

2. X.25

Caratteristiche dell'X.25

Il livello 1

Il livello 2 (LAP-B)

Il livello 3

Caso reale: una rete pubblica X.25

1

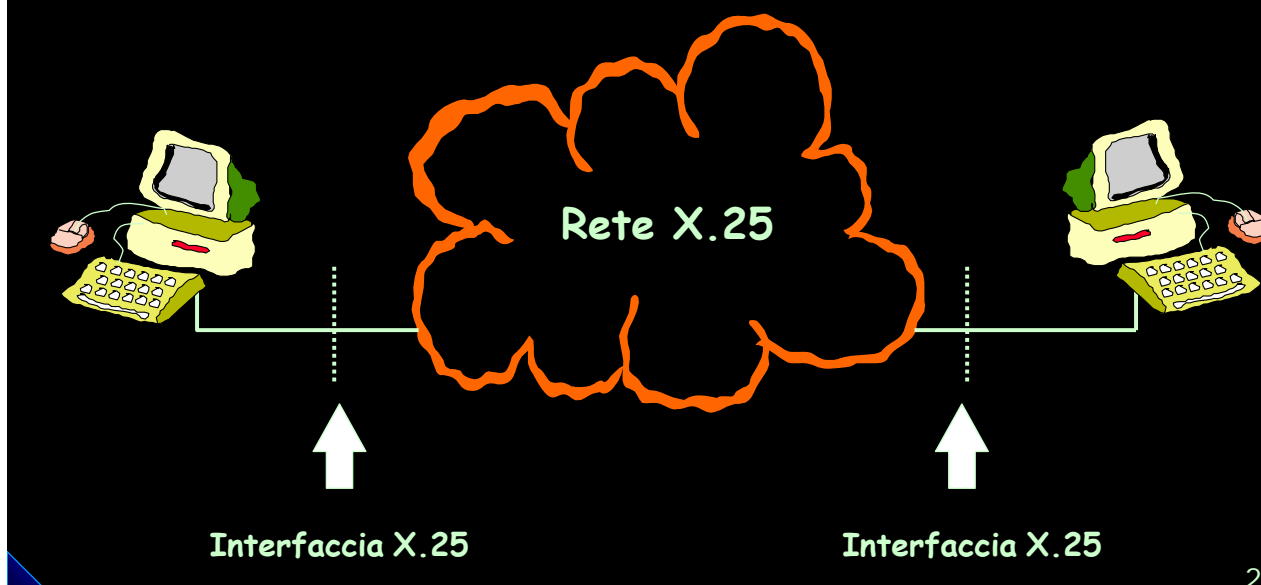


Il corso di Reti per Telecomunicazioni tratta argomenti legati alla struttura e servizi delle reti per trasmissione dati, sia in ambito locale, che in ambito geografico.

Per le reti geografiche vengono illustrate le tradizionali reti a pacchetto X.25, quelle Frame Relay ed ATM, e si dà un cenno alle reti IP; per le reti locali, sono trattate in dettaglio la struttura ed i servizi attuali di una LAN e vengono accennate le problematiche di interconnessione. Spazio viene riservato per la descrizione delle tendenze evolutive, sia in ambito LAN, che in ambito IP.

Cos'è X.25

- ☞ E' una standard di accesso per reti a commutazione di pacchetto
- ☞ La definizione della Racc. X.25 è anteriore a quella del modello di riferimento OSI



2



Per accedere ad una rete a commutazione di pacchetto, il terminale d'utente deve possedere funzioni software di comunicazione con funzioni pari a quelle assegnate dal modello OSI ai livelli 1, 2 e 3 della sua architettura di comunicazione. Uno standard di accesso che rispetta questi requisiti è la X.25; la descrizione del suo funzionamento, in termini di logica procedurale e di formato delle PDU viene data nel seguito.

L'X.25 è il risultato di un lavoro svolto dal CCITT nei primi anni '70, iniziato con una bozza di standard nel 1974 e terminato con una Raccomandazione nel 1976. Tale Raccomandazione è stata oggetto di successive modifiche ed affinamenti negli anni 1980, 1984 e 1988. Un impulso notevole allo sviluppo di tale Raccomandazione è stato dato dai contributi apportati dai gestori delle reti pubbliche. La definizione della Raccomandazione X.25 è anteriore a quella del modello di riferimento OSI; CCITT e ISO, però, hanno fatto in modo che ci fosse conformità fra i tre livelli più bassi dell'architettura OSI e la X.25. La Raccomandazione specifica le modalità di connessione fra sistemi terminali per dati (DTE) e reti a commutazione di pacchetto, tramite equipaggiamenti terminali di rete (DCE). Nulla è detto in essa sul funzionamento interno della rete di trasporto (ad esempio sulle tecniche di routing), lasciando libertà di implementazione ai costruttori.

A livello generale si può dire che il sistema terminale dialoga con la sottorete di comunicazione utilizzando i servizi dei livelli 1, 2 e 3. Le unità di dati del livello 3, strutturate in pacchetti, vengono analizzate da un opportuno software residente nella rete che, oltre a gestire il dialogo con il DTE, realizza le funzioni di routing ed indirizza il pacchetto fino al nodo terminale, dove il dialogo riprende secondo lo standard X.25 con il DTE dell'altro sistema terminale. Nel seguito, si farà cenno alle caratteristiche principali dello standard di livello 1 e si descriveranno più in particolare quelle dei protocolli di livello 2 e 3.

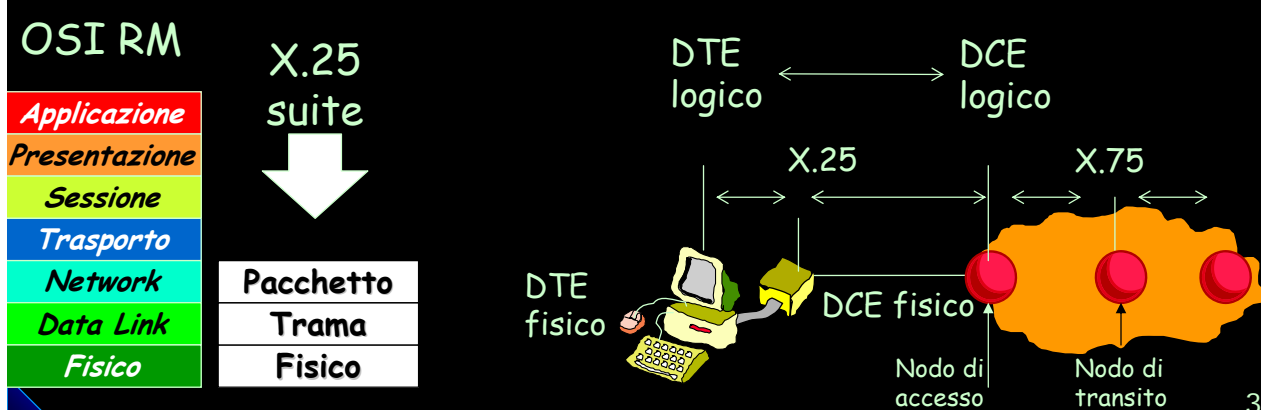
La trasmissione dati tradizionale basata sullo standard X.25 è una realtà ormai da parecchi anni e l'impiego di tale standard è ancora presente in ambiti industriali e delle pubbliche amministrazioni.

Lo scopo di questa lezione è di illustrare le caratteristiche essenziali dell'architettura X.25 per capire anche quali possano essere gli utilizzi e le prospettive evolutive di questa tecnica. In particolare la conoscenza di X.25 è propedeutica alla comprensione dell'evoluzione della trasmissione dati verso il Frame Relay e poi verso l'ATM.

A seguito di questa parte verrà descritto un esempio di rete per servizi a pacchetto basati sull'architettura x.25, per completare la trattazione dell'argomento.

Caratteristiche dell'X.25

- ❑ Lo standard nasce nel 1976
- ❑ E' una rete pubblica per dati a commutazione di pacchetti di lunghezza fissa
- ❑ Riconosciuto come standard per la trasmissione dati su rete dati
- ❑ Prevede una suite di 3 livelli
- ❑ Raggiunge velocità fino a 64 kb/s



Un primo esempio di rete specializzata per dati in ambito pubblico è quella basata sulla Raccomandazione X.25. I protocolli contenuti nell'X.25 rappresentano ancora oggi la tecnologia base di molte reti a pacchetto nel mondo. Nato nel 1976, esso è stato il primo e per lungo tempo l'unico standard per la trasmissione su reti a pacchetto pubbliche per il traffico dati.

Formalmente il protocollo X.25 è una raccomandazione che definisce l'interfaccia tra un Data Terminal Equipment (DTE) e un Data Communication Equipment (DCE), entrambi operanti a livello pacchetto.

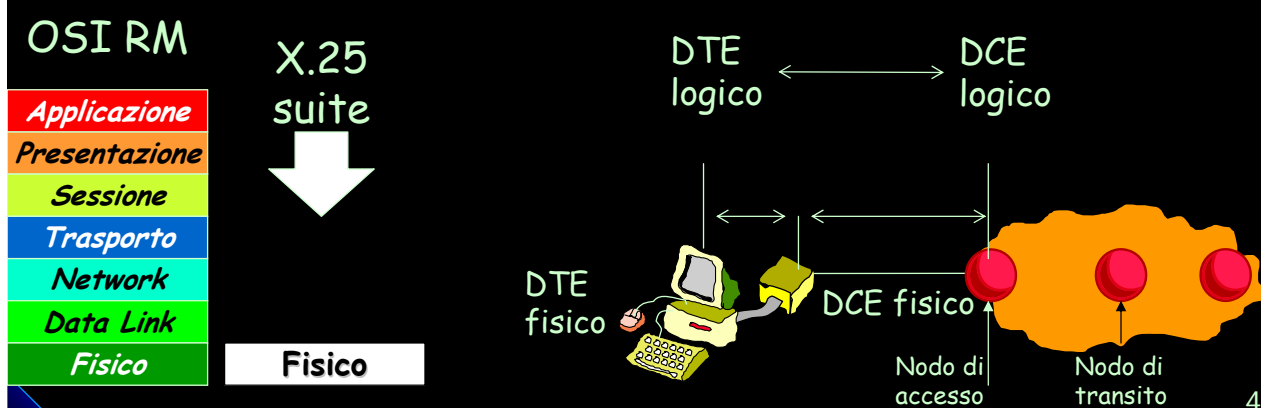
Fisicamente il DTE può essere un generico terminale di utente adatto al funzionamento a pacchetto. Il DCE è generalmente rappresentato dall'interfaccia d'accesso al nodo della rete a pacchetto.

La suite dei protocolli X.25 descrive le procedure di interlavoro all'interfaccia tra DCE e DTE. Nelle raccomandazioni sono descritte le procedure da seguire per lo scambio di dati e informazioni di controllo. In particolare, suddivide le procedure di comunicazione in tre livelli funzionali che corrispondono ai primi tre livelli OSI:

- livello fisico (tra DTE e DCE fisico);
- livello trama (tra DTE e DCE logico);
- livello pacchetto (tra DTE e DCE logico).

X.25: il livello fisico

- ❑ Definisce le caratteristiche elettriche, funzionali, procedurali e meccaniche che consentono il trasferimento dei dati tra DTE e DCE fisici
- ❑ L'interfaccia più diffusa è la V.24/V.28 ridefinita X.21bis;
- ❑ ha introdotto una nuova classe di terminali ad hoc basati sull'interfaccia X.2110.



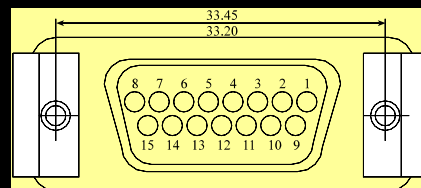
Il livello fisico definisce le caratteristiche elettriche, funzionali, procedurali e meccaniche che consentono il trasferimento dei dati tra DTE e DCE fisici (elaboratore e modem).

Esso prevede la compatibilità dei terminali con l'interfaccia di rete individuata dalle specifiche V.24/V.28 che definiscono rispettivamente il significato dei circuiti e le caratteristiche elettriche della connessione tra terminale e rete.

Nel contesto X.25 l'interfaccia V.24/V.28 è stata denominata X.21bis; inoltre la Racc. X.25 ha introdotto una nuova classe di terminali progettati appositamente per la rete X.25 e basati sulla normativa di interfaccia X.2110.

X.25: il livello fisico

| ITU X.24 | Circuito | Poli ISO |
|----------|-------------------------|----------|
| T | Trasmissione | 2-9 |
| R | Ricezione | 4-11 |
| C | Controllo | 3-10 |
| I | Indicazione | 5-12 |
| S | Temporizzazione di bit | 6-13 |
| B | Temporizzazione di byte | 7-14 |



| X.26 | X.27 | Circuito | Nome | al DCE | al DTE |
|------|------|----------|--|--------|--------|
| 1 | 1 | | | | |
| 2 | 2,9 | T | Trasmissione (Transmit) | X | |
| 3 | 3,10 | C | Controllo (Control) | X | |
| 4 | 4,11 | R | Ricezione (Receive) | | X |
| 5 | 5,12 | I | Indicazione (Indication) | | X |
| 6 | 6,13 | S | Temporizzazione in ricezione (Signal element timing) | | X |
| 7 | 7,14 | B | Temporizzazione di ottetto (Byte timing) | | X |
| 8 | 8 | G | Terra (Common return) | | |
| 9,10 | | Ga | | X | |
| 15 | 15 | | Riservato per usi futuri | | |

5



Lo standard di livello 1 previsto nella X.25 è definito nella Raccomandazione X.21: "Interfaccia fra DTE e DCE per trasmissioni sincrone su reti pubbliche per dati". Come per tutte le altre raccomandazioni inerenti allo strato fisico, essa definisce l'interfaccia specificandone le caratteristiche meccaniche, elettriche, funzionali e procedurali.

Le caratteristiche *meccaniche* e l'assegnazione dei pin sono specificati dall'ISO 4903 (connettore a 15 pin).

Le caratteristiche *elettriche* sono date dalle Racc.X.26 o X.27 (la frequenza massima di trasmissione è determinata dalla rete pubblica per dati attraverso la Racc. X.1); si stabilisce contestualmente anche lo schema di codifica binaria 0/1.

Nella Racc. X.24 sono definite le caratteristiche *funzionali* dei circuiti che costituiscono l'interfaccia.

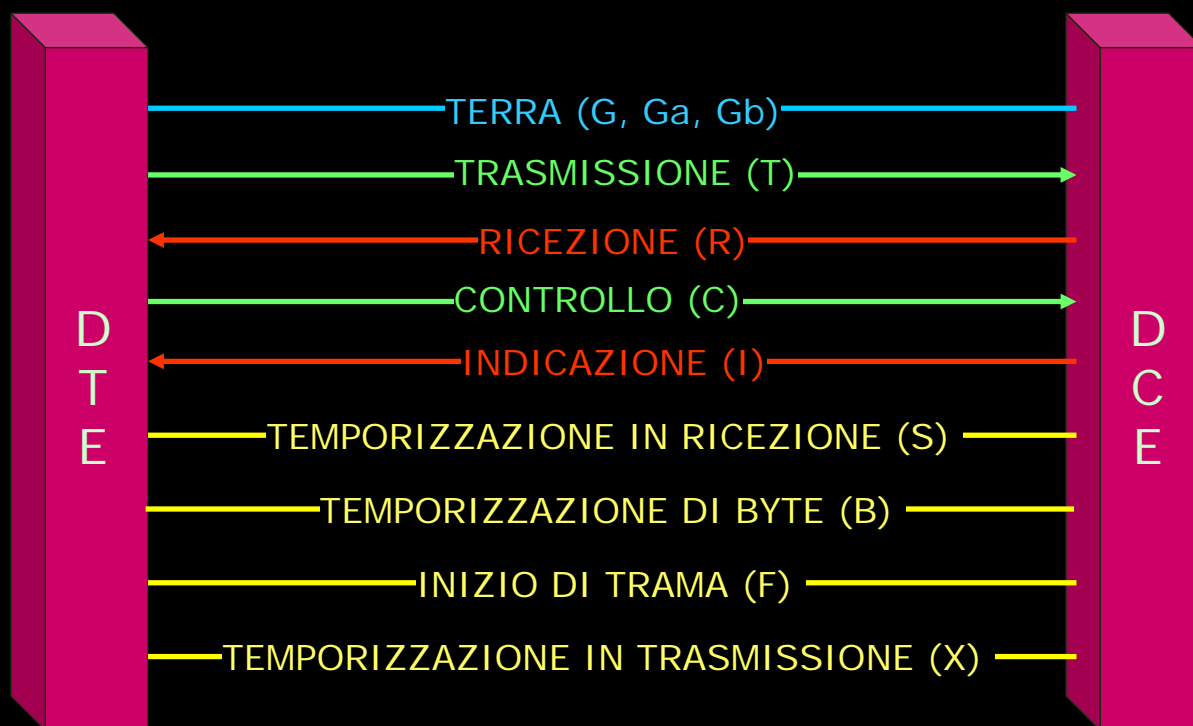
La X.21, infine, definisce le *procedure* di controllo dei circuiti di interfaccia, attraverso la configurazione dei circuiti T, R, C ed I.

Nel seguito si descrivono le funzioni di ognuno dei circuiti costituenti l'interfaccia.

Il livello 1 definendo le procedure necessarie all'attivazione della trasmissione, stabilisce l'insieme delle azioni da compiere nel tempo per lo svolgimento delle funzioni specificate.

X.25: il livello fisico (ITU-T X.24)

INTERFACCIA DTE-DCE



6



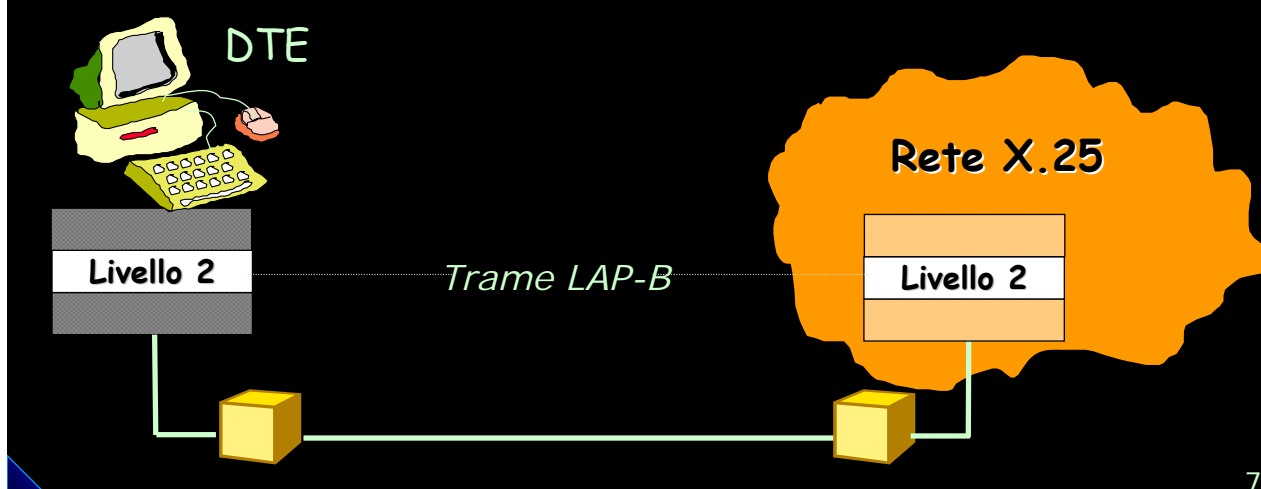
Nella Racc. X.24 i circuiti svolgono una molteplicità di funzioni (es. trasmissione dati e controllo); il risultato è la definizione di un'interfaccia costituita da 9 circuiti multifunzione, molto più semplice dal punto di vista hardware rispetto alle precedenti, nelle quali ad ogni singola funzione era dedicato uno specifico connettore.

I circuiti definiti nella Racc. X.24 sono i seguenti:

- 1) circuito G - TERRA: interconnette i punti a potenziale nullo del generatore e ricevitore e costituisce il ritorno comune a tutti i circuiti.
- 2) circuito T - TRASMISSIONE: è il supporto per la trasmissione tra DTE e DCE, trasporta sia informazioni d'utente che di controllo.
- 3) circuito R - RICEZIONE: è il supporto per la ricezione dal DCE, trasporta sia informazioni d'utente che di controllo.
- 4) circuito C - CONTROLLO: su questo filo il DTE invia al DCE informazioni sullo stato della chiamata, nella fase dati della chiamata il filo C e' stabilmente ON.
- 5) circuito I - INDICAZIONE: su questo filo il DCE invia al DTE informazioni sullo stato della chiamata.
- 6) circuito S - TEMPORIZZAZIONE IN RICEZIONE: fornisce al DTE la temporizzazione di bit per la rivelazione dei segnali sul filo R.
- 7) circuito B - TEMPORIZZAZIONE DI OTTETTO: su questo filo il DCE invia al DTE informazioni sulla temporizzazione di gruppo di otto cifre binarie.
- 8) circuito F - INIZIO TRAMA: su questo filo il DCE invia al DTE l'inizio di una trama.
- 9) circuito X - TEMPORIZZAZIONE IN TRASMISSIONE: su questo filo il DTE invia al DCE le informazioni di temporizzazione per la rivelazione dei segnali sul filo T.

X.25: il livello di trama

- ☐ Gestisce le procedure di colloquio necessarie per un corretto trasferimento di informazioni tra terminale d'utente e nodo di rete
- ☐ Fornisce i servizi di: controllo e recupero di errore, perdita/duplicazione di dati, controllo e recupero di sequenza di dati, controllo di flusso



7



Il livello 2 (data link) si occupa delle procedure di colloquio necessarie per un corretto trasferimento di informazioni attraverso ogni linea di collegamento fra terminale d'utente e nodo di rete, rendendo disponibile al livello 3 una connessione logica libera da errori. Le unità dati usate dal livello 2 vengono dette "trame". Rispetto ad esse, il protocollo di livello 2 deve fornire i servizi di:

- controllo e recupero di errore/perdita/duplicazione di dati
- controllo e recupero di sequenza dei dati
- controllo di flusso

Esistono due tipi di servizio data link:

- servizio di tipo "connection-mode";
- servizio di tipo "connectionless-mode".

Nell'ottica del livello 2 della X.25, si farà riferimento al primo dei due tipi.

Una connessione è una associazione stabilita fra due o più peer-entities per il trasferimento di dati. Un'istanza di uso di un tale servizio passa sempre attraverso tre distinte fasi:

- formazione della connessione;
- trasferimento dei dati;
- rilascio della connessione.

Una connessione ha le seguenti caratteristiche principali:

- permette la negoziazione, fra le entità interessate, dei parametri e delle opzioni che caratterizzeranno il trasferimento dei dati;
- fornisce un contesto, all'interno del quale le unità dati trasferite sono logicamente correlate; questo permette al servizio di garantire le funzioni di mantenimento della sequenza e di controllo del flusso.

Queste caratteristiche sono particolarmente utili in applicazioni che prevedono interazioni durature e orientate al trasferimento di un flusso di dati fra entità in configurazioni stabili. In tali casi le entità:

- negoziano i termini della loro interazione, riservandosi le necessarie risorse;
- trasferiscono una serie di unità dati correlate;
- concludono esplicitamente la loro interazione, rilasciando le risorse precedentemente riservate.

Il livello 2: concetti generali

Formazione della connessione



8



GESTIONE DELLA CONNESSIONE.

In genere, lo scambio di dati deve essere preceduto da una fase di "apertura della connessione" e seguito da una fase di "chiusura della connessione". Nel caso di terminale collegato direttamente ad un elaboratore, tali fasi sono realizzate tramite opportuni fili di controllo che sono del tipo "handshake".

Nel caso che i dati siano trasmessi a trame, tali fasi sono invece realizzate per mezzo di opportune trame dette di "supervisione" e la sequenza e' in generale la seguente:

- trama di Richiesta di Connessione ---->
- trama di Conferma della Connessione <----
- trame di dati <--->
- trama di Richiesta di Disconnessione ---->
- trama di Conferma di Disconnessione <----

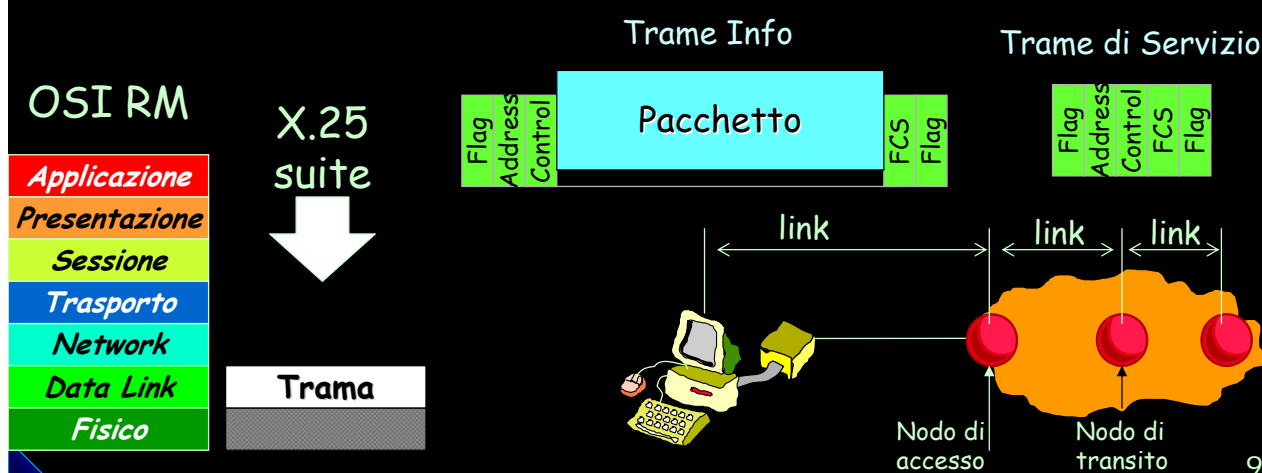
Queste fasi sono attivate da opportune primitive eseguite dal processo che gestisce il servizio richiesto.

X.25: il livello di trama

La struttura di HDLC LAP-B prevede 2 tipi di trame: informative e di servizio;

effettua il controllo **link-by-link**, cioè tra ogni coppia di nodi adiacenti;

assicura al livello superiore una connessione logica esente da errori.



Il livello trama definisce l'insieme delle procedure di comunicazione che permettono lo scambio di pacchetti tra DTE e DCE. La Racc. X.25 utilizza una specifica modalità del protocollo HDLC (High level Data Link Control, cioè la versione LAP-B (Link Access Procedure-Balanced)). Questa procedura consente a entrambi gli utenti di iniziare una connessione di tipo logico all'interfaccia DTE/DCE in modo completamente indipendente dai livelli superiori. La struttura di trama LAP-B prevede due tipi di trame: le trame informative e le trame di servizio.

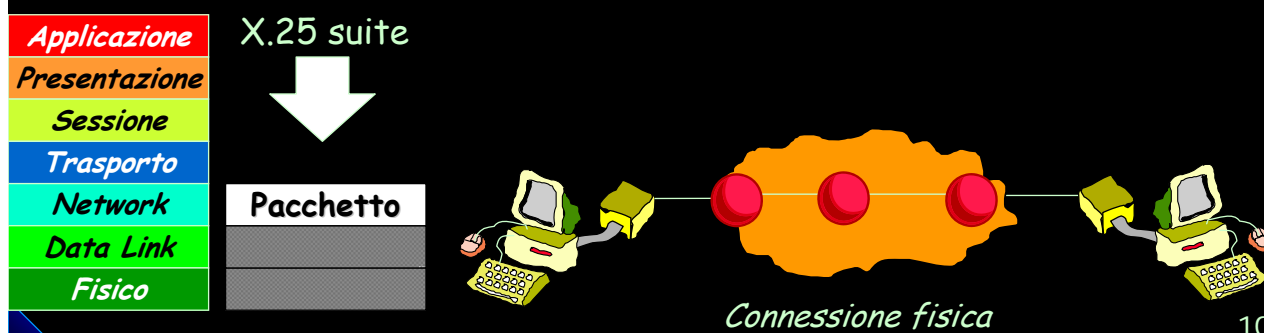
Questo livello effettua il controllo link-by-link, cioè tra ogni coppia di nodi adiacenti della rete e assicura al livello superiore una connessione logica pressoché esente da errori anche quando il livello fisico non è in grado di garantire un tasso di errore nullo.

X.25: il livello di pacchetto

Rende possibile l'accesso d'utente ai servizi (di base ed opzionali) messi a disposizione da una rete X.25

Il servizio di rete fornito garantisce:

- l'indipendenza dalla sottorete di comunicazione utilizzata,
- il trasferimento end-to-end dei dati d'utente,
- la trasparenza rispetto all'informazione trasferita,
- la possibilità di selezionare la Qualità del Servizio,
- i meccanismi per l'indirizzamento univoco degli utenti



10

Il livello 3 (pacchetto) della Raccomandazione X.25 rende possibile l'accesso d'utente ai servizi (di base ed opzionali) messi a disposizione da una rete X.25. Con riferimento al modello OSI, si può dire che essi sono allineati con quanto previsto dal CCITT per il generico Servizio di Rete nella Raccomandazione CCITT X.213/X.223.

In particolare tale servizio fornisce:

- l'indipendenza dalla sottorete di comunicazione realmente utilizzata;
- il trasferimento end-to-end dei dati d'utente;
- la trasparenza rispetto all'informazione trasferita (cioè non si pone alcuna limitazione sul contenuto, formato, o codifica dell'informazione d'utente);
- la possibilità di selezionare la Qualità del Servizio;
- i meccanismi per l'indirizzamento univoco degli utenti (cioè del software del livello Trasporto).

Quanto esposto implica che gli utenti hanno i mezzi per:

- instaurare una connessione di Rete (singola o multipla) su cui scambiarsi dati;
- stabilire a priori un determinato livello di Qualità del Servizio;
- scambiarsi dati, con la garanzia che la sottorete non ne alteri la sequenza;
- esercitare un controllo di flusso in ricezione (nel senso che il ricevitore può controllare la frequenza di emissione delle unità informative da parte del trasmettitore);
- trasferire informazioni particolari, soggette ad un differente controllo di flusso (expedited data);
- reinizializzare l'attività, in caso di grave malfunzionamento;
- confermare esplicitamente la ricezione di una certa unità informativa;
- abbattere in modo incondizionato la connessione di Rete.

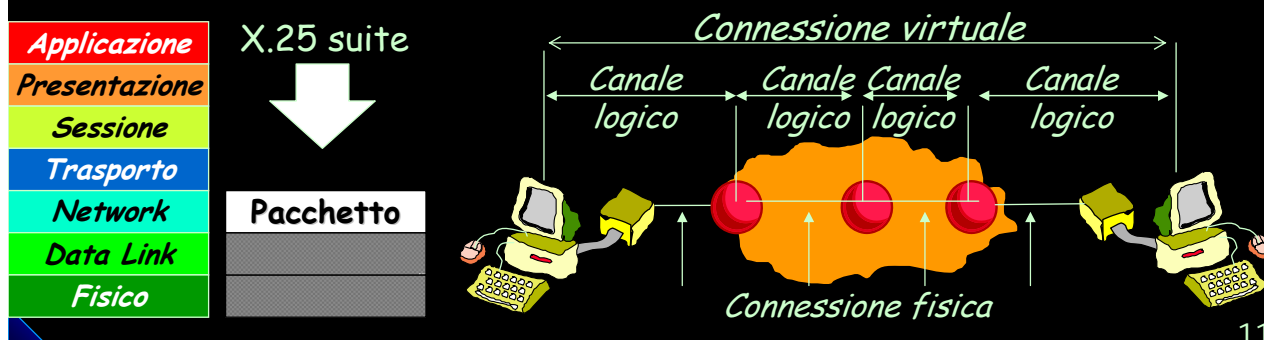
X.25: il livello di pacchetto

- Fornisce il servizio di connessione virtuale sia di tipo permanente (PVC) che commutato (SVC).
- La connessione è un insieme di canali logici "locali"
- I pacchetti seguono sempre lo stesso instradamento

Funzioni del livello pacchetto:

- apertura e chiusura dei canali logici,
- trasferimento dei dati,
- controllo di sequenza e di flusso,
- mantenimento della connessione.

Il formato dell'indirizzo di un terminale è descritto nella Racc.ITU-T X.121



Il livello pacchetto specifica le procedure e il formato dei pacchetti da scambiare tra le due entità DCE e DTE. Tali procedure, anche dette di PLP (Packet Layer Protocol, forniscono all'utente un servizio di circuito virtuale sia di tipo permanente (PVC) che commutato (SVC). Quando un utente invia i dati alla rete, questa esegue l'instradamento dei pacchetti sulla base del numero di circuito virtuale.

I pacchetti di una stessa connessione seguiranno il percorso predeterminato fino all'utente destinazione. Le funzioni del livello pacchetto includono l'apertura e chiusura dei circuiti virtuali o canali logici, il trasferimento dei dati d'utente, il controllo di sequenza e di flusso, il mantenimento del circuito virtuale e la sua moltiplicazione. Fra le procedure di livello 3 assumono importanza particolare quelle che governano l'instaurazione del circuito virtuale, il suo mantenimento e l'abbattimento al termine dello scambio dei dati. Ciascuna azione effettuata a questo livello induce delle reazioni sia a livello di interfaccia locale sia a livello di interfaccia remota.

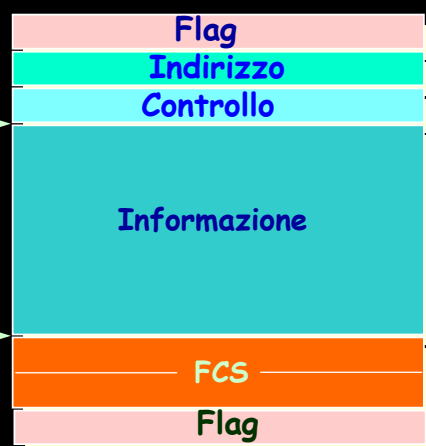
L'attivazione di una chiamata è realizzata mediante la procedura di segnalazione; il piano di numerazione adottato per questa tipologia di reti è stato definito nella Racc.ITU-T X.121, che descrive anche il formato dell'indirizzo di un generico terminale.

Il livello 3: concetti generali

Formato del pacchetto



Formato della trama



IGF: Identificatore Generale Formato

GCL: Gruppo di Canale Logico

NCL: Numero di Canale Logico

12



Ciascun pacchetto trasferito attraverso l'interfaccia DTE-DCE è costituito da informazioni di controllo e da dati d'utente (opzionali), entrambi di lunghezza variabile. La lunghezza minima delle informazioni di controllo del pacchetto è pari a tre byte. Nella figura precedente è mostrata la struttura generale di un pacchetto X.25 e la sua relazione con la trama di livello 2.

Va notato che la corrispondenza fra trame informative e pacchetti è biunivoca, cioè ogni pacchetto è sempre contenuto in una sola trama informativa e ogni trama informativa trasporta sempre un solo pacchetto.

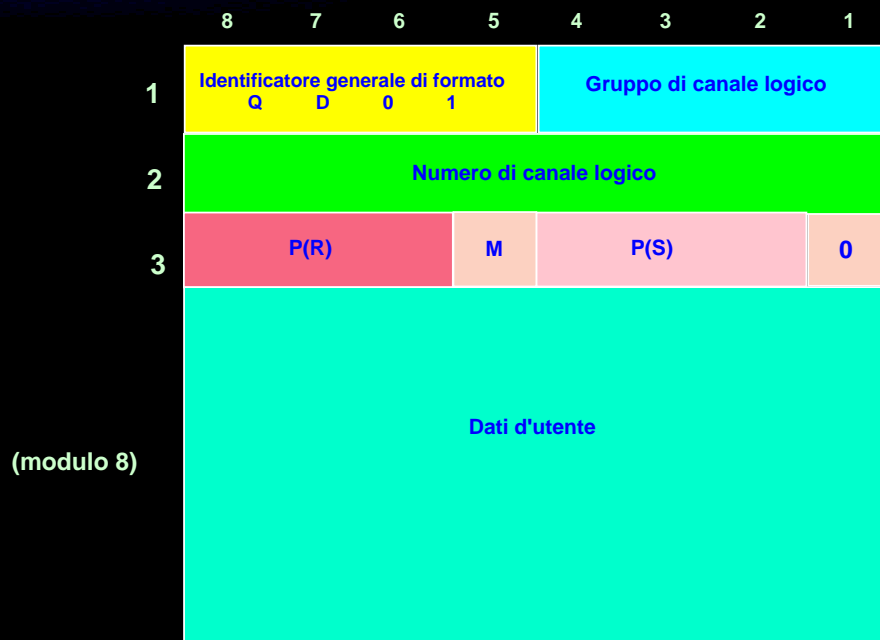
I primi tre ottetti di ogni pacchetto sono utilizzati per identificare il tipo di pacchetto ed il canale logico cui quest'ultimo si riferisce.

I quattro bit più significativi del primo ottetto sono denominati Identificatore Generale del Formato o IGF; essi assumono significati differenti a seconda del tipo di pacchetto.

I quattro bit meno significativi del primo ottetto ed il secondo ottetto contengono rispettivamente il numero di canale logico (NCL) cui si riferisce il pacchetto.

Il terzo ottetto contiene l'identificatore del tipo di pacchetto.

Il livello 3: formato dei pacchetti dati



Formato del pacchetto dati X.25
con numero di sequenza di 3 bit

13

