

Relazione progetto SIS

Bottacini Luca

Lecini Rustem

Roin Giovanni

5/02/2022

Indice

Circuito FSM + D	3
Traccia	3
Interfaccia del circuito	3
Architettura generale	4
Segnali interni	5
Macchina a stati finiti (FSM)	5
Transizioni	5
Unità di elaborazione (Data path)	6
Componenti	6

Circuito FSM + D

Abbiamo sviluppato un circuito che controlla un meccanismo chimico, il cui scopo è portare una soluzione con un pH iniziale noto ad un valore di neutralità.

Traccia

Il valore del pH viene espresso in valori compresi tra 0.00 e 14.0: nell'intervallo [0.00, 7.00) si trovano i valori acidi, mentre in quello (8.00, 14.0] si trovano i valori basici, infine i valori compresi tra 7.00 ed 8.00 sono considerati neutrali. Tutti gli altri valori non sono accettabili e comportano un errore.

Il sistema è quindi dotato di due valvole: la prima può *decrementare* il valore del pH di 0.25 in un singolo ciclo di clock, mentre la seconda lo può *incrementare* di 0.50 nello stesso periodo di tempo.

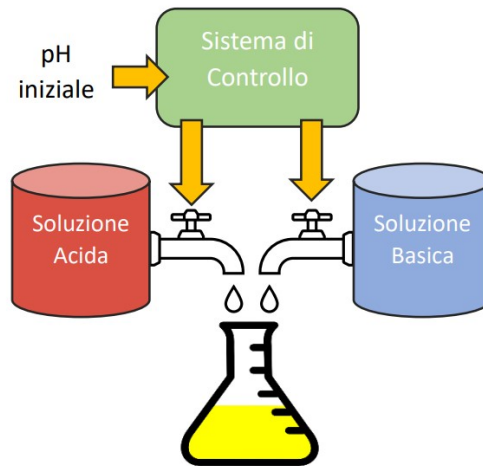


Figura 1: Illustrazione del circuito

Interfaccia del circuito

Il circuito accetta i seguenti segnali di ingresso:

Ingresso	Descrizione
RST	Ordina al circuito di tornare allo stato iniziale. Prevale su qualsiasi altro ingresso.
START	Ordina al circuito di leggere il valore presente nell'ingresso PH[8].
PH_INIZIALE[8]	Rappresentazione del valore iniziale assunto dal pH della soluzione.

L'ingresso PH_INIZIALE[8] è un byte codificato in **virgola fissa** con 4 bit dedicati alla

parte intera.

Il circuito produce i seguenti segnali di uscita:

Uscita	Descrizione
FINE_OPER.	Indica che il sistema ha completato le operazioni. Ovvero il pH è neutro.
ERRORE_SENSORE	Indica che il sistema ha ricevuto in ingresso un valore di pH non accettabile.
VALVOLA_ACIDO	Richiede l'apertura della valvola che decrementa il valore del pH.
VALVOLA_BASICO	Richiede l'apertura della valvola che incrementa il valore del pH.
PH_FINALE[8]	Rappresentazione del valore finale assunto dal pH della soluzione.
NCLK[8]	Rappresentazione del numero di cicli utilizzati per completare le operazioni.

L'uscita PH_FINALE[8] è un byte codificato esattamente come l'ingresso PH_INIZIALE[8], mentre il byte NCLK[8] viene codificato in **modulo**.

Architettura generale

Il sistema implementa il modello **FSMD**, cioè collega una *macchina a stati finiti* (detta FSM) con un'*unità di elaborazione* (chiamata **Data path**).

Il compito della macchina a stati è quello di contestualizzare i calcoli eseguiti dall'unità di elaborazione, viceversa quest'ultima ha il ruolo di aiutare la macchina a determinare in che stato transitare.

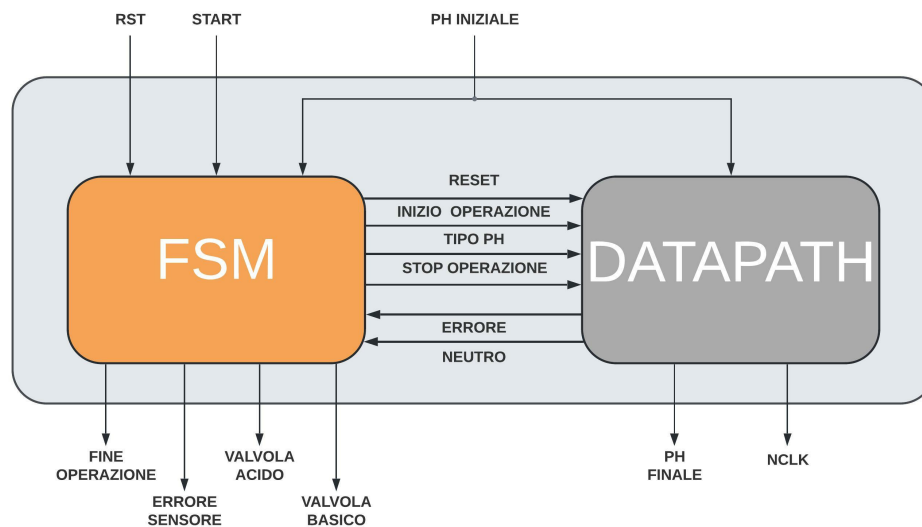


Figura 2: Diagramma del circuito

Segnali interni

Il collegamento tra i due sottosistemi avviene grazie allo scambio di segnali di stato e controllo; i primi vengono emessi dalla macchina a stati verso l'elaboratore, i secondi seguono il percorso inverso.

I segnali di stato utilizzati sono i seguenti:

Segnale	Descrizione
RESET	Ordina all'elaboratore di reinizializzare i valori.
INIZIO_OPER.	Comunica all'elaboratore che è appena stato inserito un pH.
TIPO_PH	Permette all'elaboratore di determinare come modificare il pH.
STOP_OPER.	Comunica all'elaboratore di non modificare i valori memorizzati.

I segnali di controllo utilizzati sono i seguenti:

Segnale	Descrizione
ERRORE	Comunica alla macchina che il valore del pH non è accettabile.
NEUTRO	Comunica alla macchina che il valore del pH ha raggiunto la neutralità.

Macchina a stati finiti (FSM)

Abbiamo individuato cinque stati per questa macchina, cioè:

1. **Reset**: stato iniziale nel quale il circuito attende il pH in ingresso;
2. **Errore**: il valore del pH appena inserito non è valido;
3. **Acido**: il valore del pH attuale è inferiore a 7.00;
4. **Basico**: il valore del pH attuale è superiore a 8.00;
5. **Neutro**: il valore del pH ha raggiunto un valore tra 7.00 ed 8.00.

Transizioni

Lo stato iniziale della macchina è quello di *Reset*, da questo può spostarsi solamente quando riceve il segnale **START** = 1, in quel caso:

- Quando il segnale di controllo **ERRORE** vale 1 transita nello stato di *Errore*;
- Quando il bit più significativo del segnale **PH[8]** vale 0 transita nello stato *Acido*;
- Quando il bit più significativo del segnale **PH[8]** vale 1 transita nello stato *Basico*.

La macchina si sposta nello stato *Neutro* quando il segnale di controllo **NEUTRO** vale 1, infine, da ognuno degli stati può tornare a quello iniziale quando riceve il segnale **RST** = 1.

Grafo delle transizioni (STG) La macchina possiede i seguenti segnali di ingresso ed uscita:

Ingressi	/	Uscite
RST START PH[8]	/	FINE_OPER. ERRORE_SENSORE VALVOLA_ACIDO VALVOLA_BASICIO
ERRORE NEUTRO	/	RESET INIZIO_OPER. TIPO_PH STOP_OPER.

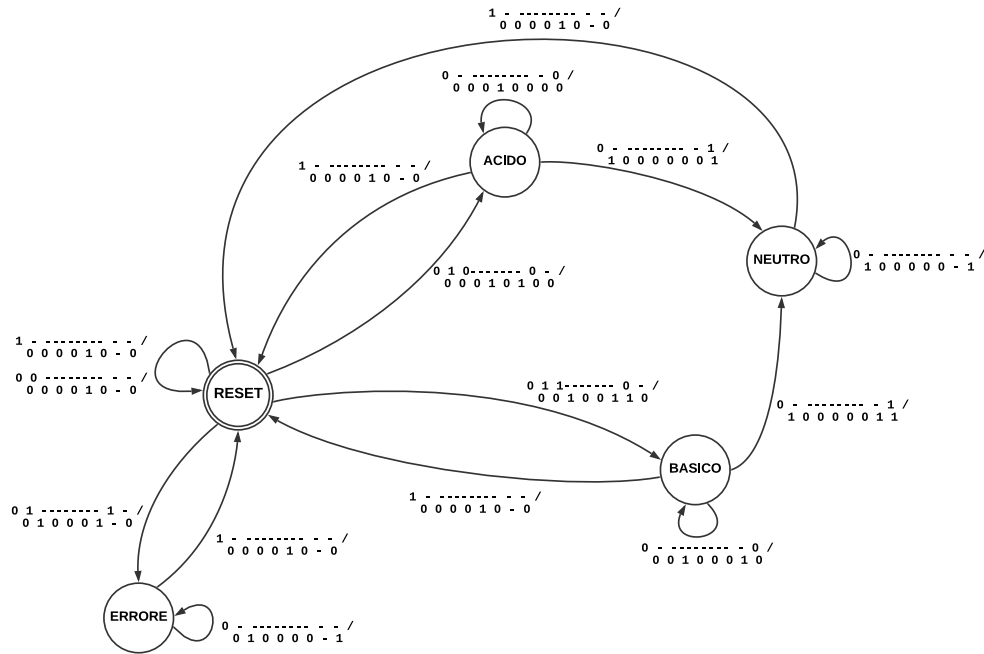


Figura 3: Macchina a stati

Unità di elaborazione (Data path)

Abbiamo suddiviso l'unità di elaborazione in più sottoproblemi risolti da delle componenti specifiche:

1. *Contatore*: ha il compito di memorizzare ed incrementa il numero di cicli impiegati;
2. *Modificatore*: ha il compito di aggiornare il valore del pH;
3. *Errore*: ha il compito di verificare se il valore del pH è superiore a 14,0;
4. *Neutrale*: ha il compito di verificare se il valore del pH è tra 7,00 ed 8,00.

Componenti

Il contatore è un componente a sé stante dedicato esclusivamente al calcolo dell'uscita NCLK[8], mentre tutti gli altri collaborano tra loro sia per determinare i segnali di controllo, ma soprattutto per calcolare l'uscita PH_FINALE[8].

Contatore Il contatore è composto da un registro, tre multiplexer ed un sommatore ad 8 bit.

Incrementa di 1 il valore memorizzato nel registro ad ogni ciclo ad eccezione dei casi in cui riceve il segnale **STOP** = 1. Invece, quando l'ingresso **RESET** equivale ad 1, indipendentemente dal valore dell'altro, azzerava il valore memorizzato nel registro.

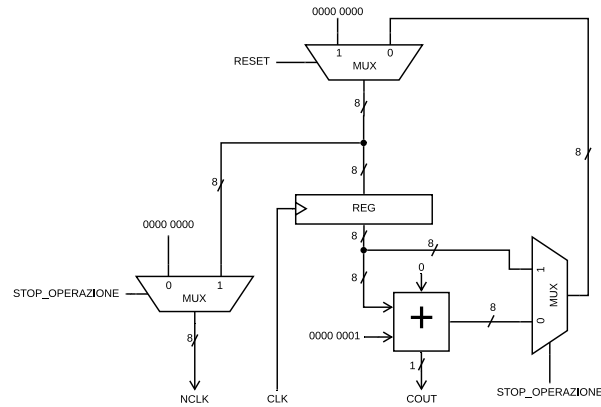


Figura 4: Contatore

Modificatore Il modificatore utilizza un sommatore, un sottrattore ed un multiplexer, tutti ad 8 bit.

Se il **TIPO_PH** in ingresso equivale a 0, incrementa il valore del pH di 0,50, al contrario, se equivale ad 1, lo decrementa di 0,25.

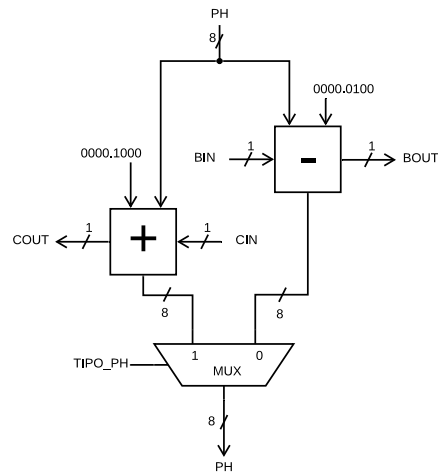


Figura 5: Modificatore

Verifica degli errori Il componente utilizza un maggiore ad 8 bit.

Confronta il valore del pH, se questo supera il 14, allora restituisce 1, cioè *vero*, altrimenti 0 cioè *falso*.



Figura 6: Verifica dell'errore

Verifica della neutralità Il componente utilizza un maggiore ed un minore ad 8 bit ed una porta NOR.

Confronta il valore del pH, se questo è compreso in [7.00, 8.00] allora restituisce 1, cioè *vero*, altrimenti 0 cioè *falso*.

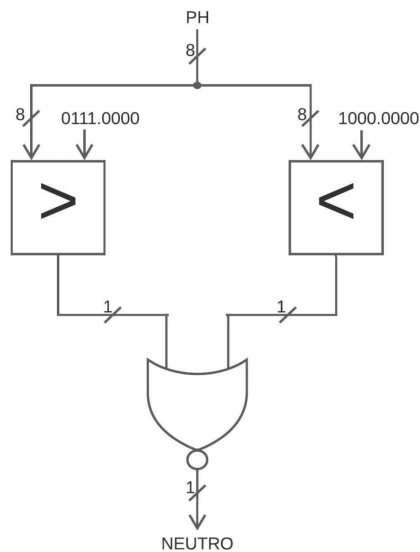


Figura 7: Verifica della neutralità