

## LA RETE ISDN A BANDA STRETTA

La rete ISDN (Integrated Services Digital Network) e' una rete numerica integrata nelle tecniche e nei servizi.

Consente all'utente di avere un unico tipo di accesso per tutti i tipi di servizi che puo' ottenere dalla rete.

Perche' cio' sia possibile occorrono:

- tecniche di trasmissione e commutazione completamente numeriche
- nodi della rete con capacita' multiservizio
- interfacce utente-rete standardizzate

### VANTAGGI

per l'utente:

- unico attacco di rete
- terminali multifunzione

per il gestore:

- razionalizzazione delle risorse
- gestione ottimizzata

per l'industria:

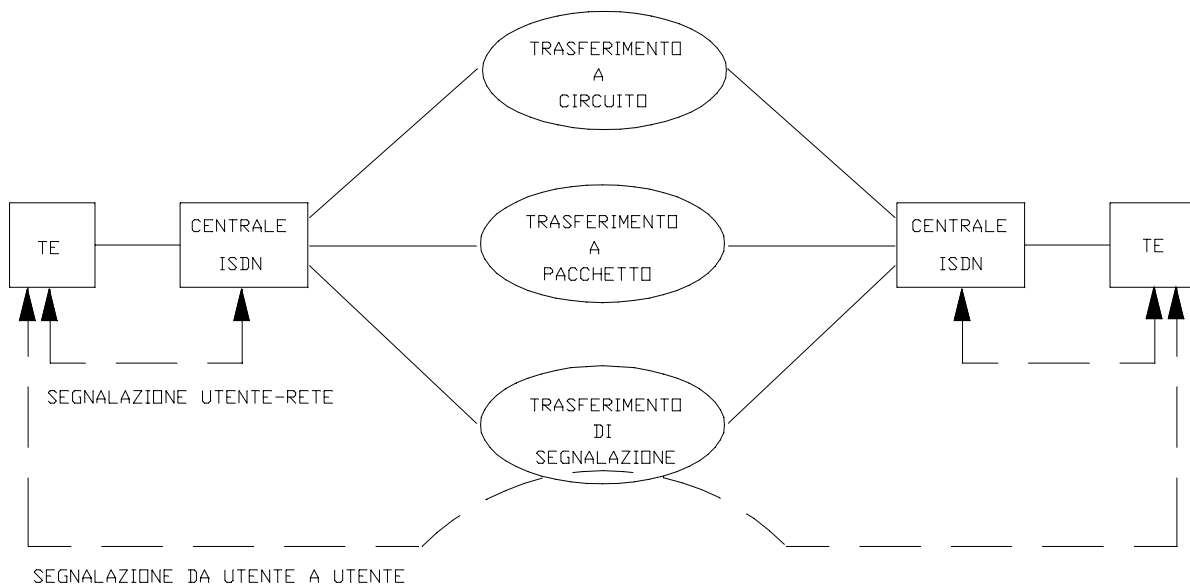
- concentrazione di investimenti
- nuovi servizi/mercati

### PROBLEMI

- costo maggiore per gli utenti
- investimenti per gestori e industria

## ISDN DI PRIMA GENERAZIONE

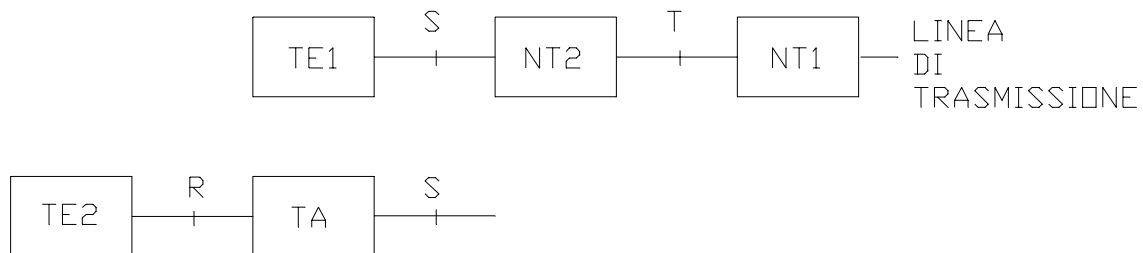
- E' basata su centrali telefoniche PCM con canali a 64 Kbit/s
- La segnalazione e' a canale comune e utilizza una rete separata da quella di utente
- All'interno della rete le informazioni *a circuito* e le informazioni *a pacchetto* utilizzano reti distinte
- Architettura di rete:



- E' stata definita dal CCITT (ora ITU-T) nelle raccomandazioni della serie I

## GRUPPI FUNZIONALI E PUNTI DI RIFERIMENTO

La configurazione di riferimento per l'interfaccia utente-rete in una ISDN e' la seguente:



Gruppi funzionali:

- La terminazione di rete **NT1** e' un gruppo funzionale che ha l'obiettivo di fornire una corretta terminazione di rete dal punto di vista fisico
- La terminazione **NT2** ha lo scopo di consentire l'accesso alla ISDN da parte di una molteplicita' di terminali e puo' identificarsi con reti locali (LAN) o centralini privati (PBX).
- L'apparecchio terminale **TE** e' un gruppo funzionale che comprende funzioni in generale appartenenti a tutti i sette strati del modello OSI. Esempi sono gli apparecchi telefonici numerici e stazioni di lavoro multiservizio.

**TE1:** terminale con interfaccia ISDN

**TE2:** terminale con interfaccia standard non ISDN

- L'adattatore di terminale **TA** e' necessario per la connessione di un TE2 alla ISDN

Punti di riferimento:

- Il punto **T** e' la delimitazione tra i gruppi funzionali NT2 e NT1
- Il punto di riferimento **S** e' la delimitazione tra i gruppi TE1 e NT2 o tra i gruppi TA e NT2
- Il punto di riferimento **R** e' la delimitazione tra i gruppi funzionali TE2 e TA

## TIPI DI CANALI DI ACCESSO

- **Canale B**

- capacita' 64 Kbit/s
- trasporta vari tipi di informazione
  - voce di qualita' telefonica a 64 Kbit/s*
  - dati a circuito o a pacchetto*
  - voce di qualita' migliorata codificata a 64 Kbit/s*
  - voce codificata a sottoritmo eventualmente insieme ad altri flussi numerici*
- **non** trasporta informazioni di segnalazione
- puo' essere utilizzato per accedere a vari modi di trasferimento
  - connessioni commutate a circuito*
  - connessioni commutate a pacchetto*
  - connessioni semi-permanenti a circuito o a pacchetto*
- se flussi multipli vengono trasmessi sul canale B nell'ambito di una connessione a circuito la destinazione di questi flussi deve essere la stessa

- **Canale D**

- in relazione alla struttura dell'interfaccia ha capacita' 16 o 64 Kbit/s
- il suo scopo principale e' il trasporto della segnalazione per il controllo di connessioni commutate a circuito. Inoltre trasporta informazioni dati a pacchetto o telemetria

- **Canale H**

- ha varie capacita' di trasferimento; attualmente sono normalizzati H<sub>0</sub> a 384 Kbit/s (equivalente a 6 x 64 Kbit/s) e H<sub>1</sub> con due varianti per la gerarchia europea H<sub>12</sub> (1920 Kbit/s = 30 x 64 Kbit/s) e americana H<sub>11</sub> (1536 Kbit/s = 24 x 64 Kbit/s).
- sono destinati al trasporto dell'informazione di utente con modalita' di impiego analoghe a quelle del canale B. I flussi informativi che possono interessare i canali H sono:
  - facsimile veloce*
  - video per teleconferenza*
  - dati ad alta velocita'*
  - programmi audio e musicali ad alta fedelta'*
  - informazioni numeriche multiplate*
  - informazioni a pacchetto*

## STRUTTURE DI INTERFACCIA

Le interfacce fisiche utente-rete vengono definite nei punti S e T.

Strutture di interfaccia con il canale B:

| Tipo             | Composizione | Capacita' del canale<br>D (Kbit/s) | Ritmo binario<br>Kbit/s |
|------------------|--------------|------------------------------------|-------------------------|
| Accesso base     | 2B + D       | 16                                 | 192                     |
| Accesso primario | 30B + D      | 64                                 | 2048                    |
|                  | 23B + D      | 64                                 | 1544                    |

Strutture di interfaccia con il canale H:

| Tipo                                          | Composizione        | Capacita' del canale<br>D (Kbit/s) | Ritmo binario netto<br>Kbit/s |
|-----------------------------------------------|---------------------|------------------------------------|-------------------------------|
| Accesso primario<br>con canali H <sub>0</sub> | 5H <sub>0</sub> + D | 64                                 | 2048                          |
|                                               | 3H <sub>0</sub> + D | 64                                 | 1544                          |
|                                               | 4H <sub>0</sub>     | -                                  | 1544                          |
| Accesso primario<br>con canali H <sub>1</sub> | H <sub>12</sub> + D | 64                                 | 2048                          |
|                                               | H <sub>11</sub>     | -                                  | 1544                          |

Capacita' dei canali B ad H:

| CANALE         | GERARCHIA NUMERICA |               |
|----------------|--------------------|---------------|
|                | 2048 Kbit/s        | 1544 Kbit/s   |
| B              | 64                 |               |
| H <sub>0</sub> | 384                |               |
| H <sub>1</sub> | 1920               | 1536          |
| H <sub>2</sub> | 32768              | 43000 + 45000 |
| H <sub>4</sub> | 132032 + 138240    |               |

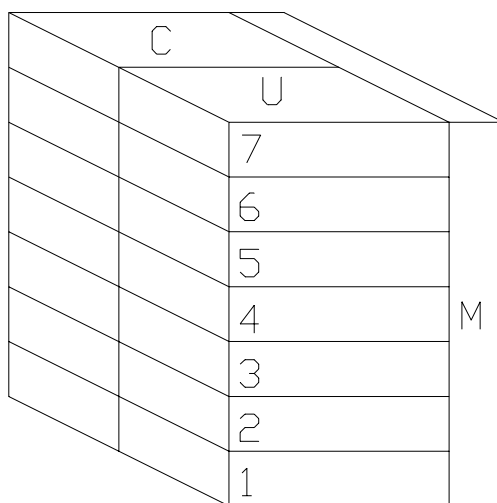
Le capacita' dei canali sono espresse in Kbit/s

## ARCHITETTURA DEI PROTOCOLLI PER ISDN

La struttura globale dell'architettura consiste in

- piano di utente (U)
- piano di controllo (C)
- piano di gestione (M)

Il piano di controllo e' quello nell'ambito del quale si realizza la segnalazione ed e' distinto dal piano di utente in quanto si utilizza una segnalazione a canale comune.



## SCHEMA DEI PROTOCOLLI PER L'ACCESSO BASE

|               |                                           |                           |            |             |                        |                           |
|---------------|-------------------------------------------|---------------------------|------------|-------------|------------------------|---------------------------|
| Applicazione  | Segnalazione di utente end-to-end         |                           |            |             |                        |                           |
| Presentazione |                                           |                           |            |             |                        |                           |
| Sessione      |                                           |                           |            |             |                        |                           |
| Trasporto     |                                           |                           |            |             |                        |                           |
| Rete          | Call control I.451/Q.931                  | Livello di pacchetto X.25 |            |             |                        | Livello di pacchetto X.25 |
| Linea         | LAP-D(I.441/Q.921)                        |                           |            | I.465/V.120 | LAP-B                  |                           |
| Fisico        | Accesso base I.430/Accesso primario I.431 |                           |            |             |                        |                           |
|               | Segnalazione                              | Pacchetto                 | Telemetria | Circuito    | Connessioni permanenti | Pacchetto                 |
|               | Canale D                                  |                           |            | Canale B    |                        |                           |

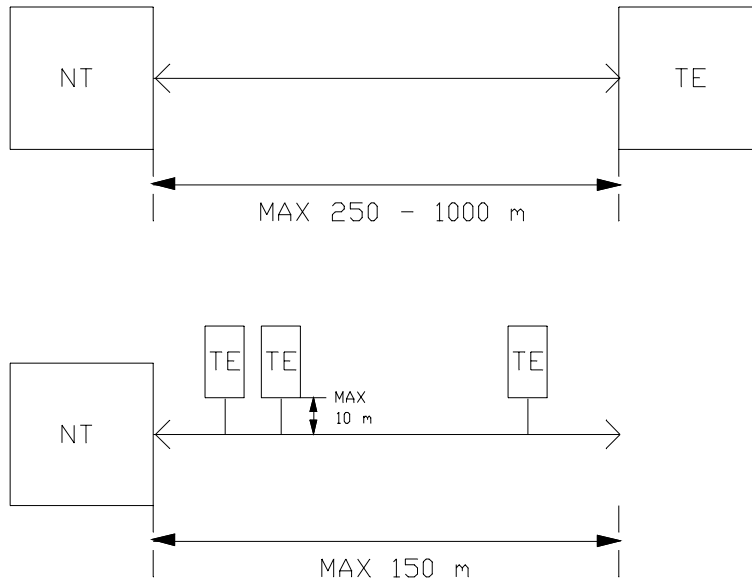
Il principale impiego del canale D riguarda la segnalazione a canale comune relativa agli altri canali.

E' prevista la possibilita' di trasferire sul canale D anche dati a pacchetto con il protocollo X.25 e informazioni di telemetria

Il canale B puo' essere impiegato per comunicazioni a commutazione di circuito, a commutazione di pacchetto, previa connessione alla porta X.25 della centrale ISDN, e per comunicazioni basate su connessioni semi-permanenti su base contrattuale

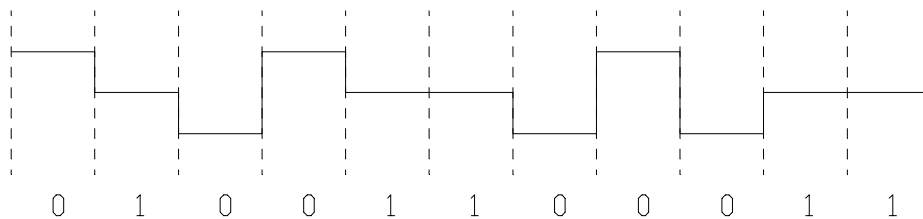
# STRATO 1

- E' definito nella raccomandazione I.430.
- Dal punto di vista impiantistico sono state normalizzate la configurazione punto-punto e punto multipunto



- Per la configurazione punto-multipunto si prevede un bus passivo in cui i TE (al massimo 8) possono comunicare solo con la rete e non tra di loro, .
- L'interfaccia fisica e' a 8 fili con accoppiamento a trasformatore
- La codifica utilizzata e' di tipo pseudo-ternario

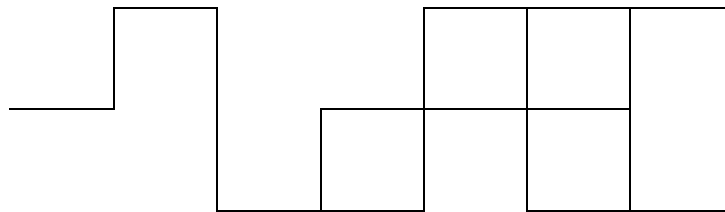
0 = livelli del segnale alternativamente positivi e negativi  
1 = assenza di segnale





## SIMBOLOGIA DELLA TRAMA DI LIVELLO 1

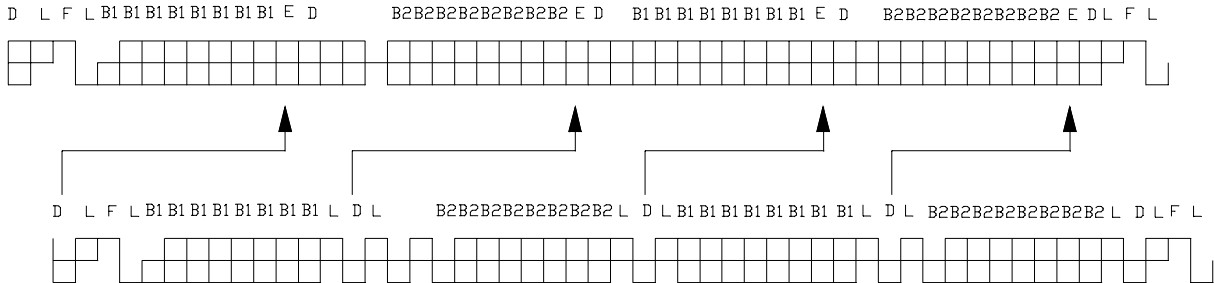
In relazione alla codifica pseudo-ternaria utilizzata si rappresentano le diverse possibilità di valore del segnale in un tempo di bit nel modo seguente:



|           |     |     |          |          |                 |            |
|-----------|-----|-----|----------|----------|-----------------|------------|
| solo<br>1 | 0 + | 0 - | 0 -<br>1 | 0 +<br>1 | 0 +<br>0 -<br>1 | 0 +<br>0 - |
|-----------|-----|-----|----------|----------|-----------------|------------|

## FORMATO DI TRAMA DI LIVELLO 1 - ACCESSO BASE

da NT a TE



da TE a NT

<---- 48 bit - 250  $\mu$ s ---->

Sono indicati soltanto i bit piu' significativi per questa trattazione.

Il formato di trama si differenzia per le due direzioni di trasmissione da NT a TE e da TE a NT.

- e' composta di 48 cifre binarie con durata 250  $\mu$ s: la capacita' complessiva di trasferimento e' pertanto 192 Kbit/s. La capacita' netta e' tuttavia inferiore pari a 144 Kbit/s ed e' utilizzata come supporto per due canali B e un D
- in ogni trama sono disponibili 2 ottetti di cifre binarie per ciascuno dei canali B e 4 cifre binarie per il canale D
- la codifica di linea e' di tipo pseudo-ternario con durata relativa percentuale di impulso pari al 100%. Un UNO e' codificato con assenza di segnale, uno ZERO con impulsi alternativamente positivi e negativi
- la codifica utilizzata assicura la soppressione della componente continua trama per trama solo nel caso in cui siano presenti un numero pari di zeri. Poiche' cio' in generale non e' verificato si introducono i bit di bilanciamento L: il bit L e' ZERO se il numero di ZERO che seguono il precedente bit L e' dispari, e' UNO se invece tale numero e' PARI.
- il bit F e' il bit di sincronizzazione di trama: e' uno ZERO con polarita' positiva che viola la legge di alternanza. Segue un bit L a ZERO: la sequenza di queste due cifre viene utilizzata per la sincronizzazione. A queste due cifre segue, al verificarsi del primo ZERO, una violazione di polarita'.

## CONTROLLO DELL'ACCESSO SUL CANALE D

Le trame nella direzione da NT a TE supportano un canale d'eco che consente di realizzare il meccanismo di controllo di accesso sul canale D.

Sul canale E NT ritrasmette verso TE le cifre binarie ricevute sul canale D.

I TE trasmettono una trama sincronizzata in cifra binaria a quella ricevuta ma con uno sfasamento di due intervalli di cifra in ritardo in modo da massimizzare la distanza tra i bit del canale D e i bit di eco E.

Il protocollo di accesso al canale D e' del tipo CSMA/CR e assicura che solo uno dei terminali contendenti abbia effettivamente successo nell'emissione della sua informazione.

Il protocollo di accesso si basa sulle seguenti assunzioni:

- il bus effettua un AND logico sull'informazione emessa da differenti terminali
- un terminale non attivo emette sequenze di UNO

Un TE ascolta il canale d'eco e quando ha informazione da trasmettere sul canale D conta il numero di UNO binari consecutivi ricevuti sul canale d'eco.

Quando il numero di UNO consecutivi raggiunge la soglia di conteggio X il TE assume che non esistono altri TE in emissione su D e inizia la sua trasmissione.

La rivelazione di uno ZERO ri-inizializza il conteggio.

Durante l'emissione il TE continua a rimanere in ascolto sul canale d'eco e confronta l'ultima cifra binaria emessa con la successiva ricevuta sul canale d'eco

- se sono uguali continua a trasmettere
- se sono diverse il TE cessa la trasmissione e torna nello stato di ascolto

## **ACCESSO AL CANALE D CON PRIORITA'**

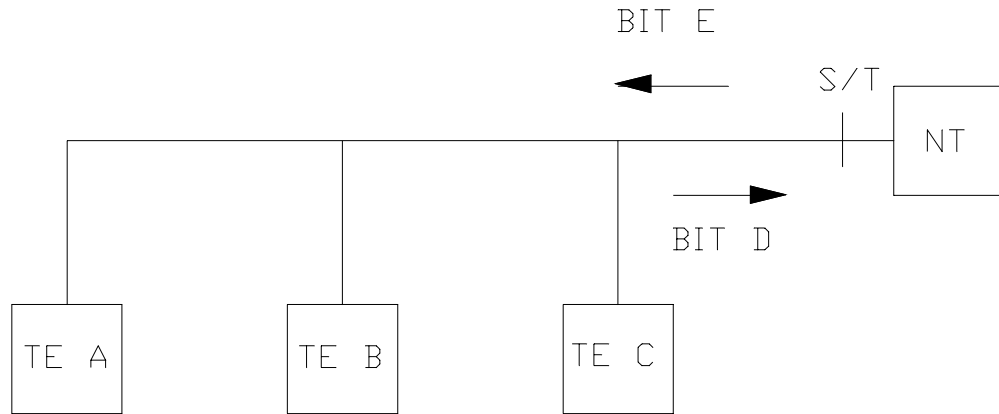
- Il valore della soglia di conteggio X viene fissato in sede di costruzione o di installazione del TE.
- Valori di X piu' bassi corrispondono a una classe di priorita' maggiore.
- Tra le due classi di priorita' previste quella piu' alta e' riservata alle informazioni di segnalazione.
- I valori di X assegnati alle due classi sono 8 e 10.
- Per assicurare una equa condivisione della capacita' del canale D tra i terminali che appartengono alla stessa classe di priorita' la soglia di conteggio di un TE viene aumentata di una unita' ogni volta che il TE ha terminato con successo l'emissione di una unita' informativa di strato 2.
- Il valore X+1 viene conservato fino a che il TE rivela nel suo stato di ascolto un numero X+1 di cifre UNO consecutive. A tal punto ripristina il valore della soglia di conteggio originario.

## **SINCRONIZZAZIONE**

NT ricava la temporizzazione di emissione dall'orologio di rete.

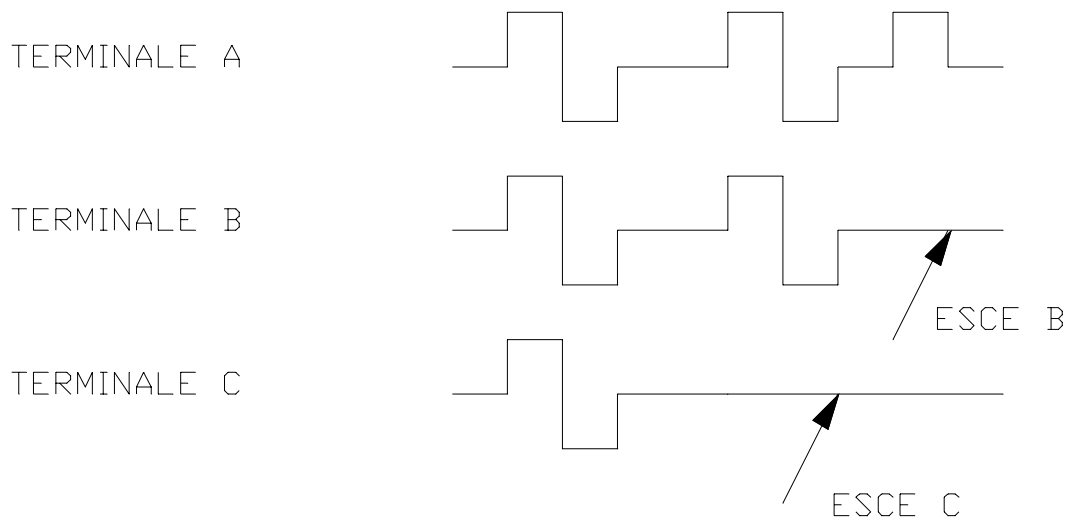
TE estrae la temporizzazione dal flusso di cifre binarie proveniente da NT e utilizza questa temporizzazione per sincronizzare il segnale trasmesso.

## ESEMPIO DI ACCESSO AL CANALE D



Un terminale esce dalla contesa nel momento in cui trasmette un "1" in presenza di "0" sul canale comune

Esempio di sequenze di trasmissione:



## PROTOCOLLO DI STRATO 2 PER IL CANALE D

E' denominato LAPD (Link Access Procedure for the D-channel).

Il formato delle trame e' uguale a quello di HDLC, ma i contenuti si differenziano per alcuni aspetti.

- **flag**: sono identici ad HDLC e svolgono le stesse funzioni
- **indirizzo**: puo' essere esteso a piu' di un otetto.  
la prima cifra di ciascun otetto indica se quello e' o meno l'ultimo otetto dell'indirizzo  
SAPI e' l'indicatore del punto di accesso al servizio  
TEI e' impiegato per individuare uno specifico punto terminale di connessione all'interno di un punto di accesso al servizio.

|      |   |   |   |   |   |         |         |   |
|------|---|---|---|---|---|---------|---------|---|
| 8    | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2       | 1       |   |
| SAPI |   |   |   |   |   | C/R     | EA<br>0 | 2 |
| TEI  |   |   |   |   |   | EA<br>1 |         | 3 |

EA Bit di campo di indirizzo esteso  
 C/R Discriminatore tra comandi e risposte  
 SAPI Identificatore di punto di accesso al servizio  
 TEI Identificatore di entita' terminale

- il **campo di controllo** identifica il tipo di trama

|               |      |   |   |     |   |   |     |   |   |
|---------------|------|---|---|-----|---|---|-----|---|---|
| Tipo di trama | 8    | 7 | 6 | 5   | 4 | 3 | 2   | 1 |   |
| Trama I       | N(S) |   |   |     |   |   | 0   | 4 |   |
|               | N(R) |   |   |     |   |   | P   | 5 |   |
| Trama S       | x    | x | x | x   | S | S | 0   | 1 | 4 |
|               | N(R) |   |   |     |   |   | P/F | 5 |   |
| Trama U       | M    | M | M | P/F | M | M | 1   | 1 | 4 |

in particolare:

i numeri di sequenza N(S) e N(R) sono modulo 128  
 il campo informativo contiene un numero intero di ottetti pari a 128 se si tratta di informazione di segnalazione e a 260 se si tratta di dati.

- **FCS** (Frame Check Sequence) e' costituito da due ottetti ed e' utilizzato come in HDLC

## PROTOCOLLO PER IL TRATTAMENTO DELLA CHIAMATA

Il protocollo per il trattamento della chiamata nella sezione di accesso alla ISDN e' I.451/Q.931 ed appartiene allo strato 3 del piano di controllo.

Il suo compito primario e' quello di fornire all'interfaccia utente-rete della ISDN le procedure per instaurare, mantenere, abbattere connessioni di rete a circuito o a pacchetto.

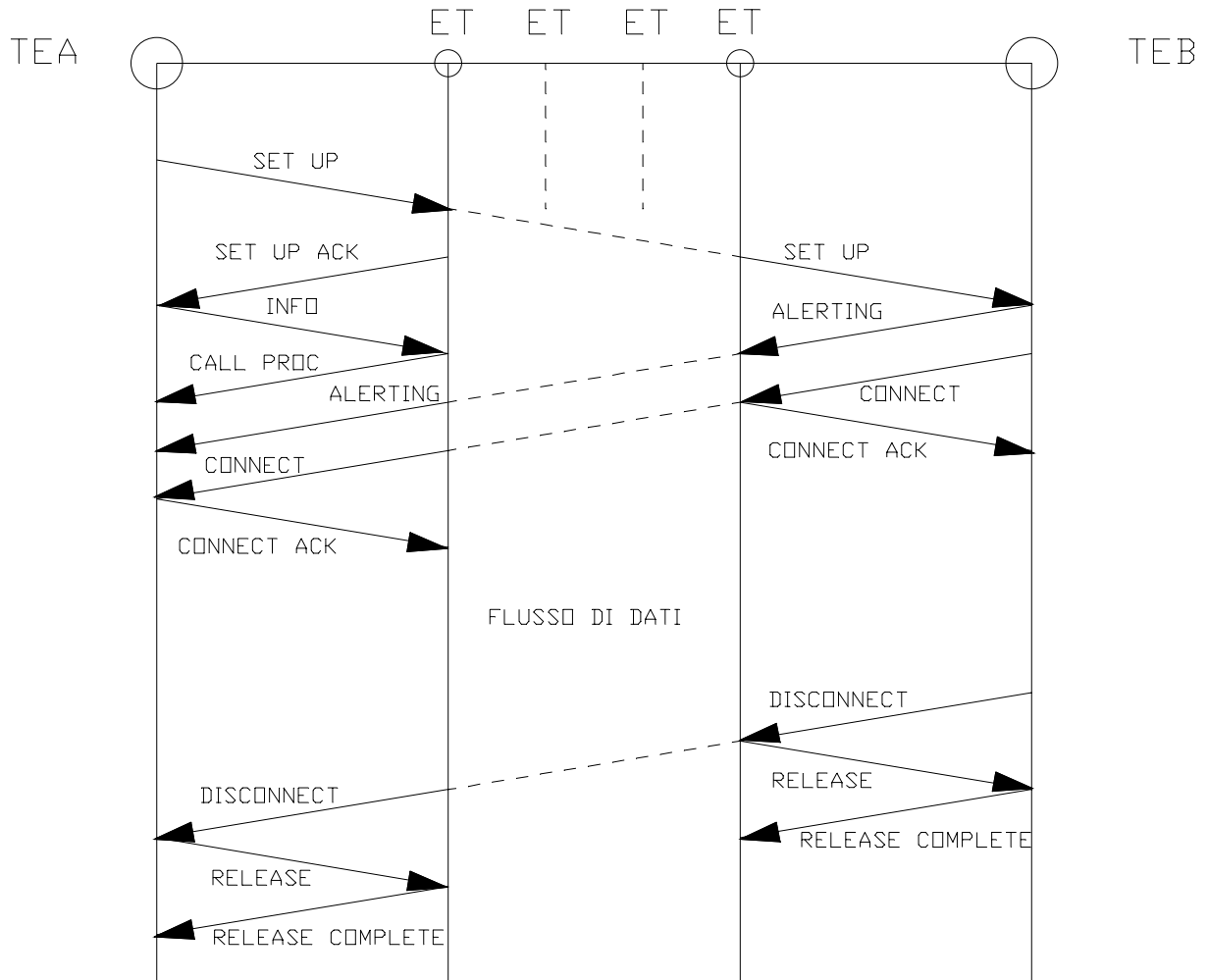
I principali messaggi per una *chiamata a circuito* sono i seguenti:

- SETUP
- SETUP ACKNOWLEDGE
- CALL PROCEEDING
- ALERTING
- CONNECT
- CONNECT ACKNOWLEDGE

I messaggi per l'abbattimento di una chiamata a circuito sono i seguenti:

- DISCONNECT: inviato da un utente per abbattere la chiamata e dalla rete per indicare che la connessione e' stata abbattuta
- RELEASE: inviato dall'utente alla rete per indicare che il canale D e' stato disconnesso e dalla rete all'utente per ordinare di rilasciare il canale D e il riferimento di chiamata
- RELEASE COMPLETE: inviato dall'utente alla rete e dalla rete all'utente per indicare che il canale e il riferimento di chiamata sono stati liberati.

## ESEMPIO DI PROCEDURA PER UNA CHIAMATA A CIRCUITO



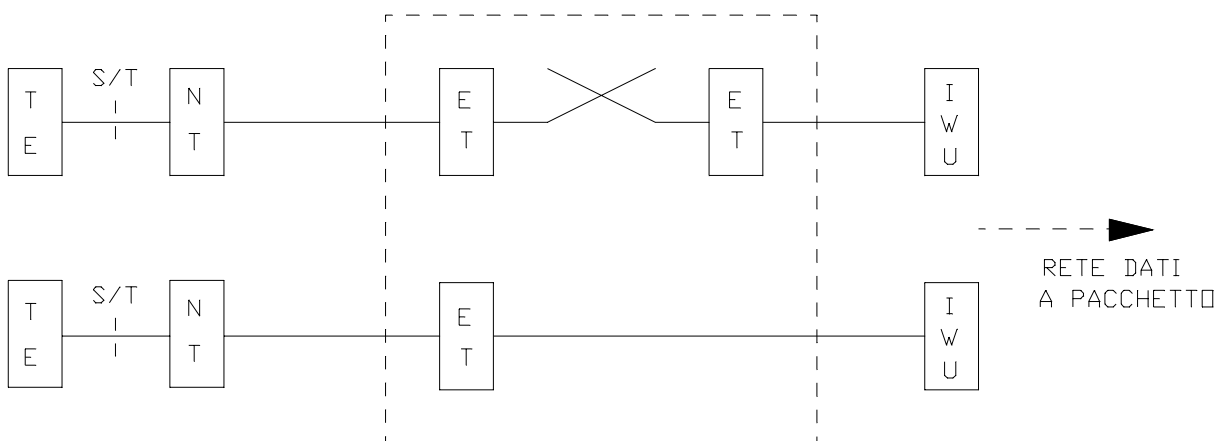
TE = Apparecchio terminale

ET = Commutatore



## TRATTAMENTO DI UNA CHIAMATA A PACCHETTO

Consideriamo l'accesso tramite il canale B ad una rete dati a pacchetto secondo lo schema seguente:



La chiamata avviene in due fasi:

- instaurazione di una connessione con una porta di ingresso di una rete dati a pacchetto:

utilizzando il protocollo Q.931 si chiede la fornitura di un servizio portante a circuito di capacità 64 Kbit/s per il trasferimento di informazione numerica senza restrizioni

nel messaggio SETUP viene specificato l'indirizzo della porta di ingresso alla rete per dati a pacchetto

- instaurazione di un circuito virtuale sul canale B mediante la procedura X.25.