



Università degli Studi di Bergamo



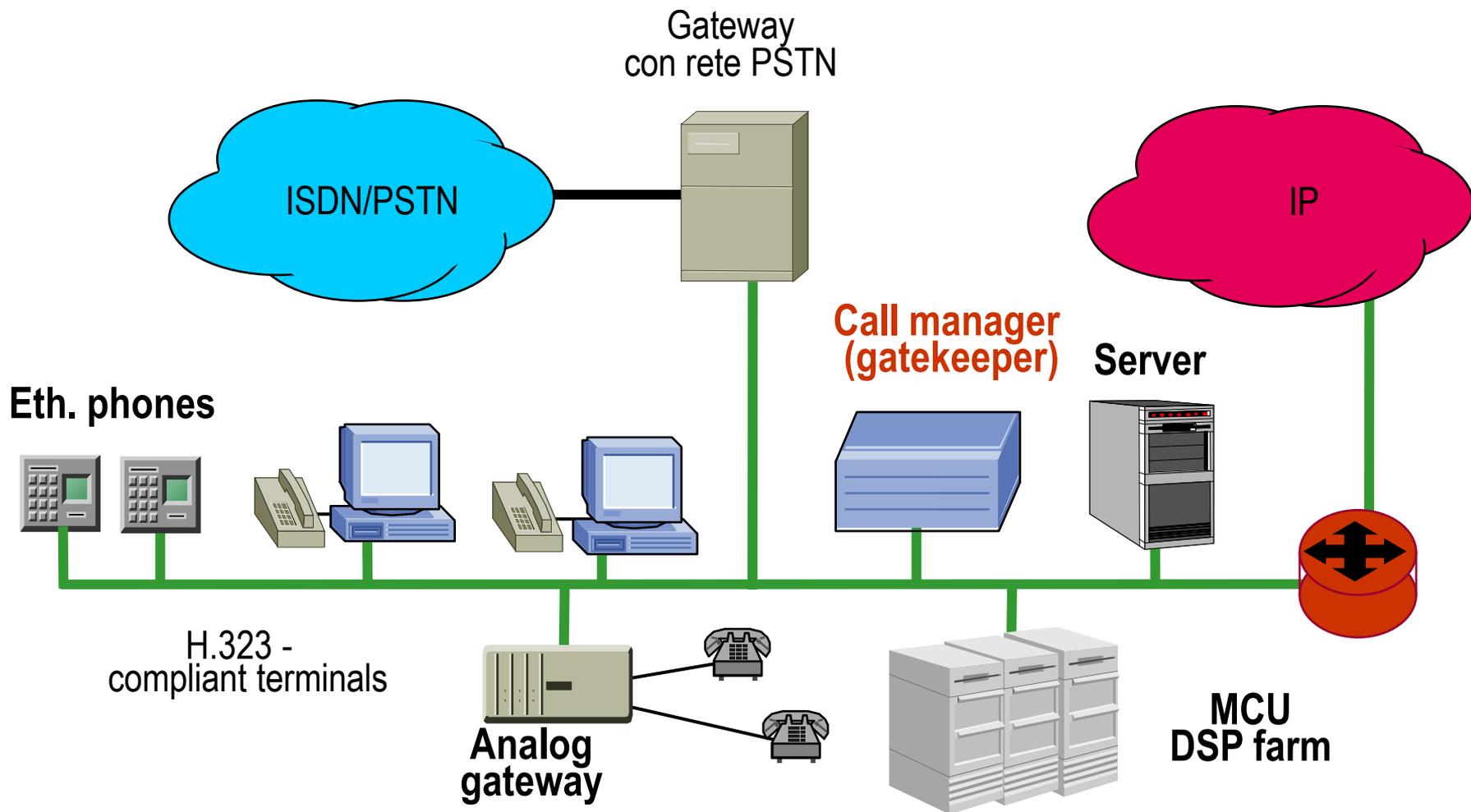
**DIP. DI INGEGNERIA DELL'INFORMAZIONE E
METODI MATEMATICI**

RETI INTERNET MULTIMEDIALI

VoIP: Problematiche di Deployment

IL DIMENSIONAMENTO SU LAN

Soluzione IPTel (PBX virtuali)



Overhead di VoIP su LAN

- Compressione a 8 kb/s - 64 kb/s (1-8 kByte/s)
- Pacchetti di 20 ms : 20-160 (Byte)



overhead 40 byte: 66% - 20%



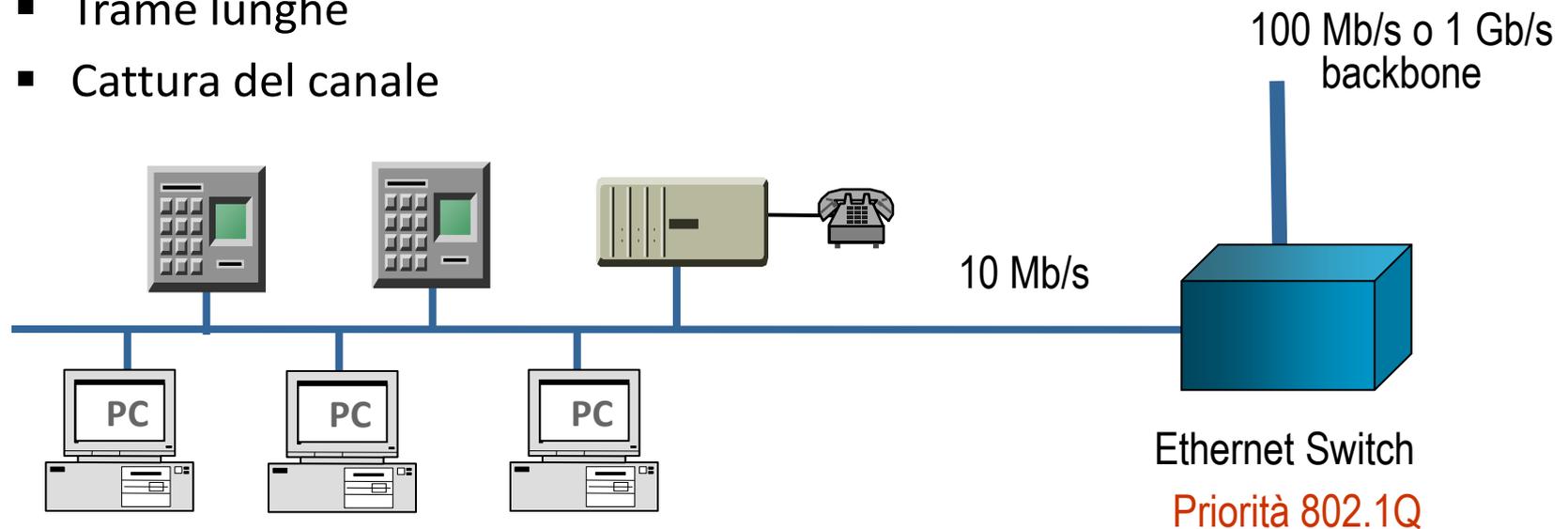
- Overhead tot 86 byte - 81% - 35%
- Velocità simplex – 42.4 - 98.4 kb/s

Overhead di VoIP su LAN

- Velocità simplex: 45-100 kb/s
- Velocità voce full-duplex: 90-200 kb/s
- Con soppressione dei silenzi: 45-100 kb/s
- Tempo di trasmissione della trama 85-200 μ s
(10 Mb/s)
- Tempo di trasmissione della trama 8.5-20 μ s
(100 Mb/s)

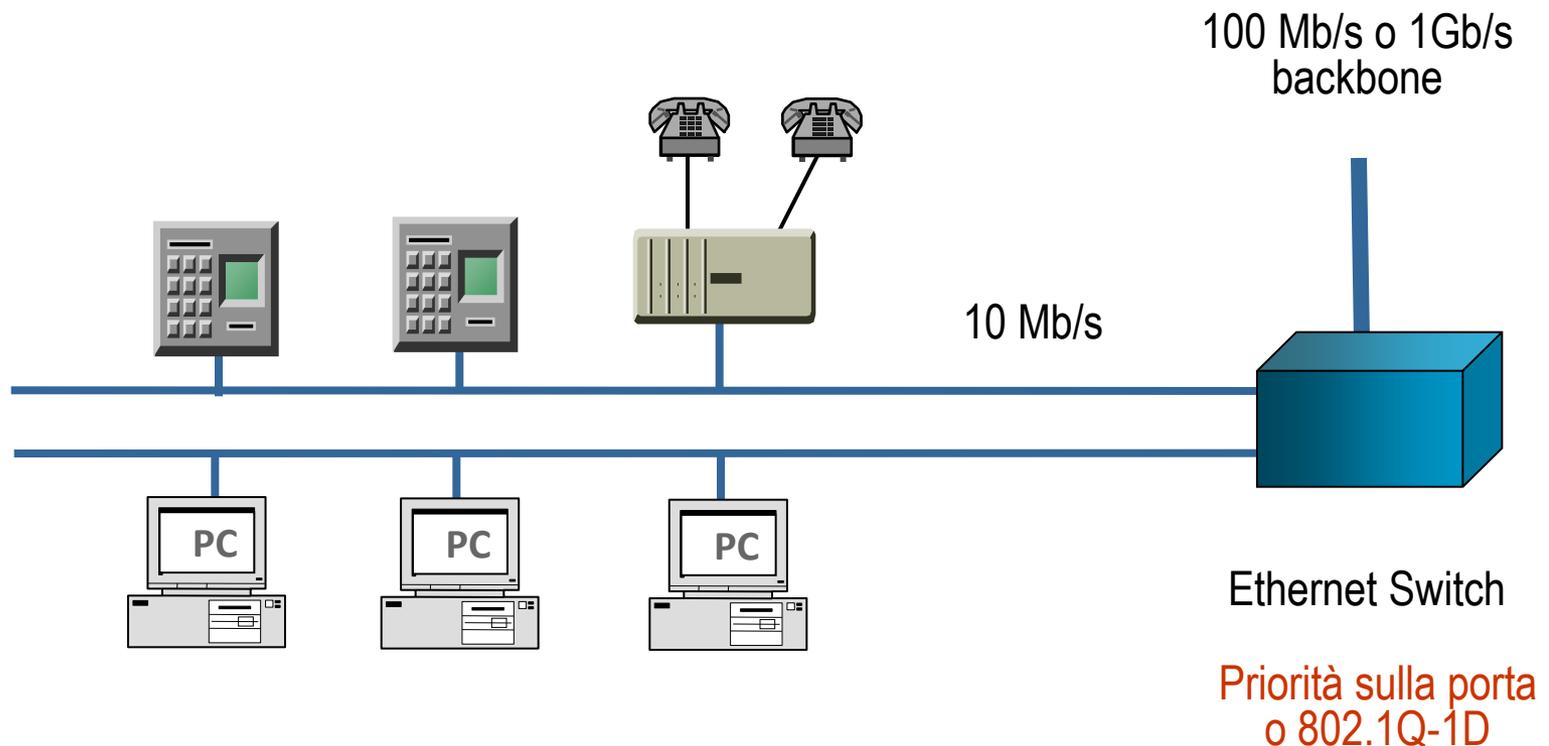
LAN telephony: shared Ethernet

- Non esistono priorità o scheduling sull'accesso condiviso
- Un segmento a 10 Mb/s condiviso da sola telefonia potrebbe convogliare senza problemi fino a 20- 40 chiamate
- I trasferimenti di file interferiscono negativamente sul ritardo d'accesso
 - Trame lunghe
 - Cattura del canale



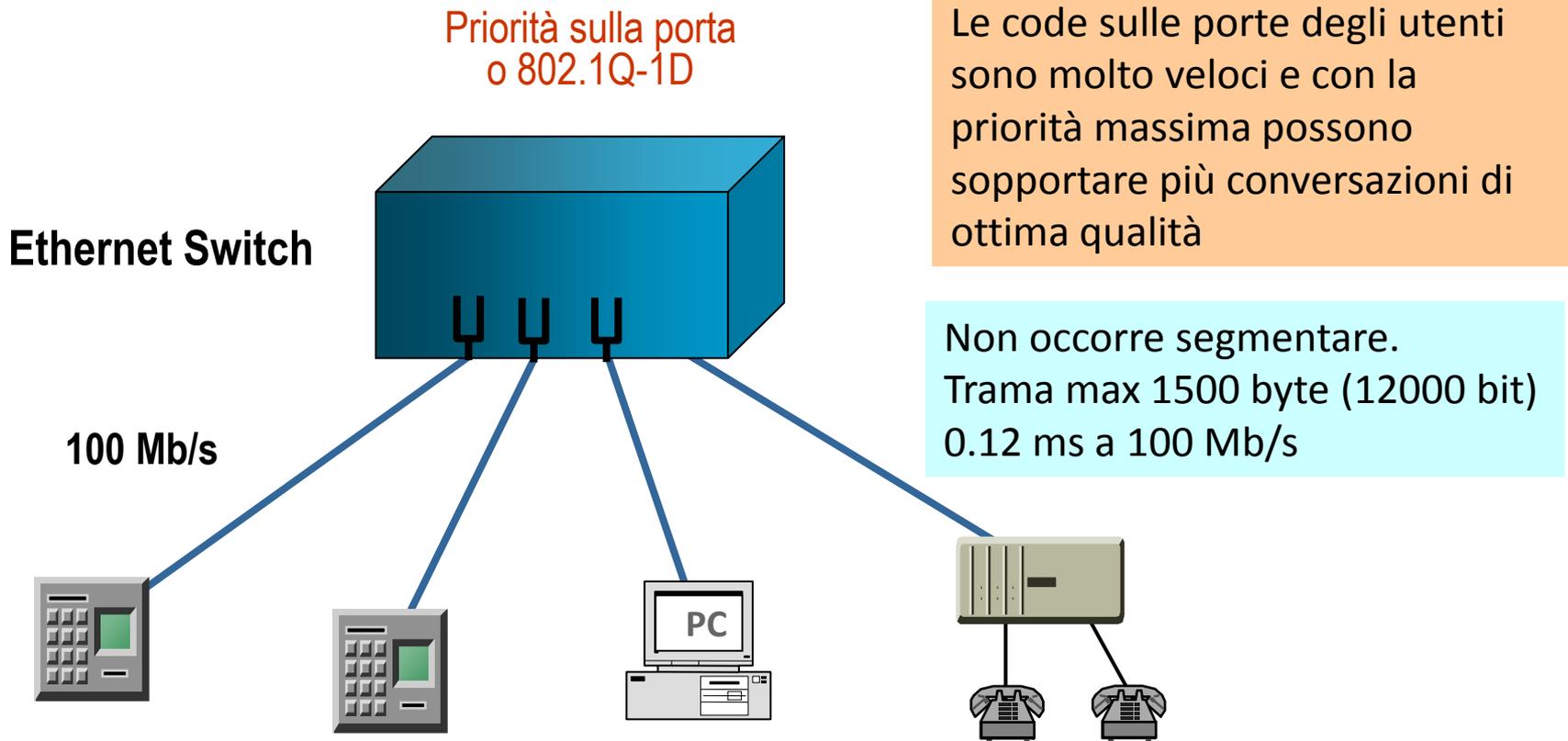
LAN telephony: shared Ethernet

Soluzione possibile: 2 segmenti di rete separati



LAN telephony: switched Ethernet

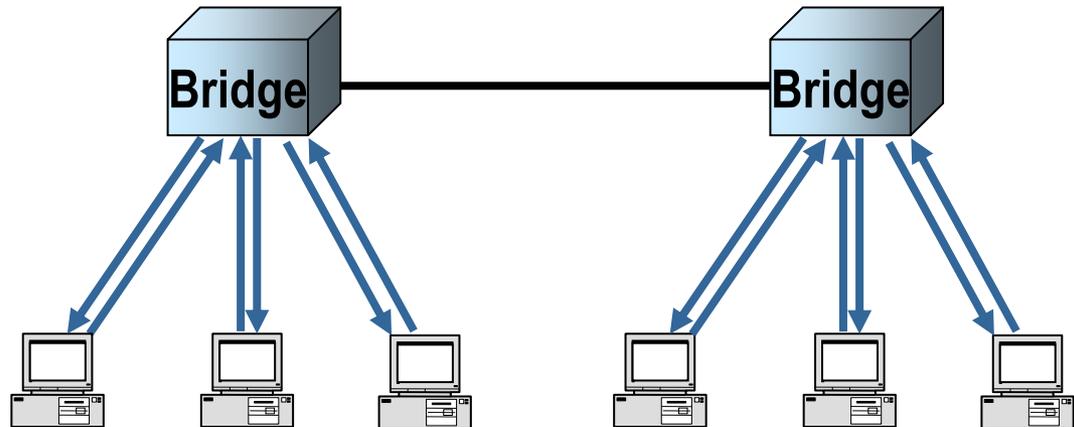
Soluzione standard : accesso allo switch dedicato



LAN telephony: switched Ethernet

Dimensionamento del backbone

Se non si vuole CAC occorre dimensionare il backbone in base al numero di utenti

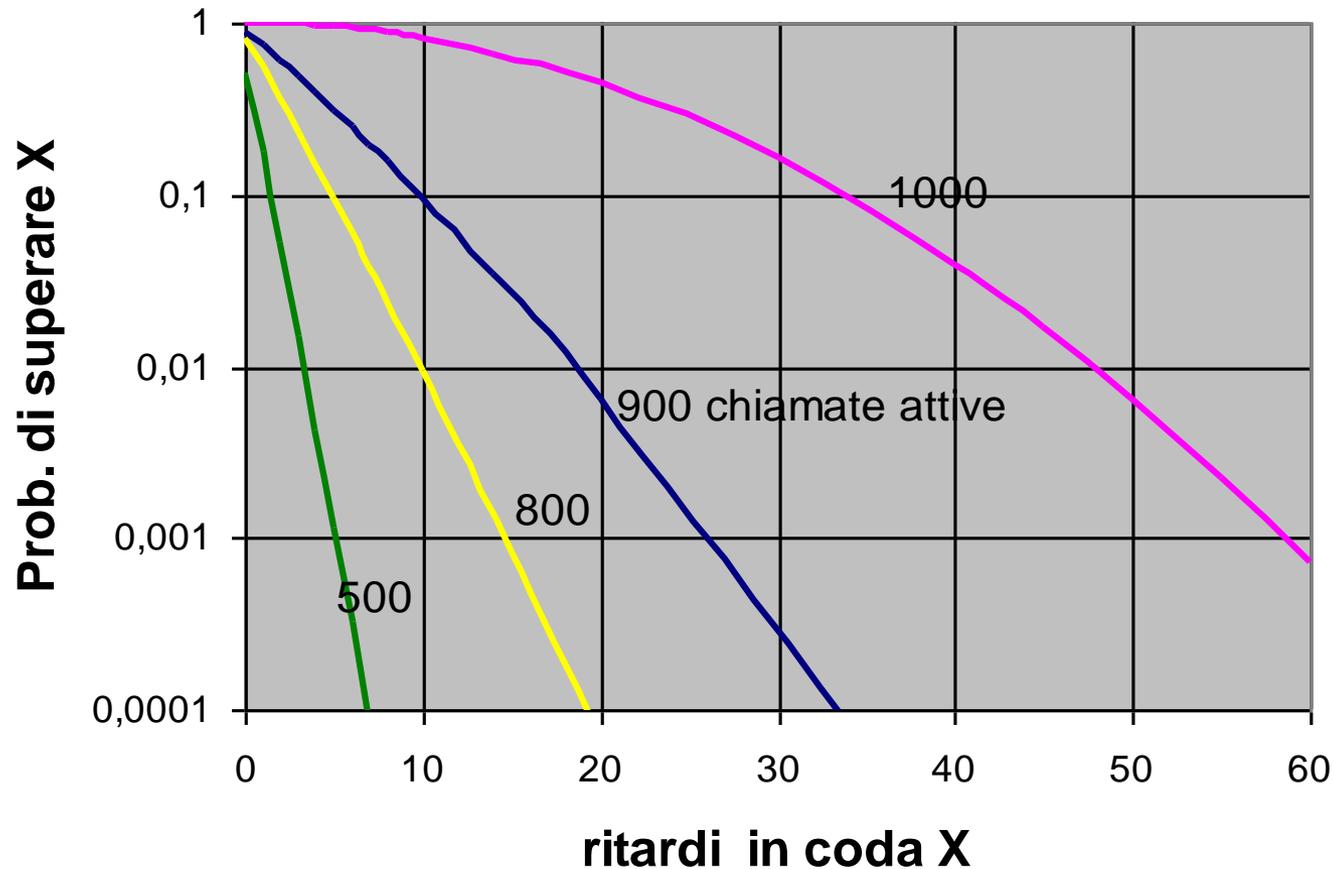


100 kb/s (simplex) per la qualità migliore

Un backbone a 100Mb/s può sopportare fino a 1000 chiamate a 64 kb/s (ma il numero va ridotto per ridurre i ritardi)

Dimensionamenti

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



Dimensionamenti

- Il tempo di trasmissione del pacchetto a **64 kb/s** è di **20 ms**
- Il ritardo superato con probabilità 1/1000 è
 - $8 \times 20 = 160 \mu\text{s}$ → con 500 chiamate attive
 - $15 \times 20 = 300 \mu\text{s}$ → con 800 chiamate attive
 - etc.
- Occorre poi aggiungere il tempo di trasmissione della trama più lunga pari a 0.12 ms
- In pratica si possono attraversare parecchie code senza accumulare ritardi sensibili

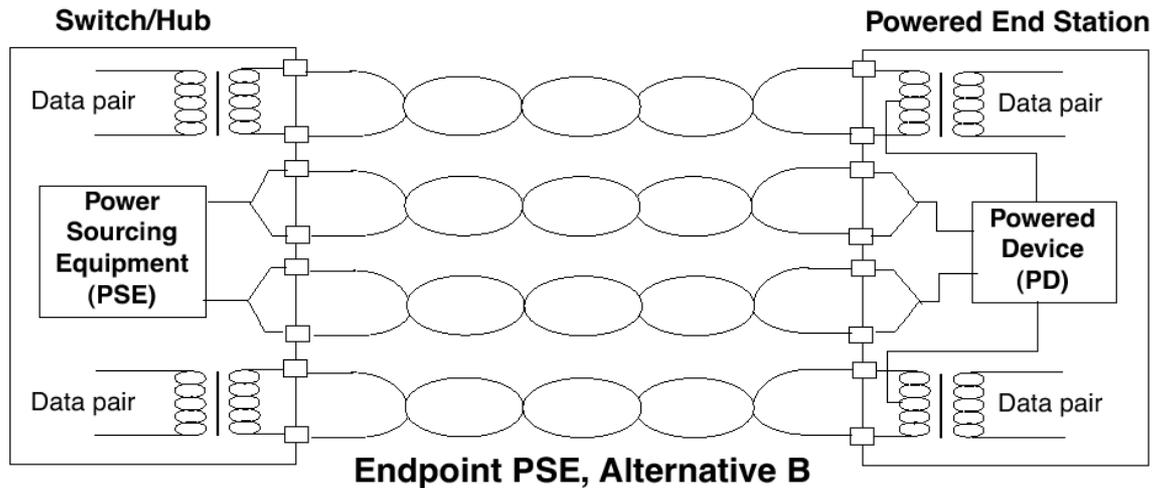
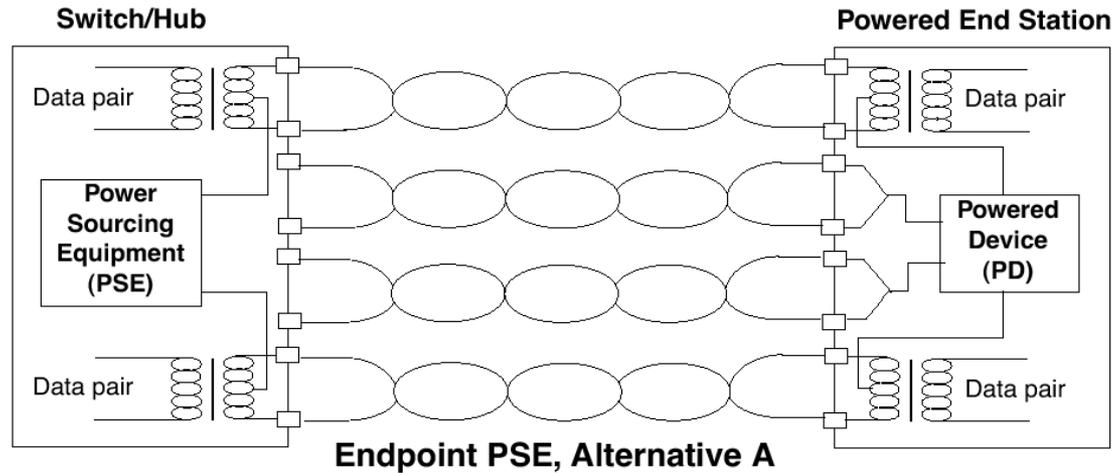
LAN telephony: switched Ethernet

- In pratica le moderne LAN hanno una capacità così grande da non necessitare controllo d'accesso
- L'unico strumento di QoS è la semplice priorità di servizio 802.1Q-D

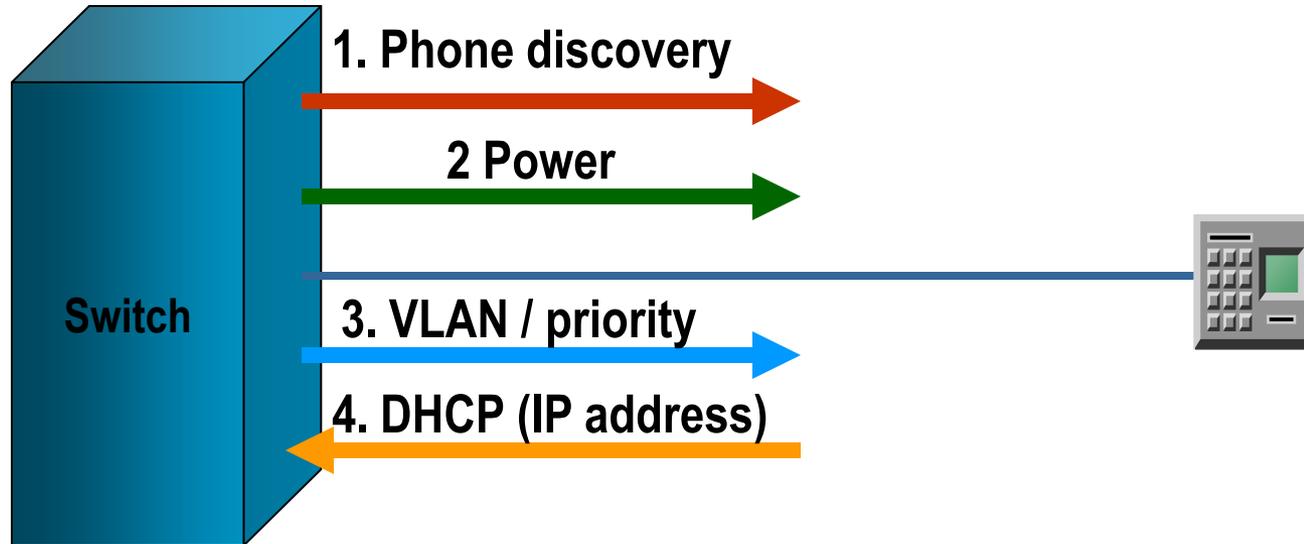
LAN telephony: alimentazione

- IEEE 802.3af integrazione al livello fisico IEEE 802.3 (giugno 2003)
- Introduce l'alimentazione remota delle schede di rete
- Alternative:
 - Alimentazione dallo switch
 - In-line power coppie 1 e 2 (Ethernet)
 - In-line power coppie 3 e 4 (non usate)
 - Alimentazione da patch panel

LAN telephony: alimentazione



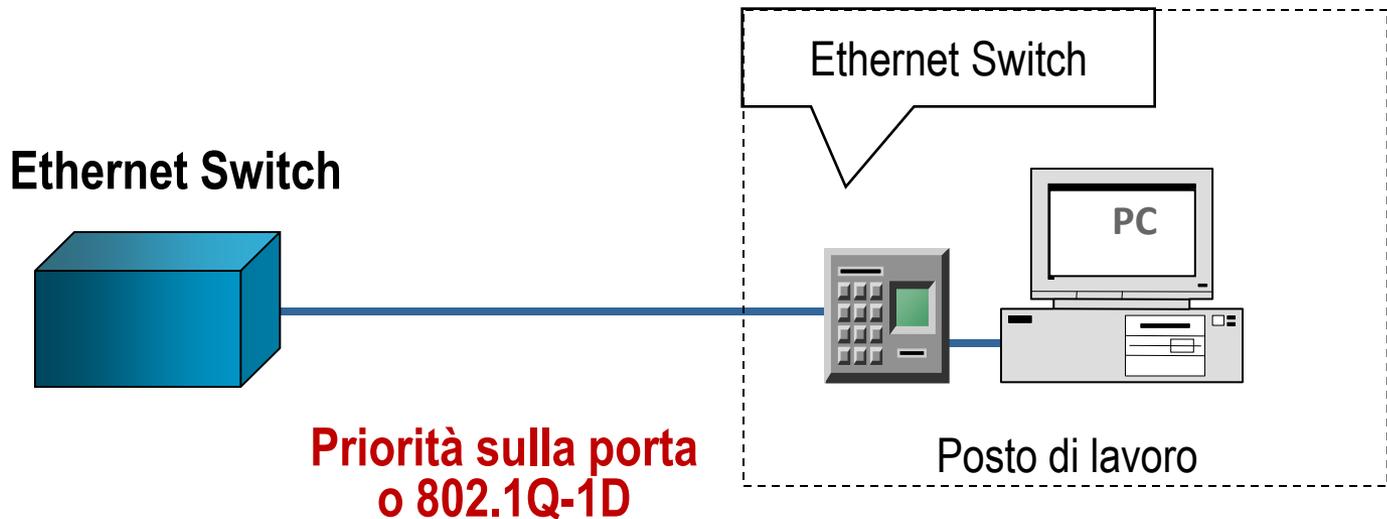
Funzionalità Plug and Play



5. dopo aver ricevuto l'IP address il telefono scarica la configurazione e si registra presso il gatekeeper/call manager

LAN telephony: switched Ethernet

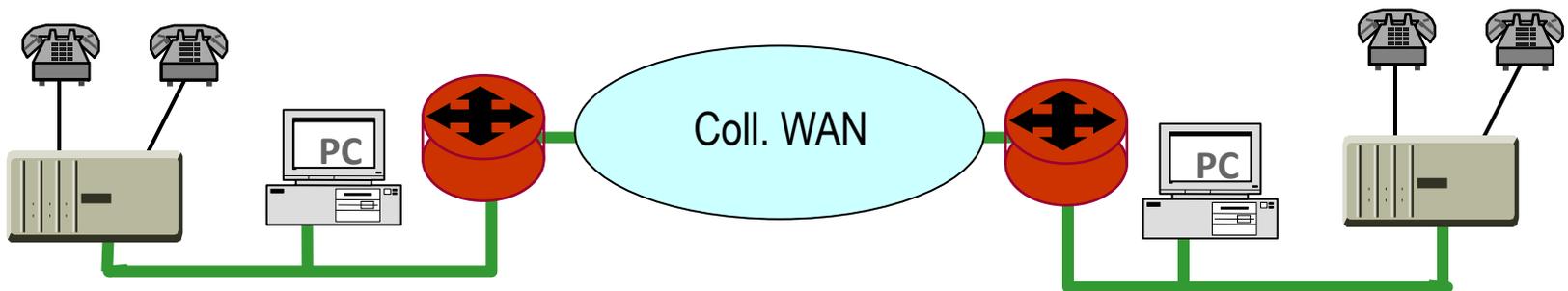
- Soluzione che consente un unico cablaggio per telefono e PC



PROBLEMATISCHE WAN

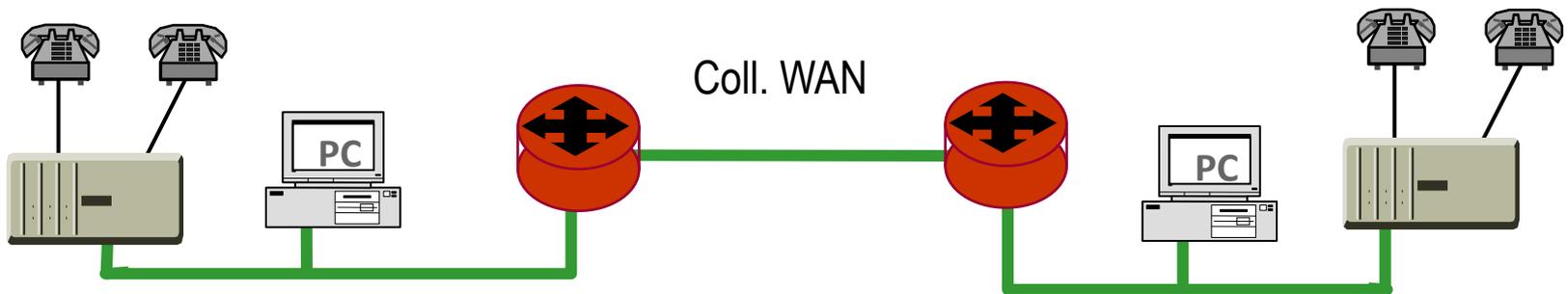
Collegamenti IP WAN

- Possono essere effettuati con
 - Connessione Diretta Numerica (CDN)
 - Rete Frame Relay (FR)
 - Rete IP pubblica
 - 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% - 20%



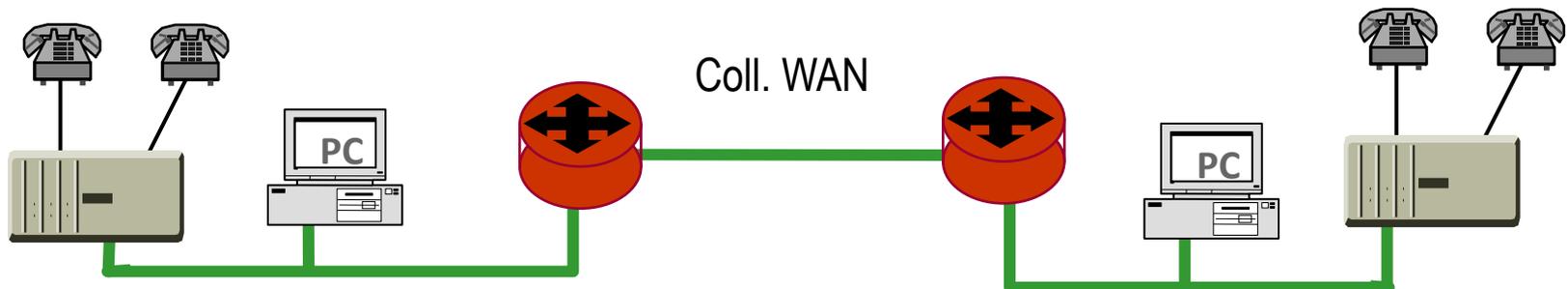
Il livello 2 presenta un overhead molto basso

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 dell'header sulla tratta WAN punto-punto
 - Viene già usata con i dati
 - Viene estesa anche a RTP



Overhead di VoIP su CDN

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

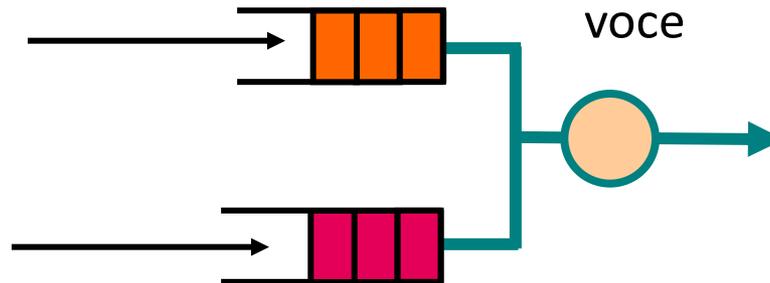


10 -12 kb/s: overhead 20-33%

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

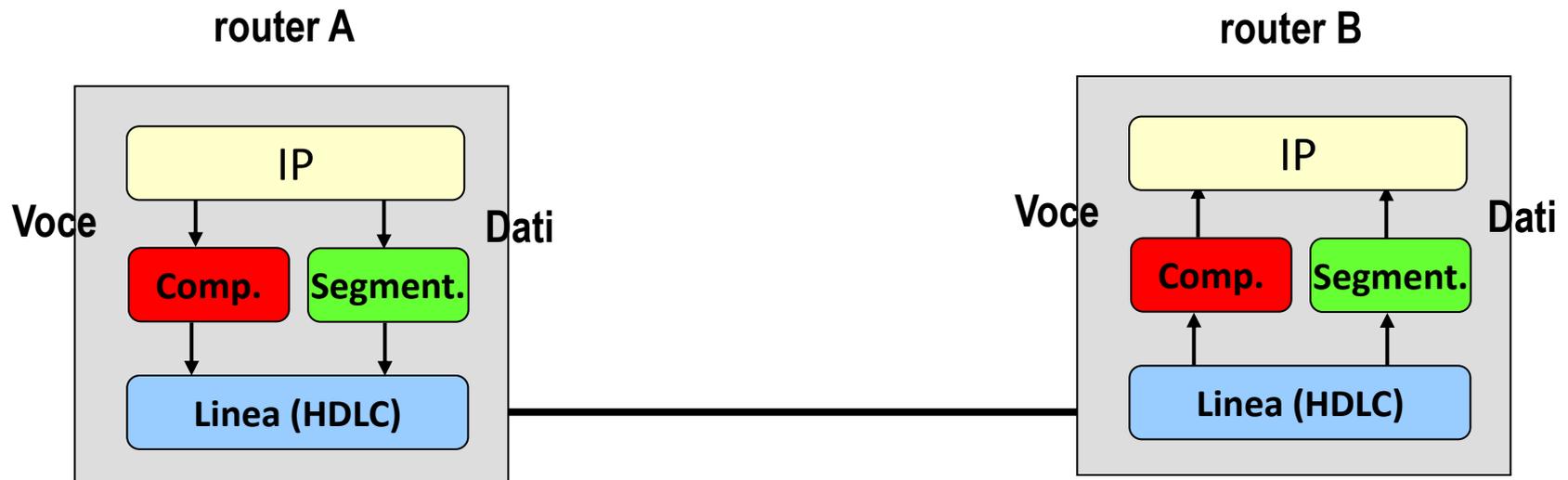
- Nei casi più semplici bastano due priorità
 - Alta per la voce
 - Bassa per i dati
- Il meccanismo di WFQ consente di mantenere una minima banda per i dati



Segmentazione delle trame

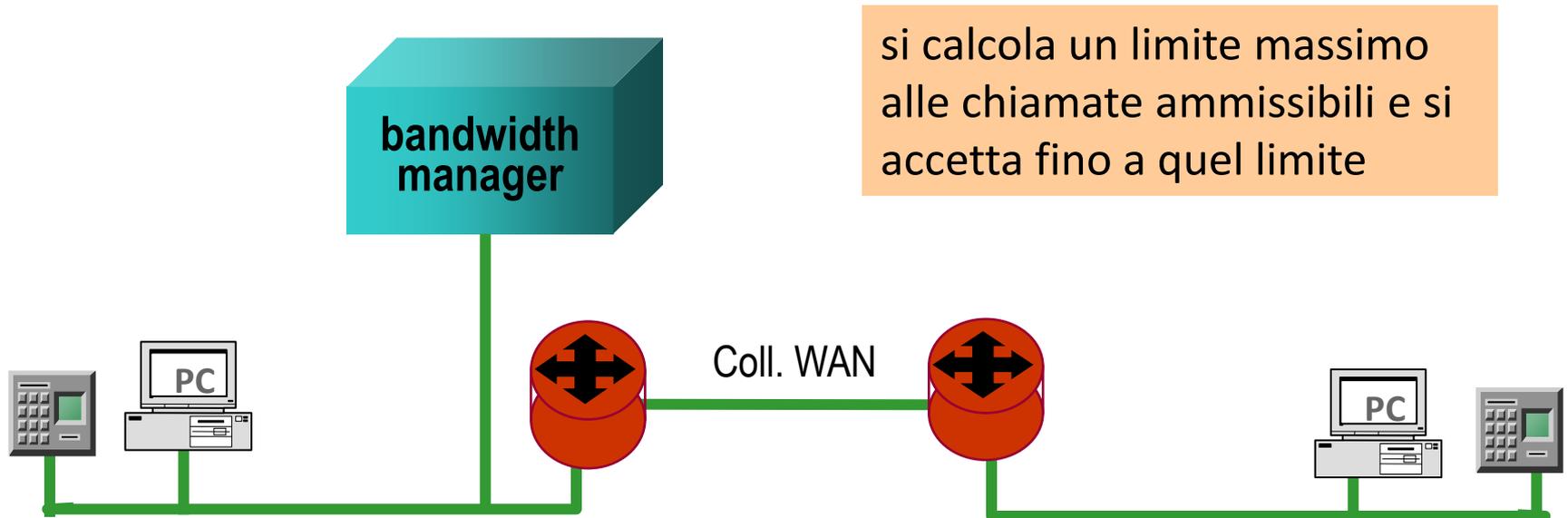
- Occorre segmentare i dati (es. tempi di tx con 1500 byte)

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



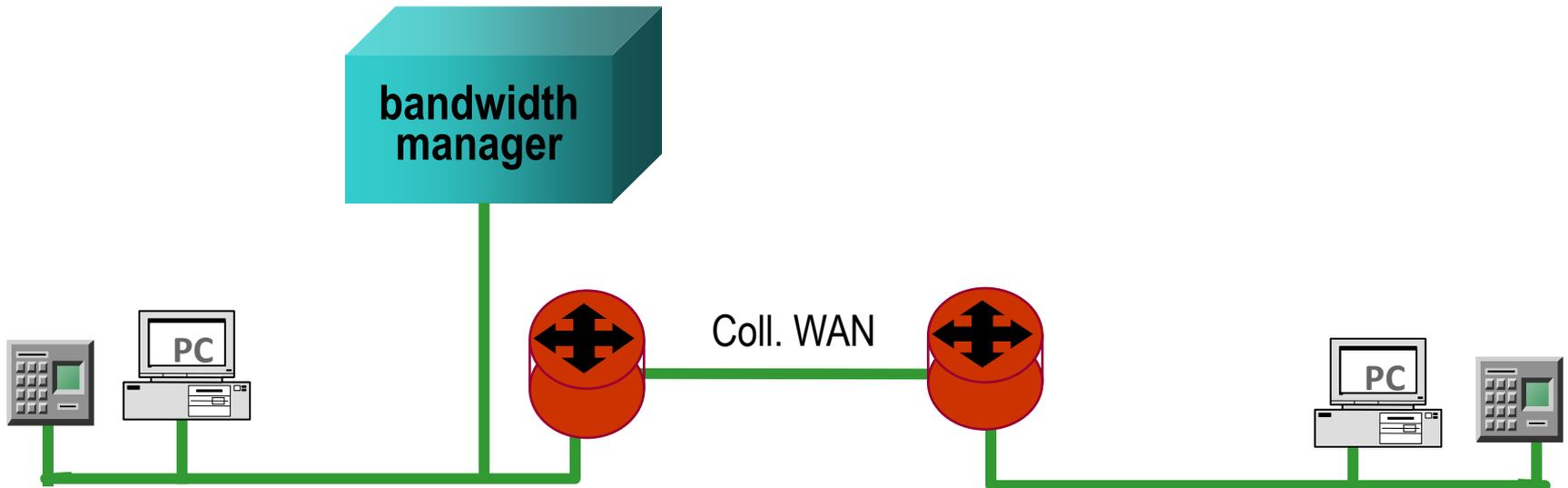
Prenotazione delle risorse su CDN

- Occorre un meccanismo di prenotazione delle risorse 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

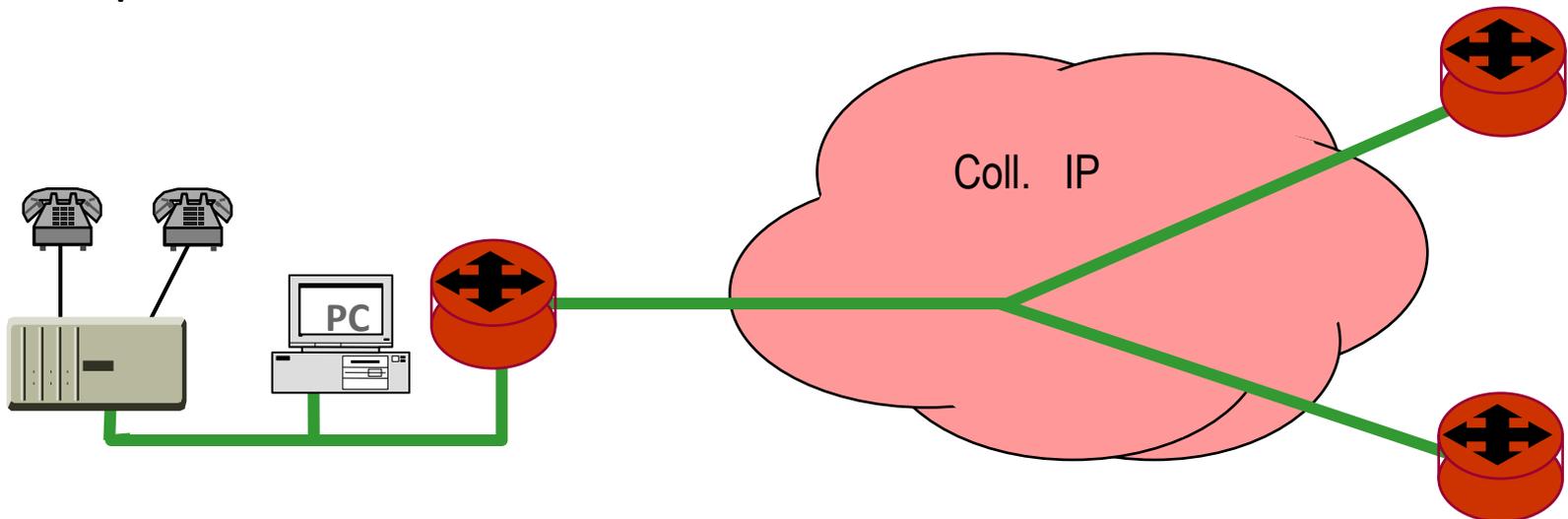


Soppressione dei silenzi

- Fa risparmiare circa il 50% di banda che non può essere utilizzata per altre conversazioni
 - Su canali lenti la dinamica è troppo lenta e si potrebbero avere più canali attivi che banda
 - Ma può essere utilizzata per trasmettere dati

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



ARCHITETTURA ASTERISK

<http://www.asterisk.org/>

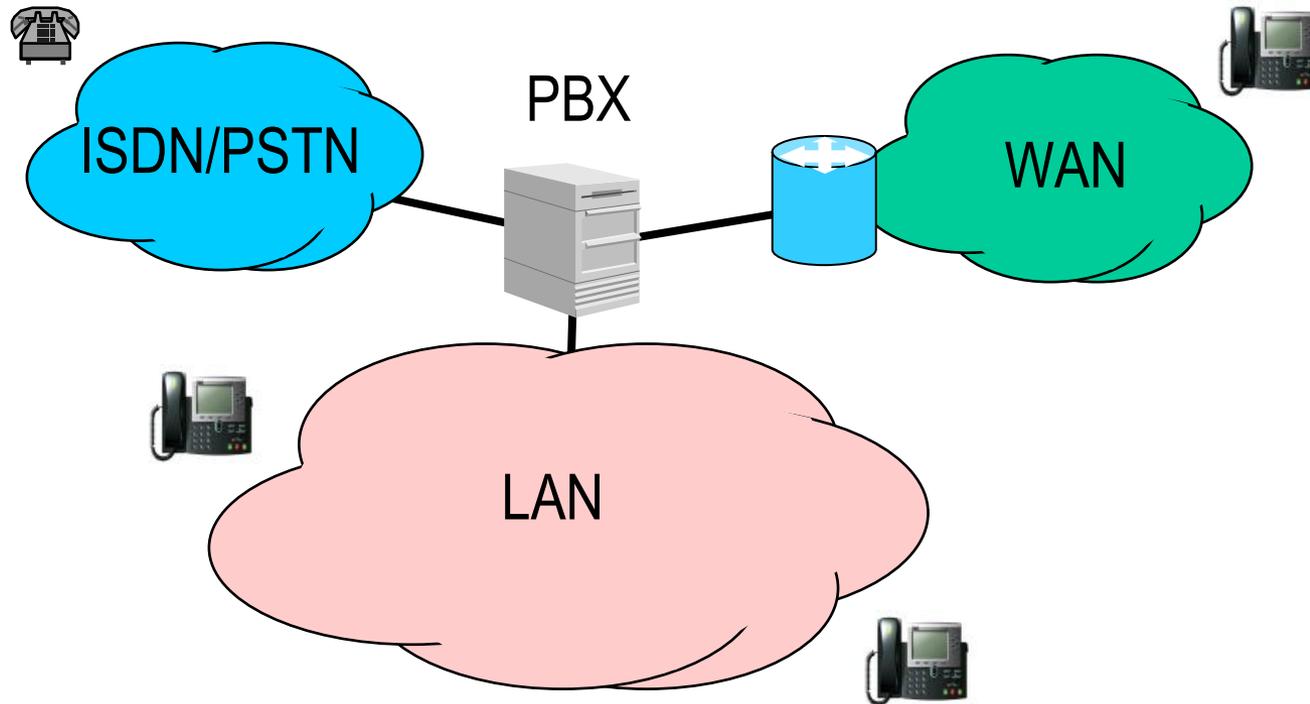
Architettura Asterisk

- Architettura centralizzata per media e segnalazione
 - pensata per un unico apparato IP PBX
 - per essere licenziato Open Source
 - basato su Linux
 - adatta a reti di dimensioni medio piccole
 - nato da poco (primi anni 2000) presenta già prodotti stabili

Architettura Asterisk

- Basata su astrazioni delle funzionalità di un PBX in modo da essere indipendenti dallo specifico hardware o tecnologia utilizzata
- Può interagire facilmente con SIP, H.323 e MGCP
- In questa architettura sono state definite quattro API
 - la **API di canale** che consente di definire la tipologia di canale, pacchetto, ISDN o altro;
 - la **API applicativa**, che consente la programmazione di servizi quali Conferencing, Paging, Directory Listing, Voicemail,
 - la **API di traduzione** delle codifiche
 - la **API dei formati** consente di maneggiare diversi formati di file

Elementi dell'Architettura



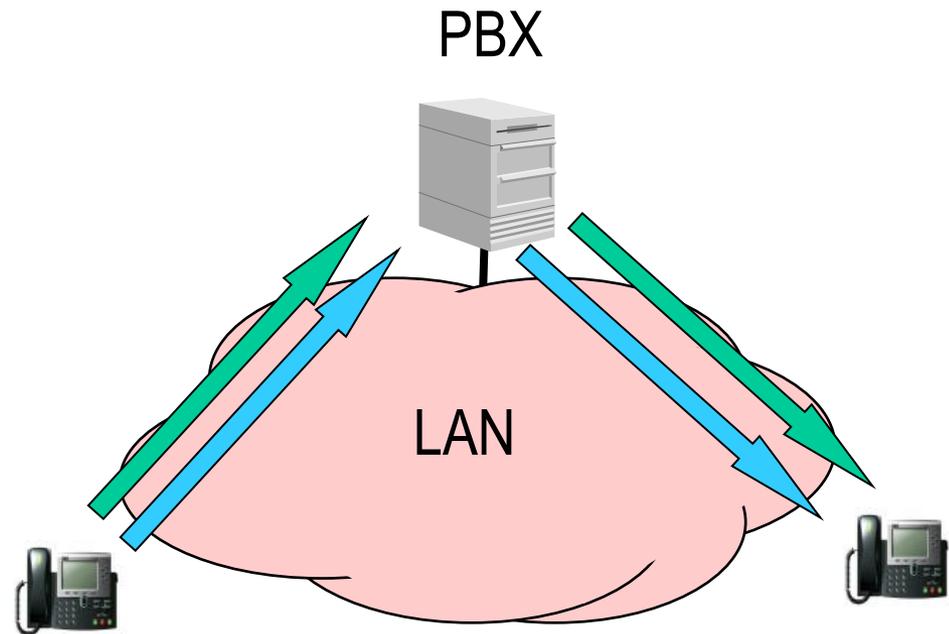
■ Il PBX raggruppa le funzioni di

- Call manager
- Gateway
- Transcoding
- Voice-mail ...

■ Il database di configurazione e di lavoro può risiedere altrove

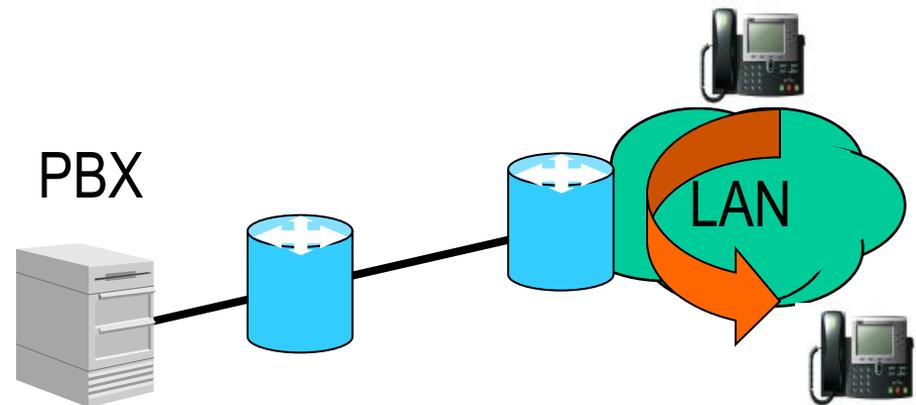
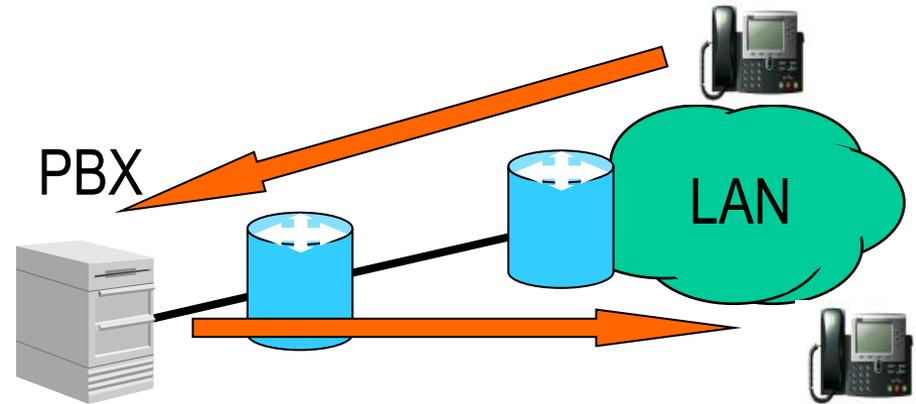
Architettura Centralizzata

- Facilita le varie funzioni e servizi
- I protocolli di segnalazione, anche se standard come SIP, non possono operare end-to-end ma devono passare per il PBX
- Il flusso mediale deve essere instaurato prima verso il PBX e poi dal PBX al chiamato causando il raddoppio del traffico in rete



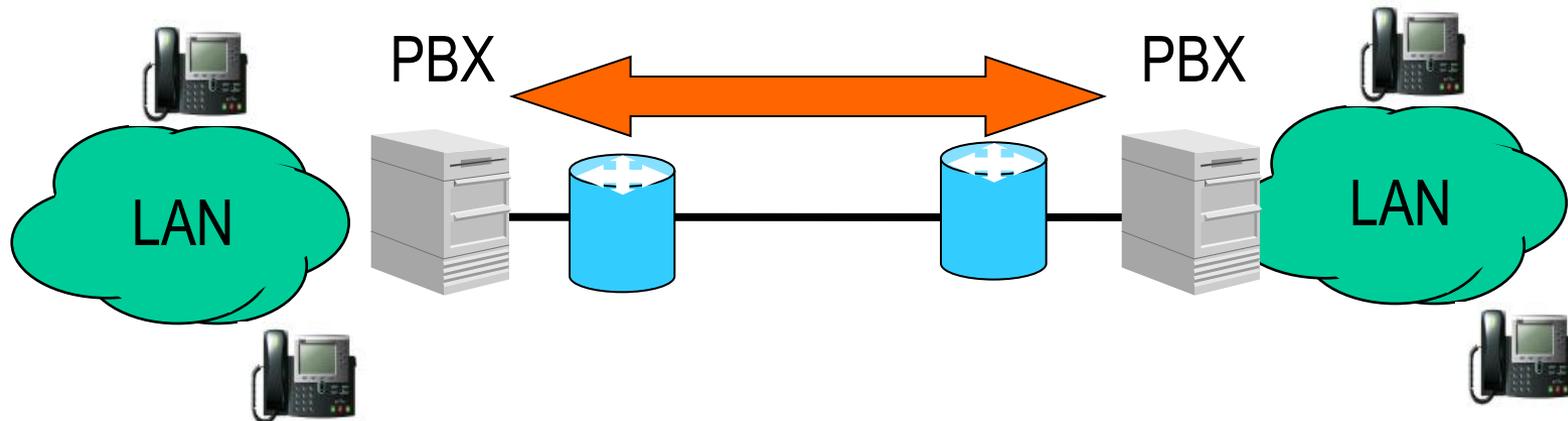
Architettura Centralizzata

- Dannoso nel caso di piccole sedi remote in cui le chiamate locali sono gestite dal PBX centrale.
- Ovviato dalla possibilità di cortocircuitare gli endpoint con un successivo messaggio di INVITE.



Interlavoro

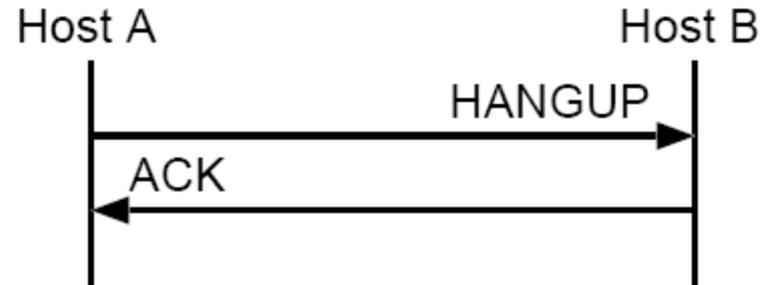
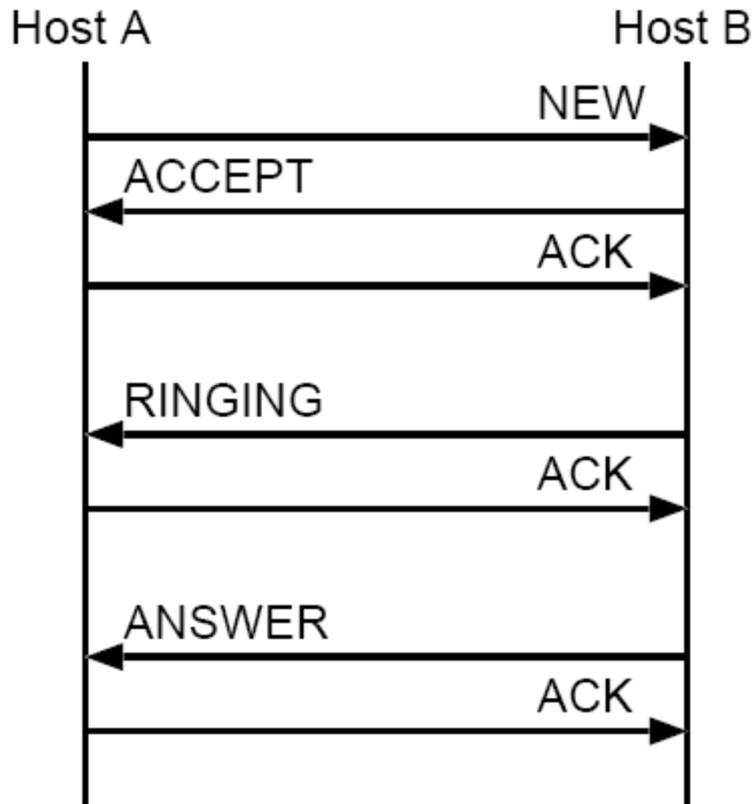
- Interlavoro anche via Trunking IAX
- Non si occupa della rete e della QoS



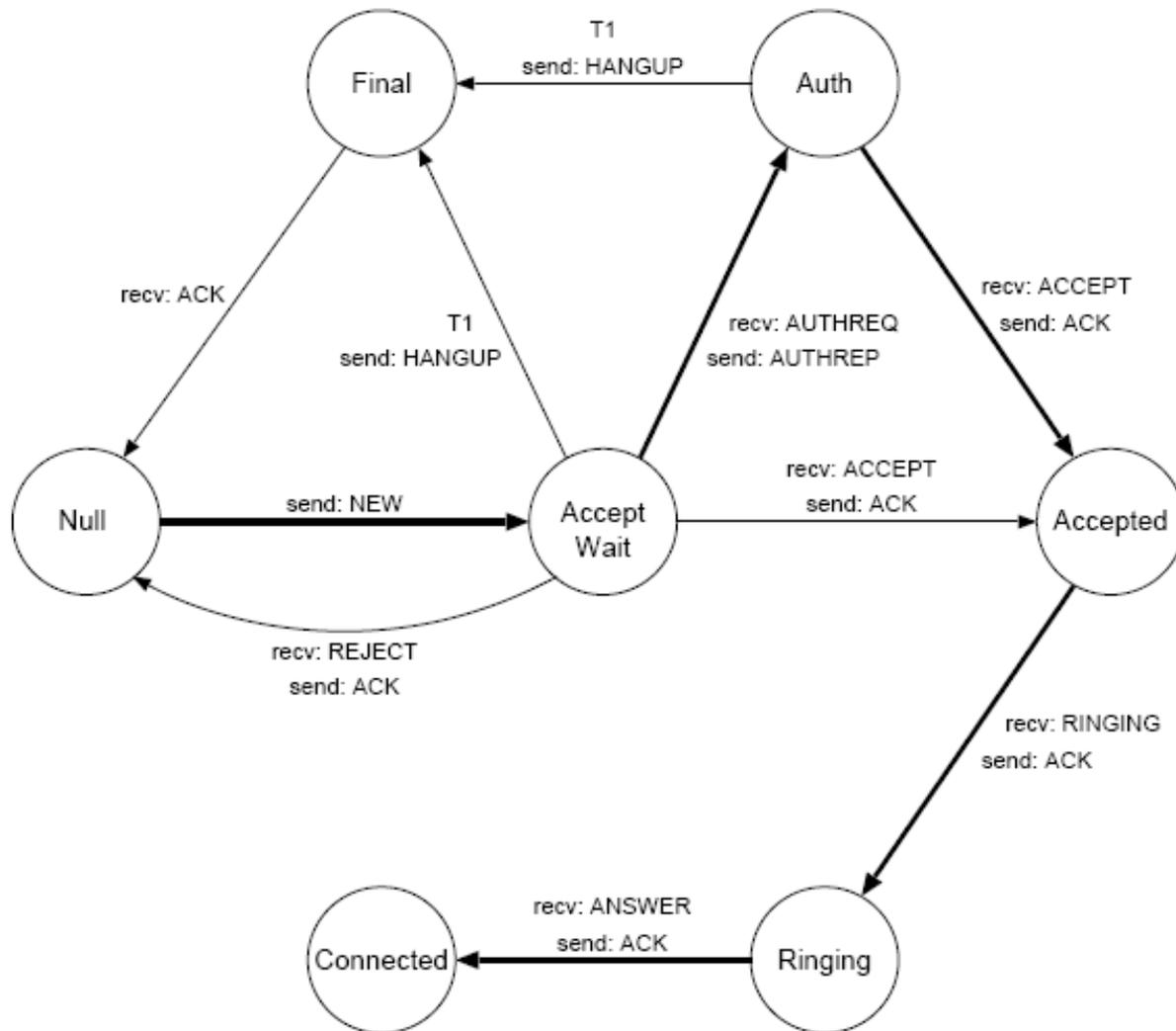
Segnalazione IAX v2

- IAX is a peer-to-peer media and signaling protocol
- The endpoints maintain state machines associated with the protocol operations
- I messaggi sono codificati in binario (più efficiente)
- Più vicino a H.323 che a SIP o MGCP
- Overhead ottimizzato per il trasporto di un singolo flusso

Messaggi Call Control

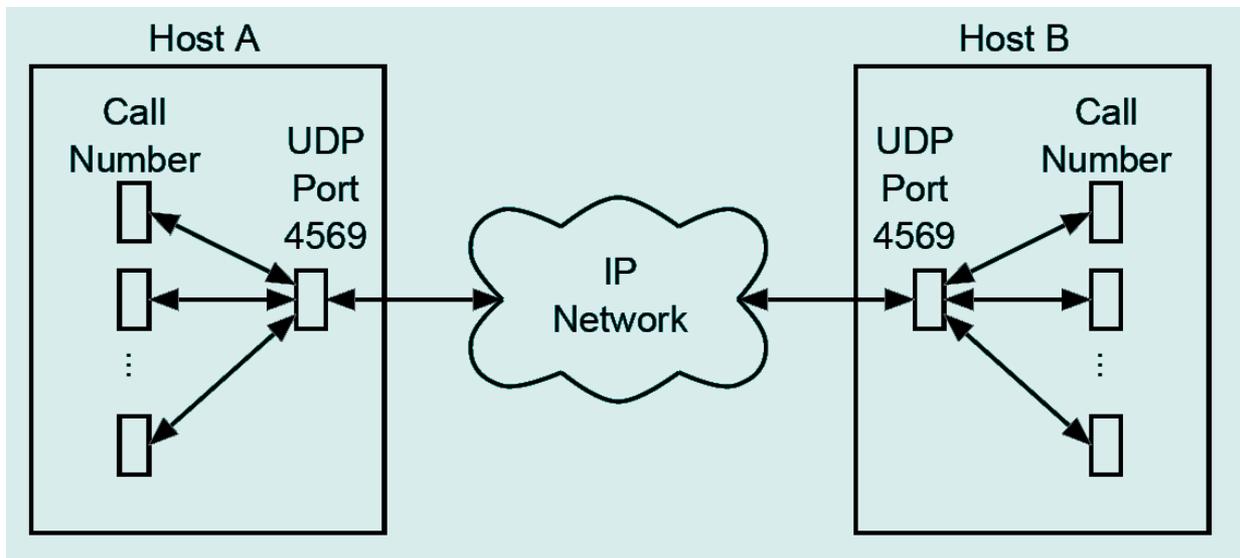


Macchina a stati per il setup



Architettura IAX

- Tutti i media e le segnalazioni sono multiplate su UDP attraverso un'unica porta, la “well-known” UDP port 4569
- Occorre un meccanismo di multiplazione al di sopra di UDP
- I media non utilizzano RTP e RTCP
- Trasparente ai NAT



Multiplazione di IAX

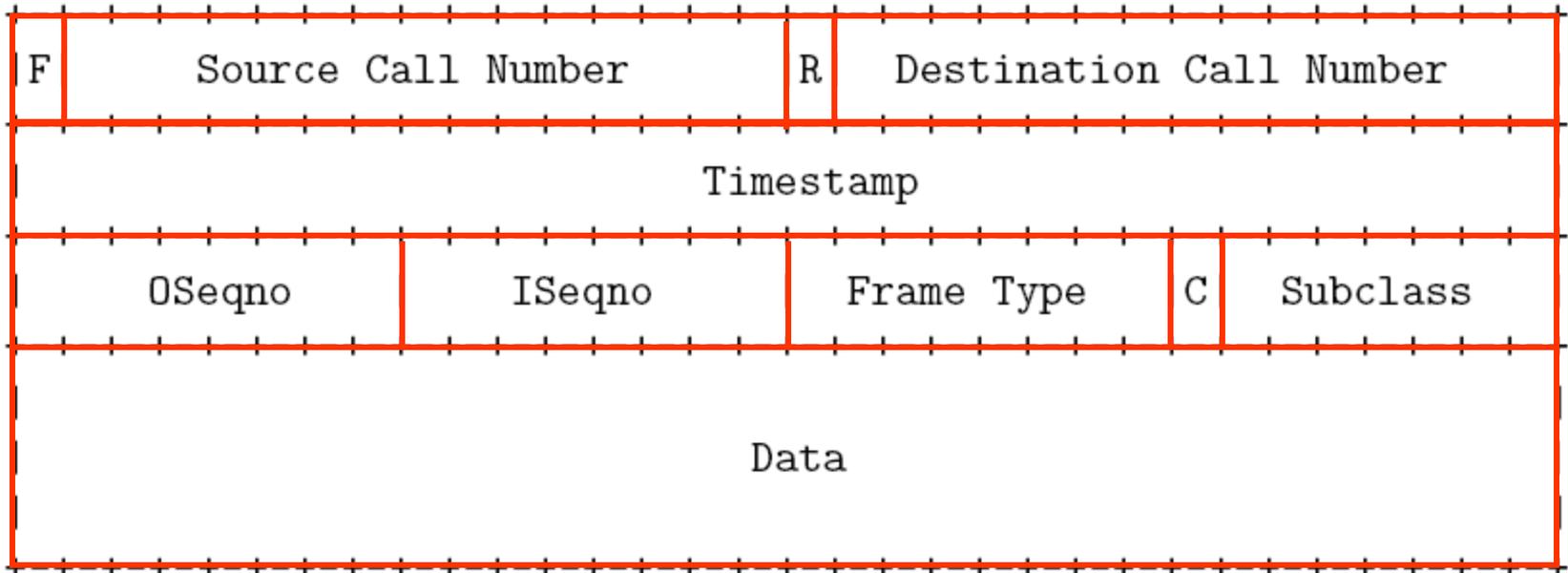
- Utilizza diversi tipi di trame: Full Frame e Mini Frame



- Il Full Frame è usato per mandare segnalazione, audio, o informazioni di affidabilità (riscontri/ACK) in modo affidabile (ARQ).
- Il Mini Frame è usato per mandare media con il minimo overhead in modo non garantito (senza ARQ).

Full Frame Format

1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 2 2 2 2 2 2 2 2 2 3 3
 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1



Full Frame Format

Field	Description
F	Set to the value 1 indicating that this is a Full Frame
Source Call Number	Call number of the transmitting side of the Full Frame Identificativo di multiplazione fra flussi
R	Set to the value 1 if this frame is being retransmitted and the value 0 for the initial transmission
Destination Call Number	Call number of the receiving side of the Full Frame Flusso duale
Timestamp	Full 32-bit timestamp
OSeqno	Outbound stream sequence number
ISeqno	Inbound stream sequence number
Frame Type	Frame type Identificativo di multiplazione all'interno della connessione
C	Subclass value format ●
Subclass	Subclass

- If C is set to 1, the Subclass value is interpreted as a power of two. If C is set to 0, Subclass is interpreted as a simple 7-bit unsigned integer value.

Full Frame Type

Type	Description	Subclass Description	Data Description
0x01	DTMF	0-9, A-D, , #	
0x02	Voice Data	Audio Compression Format	Raw Voice Data
0x03	Video	Video Compression Format	Raw Video Data
0x04	Control	See Control Frame Types	
0x05	Null		
0x06	<i>IAX</i> Control	See <i>IAX</i> Protocol Messages	Information Elements
0x07	Text		Raw Text
0x08	Image	Image Compression Format	Raw Image Data
0x09	HTML	See HTML Frame Types	Message Specific

Full Frame Audio Formats

Format	Description	Length Calculation
0x0001	G.723.1	4, 20, and 24 byte frames of 240 samples
0x0002	GSM Full Rate	33 byte chunks of 160 samples or 65 byte chunks of 320 samples
0x0004	G.711 μ -law	1 byte per sample
0x0008	G.711 a-law	1 byte per sample
0x0010	MP3 (deprecated)	
0x0020	IMA ADPCM	1 byte per 2 samples
0x0040	16-bit linear little-endian	2 bytes per sample
0x0080	LPC10	Variable size frame of 172 samples
0x0100	G.729	20 bytes chunks of 172 samples
0x0200	Speex	Variable
0x0400	ILBC	50 bytes per 240 samples

Control Frames

Control Type	Description
0x01	Hangup
0x02	Ring
0x03	Ringling (ringback)
0x04	Answer
0x05	Busy Condition
0x08	Congestion Condition
0x09	Flash Hook
0x0a	Wink
0x0b	Option
0x0c	Key Radio
0x0d	Unkey Radio
0x0e	Call Progress

controllo della connessione e degli apparati connessi allo IAX endpoint

IAX Protocol Control Frames

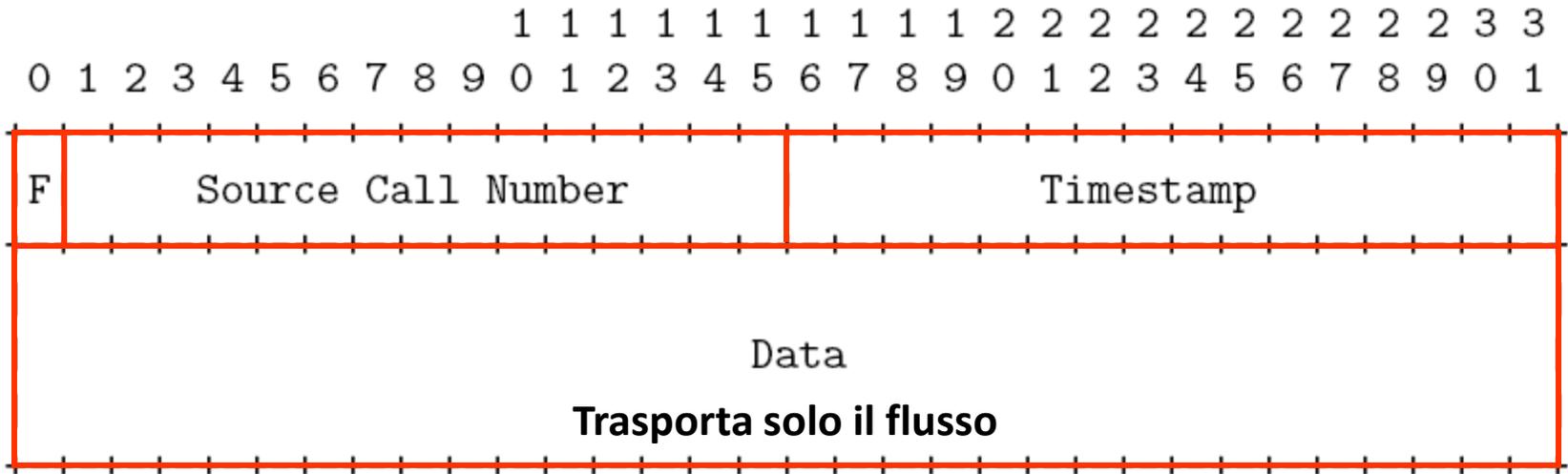
Command	Mnemonic	Description
0x01	NEW	Initiate a new call
0x02	PING	Ping request
0x03	PONG	Ping reply
0x04	ACK	Acknowledgement
0x05	HANGUP	Initiate call teardown
0x06	REJECT	Reject
0x07	ACCEPT	Accepted
0x08	AUTHREQ	Authentication request
0x09	AUTHREP	Authentication reply
0x0a	INVAL	Invalid call
0x0b	LAGRQ	Lag request
0x0c	LAGRP	Lag reply
0x0d	REGREQ	Registration request
0x0e	REGAUTH	Registration authenticate
0x0f	REGACK	Registration acknowledgement
0x10	REGREJ	Registration reject
0x11	REGREL	Registration release
0x12	VNAK	Video/Voice retransmit request

messaggi codificati in binario (AS no.1)

IAX Protocol Control Frames

0x13	DPREQ	Dialplan request
0x14	DPREP	Dialplan response
0x15	DIAL	Dial
0x16	TXREQ	Transfer request
0x17	TXCNT	Transfer connect
0x18	TXACC	Transfer accept
0x19	TXREADY	Transfer ready
0x1a	TXREL	Transfer release
0x1b	TXREJ	Transfer reject
0x1c	QUELCH	Halt audio/video transmission
0x1d	UNQUELCH	Resume audio/video transmission
0x1e	POKE	Poke request
0x1f	PAGE	Paging call description
0x20	MWI	Message waiting indication
0x21	UNSUPPORT	Unsupported message
0x22	TRANSFER	Remote transfer request

Mini Frame format



Field	Description
F	Set to the value 0 indicating that this is not a Full Frame
Source Call Number	Call number of the transmitting side of the Mini Frame
Timestamp	16-bit timestamp Bit meno significativi