

POLITECNICO DI MILANO - SEDE DI COMO

AUTOMAZIONE INDUSTRIALE
prof. Luigi Piroddi

Anno Accademico 2017/18
Appello del 15 febbraio 2018

COGNOME

NOME

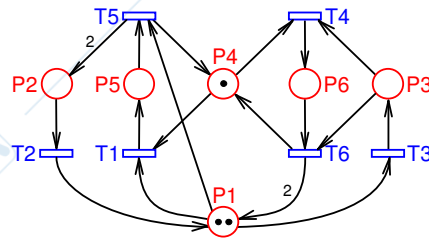
MATRICOLA

FIRMA

- Non riportare sulla stessa pagina risposte a domande di esercizi diversi.
- Non consegnare fogli addizionali.
- Non si possono consultare libri, appunti, dispense, ecc.
- Si raccomandano chiarezza, precisione e concisione nelle risposte.

ESERCIZIO 1

Si consideri la rete di Petri riportata in figura.



- 1.1) Disegnare il grafo di raggiungibilità.
- 1.2) Sulla base di quanto ricavato al punto precedente, dire se la rete è viva, limitata e reversibile. Dire inoltre se esistono marcature morte.
- 1.3) Scrivere la matrice di incidenza della rete.
- 1.4) Calcolare P- e T-invarianti della rete.
- 1.5) Determinare tutti i sifoni minimi della rete, evidenziando quelli che si possono svuotare in qualche marcatura raggiungibile.
- 1.6) Applicare il metodo dei P-invarianti per controllare la rete in modo che non possa terminare in deadlock. Disegnare la rete risultante.

ESERCIZIO 2

Si voglia realizzare un sistema di controllo di un montacarichi industriale che funzioni nel modo seguente:

- Se all'accensione del sistema il montacarichi si trova allineato ad un piano la porta viene aperta, altrimenti viene generato un allarme e si rimane in attesa di un reset dell'allarme per ripartire dall'inizio della sequenza.
- La porta rimane aperta al più 10s e viene chiusa se arriva una chiamata da un piano diverso (o se viene richiesto un piano premendo il corrispondente pulsante all'interno del montacarichi).
- La procedura di chiusura viene interrotta in caso di attivazione del sensore di sicurezza (portaOccupata) o se il sensore portaChiusa non si attiva entro 2s.
- A chiusura effettuata può essere gestita una chiamata. Se questa avviene al piano corrente si riapre semplicemente la porta, altrimenti si avvia il motore del montacarichi nella direzione opportuna (sali, scendi).
- Ogni piano è dotato di tre sensori di posizione: uno indica l'allineamento al piano, mentre gli altri due indicano che il montacarichi è arrivato sufficientemente vicino al piano (da sopra o da sotto). Al raggiungimento del sensore di prossimità più vicino corrispondente al piano di arrivo il motore deve essere rallentato (saliPiano, scendiPiano) fino al posizionamento corretto al piano, dopo di che finalmente si apre la porta. Si supponga che una nuova chiamata possa essere effettuata solo dopo il completamento della precedente.

DISPOSITIVO	COMANDI	MISURE
motore	sali scendi saliPiano scendiPiano	pianoAll (= -1 se il m. non è allineato con nessun piano, oppure k se il m. sta al piano k) proxInf[k] (= 1 se il m. sta appena sotto al piano k , 0 altrimenti) proxSup[k] (= 1 se il m. sta appena sopra al piano k , 0 altrimenti)
porta	apriPorta chiudiPorta	portaAperta portaChiusa portaOccupata
		chiamata (= -1 in assenza di chiamate, oppure k se il piano chiamato è il k -esimo)

- 2.1) Si modellizzi in SFC il sistema di controllo del montacarichi descritto.
- 2.2) Si costruisca un'interfaccia LD o ST che generi la variabile pianoAll a partire da una serie di ingressi binari associati a singoli piani (p.es. piano_ k = 1 se il m. è allineato al piano k e 0 altrimenti).
- 2.3) Si discuta come potrebbe essere modificato il progetto per gestire in sicurezza situazioni in cui i sensori di prossimità o di allineamento al piano siano soggetti a malfunzionamento

ESERCIZIO 3

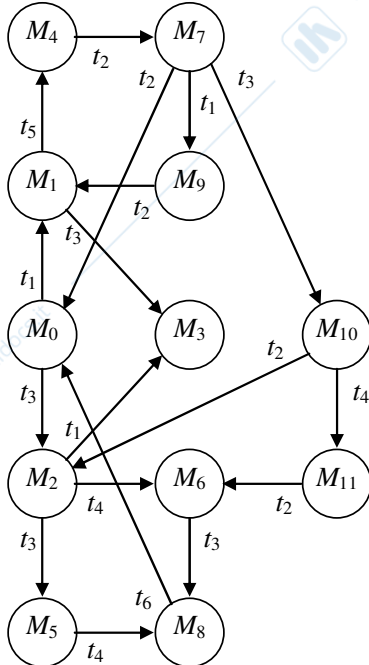
- 3.1) Si descrivano gli elementi di base del linguaggio Ladder Diagram.
- 3.2) Si descrivano le modalità di scansione dei pioli di un codice Ladder Diagram.
- 3.3) Si discuta l'implementazione in Ladder Diagram di un riconoscitore di un fronte di salita, illustrandone il funzionamento.

AUTOMAZIONE INDUSTRIALE (prof. L. Piroddi)

SOLUZIONE APPELLO 15/02/18

ESERCIZIO 1

1.1)



Marcature raggiungibili:

- $M_0 = [2 \ 0 \ 0 \ 1 \ 0 \ 0]^T$
- $M_1 = [1 \ 0 \ 0 \ 0 \ 1 \ 0]^T$
- $M_2 = [1 \ 0 \ 1 \ 1 \ 0 \ 0]^T$
- $M_3 = [0 \ 0 \ 1 \ 0 \ 1 \ 0]^T$
- $M_4 = [0 \ 2 \ 0 \ 1 \ 0 \ 0]^T$
- $M_5 = [0 \ 0 \ 2 \ 1 \ 0 \ 0]^T$
- $M_6 = [1 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 1]^T$
- $M_7 = [1 \ 1 \ 0 \ 1 \ 0 \ 0]^T$
- $M_8 = [0 \ 0 \ 1 \ 0 \ 0 \ 1]^T$
- $M_9 = [0 \ 1 \ 0 \ 0 \ 1 \ 0]^T$
- $M_{10} = [0 \ 1 \ 1 \ 1 \ 0 \ 0]^T$
- $M_{11} = [0 \ 1 \ 0 \ 0 \ 0 \ 1]^T$

1.2) La marcatura M_3 è morta, quindi la rete non è né viva, né reversibile (lo diventerebbe se la marcatura M_3 fosse eliminata mediante un controllo). La rete è limitata, poiché ha un numero finito di stati raggiungibili.

1.3)

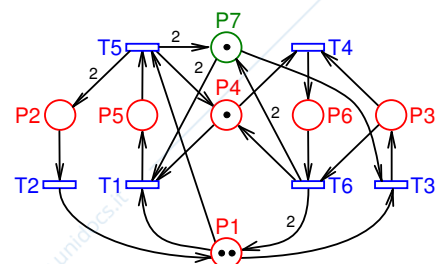
$$C = \begin{bmatrix} -1 & 1 & -1 & 0 & -1 & 2 \\ 0 & -1 & 0 & 0 & 2 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & -1 & 0 & -1 \\ -1 & 0 & 0 & -1 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & -1 \end{bmatrix}$$

1.4) P-invarianti: $[1 \ 1 \ 1 \ 0 \ 1 \ 1]^T, [0 \ 0 \ 0 \ 1 \ 1 \ 1]^T$.

T-invarianti: $[1 \ 2 \ 0 \ 0 \ 1 \ 0]^T, [0 \ 0 \ 2 \ 1 \ 0 \ 1]^T$.

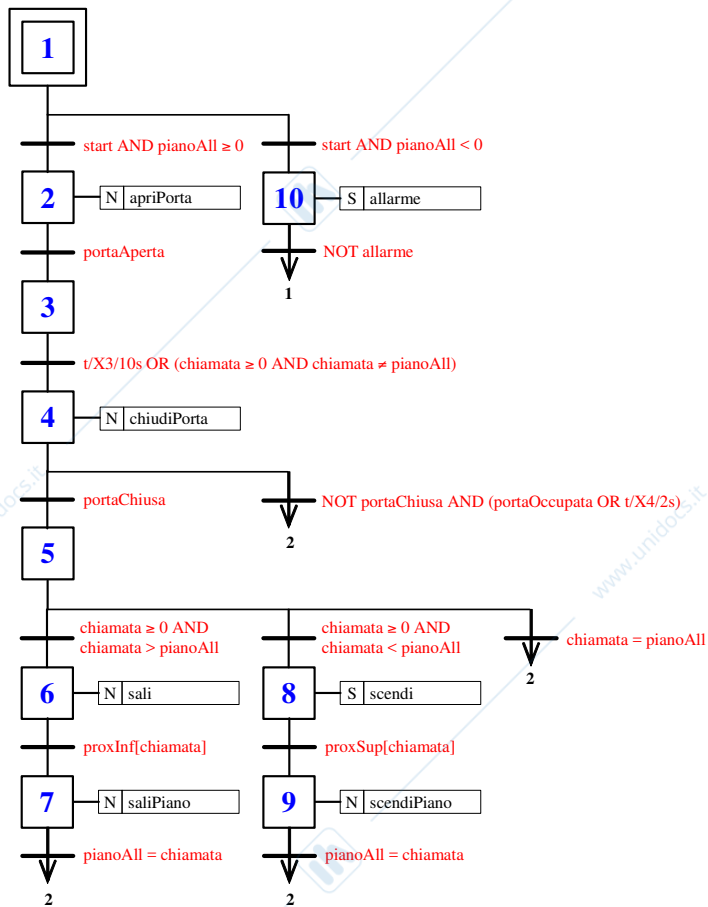
1.5) Sifoni minimi: $S_1 = \{p_1, p_2, p_3\}$, $S_2 = \{p_1, p_2, p_4, p_6\}$, e $S_3 = \{p_4, p_5, p_6\}$ (è il supporto di un P-invariante). S_2 si può svuotare in M_3 .

1.6) Controllando il sifone S_2 con il vincolo $m_1 + m_2 + m_4 + m_6 \geq 1$ si ottiene un posto di controllo collegato con le transizioni della rete mediante $C_c = [-2 \ 0 \ -1 \ 0 \ 2 \ 2]$ e con marcatura iniziale $M_{c0} = 2$.



ESERCIZIO 2

2.1)



2.2) pianoAll = -1;

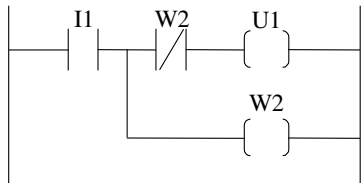
IF piano_0==1, pianoAll = 0, ENDIF

IF piano_1==1, pianoAll = 1, ENDIF

...

ESERCIZIO 3

3.3)



Inizialmente tutte le variabili sono al valore 0.

Quando si ha un fronte di salita su I1, viene alimentata la bobina U1.

Nello stesso ciclo viene alimentata anche W2.

Al ciclo successivo, essendo $W2 = 1$, viene interrotta l'alimentazione su U1 (indipendentemente dal valore di I1).