

HDLC

Prof. Vincenzo Auletta

auletta@dia.unisa.it

<http://www.dia.unisa.it/professori/auletta/>



Università degli studi di Salerno
Laurea in Informatica



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

2



Caratteristiche Base

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

3



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

4



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



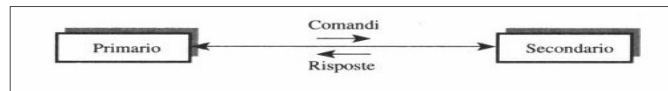
Modalità di Trasferimento Dati

- ♦ 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

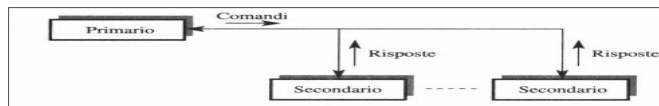


Esempi di Trasferimento Dati

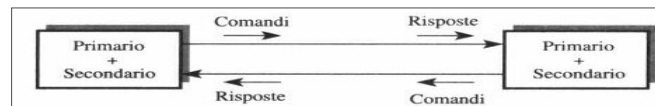
ABM



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

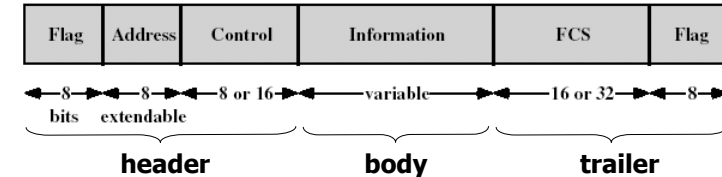
- ♦ Tra gli U-frame ci sono alcune trame che sono definite comandi set-mode e che vengono utilizzate per stabilire le modalità di una comunicazione
 - SNRM/SNRME (setta NRM standard o esteso)
 - SABM/SABME (setta ABM standard o esteso)
 - SARM/SARME (setta ARM standard o esteso)
 - SIM (inizializza le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

9



Struttura delle Trame

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



10



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)

11



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: 11111111111101111110111110

1111101111101101111101011111010

12



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 otteetto è 1 tranne che per l'ultimo otteetto
 - l'indirizzo 1111111 indica un broadcast (tutte le stazioni)

13



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
S: Supervisory	1	0	S	P/F	N(R)				RR (rec. ready)
U: Unnumbered	1	1	M	P/F	M				RNR (rec. not ready)
									REJ (reject)
									SREJ (reject selettivo)

14



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

15



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

16



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

17



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 altre trame
 - REJ richiede la ritrasmissione di una trama
 - SREJ richiede la ritrasmissione selettiva

18



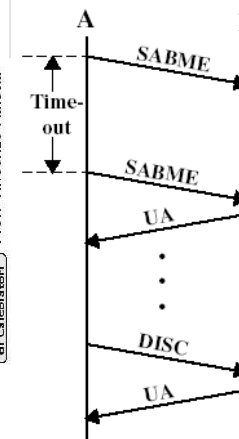
Disconnessione

- ◆ 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

19



Esempio di Inizializzazione e Disconnessione



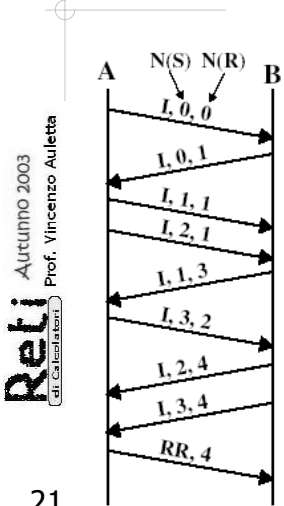
- ◆ A invia un SABME a B e setta un timer
- ◆ allo scadere del timer rimanda l'U-frame
- ◆ B accetta la connessione e manda un UA
- ◆ A e B settano le loro variabili locali

- ◆ A manda un DISC a B
- ◆ B accetta e risponde con UA
- ◆ A e B rilasciano le risorse locali e chiudono la connessione

20



Esempio di Trasferimento Dati Full-Duplex

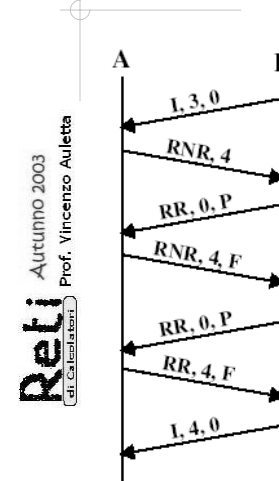


- ♦ A manda un I-frame con $N(S) = N(R) = 0$
- ♦ B manda un I-frame con $N(S) = 0$ e piggybacked $N(R) = 1$
- ♦ A e B continuano a scambiarsi I-frame con ACK piggybacked
- ♦ A deve mandare un ACK per il frame 4 ma non può inserirlo in nessun I-frame. Manda un RR con $N(R) = 4$

21



Esempio di Sospensione del Trasferimento Dati

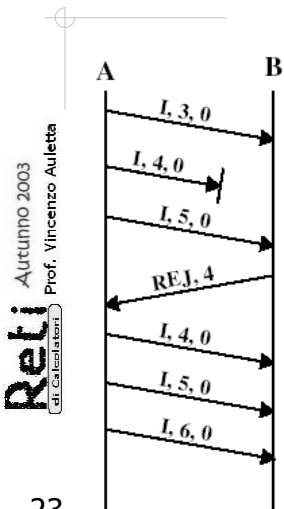


- ♦ B manda l'I-frame 3 ad A
- ♦ A risponde con RNR(4) perché il prossimo frame atteso è 4 ma non è in grado di riceverlo
- ♦ B verifica periodicamente se A può di nuovo ricevere con un RR con P-bit settato
- ♦ quando A è pronto risponde con un RR(4)
- ♦ B riprende a trasmettere I-frame

22



Esempio di Controllo degli Errori

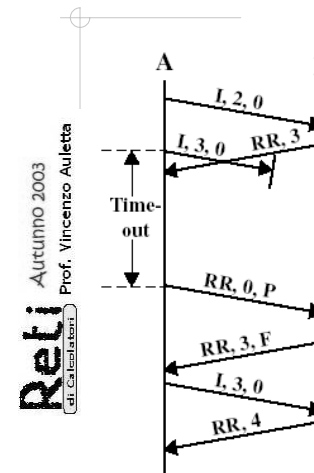


- ♦ B riceve l'I-frame 4 danneggiato e non lo riscontra
- ♦ B riceve l'I-frame 5 (fuori sequenza) e lo scarta. Manda ad un REJ(4) chiedendo di rispedire il frame 4
- ♦ A riprende la trasmissione dal frame 4

23



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

24



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