

# PROTOCOLLO DI TRASMISSIONE HDLC

*Appunti organizzati da  
Prof. ing. Angelo Bisceglia*

## HDLC

- ◆ HDLC (High Level Data Link Control) è il più importante protocollo di controllo di linea
  - ampiamente utilizzato
  - base per diversi altri protocolli di controllo di linea
- ◆ HDLC è uno standard definito da ISO
  - ISO 3009, ISO 4335
  - utilizzabile sia in configurazioni punto-punto che in configurazioni multipunto
  - protocollo complesso per la necessità di gestire configurazioni tanto diverse

## Caratteristiche Base

- ◆ HDLC prevede
  - tre tipi di stazioni
  - due tipi di configurazioni di linea
  - tre modi di trasferimento dati

## Stazioni

- ◆ Primaria
  - responsabile del controllo delle operazioni sulla linea
  - le trame inviate dalla stazione primaria sono dette COMANDI
- ◆ Secondaria
  - opera sotto il controllo della stazione primaria
  - le trame inviate dalla stazione secondaria sono dette RISPOSTE
- ◆ Combinata
  - opera sia come stazione primaria che secondaria

## Configurazioni di Linea

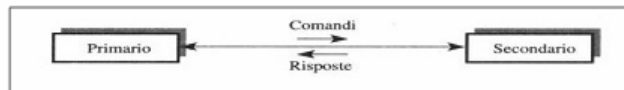
- ◆ Sbilanciata
  - una stazione primaria e una o più stazioni secondarie
- ◆ Bilanciata
  - due stazioni combinate
- ◆ In entrambe le configurazioni è supportata sia trasmissione duplex che half duplex

## Modalità di Trasferimento Dati

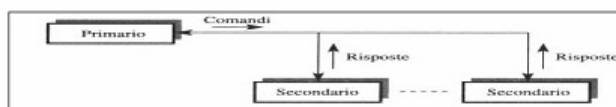
- ◆ Normal Response Mode (NRM)
  - usato in configurazioni sbilanciate
    - ◆ per esempio per controllare periferiche da una stazione centrale (polling)
  - il primario manda comandi ed un secondario risponde
- ◆ Asynchronous Balanced Mode (ABM)
  - usato in configurazioni bilanciate
  - ogni stazione può avviare la comunicazione
  - modalità più diffusa
- ◆ Asynchronous Response Mode (ARM)
  - usato in configurazioni sbilanciate (raramente)
  - il secondario può iniziare la comunicazione senza attendere l'autorizzazione del primario

## Esempi di Trasferimento Dati

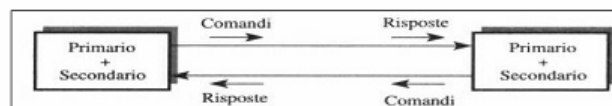
### ABM



### NRM



### ARM



## Trame HDLC

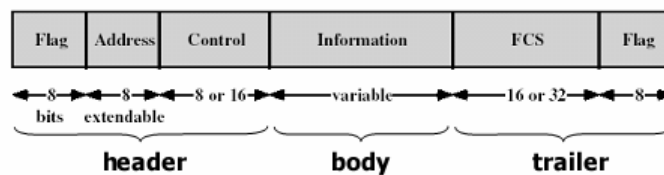
- ◆ HDLC utilizza la trasmissione sincrona
- ◆ tutte le trasmissioni sono basate su invio di trame
  - stesso formato di trame per tutte le operazioni previste dal protocollo
- ◆ Tre classi di trame
  - I-frame (Information frame): contiene sia dati che informazioni di controllo
  - S-frame (Supervisory frame): contiene solo informazioni di controllo
  - U-frame (Unnumbered frame): fornisce funzioni di controllo supplementari

## Trame Set-Mode

- ◆ Tra gli U-frame ci sono alcune trame che sono definite comandi set-mode e che vengono utilizzate per stabilire le modalità di una comunicazione
  - SNRM/SNRME (setta NRM standard o esteso)
  - SABM/SABME (setta ABM standard o esteso)
  - SARM/SARME (setta ARM standard o esteso)
  - SIM (inizializza le funzioni di controllo della linea)
  - DISC (disconnette la connessione logica)

## Struttura delle Trame

- ◆ Due diverse configurazioni
  - standard
  - estesa
- ◆ ogni trama consiste di
  - header
  - body
  - trailer



## Campi della Trama: Flag

- ◆ Flag
  - delimitano l'inizio e la fine della trama con il pattern (01111110)
  - all'interno della trama è vietato trasmettere sequenze di sei 1 consecutivi
  - il ricevente può distinguere il delimitatore dai dati (trasparenza dei dati)
- ◆ per ottenere la trasparenza dei dati con trasmissioni a carattere si vieta la configurazione 01111110
- ◆ per trasmissioni di dati binari si usa la tecnica del bit stuffing (giustificazione di bit)

## Bit Stuffing

- ◆ Il trasmettitore inserisce uno 0 dopo cinque 1 consecutivi
- ◆ Quando il ricevente legge cinque 1 consecutivi legge i due bit successivi
  - se il sesto bit è 0 lo cancella e conserva i cinque 1
  - se il sesto e settimo bit sono 10 individua il delimitatore della trama
  - se il sesto e settimo bit sono 11 individua un errore e abortisce la comunicazione

Es: 11111111111011111101111110

11111**0**11111**0**11011111**0**1011111**0**10

## Campi della Trame: Indirizzo

- ♦ identifica la stazione secondaria che ha trasmesso la trama o che la deve ricevere
  - sempre presente ma usato solo in configurazioni sbilanciate
- ♦ Il campo indirizzo è lungo 8 bit
  - 7 bit di indirizzo ed un bit di controllo
  - è possibile accordarsi su lunghezze maggiori multiple di 8
    - ♦ La lunghezza reale dell'indirizzo è un multiplo di 7 (es. 32 bit = 28 bit di indirizzo e 4 bit di controllo)
  - il bit più a sinistra di ogni otetto è 1 tranne che per l'ultimo otetto
  - l'indirizzo 1111111 indica un broadcast (tutte le stazioni)

## Campi della Trama: Controllo

- ♦ contiene le informazioni che identificano il tipo di trama (I, U o S) e le informazioni relative all'ARQ
  - il numero di sequenza della trama N(S) (3 bit)
  - il numero dell'ACK N(R) (3 bit)
  - il P/F-bit
- ♦ è possibile usare un campo di controllo esteso con numeri di sequenza a 7 bit (solo per I e S)

	1	2	3	4	5	6	7	8	
I: Information	0	N(S)			P/F	N(R)			il campo S contiene RR (rec. ready) RNR (rec. not ready) REJ (reject) SREJ (reject selettivo)
S: Supervisory	1	0	S		P/F	N(R)			
U: Unnumbered	1	1	M		P/F	M			

## Altri Campi della Trama

- ◆ Campo Informazione
  - contiene i dati che l'utente ha chiesto di trasferire
  - presente solo in I-frame e U-frame
  - contiene un numero arbitrario di ottetti (eventualmente inseriti bit di riempimento)
    - ◆ in alcuni sistemi può essere posto un limite superiore alla lunghezza del campo informazioni
- ◆ Campo FCS
  - utilizzato per l'individuazione degli errori
  - basato su CRC-CCITT o CRC-32

## Funzionamento di HDLC

- ◆ Il funzionamento di HDLC è diviso in tre fasi
  - inizializzazione
  - trasferimento dati
  - disconnessione
- ◆ In ogni fase le operazioni sono basate sullo scambio di comandi e risposte sotto forma di trame



## Inizializzazione

- ◆ Crea la connessione logica tra due stazioni
  - basata sullo scambio di U-frame
- ◆ La stazione richiedente invia un U-frame set mode per specificare
  - La richiesta di connessione
  - il modo di trasferimento dati
  - se usa numeri di sequenza a 3 o 7 bit
- ◆ la stazione ricevente invia un U-frame di risposta
  - può accettare (UA) o rifiutare (DM) la connessione
- ◆ in configurazioni sbilanciate viene creata una connessione diversa per ogni stazione secondaria

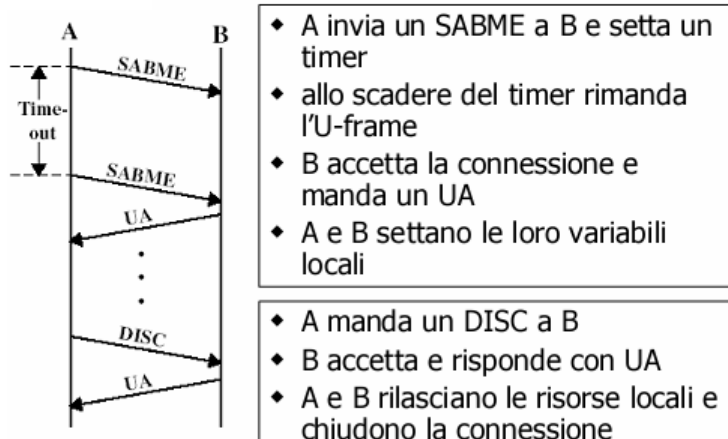
## Trasferimento Dati

- ◆ Dopo che è stata creata la connessione logica entrambi i partecipanti possono iniziare ad inviare I-frame
  - si parte con numero di sequenza 0
  - $N(S)$  = numero di sequenza della trama
  - $N(R)$  = numero dell'ACK
- ◆ Si possono inviare anche S-frame
  - RR contiene l'ACK per un I-frame ricevuto
  - RNR come RR ma richiede di non inviare altri trame
  - REJ richiede la ritrasmissione di una trama
  - SREJ richiede la ritrasmissione selettiva

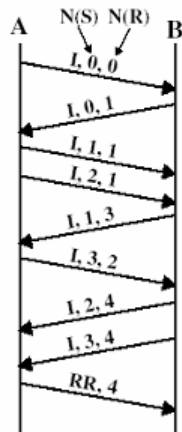
## Disconnessione

- ◆ Entrambi i partecipanti ad una connessione possono avviare la disconnessione inviando un U-frame DISC
  - l'altro partecipante deve accettare la disconnessione rispondendo con un U-frame UA

## Esempio di Inizializzazione e Disconnessione

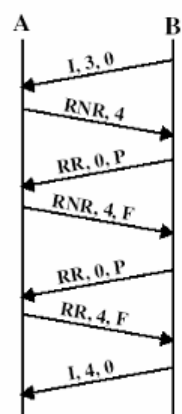


## Esempio di Trasferimento Dati Full-Duplex



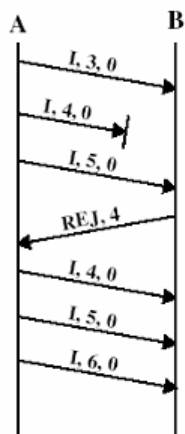
- ♦ A manda un I-frame con  $N(S) = N(R) = 0$
- ♦ B manda un I-frame con  $N(S) = 0$  e piggybacked  $N(R) = 1$
- ♦ A e B continuano a scambiarsi I-frame con ACK piggybacked
- ♦ A deve mandare un ACK per il frame 4 ma non può inserirlo in nessun I-frame. Manda un RR con  $N(R) = 4$

## Esempio di Sospensione del Trasferimento Dati



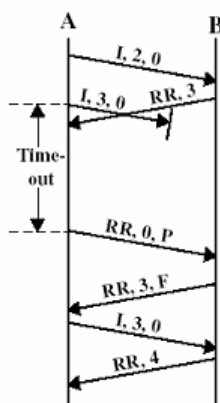
- ♦ B manda l'I-frame 3 ad A
- ♦ A risponde con RNR(4) perché il prossimo frame atteso è 4 ma non è in grado di riceverlo
- ♦ B verifica periodicamente se A può di nuovo ricevere con un RR con P-bit settato
- ♦ quando A è pronto risponde con un RR(4)
- ♦ B riprende a trasmettere I-frame

## Esempio di Controllo degli Errori



- ◆ B riceve l'I-frame 4 danneggiato e non lo riscontra
- ◆ B riceve l'I-frame 5 (fuori sequenza) e lo scarta. Manda ad un REJ(4) chiedendo di rispedire il frame 4
- ◆ A riprende la trasmissione dal frame 4

## Esempio di Controllo degli Errori



- ◆ B riceve l'I-frame 3 danneggiato e non lo riscontra
- ◆ quando scade il timer per il frame 3 A manda un RR con P-bit settato
- ◆ B risponde con un RR dicendo di attendere il frame 3
- ◆ A riprende la trasmissione a partire dal frame 3

## Altri Protocolli

- ◆ Esistono molti altri protocolli di controllo di linea derivati da HDLC
  - LAPB: parte di X.25. Prevede solo modalità ABM
  - LAPD: parte di ISDN. Prevede solo ABM e numeri di sequenza a 7 bit
  - LLC/MAC: parte della specifica IEEE 802 (reti locali). E' diviso in due sottostrati ed utilizza un diverso formato di trame
  - Frame Relay e ATM sono totalmente diversi da HDLC