

- Esercizio1

Si consideri il circuito sequenziale che controlla il funzionamento di una bilancia elettronica. Il circuito riceve gli stimoli dal piatto della bilancia e controlla il funzionamento del display che mostra il peso della merce in grammi. Quando la bilancia viene scaricata il peso rimane visualizzato per due ulteriori cicli di clock.

Il circuito è collegato ai seguenti segnali.

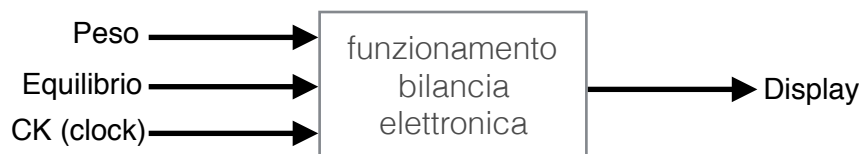
- PESO[1]: segnale che proviene dal piatto della bilancia e vale 1 quando un oggetto viene appoggiato sul piatto, vale 0 quando il piatto è scarico.

- EQUILIBRIO[1]: segnale che proviene dal sensore di peso e vale 1 finché non è stato misurato dal contrappeso l'esatto peso dell'oggetto appoggiato sulla bilancia. Ad ogni ciclo di clock il peso del contrappeso viene incrementato di 1 grammo.

- DISPLAY[2]: segnale che permette al circuito di controllare il funzionamento del display.

Un valore uguale a 11 indica che il display deve essere resettato al valore 0 grammi, il valore 00 indica che il numero mostrato non deve essere modificato, il valore 01 indica che il numero deve essere incrementato di 1 grammo e 10 che deve essere decrementato di 1 grammo.

Si disegni il grafo delle transizioni della FSM che rappresenta il circuito, sapendo che gli ingressi e l'uscita sono nell'ordine dato. Se ne ricavi poi la tabella delle transizioni.



$$I = \{000, 001, 010, 011, 100, 101, 110, 111\}$$

Nell'insieme degli ingressi le combinazioni 010 e 011 potrebbero sembrare non verificabili. Tuttavia questa situazione può succedere se l'oggetto sulla bilancia viene tolto dal piatto della bilancia mentre il circuito stava ancora calcolando il peso dell'oggetto (01-). Quando accade questo il circuito terminerà e tornerà allo stato di reset.

$$O = \{11, 00, 01\}$$

Il segnale di equilibrio è in grado di trasmettere solo quando il peso del contrappeso è minore del peso dell'oggetto sulla bilancia. Infatti il contrappeso viene incrementato di 1 grammo quando il sensore della bilancia rileva che i due pesi non corrispondono, ma quando si raggiunge l'equilibrio tra i due pesi non rileva quando il peso del contrappeso è maggiore del peso dell'oggetto. Quindi, raggiunto il punto di equilibrio tra oggetto e contrappeso, non si può diminuire il peso dell'oggetto, si può solo aumentare. Infatti il contrappeso viene ad ogni ciclo di clock incrementato di 1 grammo, ma non può essere in alcun modo decrementato.

Poiché i sensori della bilancia non possono segnalare se l'oggetto sulla bilancia diminuisce di peso, il segnale 10 (cioè quello che il numero sul display deve essere decremento di 1 grammo) non potrà mai verificarsi nell'insieme delle uscite. Infatti per riuscire a fare ciò il segnale di equilibrio dovrebbe fornire al circuito 2 bit: 10 quando il peso del contrappeso è minore del peso dell'oggetto e ad ogni ciclo di clock il contrappeso viene incrementato di 1 grammo, 01 quando il peso del contrappeso invece è maggiore del peso dell'oggetto e quindi ha bisogno di essere decrementato di 1 grammo e infine 00 quando si raggiunge l'equilibrio. Il segnale 11 non potrà mai verificarsi perché non potrebbe mai succedere che il peso dell'oggetto aumenta e diminuisce nello stesso tempo.

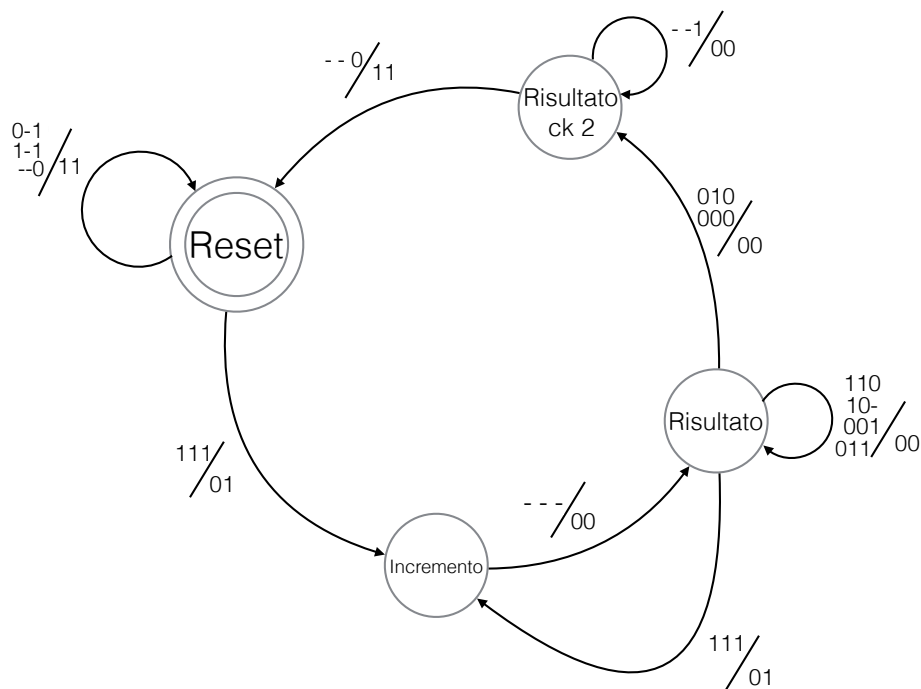
Tuttavia i sensori della bilancia non permettono ciò, di conseguenza ho preferito realizzare un circuito che funziona senza considerare che il peso dell'oggetto sopra la bilancia potrebbe diminuire di peso. O meglio, il peso dell'oggetto può diminuire, tuttavia prima l'oggetto deve essere tolto dalla bilancia, poi diminuito di peso e infine rimesso sulla bilancia. In questo modo l'oggetto verrà ripeso dai sensori della bilancia e ricalcolato dal circuito partendo da zero.

Ovviamente però se l'oggetto è sopra la bilancia questo può aumentare di peso, ma, ripeto, non può diminuire, a meno che viene prima tolto dalla bilancia.

Pongo come prerogativa che il contrappeso venga azzerato (cioè portato a peso 0) quando si va nello stato di reset, cioè quando l'oggetto viene tolto dalla bilancia. Inoltre pongo anche che il contrappeso venga incrementato di 1 grammo solo quando il segnale di equilibrio è pari a 1, cioè quando il peso dell'oggetto non equivale al peso del contrappeso. Quando invece si raggiunge l'equilibrio tra oggetto e contrappeso (segnale di equilibrio 0) allora il contrappeso rimane costante e non viene incrementato.

In fine pongo per semplicità che ogni volta che il clock passa a 1, il peso viene incrementato. Infatti nel seguente circuito il numero sul display verrà incrementato di 1 grammo solo quando il clock va a 1, mai quando è 0.

STG:



Analisi del grafo:

Lo stato iniziale è lo stato di "Reset", cioè lo stato in cui il display viene resettato a 0. In questo stato ci rimango in quasi tutti i casi, anche il caso 10-, cioè il caso in cui c'è un oggetto sulla bilancia ma pesa così poco che non c'è bisogno di incrementare il contrappeso). Passo nello stato "Incremento" solo nel caso in cui c'è un peso sulla bilancia e ho bisogno di incrementare il contrappeso (111). Ma passo in questo stato solo quando il clock è 1 poiché viene incrementato anche il contrappeso. Incremento così anche il numero sul display. In qualsiasi caso adesso passo allo stato "Risultato" per cui mantengo sul display il risultato ottenuto dall'incremento. Ora mettiamo il caso in cui il contrappeso non pesa ancora quanto l'oggetto sulla bilancia: allora finché il clock è 0 (110) rimane su "Risultato", quando il clock torna a 1 incrementa il valore sul display e si torna allo stato

“Incremento” (111). Mettiamo il caso in cui l’equilibrio tra l’oggetto e il contrappeso è stato raggiunto e l’oggetto è ancora sulla bilancia: indipendentemente dal clock (10-) rimane sullo stato “Risultato” e continua a mostrare sul display il numero senza variazioni. Se invece l’oggetto è stato tolto dalla bilancia, sia nel caso in cui viene tolto prima della fine della misura del peso dell’oggetto (01-), sia nel caso in cui la misurazione è terminata(00-): termino il circuito. Prima di terminare il circuito devo mantenere sul display il valore per almeno due cicli di clock. Di conseguenza se il clock è 1 (011 oppure 001) rimango in “Risultato”. Appena il clock passa a 0 (010 oppure 000), allora passo allo stato “Risultato ck 2” che ripete quest ultimo passaggio di nuovo per essere sicuro che per almeno 2 cicli di clock il risultato rimanga sul display. Quindi se per qualsiasi combinazione il clock è 1 (- 1) rimango in “Risultato ck 2”, altrimenti se per qualsiasi combinazione il clock è 0 (- - 0) allora ritorno allo stato “Reset”.

Nel caso in cui io mantenessi sulla bilancia l’oggetto, arrivassi poi al punto di equilibrio e aumentassi il peso dell’oggetto, allora il segnale di equilibrio passerebbe da 0 a 1 e ricomincerebbe ad aumentare il peso del contrappeso fino al raggiungimento di un nuovo equilibrio. Se invece il peso dell’oggetto venisse diminuito (mantenendo l’oggetto sulla bilancia), allora il circuito entrerebbe in un ciclo in cui il segnale di equilibrio passa da 0 a 1 perché rileva che l’oggetto deve ancora essere misurato e continua ad aumentare il peso del contrappeso alla ricerca di un equilibrio che però non troverà mai, perché il contrappeso può solo aumentare di peso, non diminuire. Di conseguenza bisogna ricordarsi che con questo tipo di circuito per diminuire il peso dell’oggetto bisogna prima toglierlo dalla bilancia. In questo modo il circuito torna allo stato di “Reset” e compie tutto il procedimento correttamente.

STT:

	0 0 0	0 0 1	0 1 0	0 1 1	1 0 0	1 0 1	1 1 0	1 1 1
Reset	Reset / 11	Reset / 11	Reset / 11	Reset / 11	Reset / 11	Reset / 11	Reset / 11	Incremento / 01
Incremento	Risultato / 00	Risultato / 00	Risultato / 00	Risultato / 00	Risultato / 00	Risultato / 00	Risultato / 00	Risultato / 00
Risultato	Risultato ck 2 / 00	Risultato / 00	Risultato ck 2 / 00	Risultato / 00	Risultato / 00	Risultato / 00	Risultato / 00	Incremento / 01
Risultato ck 2	Reset / 11	Risultato ck 2 / 00	Reset / 11	Risultato ck 2 / 00	Reset / 11	Risultato ck 2 / 00	Reset / 11	Risultato ck2 / 00