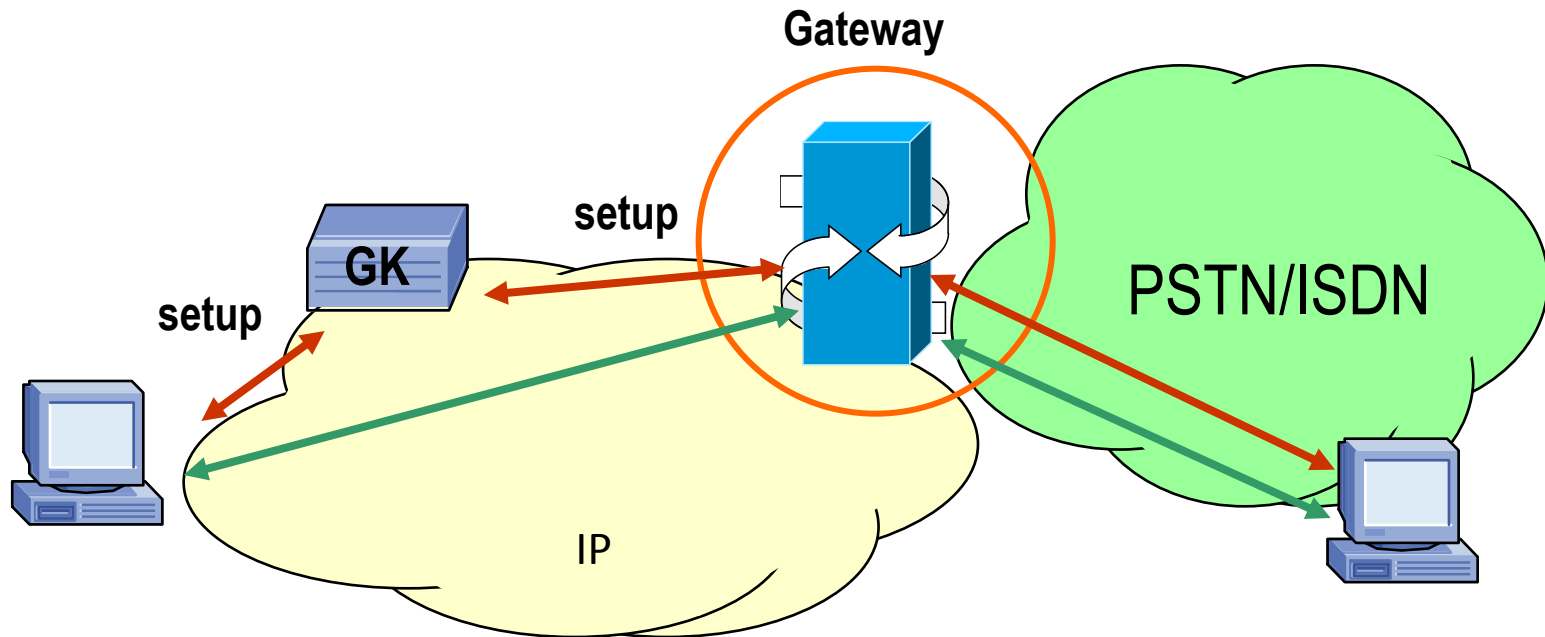
Proxy H.323

- Entità che instradano la segnalazione
- Scompono una sessione H.323 in distinte fasi di chiamata
- I Gatekeeper possono fare da Proxy



Gateway H.323

- Consente l'interworking verso le altre reti



↔ RTP/Chiamata
↔ Segnalazione

H.323 Multi-Point Control Unit (MCU)

- Fornisce supporto a **conferenze di tre o più terminali**
 - Stabilisce modalità comuni
 - Governa le risorse
- Due modalità di scambio
 - Centralizzata: il MCU raccoglie i flussi audio/video di tutti i partecipanti
 - Miscela l'audio
 - Sceglie il/i video da mostrare a schermo
 - Decentralizzata: i flussi audio/video sono direttamente scambiati tra i terminali (multicast), il MCU effettua solo una funzione di segnalazione/controllo

Protocolli H.323

- I protocolli di segnalazione H.323 sono raggruppabili in tre famiglie:
 1. H.225.0 **RAS** (Registration, Admission, Status)
 - Registration
 - Address Resolution
 - Call Admission Control
 2. H.225.0 **Call Control**: versione estesa di Q.931
 - Segnalazione utilizzata nelle reti ISDN (per setup, gestione e rilascio delle chiamate)
 3. H.245 **Connection and Media Control**
 - Definisce canali logici unidirezionali per i vari flussi multimediali
 - Definisce le porte utilizzate dal protocollo RTP

H.323 Operazioni Base

1. Il terminale si registra col Gatekeeper (H.225.0 RAS)
2. Il terminale chiede al Gatekeeper il permesso di instaurare una chiamata con un altro terminale (H.225.0 RAS)
3. I terminali coinvolti si scambiano la segnalazione di chiamata (H.225.0 Call Control)
4. I terminali coinvolti si scambiano la segnalazione per instaurare i media (H.245 Connection and Media Control)
5. I terminali terminano la chiamata e segnalano al Gatekeeper (H.225.0 RAS, H.255.0 Call Control e H.245 Connection and Media Control)

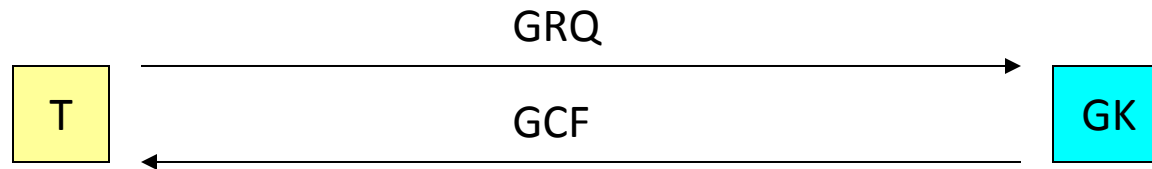
H.225.0 RAS

- Comunicazione tra Gatekeeper e terminale per le operazioni di Registration, Address Resolution, Call Admission Control
- Sono definiti diversi tipi di messaggio

Funzione	Request	Conf/Response	Reject
Gatekeeper	GRQ	GCF	GRJ
Registration	RRQ	RCF	RRJ
Unregistration	URQ	UCF	URJ
Admission	ARQ	ACF	ARJ
Bandwidth	BRQ	BCF	BRJ
Location	LRQ	LCF	LRJ
Information	IRQ	IRR	
Disengage	DRQ	DCF	DRJ

H.225.0 RAS Registration

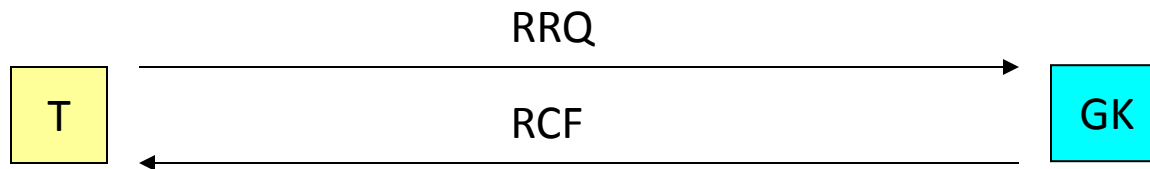
- Scoperta del Gatekeeper automatica tramite un messaggio GRQ verso l'indirizzo multicast 224.0.1.41 (porta 1718)



- Il Gatekeeper può accettare (GCF) o rifiutare (GRJ) la richiesta di registrazione e indicare Gatekeeper alternativi
 - In caso di accettazione, indica il proprio indirizzo IP e la porta UDP su cui comunicare
 - In caso di rifiuto, può indicare l'indirizzo IP e la porta UDP dei Gatekeeper alternativi

H.225.0 RAS Registration

- Il terminale può quindi effettuare la registrazione (RRQ)
- Il terminale comunica l'indirizzo IP, una o più porte e i suoi eventuali «alias»
- La registrazione ha un tempo di vita finito e necessita di «keep alive»



H.225.0 RAS Address Resolution

- Ogni terminale può essere associato a uno o più «alias» (ad esempio nella forma name@host)
- Ogni terminale è identificato al Gatekeeper dall'indirizzo IP e dai suoi alias
- L'alias del chiamato può essere usato, da terminali o Gatekeeper, per interrogare un Gatekeeper (messaggio LRQ) specifico o via multicast al fine di ottenere l'indirizzo IP del terminale con cui si vuole comunicare
- Il Gatekeeper del terminale richiesto risponde con l'indirizzo IP richiesto o quello del gateway

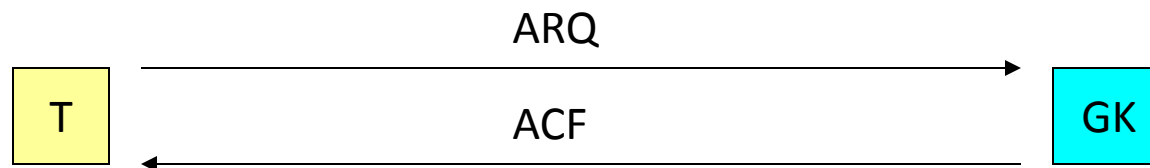
H.225.0 RAS Call Admission Control

- Il messaggio ARQ indica il destinatario della chiamata (indirizzo IP)
- Specifica al Gatekeeper la banda complessivamente richiesta dal terminale chiamante per la comunicazione con il terminale chiamato
- Indica la sua possibilità di effettuare la riservazione delle risorse (QoS)
- Tutte le richieste associate a una chiamata specifica tra due terminali presentano lo stesso CRV (Call Reference Value)



H.225.0 RAS Call Admission Control

- Nella risposta di accettazione (ACF) il Gatekeeper
 - Può chiedere al terminale di effettuare la prenotazione delle risorse
 - Può effettuare la prenotazione delle risorse per conto del terminale
 - Può indicare che la prenotazione non serve
 - Può ridurre la banda
- In ogni istante si può cambiare l'uso della banda richiesta con il comando BRQ



H.225.0 RAS Disengage

- La chiusura della conversazione va segnalata

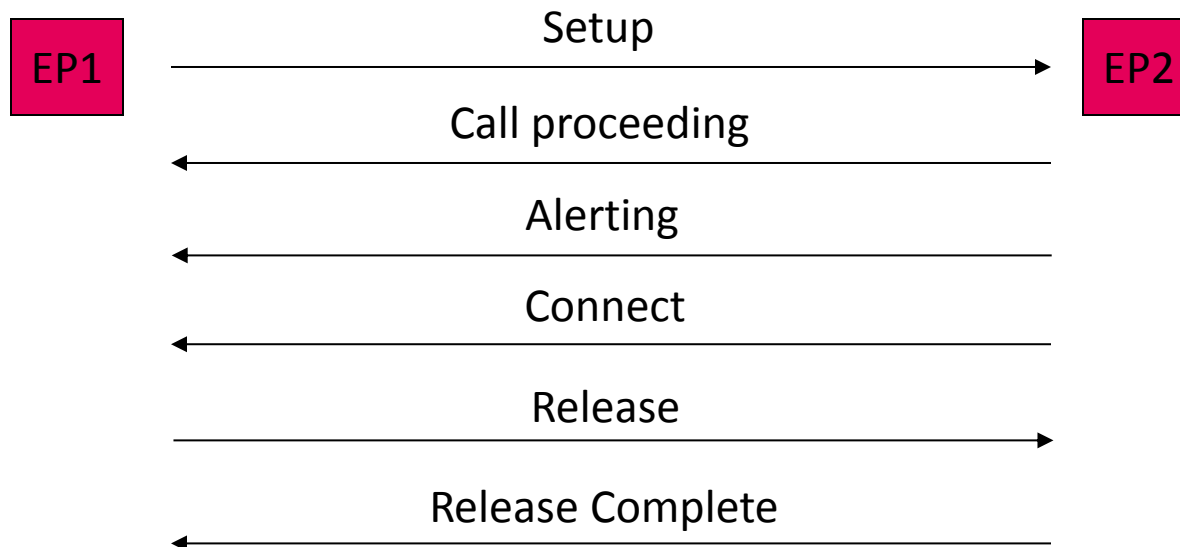


- Oppure può essere imposta

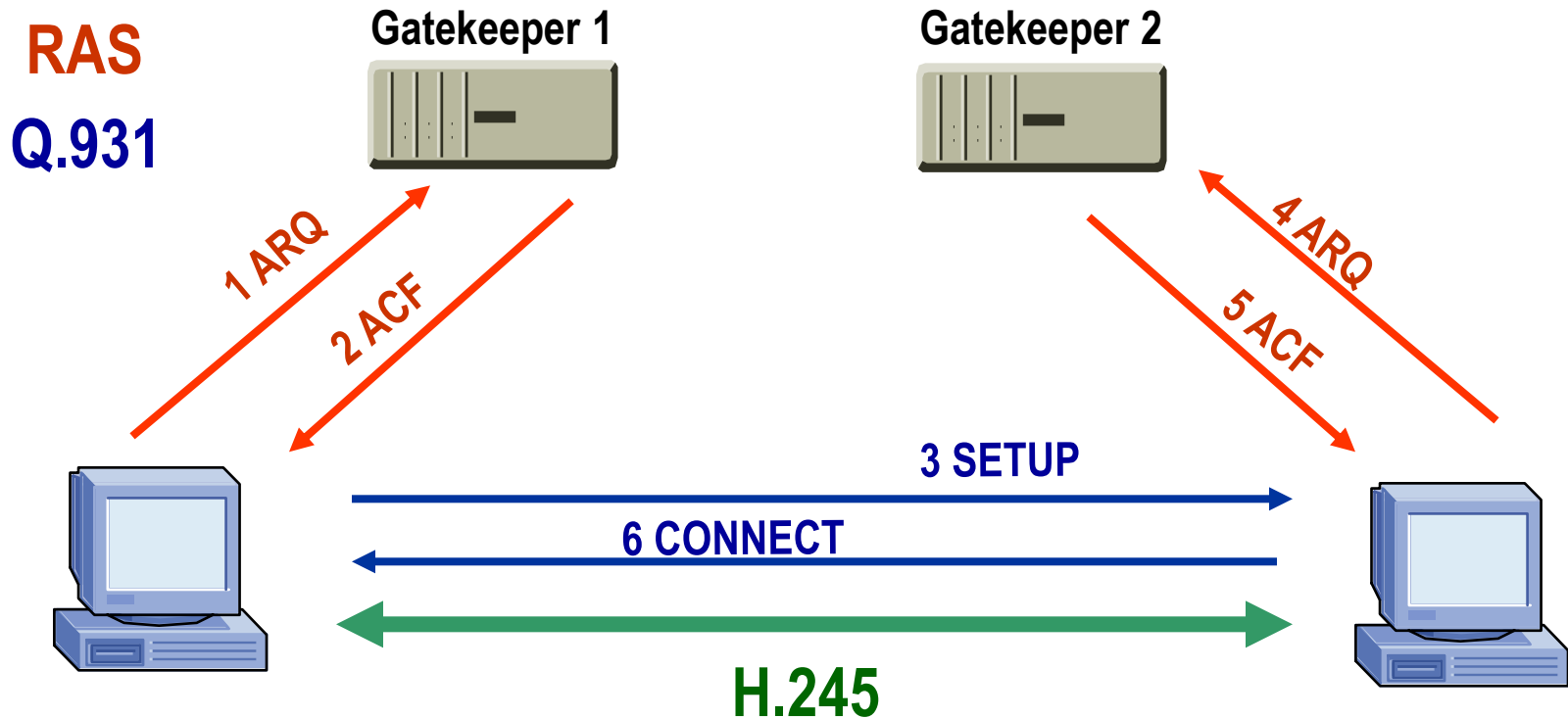


H.225.0 Call Control

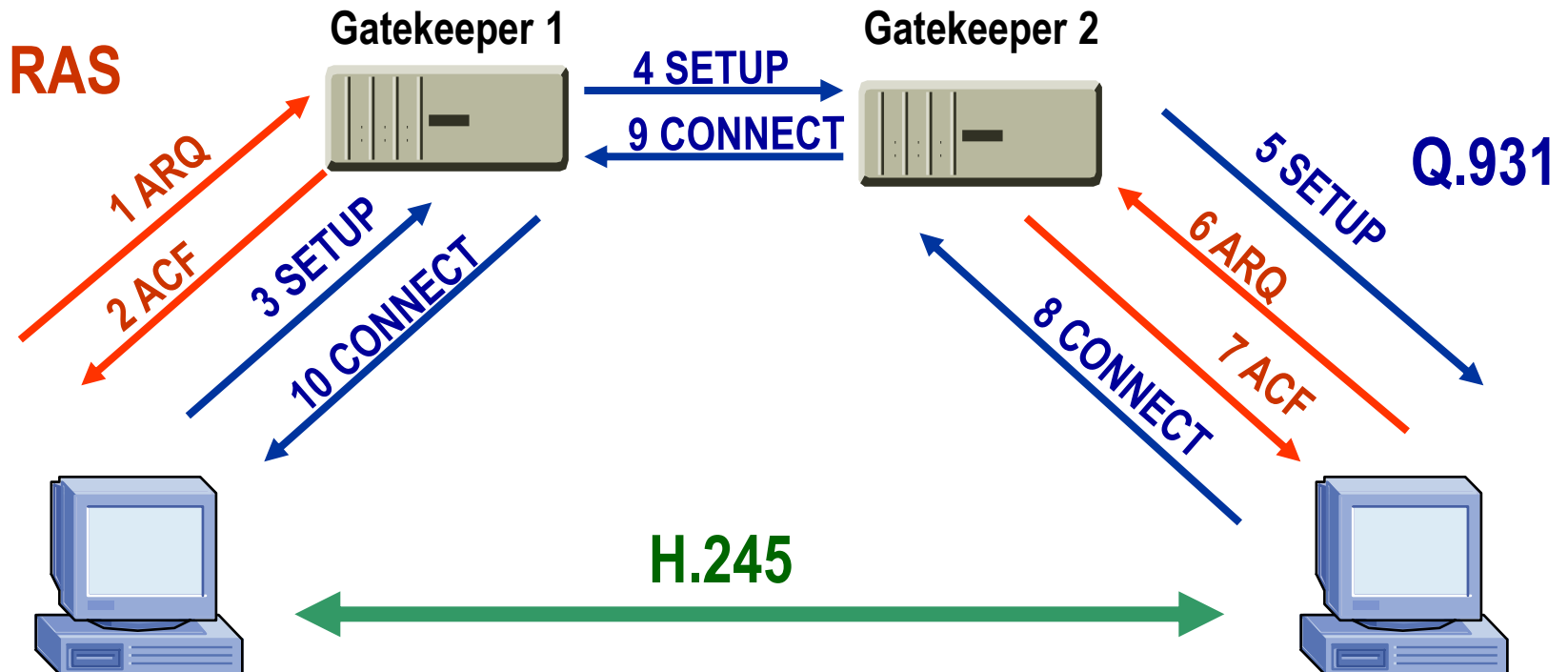
- Segnalazione diretta o indiretta tra gli Endpoint per effettuare il setup della chiamata multimediale
- E' un'estensione del protocollo Q.931



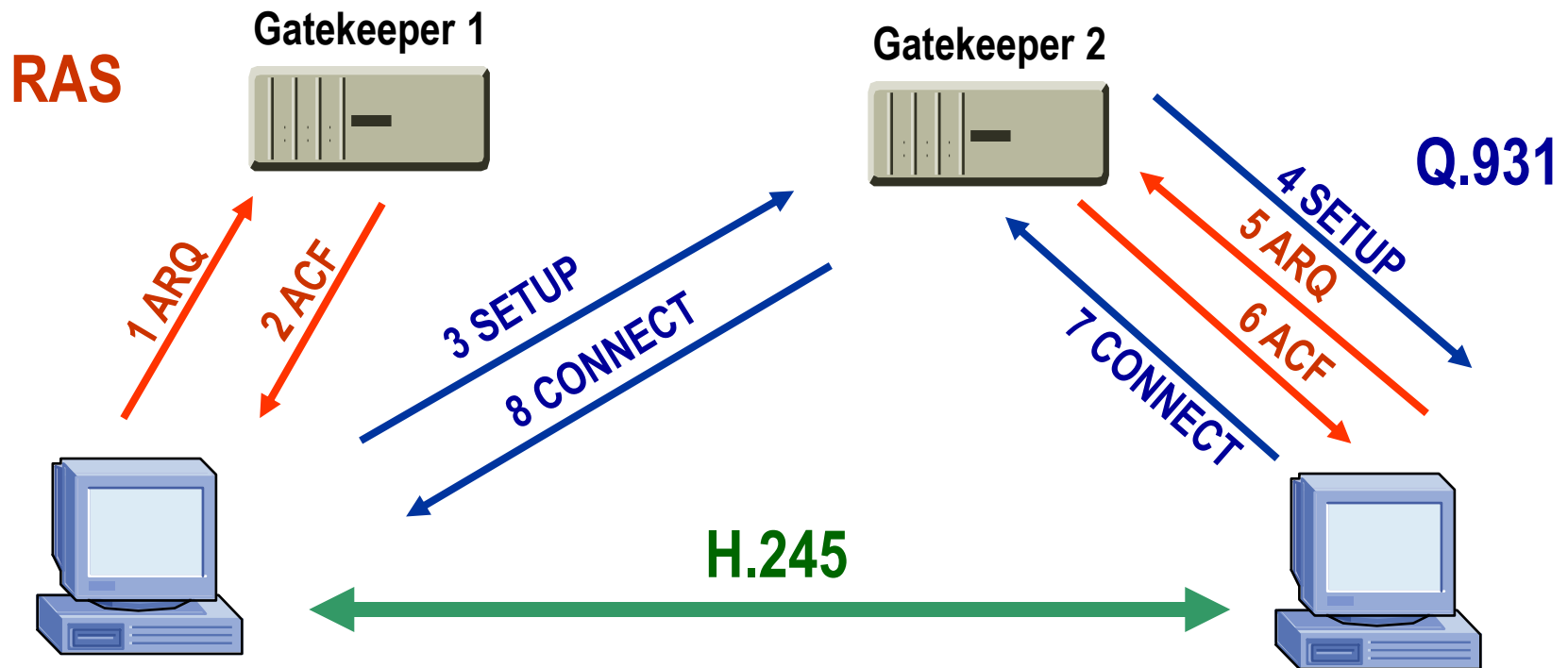
H.323 Call Control (Direct Call)



H.323 Call Control (Routed Call)



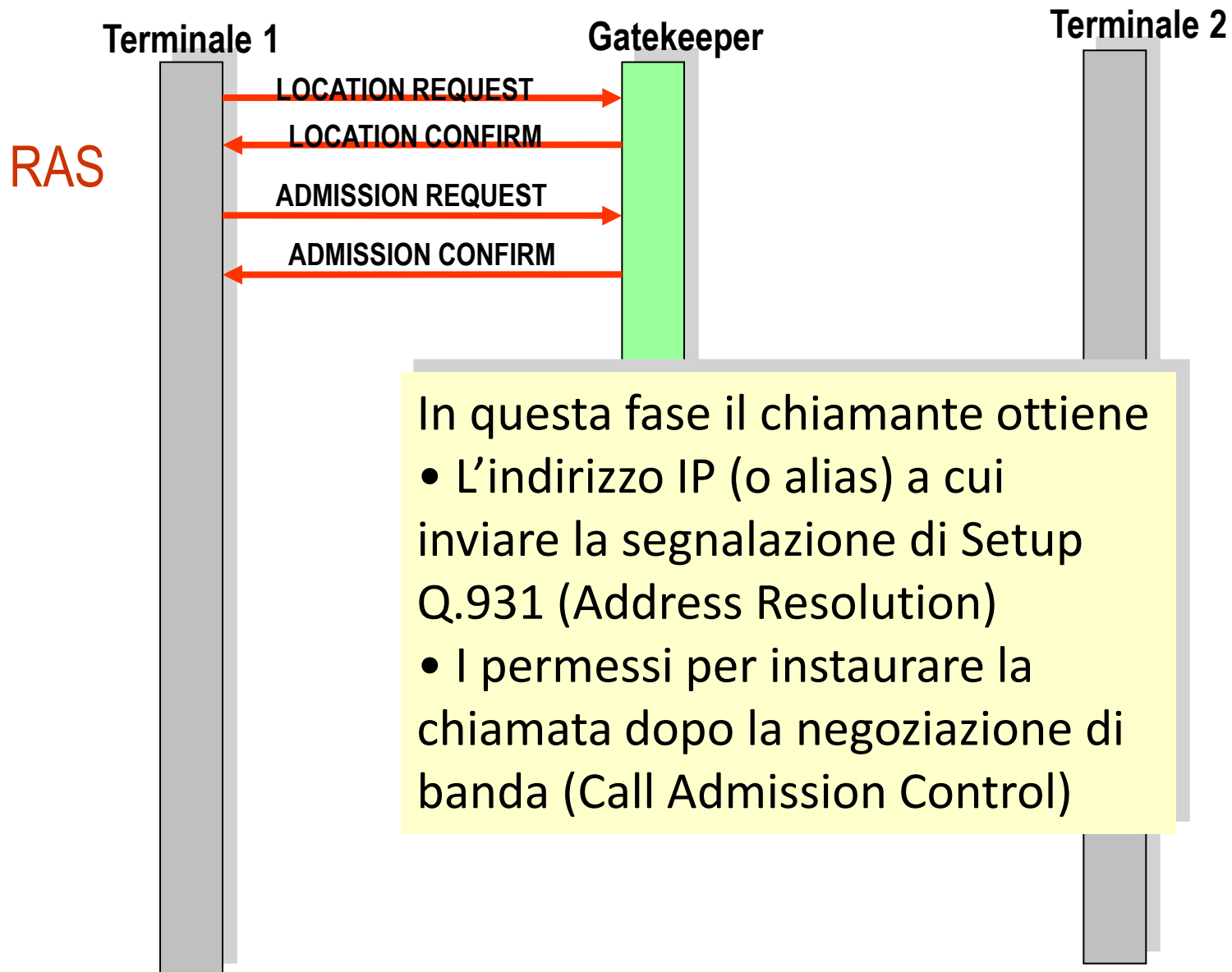
H.323 Call Control (Routed Call)



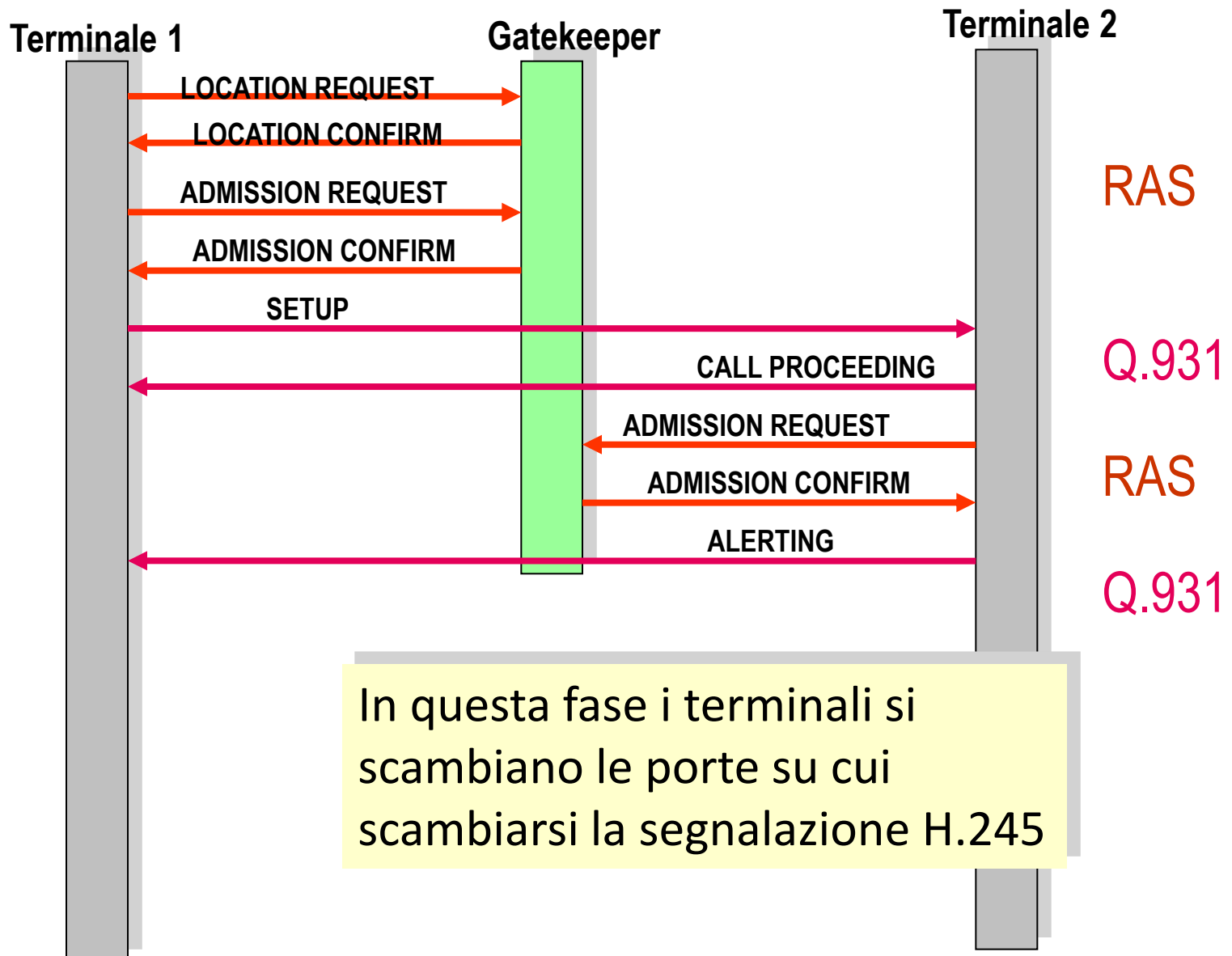
H.245 Media Control

- Riguarda l'apertura e chiusura di canali logici per i media (RTP), unidirezionali per audio/video e bidirezionali per i dati
- Definisce le caratteristiche dei canali logici
 - Tipi di media, numero di canali contemporanei, bitrate e altre opzioni
- Genera messaggi di flow control

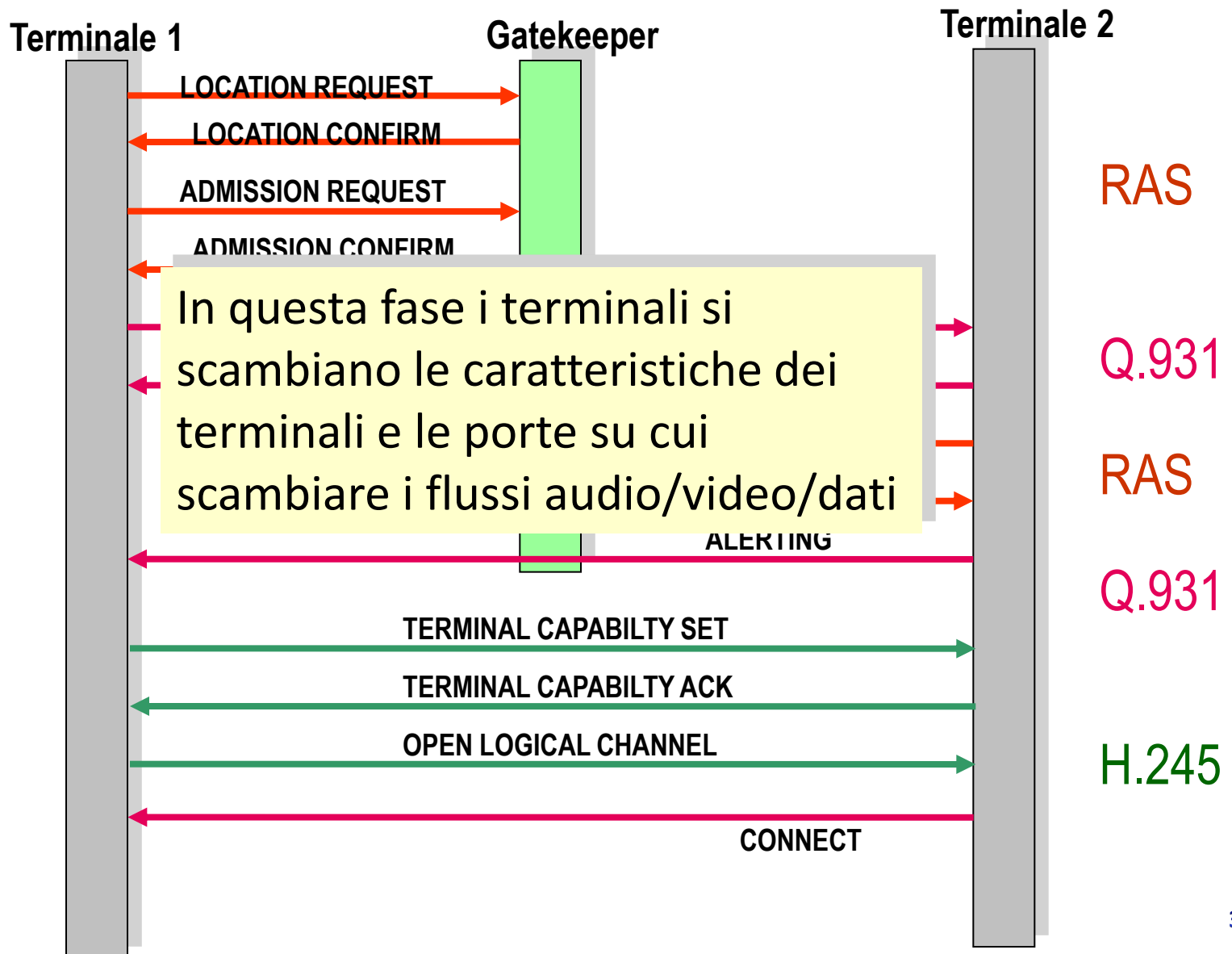
H.323: fase RAS



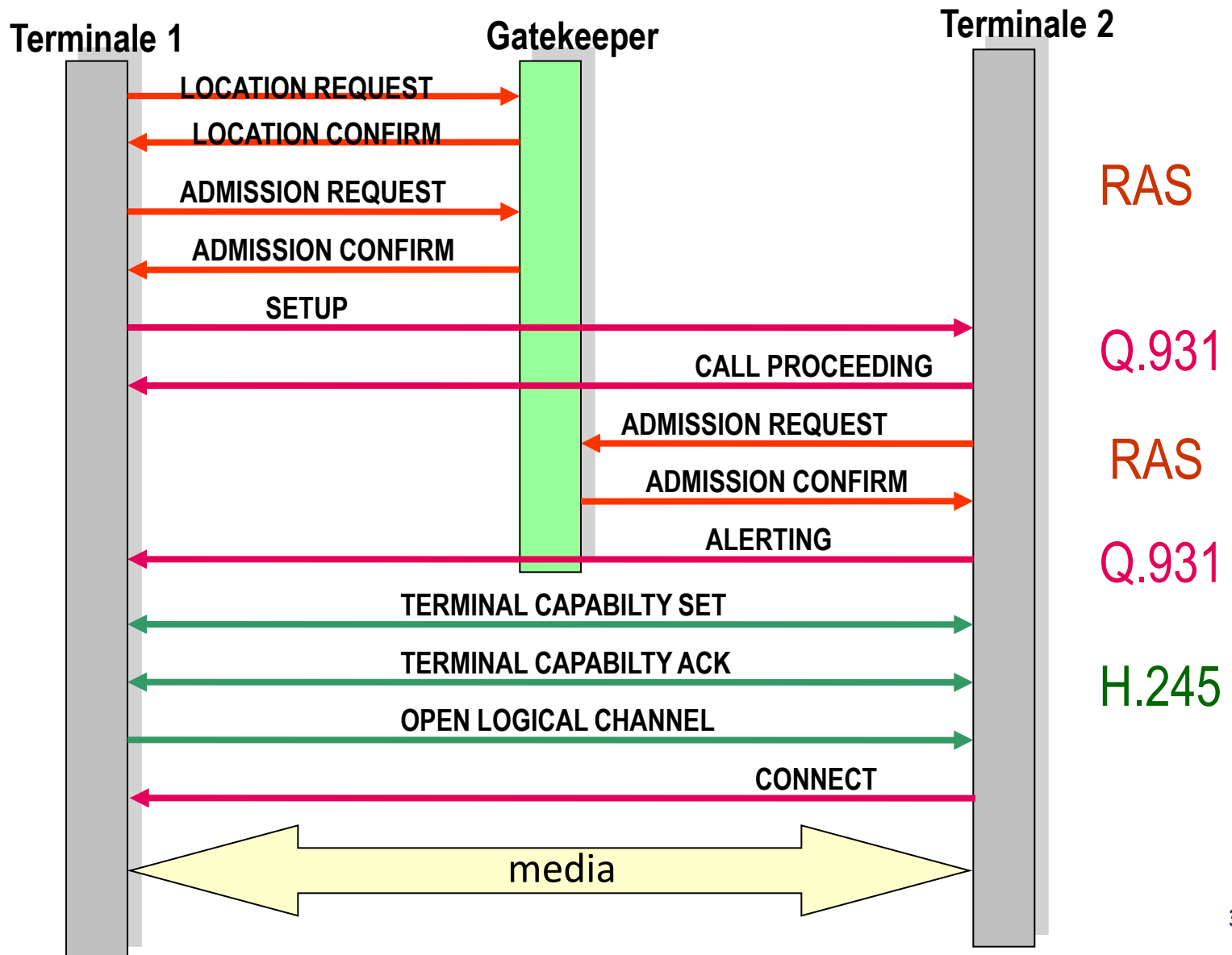
H.323: fase Q.931



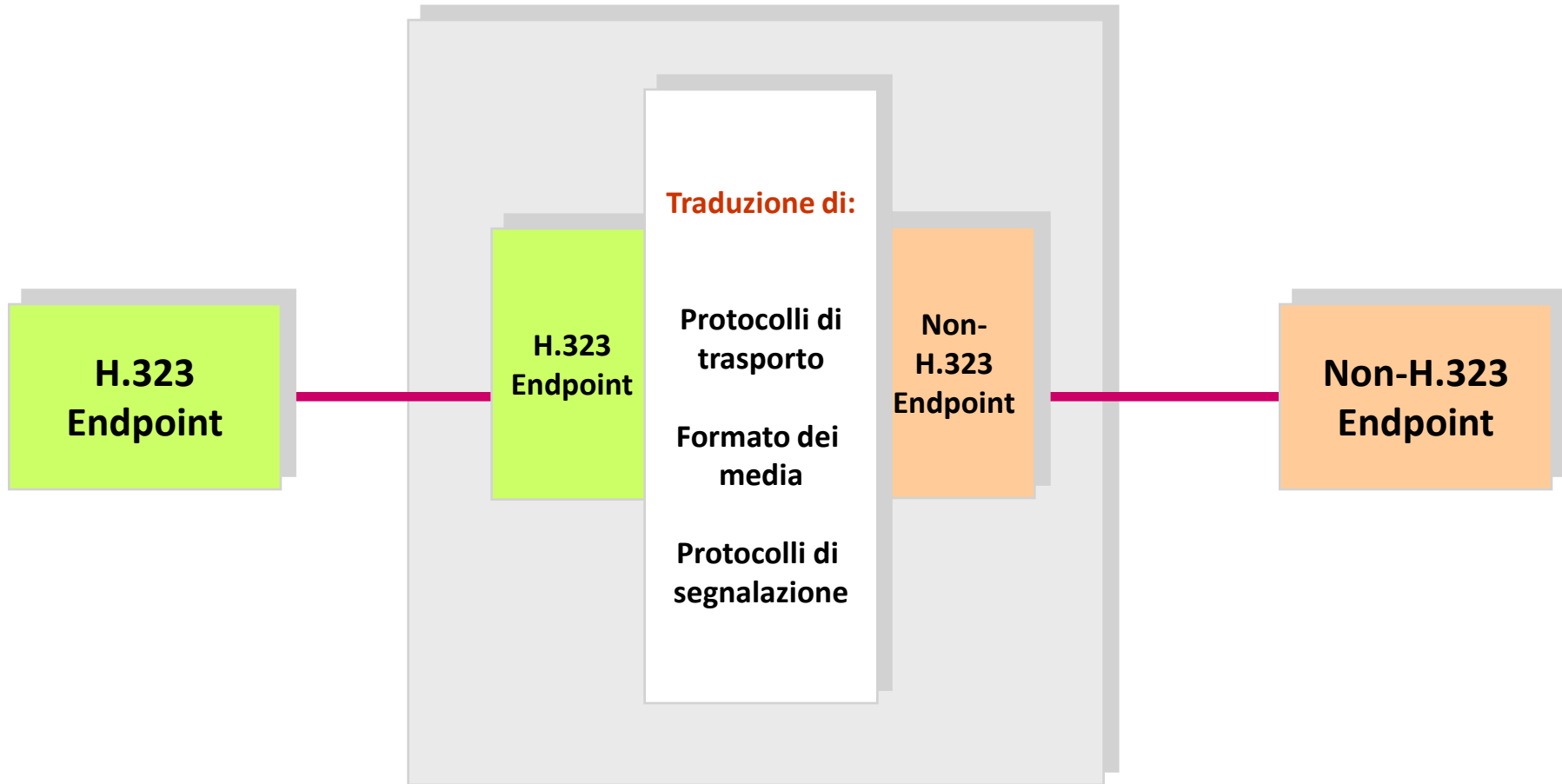
H.323: fase H.245



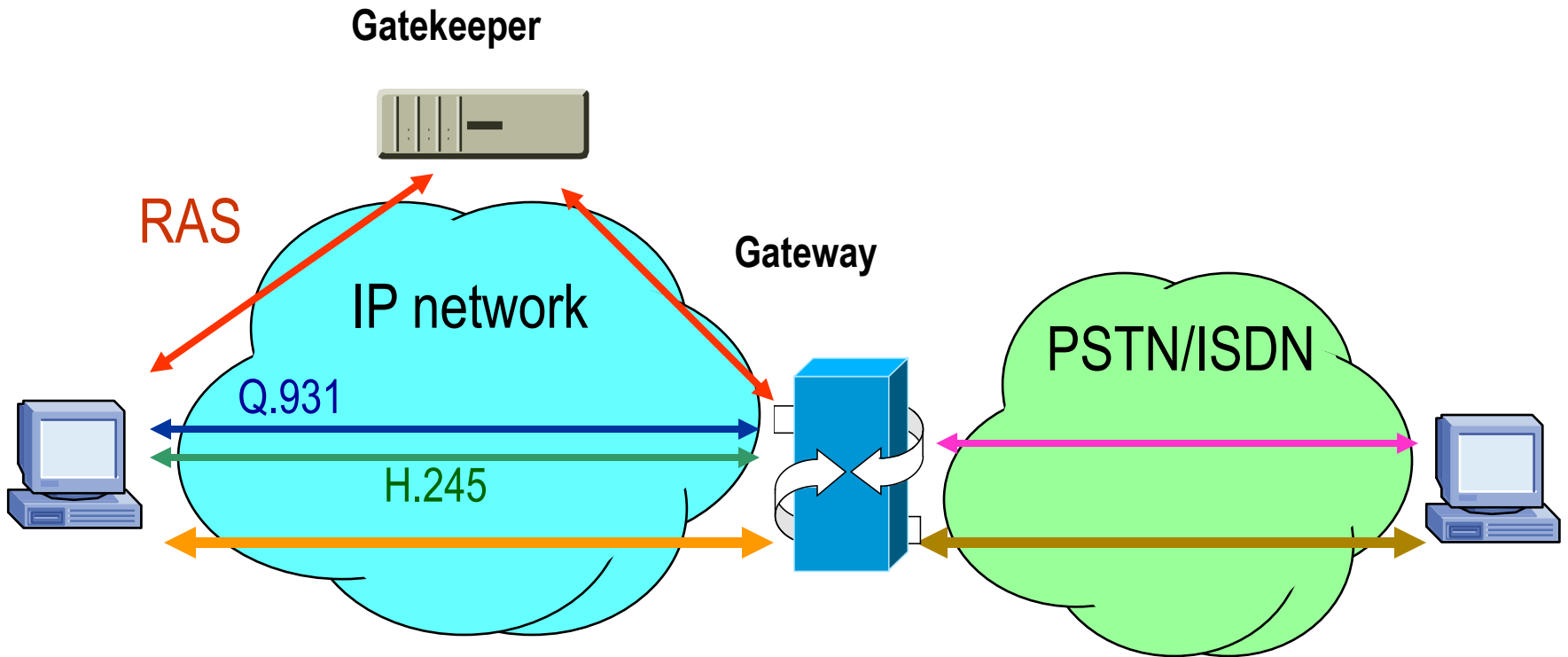
H.323: fasi di scambio media



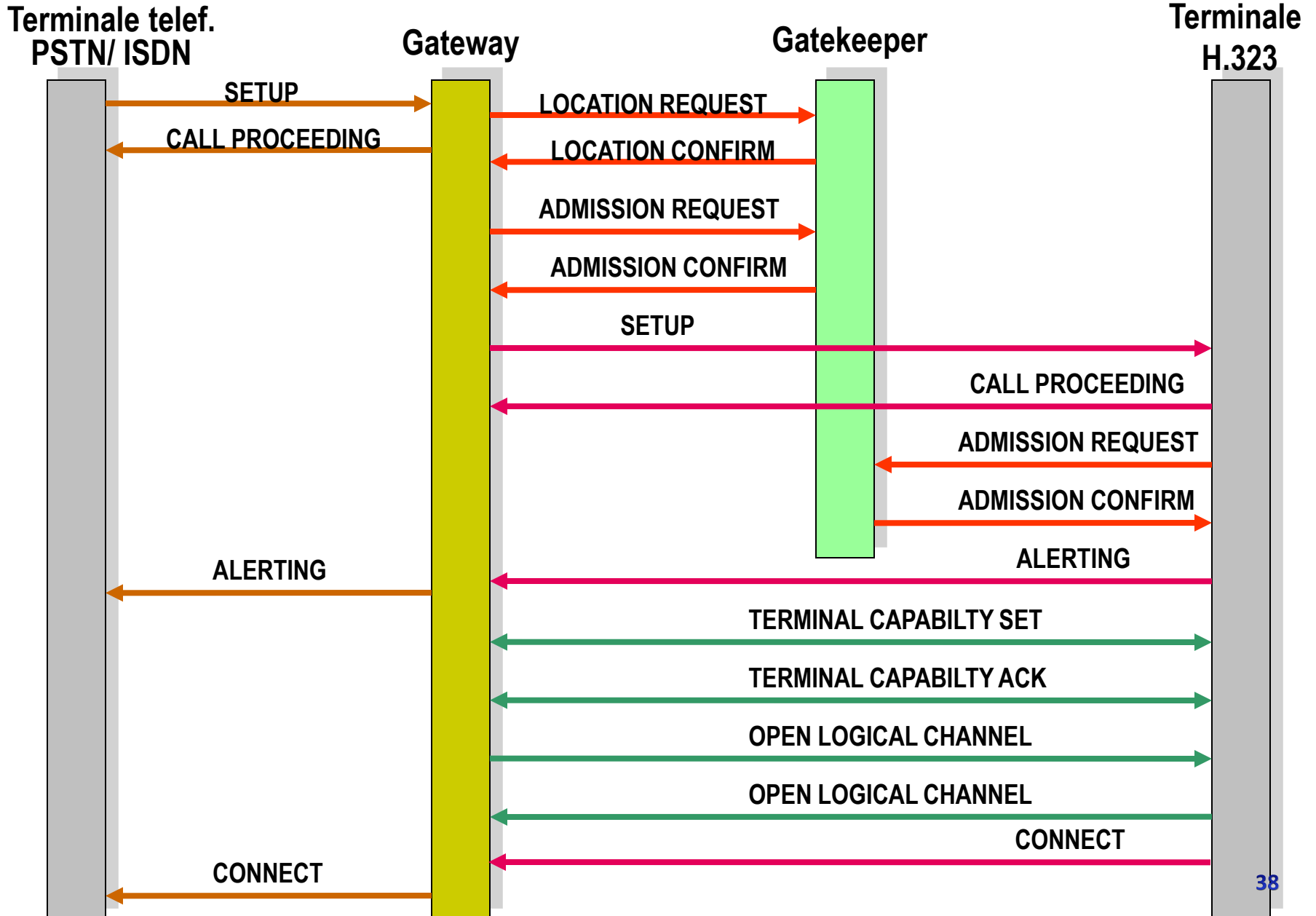
H.323 Gateway



H.323 Gateway



H.323 Interworking con PSTN/ISDN



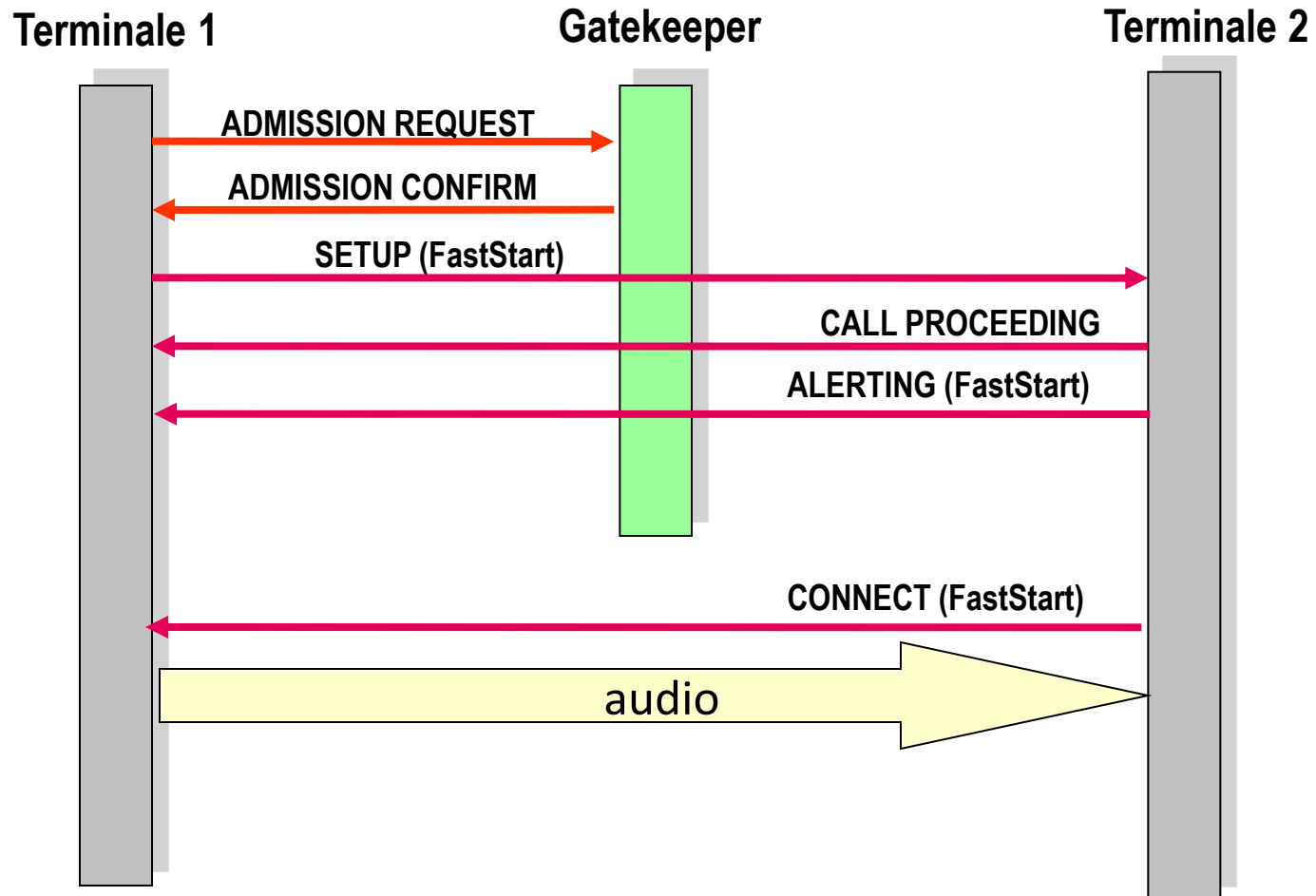
H.323 - Aggiunte Successive

- H.323 è stato esteso (emendato) in seguito alla suo rilascio
- Uno dei più noti emendamenti prende il nome di **Fast Connect**

H.323 - Fast Connect

- Possibilità di instaurare canali media con un solo scambio di messaggi Q.931 (SETUP) contenenti l'elemento informativo «FastStart»
- «FastStart» contiene una successione di parametri che descrivono i media channel che il chiamante propone di mandare/ricevere, compresi quelli necessari all'immediata trasmissione
 - Segnalazione H.245 Media Control non necessaria
- Nella risposta l'opzione può venire rifiutata escludendo l'elemento «FastStart»
 - Si può sempre passare alla H.245 ed effettuare una negoziazione standard dei parametri
- In alternativa, la connessione viene aperta in modo rapido

H.323 - Fast Connect



SIP

Session Initiation Protocol

SIP

- SIP, come H.323, consente il colloquio tra utenti per mezzo di identificativi (o alias)
 - Simili all'e-mail address (dal punto di vista semantico sono identici, nella forma user@domain.tld)
 - Numerici (solo per rimanere compatibili con lo standard E.164 per la rete PSTN)

SIP – Identificativi

- L'identificativo è dell'utente (non del terminale)
- E' garantita la mobilità dell'utente che può accedere al servizio da terminali diversi (*personal mobility*) e per questo sono richieste le funzioni di
 - Registration
 - User Location
- L'identificativo d'utente può essere allo stesso tempo associato a terminali diversi (anche con funzionalità diverse come videotelefono, portatile, segreteria telefonica, ecc.)
- Più identificativi possono essere associati allo stesso terminale

SIP – Identificativi

- L'identificativo è un Uniform Resource Identifier (URI) nella forma *sip:user@domain.tld*
 - Esempio:

`sip:j.doe@big.com`

`sip:j.doe:secret@big.com;transport=tcp`

`sip:j.doe@big.com?subject=project%20x&priority=urgent`

`sip:+1-212-555-1212:1234@gateway.com;user=phone`

`sip:1212@gateway.com`

`sip:alice@10.1.2.3`

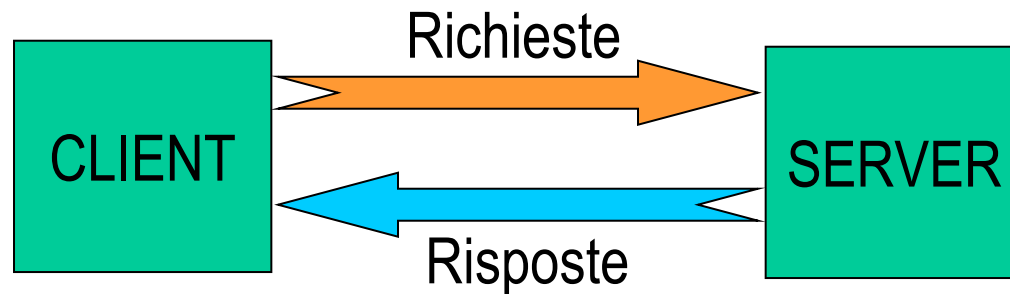
`sip:alice@example.com`

`sip:alice%40example.com@gateway.com`

`sip:alice@registrar.com;method=REGISTER`

Protocollo SIP

- I messaggi di SIP sono implementati in modalità testuale (e quindi codificati come testo) come in molti altri protocolli applicativi IP (es. HTTP, SMTP, ecc.)
 - H.323, invece, utilizza lo standard ASN.1 (codificato in bit)
- SIP è un protocollo di tipo client-server (come H.323)



- In ogni elemento di rete è normalmente implementata sia la parte client che la parte server

SIP Methods

- Le richieste dei client si chiamano “methods”

INVITE	Inizia la chiamata invitando un utente ad una sessione
ACK	Conferma la avvenuta connessione
BYE	Termina (o trasferisce) la chiamata
CANCEL	Resetta la chiamata
OPTIONS	Chiede informazioni
REGISTER	Registra presso il location service

- Non si assume affidabilità nella consegna: le richieste possono essere ritrasmesse

SIP – Response Codes

- Le risposte contengono un codice che descrive l'esito dell'elaborazione della richiesta da parte del server
 - 1xx Continue (request received, continuing)
 - 2xx Success
 - 3xx Redirection (further action needed)
 - 4xx Client error (request cannot be fulfilled)
 - 5xx Server error (failed to fulfill)
 - 6xx Global failure (request not fulfilled at any server)

SIP – Response Codes

100 continue

180 ringing

181 forwarding

182 queuing

200 OK

300 multiple choices

301 moved permanently

302 moved temporarily

400 bad request

401 unauthorized

403 forbidden

404 not found

408 request timeout

480 Unavailable

481 Invalid Call-ID

482 Loop detected

500 internal error

501 not implemented

600 busy

601 decline

604 does not exist

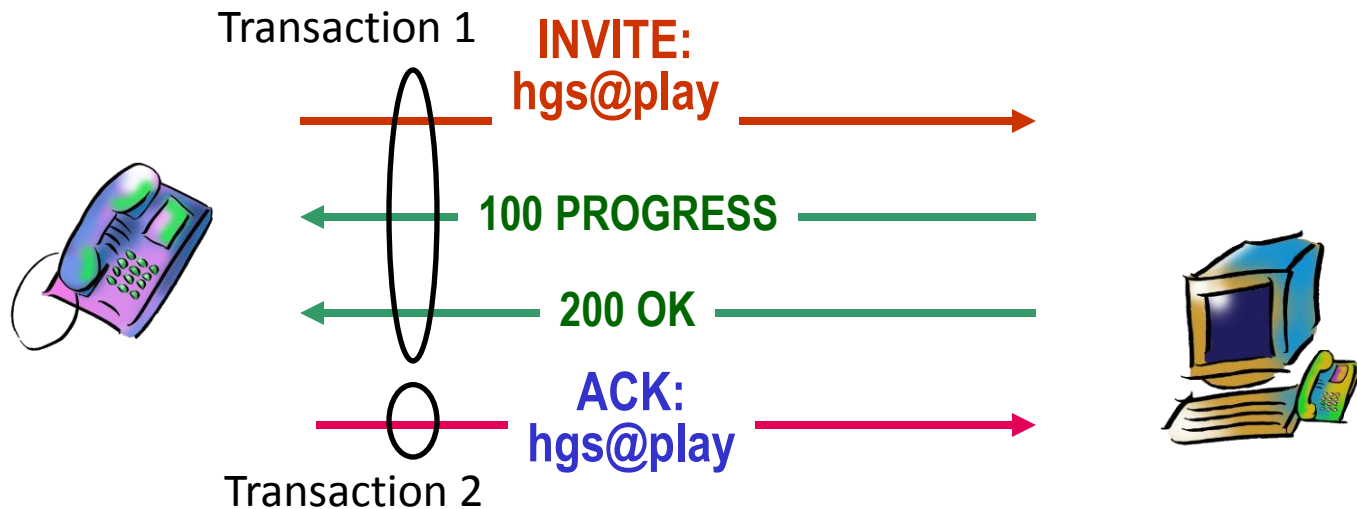
606 not acceptable

SIP Transaction

- Richieste e risposte sono raggruppate in differenti *SIP transaction*
- Una transaction è composta da
 - Una richiesta
 - Eventuali risposte di call progress (continue, 1xx)
 - Una risposta finale
- Per i messaggi di INVITE è necessario un ACK finale che conferma l'apertura della sessione
 - Rappresentato formalmente da un'altra transaction senza risposta

SIP Transaction

Instaurazione di una sessione



SIP Message

Formato delle richieste

```
INVITE sip:capone@elet.polimi.it SIP/2.0
Via: SIP/2.0/UDP proxy.cs.columbia.edu
Via: SIP/2.0/UDP sipserv.elet.polimi.it
From: sip:Schultzrinne@columbia.edu
To: sip:Antonio.Capone@polimi.it
Call-Id: 263954@host1.cs.columbia.edu
CSeq: 1 INVITE
Subject: meeting
Content-Type: application/sdp
Content-Length: ...
Contact: hgs@host1.cs.columbia.edu

"corpo messaggio SDP"
```

Method

Header

Message
body

SIP Message

Formato delle risposte

SIP/2.0 200 OK

Via: SIP/2.0/UDP proxy.cs.columbia.edu

Via: SIP/2.0/UDP sipserv.elet.polimi.it

From: sip:Schultzrinne@columbia.edu

To: sip:Antonio.Capone@polimi.it

Call-Id: 263954@host1.cs.columbia.edu

CSeq: 1 INVITE

Subject: meeting

Content-Type: application/sdp

Content-Length: ...

Contact: voicemail@host4.polimi.it

"corpo messaggio SDP"

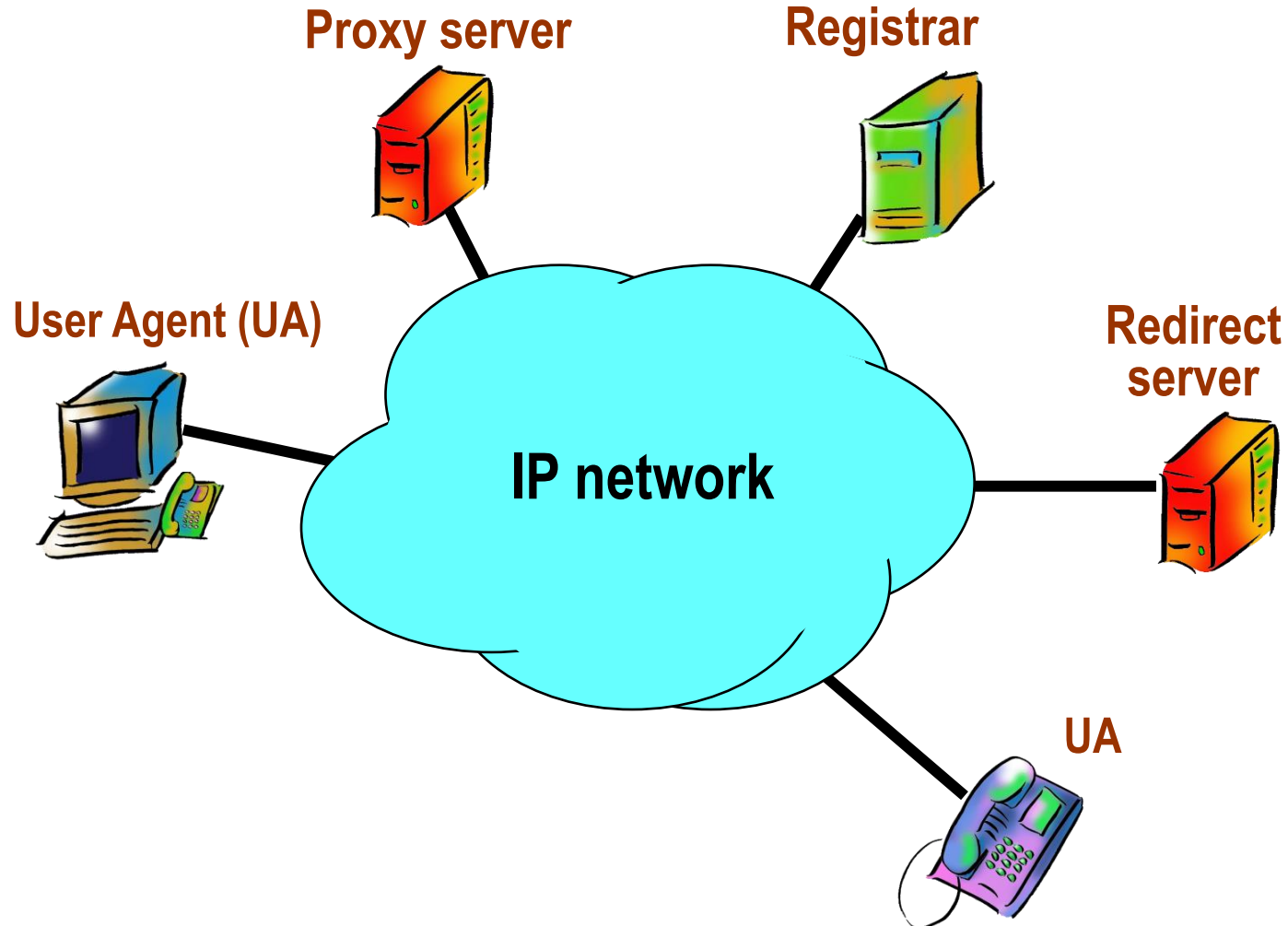
Method

Header

Header
variato

Message
body

SIP elementi di rete



SIP: User Agent (UA)

- Genera le richieste (UA client) ed è anche, normalmente, il destinatario finale (UA server)
- Esempi: internet phone, software per teleconferenza, caselle vocali, etc.



SIP: Registrar

- All'interno di un dominio, associa lo URI dell'utente all'indirizzo dello UA su cui l'utente può essere rintracciato
- Un utente per essere raggiungibile presso un UA deve registrarsi presso il registrar inviando periodicamente una richiesta di REGISTER

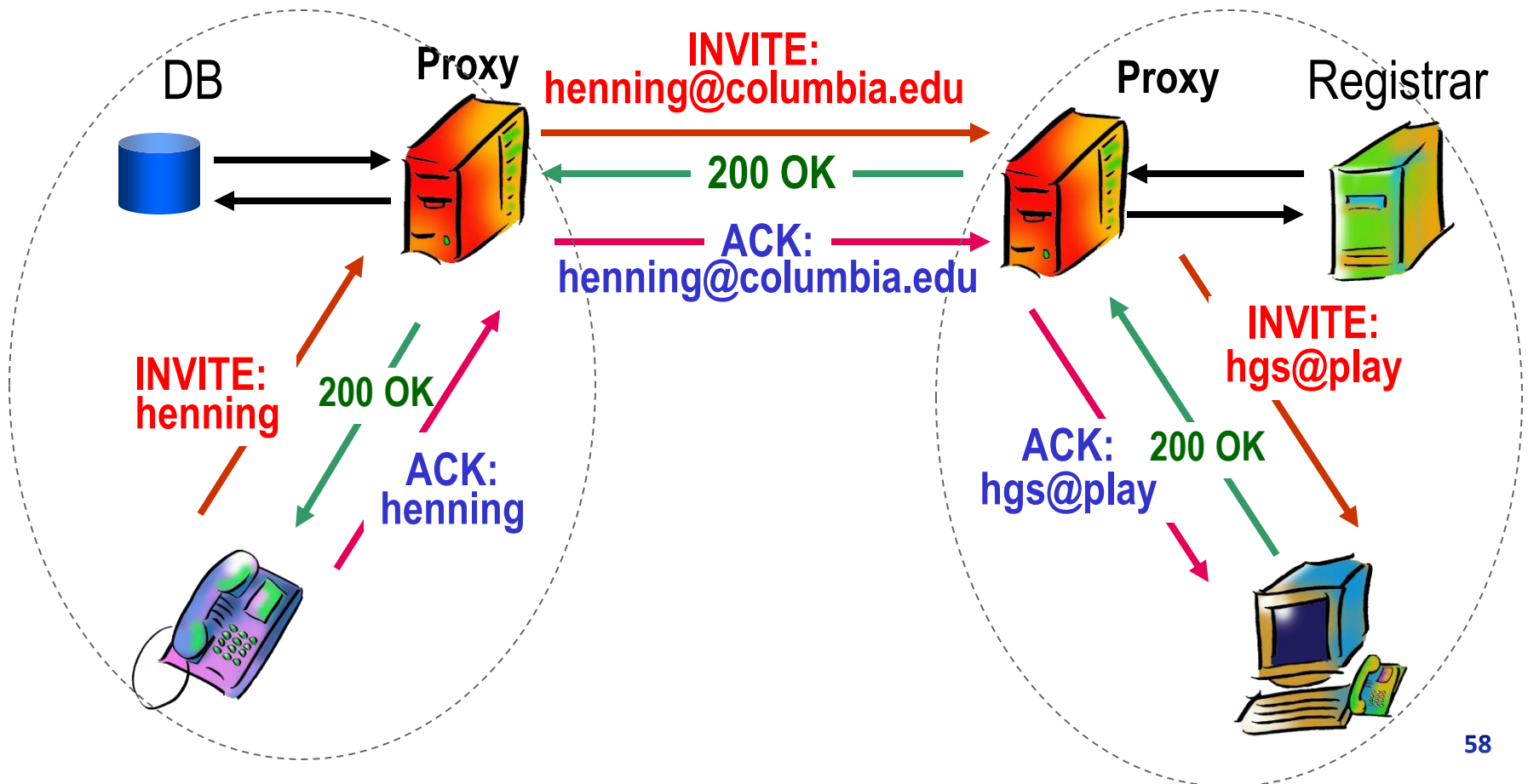
```
C->S: REGISTER sip:bell-tel.com SIP/2.0 (Request URI)
Via: SIP/2.0/UDP saturn.bell-tel.com
From: <sip:watson@bell-tel.com>;tag=19
To: sip:watson@bell-tel.com (User URI)
Call-ID: 70710@saturn.bell-tel.com
CSeq: 1 REGISTER
Contact: <sip:watson@saturn.bell-tel.com:3890;transport=udp>
Expires: 7200
```


Localizzazione del Registrar

- Si hanno tre possibilità per ottenere l'indirizzo del Registrar
 1. Per configurazione
 2. Utilizzando servizi di localizzazione (DNS)
 3. Utilizzando il multicast address «**sip.mcast.net**» (**224.0.1.75**)

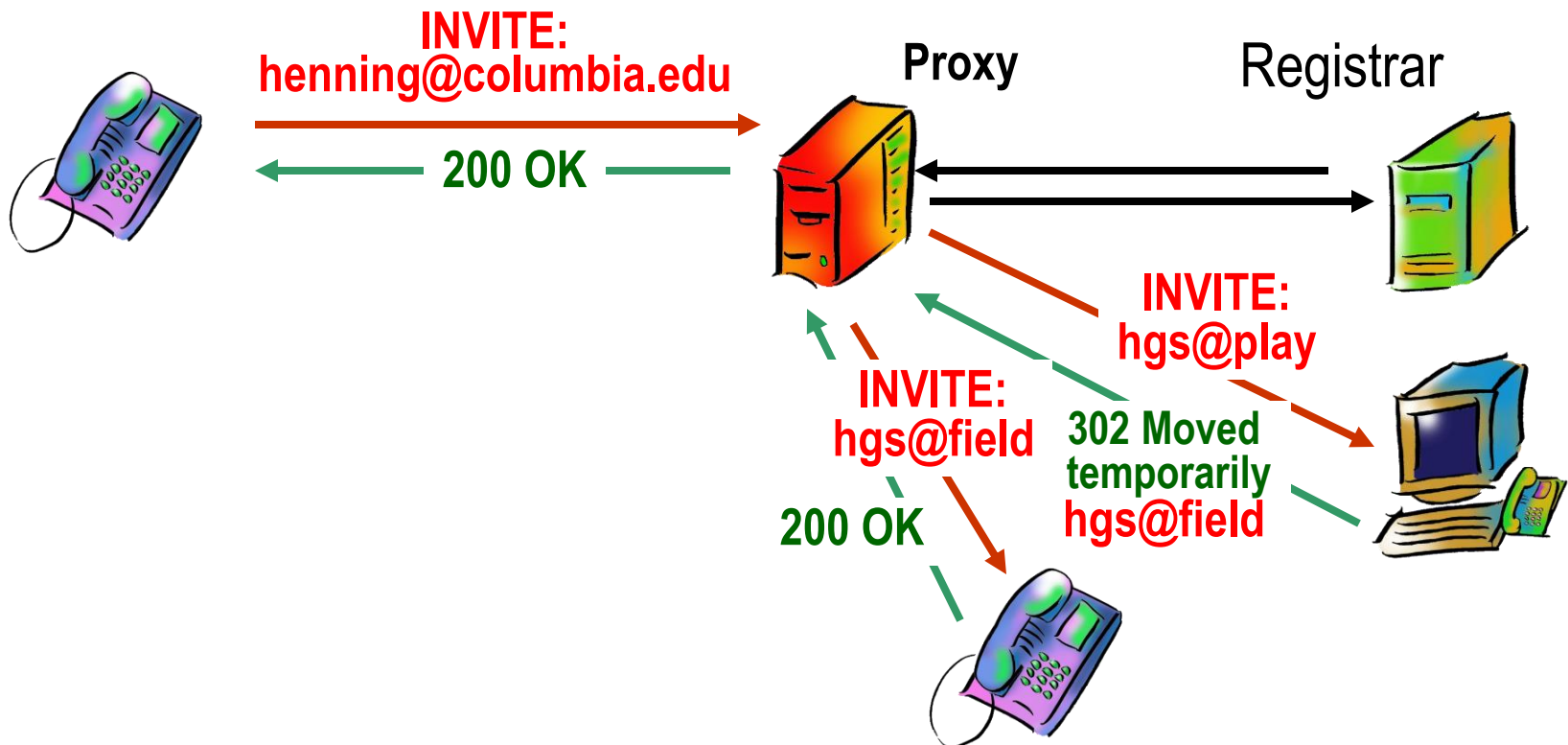
SIP: Proxy Server

- Sono dei router di livello applicativo che instradano le richieste e le risposte tra differenti domini



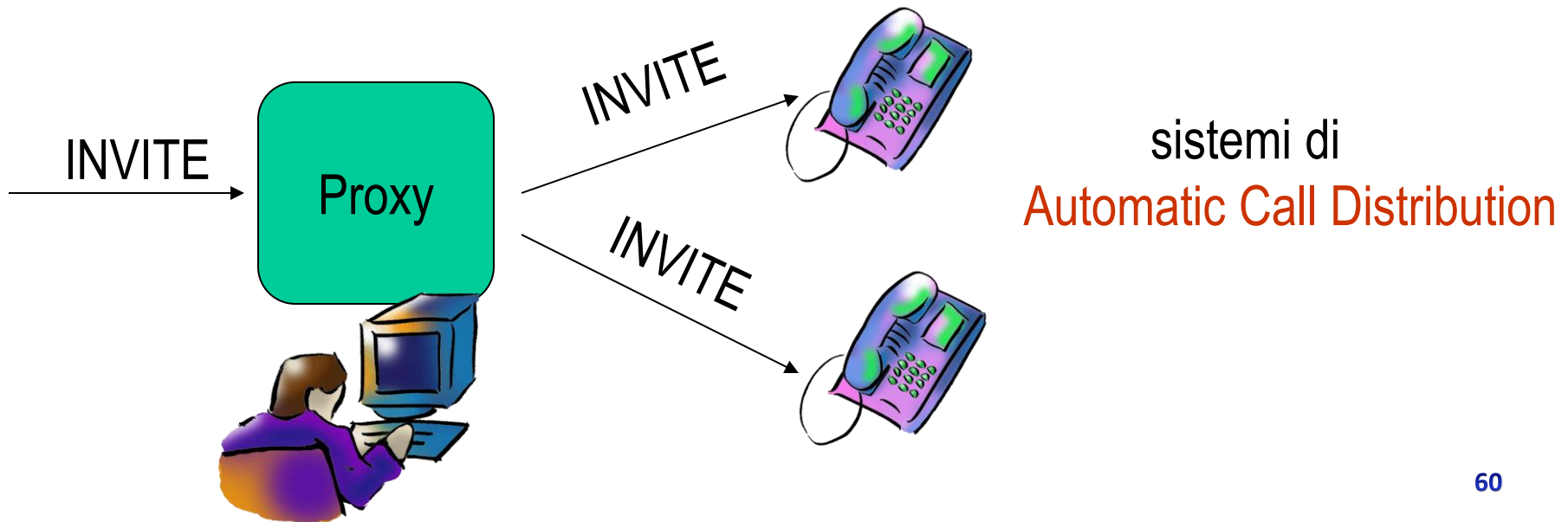
SIP: Redirect Server

- Ricevono le richieste e rispondono con l'indicazione della localizzazione di un altro UA
- Sono solitamente implementati sugli UA



SIP Forking

- Un Proxy Server che riceve una richiesta da un client può inoltrare tale richiesta a più destinazioni
- Ciò può avvenire o in sequenza o in parallelo
- Se viene fatto in parallelo, si suppone che solo uno dei server a valle risponda positivamente
- In ogni caso viene mantenuta la prima risposta positiva



Descrizione delle sessioni in SIP

- Una «sessione» è uno scambio interattivo di informazioni (nel nostro caso uno scambio di media)
- SIP usa attualmente **SDP** (Session Description Protocol) per la descrizione delle sessioni
- I messaggi SDP sono trasportati in modo trasparente all'interno dei messaggi di SIP
- Normalmente il messaggio di **INVITE** contiene un corpo SDP
- Il server inserisce un corpo SDP normalmente in quella finale **200 OK**
- Se il client non ha inserito il corpo SDP nell'**INVITE** deve farlo nell'**ACK** finale

Session Description Protocol (SDP)

- SDP (RFC 2327) è un protocollo per la descrizione di sessioni multimediali
- Il corpo SDP include
 - Nome e scopo della sessione
 - Durata della sessione
 - I vari media utilizzati
 - L'informazione per ricevere tali media (porte, indirizzi)
 - Informazioni sulla banda
 - Informazioni di contatto

Session Description Protocol (SDP)

- Le descrizioni sono testuali del tipo <Type>=<value>

v= (protocol version)

o= <username> <session id> <version> <network type> <address type> <address>

s= <session name>

i= <session description>

u= <URI> (pointer to additional information about the conference)

e= <email address> (contact information for the person responsible for the conference)

c= <network type> <address type> <connection address>

t= <start time> <stop time>

a= <attribute>:<value> (primary means for extending SDP)

m= <media> <port> <transport> <fmt list>

Esempio SDP

(version) v=0
(origin/identifier) o=mhandley 2890844526 2890842807 IN IP4 126.16.64.4
(session name) s=SDP Seminar
(description) i=A Seminar on the session description protocol
(URI) u=http://www.cs.ucl.ac.uk/staff/M.Handley/sdp.03.ps
(email) e=mjh@isi.edu (Mark Handley)
(connection inf.) c=IN IP4 224.2.17.12/127
(start stop time) t=2873397496 2873404696
(attribute) a=recvonly
(media/port) m=audio 49170 RTP/AVP 0
m=video 51372 RTP/AVP 31
m=application 32416 udp wb

RTP: protocollo applicativo per il trasporto dei media, caratterizzato da diversi Audio Video Profile (**AVP**), ognuno associato ad un codice numerico differente

Esempio di INVITE

Bell chiama **INVITE** sip:watson@boston.bell-tel.com SIP/2.0

Lista di proxy
attraversati aggiornata
a partire dalla sorgente
(rimossi uno ad uno
nelle risposte)

Via: SIP/2.0/UDP kton.bell-tel.com

From: A. Bell <sip:a.g.bell@bell-tel.com>

To: T. Watson <sip:watson@bell-tel.com>

Call-ID: 3298420296@kton.bell-tel.com

CSeq: 1 INVITE

Subject: Mr. Watson, come here.

Content-Type: application/sdp

Content-Length: ...

Descrizione SDP

(version)

v=0

(origin)

o=bell 53655765 2353687637 IN IP4 128.3.4.5

(session)

s=Mr. Watson, come here

(con. address)

c=IN IP4 kton.bell-tel.com

(media)

m=audio 3456 RTP/AVP 0 3 4 5 (PCM, GSM, G.723, DVI4)

Esempio di INVITE

SIP/2.0 **100 Trying**

Via: SIP/2.0/UDP kton.bell-tel.com

From: A. Bell <sip:a.g.bell@bell-tel.com>

To: T. Watson <sip:watson@bell-tel.com> ;tag=37462311

Call-ID: 3298420296@kton.bell-tel.com

CSeq: 1 INVITE

Content-Length: 0



Distingue istanze multiple
dello stesso utente
quando si effettua forking

SIP/2.0 **180 Ringing**

Via: SIP/2.0/UDP kton.bell-tel.com

From: A. Bell <sip:a.g.bell@bell-tel.com>

To: T. Watson <sip:watson@bell-tel.com> ;tag=37462311

Call-ID: 3298420296@kton.bell-tel.com

CSeq: 1 INVITE

Content-Length: 0

Esempio di INVITE

Watson risponde SIP/2.0 **200 OK**

Via: SIP/2.0/UDP kton.bell-tel.com

From: A. Bell <sip:a.g.bell@bell-tel.com>

To: <sip:watson@bell-tel.com> ;tag=37462311

Call-ID: 3298420296@kton.bell-tel.com

CSeq: 1 INVITE

Contact: sip:watson@boston.bell-tel.com

Content-Type: application/sdp

Content-Length: ...

v=0

o=watson 4858949 4858949 IN IP4 192.1.2.3

s=l'm on my way

c=IN IP4 boston.bell-tel.com

m=audio 5004 RTP/AVP 0 3 (PCM, GSM)

Esempio di ACK e BYE

Bell conferma

ACK sip:watson@boston.bell-tel.com SIP/2.0
Via: SIP/2.0/UDP kton.bell-tel.com
From: A. Bell <sip:a.g.bell@bell-tel.com>
To: T. Watson <sip:watson@bell-tel.com> ;tag=37462311
Call-ID: 3298420296@kton.bell-tel.com
CSeq: 2 ACK

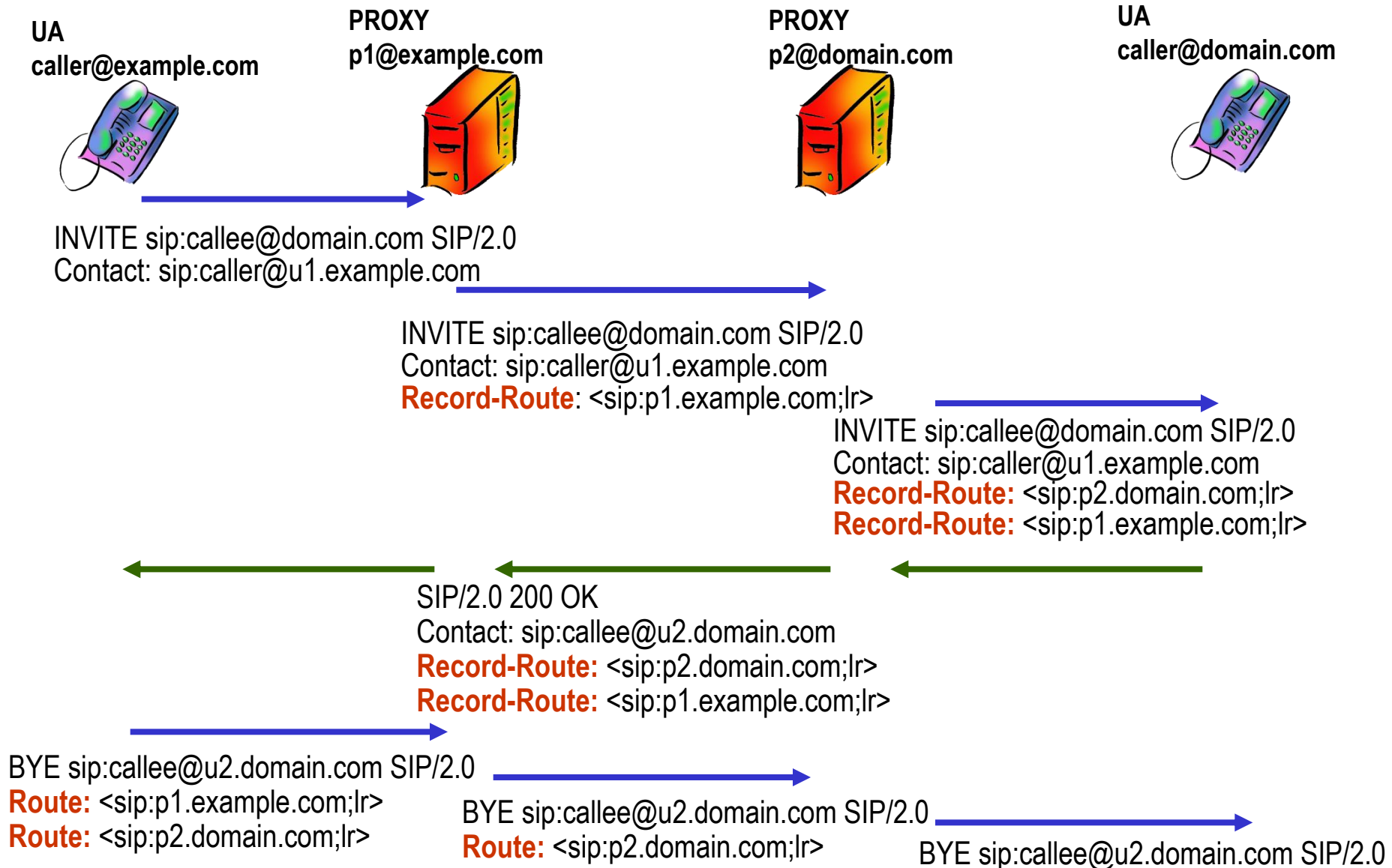
Bell chiude

BYE sip:watson@boston.bell-tel.com SIP/2.0
Via: SIP/2.0/UDP kton.bell-tel.com
From: A. Bell <sip:a.g.bell@bell-tel.com>
To: T. A. Watson <sip:watson@bell-tel.com> ;tag=37462311
Call-ID: 3298420296@kton.bell-tel.com
CSeq: 3 BYE

Instradamento di Richieste Successive

- SIP garantisce che le risposte seguano a ritroso la strada delle richieste grazie alla tipologia di header **VIA**
- Per garantire che richieste successive seguano la stessa strada di quelle precedenti si fa uso di
 - Meccanismi di registrazione della route (Header: **Record Route**)
 - Source routing delle richieste (Header: **Route**)

Instradamento di Richieste Successive



SIP – Altri Methods

PRACK Provisional acknowledgement
(RFC 3262)

UPDATE Information update during setup
(RFC 3311)

- Questi methods possono essere usati per sospendere, modificare o riattivare un call-setup durante il quale sia necessario eseguire azioni aggiuntive prima del completamento (ad esempio la prenotazione di risorse)

PRACK

- Quando in risposta ad una richiesta (ad esempio un INVITE) si invia una risposta conclusiva (2xx) ci si aspetta in risposta un ACK
- Se l'ACK non arriva la risposta 2xx viene ripetuta
- Se il mancato invio dell'ACK è dovuto alla necessità da parte del client di eseguire ulteriori operazioni si può far uso del metodo PRACK



UPDATE

- Per modificare sia lo stato della sessione SIP che quello dei media SDP dopo che il call-setup si è concluso si può re-inviare un INVITE
- Per modificare **SOLO** lo stato dei media SDP anche durante il call-setup (es. cambio codifica-prenotazione risorse) si può invece usare UPDATE

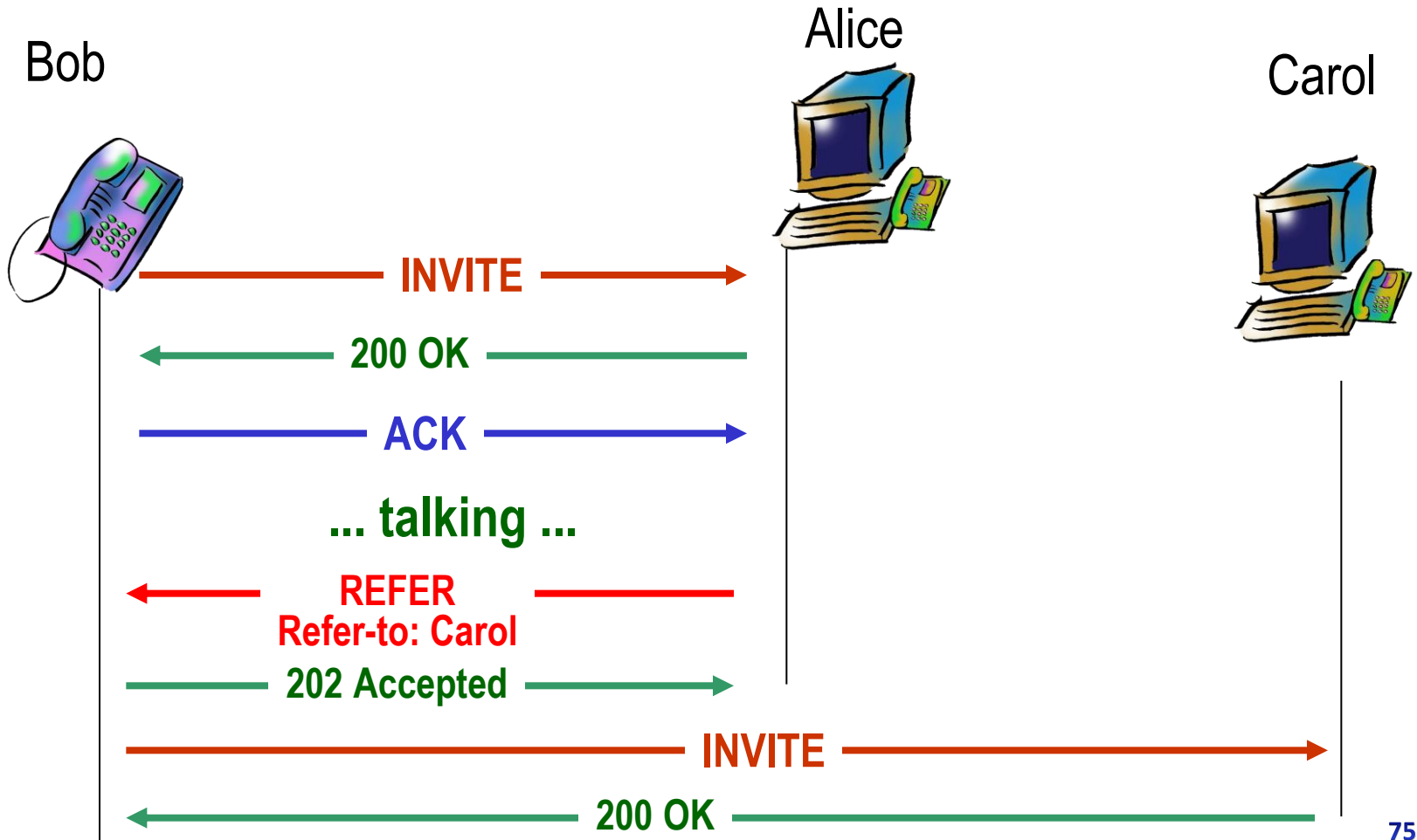


SIP – Altri Methods

- **REFER** (RFC 3515) indica che il chiamante deve contattare un terza parte indicata nell'header «Refer-to»
 - Può essere usato per creare servizi di:
 - Trasferimento di chiamata
 - Conference call
- **NOTIFY** serve per costruire servizi di notifica di eventi

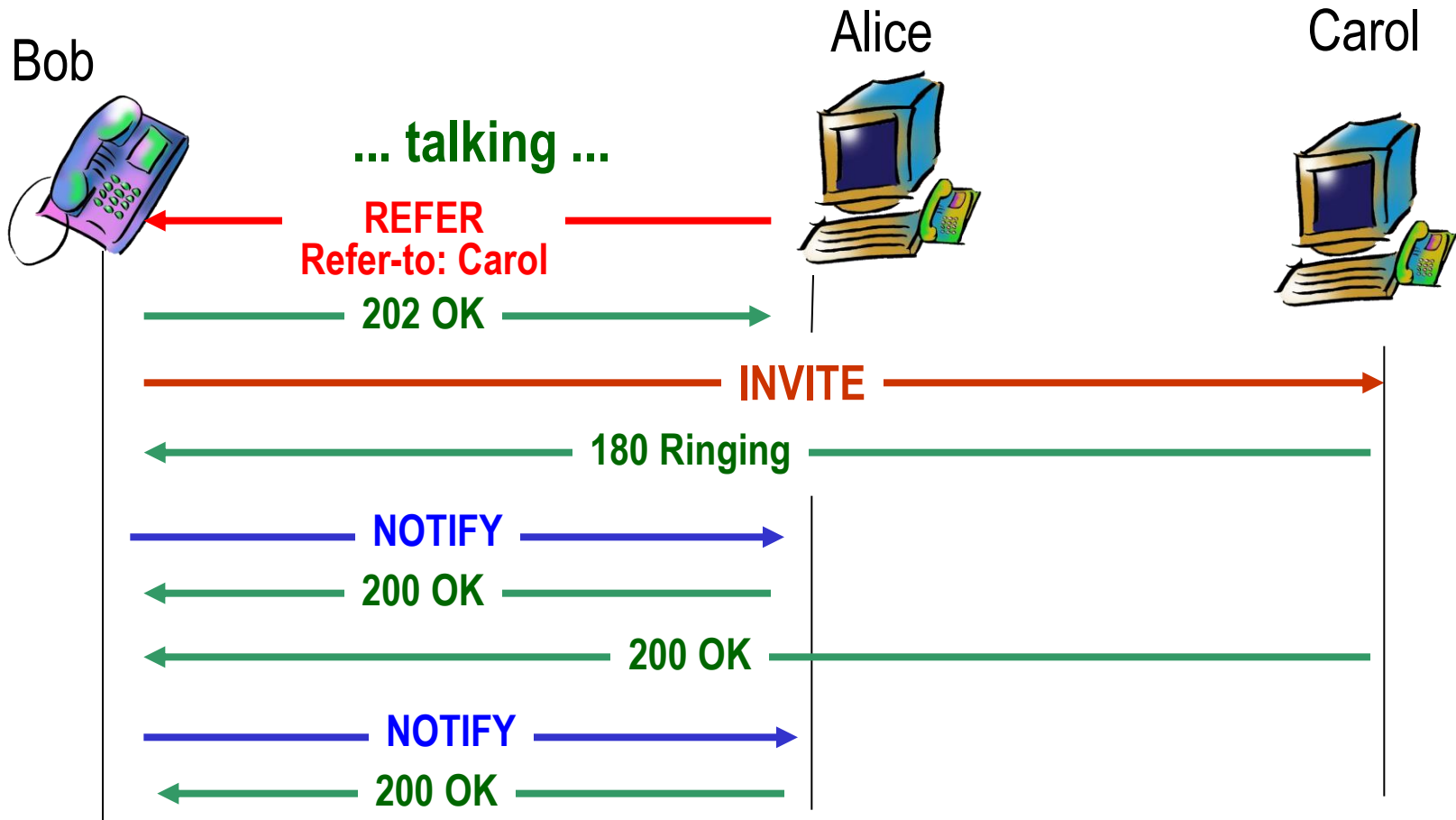
REFER

Trasferimento di Chiamata



NOTIFY

- Una volta accettato il REFER occorre notificare l'utente della vecchia sessione con un NOTIFY ogni evento della nuova sessione



H.323 e SIP – Confronto

■ Complessità

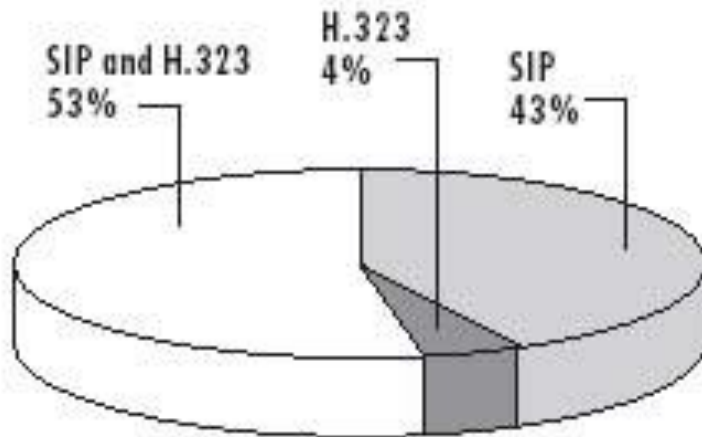
SIP	H.323
Segnalazione relativamente complessa	Segnalazione semplice
Messaggi codificati come testo	Messaggi in rappresentazione binaria
Trasporta le informazioni relative a diversi protocolli nello stesso messaggio	Utilizza diversi protocolli ognuno dei quali ha un diverso formato per i messaggi

H.323 e SIP – Confronto

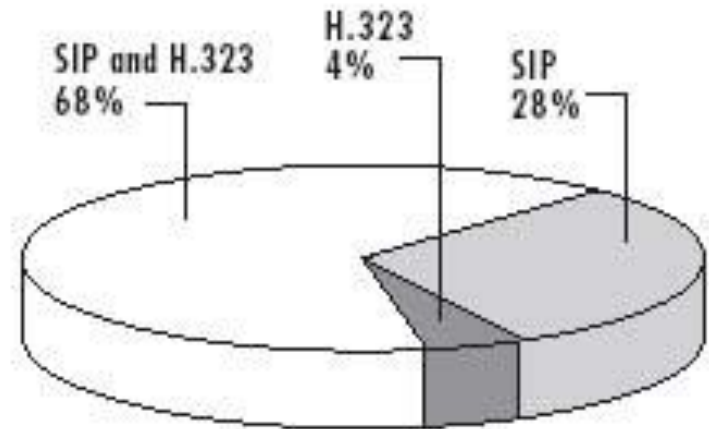
- H.323 e SIP offrono un servizio equivalente in termini di controllo di chiamata
- H.323 supporta servizi di controllo per conference call, mentre SIP in genere si affida ad altri protocolli per questo genere di servizio
 - Le conference call possono essere implementate in modo macchinoso per mezzo di un sistema di messaggi REFER/NOTIFY
- SIP fornisce un servizio molto più ricco di H.323 in termini di mobilità degli utenti

Diffusione di H.323 e SIP

- Analisi delle tecnologie adottate da 77 prodotti VoIP



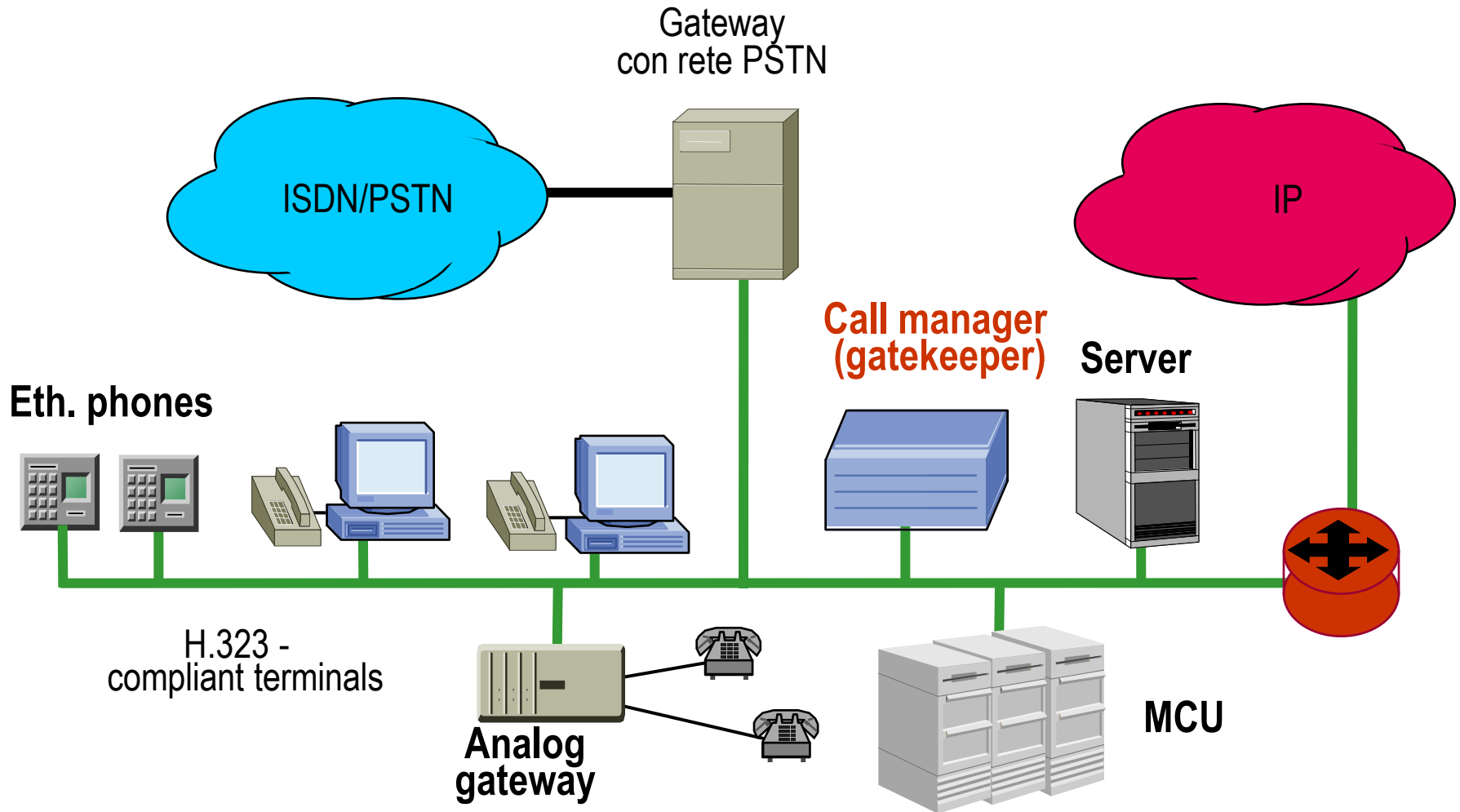
- Analisi delle tecnologie supportate dai VoIP Service Provider



VOIP

Problematiche di deployment su LAN

Soluzione IPTel

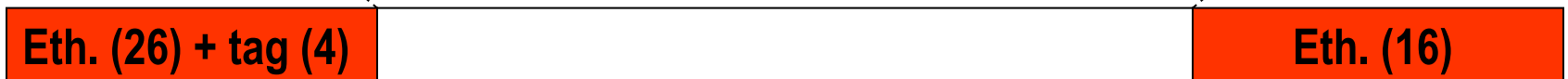


Overhead di VoIP su LAN

- La voce codificata e trasmessa sulle reti LAN può portare ad overhead significativi
- Compressione a 8 kbit/s - 64 kbit/s (1 - 8 kByte/s)
- Pacchetti di 20 ms: 20-160 Byte



Overhead (Livello 3): 40 byte (66% - 20%)



- Overhead totale (Livello 2): 86 byte (81% - 35%)
- Velocità simplex: 42.4 - 98.4 kbit/s

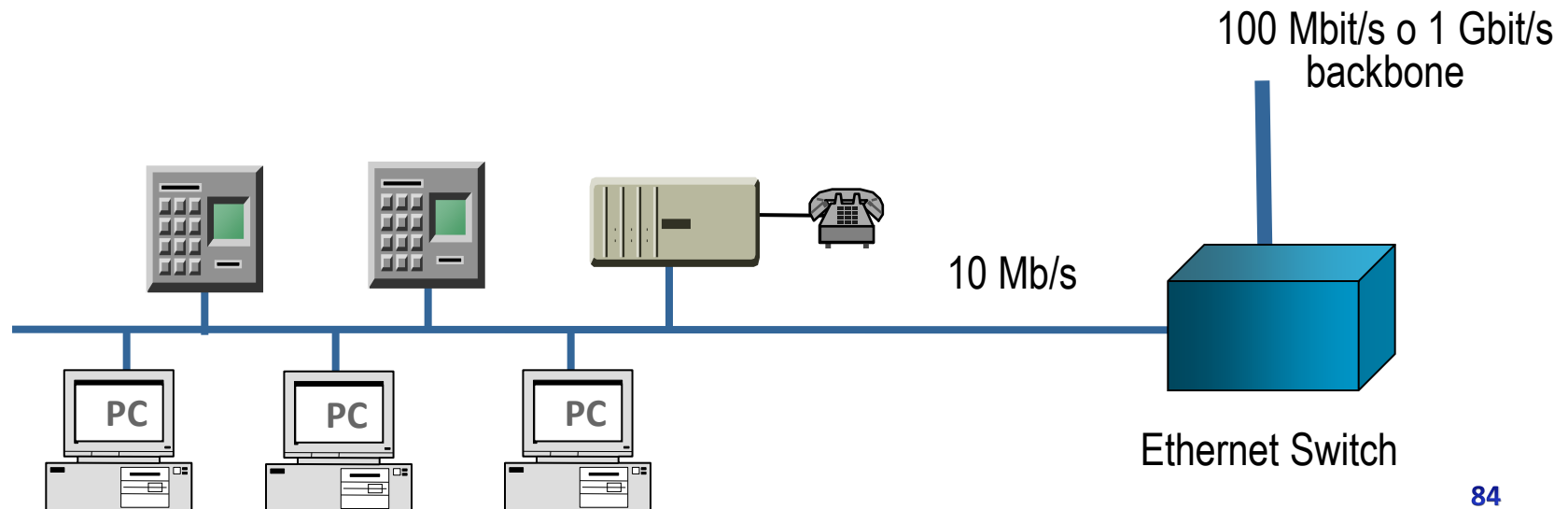
Overhead di VoIP su LAN

- Velocità simplex: 45-100 kbit/s
- Velocità voce full-duplex: 90-200 kbit/s
- Con soppressione dei silenzi: 45-100 kbit/s

- Tempo di trasmissione della trama: 85 – 200 μ s (10 Mbit/s)
- Tempo di trasmissione della trama: 8.5 – 20 μ s (100 Mbit/s)

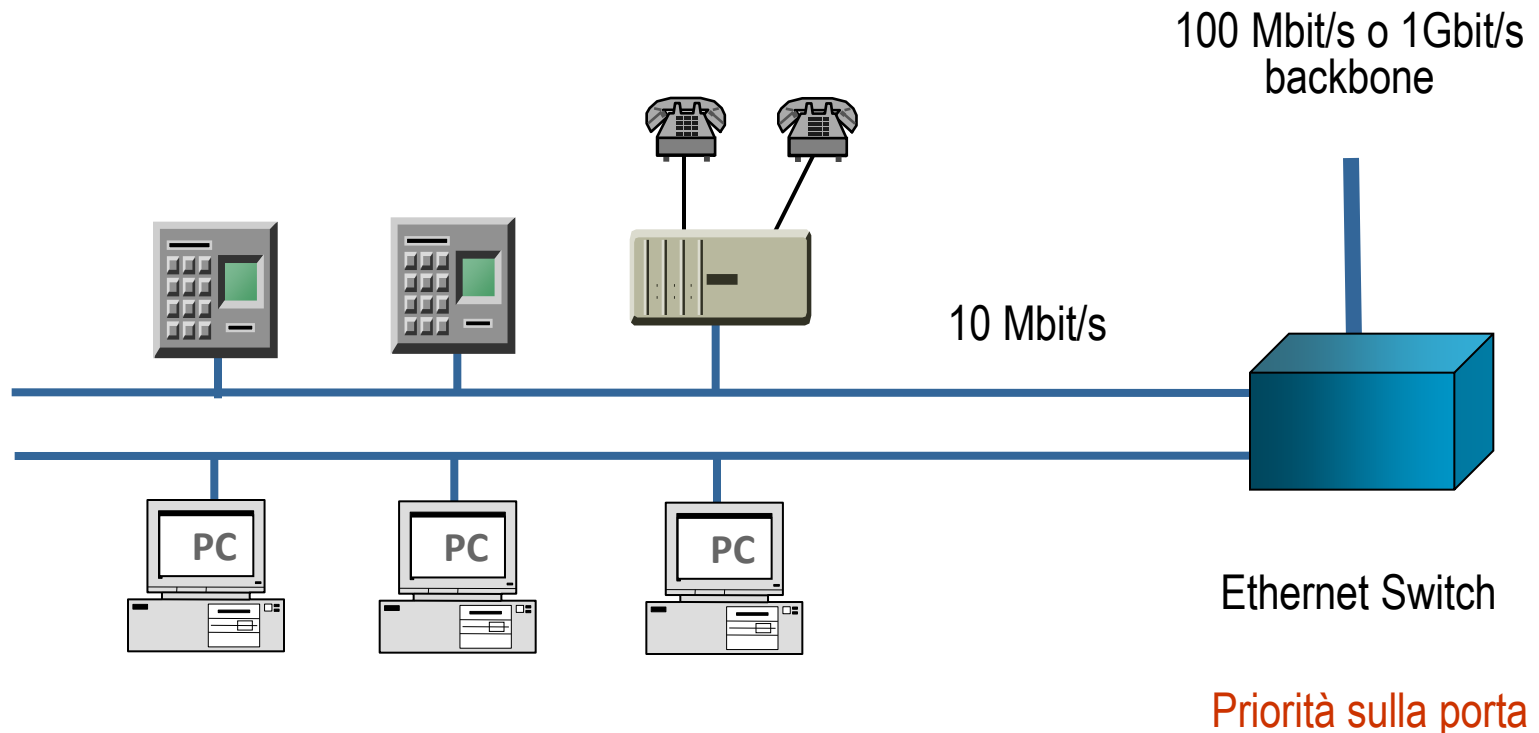
LAN telephony: shared Ethernet

- Non esistono priorità sull'accesso condiviso
- Un segmento a 10 Mbit/s condiviso da sola telefonia potrebbe convogliare senza problemi fino a 100 chiamate alla qualità più alta
- I trasferimenti di file interferiscono negativamente sul ritardo d'accesso, a causa della molto maggiore lunghezza delle trame



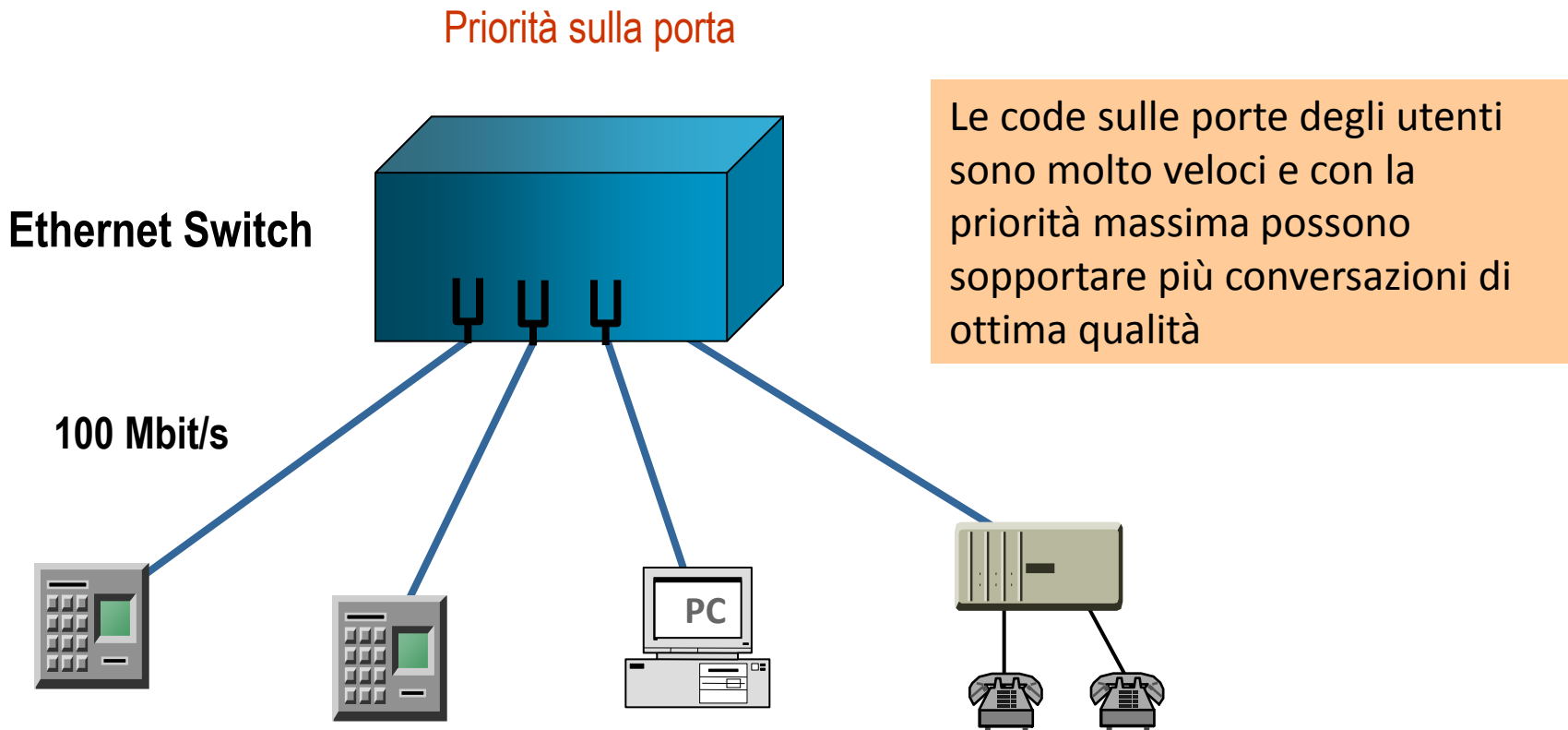
LAN telephony: shared Ethernet

Soluzione possibile: 2 segmenti di rete separati



LAN telephony: switched Ethernet

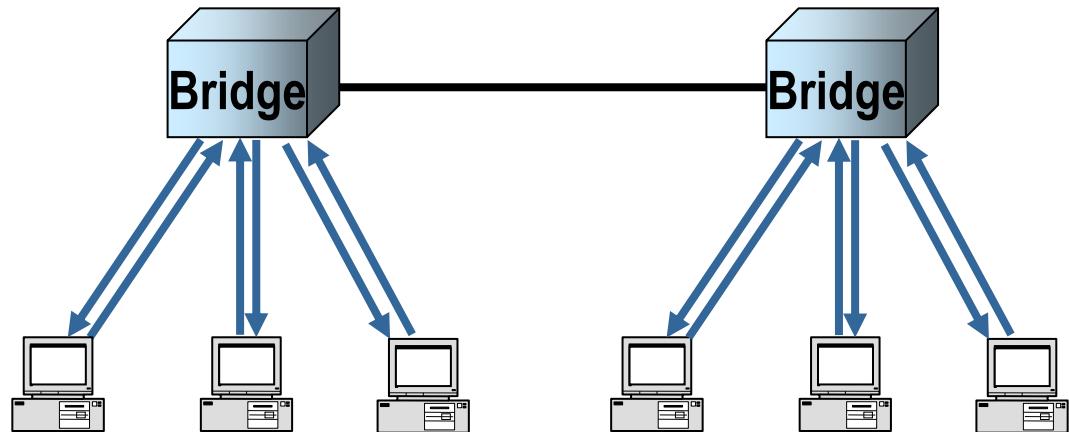
Soluzione standard: accesso allo switch dedicato



LAN telephony: switched Ethernet

Dimensionamento del backbone

Se si vuole evitare di effettuare Call Admission Control occorre dimensionare il backbone in base al numero di utenti

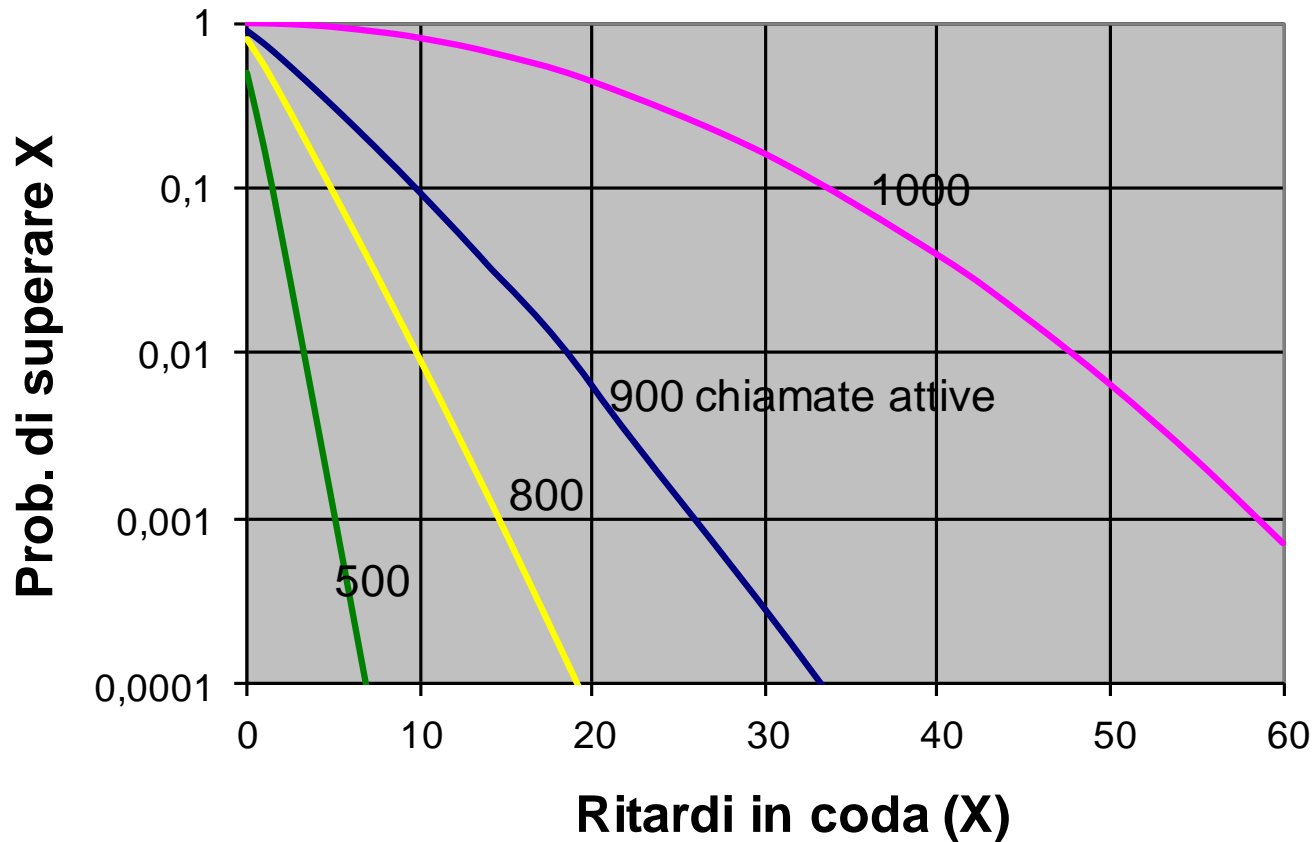


100 kbit/s (simplex) per la qualità migliore

Un backbone a 100 Mbit/s può sopportare fino a 1000 chiamate (ma il numero va ridotto per ridurre i ritardi)

Dimensionamenti

Ritardi in coda con N flussi su un backbone di capacità 1000 flussi



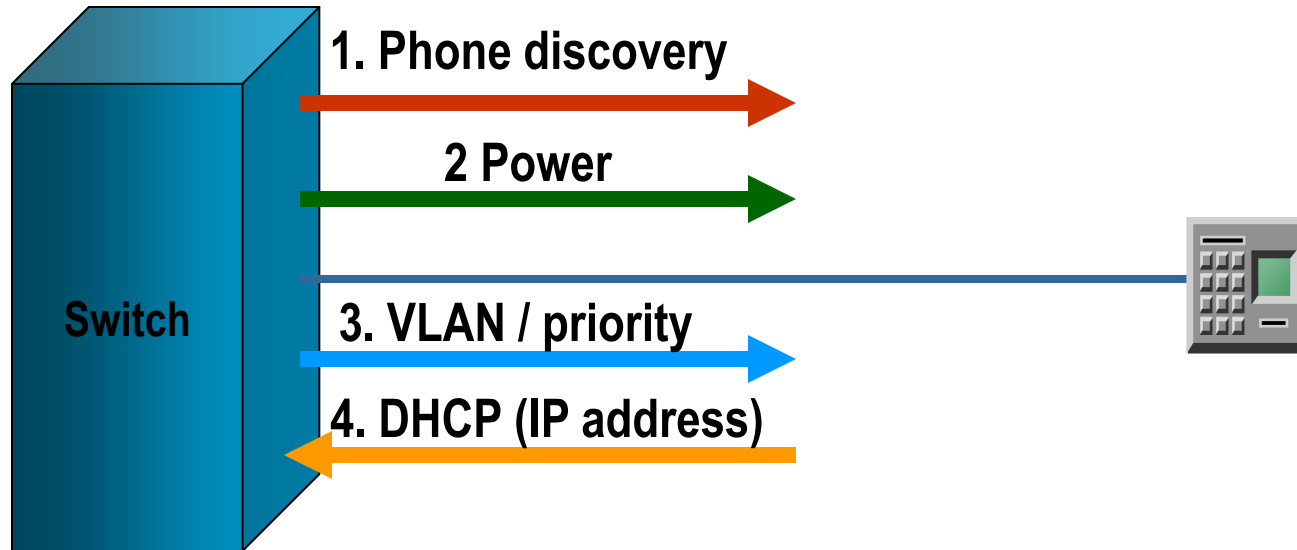
Dimensionamenti

- Esempio
 - Il tempo di trasmissione del pacchetto con voce a **64 kb/s** è di **20 μ s** (su un segmento LAN a 100 Mbit/s)
 - Il ritardo superato con probabilità 1/1000 è
 - $5 \times 20 = 100 \mu\text{s}$ → con 500 chiamate attive
 - $15 \times 20 = 300 \mu\text{s}$ → con 800 chiamate attive
 - $58 \times 20 = 1,16 \text{ ms}$ → con 1000 chiamate attive
- Si possono attraversare parecchie code senza accumulare ritardi sensibili, specialmente se si riduce il numero massimo di chiamate attive sulla rete da 1000 a 800 o 500
- Nella pratica, le moderne LAN offrono una capacità sufficientemente grande da non necessitare di Call Admission Control

LAN telephony: alimentazione

- IEEE 802.3af è uno standard del 2003 che introduce l'alimentazione remota delle schede di rete
- L'alimentazione viene direttamente garantita dallo switch
- I dispositivi VoIP (ad esempio, telefoni VoIP) non necessitano di alimentazione esterna

Funzionalità Plug and Play



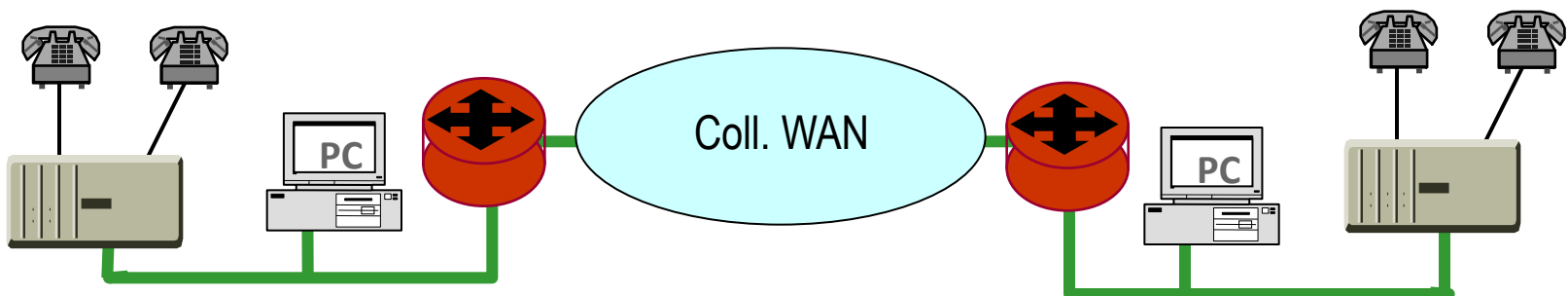
5. Dopo aver ricevuto l'IP address il telefono scarica la configurazione e si registra presso il Gatekeeper

VOIP

Problematiche di deployment su WAN

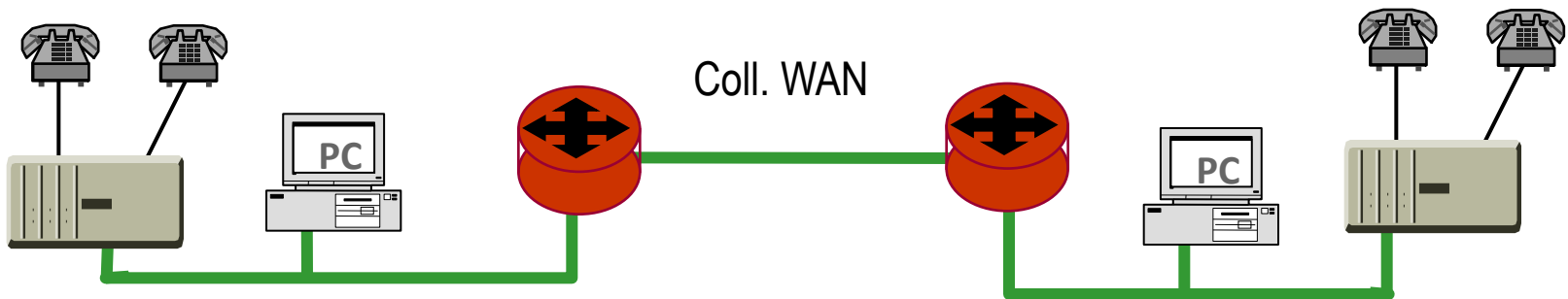
Collegamenti IP WAN

- Possono essere effettuati con
 - Connessione Diretta Numerica (CDN)
 - Rete IP pubblica
 - Rete Frame Relay (FR)
 - Rete Asynchronous Transfer Mode (ATM)



WAN con CDN

- Nel caso di banda limitata nascono problemi di
 - Ritardi eccessivi
 - Sfruttamento efficiente della banda
 - Priorità
 - Prenotazione delle risorse

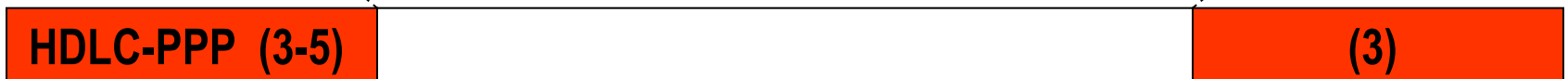


Overhead di VoIP su CDN

- Conviene usare codificatori vocali a basso rate
 - Compressione a 8 kb/s (1 kByte/s)
 - Pacchetti di 20 ms: 20 Byte



overhead 40 byte: 66%



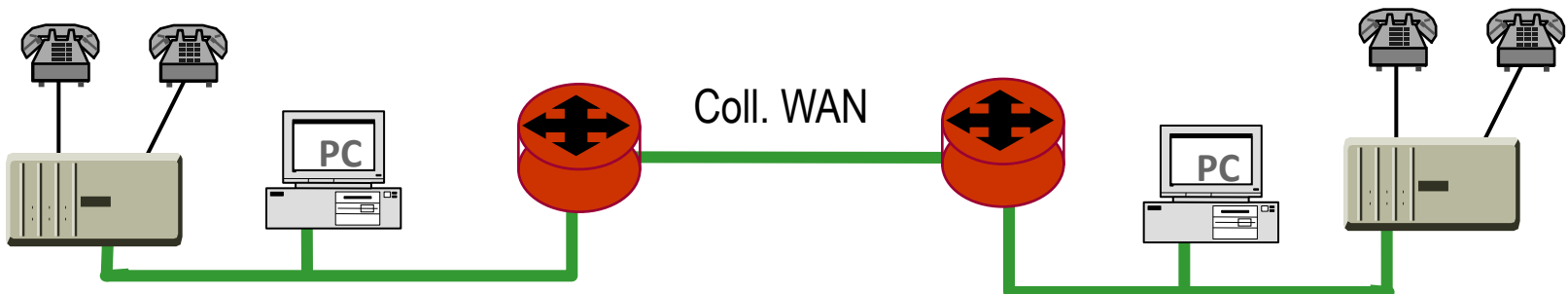
Il livello 2 presenta un overhead molto basso

Ritardi su CDN

- Ritardo di trasmissione di 66 Byte (HDLC-PPP Header + IP + UDP + RTP + Payload + HDLC-PPP Trailer)

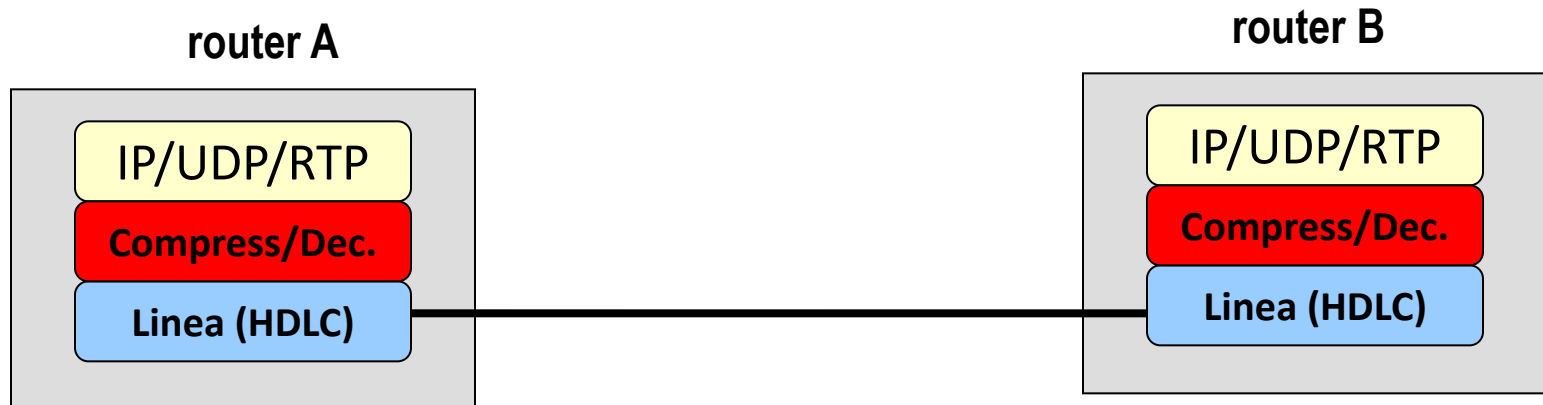
64 kb/s	128 kb/s	512 kb/s	2 Mb/s	10 Mb/s
8.25 ms	4.12 ms	1.03 ms	0.26 ms	0.052 ms

- Gli alti ritardi alle velocità più basse limitano i collegamenti a una sola tratta



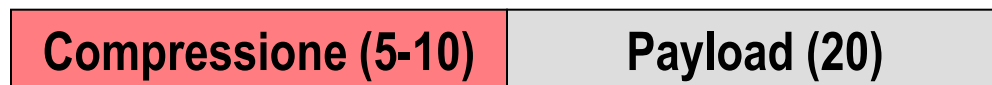
Overhead di VoIP su CDN

- E' possibile usare la compressione degli header applicativo (RTP), di trasporto (UDP) e IP sulla tratta CDN punto a punto



Overhead di VoIP su CDN

- La compressione è possibile perché le linee sono lente (ritardo di compressione molto minore del ritardo di trasmissione)

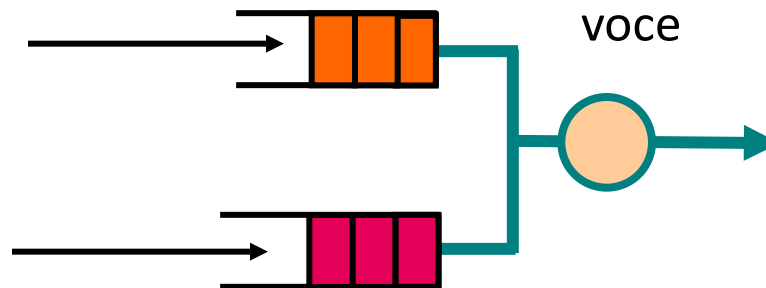


10 -12 kb/s: overhead 20-33%

64 kb/s	128 kb/s	512 kb/s	2 Mb/s	10 Mb/s
8.25 ms	4.12 ms	1.03 ms	0.26 ms	0.052 ms
4.5 ms	2.25 ms	0.56 ms	0.14 ms	0.028 ms

Coesistenza con dati su CDN

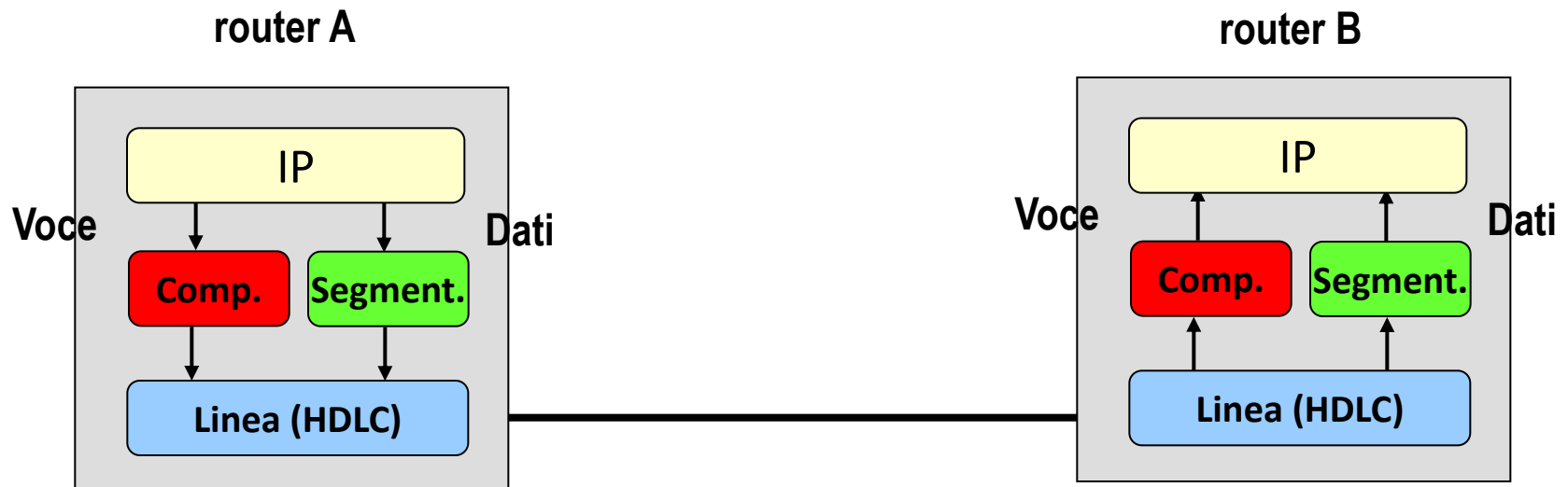
- Nei casi più semplici bastano due priorità
 - Alta per la voce
 - Bassa per i dati
- Il meccanismo di WFQ (Weighted Fair Queue) consente di mantenere una minima banda per i dati



Segmentazione delle trame

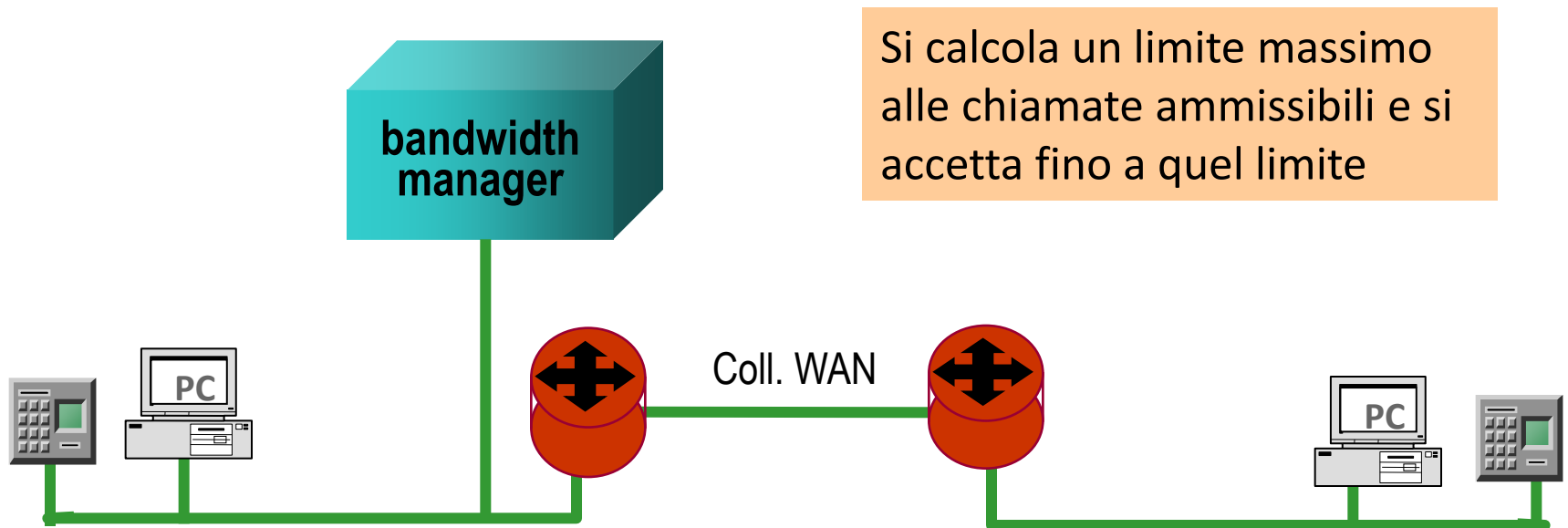
- Occorre segmentare i dati (es. tempi di trasmissione con 1500 byte)

64 kb/s	128 kb/s	512 kb/s	2 Mb/s	10 Mb/s
187.5 ms	93.7 ms	23.4 ms	6 ms	1.2 ms



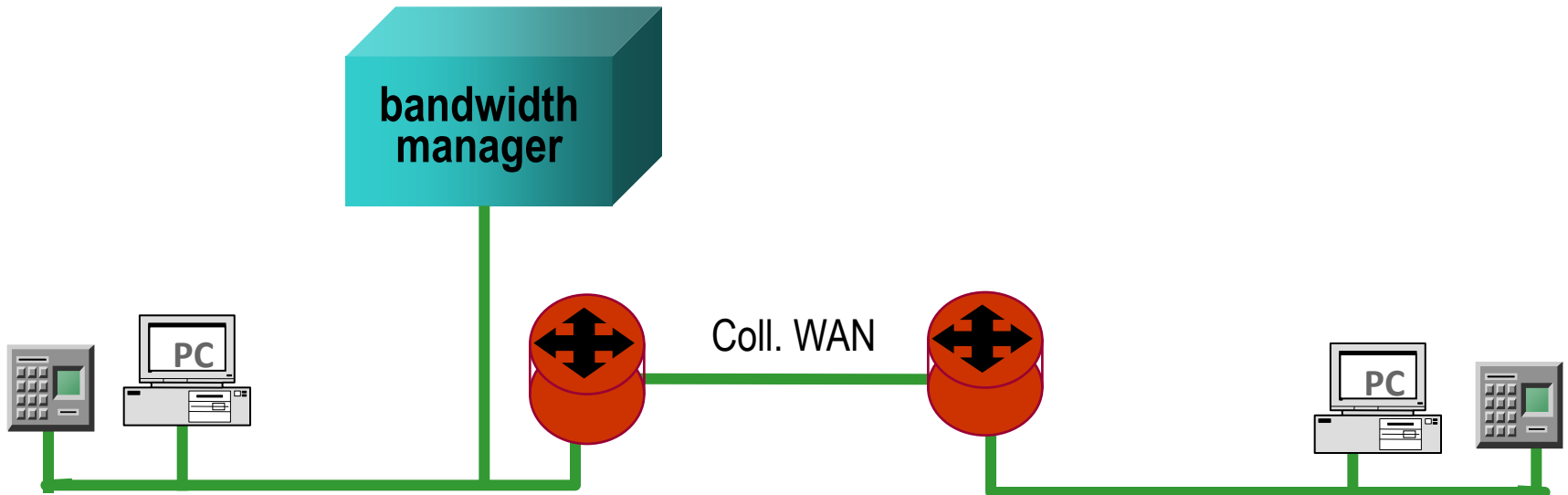
Prenotazione delle risorse su CDN

- Occorre un meccanismo di Call Admission Control per evitare che si superi la capacità del collegamento WAN



Prenotazione delle risorse su CDN

- Nel calcolo del numero massimo delle chiamate occorre tener conto dei ritardi di accodamento dei flussi
- Può essere conveniente non arrivare al massimo consentito dalla banda



Problematiche WAN IP

- Se si usano reti pubbliche occorre conoscere i parametri di QoS
 - Esempio: la rete IP pubblica attuale non fornisce nessuna garanzia di banda e ritardi end-to-end, anche perché quasi sempre si hanno diversi gestori che non hanno ancora politiche uniformi

