

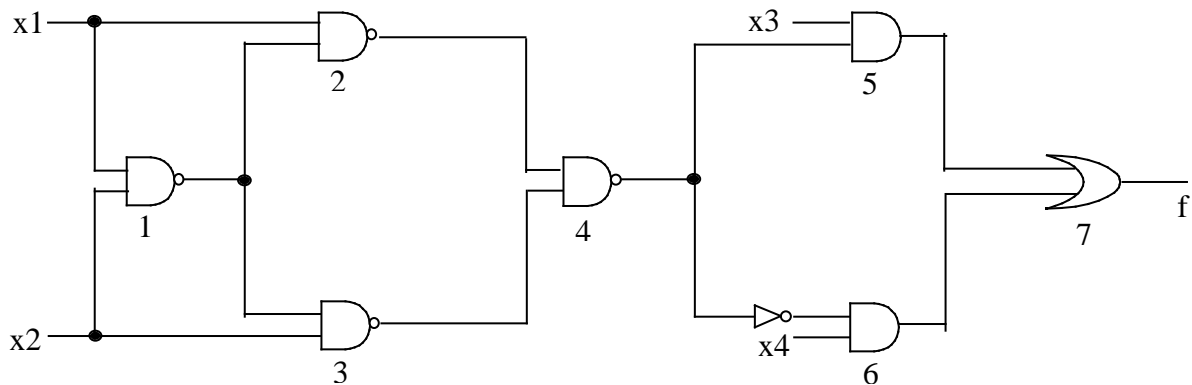
**Esame di Architettura degli Elaboratori I**  
**Canali E-O e P-Z**  
**10 Settembre 2002**

**Compito A**

**Esercizio 1 (15 punti)**

Nella rete logica mostrata in figura la porta 3 è difettosa e produce il valore logico 1 all'uscita indipendentemente dai suoi ingressi. Riprogettare la rete, semplificando dove è possibile, in modo da ottenere una nuova rete logica:

- a) equivalente alla rete in figura;
- b) equivalente alla rete difettosa.



**Esercizio 2 (15 punti)**

Progettare, seguendo lo schema formale di sintesi, un contatore a 2 bit sincrono che conti nella sequenza ....0, 3, 1, 2, 0, 3, ..... sia nel caso di flip-flop di tipo D che nel caso di flip-flop di tipo JK. Questo circuito non ha ingressi esterni e i valori del conteggio sono dati dalle uscite dei flip-flop. Rappresentare infine il funzionamento del circuito con un diagramma temporale.

**Esame di Architettura degli Elaboratori I**  
**Canali E-O e P-Z**  
**10 Settembre 2002**

**Compito B**

**Esercizio 1 (12 punti)**

Si definiscano formalmente le forme canoniche congiuntiva e disgiuntiva (FCC e FCD in breve) per le espressioni booleane. Si risponda poi, motivando esaurientemente ogni risposta, alle seguenti domande:

1. È vero che ogni espressione booleana è o una FCC o una FCD?
2. È vero che esistono espressioni booleane che sono contemporaneamente FCC e FCD?
3. Dopo aver dato la definizione formale di equivalenza tra espressioni booleane, si dica se è vero che, presa una qualunque espressione booleana, esiste ed è unica la FCD.

**Esercizio 2 (18 punti)**

Il pendolino Roma/Milano compie il seguente percorso: parte da Roma, arriva a Firenze passando per Arezzo, arriva a Bologna ed infine a Milano passando per Piacenza. Il treno effettua fermate alle stazioni di Roma, Firenze, Bologna e Milano. In ogni stazione c'è un semaforo ed il macchinista del treno ubbidisce alla seguente politica: se il semaforo è rosso ferma il treno e appena il semaforo diviene verde parte per la stazione successiva. Nelle stazioni in cui il treno effettua fermate, il macchinista deve aprire le porte per consentire la salita e la discesa dei passeggeri, chiudendole non appena il treno si mette in movimento. Infine, nella stazione di Firenze il macchinista deve predisporre il cambio di motrice azionando un apposito comando, che sarà disattivato appena il treno riparte da tale stazione. Per semplicità si assuma che non ci siano semafori intermedi (oltre i 6 elencati sopra) e che il treno, una volta giunto a destinazione non riparta più.

Seguendo il metodo visto a lezione, si ricavi una rete sequenziale con FF di tipo JK che realizzi i compiti del macchinista sopra elencati.

## Soluzioni compito A

### Esercizio 1

#### Caso a: rete equivalente alla rete funzionante

L'espressione di f all'uscita della porta 4 è:

$$\text{not}(\text{not}(\text{not}(x1 \ x2) \ x1) \ \text{not}(\text{not}(x1 \ x2) \ x2)) = \quad \text{applicando De Morgan al not più esterno}$$

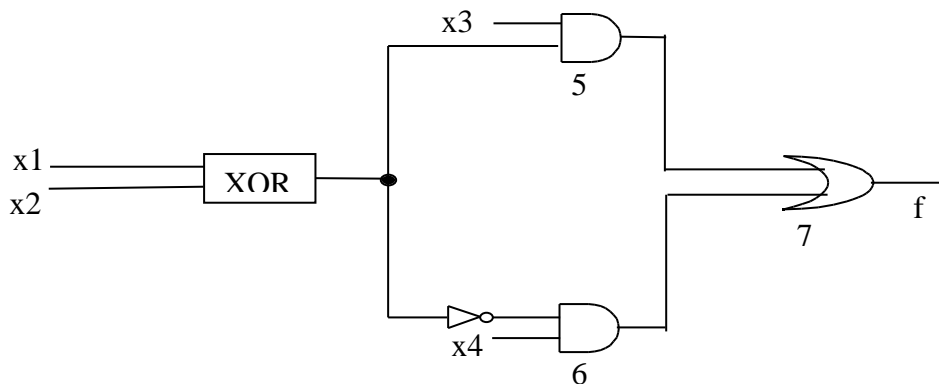
$$= \text{not}(x1 \ x2) \ x1 + \text{not}(x1 \ x2) \ x2 = \quad \text{applicando di nuovo De Morgan}$$

$$= x1 \ \text{not}(x2) + x2 \ \text{not}(x1) = x1 \ \text{XOR} \ x2$$

Quindi l'espressione di f è:

$$(x1 \ \text{XOR} \ x2) \ x3 + \text{not}(x1 \ \text{XOR} \ x2) \ x4$$

Il circuito che realizza tale espressione è:



#### Caso b: rete equivalente alla rete difettosa

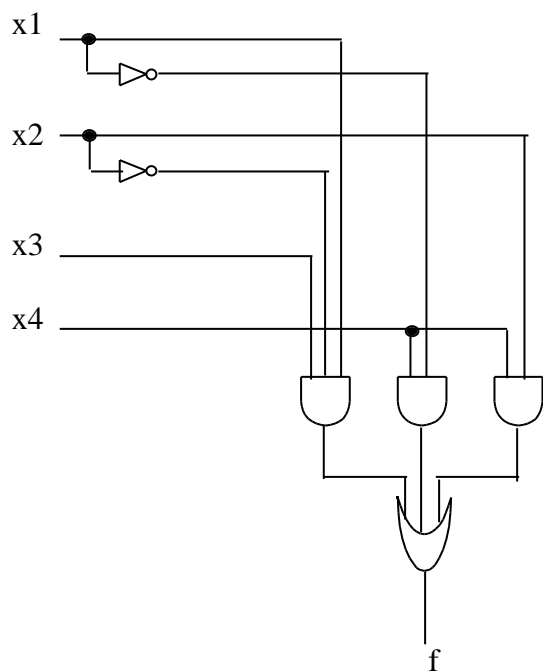
Nel caso in cui la porta 3 produca sempre 1, l'espressione di f all'uscita della porta 4 è:

$$\begin{aligned} \text{not}(\text{not}(\text{not}(x1 \ x2) \ x1) \ 1) &= \text{not}(\text{not}(\text{not}(x1 \ x2) \ x1)) = \text{not}(x1 \ x2) \ x1 = (\text{not}(x1) + \text{not}(x2)) \ x1 = \\ &= x1 \ \text{not}(x2) \end{aligned}$$

Quindi, usando la sottolineatura per indicare il not, l'espressione di f è:

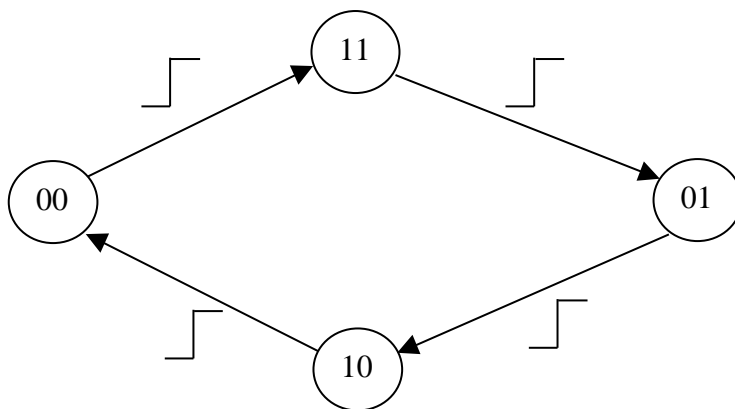
$$\begin{aligned} x1 \ \text{not}(x2) \ x3 + \text{not}(x1 \ \text{not}(x2)) \ x4 &= x1 \ \text{not}(x2) \ x3 + (\text{not}(x1) + x2) \ x4 = \\ &= x1 \ \text{not}(x2) \ x3 + \text{not}(x1) \ x4 + x2x4 \end{aligned}$$

Il circuito che realizza tale espressione è:



### Esercizio 2

L'automa che rappresenta il conteggio richiesto dall'esercizio è il seguente:



Indicando con  $q_1q_0$  la rappresentazione dello stato attuale e con  $Q_1Q_0$  la rappresentazione dello stato futuro, si ottiene la seguente tabella degli stati futuri con le funzioni di eccitazione  $D_1D_0$  e  $J_1K_1$   $J_0K_0$ :

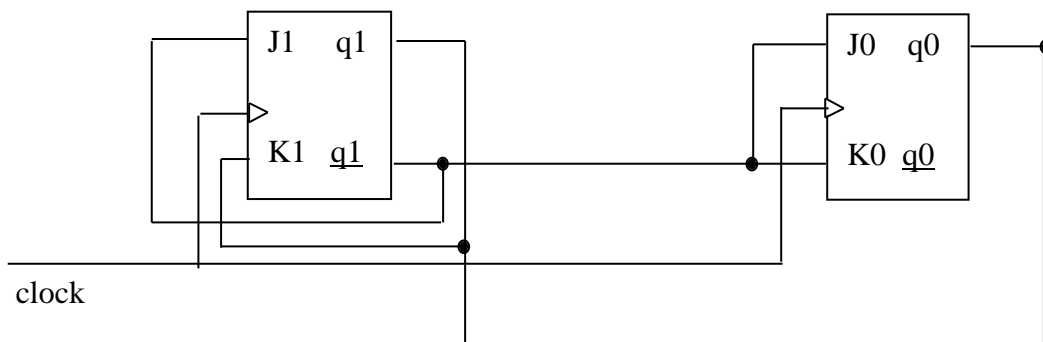
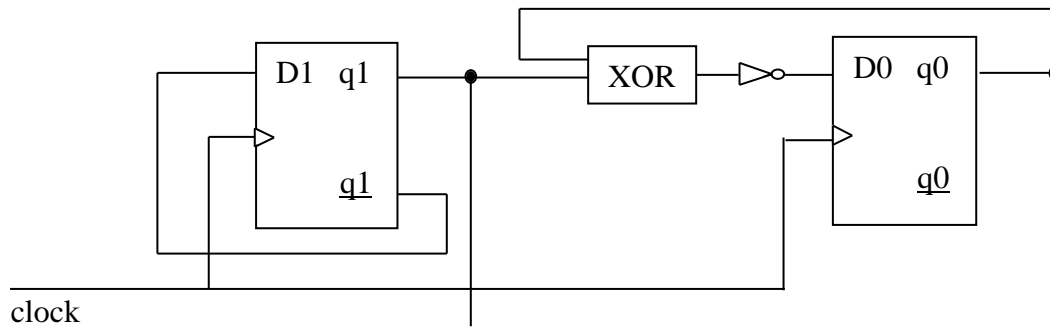
$q_1q_0$	$Q_1Q_0$	$D_1D_0$	$J_1K_1$	$J_0K_0$
00	11	11	1 $\delta$	1 $\delta$
01	10	10	1 $\delta$	$\delta$ 1
10	00	00	$\delta$ 1	0 $\delta$
11	01	01	$\delta$ 1	$\delta$ 0

Indicando le variabili complementate con la sottolineatura, si ottengono le seguenti espressioni per le funzioni di eccitazione:

$$D1 = \underline{q1} \quad D0 = \underline{q1} \underline{q0} + q1 q0 = \underline{q1} \text{ xor } q0$$

$$J1 = \underline{q1} \quad K1 = q1 \quad J0 = K0 = \underline{q1}$$

I circuiti con i due tipi di flip-flop sono :





Ricaviamo le EB minime per F, A, C, Ji e Ki usando le mappe di Karnaugh e ottenendo

$$F = \overline{X} + Q_2 Q_0 \quad A = Q_2 Q_0 + \overline{X} (Q_1 + \overline{Q_2} \overline{Q_0}) \quad C = \overline{X} Q_1 \overline{Q_0}$$

$$J_2 = X Q_1 Q_0 \quad K_2 = 0 \quad J_1 = X \overline{Q_2} Q_0 \quad K_1 = X Q_0$$

$$J_0 = X \quad K_0 = X \overline{Q_2}$$

da cui è semplice disegnare la rete.