

# Laboratorio di Fisica 3 - BASE

Prof. F. Forti

## **Esercitazione N. 12** **Macchine a Stati Finiti: semaforo**

Questa esercitazione prevede la progettazione ed implementazione di un circuito che gestisce un semaforo come applicazione del concetto di una macchina a stati finiti (FSM). Si raccomanda di eseguire un montaggio ordinato e pianificare lo spazio sulla basetta.

Alcune avvertenze:

- A. Collegate gli ingressi asincroni (preset e clear) dei FF alla tensione di alimentazione VCC, per evitare di avere reset o clear spuri.
- B. L'esercitazione prevede la costruzione autonoma di tabelle di verità e di circuiti elettrici: siate ordinati e sistematici, ed indicate chiaramente nella relazione che cosa avete realizzato. Riportate i numeri dei pin sullo schema elettrico, accertandovi di aver fatto tutti i collegamenti.

### **1) Materiale a disposizione.** Consultare i datasheet per le piedinature degli integrati.

- 2 Integrati 7474 – 2 FF di tipo D, 1 Integrato 7400 – 4 Porte NAND
- 1 Integrato 7408 – 4 Porte AND, 1 Integrato 7432 – 4 Porte OR
- 3 LED: Verde, Rosso, Giallo; 1 Switch 4 bit

### **2) SEMAFORO CON CIRCUITI INTEGRATI.**

Il semaforo può avere due modalità di funzionamento: “ABILITATO” o “DISABILITATO”. Nella modalità ABILITATO la sequenza degli stati, ripetuta ciclicamente, deve essere:

Led Verde acceso → Led Verde e Giallo acceso → Led Rosso acceso

Nella modalità DISABILITATO i led Verde e Rosso sono spenti ed il led Giallo lampeggia.

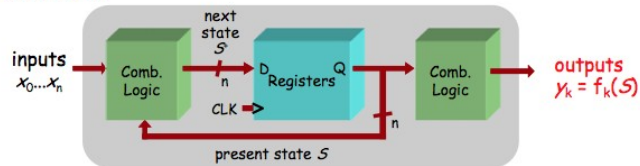
Tutti gli stati devono durare 1 impulso di clock. Per il corso BASE si richiede di progettare il semaforo solo nella modalità “ABILITATO”.

### **3) Note sull'analisi e l'implementazione implementazione del circuito.**

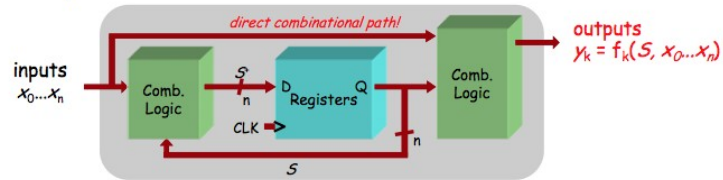
Per analizzare ed implementare il circuito, utilizzare i seguenti passi:

- a) Disegnare il diagramma a stati del circuito e le relative transizioni.
- b) Definire la codifica degli stati (S) in termini di bit, che saranno implementati nel registro costituito dai FF D (potete utilizzare fino a 4 bit). Potete decidere di codificare gli stati minimizzando il numero di bit usati, oppure codificarli usando un bit per ogni stato. Nella scelta della codifica degli stati fate attenzione a come saranno generate le uscite (ad esempio, al fatto che non si ha mai il Led Rosso ed il Led Verde accesi in contemporanea)
- c) Scrivere la tabella di verità delle transizioni di stato e delle uscite in relazione agli ingressi.
- d) Scrivere le funzioni logiche che rappresentano le transizioni:  $S_{n+1} = f(S_n, \text{ingressi})$  e le funzioni logiche che rappresentano le uscite, decidendo chiaramente se state utilizzando una macchina di Moore (uscite =  $f(S_n)$ ) oppure di Mealy (uscite =  $f(S_n, \text{ingressi})$ ).
- e) Implementare il circuito usando uno dei due schemi sotto indicati, ovviamente cercando di minimizzare la parte combinatoria

• Moore FSM:



• Mealy FSM:



#### 4) SEMAFORO NELLO STATO ABILITATO

- Considerate i tre stati Verde, VerdeGiallo, Rosso e disegnate i diagrammi di transizione quando il semaforo è abilitato.
- Le uscite da considerare sono 3: LV (Led Verde), LG (Led Giallo), LR (Led Rosso) ).
- In questo caso non ci sono ingressi da considerare.
- Considerare che i FF D latch possono accendersi in qualunque stato e dovete quindi prevedere le transizioni da qualunque stato possibile verso gli stati desiderati.
- Scrivete la tabella di verità completa, inserendo opportunamente dei “don’t care” (X), per esempio nel valore delle uscite nel caso degli stati indesiderati
- Scrivete le equazioni per tutte le funzioni combinatorie necessarie, minimizzandole a mano o con le mappe di Karnaugh.
- Disegnate e montate il circuito, verificandone il funzionamento (con clock lento) e mostrando le forme d’onda relative (con clock veloce)