



ALMA MATER STUDIORUM  
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

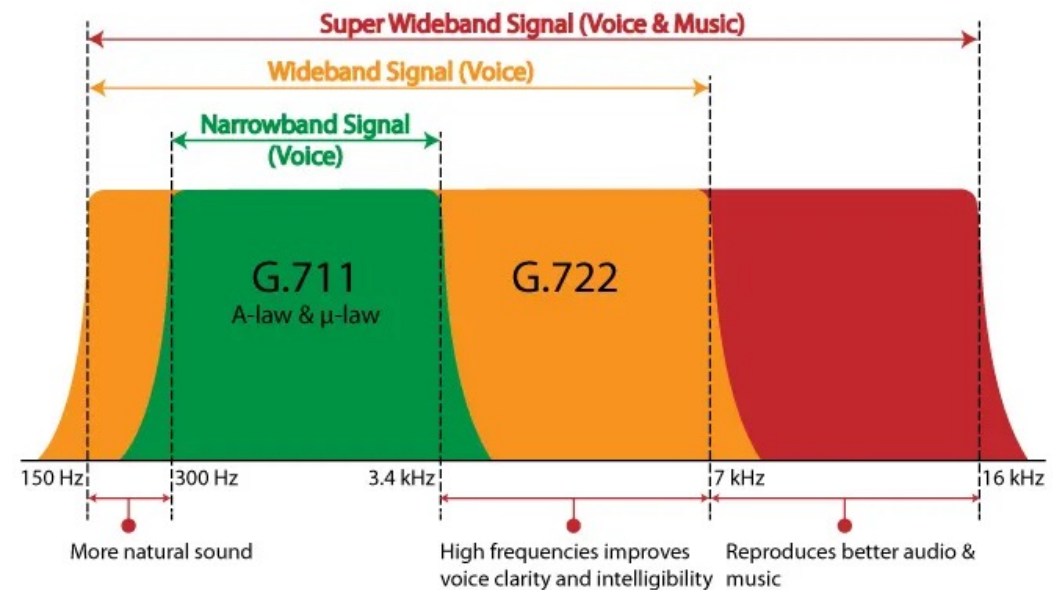
# Telephony in the XXI century VoIP and VoLTE

# Come e dove VoIP?

- VoIP = telefonia digitale su rete IP
- Richiede:
  - Digitalizzazione e compressione del segnale vocale
  - Terminali e segnalazione
  - Rete IP per il trasporto

Percezione	Valore
Eccellente	5
Buono	4
Sufficiente	3
Insufficiente	2
Scarso	1

Codec	Kbit/s	MOS
G.711	80	4.3-4.7
G.726-32	48	3.9-4.2
G.729A	24	3.6-3.7
G.723.1	17	3.4-3.5
GSM	27	3.7-3.9
iLBC	27	3.7-4.1



# Standard VoIP per terminali/segnalazione

- Standard ITU basato su H.323
  - Standard molto completo ed ambizioso ma conseguentemente abbastanza complesso
  - I trend attuali lo indicano obsoleto
- Standard IETF basato su protocollo SIP
  - Strutturata gerarchica a domini
  - Ogni organizzazione controlla il proprio dominio telefonico
  - I domini telefonici comunicano tramite rete IP
  - Standard emergente soprattutto grazie all'adozione in IMS
- Skype (e simili) basati su protocolli proprietari
  - Tecnologia P2P
  - Tutti gli utenti appartengono alla stesse rete
  - Tipicamente non gerarchico

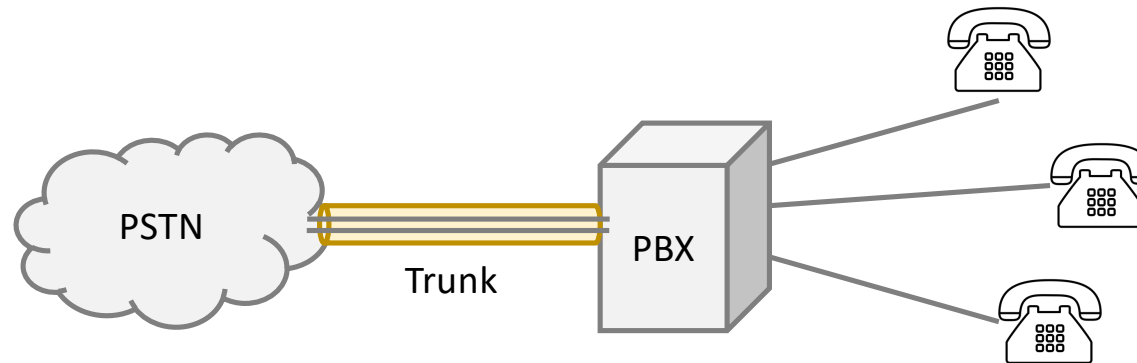
# Session Initiation Protocol

- Breve storia
  - Primo draft nel Dicembre del 1996
    - Sforzo per unire SIP e SCIP
    - IETF WG MMUSIC (Multiparty MULTimedia Sesslon Control)
  - RFC 2543 (Febbraio 1999)
  - RFC 3261 (Giugno 2002)
- RFC 3261 : “... *an application-layer control (signaling) protocol for creating, modifying, and terminating sessions with one or more participants...*”

# Percorso di introduzione del VoIP

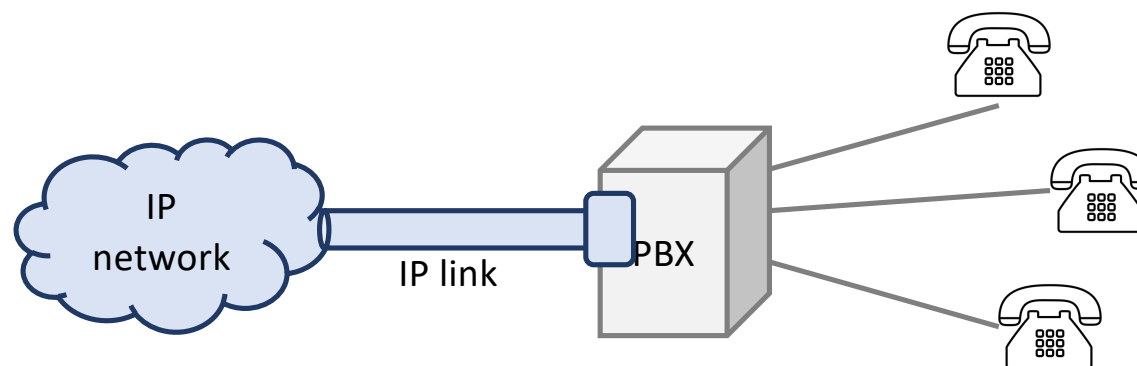
- IP trunking
  - Tecnologia IP (commutazione di pacchetto) su collegamenti della rete di trasporto
  - Non ha impatto sulla rete di accesso e sull'utente
    - I terminali sono quelli tradizionali
  - Può avere impatto sulla tariffazione
- Telefonia IP
  - Tecnologia IP per la fornitura del servizio di telefonia
  - Ha impatto sulla rete di accesso e sulla rete di trasporto
    - Terminali di utente IP
    - Segnalazione IP
    - Gestione su rete IP

# Telefonia tradizionale



- PSTN - Public Switched Telephone Network
- PBX Private Branch Exchange
- Telephone line : collegamento alla rete di un terminale telefonico
- Trunk : collegamento che trasporta numerose linee telefoniche in parallelo

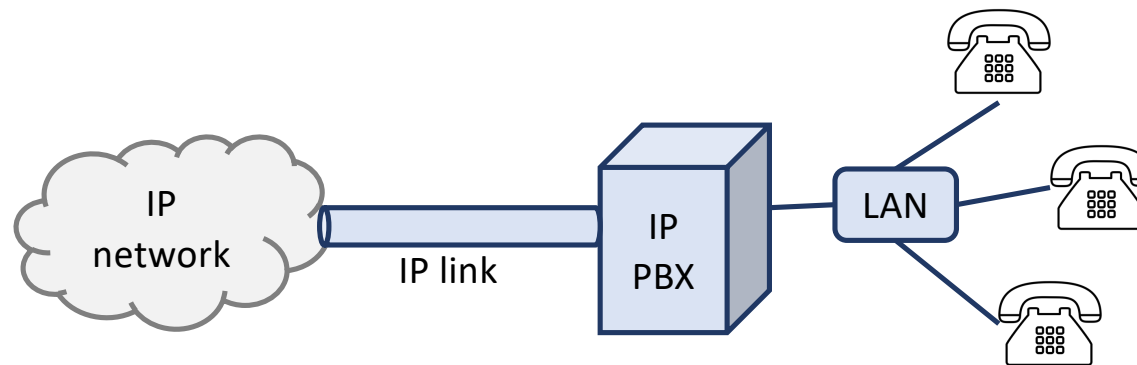
# IP trunking



# IP telephony

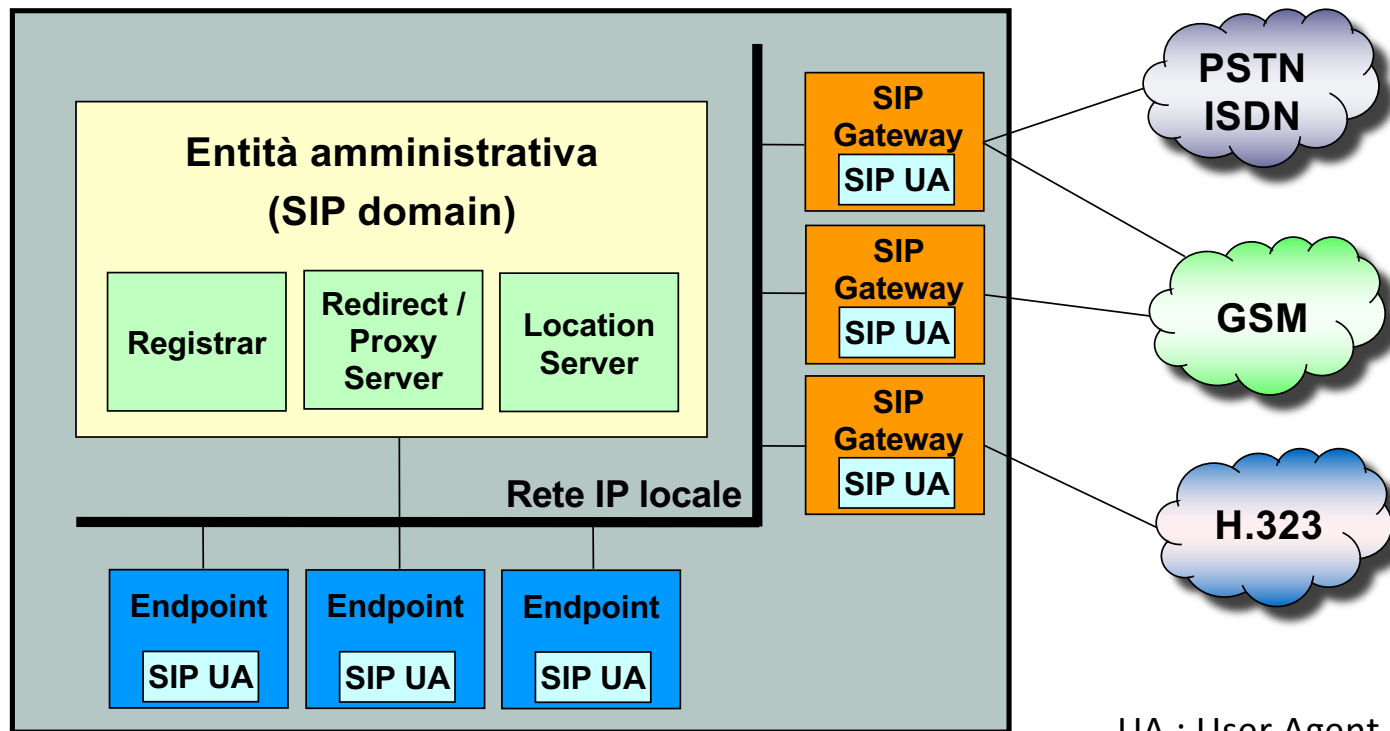


ALMA MATER STUDIORUM  
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA





# SIP: architettura



UA : User Agent

# Schema dei SIP URI

- Seguono lo schema base per gli URI (sintassi RFC 2396)
- Separazione tra il «naming» (identifier permanente) e gli indirizzi (locator temporanei)
  - Supporto base per la mobilità
- Due ruoli del SIP URI
  - Definire nominalmente un utente (Naming):
    - sip:user:password@host:port;uri-parameters?headers
  - Indirizzo per contattare un utente; tipicamente contiene il nome host o l'indirizzo IP, la porta e il protocollo di trasporto, ...
- URI possono portare parametri aggizionali
- URI possono identificare servizi
- *Uso dello schema URI 'sips' per richiedere una comunicazione sicura*

# Esempi di indirizzi SIP URI

- Domain o indirizzo IP
  - sip:unibo.test
  - sip:192.168.42.1
- SIP URI da chiamare (Registro degli indirizzi)
  - sip:bob@unibo.test
- SIP Contact Address (locazione attuale)
  - sip:bob@host1.unibo.test
  - sip:bob@192.168.42.9:9950
- Service identifier; semantica opaca all'utente
  - sip:voicemail@service.com
  - sip:conf-1234@confserv.com
  - sip:user34@anonymizer.org
- I parametri nell'URI possono portare informazioni aggiuntive:
  - sip:bob@unibo.test;maddr=10.0.0.1
  - sip:+1555123456@tel-gw.unibo.test;user=phone

# Messaggi

- Protocollo basato su linee di testo (UTF-8, RFC 2279)
- Messaggi:
  - Request: richieste da UA client a UA server
    - In Dialog, out of Dialog
  - Response: risposte da server a client
  - Formato descritto da RFC 2822 anche se la sintassi differisce nel set di caratteri e nei dettagli
    - Es: SIP permette l'uso di campi header
- Formato di un generico messaggio (riuso della sintassi HTTP/1.1):
  - start-line (CRLF) : Request-Line / Status-Line
  - Headers (CRLF)
  - CRLF
  - [ message-body ]
- CR e LF sono permessi solo a fine linea, non è permesso l'utilizzo di linear whitespace (LWS)
- CRLF: carriage-return line-feed

# Sintassi del messaggio: Richiesta

Start line

```
INVITE sip:user@domani.com SIP/2.0
```

Intestazione messaggio  
(header)

```
To: Bob <sip:bob@domain.com>  
From: Alice<sip:alice@domain.com>;  
      tag=4711  
Max-Forwards: 70  
Content-Length: 117  
Content-Type: application/sdp  
Call-ID: 2342344233@134.102.218.1  
Cseq: 49581 INVITE  
Contact: sip:alice@137.204.107.60:5083;  
        transport=udp  
Via: SIP/2.0/UDP 134.102.218.1;  
     branch=z9hG4bK776asdhds
```

Message body  
(contenuto SDP)

```
v=0  
o=jo 75638353 98543585 IN IP4 134.102.218.1  
s=SIP call  
t=0 0  
c=IN IP 134.102.224.152  
m=audio 47654 RTP/AVP 0 1 4
```

# Metodi

- **INVITE** Avvia una chiamata (crea un Dialogo)
- **RE-INVITE**, solo per Dialoghi confermati
- **ACK** Conferma di un messaggio ricevuto (non nella transaction)
  - La transaction ID può essere diversa, i parametri del dialogo sono quelli dell'INVITE
- **BYE** Termina o trasferisce la chiamata (Distrugge il Dialogo)
  - Solo per Dialoghi confermati
- **CANCEL** Cancella ricerche o lo stato di ringing
  - Solo per dialoghi non confermati
- **OPTIONS** Caratteristiche supportate dall'inviante
- **REGISTER** Registra presso un server
- **UPDATE** aggiorna un dialogo non stabilito (simile ad INVITE)
  - Solo per dialoghi non confermati

# Sintassi del messaggio : Risposta

Start line

```
SIP/2.0 200 OK
```

Intestazione messaggio  
(header)

```
To: Bob <sip:bob@domain.com>;tag=428
From: Alice <sip:alice@domain.com>;
      tag=4711
Subject: Congratulations!
Content-Length: 121
Content-Type: application/sdp
Call-ID: 2342344233@134.102.218.1
Cseq: 49581 INVITE
Contact: sip:bob@myhost.com
Via: SIP/2.0/UDP 134.102.218.1;
     branch=z9hG4bK776asdhds
```

Message body  
(contenuto SDP)

```
v=0
o=jdoe 28342 98543601 IN IP4 134.102.20.22
s=SIP call
t=0 0
c=IN IP 134.102.20.38
m=audio 61002 RTP/AVP 0 4
```

# Risposta

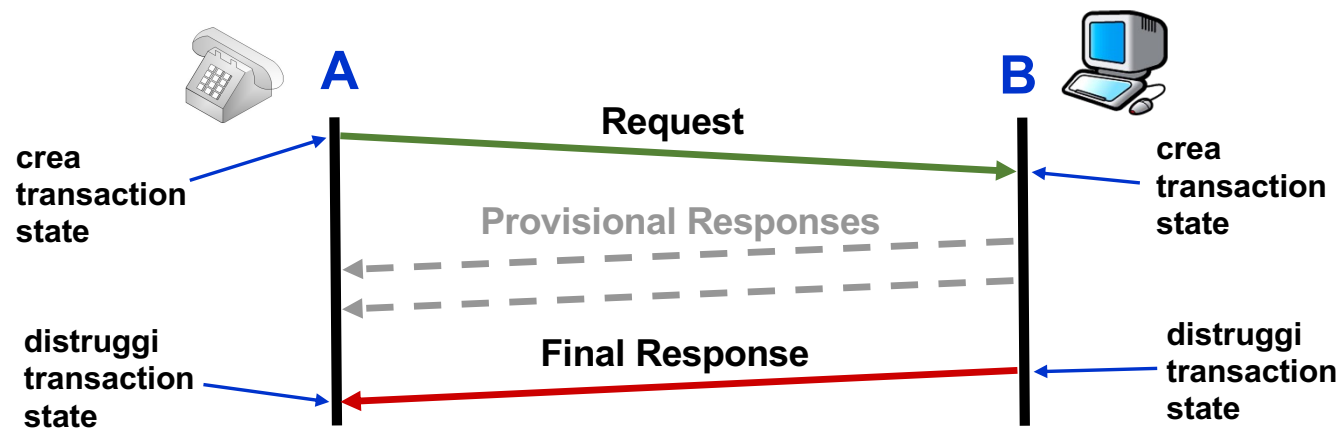
- La prima cifra definisce la classe di risposta, XX sono cifre numeriche proprie di una determinata azione.
  - 1xx Provisional: in ricerca, squillo, accodato (100 Trying, 180 Ringing)
  - 2xx Success: (200 OK)
  - 3xx Redirection: forwarding (302 Moved temporarily)
  - 4xx Client Error: errori lato client (404 User not Found)
  - 5xx Server Error: errori lato server (500 Internal Server Error)
  - 6xx Global Failure: occupato, rifiutato, non disponibile (603 Decline)
- Tipi di risposte
  - Provvisorie: non terminano una transaction (1xx)
  - Definitive: terminano una transaction (2xx, 3xx, 4xx, 5xx, 6xx)
    - 3xx, 4xx, 5xx: indicano informazioni “provvisorie” per il dialogo
    - 2xx, 6xx: avviano o chiudono definitivamente il dialogo
- **Indicazione ragione:** una descrizione testuale del codice di stato, per l’interazione con l’utente
  - Il client non è obbligato né a mostrare né a processare la Reason-Phrase (es: linguaggi differenti)



# Body del messaggio

- In Richieste e in risposte (opzionale)
  - L'interpretazione del body dipende dal tipo di messaggio.
- Body Type
  - Definiti dagli headers
  - Tipo "multipart" MIME (RFC 2046)
  - Tipo di default "text"
- Headers
  - **Content-Type**: definisce il tipo di body
  - **Content-Length**: contiene un ottetto (byte) che indica la lunghezza del body
  - **Content- Encoding**: header: definisce il tipo di decodifica come per esempio la compressione (altrimenti omesso)

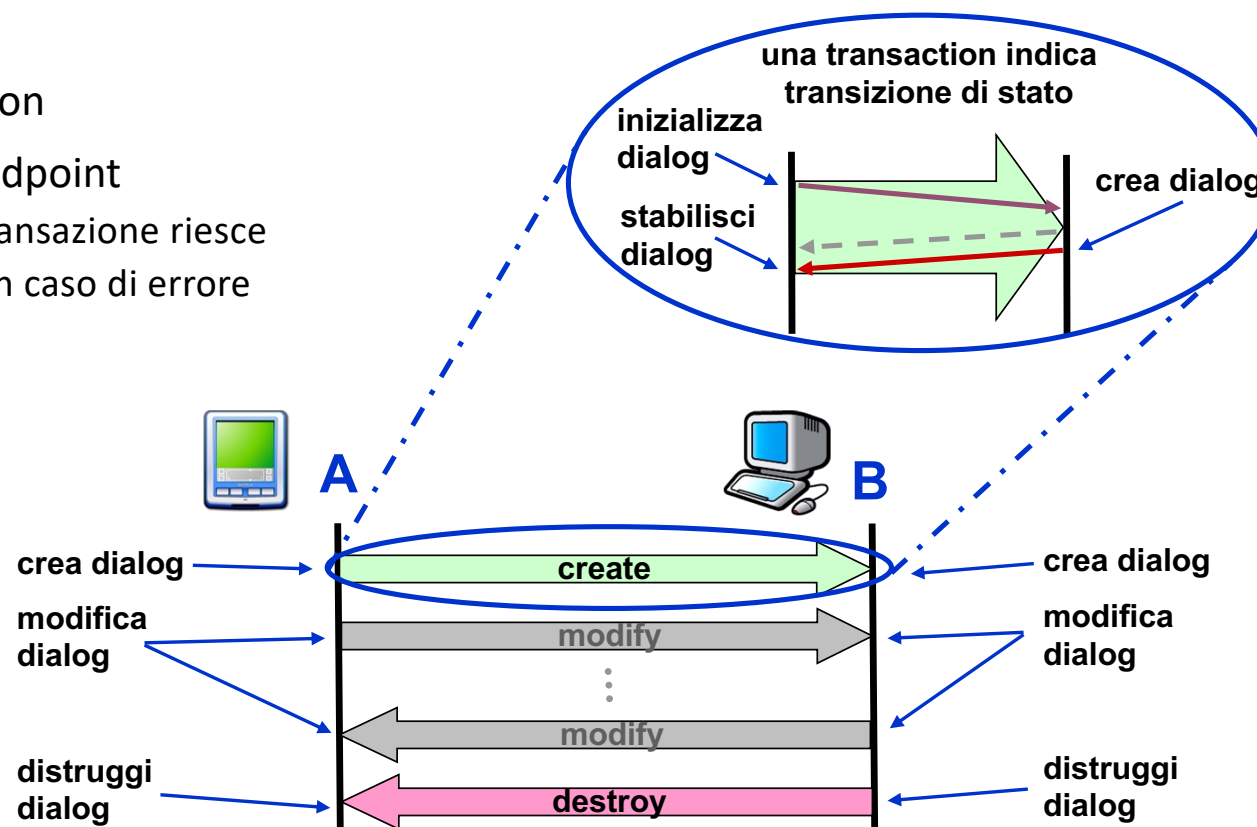
# SIP transactions



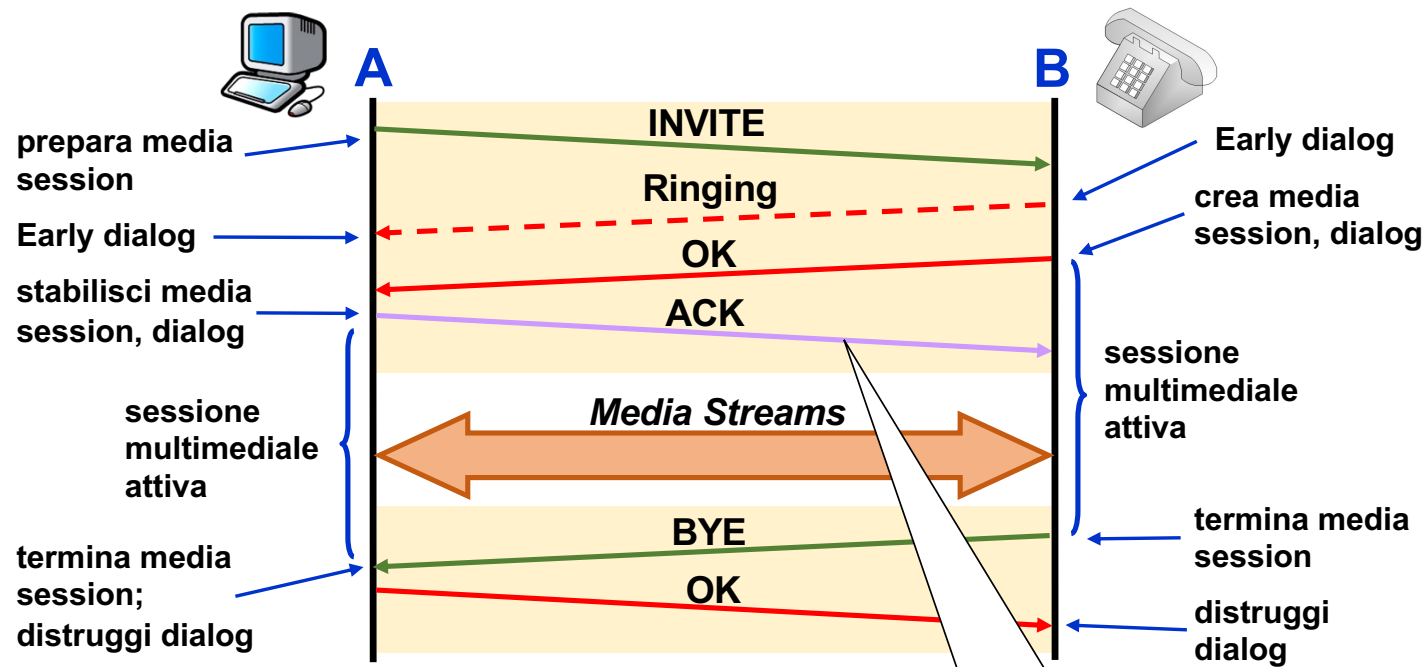
- Approccio RPC-like:
  - **Request** iniziale
  - Attesa di **Final Response**
- **Provisional Responses:**
  - Informazioni aggiuntive
  - Possono essere inaffidabili
- Identificativo univoco (**transaction ID**) (origine, destinazione, unique token, sequence number, ...)
- Completamento indipendente della transaction

# Dialoghi

- **Signalling** vs. **media** session
- Stato distribuito tra gli endpoint
  - Lo stato cambia se la transazione riesce
  - Nessun cambiamento in caso di errore
- **Unique dialog identifier**



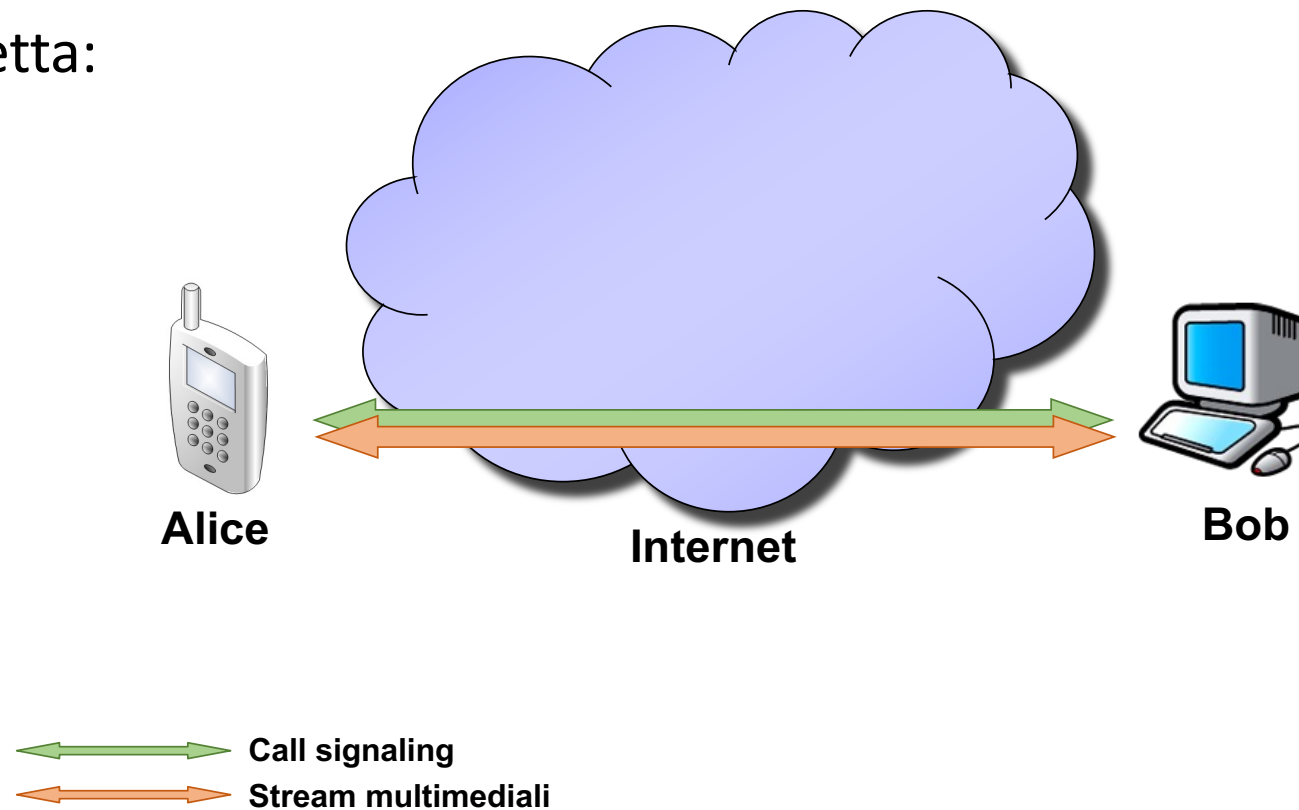
# Esempio di dialogo



Caso particolare: le transaction INVITE richiedono un three-way handshake.

# Scenari applicativi SIP: chiamata diretta

Chiamata Diretta:  
aa UA a UA



# Call flow

unibo.test

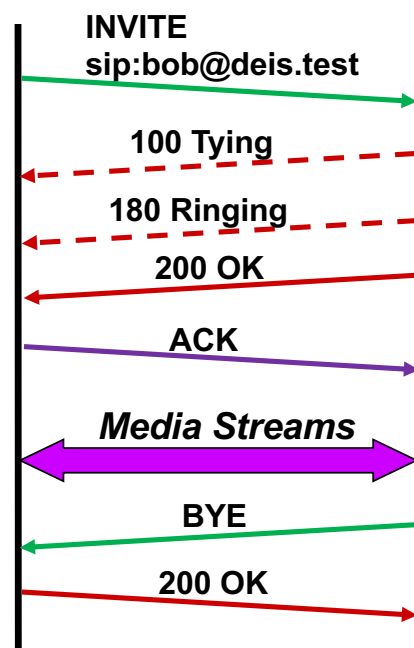


alice@unibo.test

deis.test



bob@deis.test



**N.B.:**

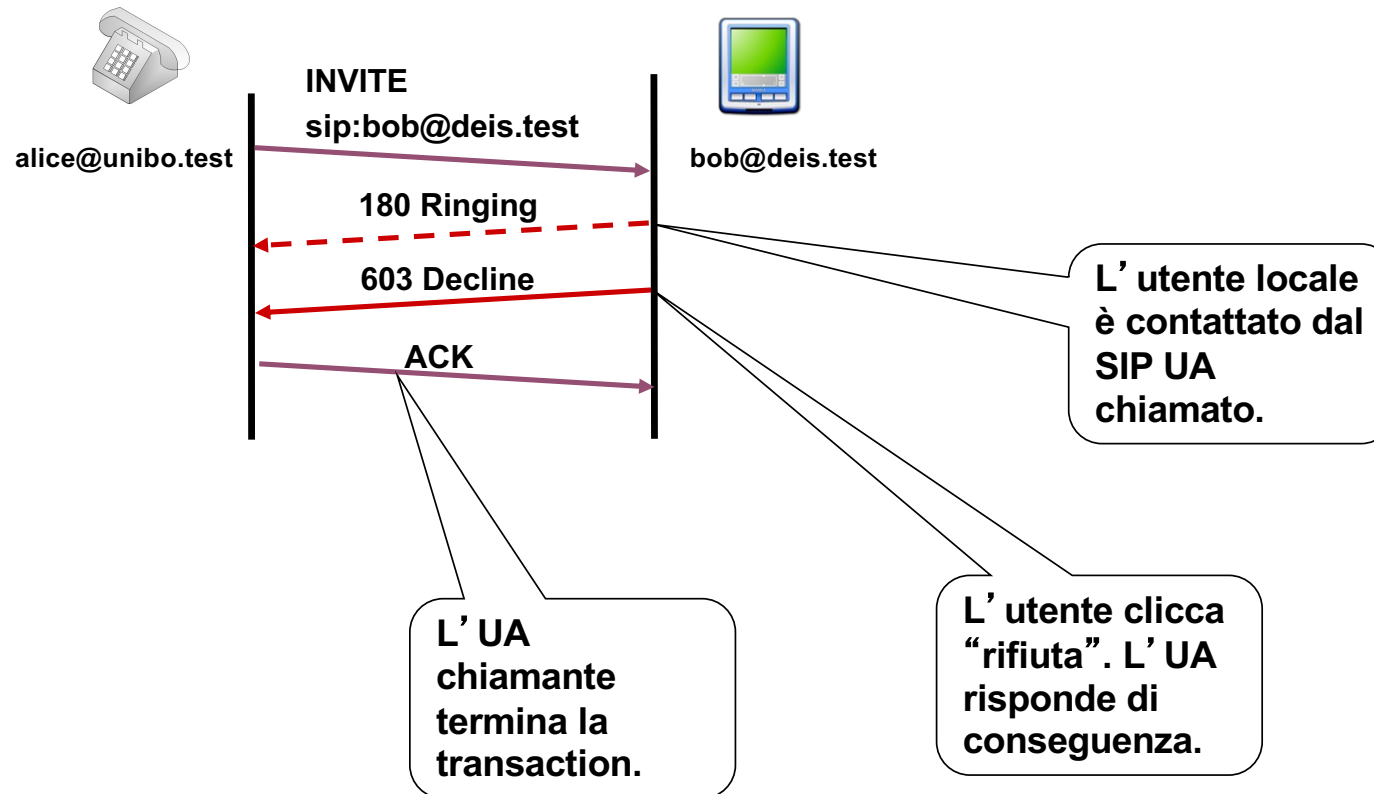
Il three-way handshake è usato solo per richieste di tipo INVITE.

- Il chiamante (**caller**) conosce il nome host o l'indirizzo IP del chiamato (**callee**)
- L'UA destinatario riporta i cambiamenti di stato
- Quando Bob accetta la chiamata viene inviato l'OK
- L'UA chiamante conferma, la chiamata è stabilita
- Segue lo scambio di informazioni multimediali (es. RTP)
- La chiamata è terminata da uno dei due partecipanti

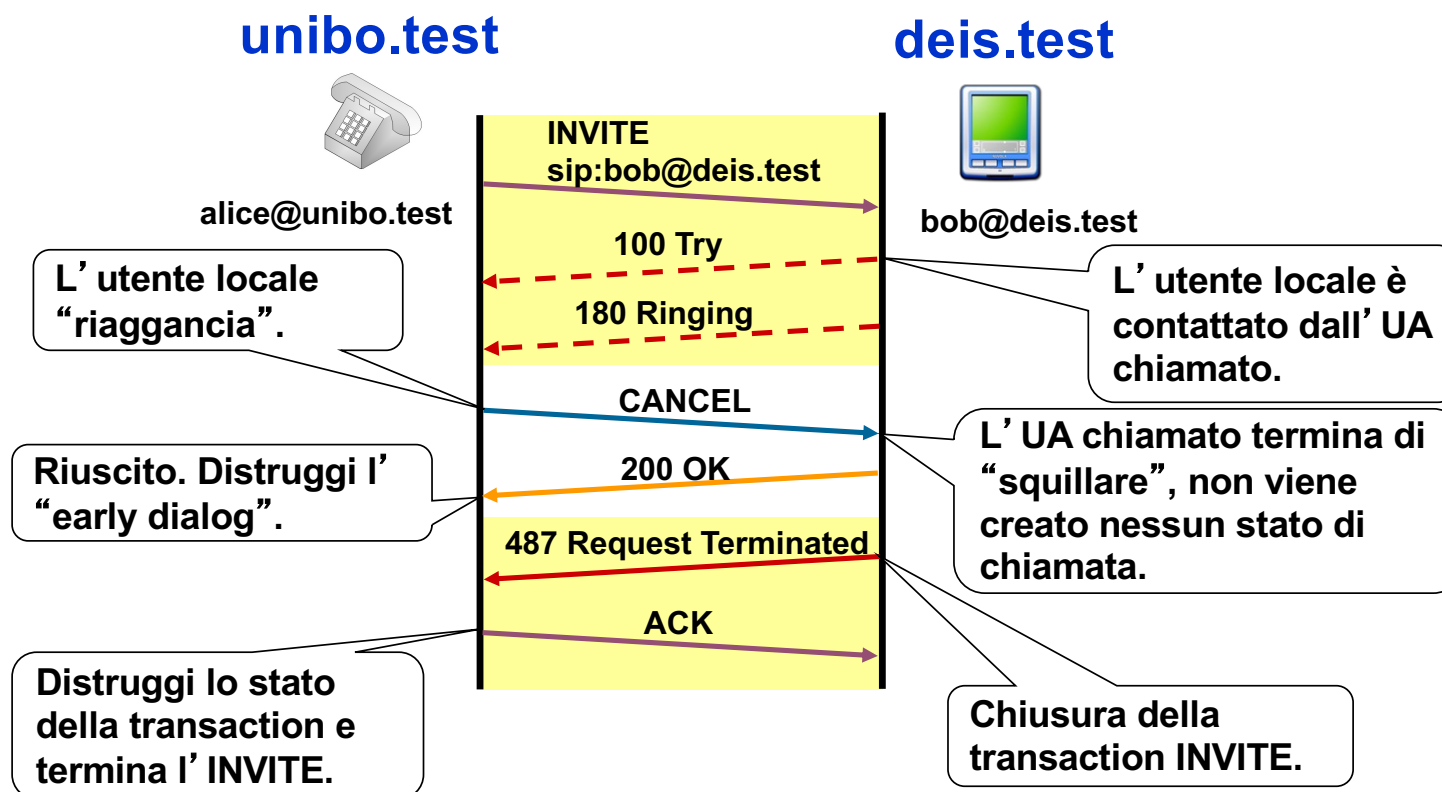
# Chiamato rifiuta la comunicazione

**unibo.test**

**deis.test**

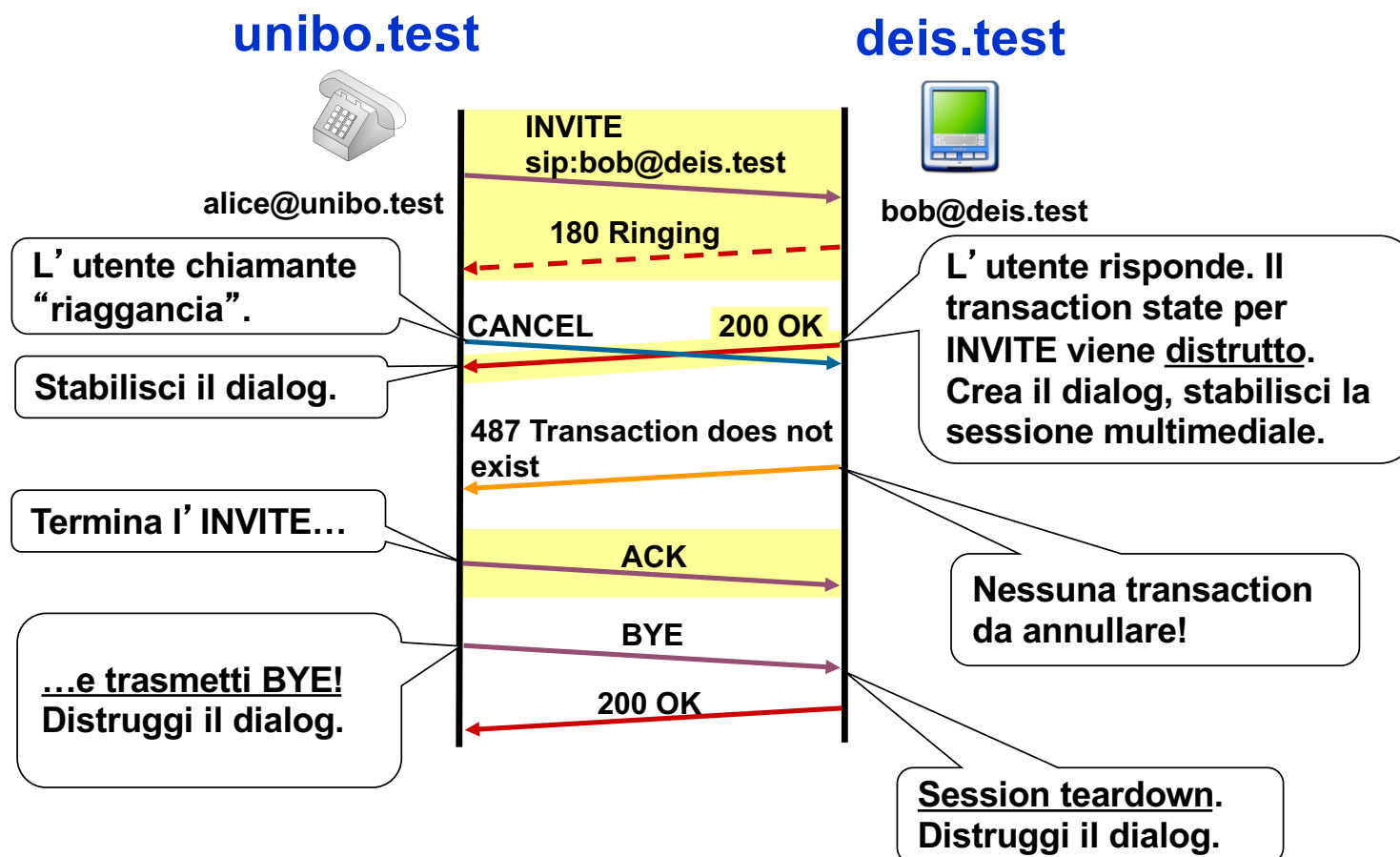


# Chiamante abbandona la chiamata

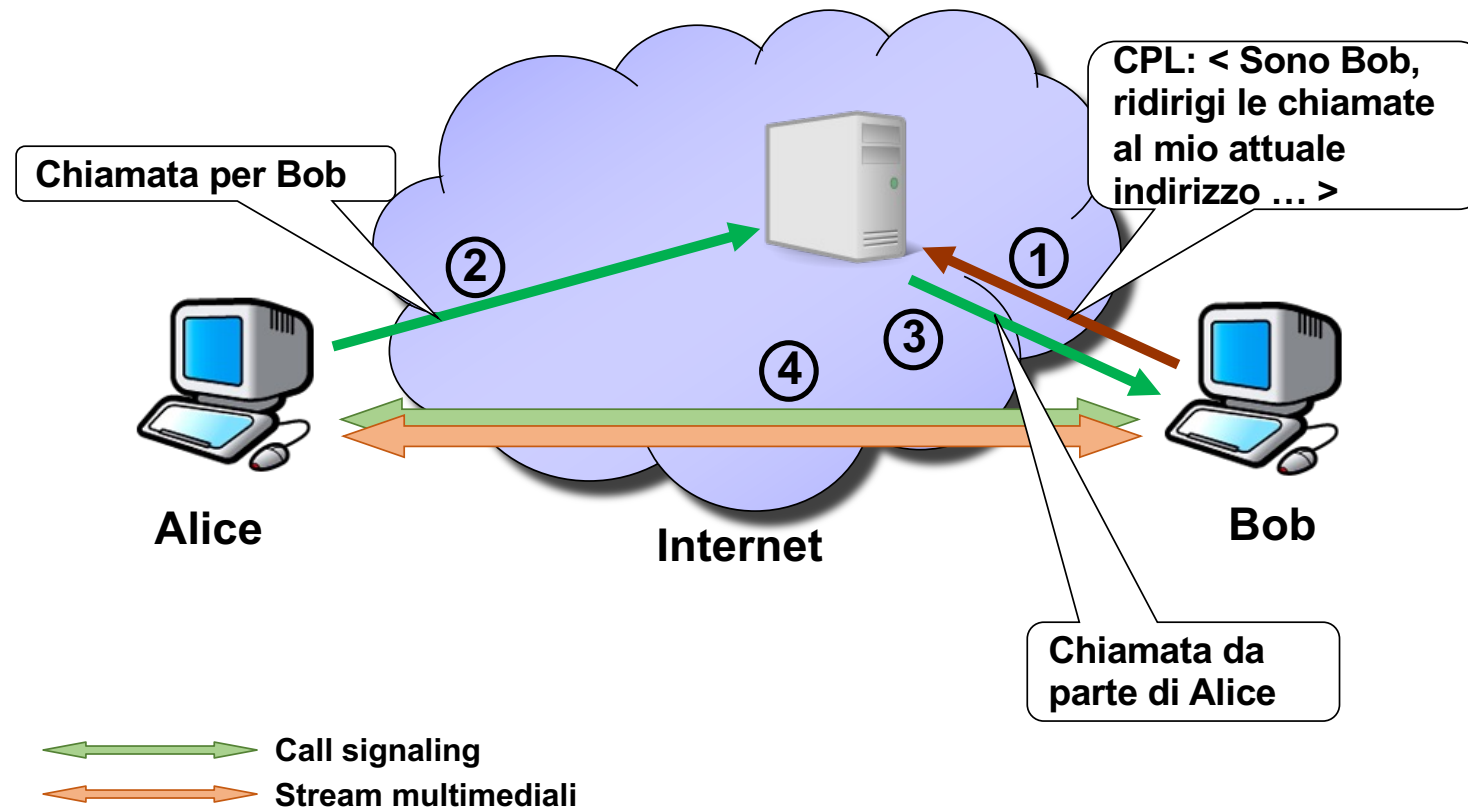




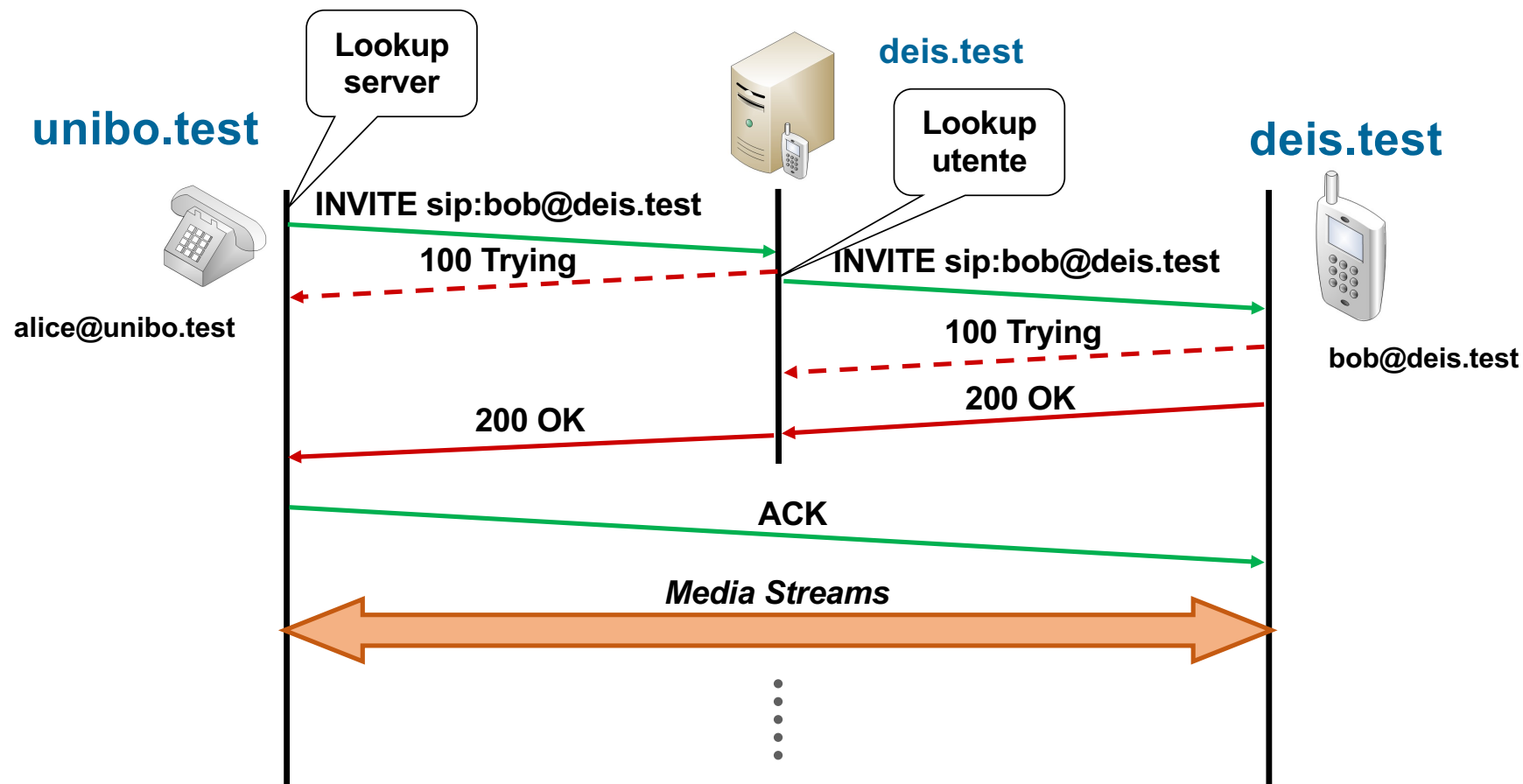
# Chiamante abbandona a chiamata stabilita



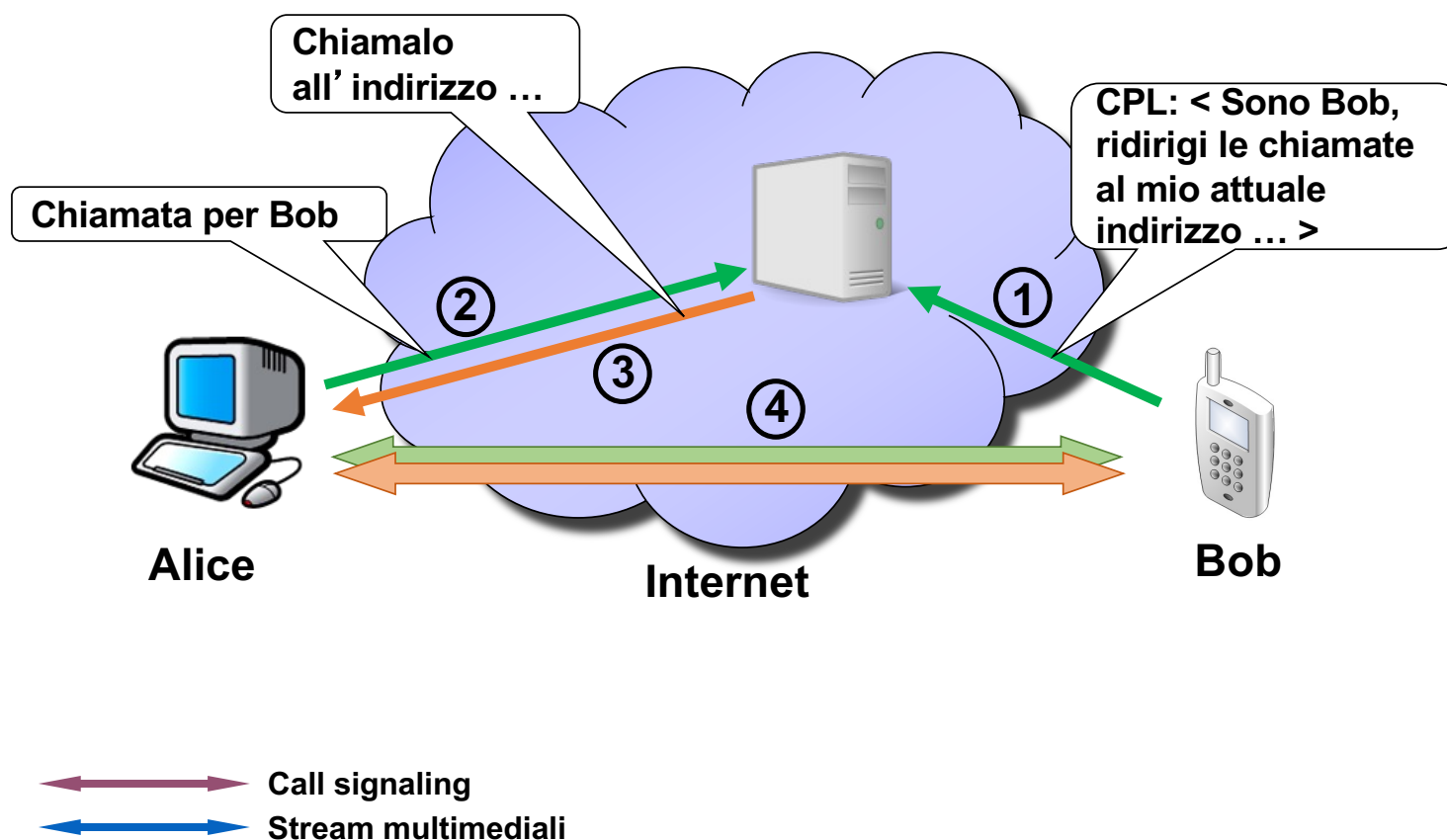
# Scenari applicativi SIP: Proxied call



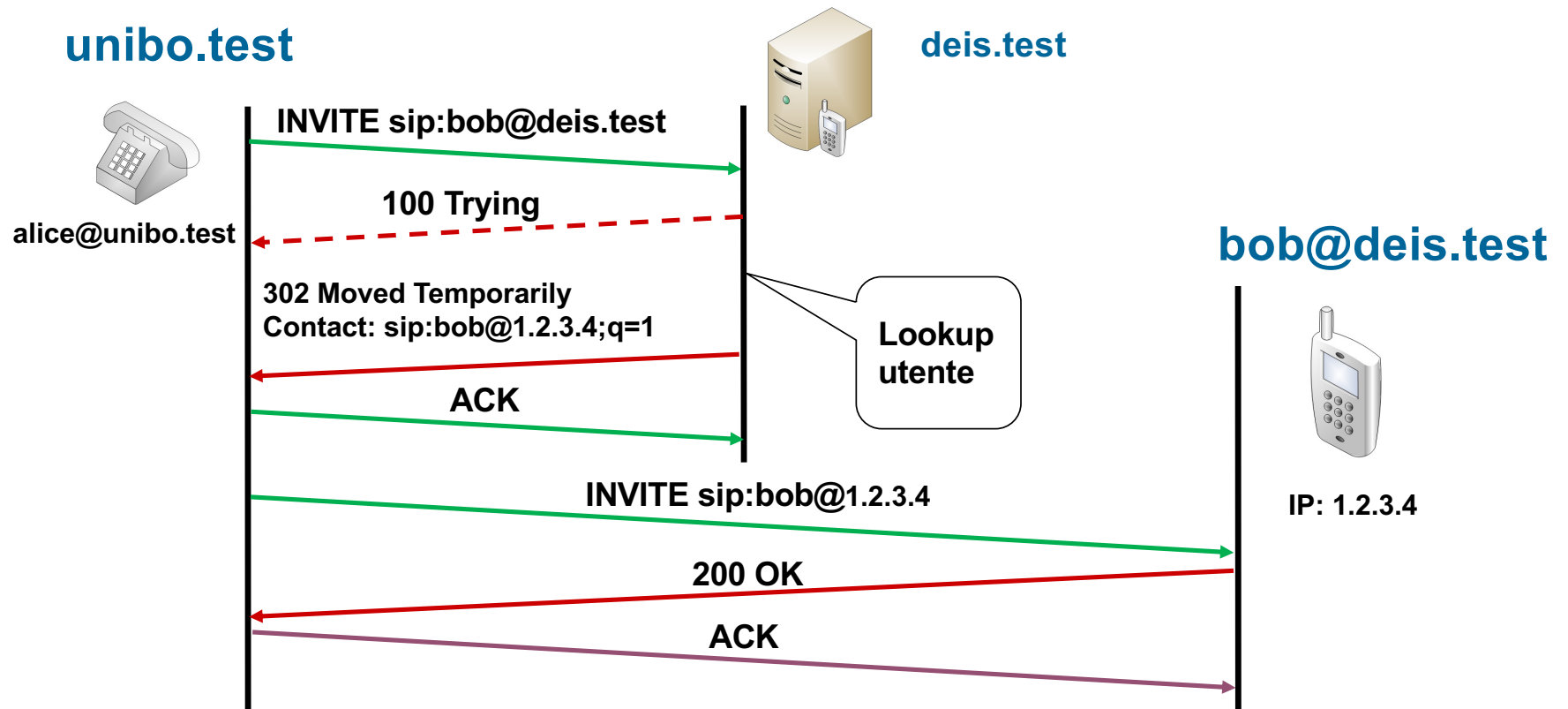
# Call flow



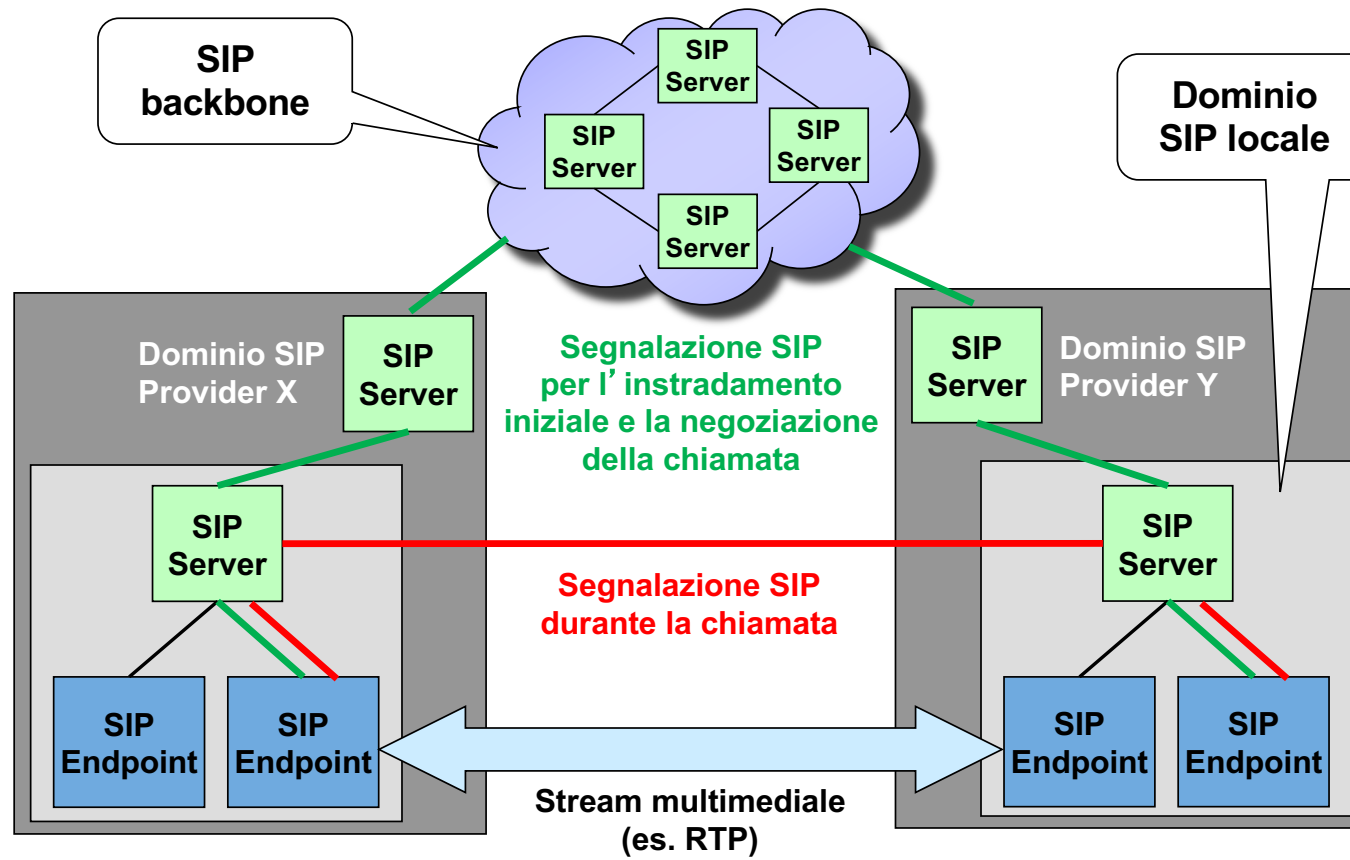
# Scenario applicativo 2: Redirected Call



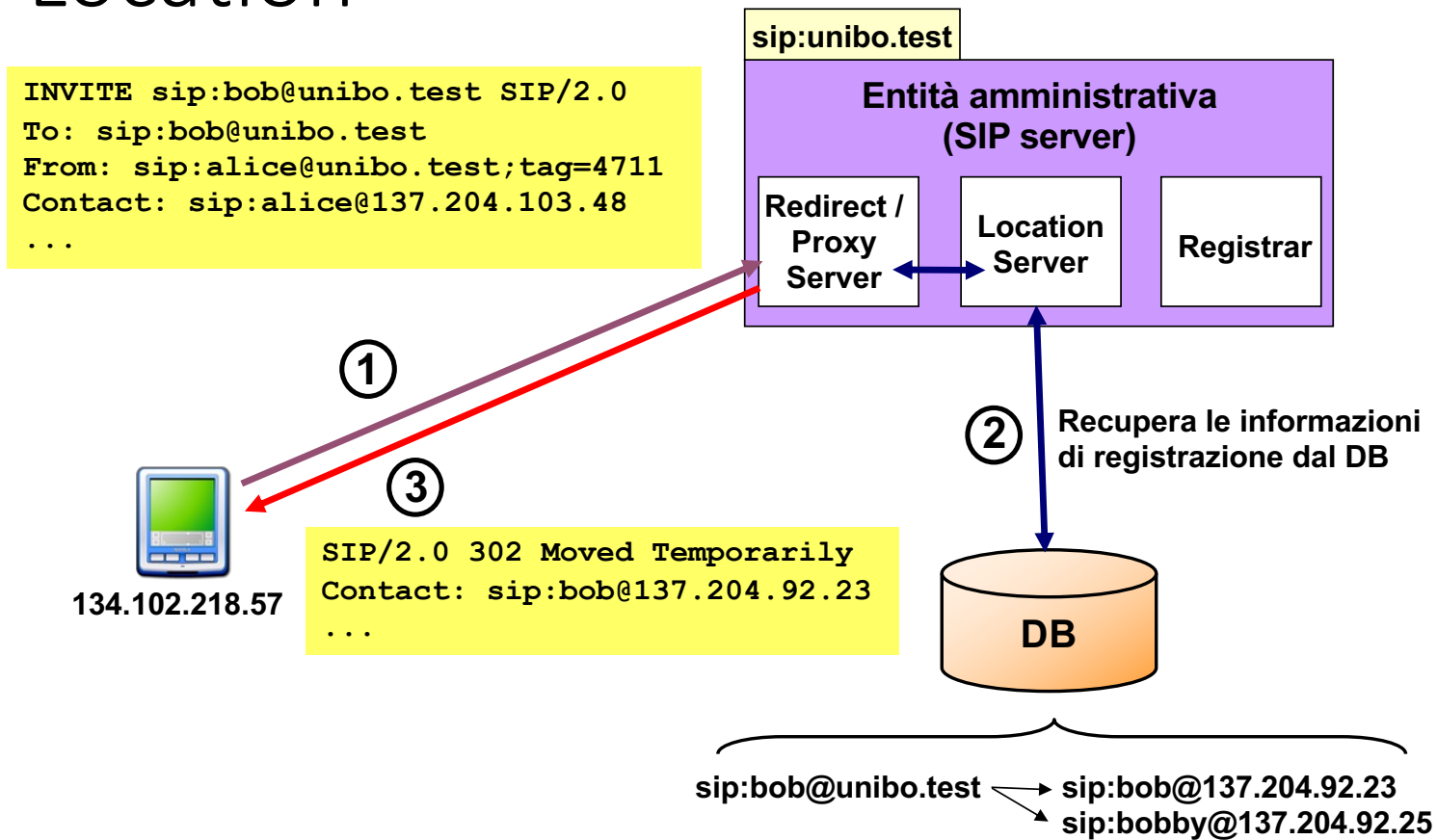
# Call flow



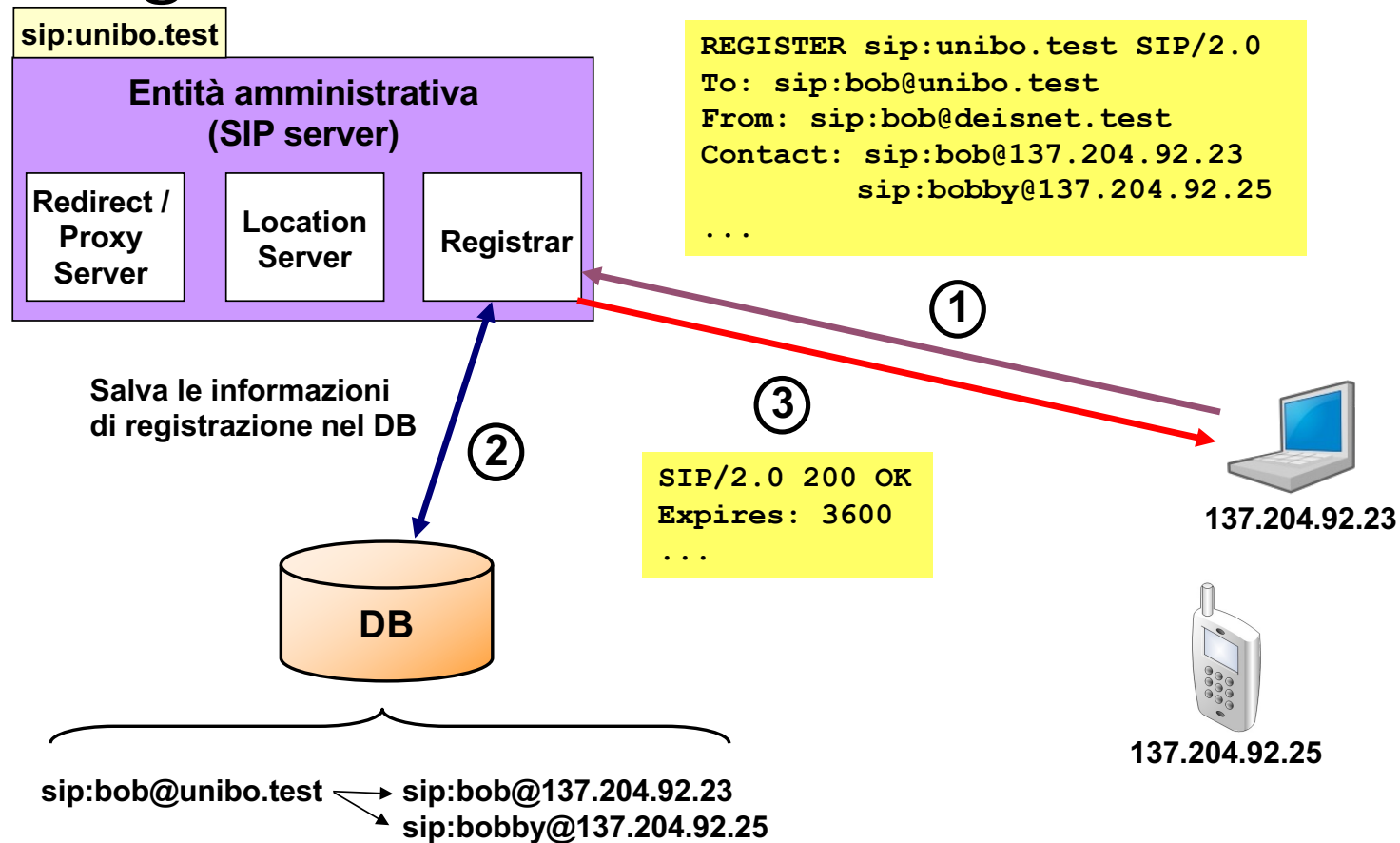
# Architettura multidominio



# User Location

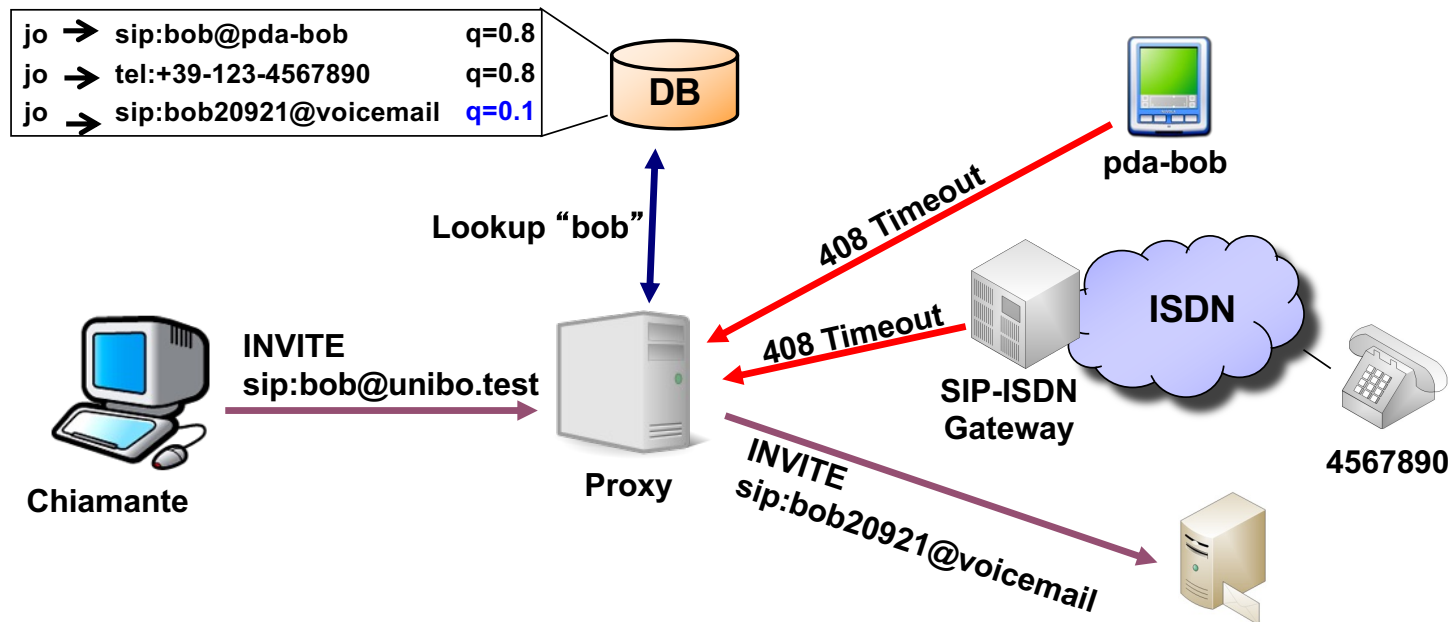


# User Registration





## Uso dei Contact: Parallel vs. Sequential Forking



- **Contact-Parameter q** per il "peso" del contatto
- Forking proxy posso essere raggruppati secondo il **q-value**
  - esempio: chiama il server voicemail solo in assenza di risposta da tutti gli UA
- Nessun successo
  - Si procede con il più basso **q-value**
- Problema: aumento del tempo per stabilire una chiamata

# IP Multimedia Sub-system

- Architettura funzionale per realizzare servizi multimediali su reti IP
- Originalmente formulata per 3GPP Rel-5
  - Pensato per superare il modello delle due tecnologie per due servizi delle reti mobili (voce a circuito, dati e SMS a pacchetto)
- Utilizza SIP per la segnalazione

# Architettura

