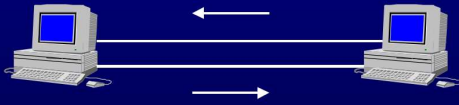
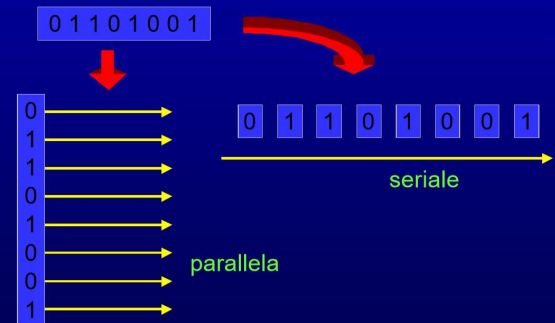


Punto-punto

- Due soli nodi collegati agli estremi del canale lo utilizzano in modo paritetico



Trasmissione seriale o parallela



RS-232

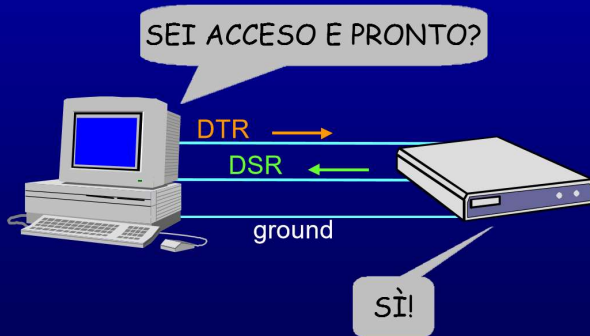
- Standard per interfaccia seriale a bassa velocità
- RS = "Recommended Standard" dell' EIA (Electronic Industries Association)
- Recepito dal CCITT (ora ITU) come V.24 insieme a V.28 per i segnali elettrici

Modello di riferimento

- Collegamento di un terminale (DTE: Data Terminal Equipment) con un modem (DCE: Data Communication Equipment)



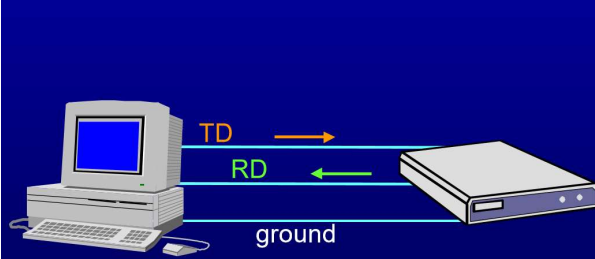
Data terminal ready / data set ready



Controllo di flusso (handshake)



Transmitted data / received data



Trasmissione seriale asincrona

- S (start bit): inizio del byte
- P (parity bit): controllo di parità
- stop bit(s): linea in stato di idle (a riposo) per almeno 1, 1.5 o 2 bit time



Trasmissione seriale sincrona

- Non più intervalli casuali tra un byte e il successivo, ma trasmissione di gruppi di byte

Compiti del livello DataLink

- Impacchettamento (framing)
- Controllo dell'errore
- Controllo del flusso

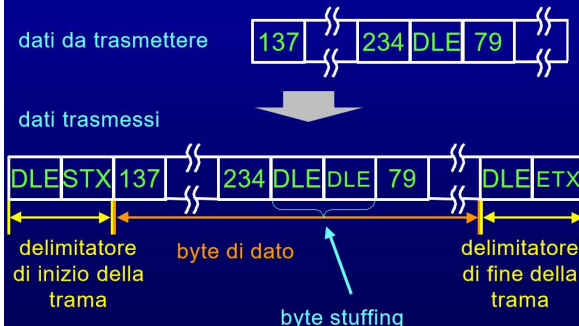
Delimitazione della trama con conteggio dei byte



Delimitazione della trama con caratteri speciali

- Si utilizzano i codici ASCII:
 - DLE (Data Link Escape)
 - STX (Start of TeXt)
 - ETX (End of TeXt)
- DLE-STX = inizio, DLE-ETX = fine
- E se compaiono nei dati?
 - "byte stuffing" (riempimento di caratteri): i caratteri DLE nei dati vengono raddoppiati in trasmissione e ripristinati in ricezione

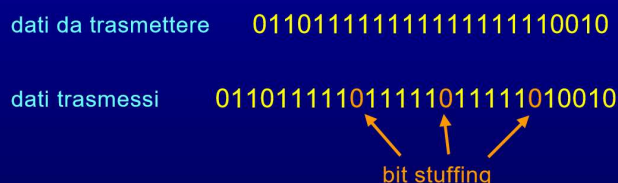
Delimitazione della trama con caratteri speciali



Delimitazione della trama con riempimento di bit ("bit stuffing")

- Adatta per ogni tipo di dato e con un numero arbitrario di bit per carattere
- Delimitatore ("flag byte"): 01111110
- Se il livello data link trova 11111 nei dati da trasmettere aggiunge un bit a 0
- Quando il ricevitore trova 5 bit a 1 seguiti da uno 0 rimuove il bit a 0

Delimitazione della trama con riempimento di bit ("bit stuffing")



Controllo e correzione degli errori

- I codici di Hamming permettono la correzione
 - adatti se non è conveniente la ritrasmissione
- I codici polinomiali o codici a ridondanza ciclica (CRC) si limitano a rilevare gli errori
 - richiedono meno bit aggiuntivi ai bit di dato

Un semplice protocollo stop-and-wait

- Il nodo A trasmette un pacchetto e si mette in attesa del riscontro da B
- Se il traffico è bidirezionale, il riscontro può viaggiare nell'instanziazione di uno dei pacchetti in arrivo da B ad A (piggybacking)

- Problema 1: se il riscontro non arriva?
 - A ritrasmette il pacchetto

Protocolli "sliding window"

- Ogni frame spedito è numerato, da 0 a $2^n - 1$ (numero progressivo su n bit)

- Problema 2: se il riscontro non arriva perché andato perso, ma il pacchetto era arrivato correttamente?
 - A ritrasmette il pacchetto e B lo riceve una seconda volta
- duplicazione dei pacchetti

Se $n=1$ allora i frame sono numerati 0 e 1
 I corrispondenti riscontri sono : ACK0, ACK1
 Se $n=3$ allora i frame sono numerati da 0 a 7
 Il protocollo Stop&Wait è un caso particolare dei meccanismi a finestra con WindowSize=1

Protocolli "sliding window"

- Il trasmettitore mantiene una finestra di trasmissione
 - numeri d'ordine dei pacchetti che può spedire
 - permette di spedire frame prima di aver ricevuto i riscontri dei frame precedenti
 - i frame appartenenti alla finestra vengono memorizzati per eventuali ritrasmissioni

Protocolli "sliding window"

- Il ricevitore mantiene una finestra di ricezione
 - numeri d'ordine dei pacchetti che può ricevere
 - consente di riconoscere e scartare frame duplicati a causa di riscontri andati perduti
 - permette di accettare frame non ordinati (a causa di frame persi o di ritrasmissioni)

Protocolli "sliding window"

trasmettitore



il limite superiore viene fatto avanzare quando si spedisce un frame

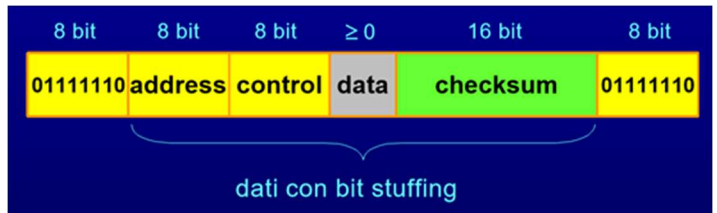
il limite inferiore viene fatto avanzare quando si riceve un riscontro

ricevitore



il limite superiore viene fatto avanzare quando si riceve un frame e si invia il riscontro

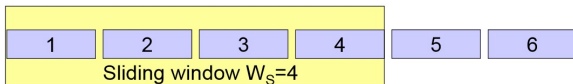
la dimensione della finestra è fissa



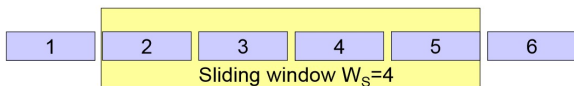
Vedi HDLC.PDF

Principio della finestra scorrevole

- Inizialmente l'entità trasmittente può trasmettere consecutivamente le UI numerate da 1 a 4

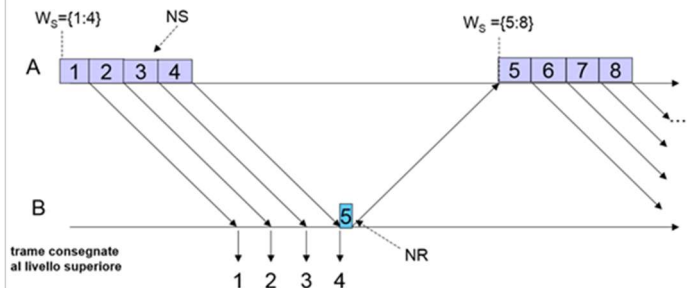


- Quando riceverà il riscontro positivo relativo alla UI 1 la finestra potrà scorrere e la UI 5 potrà essere inviata



Riscontri cumulativi (*cumulative ACK*)

- NR solitamente riscontra tutte le UI con $NS < NR$; in altre parole, NR è la UI che il ricevitore si aspetta in sequenza



PPP

- Per spedire pacchetti IP su linea telefonica via modem
- Rileva gli errori (checksum)
- Formato della trama simile ad HDLC

PPP

