

***La rete ISDN
(Integrated Services Digital
Network)***

***Prof. S. Marano
Università della Calabria***

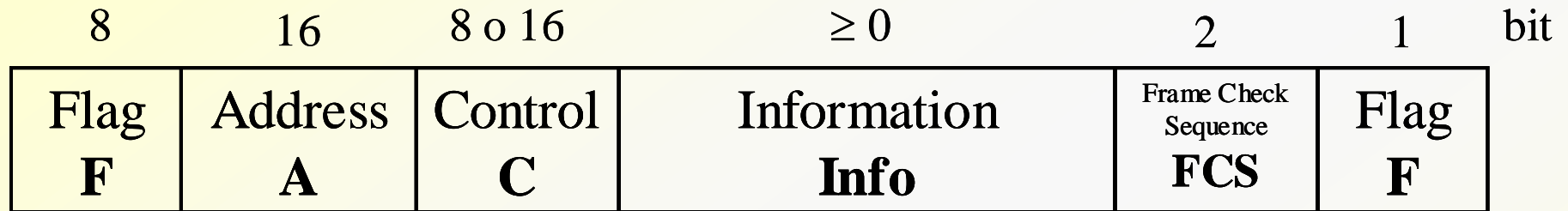
Protocollo di linea

- **Ha il compito di fornire un collegamento privo di errori tra il nodo di rete LE e le apparecchiature di utente TE**
- **Il compito è svolto dal protocollo LAP-D, definito dall'ITU-T come il protocollo di linea nell'ambito del cosiddetto "Sistema di Segnalazione Numerico n. 1", DSS1 (Digital Subscriber Signaling No. 1)**
- **LAPD è utilizzato a livello 2 da ISDN per il trasporto delle trame informative sul canale D**
- **LAPD deriva direttamente da HDLC e le sue specifiche sono contenute nelle raccomandazioni ITU-T Q.920 e Q.921**

Protocollo di linea: LAPD

- **LAPD ammette come modalità di funzionamento solo la **ABM (Asynchronous Balanced Mode)****
- **al contrario di HDLC (che in modalità ABM supporta solo le connessioni punto-punto), LAPD supporta anche la configurazione punto-multipunto (interfaccia BRI)**
- **per far funzionare il protocollo in questa modalità è presente un sotto-livello MAC che si occupa di regolare l'accesso dei terminali all'interfaccia evitando conflitti**

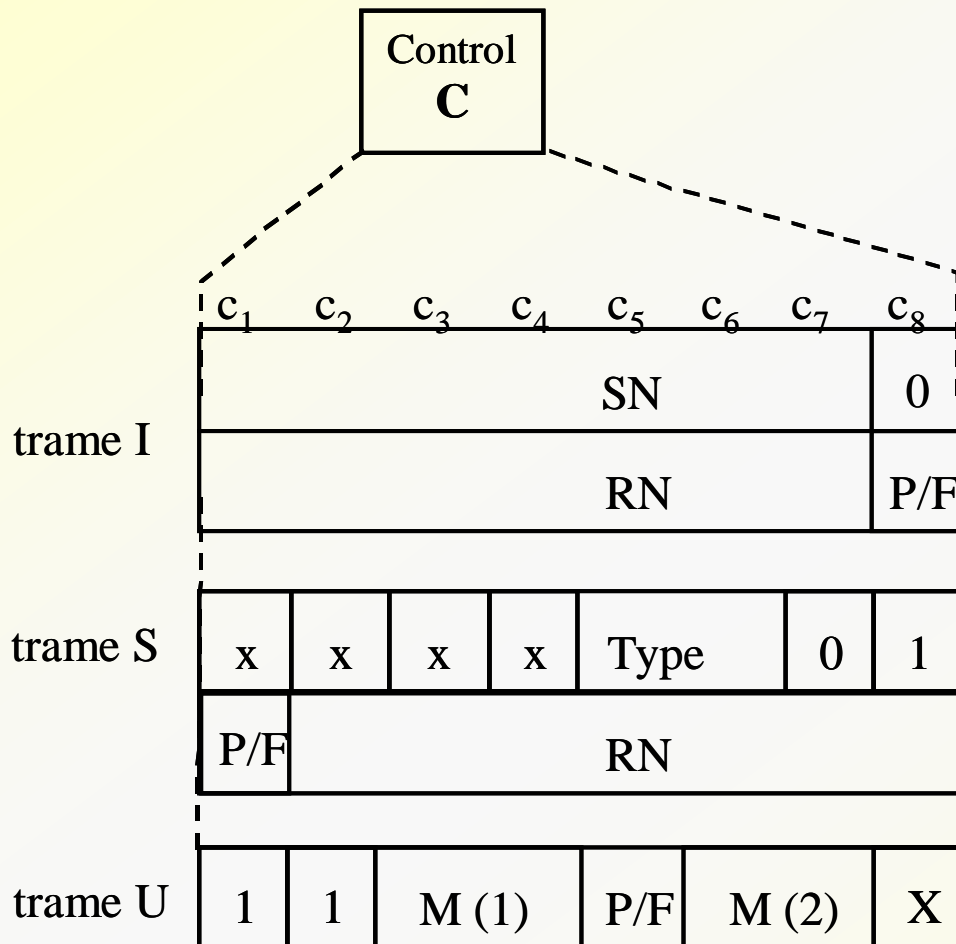
LAPD: struttura delle trame



➤ **E' analoga a quella di HDLC, ma:**

- **il campo Control (C) è di 16 bit per le trame informative (I) e di supervisione (S), mentre è di 1 byte per le trame non-numerate (U), quindi la numerazione avviene tramite i campi SN e RN di 7 bit ed è modulo 128**
- **il campo Address può essere esteso a 2 byte**

LAPD: struttura delle trame



- **I tipi di trame sono gli stessi di HDLC**
- **solo alcuni tipi di messaggio possono essere usati**
- **ad es. SABME (set ABM extended) per l'apertura della connessione**

LAPD: struttura delle trame

Tabella 8.6 Trame definite nel protocollo LAP-D.

| Tipo | Trama | Significato | Comando | Risposta |
|-------------|--------------|---|----------------|-----------------|
| I | I | Information | X | X |
| S | RR | Receive ready | X | X |
| | RNR | Receive not ready | X | X |
| | REJ | Reject | X | X |
| U | SABME | Set asynchronous balanced mode extended | X | |
| | DM | Disconnect mode | | X |
| | UI | Unnumbered information | X | |
| | DISC | Disconnect | X | |
| | UA | Unnumbered acknowledgment | | X |
| | FRMR | Frame reject | | X |
| | XID | Exchange identification | X | X |

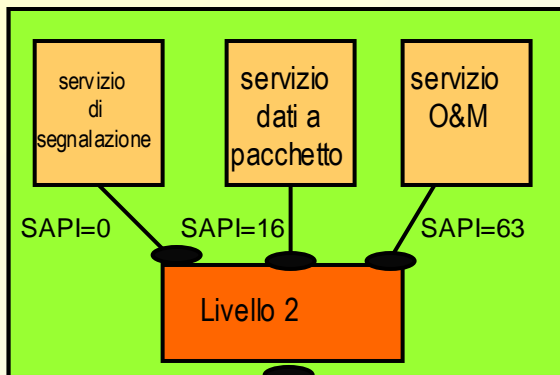
LAPD: campo Address

| c ₁ | c ₂ | c ₃ | c ₄ | c ₅ | c ₆ | c ₇ | c ₈ |
|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| SAPI | | | | | | C/R | 0 |
| TEI | | | | | | | 1 |

- **L'indirizzo è diviso in due parti:**
 - **TEI (Terminal Equipment Identifier):** identifica il terminale nell'insieme di quelli collegati (tutti 1 è broadcast)
 - **SAPI (Service Access Point Identifier):** identifica all'interno di un terminale il protocollo utente di LAPD a livello superiore (livello 3)
 - **bit CR:** indica se il frame contiene un comando o una risposta
 - **l'ultimo bit del primo ottetto del campo address è posto a 0 per segnalare che vi è un ulteriore byte del campo address; e l'ultimo bit del secondo byte è posto ad 1 per segnalare che quello è l'ultimo byte del campo**

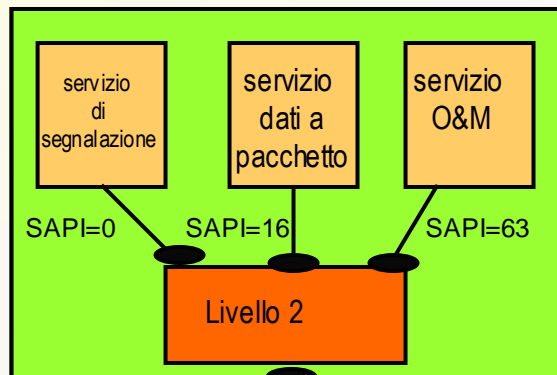
LAPD: significato di TEI e SAPI

TE



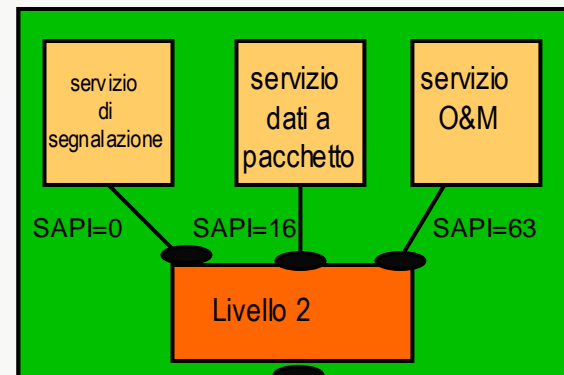
TEI=67

TE



TEI=67

LE



- **I valori dei SAPI sono assegnati in base al servizio che si appoggia su LAPD (es. DSS1, X.25)**
- **I valori dei SAPI per i vari servizi di livello 3 sono noti a priori e definiti dallo standard; al momento sono definiti:**
 - **servizio di segnalazione (SAPI = 0), servizio dati a pacchetto di tipo X.25 (SAPI = 16) e quello per i messaggi di servizio del livello 2 (SAPI = 63)**

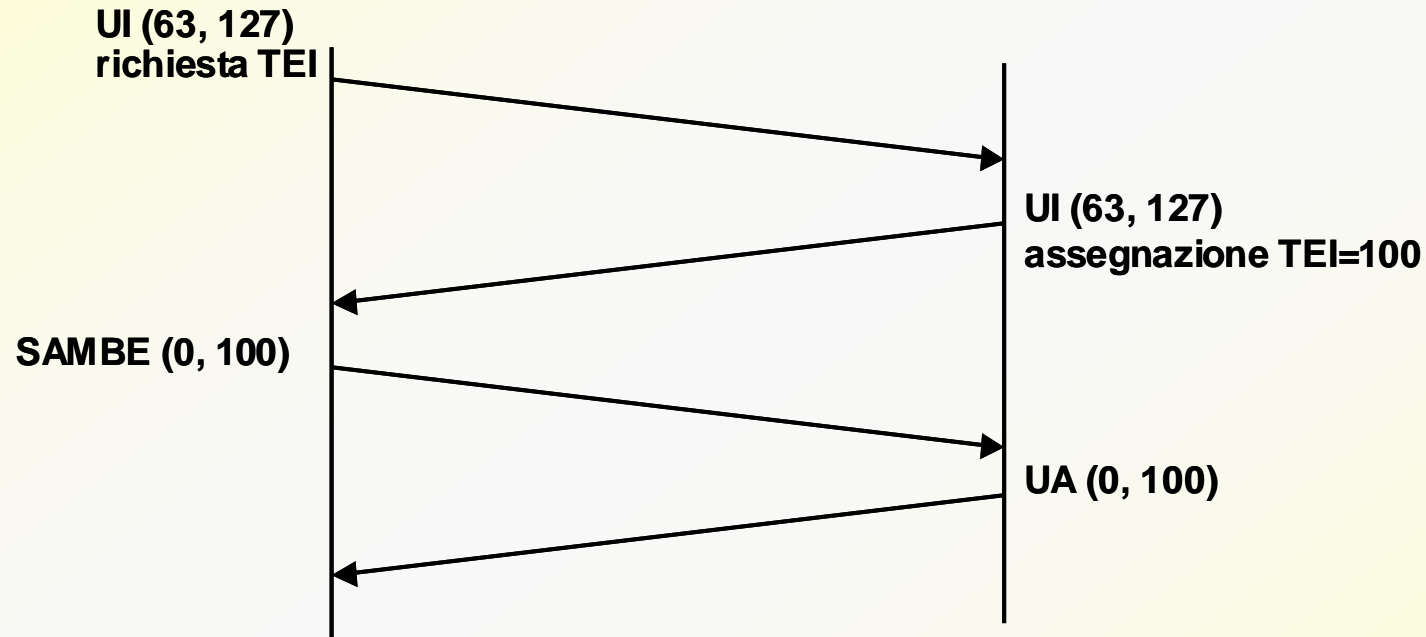
LAPD: significato di TEI e SAPI

- **TEI è lungo 7 bit e potrebbe quindi indirizzare fino a 128 terminali**
 - **molto di più del numero max di 8 ammesso da ISDN sull'interfaccia BRI**
- **i valori 0-63 sono usati per terminali poco evoluti ai quali deve essere assegnato il TEI in modo statico, memorizzandolo ad es. in una ROM dell'apparato**
- **i valori 64-126 sono assegnati per terminali in grado di negoziare il valore del TEI nella fase di instaurazione della connessione di livello 2**
- **il valore 127 è usato come indirizzo broadcast per indirizzare tutti i terminali collegati**

LAPD: significato di TEI e SAPI

- **L'assegnazione dinamica dei TEI viene gestita dal protocollo LAPD mediante lo scambio di trame UI (Unnumbered Information) che trasportano dei messaggi speciali tra LE e TE:**
 - **richiesta identità: inviato dal terminale verso la rete**
 - **assegnazione identità: inviato dalla rete verso i terminali**
- **Tali trame UI vengono spedite con**
 - **un indirizzo pari a 127 (indirizzo broadcast) perché in questa fase il valore del TEI non è noto**
 - **SAPI pari a 63 (informazione di servizio di livello 2)**

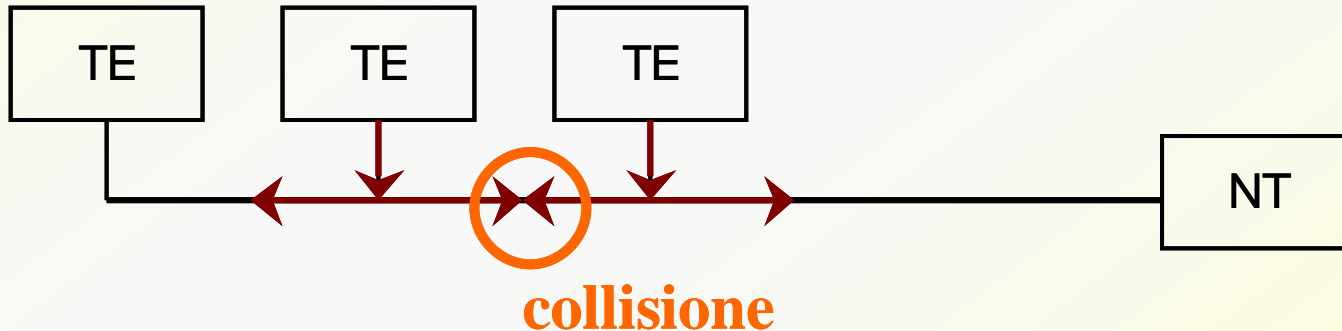
LAPD: assegnazione del TEI e apertura della connessione



**Esempio di apertura di connessione LAPD con una fase preliminare nella quale viene assegnato dalla rete il valore del TEI al terminale.
(in ogni messaggio tra parentesi è indicato il valore dei SAPI e del TEI)**

LAPD: accesso multiplo al canale D

- per il canale B non vi è rischio di collisione perché è usato in modalità a circuito
- sul canale D nella direzione da TEI ad NT è possibile la contesa tra le trasmissioni



LAPD: accesso multiplo al canale D

- **se la trasmissione è già iniziata non ci possono essere conflitti con nuove trasmissioni:**
 - **un nuovo tentativo di trasmissione sul canale D inizia dopo l'osservazione sul canale di almeno otto 1 consecutivi (che indicano assenza di segnale)**

bit stuffing

01100100101111101101011111011010

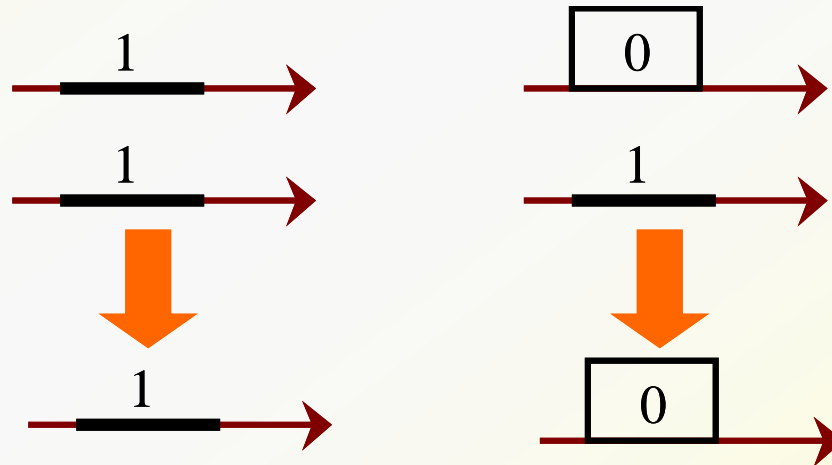
- **Si noti che a causa della tecnica del bit stuffing usata dal LAPD, se è in corso una trasmissione non è possibile osservare un numero consecutivo di 1 superiore a 5**

LAPD: accesso multiplo al canale D

- **il canale di eco (E) nella direzione da NT a TEI duplica i bit ricevuti sul canale D in direzione opposta:**
 - **chi trasmette sul canale D può controllare sul canale di eco**
 - **se corrisponde va avanti nella trasmissione**
 - **se non corrisponde interrompe la trasmissione**

LAPD: accesso multiplo al canale D

- se più utenti iniziano la trasmissione sul canale D i loro bit si sovrappongono
- il bit corrispondente del canale E vale:
 - 1 se tutti hanno trasmesso 1
 - 0 se almeno uno ha trasmesso 0

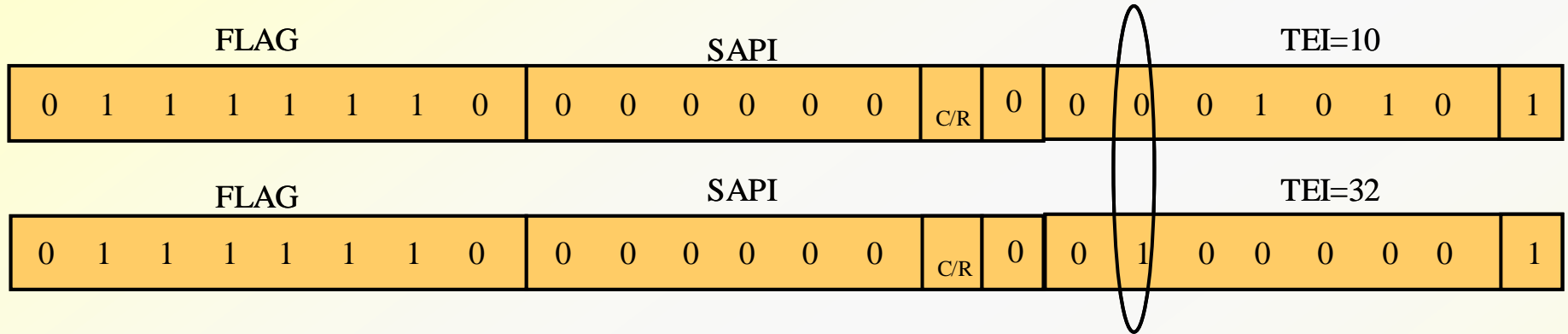


LAPD: accesso multiplo al canale D

➤ contesa sul canale D:

- una volta osservato il numero prescritto di 1 sul canale di eco il terminale inizia la trasmissione della trama**
- contemporaneamente anche un altro terminale può iniziare**
- la trasmissione dei due terminali proseguirà fino a che entrambi trasmettono gli stessi bit**
- infatti entrambi osservano dei bit di eco congruenti con la loro trasmissione**
- appena i terminali trasmettono un bit diverso uno dei due interromperà la trasmissione mentre l'altro proseguirà**

LAPD: accesso multiplo al canale D



interruzione della trasmissione
da parte del terminale con TEI=32
che osserva sul canale di eco
uno 0 invece di un 1

- **SAPI bassi hanno priorità più alta**
- **a pari SAPI, TEI bassi hanno priorità più alta**

LAPD: accesso multiplo al canale D

➤ Il numero di 1 da aspettare prima dell'inizio della trasmissione dipende da:

↗ livello di priorità:

★ normale: valore adottato normalmente

★ bassa: dopo una trasmissione con successo

↗ valore del SAPI

| priorità | SAPI=0 | SAPI>0 |
|----------|--------|--------|
| normale | 8 | 10 |
| bassa | 9 | 11 |

Segnalazione

- **La segnalazione è una componente fondamentale delle reti telefoniche perché consente di gestire dinamicamente i circuiti disponibili**
- **Scopo primario della segnalazione è quello di consentire la comunicazione tra gli elementi della rete in modo da trovare un circuito disponibile da assegnare per la chiamata richiesta da un utente**
 - ↗ **funzionalità di *chiamata base***
- **Due sono le componenti della segnalazione:**
 - ↗ **segnalazione utente-rete**
 - ↗ **segnalazione di rete**

Segnalazione

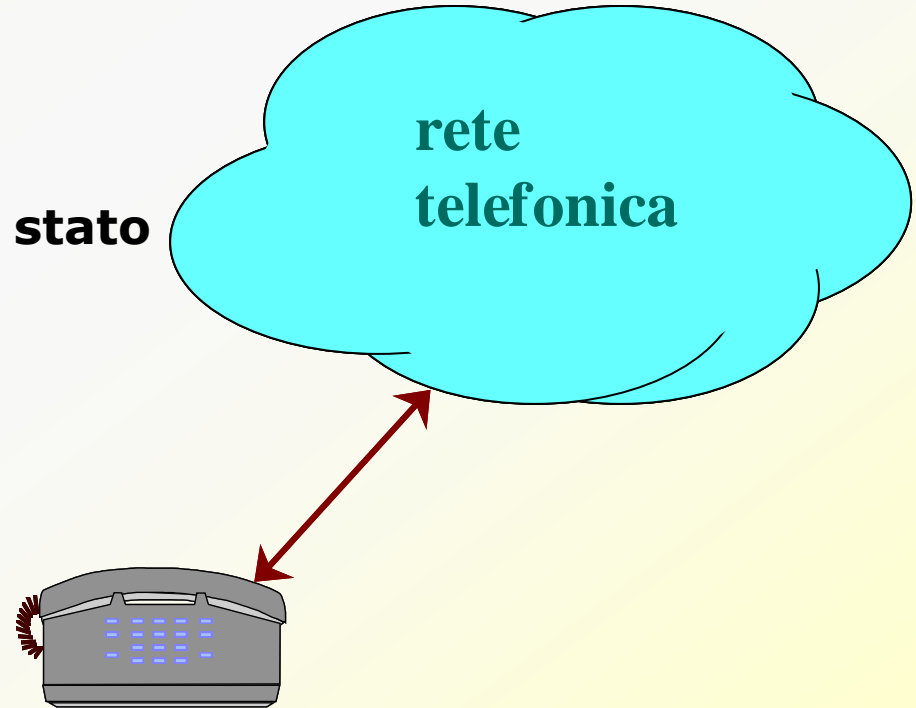
➤ **segnalazione utente-rete**

➤ **consentire all'utente di comunicare le informazioni su:**

- ★ **servizio richiesto**
- ★ **destinatario**

➤ **ricevere informazioni sullo stato della chiamata**

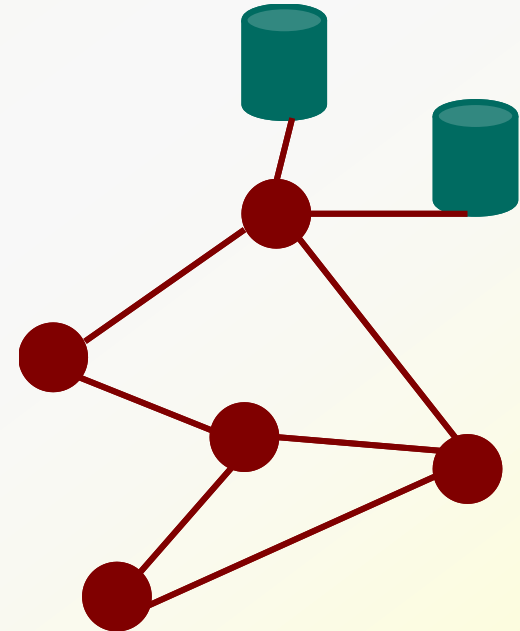
- ★ **rete disponibile**
- ★ **chiamata in corso**
- ★ **destinatario raggiunto**
- ★ **ecc.**



Segnalazione

➤ **segnalazione di rete**

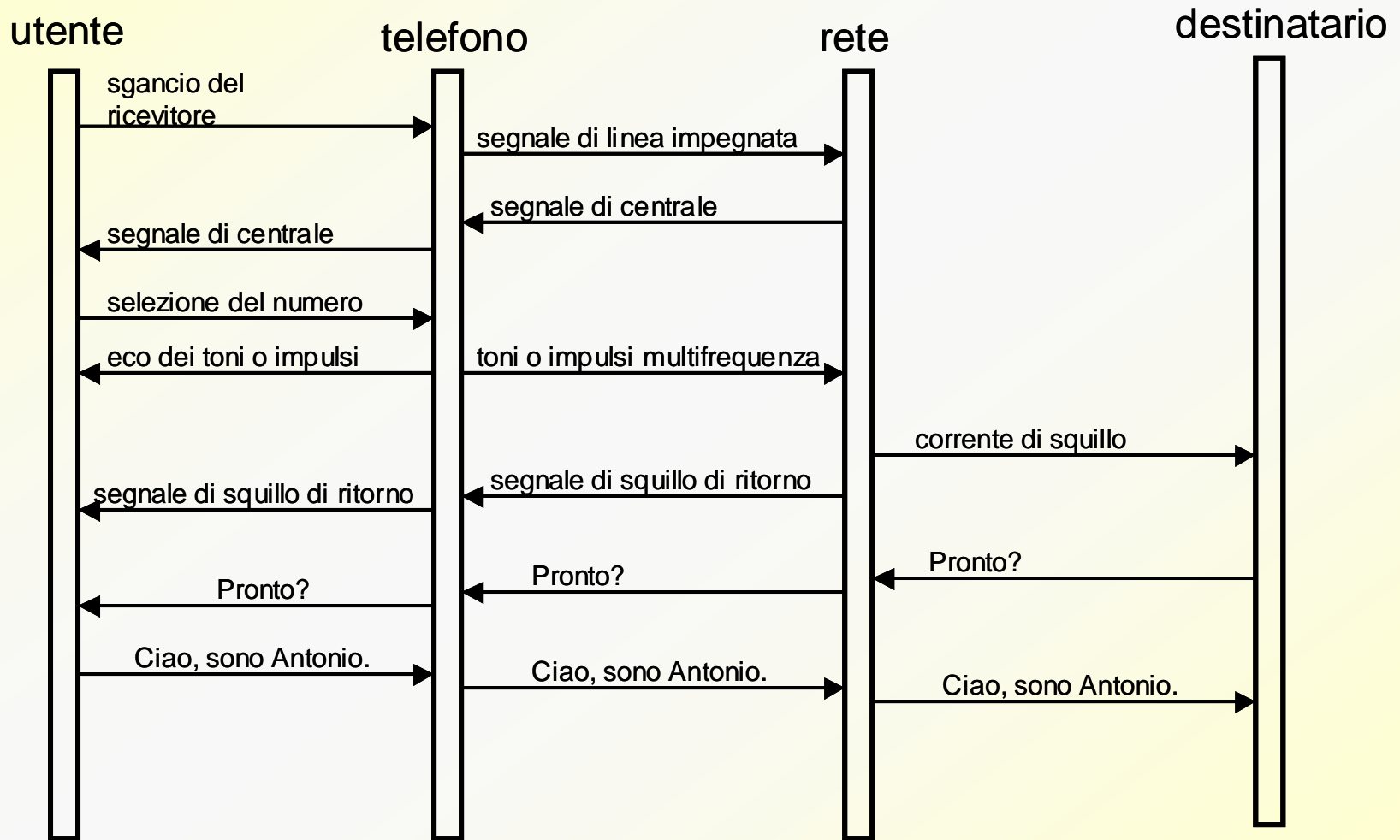
- far colloquiare le centrali per
 - ★ trovare un percorso disponibile in rete per la chiamata in arrivo
- colloquiare con altri elementi della rete per:
 - ★ fornire servizi avanzati
 - ★ esempi:
 - numeri verdi
 - notifica del chiamante
 - gestione della mobilità
 - deviazione di chiamata
 - ecc.



Segnalazione utente-rete

- **la segnalazione utente-rete dipende dal tipo di interfaccia**
- **l'interfaccia utente-rete può essere analogica o ISDN**
- **nel caso di interfaccia **analogica** la segnalazione che si scambiano utente e rete deve essere**
 - ↗ **di tipo analogico**
 - ↗ **usare lo stesso canale analogico usato per la trasmissione della voce**

Segnalazione utente-rete: interfaccia analogica



Segnalazione utente-rete: interfaccia analogica

- **Quando un utente solleva il proprio ricevitore comunica alla rete che ha intenzione di fare una chiamata. Dopo aver sganciato il ricevitore, sulla linea analogica verso la centrale fluisce una corrente continua (segnale di *hook-off*).**
- **Dalla rete giunge un tono di centrale (segnale di libero o *dial tone*) che indica all'utente che la rete è in attesa di ricevere indicazioni sulla chiamata.**
- **L'utente può, dunque, comporre il numero del destinatario sulla tastiera. L'informazione sui numeri composti giunge in centrale sotto forma di impulsi multifrequenza (DTMF – Dual Tone Multi-Frequency) o mediante i vecchi impulsi decadici.**
- **A questo punto la rete ha il compito di cercare un circuito disponibile che colleghi l'utente chiamante e quello destinatario. Quando il circuito viene chiuso, la rete genera un segnale di squillo che giunge al telefono del destinatario.**

Segnalazione utente-rete: interfaccia analogica

- **Contemporaneamente la rete genera anche un segnale di squillo di ritorno verso il telefono del chiamante che dunque viene informato che il destinatario è stato raggiunto e che si è in attesa di una risposta.**
- **Appena il destinatario alza il ricevitore la conversazione può iniziare.**
- **Nel caso di accesso analogico tutta la segnalazione passa attraverso il canale **analogico** che collega utente a centrale sotto forma di segnali particolari che vengono interpretati dall'apparecchio telefonico o direttamente dall'utente. Si parla in questo caso di **segnalazione in banda**.**

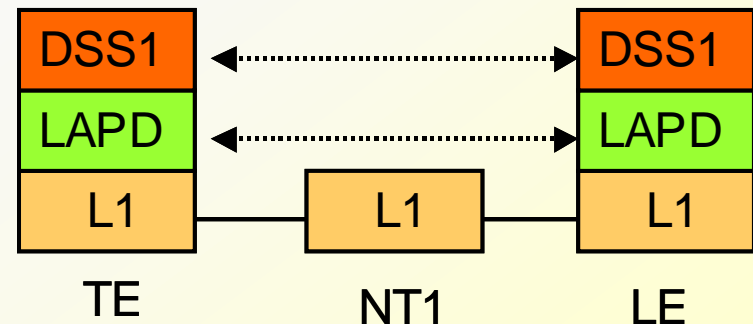
Segnalazione utente-rete ISDN

- Diverso è il caso in cui l'interfaccia tra utente e rete è di tipo digitale ISDN
- In questo caso tutta la segnalazione passa in forma di messaggi sulle trame trasportate dal **canale D** dell'interfaccia d'accesso

➤ **segnalazione fuori banda**

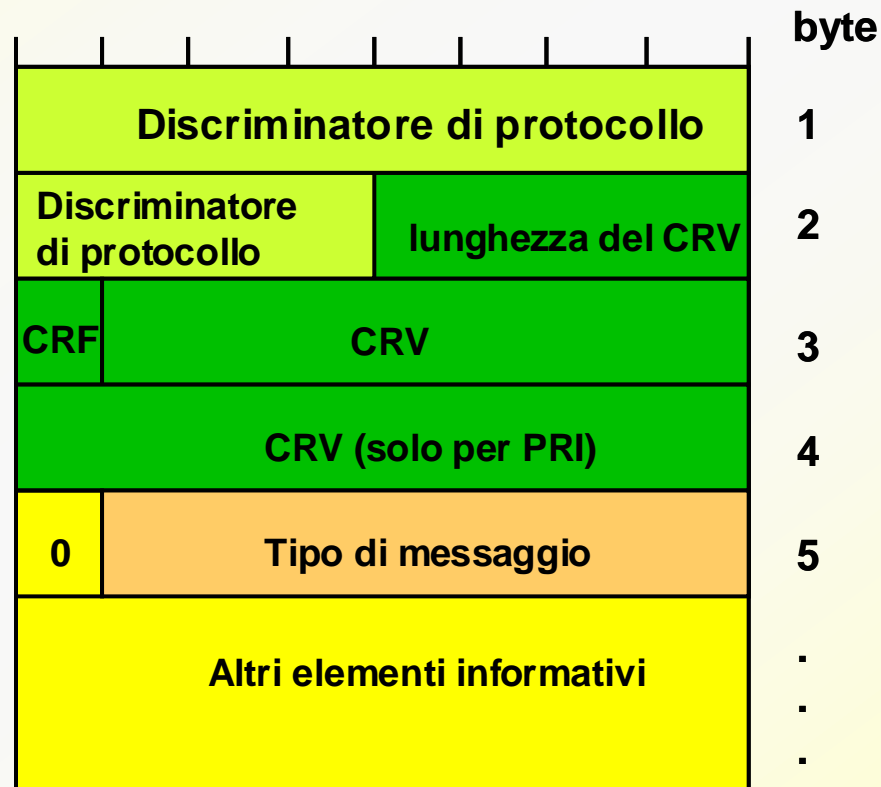
- L'insieme dei protocolli che definiscono la segnalazione utente rete è detto DSS1 (ITU-T Q.930, Q.931 e Q.932)

- I messaggi dei protocolli di DSS1 sono trasportati direttamente nel campo dati del LAPD



Segnalazione utente-rete ISDN

- I messaggi per la chiamata base (Q.931) sono formati da una parte iniziale comune a tutti e da una sequenza di elementi informativi aggiuntivi la cui presenza e tipo dipende dal messaggio considerato



Segnalazione utente-rete ISDN

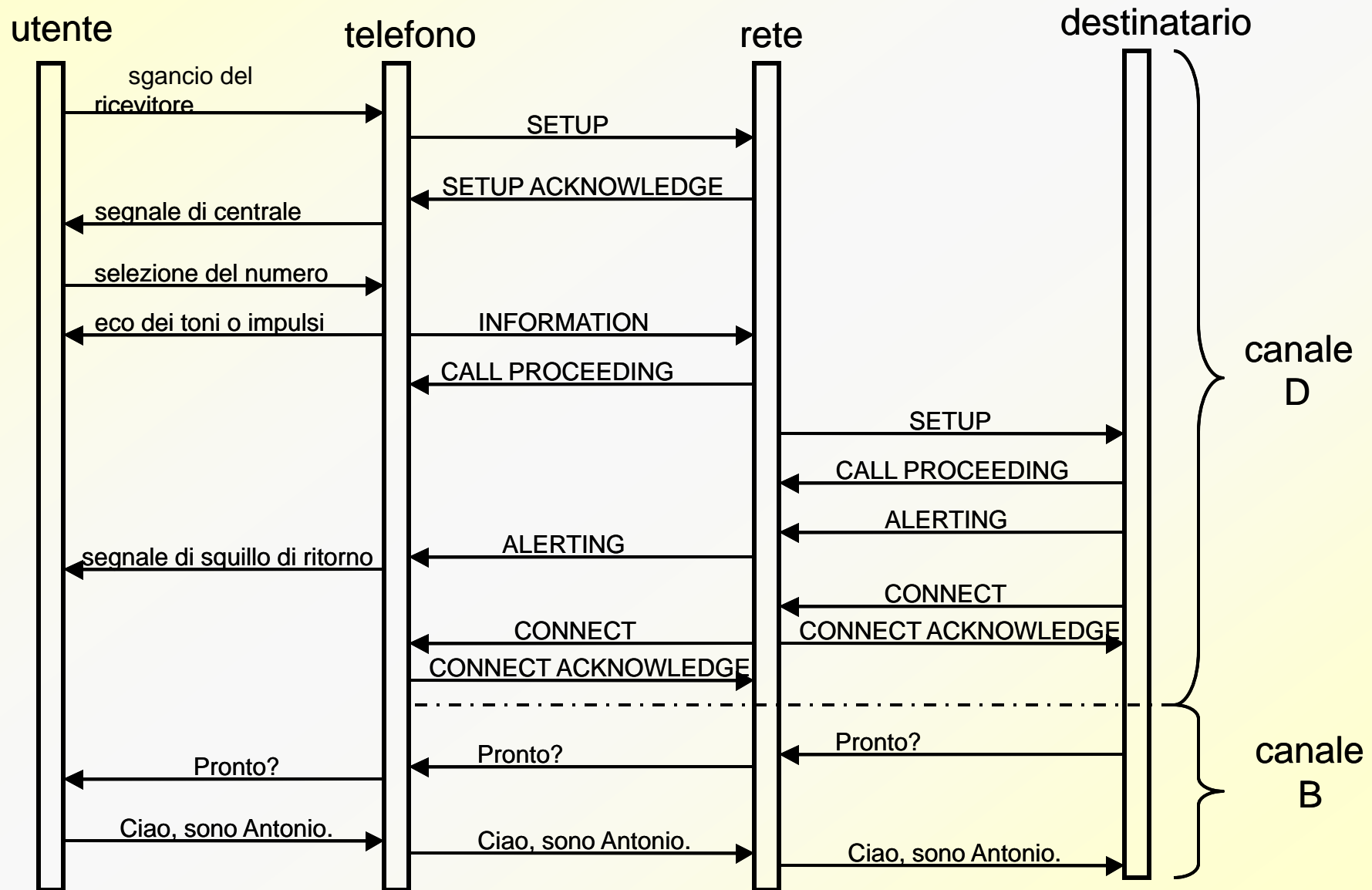
- **Il discriminatore di protocollo indica il protocollo secondo il quale vengono costruiti i messaggi**
 - ★ vale [000010000000] per il Q.931
- **Il CRV (Call Reference Value) è un identificatore di chiamata e viene stabilito all'inizio della chiamata dalla parte (utente o rete) che prende l'iniziativa**
 - ★ per evitare che utente e rete possano scegliere lo stesso numero per differenti chiamate viene anteposto al CRV un bit, il CRF (Call Reference Flag)
 - ★ CRF identifica la parte che ha generato l'identificatore (chi ha originato la richiesta pone CRF=0 mentre l'altro estremo pone CRF=1).
- **Il CRV può avere lunghezza variabile secondo quanto indicato nel campo "lunghezza del CRV".**
- **Per i messaggi Q.931 il CRV è di 1 byte per l'interfaccia BRI e di 2 byte per l'interfaccia PRI.**

Segnalazione utente-rete ISDN

➤ **tipo di messaggio**

| <i>Tipo di messaggio</i> | <i>significato</i> |
|---------------------------------|--|
| ALERTING | indicazione di squillo |
| CALL PROCEEDING | tutte le informazioni per l'instaurazione sono state ricevute e sono in fase di elaborazione |
| CONNECT | fase di instaurazione completata |
| CONNECT ACKNOWLEDGE | conferma del messaggio di CONNECT |
| PROGRESS | segnale di attesa |
| SETUP | richiesta iniziale di chiamata |
| SETUP ACKNOWLEDGE | conferma del messaggio di SETUP |
| DISCONNECT | chiusura della connessione |
| RELEASE | rilascio della chiamata |
| RELEASE COMPLETE | conferma del messaggio di RELEASE |
| RESTART | riavvio del protocollo di segnalazione |
| RESTART ACKNOWLEDGE | conferma del messaggio di RESTART |
| INFORMATION | informazioni aggiuntive durante l'instaurazione |

Chiamata base – Q.931



Chiamata base

- **nel messaggio di SETUP il terminale inserisce le informazioni iniziali di cui la rete necessita per instaurare la connessione**
 - **tipo di servizio richiesto,**
 - **capacità di trasporto dell'utente**
 - **il canale B che si suggerisce di utilizzare, ecc.**
- **il messaggio di SETUP ACKNOWLEDGE riscontra il ricevimento del SETUP e richiede all'utente di aggiungere alcune informazioni**
- **il messaggio di INFORMATION di solito aggiunge l'informazione del destinatario**
- **il messaggio di CALL PROCEEDING informa che la chiamata è in corso di elaborazione**

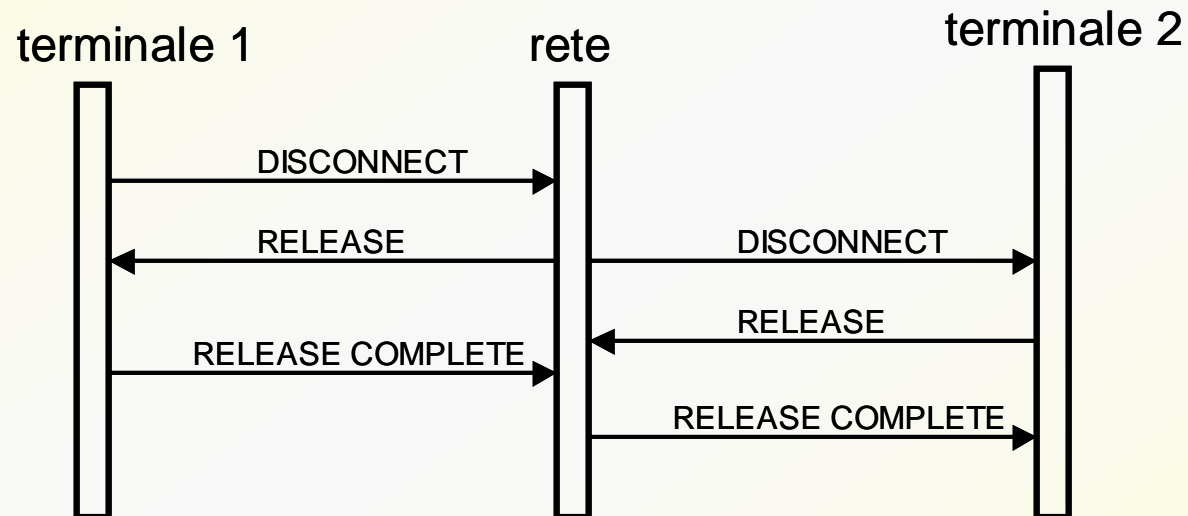
Chiamata base

- **Nell'interazione tra utente e terminale (telefono ISDN) il messaggio di SETUP con formato standard viene inviato dal terminale quando si sgancia il telefono.**
- **Dopo che la rete ha inviato il riscontro viene inviato sul canale D un segnale di libero (dial-tone) in modo analogo a quanto avveniva con l'interfaccia analogica. Di solito i telefoni fanno sì che la composizione del numero venga replicata localmente con dei toni per simulare lo stesso comportamento dell'interfaccia analogica.**
- **Il messaggio di INFORMATION parte solo dopo che tutti i numeri sono stati raccolti dal terminale.**
- **Al ricevimento del messaggio di INFORMATION la rete invia un messaggio di CALL PROCEEDING ad informare che è in corso la fase di instaurazione del circuito. In questa fase, all'interno della rete viene scambiata della segnalazione di rete.**

Chiamata base

- **Appena il destinatario viene raggiunto, la rete gli invia un messaggio di SETUP**
- **il terminale può rispondere con un messaggio di CALL PROCEEDING ad indicare che è in corso l'elaborazione dell'informazione e l'inoltro della chiamata**
- **poi con un messaggio di ALERTING indica che il terminale è stato raggiunto e che è in corso la ricerca dell'utente**
- **Quando il destinatario accetta la chiamata il terminale invia un messaggio di CONNECT**
- **Al ricevimento del CONNECT la rete informa il chiamante inviando a sua volta un messaggio di CONNECT**
- **Tali messaggi sono riscontrati con dei messaggi di CONNECT ACKNOWLEDGE**

Chiamata base: rilascio chiamata



La segnalazione di rete

- **La procedura ha inizio quando il terminale di una delle due parti invia un messaggio di DISCONNECT alla centrale e contemporaneamente rilascia il canale B.**
- **La rete risponde con un messaggio di RELEASE e inizia le procedure per rilasciare le risorse di rete e poi inviare un messaggio di DISCONNECT all'altro utente.**
- **Il terminale che ha dato inizio alla procedura chiude il suo scambio di messaggi con un RELEASE COMPLETE che serve da riscontro del precedente RELEASE.**
- **Anche quando l'altro terminale riceve il DISCONNECT risponde con un RELEASE che consente alla rete di liberare il canale B e di chiudere lo scambio con un messaggio di RELEASE COMPLETE finale.**

La segnalazione di rete

- **In passato (prima degli anni '70) la segnalazione per instaurare una chiamata telefonica in rete veniva trasportata *in banda***
- **uno scambio di toni, simili a quelli usati nell'interfaccia d'utente, avveniva tra le centrali**
- **i toni venivano trasportati nella banda fonica del canale che si intendeva mettere su**
- **il circuito veniva messo su tratta per tratta mediante l'invio della segnalazione in banda da parte di una centrale alla volta sul canale del fascio prescelto verso la centrale successiva sul cammino**

La segnalazione di rete

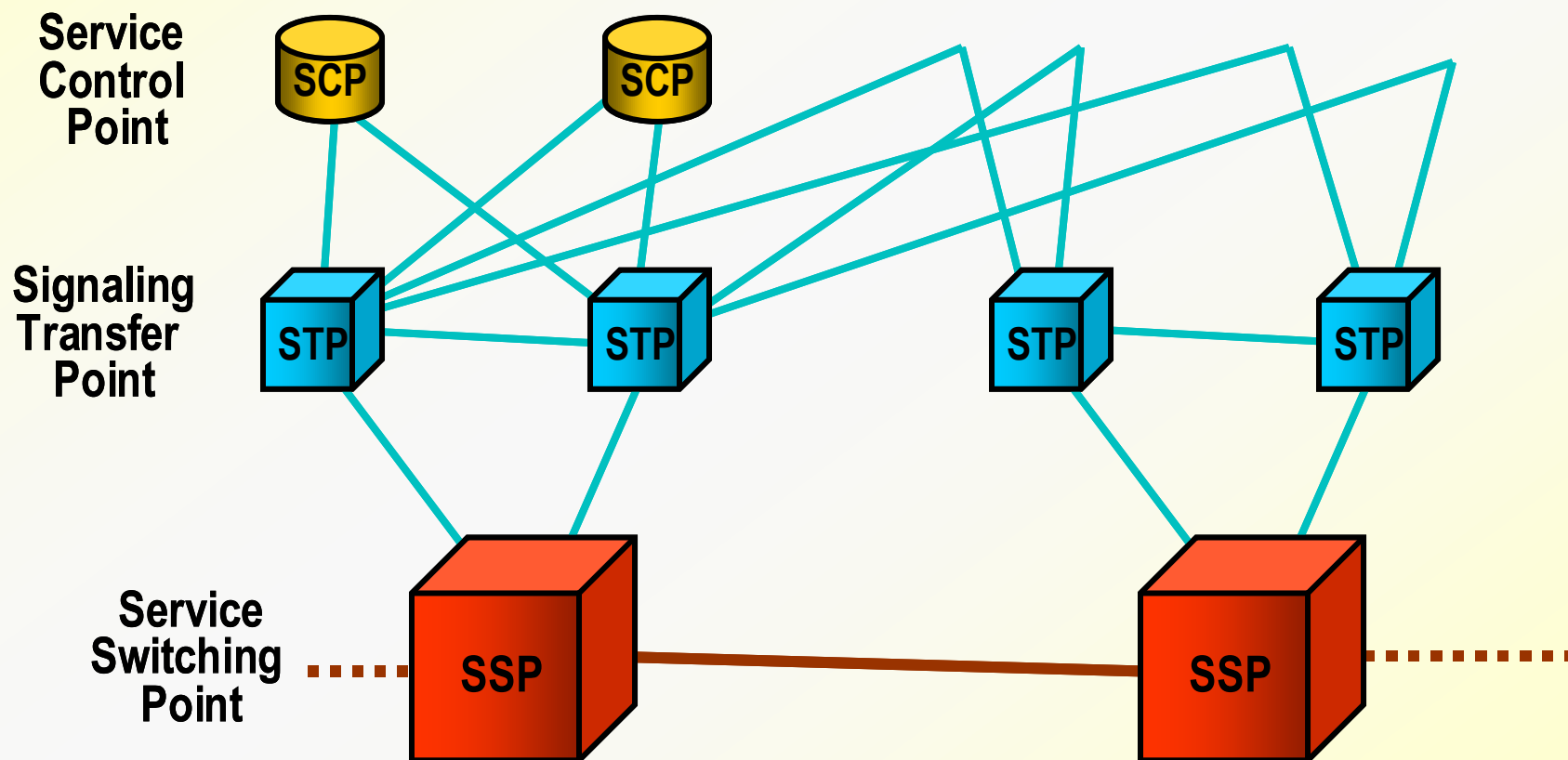
- **Successivamente questo metodo di segnalazione è stato sostituito dall'introduzione dei metodi di segnalazione *fuori banda***
- **la segnalazione fuori banda prevede l'uso di canali dedicati per la segnalazione**
 - **i primi meccanismi di questo tipo prevedevano comunque l'uso di una segnalazione associata, ovvero con l'uso di un piccolo canale di segnalazione per ogni canale del fascio**
 - **il meccanismo di interazione tra le centrali, dunque, era simile a quello della segnalazione in banda**

La segnalazione di rete

- Il vero cambiamento nelle tecniche di segnalazione si è avuto con l'introduzione delle tecniche di **segnalazione a canale comune** CCS (Common Channel Signaling)
- Tali tecniche consentono lo scambio di informazioni tra le centrali con
 - tecnica a commutazione di pacchetto
 - di tipo datagram
- la rete di segnalazione è separata con i propri nodi e i propri canali per il controllo di tutta la rete telefonica
- i messaggi scambiati tra le centrali per l'instaurazione di una chiamata vengono instradati sulla rete di segnalazione a pacchetto e possono passare anche su percorsi diversi dal collegamento diretto tra le centrali

La segnalazione SS7

- Il sistema di segnalazione a canale comune utilizzato di fatto in tutto il mondo è l'SS7 (Signaling System number 7) (Rif. ITU-T Q.700 e successive)



La segnalazione SS7

- La centrale telefonica che si occupa della commutazione delle chiamate viene chiamata **SSP (Service Switching Point)**. Le centrali sono collegate tra loro mediante i fasci di giunzione che contengono un certo numero di canali per il servizio telefonico.
- Le centrali sono controllate da nodi della rete di segnalazione a pacchetto detti **SP (Signaling Point)** che scambiano messaggi mediante una rete di collegamenti separati.
- Un SP che possa svolgere nella rete di segnalazione funzionalità di rete, ovvero fungere da nodo intermedio di instradamento nello scambio di messaggi tra altri SP è detto **STP (Signaling Transfer Point)**.

La segnalazione SS7

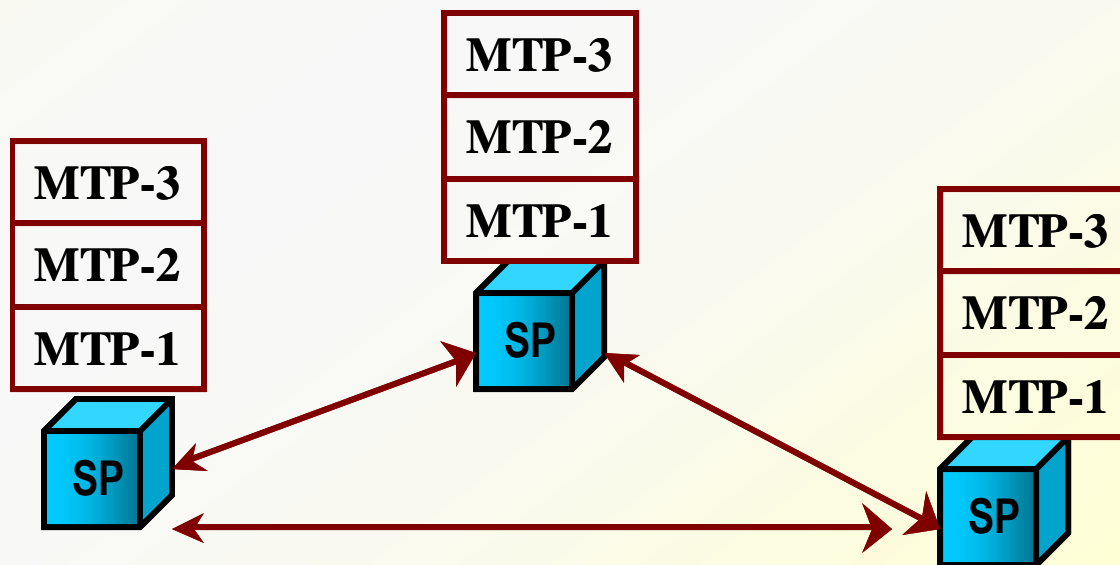
- I **SCP (Service Control Point)** sono nodi particolari della rete di segnalazione che hanno il compito di fornire supporto a servizi avanzati offerti dalla rete, detti servizi di rete intelligente.
- Di solito questi nodi contengono dei database con informazioni che consentono alla rete di fornire servizi di rete, quali per es. la corrispondenza tra un numero 800 (numero verde) e dei numeri effettivi diversificati sulla base della zona di appartenenza del chiamante, o come le informazioni per l'applicazione di tariffe personalizzate all'utente, ecc.

La segnalazione SS7

- **La ridondanza è una componente importante del sistema in quanto lo scambio di segnalazione deve essere garantito anche in caso di guasto di un nodo o di un collegamento di segnalazione**
- **Per questo motivo**
 - **ogni centrale di commutazione è normalmente controllata da almeno due SP**
 - **più di un percorso è presente in rete per lo scambio di segnalazione tra ogni coppia di centrali**
- **Nella pratica i canali che costituiscono la rete di segnalazione sono ricavati dai fasci che congiungono le centrali di commutazione, ma questo non cambia il fatto che la rete di segnalazione è di fatto una rete separata da quella del servizio di commutazione.**

La segnalazione SS7

- I servizi della rete telefonica, da quello di chiamata base a quelli di rete intelligente, richiedono lo scambio di informazione tra i nodi della rete.
- Lo scambio di tale informazione avviene mediante l'uso del servizio di comunicazione offerto dalla rete di trasferimento dei messaggi di SS7 definita da una pila di protocolli detti MTP (**Message Transfer Part**).



MTP - Message Transfer Part

- **Il livello 1 (fisico)** ha il compito di trasferire l'unità informativa minima, il bit, tra i due estremi di un collegamento
- Le sue caratteristiche dipendono dal tipo di canale fisico che è utilizzato
- di solito il canale è ricavato da uno di quelli definiti dalla trama PCM e quindi il livello fisico è quello definito dallo schema E1 di multiploazione
- possono anche essere usati altri tipi di collegamenti, come link satellitari o anche linee commutate analogiche con modem.

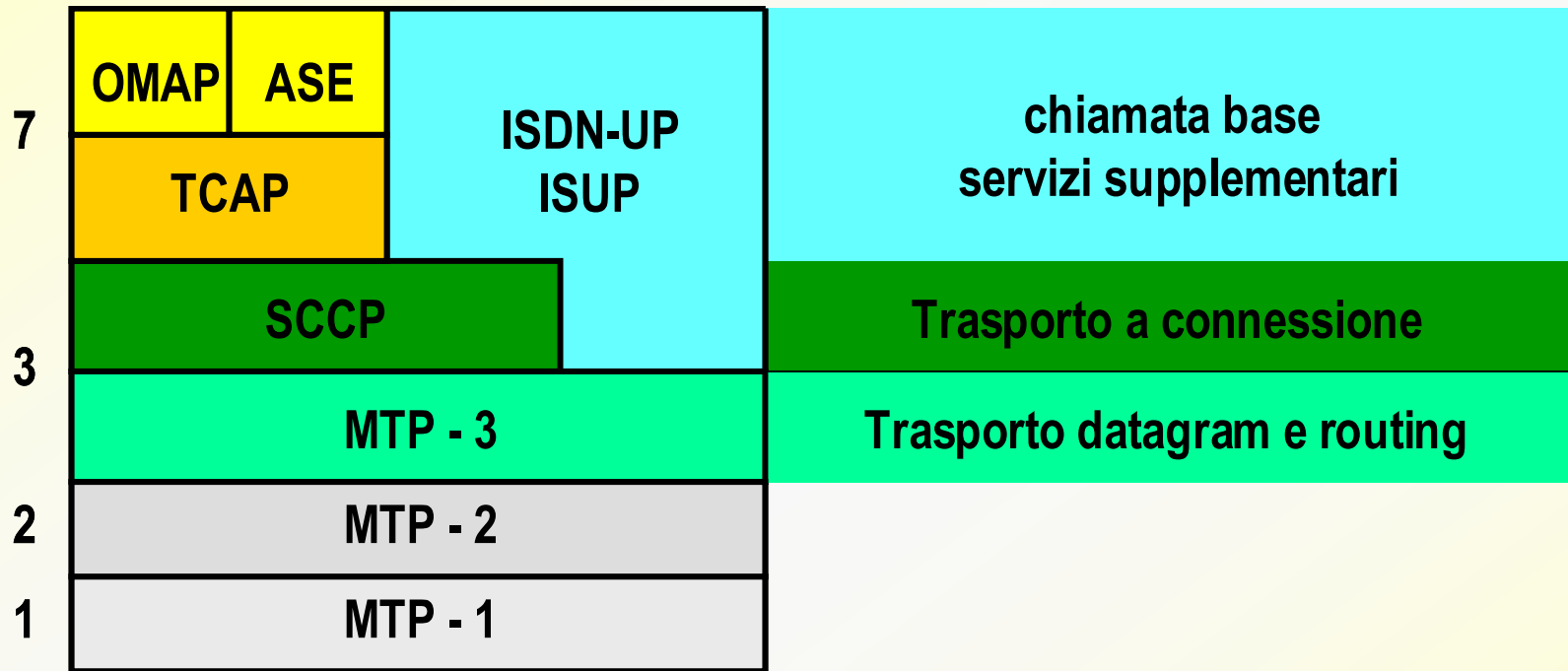
MTP - Message Transfer Part

- **Il livello 2 (di linea)** ha il compito di
 - **dividere in trame il flusso di bit,**
 - **di assicurare che le trame vengano trasferite senza errore tra i due estremi della linea,**
 - **di assicurare che la velocità di trasmissione sia controllata dalla velocità di assorbimento da parte del ricevitore**
- **allo scopo vengono adottate tecniche di divisione delle trame, di controllo d'errore mediante ritrasmissione e di controllo di flusso simili a quelle usate per HDLC.**

MTP - Message Transfer Part

- **Il livello 3 (di rete)** ha il compito di fare instradamento.
- la modalità di trasferimento dei pacchetti è datagram
- ogni pacchetto viene identificato mediante degli indirizzi di sorgente e di destinazione
- l'instradamento adottato consente di ripartire il carico di traffico tra una coppia di nodi su tutti i cammini in rete che li collegano
- ciò consente di utilizzare in modo efficiente le risorse e di tenere basso il carico di ogni canale minimizzando il tempo di trasferimento dei messaggi.

Architettura dei protocolli SS7



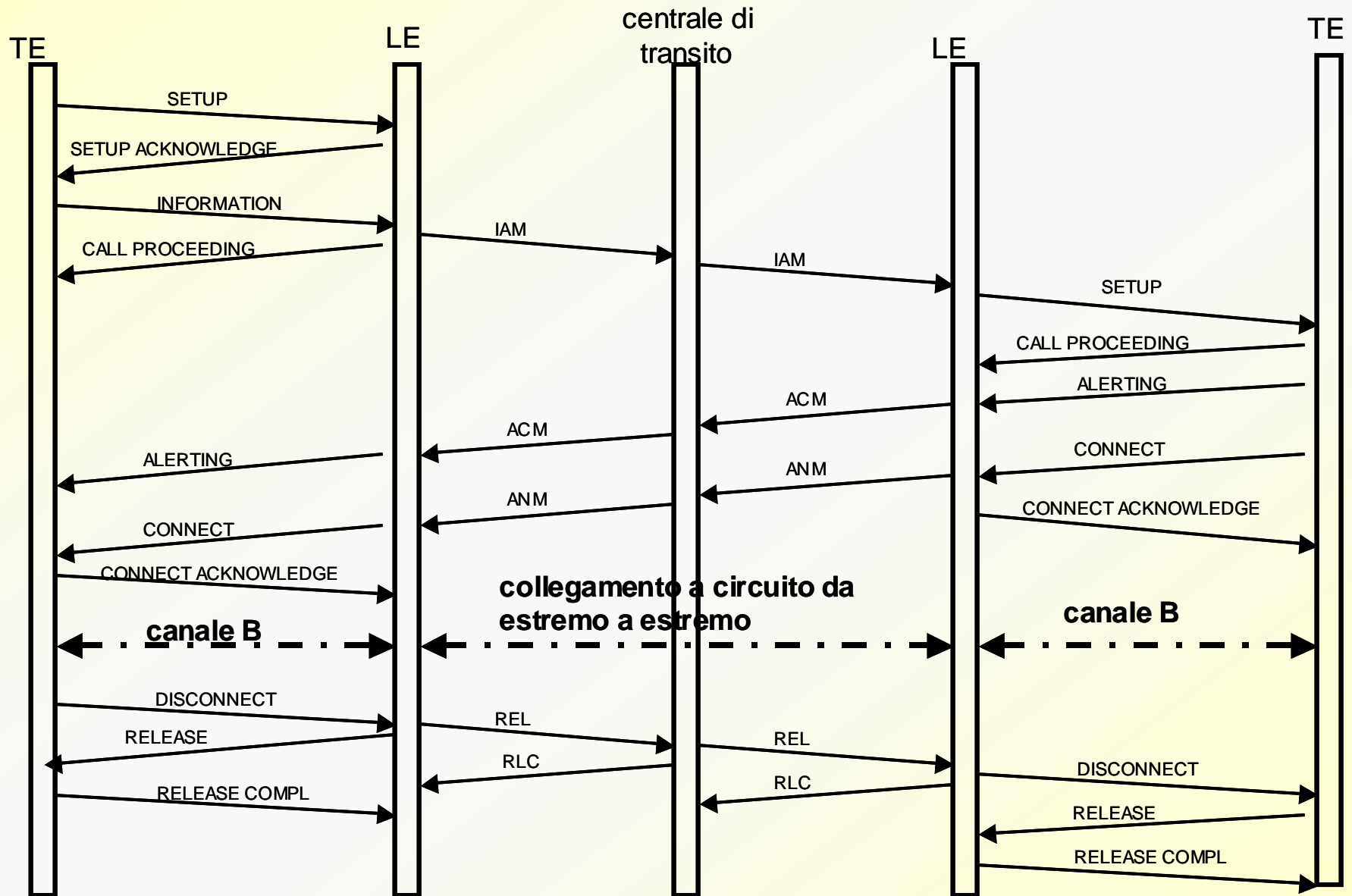
TCAP: Transaction Capabilities Application Part
SCCP: Signaling Connection Control Part
MTP: Message Transfer Part

OMAP: Operation, Maintenance and Administration Part
ASE: Application Service Element

Architettura dei protocolli SS7

- Sopra ai tre livelli di MTP si appoggiano i protocolli che gestiscono i servizi veri e propri e che possono essere considerate le applicazioni che usano il trasporto di MTP.
- Nella gestione della chiamata base e di alcuni servizi avanzati le centrali utilizzano la **ISDN User Part (ISUP)** che si appoggia normalmente direttamente su MTP per il trasporto. Al contrario la gestione dei servizi di rete intelligente richiede una struttura più complessa.
- I processi applicativi veri e propri sono gli **ASE (Application Service Element)** che però non si appoggiano direttamente su MTP, ma usano un protocollo di sessione **TCAP (Transaction Capabilities Application Part)** e un protocollo di trasporto orientato alla connessione **SCCP (Signaling Connection Control Part)**.
- Anche i servizi di gestione e manutenzione remota della rete **OMAP (Operation, Maintenance and Administration Part)** si appoggiano su TCAP e su ASE.

Chiamata base in SS7



Chiamata base in SS7

- In figura è mostrato lo scambio di messaggi ISUP per l'instaurazione di una chiamata base insieme a i relativi messaggi DSS1 che transitano nelle interfacce utente-rete.
- Il messaggio **IAM (Initial Address Message)** viene indirizzato da una centrale alla successiva sulla base delle regole dell'instradamento telefonico ed ha il compito di tracciare il percorso e prenotare il circuito.
- Il messaggio **ACM (Address Complete Message)** informa la rete che la destinazione è stata raggiunta.
- Il messaggio di **ANM (Answer Message)** viene attivato dalla risposta dell'utente, ripercorre all'indietro il percorso impegnando i circuiti che da quel momento sono dedicati in modo esclusivo alla chiamata.
- Durante la fase di abbattimento della chiamata i messaggi di **REL (Release)** e di **RLC (Release Complete)** hanno il compito di disimpegnare passo-passo tutti i tratti del circuito che erano stati impegnati per la chiamata.