

# Reti di Telecomunicazione ed Internet

Giulio De Pasquale

September 15, 2015

## 1 Legenda

**Tempo di trasmissione**  $T [ms]$ ;

**Tempo di propagazione**  $\tau [ms]$ ;

**Finestra di pacchetti**  $W [pkts]$ ;

**Probabilità di successo di trasmissione**  $P (0 \leq P \leq 1)$ ;

**Capacità trasmissiva di un canale**  $C [\frac{bit}{s}]$ ;

**Grandezza di un pacchetto**  $p [bit]$ ;

**Sequence Number**  $SN$ ;

**Request Number**  $RN$ ;

## 2 Data Link Layer

### 2.1 Controllo d'errore

#### 2.1.1 Stop and Wait

Il mittente invia un messaggio e attende dal destinatario una conferma positiva (ACK), negativa (NACK) o un comando; se scade il time-out per uno di questi tre, il mittente provvederà a rispedire il pacchetto e il destinatario si incaricherà di scartare eventuali repliche. Nel caso in cui si verificasse un errore nella trasmissione del segnale di conferma, il mittente provvederà a rinviare il pacchetto; il destinatario riceverà in questo modo una copia del pacchetto già ricevuto, credendo che gli sia pervenuto un nuovo pacchetto. Per ovviare a questo problema si può procedere numerando i pacchetti trasmessi, ovvero inserendo un bit di conteggio.

**Efficienza**  $\eta = \frac{T}{T+2\tau}$ ;

### 2.1.2 Go-Back-N

Il mittente dispone di un buffer dove immagazzina  $W$  pacchetti da spedire, man mano che riceve la conferma ACK svuota il buffer e lo riempie con nuovi pacchetti; nell'eventualità di pacchetti persi o danneggiati e scartati avviene il reinvio del blocco di pacchetti interessati. I pacchetti ricevuti dal destinatario dopo quello scartato vengono eliminati.

**Finestra minima**  $W \geq 1 + \frac{2T}{\tau}$ ;

**Tempo di trasmissione**  $T = \frac{2\tau}{W-1}$ ;

**Efficienza (con errori)**  $\frac{P}{(1-P)(1+\frac{2\tau}{T})+P}$ ;

### 2.1.3 Selective Repeat

Il mittente reinvia i pacchetti oltre il timeout ed un numero di frame specificato dalla grandezza della finestra anche senza attendere l'arrivo di ACK individuali da parte del ricevitore; egli può rifiutare un pacchetto singolarmente che può essere ritrasmesso indipendentemente ed inoltre accetta pacchetti non ordinati inserendoli in un buffer.

## 2.2 HDLC

Si tratta di un protocollo a riempimento di bit e usa la tecnica del bit stuffing per evitare che le sequenze di terminazione compaiano all'interno dei frame.

I frame dati HDLC possono essere trasmessi attraverso collegamenti sincroni o asincroni. In essi però non esiste alcuna delimitazione, quindi, per ognuno di essi, viene usato una flag / delimitatore ('01111110', in esadecimale '0x7E') che non potrà mai apparire nel resto del frame. Quando non sta venendo trasmesso nessun frame, il canale viene occupato da sole flag.

Il Frame Check Sequence (FCS) è un CRC-CCITT 16 bit oppure CRC-32 a 32 bit calcolato sui campi Indirizzo, Controllo e Dati. Se i pacchetti hanno un FCS integro, viene spedito un pacchetto di conferma (ACK) a chi aveva trasmesso in modo da permettergli di spedire il prossimo frame. Altrimenti il ricevente manda una conferma negativa (NACK) o, più semplicemente, scarta il frame. Se manda il NACK ed esso arriva a chi aveva trasmesso, può essere spedito un altro frame.

### 2.2.1 Tipi di stazioni e trasmissione dati

I tipi di stazioni sono 3:

- Terminale *primario*: è responsabile delle operazioni di controllo sul collegamento. Manda i frame di controllo (comandi).
- Terminale *secondario*: lavora sotto il controllo di quello primario. Spedisce solo pacchetti di risposta. Il primario è collegato ai secondari attraverso collegamenti logici multipli.

- Terminale *combinato*: ha le caratteristiche di entrambi i terminali sopra. Spedisce sia comandi sia risposte.

I dati invece, possono essere trasmessi nelle seguenti modalità:

- *NRM (Normal Response Mode)*: in cui un terminale primario inizia a trasmettere e il secondario risponde se interpellato. Questo permette la comunicazione su canali half-duplex.
- *ARM (Asynchronous Response Mode)*: aggiunto successivamente per permettere l'utilizzo su canali full-duplex è fondamentalmente come l'NRM, con la differenza che un terminale secondario può trasmettere anche senza l'autorizzazione di un terminale primario.
- *ABM (Asynchronous Balanced Mode)*: in cui interagiscono terminali combinati.

### 2.2.2 Tipologie di frame HDLC

Esistono tre principali tipologie di frame:

- *Information Frames*, oppure I-frames: trasportano dati dal livello di rete. In più possono anche includere informazioni sul controllo flusso dati e d'errore tramite piggybacking.
- *Supervisory Frames*, oppure S-frames: sono usati per il controllo del flusso dati e d'errore quando il piggybacking è impossibile o di scarsa efficienza. I frame S non hanno il campo Dati.
- *Unnumbered Frames*, oppure U-frames: sono utilizzati per diversi scopi, tra cui la gestione del collegamento. Questi frame non sempre hanno il campo Dati.

### 2.2.3 Il bit P/F

Poll / Final è un bit con due nomi. E' Poll quando un terminale primario richiede un'informazione da un terminale secondario mentre è Final quando il terminale secondario fornisce la risposta a quello primario oppure quando la trasmissione termina.

Il bit viene utilizzato come token tra tutti i terminali e può esistere solo uno per volta. Il terminale secondario invia un Final solo quando riceve un Poll da un terminale primario; alla stessa maniera, un terminale primario reinvia un Poll solo quando riceve un Final da un terminale secondario oppure al termine di un timeout, indicando che il bit è stato perso.

Table 1: Struttura di un frame HDLC

Flag	Indirizzo	Controllo	Dati	FCS	Flag
8 bit	8 bit o più	8 bit / 16 bit	Variabile (anche nulla)	16 bit o 32 bit	8 bit

### 2.2.4 I bit tipo

I due bit tipo si trovano nelle trame S ed in quelle U.

#### S-Frame

**Receiver Not Ready (RNR)** Conferma la ricezione dei pacchetti ricevuti sino a quel momento ( $RN - 1$ ) e richiede di interromperne ulteriori invii sino ad un'ulteriore comunicazione.

**Receiver Ready (RR)** E' utilizzato idealmente come un ACK. Indica che il mittente è pronto per ricevere ulteriori dati, annulla l'effetto di un precedente pacchetto RNR e conferma la ricezione dei pacchetti ricevuti sino a quel momento ( $RN - 1$ ).

**Reject (REJ)** Richiede l'immediata ritrasmissione dei pacchetti a partire da  $SN$  e conferma la ricezione dei pacchetti ricevuti sino a quel momento ( $RN - 1$ ). Utilizzato quando non viene rispettato l'ordine dei pacchetti.

**Selective Reject (SREJ)** E' utilizzato idealmente come un NACK. Richiede la singola ritrasmissione del pacchetto  $SN$ .

## 2.3 Controllo di Flusso

**Rate massimo di trasmissione**  $R = \min(C, \frac{W \cdot p}{2\tau + T})$ ;

**Durata di trasferimento attivo (passivo)**  $T_{ON} (T_{OFF}) [s]$ ;

**Frequenza media di trasmissione**  $A = \frac{p}{T_{ON} + T_{OFF}}$ ;

### 2.3.1 Burstiness $B$

La "burstiness" è l'intermittenza di incremento e decremento di attività o frequenza di un dato evento; per calcolarla ci avvaliamo dei tempi di incremento  $T_{ON}$  e decremento  $T_{OFF}$ .

$$B = \frac{T_{ON}}{T_{ON} + T_{OFF}}; (0 \leq B \leq 1)$$

Table 2: Campo Controllo dei frame HDLC

	0	1	2	3	4	5	6	7
I-Frame	0	SN			P/F	RN		
S-Frame	1	0	tipo		P/F	RN		
U-Frame	1	1	tipo		P/F	tipo		