

Laboratorio di Fisica 3 - AVANZATO

Prof. D.Nicolo` , Prof. C.Roda

Esercitazione N. D3

Macchina a Stati Finiti: semaforo e riconoscitore di fronti

Questa esercitazione prevede la progettazione ed implementazione di circuiti che utilizzando il concetto di macchina a stati finiti (FSM). I due circuiti che costruiremo sono:

- Circuito per la gestione di un semaforo;
- Circuito per il riconoscimento di fronti negativi.

La costruzione si farà utilizzando varie tecniche: con componenti fisici, utilizzando la ROM dell'AD2 per implementare la parte combinatoria della FSM ed infine utilizzando un microcontrollore (Arduino) che ci permette di utilizzare una programmazione software.

Alcune avvertenze:

- A. Si raccomanda di eseguire un montaggio ordinato e pianificare lo spazio sulla basetta.
- B. In caso di malfunzionamenti è utile collegare gli ingressi asincroni (preset e clear) dei FF alla tensione di alimentazione VCC, per evitare di avere reset o clear spuri.
- C. 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 sullo schema elettrico i numeri dei pin relativi agli integrati, accertandovi di aver fatto tutti i collegamenti comprese le alimentazioni (0 e VCC).

Materiale a disposizione - Consultare i data-sheet per le piedinature degli integrati.

- 2 Integrati 74LS74 – 2 FF di tipo D, 1 Integrato 74LS00 – 4 Porte NAND
- 1 Integrato 74LS08 – 4 Porte AND, 1 Integrato 74LS32 – 4 Porte OR
- 3 LED: Verde, Rosso, Giallo; 1 Switch 4 bit

Circuito per la gestione di un semaforo

Specifiche di funzionamento del semaforo

Il semaforo deve 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 la sequenza deve essere:

- Led giallo spento → Led giallo acceso (led Giallo lampeggiante).

Tutti gli stati devono durare 1 impulso di clock.

La modalità di funzionamento viene determinata tramite un interruttore che genera il segnale di abilitazione ("E"=enable). Si può scegliere se il segnale E sia attivo alto oppure attivo basso, ma fare attenzione ad essere consistenti nella definizione e nella analisi.

Si richiede di implementare il semaforo come una Macchina a stati finiti di Mealy.

1) Procedimento per l'implementazione del semaforo con circuiti integrati:

- a) Disegnare il diagramma a stati del circuito e le relative transizioni. Partite disegnando le transizioni per lo stato abilitato e poi completate il diagramma con le transizioni per lo stato disabilitato. Riportate il diagramma nella relazione
- b) Associate ai vari stati (S) la codifica in termini di bit, che saranno implementati nel registro costituito dai FF D (potete utilizzare fino a 4 bit) e definite la codifica per il segnale di

- Enable (E). Riportate nella relazione la vostra scelta e completate il diagramma di stato con le codifiche da voi scelte.
- c) Scrivete la tabella di verità delle transizioni di stato e delle uscite in relazione allo stato dei FF e degli ingressi (E).
 - d) Se necessario potete utilizzare le mappe di Karnaugh per aiutarvi a minimizzare la logica combinatoria nel definire le funzioni logiche che rappresentano le transizioni: $S_{n+1} = f(S_n, \text{ingressi})$ e le funzioni logiche che rappresentano le uscite $Out_i = f(S_n, \text{ingressi})$. Riportate tutta la vostra analisi nella relazione.
 - e) Specificate come avete utilizzato gli stati “don’t care” e spiegate le vostre scelte.
 - f) Costruite il circuito, utilizzando i circuiti integrati disponibili, un DIP-switch (vero non in SW) per il segnale di abilitazione ed i LED (veri). Generate il clock con un DIO dell'AD2 ed inviate al logic analyzer dell'AD2 sia il segnale di abilitazione sia le tre uscite V-G-R. Eseguite un filmato del circuito con un clock lento, da caricare sulla chat del gruppo per dimostrare il funzionamento.
 - g) Osservate le uscite V-G-R a dei canali DIO dell'AD2 in static IO e verificate il funzionamento. Osservate i segnali nel logic analyzer e allegare alla relazione gli screenshot necessari alla dimostrazione del funzionamento del vostro circuito.

2) Logica combinatoria con utilizzo di ROM/AD2

Si vuole utilizzare la funzione ROM dell'AD2 per realizzare la stessa FSM. I bit di memoria continuano ad essere realizzati con i flip flop D-Latch contenuti nel SN7474, ma la logica combinatoria viene realizzata con la funzione ROM dell'AD2.

Potete smontare il circuito della FSM con circuiti integrati, oppure utilizzare degli SN7474 addizionali per questa parte dell'esercitazione.

- a) la ROM AD2 deve essere collegata nel seguente modo:
 - a. Ingressi ROM: Segnale Enable; Uscite Q dell'SN7474
 - b. Uscite ROM: Ingressi D dell'SN7474; LED VGR.
- b) Riportare nella tabella di verità della ROM la tabella delle transizioni definita in precedenza.
- c) Verificare il funzionamento sia sui LED fisici, sia sui LED-sw; mostrare gli screenshot della programmazione della ROM e del funzionamento del semaforo.
- d) Modificare la FSM in modo da realizzare un semaforo con stato abilitato o disabilitato che nello stato abilitato segua la sequenza utilizzata in Svizzera: Verde → VerdeGiallo → Rosso → RossoGiallo. Mostrate come si modifica la tabella delle transizioni e verificare il funzionamento.

3) Semaforo in Software con Arduino

Utilizzare ARDUINO per realizzare in software la macchina a stati finiti del semaforo completo, sviluppando il programma relativo, con le seguenti indicazioni:

- a) Utilizzare tre uscite di ARDUINO per controllare tre LED inserendo delle resistenze da 330 Ohm come limitazione di corrente nel LED. Queste devono essere dichiarate di tipo OUTPUT.
- b) Collegare l'interruttore che controlla il segnale di abilitazione (E) tra uno degli ingressi digitali (ad esempio D8) e la massa. Tale ingresso deve essere dichiarato INPUT_PULLUP, in modo da avere uno stato HIGH quando l'interruttore è aperto, ed uno stato LOW quando l'interruttore è chiuso.
- c) Implementare la FSM completa del semaforo con abilitazione, e che permetta di cambiare in modo indipendente il tempo di ciascuno stato. Un esempio di programma che mostra come accende i LED in una sequenza diversa con una FSM con il modello Moore si può trovare nella documentazione di Arduino del sito di LAB3.
- d) Realizzare un semaforo con stato abilitato o disabilitato che nello stato abilitato segua la sequenza: Verde → VerdeGiallo → Rosso → RossoGiallo, come viene utilizzato in Svizzera. Scegliete il modello che preferite (Mealy o Moore). Riportare le parti rilevanti di

listato del programma nella vostra relazione con tutti i commenti al codice necessari a facilitare la comprensione.

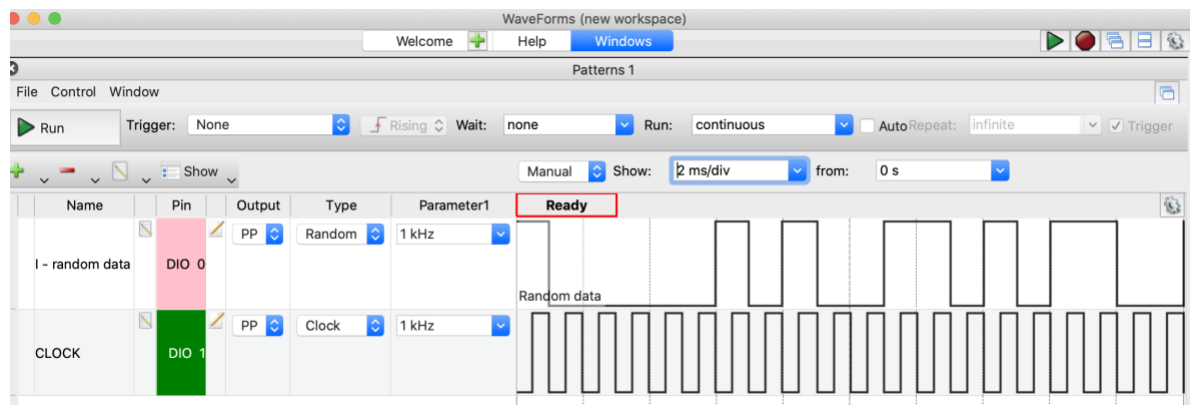
- e) Riportare nella relazione uno schema delle circuito realizzato e tutte le informazioni per dimostrare la realizzazione ed il funzionamento del vostro circuito. Caricate un filmato sulla chat del gruppo.

Circuito per riconoscere fronti negativi

Specifiche di funzionamento

Si vuole realizzare una FSM che riceve uno stream di bit su una linea di ingresso (I) e che accende un LED tutte le volte che si presenta un fronte di discesa.

- a) Progettate la FSM con il modello Moore e Mealy descrivendo tutti passi seguiti per la progettazione.
- b) Utilizzate uno dei segnali DIO per generare uno stream di dati random con frequenza 1kHz. Utilizzare un secondo segnale per generare il clock con frequenza 1kHz (vedi Figura).
Notare che il cambiamento del segnale è sul fronte negativo del segnale di clock.



- c) Realizzare con FF e porte logiche la FSM le macchine con i due modelli e confrontate le uscite spiegando la temporizzazione.