



Marco Listanti

Lo strato di collegamento Parte 4

"Flow Control" e "Protocolli PPP e HDLC"

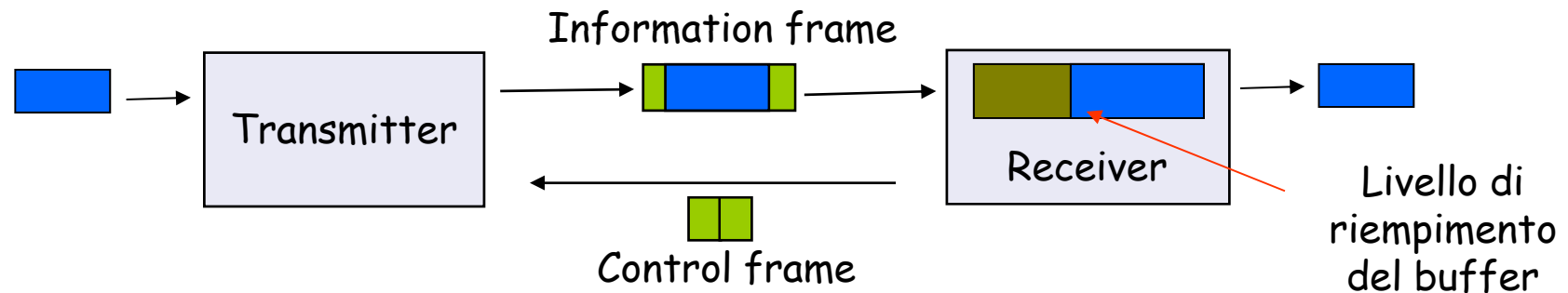


Marco Listanti

Controllo di flusso



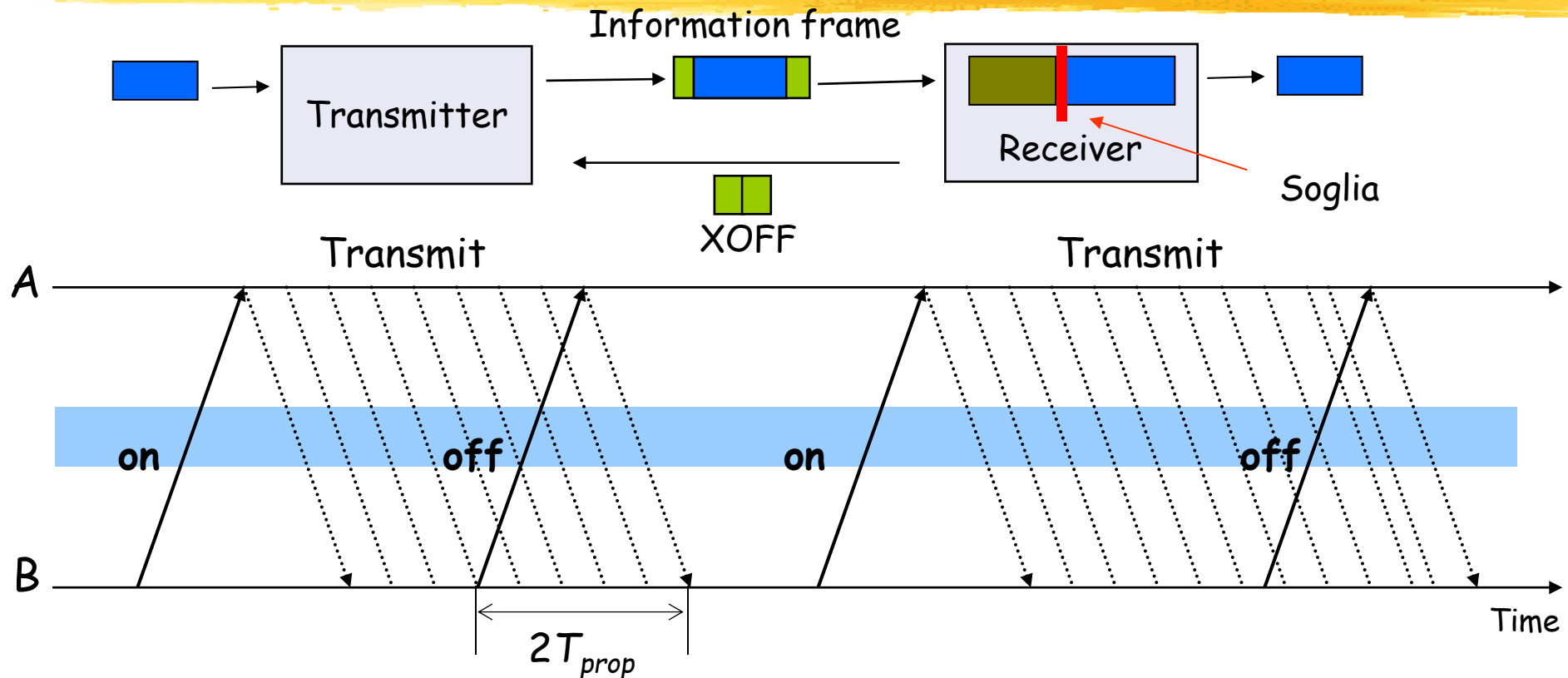
Flow Control



- Il ricevitore dispone di un buffer limitato per memorizzare le frame entranti
- Nel buffer di ricezione si possono verificare fenomeni di overflow a causa di
 - Differenza tra il rate di arrivo delle frame e il rate con cui il ricevitore elabora le frame
 - Picchi nell'arrivo delle frame
- Il Flow Control ha lo scopo di prevenire gli overflow del buffer di ricezione regolando il tasso di emissione delle frame da parte del Transmitter



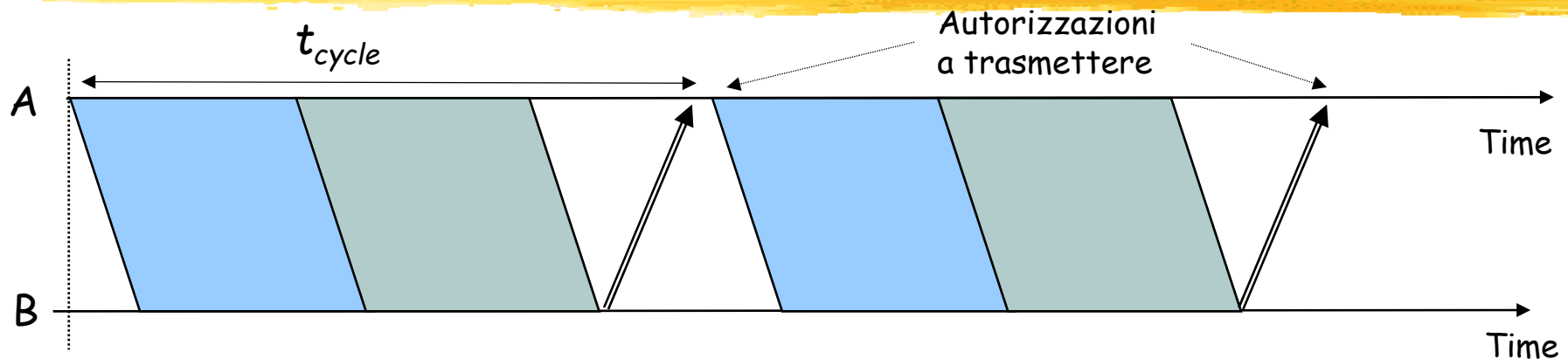
XON / XOFF (Backpressure)



- Si deve attivare il segnale di Off in modo da evitare la perdita di pacchetti
 - Lo spazio disponibile nel buffer deve essere almeno uguale a $2 \cdot T_{prop} \cdot R$ bit



Window Flow Control



- **Finestra scorrevole di ampiezza W_s uguale al buffer disponibile**
 - Il Transmitter non può in nessun caso emettere più di W_s frame
- **Gli ACK possono essere interpretati come permessi a trasmettere e possono regolare il rate di trasmissione**
- **Problemi**
 - Scelta della dimensione della finestra
 - Interazione tra rate di trasmissione e ritrasmissioni
 - TCP separa error & flow control



Marco Listanti

Il protocollo PPP



Protocolli di data link punto-punto

- **Un mittente, un destinatario**
 - non è necessaria la funzione di controllo di accesso al mezzo (MAC)
 - non occorre indirizzamento MAC esplicito
 - il collegamento potrebbe essere una linea telefonica seriale commutata
- **Protocolli punto-punto DLC più diffusi**
 - **PPP** (point-to-point protocol) [RFC 1547]
 - **HDLC** (high-level data link control)



Funzioni del PPP

■ Framing dei pacchetti

- il protocollo PPP incapsula un pacchetto a livello di rete all'interno del un pacchetto PPP a livello di link

■ Trasparenza

- il protocollo PPP non deve porre alcuna restrizione ai dati che sono contenuti nel pacchetto a livello di rete

■ Rilevazione degli errori (ma non la correzione)

■ Disponibilità della connessione

- il protocollo deve rilevare la presenza di eventuali guasti a livello di link e segnalare l'errore al livello di rete

■ Negoziazione degli indirizzi di rete

- PPP deve fornire un meccanismo alle entità di strato di rete per ottenere o configurare gli indirizzi di rete



Funzioni non coperte dal PPP

- **Correzione degli errori**
- **Controllo di flusso**
- **Controllo di sequenza**
 - il protocollo PPP non deve necessariamente trasferire le frame al ricevente mantenendo lo stesso ordine
- **Tutte le funzioni elencate sono delegate ai livelli superiori**



Applicazioni del PPP

- **Point-to-point applications**
 - Telephone Modem Links (30-54 kbit/s)
 - Packet over SDH (600 Mbit/s to 10 Gbit/s)
- **Shared links**
 - supporto di funzioni di autenticazione
 - PPP over Ethernet (RFC 2516)
- **xDSL**



Formato dei pacchetti dati PPP

- **Flag**
 - ogni frame inizia e termina con un byte con valore 01111110
- **Address**
 - unico valore (11111111)
- **Control**
 - unico valore; ulteriori valori potrebbero essere stabiliti in futuro

		1 o 2 byte		variabile	2 or 4 byte	
Flag 01111110	Address 11111111	Control 00000011	Protocol	Information	FCS	Flag 01111110



Formato dei pacchetti dati PPP

■ Protocol

- indica al PPP del ricevente qual è il protocollo del livello superiore cui appartengono i dati incapsulati

■ Information

- incapsula la PDU (es. pacchetto IP) trasmesso da un protocollo del livello superiore sul collegamento PPP

■ Checksum

- utilizzato per rilevare gli errori nei bit contenuti in un pacchetto; utilizza un codice a ridondanza ciclica a due o a quattro byte

		1 o 2 byte		variabile	2 or 4 byte	
Flag 01111110	Address 11111111	Control 00000011	Protocol	Information	FCS	Flag 01111110



Delimitazione (Byte stuffing)

■ Requisito di trasparenza

- nel campo informazioni deve essere possibile inserire una stringa `<01111110>`

■ Transmitter

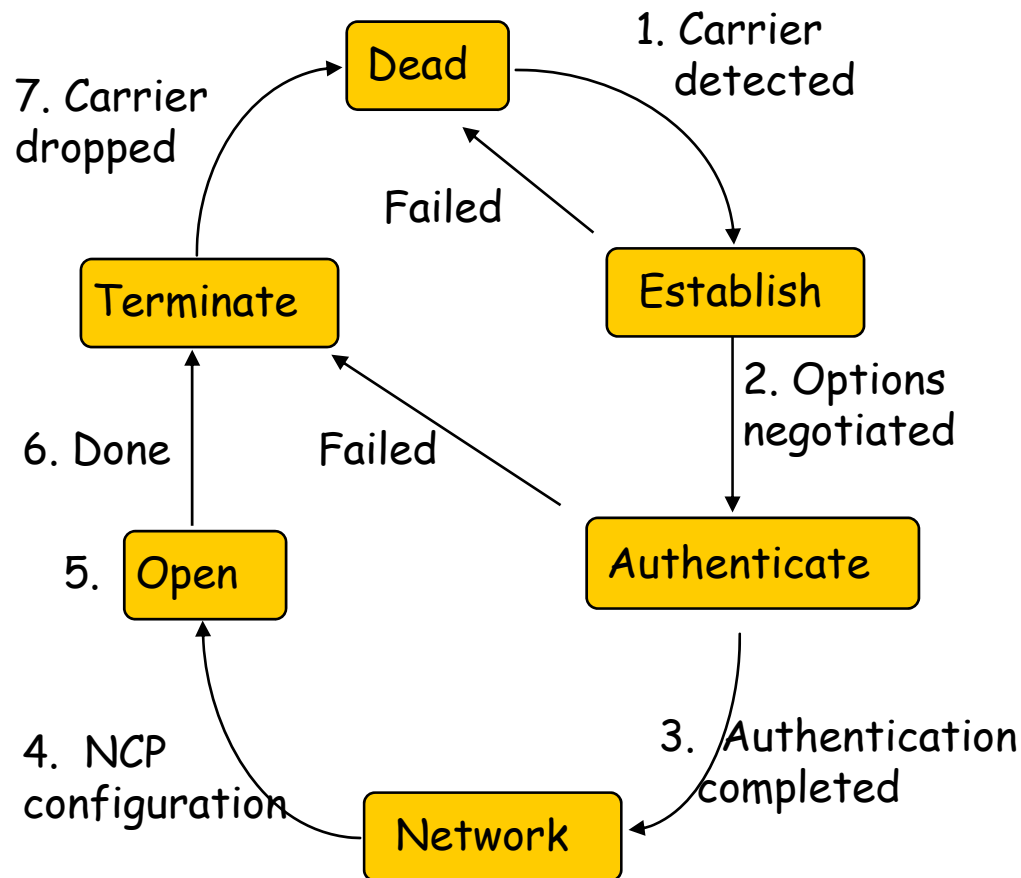
- si aggiunge un byte `<01111101>` prima di ogni byte di dati `<01111110>` o `<01111101>`

■ Receiver

- Se si rivelano due byte `<01111101>` consecutivi si scarta il primo e continua la ricezione dei dati
- Se si rivelano una sequenza `<01111101> <01111110>` si scarta il primo byte e continua la ricezione dei dati
- Se si rivela un singolo byte `<01111110>` si tratta di un flag



Collegamento PC-ISP: fasi del PPP



1. Il PC si connette all'ISP via modem
2. Il PC and l'ISP scambiano pacchetti LCP per negoziare i parametri del protocollo PPP
3. Controllo delle identità
4. Scambio di pacchetti NCP per configurare lo strato di rete (es. IP address assignment)
5. Emissione e ricezione di pacchetti IP send/receive IP packets
6. Il protocollo NCP è usato per abbattere lo strato di rete (rilascio degli IP address); Il protocollo LCP abbate la connessione di data link layer
7. Il Modem si disconnette



PPP Authentication

■ Password Authentication Protocol

- La parte "**Initiator**" deve inviare la coppia [userID & password]
- La parte "**Authenticator**" replica indicando il successo o il fallimento dell'autenticazione
- Dopo alcuni tentativi falliti, il collegamento viene chiuso
- Se la trasmissione non è cifrata, la coppia [userID & password] può essere intercettata

■ Challenge-Handshake Authentication Protocol (CHAP)

- **Initiator & authenticator** condividono una chiave segreta
- L'Authenticator emette una "sfida" (un numero random)
- L'Initiator e L'Authenticator calcolano la versione cifrata della "sfida" utilizzando la chiave segreta condivisa
- L'Initiator trasmette la versione cifrata della sfida verso l'Authenticator
- L'Authenticator confronta la risposta dell'Initiator con la propria versione della sfida cifrata



Marco Listanti

Il protocollo HDLC

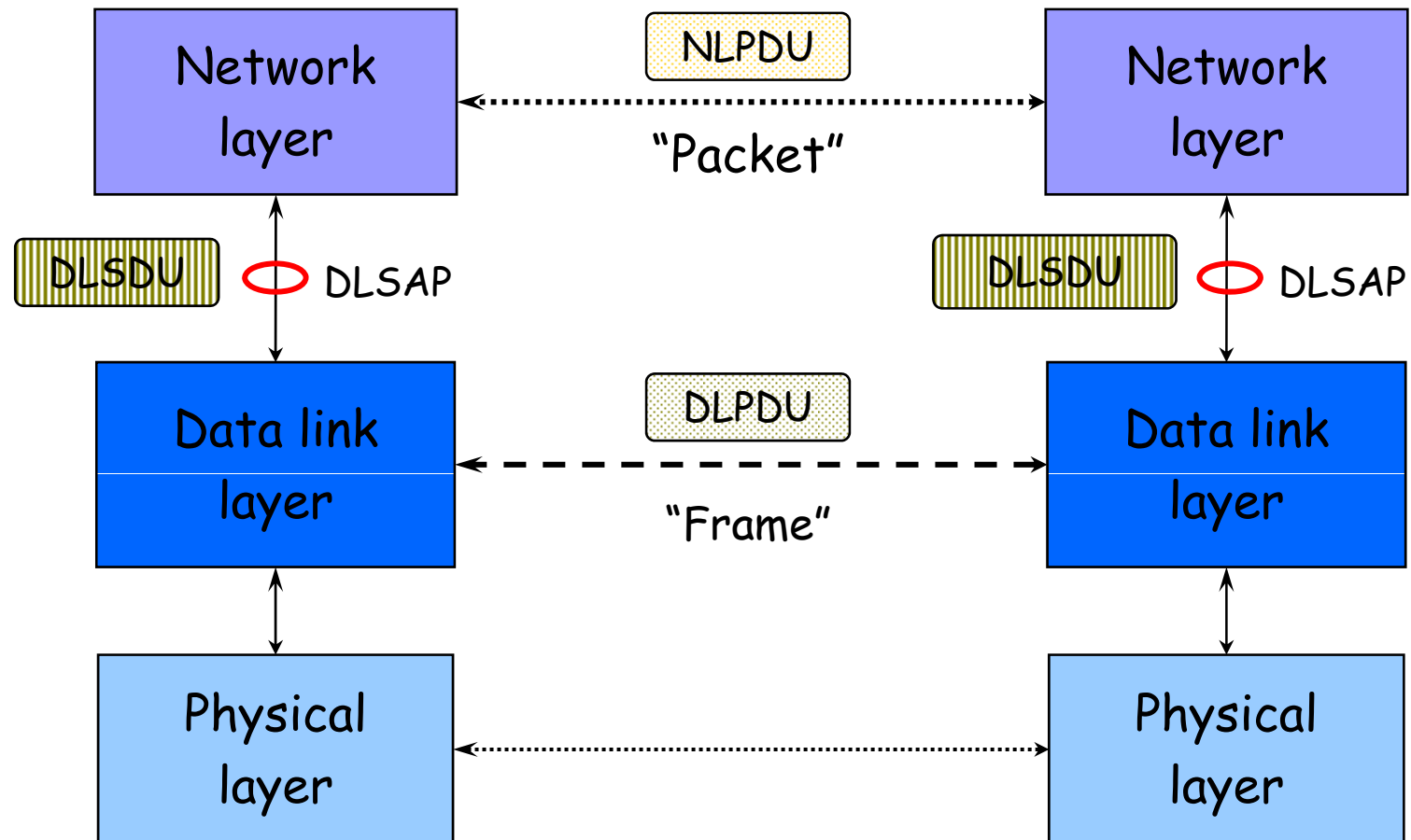


High-Level Data Link Control (HDLC)

- Bit-oriented data link control
- Derivato dal protocollo Synchronous Data Link Control (SDLC) della IBM
- E' la base dei protocolli della famiglia Link Access Procedure Balanced (LAPB)
 - LAPD in ISDN
 - LAPDm nel GSM



HDLLC

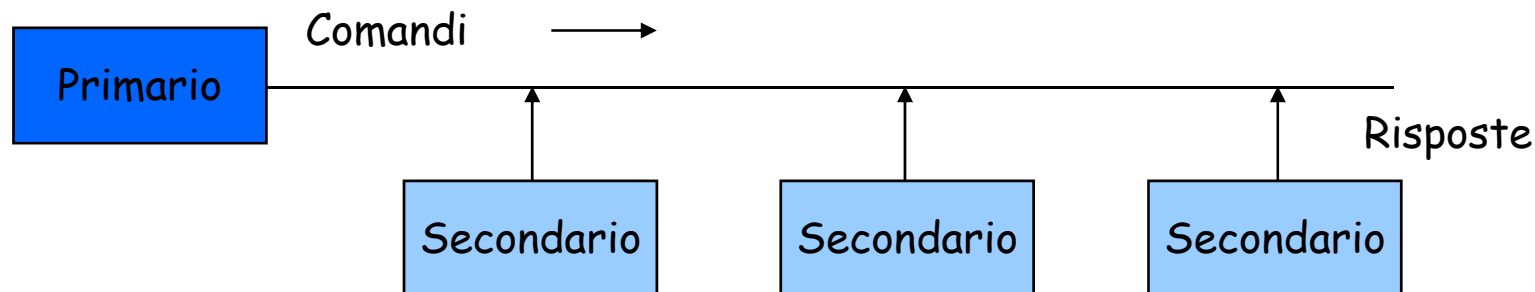




Modalità di trasferimento

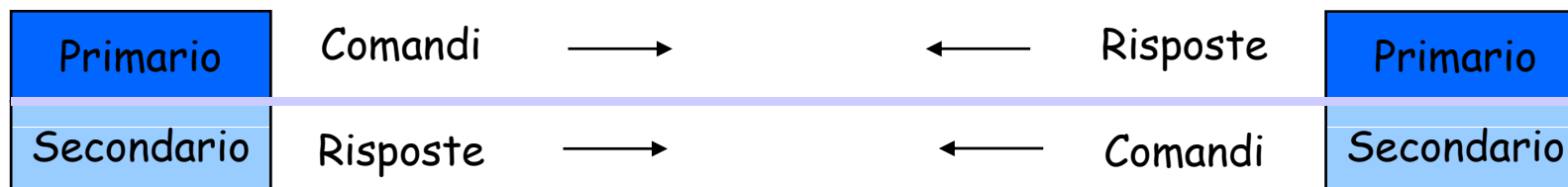
■ Normal Response Mode

■ Linee multidrop con polling



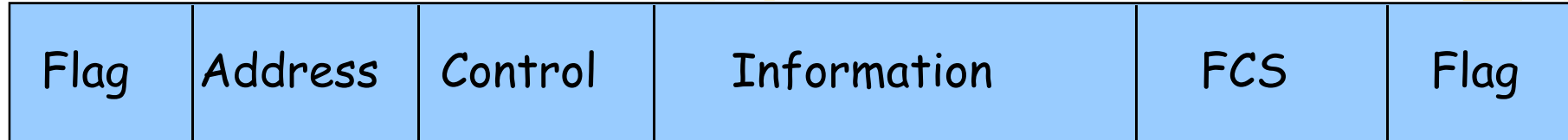
■ Asynchronous Balanced Mode

■ Link full-duplex, point-to-point





HDLC Frame Format



■ Flag

- funzioni di delimitazione (01111110)

■ Address

- identifica la stazione secondaria (1 ottetto)
 - Nella modalità ABM, una station può agire come primario o secondario quindi il valore del campo può cambiare

■ Control

- identifica il tipo di frame e le funzioni ad essa collegate (1 o 2 ottetti)

■ Information

- dati d'utente (lunghezza variabile)

■ Frame Check Sequence

- CRC 16 o 32-bit



Campo di controllo

Information Frame

1	2-4	5	6-8
0	N(S)	P/F	N(R)

Supervisory Frame

1	0	S	S	P/F	N(R)
---	---	---	---	-----	------

Unnumbered Frame

1	1	M	M	P/F	M	M	M
---	---	---	---	-----	---	---	---

- S: Supervisory Function Bits
- N(R): Receive Sequence Number
- N(S): Send Sequence Number

- M: Unnumbered Function Bit
- P/F: Poll/final bit used in interaction between primary and secondary



Information frame (I-frame)

- Ogni I-frame contiene un numero di sequenza $N(S)$
- Positive ACK piggybacked
 - $N(R)$ = Numero di sequenza della prossima frame che il receiver si aspetta di ricevere
 - Riscontra tutte le frame fino a quella numerata con $N(R)-1$
- Numero di sequenza composto da 3 (modulo 8) o 7 (modulo 128)
 - Mssima dimensione della finestra in trasmissione 7 o 127
- Poll/Final Bit
 - Il primario indica I comandi con bit $P=1$
 - Il Secondario impone $F=1$ nell'ultima I-frame in risposta



Supervisory frame

- Implementano le funzioni di error control (ACK, NAK) e flow control
- **Receive Ready (RR)**, "SS" = "00"
 - hanno il significato di ACK quando non è possibile il piggyback
- **REJECT (REJ)**, "SS" = "01"
 - hanno il significato Negative ACK
 - indicano che la frame numerata con N(R) è la prima frame ricevuta non correttamente
 - il Transmitter deve ritrasmettere tutte le frame a partire da quella numerata con N(R)
- **Receive Not Ready (RNR)**, "SS" = "10"
 - Riscontra le frame fino a quella numerta con N(R)-1
 - blocca la trasmissione delle frame successive
- **Selective REJECT (SREJ)**, "SS" = "11"
 - Richiede che sia ritrasmessa solo la frame numerata con N(R)



Unnumbered Frame

■ Modalità del protocollo

- **SABM**: Set Asynchronous Balanced Mode
- **UA**: indicano l'accettazione della modalità di trasmissione
- **DISC**: termina la connessione di strato di link

■ Information Transfer tra stazioni

- **UI**: Unnumbered information

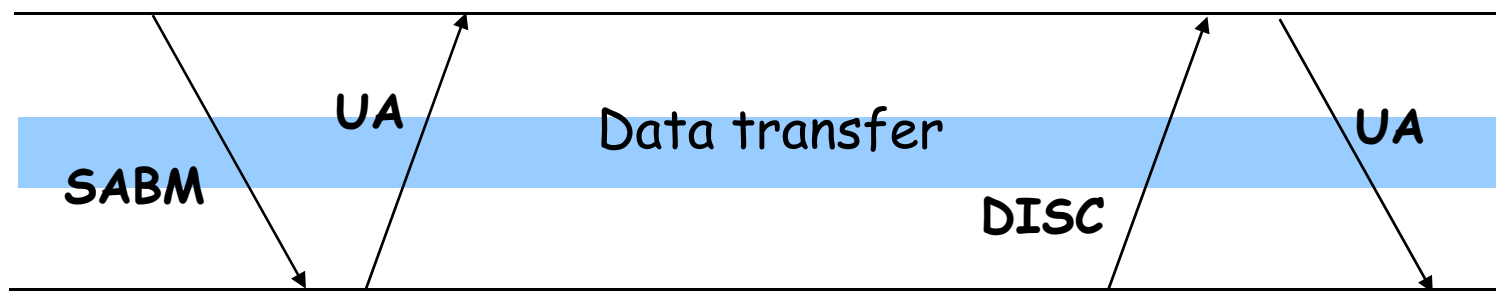
■ Funzioni di Recovery

- **FRMR**: frame con FCS corretto, ma non comprensibile
- **RSET**: indicano il reset del collegamento



Connection Establishment & Release

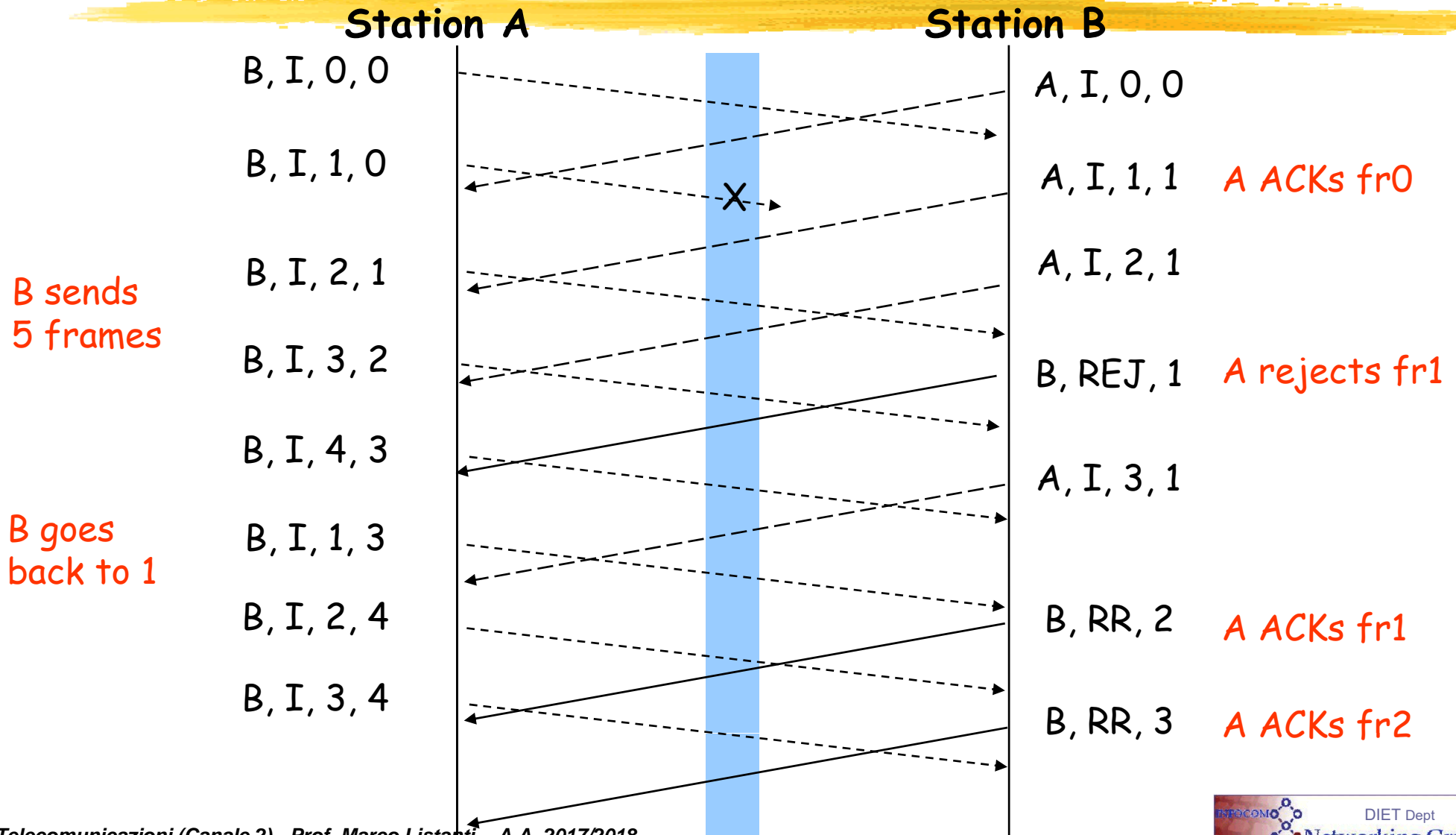
- Le Supervisory frame sono usate per stabilire e rilasciare la connessione di link
- In HDLC
 - Set Asynchronous Balanced Mode (SABM)
 - Disconnect (DISC)
 - Unnumbered Acknowledgment (UA)





Frame Exchange using Asynchronous Balanced Mode

26





Flow Control

- Il controllo di flusso è richiesto per evitare la perdita di PDU in caso di overflow del buffer
- Il ricevitore può controllare il flusso ritardando l'emissione dei riscontri
- Il ricevitore può usare le supervisory frame per controllare esplicitamente il transmitter
 - Receive Not Ready (RNR) & Receive Ready (RR)

