

POLITECNICO DI MILANO

AUTOMAZIONE INDUSTRIALE
prof. Luigi Piroddi

Anno Accademico 2016/17
Appello del 7 settembre 2017

COGNOME

NOME

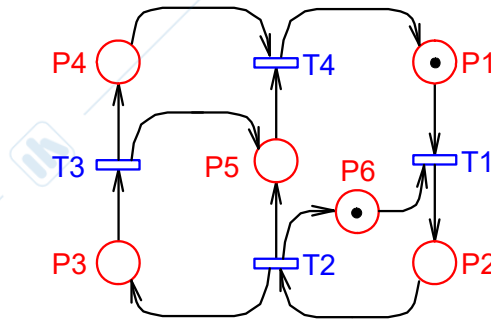
MATRICOLA

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) Si dica se il vincolo $m_5 + m_6 \leq 3$ è implementabile con il metodo di controllo supervisivo basato su P-invarianti e, in caso affermativo calcolare la sotto-rete di controllo.
- 1.2) Dire, giustificando la risposta, se la rete risultante con l'aggiunta della sotto-rete di controllo trovata al passo precedente è limitata, viva e/o reversibile.
- 1.3) Si discuta come vada modificata la risposta al punto (1.1) nel caso che la transizione T_2 sia non controllabile.

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 dica in che cosa consistono i metodi di riduzione per l'analisi di reti di Petri.
- 3.2) Con riferimento alle tecniche di modellizzazione con reti di Petri illustrare brevemente la metodologia di progetto bottom-up, facendo anche un breve esempio.
- 3.3) Discutere i vari modi in cui si può effettuare la sincronizzazione tra processi in SFC.
- 3.4) Spiegare cos'è una macrofase e a cosa serve.

AUTOMAZIONE INDUSTRIALE (prof. L. Piroddi)

SOLUZIONE APPELLO 07/09/17

ESERCIZIO 1

- 1.1) Poiché $m_{50} + m_{60} = 1 \leq 3$, il vincolo è implementabile. Ponendo $L = [0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 1 \ 1]$, $b = 3$, si ottiene il vincolo in forma standard $LM \leq b$.

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

La sotto-rete di controllo è pari a:

$$C_c = -LC = [1 \ -2 \ -1 \ 1], \quad M_{c0} = b - LM_0 = 2.$$

- 1.2) La rete ottenuta è limitata perché la marcatura di P_5 è ora limitata dal vincolo implementato (la rete originaria non era limitata). E' facile verificare che il grafo di raggiungibilità è una sequenza pura di 7 stati, terminante in una marcatura morta. Pertanto la rete è non viva e non reversibile.
- 1.3) Se T_2 non è controllabile, il vincolo $m_5 + m_6 \leq 3$ non è ammissibile, dato che determina un arco entrante in T_2 proveniente dal posto di controllo. Occorre riformulare il vincolo in modo tale che sia ammissibile. Ad esempio, ponendo

$$L^* = R_1 + R_2 L = [0 \ 2 \ 0 \ 0 \ 1 \ 1], \quad \text{con } R_1 = [0 \ 2 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0] \text{ e } R_2 = 1, \text{ e}$$

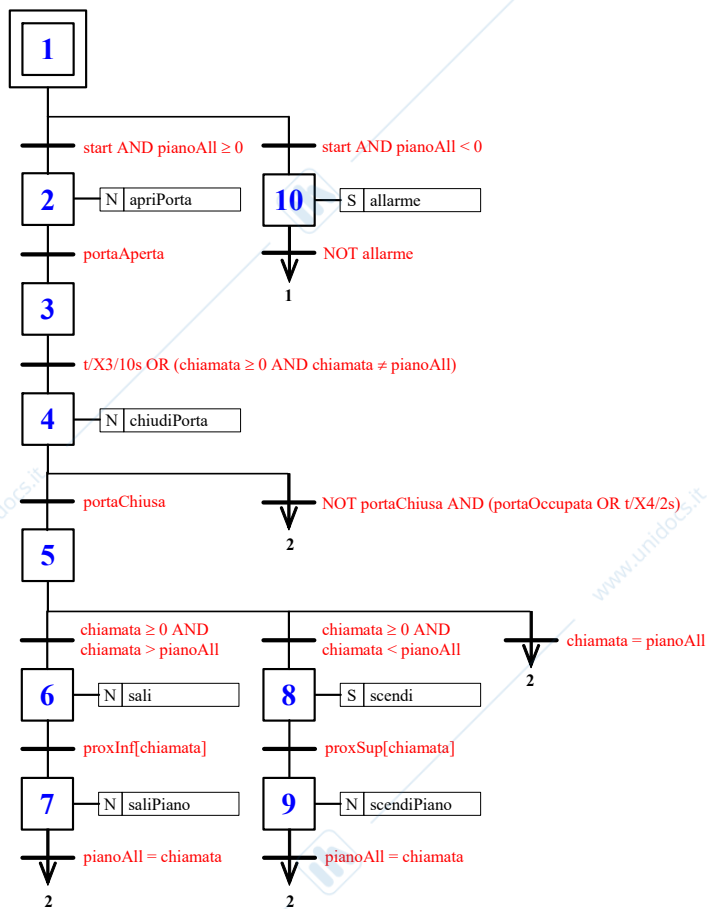
$$b^* = R_2(b+1) - 1 = 3$$

si ottiene un vincolo $L^*M \leq b^*$ più restrittivo del vincolo di partenza ma che rispetta la condizione $L^*C_{nc} \leq 0$ dove C_{nc} è la colonna di C associata a T_2 .

$$C_c = -L^*C = [-1 \ 0 \ -1 \ 1], \quad M_{c0} = b^* - L^*M_0 = 2.$$

ESERCIZIO 2

2.1)



2.2) `pianoAll = -1;`

`IF piano_0==1, pianoAll = 0, ENDIF`

`IF piano_1==1, pianoAll = 1, ENDIF`

...