

# Esercizi Capitolo 6

# Esercizio 6.1 CRC

- Si applichi alla stringa  $P=1110$  il meccanismo di generazione di una stringa binaria lato emettitore con CRC ottenuto attraverso un polinomio generatore  $G(x)=x^3+x+1$
- Si derivi:
  - 1) La stringa binaria  $T$  emessa lato emettitore
  - 2) Una stringa d'errore  $E1$  che sommata a  $T$  NON dia errore in ricezione ( $E1$  deve essere diversa da  $E=0001011$ )
  - 3) Una stringa d'errore  $E2$  che sommata a  $T$  dia errore in ricezione

# Soluzione 6.1

- La stringa  $P=1110$  deve essere letta come un polinomio  $P(x)$  di grado 3 avente la struttura

$$P(x) = x^3 + x^2 + x$$

- Il polinomio generatore  $G(x)=x^3+x+1$  ha grado  $z=3$  quindi occorre trovare il resto della divisione

$$\frac{x^3 P(x)}{G(x)} = \frac{x^3 (x^3 + x^2 + x)}{x^3 + x + 1}$$

Divisore  
 $G(x)$

$$x^3 + x + 1$$

	$x^3 + x^2$	Quoziente $Q(x)$
	<hr/>	
	$x^6 + x^5 + x^4$	Dividendo $x^3 P(x)$
	$x^6$	$+ x^4 + x^3$
	<hr/>	
	$+ x^5$	$+ x^3$
	$+ x^5$	$+ x^3 + x^2$
	<hr/>	
		$+ x^2$
		Resto $R(x)$

# Soluzione 6.1

■ **Equivalentemente**

■  $R(x) = 100$

Dividendo $x^3 P(x)$												
1	1	1	0	0	0	0		1	0	1	1	Divisore $G(x)$
1	0	1	1					1	1	0	0	Quoziente $Q(x)$
= 1 0 1 0												
	1	0	1	1								
= 0 0 1 0												
	0	0	0	0								
= 0 1 0 0												
	0	0	0	0								
= 1 0 0												
												Resto $R(x)$

# Soluzione 6.1

- Dalla divisione precedente si ha che la stringa CRC è data da 100
- La sequenza T trasmessa sarà quindi

$$T = 1110 \ 100$$

- Una configurazione d'errore che non può essere rivelata dal codice CRC deve essere tale da trasformare la sequenza T in una sequenza T' che sia divisibile per il polinomio G(x)

- Ad esempio, se si moltiplica G(x) per un polinomio quoziente Q'(x) di grado 3 del tipo

$$Q'(x) = x^3 + 1$$

- Si ha

$$T'(x) = Q'(x) \cdot G(x) = (x^3 + 1) \cdot (x^3 + x + 1) = x^6 + x^4 + x^3 + x^3 + x + 1 = x^6 + x^4 + x + 1$$

- Il polinomio T'(x)=x<sup>6</sup>+x<sup>4</sup>+x+1 è divisibile per G(x) quindi una configurazione d'errore E(x) che trasformi la sequenza originale T=1110 001 in T'=1010 011 non è rivelabile dal codice CRC, quindi

$$E(x) = 0100 \ 010$$

# Soluzione 6.1

## ■ Dimostrazione

<b>Divisore <math>G(x)</math></b>	$x^3 + 1$		
$x^3 + x + 1$	$x^6$	$+ x^4$	$+ x + 1$
	$x^6$	$+ x^4 + x^3$	
		$+ x^3$	$+ x + 1$
		$+ x^3$	$+ x + 1$
		-----	
		<b>Resto <math>R(x)</math> nullo</b>	

<b>Dividendo <math>x^3 P(x)</math></b>	<b>Divisore <math>G(x)</math></b>
1 0 1 0 0 1 1	1 0 1 1
1 0 1 1	1 0 0 1
= 0 0 1 0	<b>Quoziente <math>Q(x)</math></b>
0 0 0 0	
= 0 1 0 1	
0 0 0 0	
= 1 0 1 1	
1 0 1 1	
= 0 0 0	
<b>Resto <math>R(x)</math></b>	

# Soluzione 6.1

- In base alla risposta al quesito precedente una sequenza

$$T'(x) = x^6 + x^4 + x$$

non è divisibile per  $Q(x)$  e quindi il codice CRC rivela l'errore

- La configurazione d'errore  $E(x)$  che trasforma  $T(x)$  in  $T'(x)$

$$E(x) = 0100 \ 011$$

Divisore  $G(x)$

$x^3 + 1$

$x^3 + x + 1$

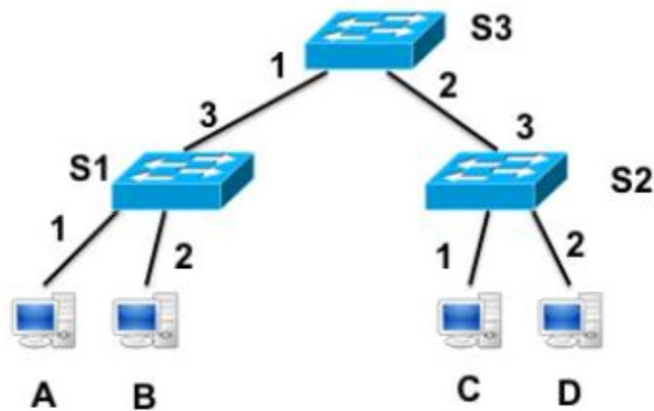
$x^6$	$+ x^4$	$+ x$
$x^6$	$+ x^4 + x^3$	
	$+ x^3$	$+ x$
	$+ x^3$	$+ x + 1$
		$+ 1$

Resto  $R(x)$  non nullo

# Esercizio 6.2

Si consideri la LAN in figura con le stazioni A, B, C, e D (indirizzi MAC.A, MAC.B, MAC.C, e MAC.D, rispettivamente) e *switch* S1, S2, e S3 (i numeri di porta sono indicati in figura). Le tabelle di inoltra sono inizialmente vuote. Una sequenza di 4 trame è scambiata da A e C (F1: A-to-C, F2: C-to-A, F3: A-to-C, F4: C-to-A).

- Si indichi come gli *switch* inoltrano ciascuna trama e il contenuto delle tabelle di inoltra dopo ogni inoltra.
- Quali trame sono ricevute anche da B e D? Cosa fanno B e D con le trame ricevute?



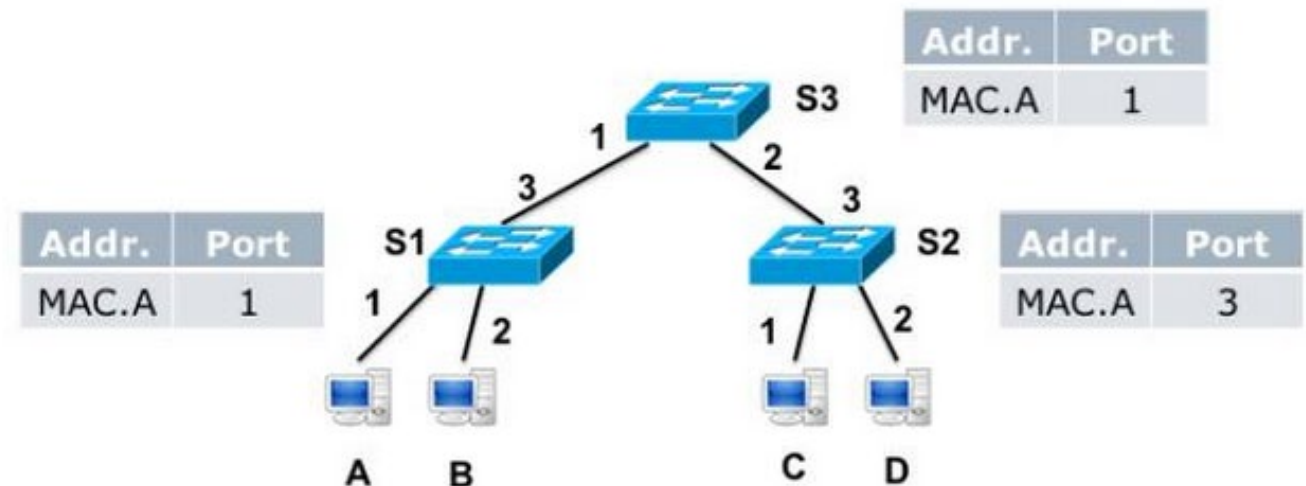


# Soluzione Esercizio 6.2

a)

## Trama F1: A-to-C

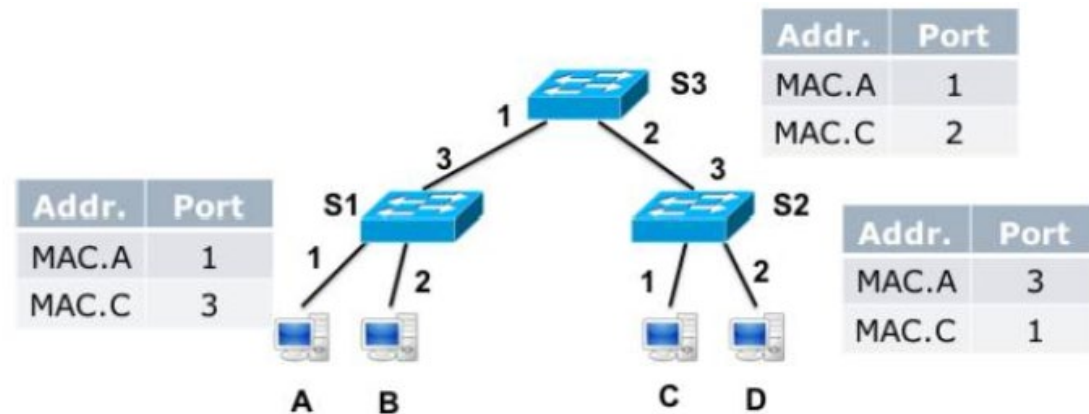
- La trama è ricevuta da S1 sulla porta 1; lo *switch* ha la tabella di *forwarding* vuota quindi inoltra la trama su tutte le porte tranne quella da cui ha ricevuto la trama stessa; la trama è inoltrata sulle porte 2 e 3; S1 aggiunge una riga alla tabella di inoltro: (MAC.A, porta 1).
- La trama è ricevuta da S3 sulla porta 1; lo *switch* ha la tabella di *forwarding* vuota quindi inoltra la trama su tutte le porte tranne quella da cui ha ricevuto la trama stessa; la trama è inoltrata sulla porta 2; S3 aggiunge una riga alla tabella di inoltro: (MAC.A, port 1).
- La trama è ricevuta da S2 sulla porta 3; lo *switch* ha la tabella di *forwarding* vuota quindi inoltra la trama su tutte le porte tranne quella da cui ha ricevuto la trama stessa; la trama è inoltrata sulle porte 1 e 2; S2 aggiunge una riga alla tabella di inoltro: (MAC.A, port 3).



# Soluzione Esercizio 6.2

## Trama F2: C-to-A

- La trama è ricevuta da S2 sulla porta 1; la tabella di *forwarding* delle *switch* include una riga sulla destinazione della trama (A) e sulla relativa porta da usare per raggiungerla (porta 3); la trama è inoltrata attraverso la porta 3; S2 aggiunge una riga alla tabella di inoltro: (MAC.C, port 1)
- La trama è ricevuta da S3 sulla porta 2; la tabella di *forwarding* delle *switch* include una riga sulla destinazione della trama (A) e sulla relativa porta da usare per raggiungerla (porta 1); la trama è inoltrata attraverso la porta 1; S3 aggiunge una riga alla tabella di inoltro: (MAC.C, port 2)
- La trama è ricevuta da S1 sulla porta 3; la tabella di *forwarding* delle *switch* include una riga sulla destinazione della trama (A) e sulla relativa porta da usare per raggiungerla (porta 1); la trama è inoltrata attraverso porta 1; S1 aggiunge una riga alla tabella di inoltro: (MAC.C, port 3)



# Soluzione Esercizio 6.2

## F3: A-to-C

- La trama è ricevuta da S1 sulla porta 1; la tabella di *forwarding* delle *switch* include una riga sulla destinazione della trama (C) e sulla relativa porta da usare per raggiungerla (porta 3); la trama è inoltrata attraverso la porta 3; la tabella di *forwarding* non cambia; eventualmente viene azzerato il *timer* di validità della riga della tabella di *forwarding* che si riferisce alla destinazione A.
- La trama è ricevuta da S3 sulla porta 1; la tabella di *forwarding* delle *switch* include una riga sulla destinazione della trama (C) e sulla relativa porta da usare per raggiungerla (porta 2); la trama è inoltrata attraverso la porta 2; la tabella di *forwarding* non cambia; eventualmente viene azzerato il *timer* di validità della riga della tabella di *forwarding* che si riferisce alla destinazione A.
- La trama è ricevuta da S2 sulla porta 3; la tabella di *forwarding* delle *switch* include una riga sulla destinazione della trama (C) e sulla relativa porta da usare per raggiungerla (porta 1); la trama è inoltrata attraverso la porta 1; la tabella di *forwarding* non cambia; eventualmente viene azzerato il *timer* di validità della riga della tabella di *forwarding* che si riferisce alla destinazione A.

# Soluzione Esercizio 6.2

## F4: C-to-A

- La trama è ricevuta da S2 sulla porta 1; la tabella di *forwarding* delle *switch* include una riga sulla destinazione della trama (A) e sulla relativa porta da usare per raggiungerla (porta 3); la trama è inoltrata attraverso la porta 3; la tabella di *forwarding* non cambia; eventualmente viene azzerato il *timer* di validità della riga della tabella di *forwarding* che si riferisce alla destinazione A.
- La trama è ricevuta da S3 sulla porta 2; la tabella di *forwarding* delle *switch* include una riga sulla destinazione della trama (A) e sulla relativa porta da usare per raggiungerla (porta 1); la trama è inoltrata attraverso la porta 1; la tabella di *forwarding* non cambia; eventualmente viene azzerato il *timer* di validità della riga della tabella di *forwarding* che si riferisce alla destinazione A.
- La trama è ricevuta da S1 sulla porta 3; la tabella di *forwarding* delle *switch* include una riga sulla destinazione della trama (A) e sulla relativa porta da usare per raggiungerla (porta 1); la trama è inoltrata attraverso la porta 1; la tabella di *forwarding* non cambia; eventualmente viene azzerato il *timer* di validità della riga della tabella di *forwarding* che si riferisce alla destinazione A.

b) Gli *host* B e D ricevono entrambe una copia della trama F1. Essendo la trama F1 non destinata né a B né a D, sia B che D scartano la trama. In dettaglio, B (e D) controllano l'indirizzo MAC di destinazione della trama F1 ricevuta, e, verificato che questo non corrisponde al loro indirizzo locale, scartano la trama.