

# 1. Protocolli HDLC

Livelli di comunicazione

Livello Fisico

Livello Data Link

Classificazione dei protocolli HDLC

I campi della trama HDLC

Error control: meccanismi di recupero dell'errore

Controllo del flusso e gestione del collegamento: i campi

Address e Control

Funzioni del livello 3

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.

## Livelli di comunicazione



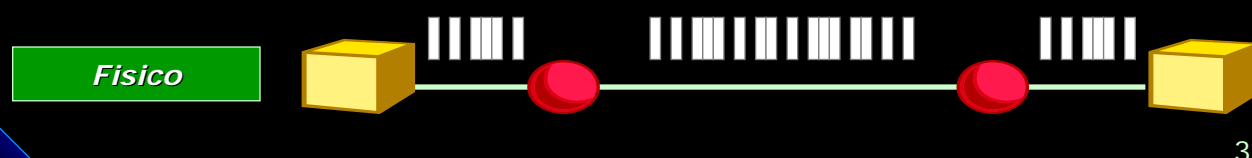
2



## Funzioni del livello fisico

- ↖ Trasmissione dei bit sui portanti trasmissivi;
- ↖ Sincronizzazione degli apparati di trasmissione;
- ↖ Multiplazione di tributari su flussi numerici a capacità maggiore;
- ↖ Gestione dei sistemi trasmissivi.
- ↖ Deve fornire ai livelli superiori un flusso di bit di "buona" qualità.

Nelle reti pubbliche la valutazione della Qualità Trasmissiva viene riportata nelle Racc. ITU-T G.821, G.826, M.2100).



3



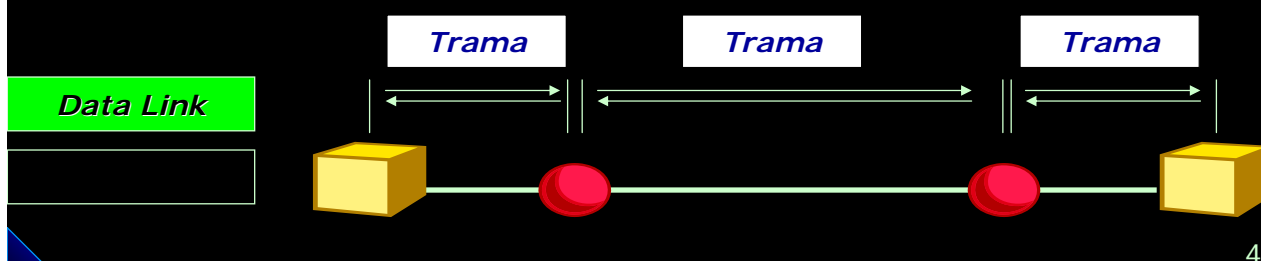
Lo scopo primario di tale livello è la definizione delle interfacce meccaniche ed elettriche, in base al mezzo trasmissivo che sta sotto di esso. Ad esempio bisogna specificare che tipo di connettore usare, il significato di ogni pin del connettore, che forma d'onda è assegnata al bit "1" e quale al bit "0" ecc. Al di sopra di tale livello, si avrà quindi a disposizione un servizio per il trasferimento di bit.

## Funzioni del livello Data Link

- Definizione del formato delle trame;
- Sincronizzazione delle trame
- Trasparenza dei dati;
- Rilevamento dell'errore;

### Opzionali (connection Oriented):

- Attivazione e chiusura della connessione;
- Gestione del trasferimento;
- Controllo della sequenza;
- Controllo del flusso;
- Recupero dell'errore.



Il compito principale del livello di Data Link (DLL - Data Link Layer) è quello di mettere a disposizione un canale di comunicazione affidabile e privo di errori. Notiamo come questo livello, sfruttando quanto fornito dal livello fisico (e cioè la possibilità di trasferire bit su un mezzo trasmissivo) realizza, tramite il protocollo di Data Link, una comunicazione affidabile. Tale servizio sarà messo a disposizione al livello superiore.

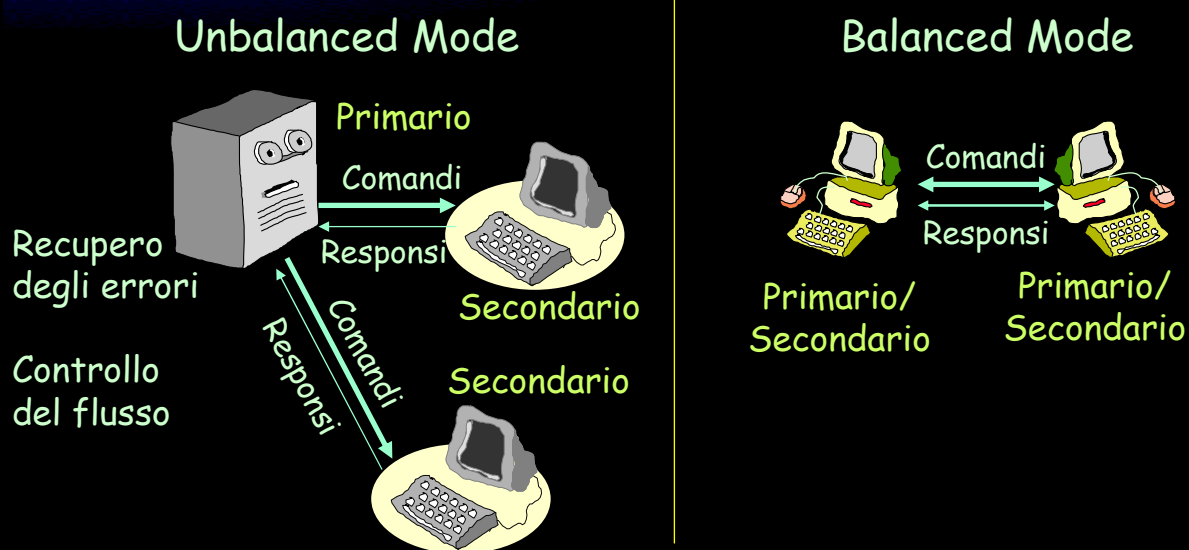
Il livello Data Link riesce a realizzare una comunicazione affidabile suddividendo i dati provenienti in strutture dette Data Frame (la cui lunghezza può variare dalle centinaia alle migliaia di byte) inoltrandoli sequenzialmente. La correttezza dei dati viene verificata mediante algoritmi di checksum dal terminale ricevente il quale comunica l'esito al terminale trasmittente.

Il Data Link layer deve anche prevedere meccanismi di ritrasmissione dei frame persi o corrotti.

Un'altra importante funzione svolta da questo livello è il flow control per impedire ad un trasmettitore molto veloce di congestionare un ricevente più lento che, esauriti i buffer in cui memorizzare i dati in ingresso, sarebbe costretto a scartare delle frame ricevute correttamente.

Il Data Link layer deve anche risolvere le problematiche riguardanti l'accesso al mezzo fisico, nel caso di reti con canale comune. In particolare questo compito è svolto da un sottolivello del DLL detto MAC Medium Access Control.

## Protocolli di linea HDLC



### Modalità operative

**NRM:** Trasmissione con permesso da parte del primario.

**ARM:** Trasmissione anche senza l'esplicito permesso del primario.

5



L'HDLC, è un protocollo sincrono e bit-oriented, definito dall'ISO per essere usato sia in collegamenti multipunto, che in collegamenti punto punto.

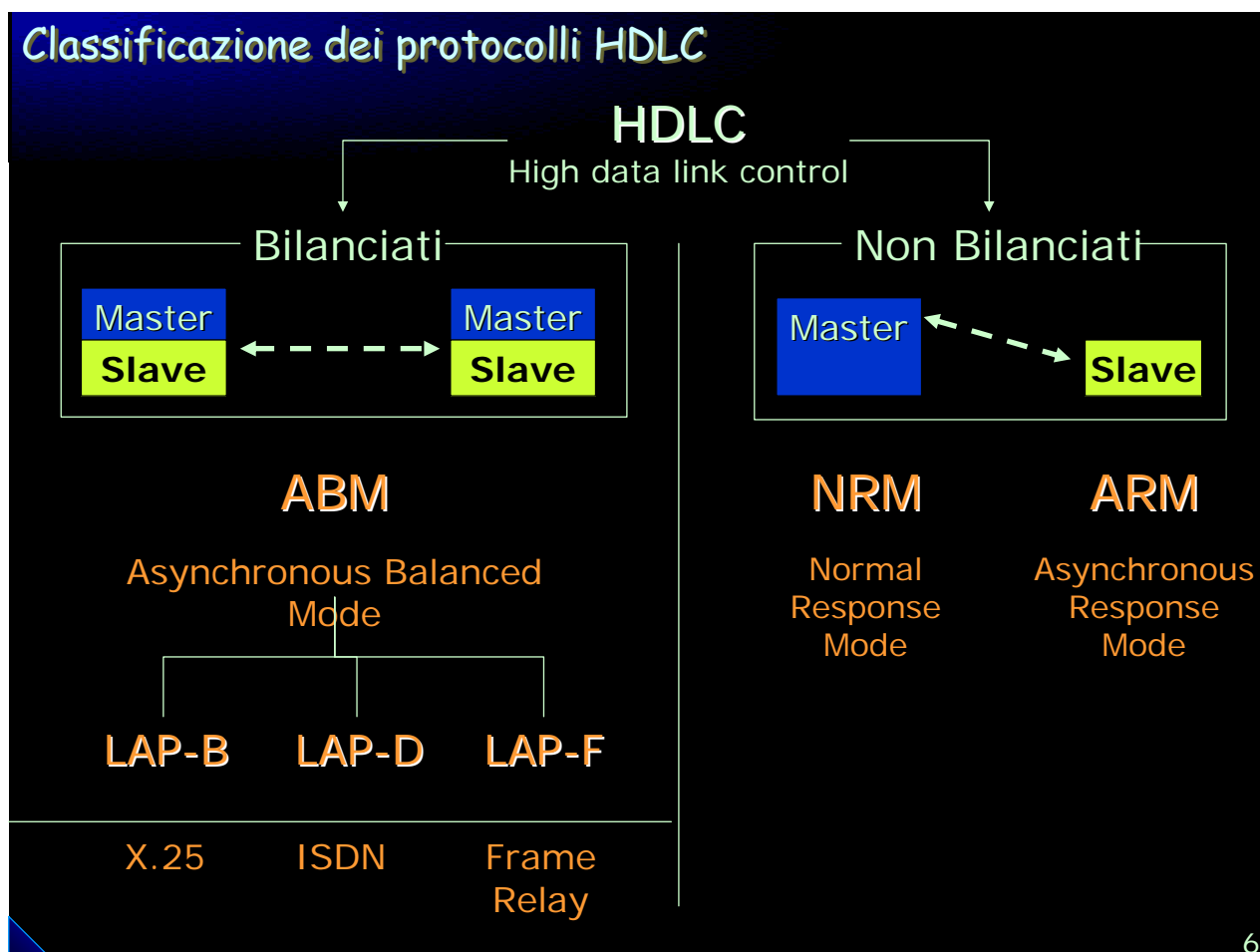
Le modalità secondo le quali operano i due interlocutori, vengono dette, nella terminologia dell'HDLC, modi operazionali che sono raggruppati in due classi di procedura: Unbalanced Configuration e Balanced Configuration.

Nella configurazione Unbalanced solo uno dei due interlocutori, detto "Primario" (P), si occupa del recupero degli errori e del controllo di flusso. Tipicamente un sistema multipunto è costituito da un primario ed un certo numero di "Secondari" (S). Inoltre per enfatizzare la sottomissione dei secondari, i messaggi inviati dal primario vengono detti comandi, mentre i messaggi inviati dai secondari risposi. Nella configurazione Unbalanced sono possibili due modi operazionali:

**NRM (Normal Responce Mode):** I secondari possono iniziare la trasmissione di dati, solo dopo aver ricevuto l'esplicito permesso da parte del primario.

**ARM (Asynchronous Responce Mode):** I secondari possono iniziare la trasmissione di dati anche senza l'esplicito permesso del primario.

La configurazione Balanced, è applicabile solo a configurazioni punto punto, in tal caso entrambi gli interlocutori possono comportarsi sia da primario che da secondario. L'unico modo operativo definito per questa classe è l'ABM (Asynchronous Balanced Mode), in cui entrambi gli interlocutori possono inviare comandi e risposte senza dover richiedere il permesso dell'altra entità.



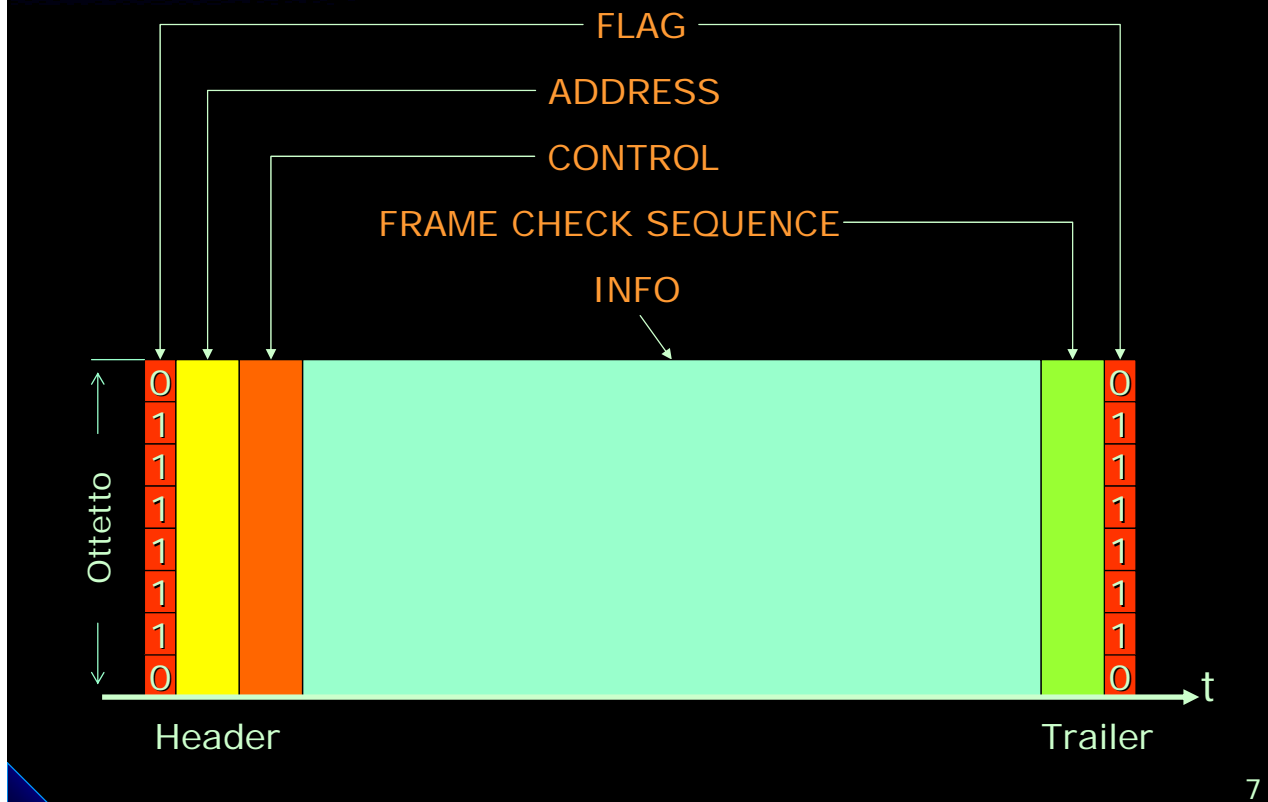
6



L'ITU-T prevede per le funzioni di data link una famiglia di protocolli definita HDLC (High Data Link Control). A seconda della tecnica di trasferimento sono previste delle specializzazioni che coinvolgono sia il formato della trama che i meccanismi di trasferimento. Nelle reti geografiche più diffuse si ha il LAP-B (Link Access Protocol - Bearer Channel) per l'X.25, LAP-D (Link Access Protocol - Data Channel) per la segnalazione ISDN, LAP-F (Link Access Protocol - Frame Based) per il Frame Relay.

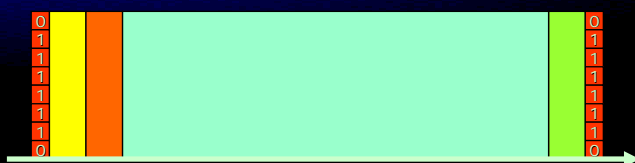
Per l'ATM la struttura di trama si chiama cella e, come si vedrà in seguito, ha molte analogie con le trame HDLC.

## I campi della trama HDLC



**Note:**

## Sincronizzazione di trama: Flag



- Definisce l'inizio e la fine della trama
- Definisce l'allineamento della trama
- Deve garantire la "Trasparenza dei dati", ovvero non deve essere simulata da nessun ottetto all'interno della trama mediante inserimento di bit di stuffing.

8



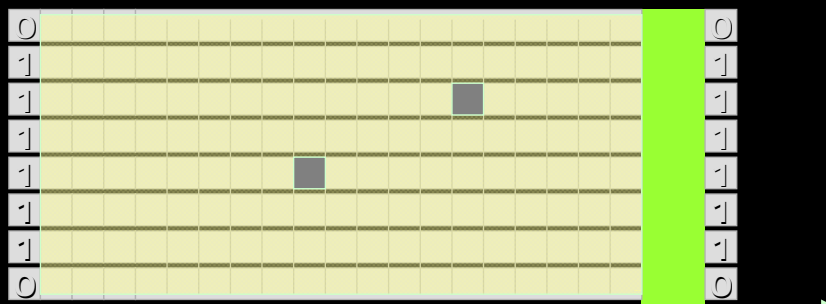
Tutte le trame iniziano e finiscono con una sequenza di bit nota definita Flag che ha il valore 01111110. Questa sequenza viene immessa dal trasmettitore e riconosciuta dal ricevitore come confine della trama. Per questo motivo non deve essere "imitata" da nessun ottetto intermedio alle flag, in quanto causerebbe un'errata interpretazione della trama con conseguente perdita dei dati.

Per ovviare a tale problema si utilizza una tecnica di inserimento di bit di stuffing (riempimento). In particolare il trasmettitore, dopo aver inserito la flag "controlla" i bit della trama e, dopo un'eventuale sequenza di 5 bit 1 inserisce un bit 0. Il ricevitore analogamente controlla i bit e dopo una sequenza di 5 bit 1 (che non sia la flag) estrae ed elimina il 6° bit (0 stuffing).



## Error control: Frame Check Sequence

- Verifica il corretto trasferimento dei bit in un link;
- Agisce sui bit compresi tra la Flag e FCS, escludendo gli eventuali bit di stuffing;



Algoritmo:

Bit della trama

Polinomio Generatore

Resto

CRC-16 (ITU-T)  $x^{16} + x^{12} + x^5 + 1$

CRC-16  $x^{16} + x^{15} + x^2 + 1$

CRC-12  $x^{12} + x^{11} + x^3 + x^2 + x + 1_9$



Quando dei dati vengono scambiati tra due interlocutori, è comune che a causa di disturbi elettrici, il segnale rappresentante lo stream di bit trasmesso venga alterato. Ciò porta alla conseguenza che il ricevitore in alcuni casi potrebbe ricevere un messaggio diverso da quello trasmesso. Quindi il controllo e la correzione degli errori sono delle funzioni indispensabili al fine di garantire una comunicazione "affidabile" (una comunicazione in cui la probabilità di errore sia ragionevolmente bassa).

Tipicamente gli errori si presentano in burst, nel senso che vengono persi o alterati non singoli bit, ma intere sequenze. La tecnica di controllo di errore più usata è quella del Cyclic Redundancy Check (CRC), essa è adatta a rilevare errori multipli.

Questo metodo restituisce come risultato il resto della divisione modulo 2 tra i bit contenuti nella trama, che non sono noti, ed un polinomio generatore noto (standardizzato dall'ITU-T).

Il numero degli errori non rilevati usando questa tecnica è abbastanza basso.

Il campo FCS contiene quindi 16 bit riportanti il calcolo eseguito.

Il trasmettitore esegue il calcolo e "scrive" il risultato nel campo FCS. Il ricevitore riesegue il calcolo sullo stesso insieme di riferimento e lo confronta con quello scritto dal trasmettitore remoto. L'eguaglianza dei due valori corrisponde alla "certezza" del corretto trasferimento tra i due apparati adiacenti.

[illegible]

10

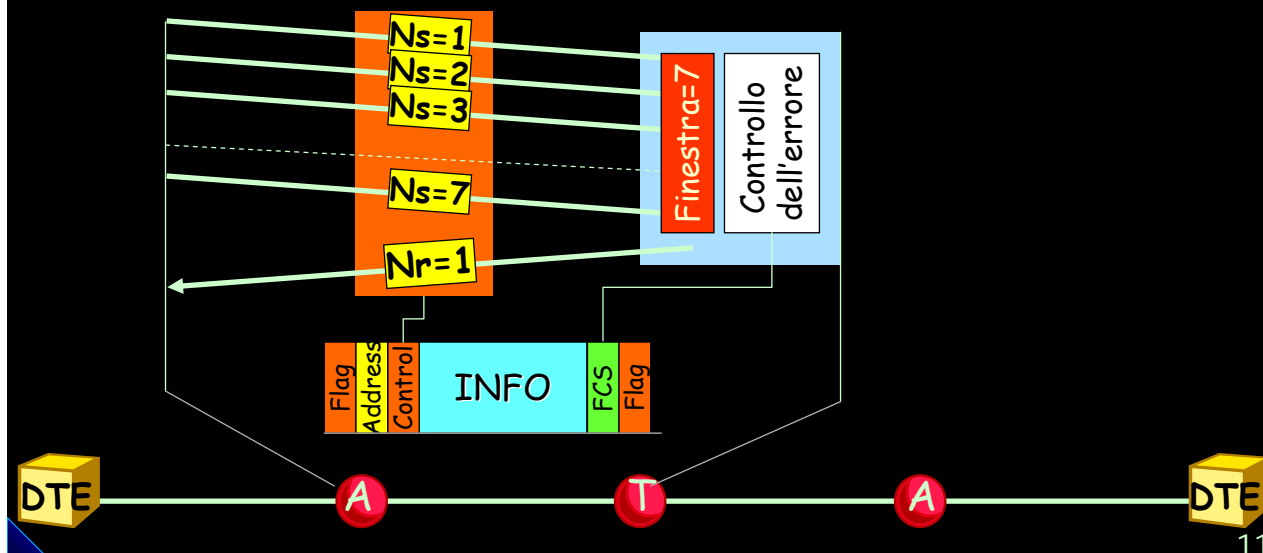


Il campo Control definisce il tipo di trama tra 3 possibili formati:

- trame informative, utilizzate per il trasporto dei protocolli di livello superiore;
- trame di supervisione, che svolgono delle funzioni di supervisione sia in fase di chiamata che in fase di mantenimento della conversazione sul canale B;
- trame non numerare, così chiamate perché non hanno i contatori NR e NS, che forniscono funzioni di controllo ulteriori, soprattutto per la fase iniziale della procedura di chiamata.

## Error control: meccanismi di recupero dell'errore

- Nel campo control ci sono dei contatori (modulo 8): Nr e Ns
- Il trasmettitore aspetta sempre una conferma
- Ad ogni trama viene fatto un controllo d'errore
- Provvedimenti a fronte di un errore:
  - invio della sola trama errata;
  - invio di tutte le trame comprese nella finestra.



11



Le trame HDLC sono caratterizzate da un campo Control che permette, fra le varie cose, di numerare le trame mediante due contatori Ns (Send) e Nr (Receive). In questo modo il trasmettitore può avere conferma del corretto trasferimento delle trame.

La dimensione della finestra è di un'unità inferiore alla massima capacità dei contatori Nr e Ns (3 bit, 8 combinazioni, nel caso LAP-B modulo 8, la finestra massima è 7).

Il trasmettitore dopo l'invio di 7 trame si aspetta una trama di conferma la quale indicherà il numero della trama attesa. Se la trasmissione è avvenuta correttamente, il numero indicato sarà quello della trama successiva all'ultima inviata; in caso contrario, significa che è stato rilevato un errore.

I provvedimenti che si possono prendere sono 2: ritrasmissione della sola trama errata (modo selettivo), ritrasmissione di tutte le trame comprese nella finestra. Quest'ultimo metodo è il più diffuso.

Il controllo dell'errore e l'eventuale recupero mediante ritrasmissione avviene in ogni nodo, anche in quelli di transito.