



Il protocollo HDLC

Corso di Reti di Telecomunicazione

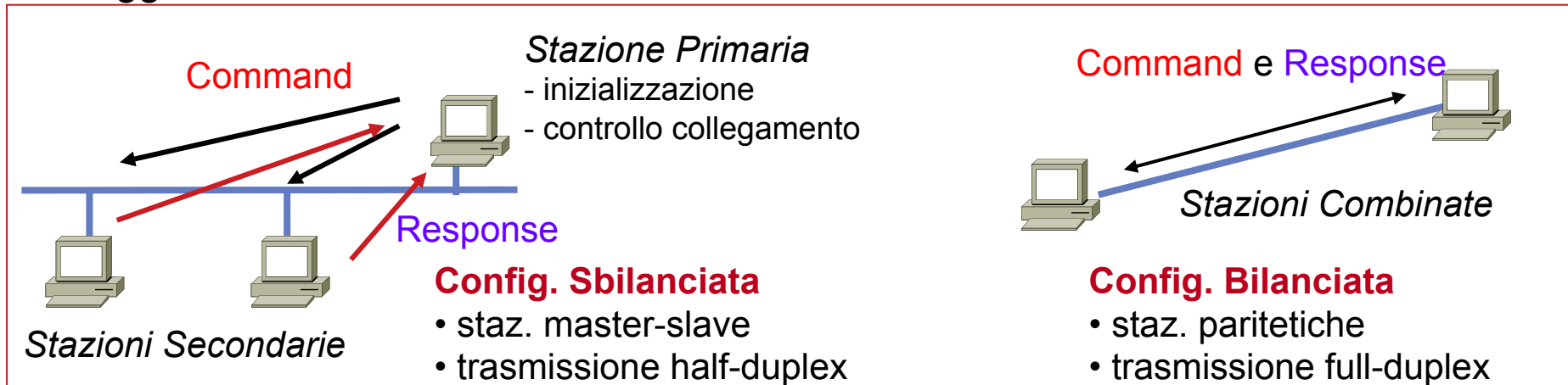
a.a. 2013/14

- Ingegneria Elettronica e delle Telecomunicazioni –
- Ingegneria Informatica e dell'Automazione -

-

Ing. G. Boggia

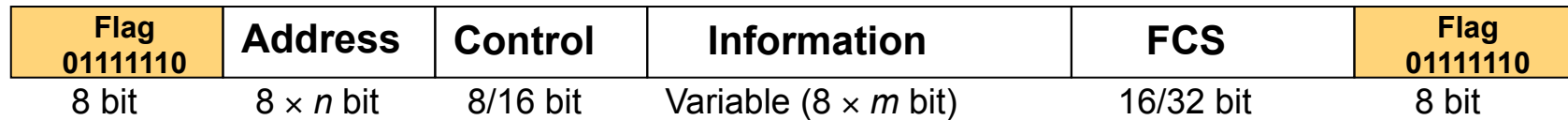
- Protocollo di livello 2 da cui derivano la maggioranza dei protocolli data link oggi utilizzati.



Modalità di trasferimento dei frame

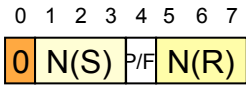
- **ABM (Asynchronous Balanced Mode)**
 - config. bilanciata
 - ogni stazione trasmette senza autorizzazione
- **NRM (Normal Response Mode)**
 - config. sbilanciata
 - le stazioni secondarie attendono l'autorizzazione dalla primaria
 - solo la stazione primaria inizia la trasmissione
- **ARM (Asynchronous Response Mode)**
 - config. sbilanciata
 - le stazioni secondarie trasmettono senza autorizzazione
 - la stazione primaria inizializza e controlla

Struttura Frame

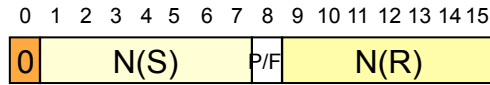


- **Flag** Delimitatore frame
- **Address** Indirizzo
 - del trasmettitore (se staz. secondaria)
 - del ricevitore (se staz. primaria)
 - tutti 1 (trasmissione broadcast)
- Control** tipo di frame, numerazione e riscontro
- **Information** Dati del livello superiore
- **FCS** Frame Check Sequence
 - CRC a 16 o 32 bit

Campo di controllo



Numerazione base (3 bit)



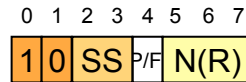
Numerazione estesa (7 bit)

I, Information

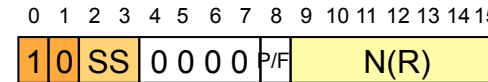
- Trasporto di informazione di utente nel campo Information
- N(S): numero del frame corrente
- N(R): prossimo frame atteso (riscontro cumulativo implicito fino a N(R)-1; piggybacking) - **NOTA: la comunicazione è full-duplex**

S, Supervisory

- Riscontri di trama (information vuoto)
- Fuori servizio



Numerazione base (3 bit)

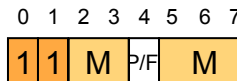


Numerazione estesa (7 bit)

Bit S S	Command	Response	Frame Designation	Descrizione
0 0	RR	RR	Receive Ready	Stazione pronta a ricevere il frame N(R)
0 1	RNR	RNR	Receive Not Ready	Staz. Temporaneamente fuori servizio. N(R) il prossimo frame atteso
1 0	REJ	REJ	Reject	ACK negativo (Go-back-n)
1 1	SREJ	SREJ	Selective Reject	ACK negativo (Selective Repeat)

U, Unnumbered:

- Gestione collegamento



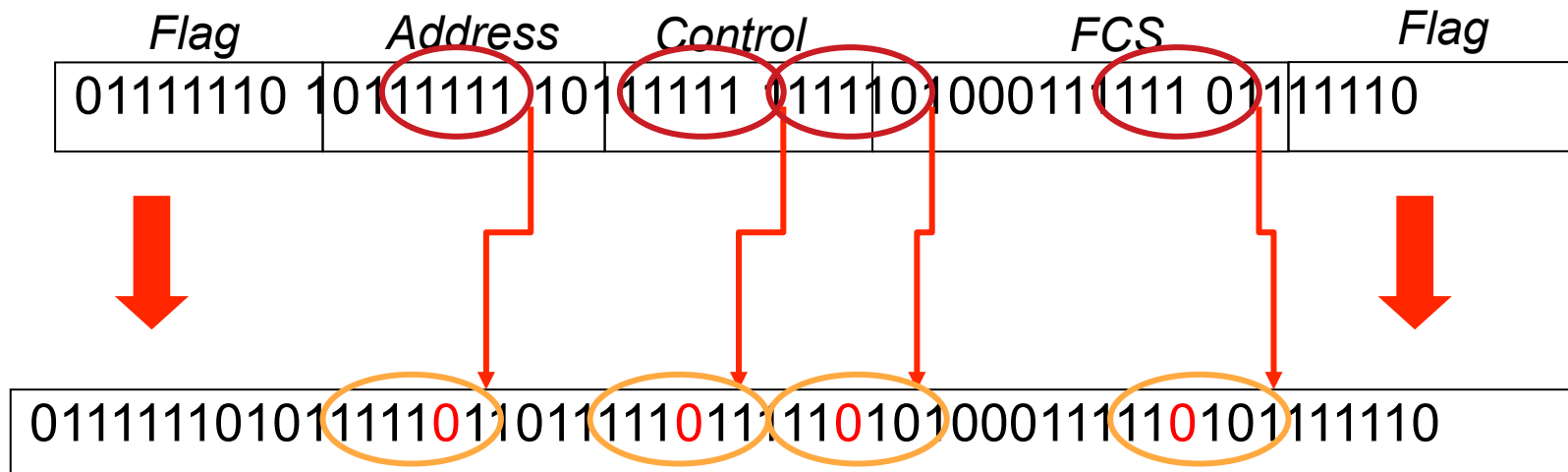
Bit M-M	Comm.	Resp.	Frame Designation	Bit M-M	Comm.	Resp.	Frame Designation
00-001	SNRM		Set Normal Response Mode	00-000	UI	UI	Unnumbered Information
11-000	SARM		Set Async. Response Mode	11-101	XID	XID	Exchange Identification
11-100	SABM		Set Async. Balanced Mode	11-001	RESET		Reset
00-010	DISC		Disconnect	00-111	TEST	TEST	Test
11-011	SNRME		Set Normal Resp. Mode Extended	11-000		DM	Disconnected Mode
11-010	SARME		Set Async. Resp. Mode Extended	00-110		UA	Unnumbered Acknowledgement
11-110	SABME		Set Async. Balanced Mode Ext.	10-001		FRMR	Frame Reject
10-010	SIM		Set Initialization Mode	00-010		RD	Request Disconnect
00-100	UP		Unnumbered Poll	10-000		RIM	Request Initialization Mode

bit P/F modalità sbilanciata: P/F =1 la primaria effettua un *Poll*, (invito a trasmettere verso una secondaria); la secondaria risponde con una serie di frame in cui P/F=0, tranne l'ultimo in cui P/F=1 per indicare un *Final*, cioè l'ultimo frame di risposta ad un *Poll*.

bit P/F modalità bilanciata: P/F = 1 indica la richiesta di ACK in un comando e la presenza dell'ACK nella risposta.

Bit Stuffing

- Si evita che vi sia nei dati la sequenza 01111110 che delimita i frame.
- Si inserisce uno 0 ogni cinque 1 ripetuti.



- Utilizzo di un **CRC (Cyclic Redundancy Check)** a 16 o 32 bit
 - codice polinomiale ciclico
 - lo shift di una parola del codice produce un' altra parola del codice
 - utilizzano un polinomio **generatore $G(x)$** di ordine r
 - es: $r = 3$; $G(x) = x^3 + x^2 + 1 \Rightarrow 1101$
 - aggiungono r bit in coda ad un blocco dati di d bit
 - algebra dei campi finiti



1. $P(x)$: polinomio di ordine $d-1$ (con coeff. i d bit dei dati)
2. CRC = $R(x)$: resto divisione in aritmetica modulo 2 (XOR) tra $x^r \cdot P(x)$ e $G(x)$

$$\frac{x^r P(x)}{G(x)} = Q(x) \oplus \frac{R(x)}{G(x)}$$

3. Si trasmette: $P^{Tx}(x) = x^r \cdot P(x) \oplus R(x)$
3. In ricezione si divide il polinomio ricevuto, $P^{Rx}(x)$, per $G(x)$.
4. Se il resto è **non** nullo, vi sono errori.

Dim. Se non vi sono errori, $P^{Rx}(x) = P^{Tx}(x)$ per cui

$$\frac{P^{Rx}}{G(x)} = \frac{P^{Tx}}{G(x)} = \frac{x^r P(x) \oplus R(x)}{G(x)} = Q(x) \oplus \frac{R(x)}{G(x)} \oplus \frac{R(x)}{G(x)} = Q(x)$$

Esempio calcolo CRC

Dati: 10101010
 $G(x) = x^3 + x + 1$

⇓

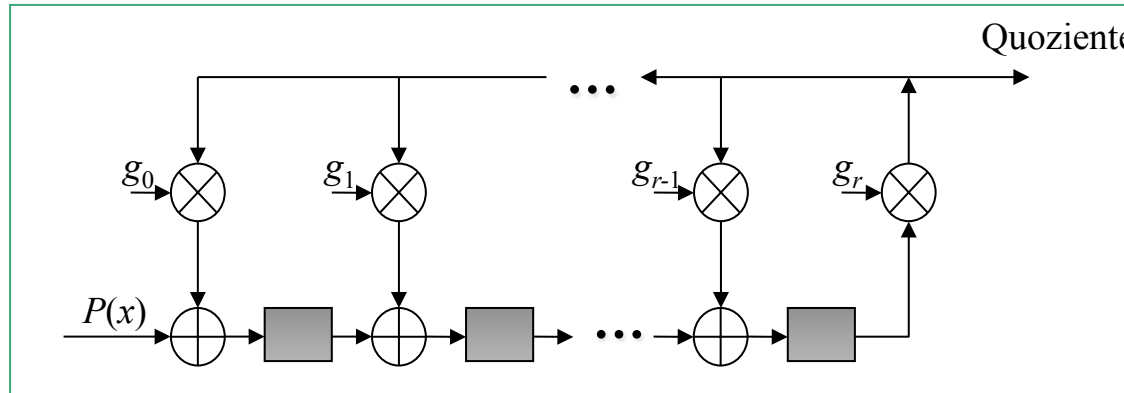
Dati: $P(x) = x^7 + x^5 + x^3 + x$
 $G(x) : 1011$

1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0
Dati								CRC		

1010	1010000	1011
<u>1011</u>		10011110
001	1	
<u>0000</u>		
01	10	
<u>0000</u>		
1	101	
<u>1011</u>		
110	0	
<u>1011</u>		
111	0	
<u>1011</u>		
101	0	
<u>1011</u>		
001	0	
<u>0000</u>		
010		← $R(x)$

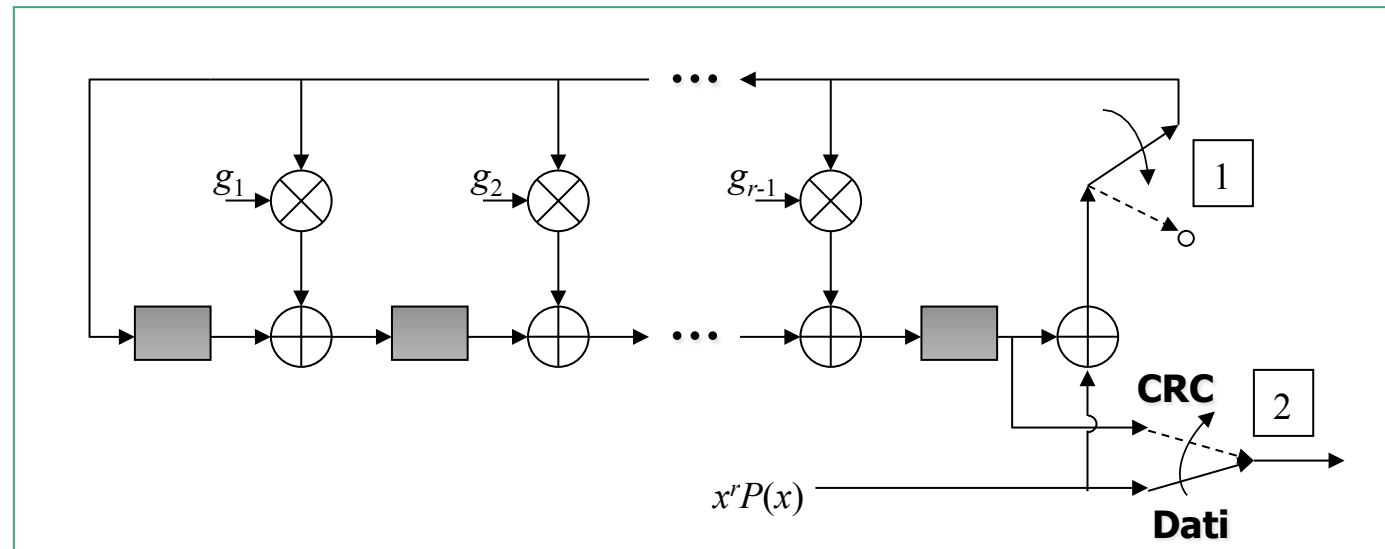
Esempio di CRC encoder

Encoder con shift-register: $G(x) = g_r x^r + g_{r-1} x^{r-1} + \dots + g_1 x + g_0$



← Divisione tra polinomi

CRC Encoder



Scegliendo opportunamente il generatore, si rilevano i seguenti errori:

- errori su bit singolo
- errori su 2 bit se $G(x)$ ha almeno 3 coeff. non nulli
- errori su un numero dispari di bit se $G(x)$ è divisibile per $x + 1$
- errori a *burst* con lunghezza dei burst inferiore a quella del polinomio $G(x)$

Tipici polinomi generatori:

- $G(x)_{\text{IEEE CRC-32}}$
100000100110000010001110110110111
 $x^{32} + x^{26} + x^{23} + x^{22} + x^{16} + x^{12} + x^{11} + x^{10} + x^8 + x^7 + x^5 + x^4 + x^2 + x + 1$
- $G(x)_{\text{CRC-16 (Europa)}}$
10001000000100001
 $x^{16} + x^{12} + x^5 + 1$
- $G(x)_{\text{CRC-16 (Nord America)}}$
11000000000000101
 $x^{16} + x^{15} + x^2 + 1$

Esempio con ABM

