

POLITECNICO DI MILANO - SEDE DI COMO

AUTOMAZIONE INDUSTRIALE
prof. Luigi Piroddi

Anno Accademico 2017/18
Appello del 25 gennaio 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

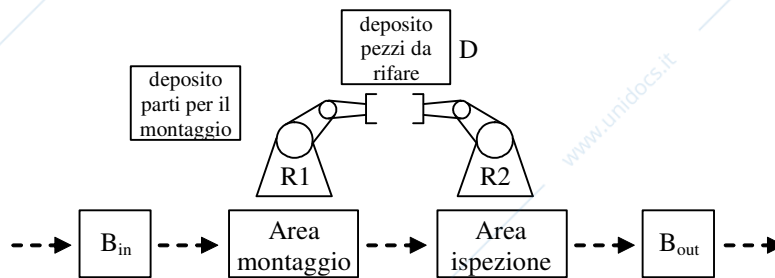
Si consideri una rete di Petri pura avente la seguente matrice di incidenza.

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

- 1.1) Si motivi la necessità di specificare che si tratta di una rete pura.
- 1.2) Sia assegnata la marcatura iniziale $M_0 = [1 \ 1 \ 0 \ 1 \ 0 \ 0 \ 0]^T$. Dire, motivando chiaramente e sinteticamente la risposta se la rete è viva, limitata e/o reversibile.
- 1.3) Calcolare i P-invarianti minimi della rete. Dire inoltre, motivando opportunamente la risposta, se la rete è conservativa e in particolare se è strettamente conservativa. Dire se può esistere una marcatura iniziale per cui la rete risulti non limitata.

ESERCIZIO 2

Si consideri un impianto manifatturiero costituito da 2 magazzini (B_{in} e B_{out} , entrambi di capacità pari a 10 posti), 2 robot per il trasporto e montaggio dei pezzi, un'area di montaggio e un'area di ispezione dei pezzi montati, un deposito di parti per il montaggio (per ipotesi sempre pieno) e un deposito (D, capacità 5 posti) per i pezzi da rimontare correttamente.



Tale impianto è caratterizzato dal seguente ciclo di lavorazione. I pezzi in ingresso vengono prelevati da R_1 in B_{in} e posizionati nell'area di montaggio. Il robot R_1 si occupa di prelevare le parti per il montaggio dal relativo deposito ed effettuare il montaggio. Al termine dell'operazione, il robot R_2 preleva il pezzo montato, e lo sottopone ad'ispezione presso l'area apposita. In caso di esito negativo il pezzo viene depositato (sempre da R_2) nel deposito D, da dove verrà poi prelevato da R_1 per eseguire un'operazione di correzione del montaggio. In caso di esito positivo dell'ispezione, il robot R_2 scarica il pezzo finito sul buffer di uscita. Tutti i pezzi montati e rimontati sono soggetti alla medesima ispezione.

- 2.1) In vista di una modellizzazione a rete di Petri dell'impianto, si definiscano degli insiemi minimi di operazioni e risorse, con i quali sia possibile descrivere il ciclo di lavorazione.
- 2.2) Definire un modello a rete di Petri di tipo FMS dell'impianto.

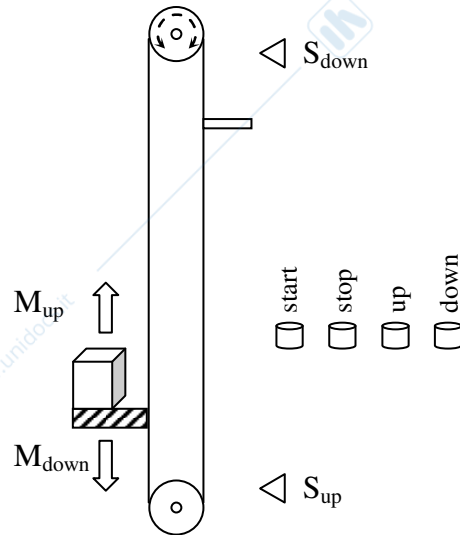
- 2.3) Dire se il modello così definito è suscettibile di bloccarsi e suggerire una politica di risoluzione del blocco critico.

ESERCIZIO 3

Si consideri il semplice sistema elevatore riportato in figura, dotato di due comandi, M_{up} e M_{down} , per la movimentazione in su e in giù dei pezzi, rispettivamente, e di due corrispondenti sensori, S_{up} e S_{down} .

Il funzionamento del sistema è il seguente:

- Alla pressione del tasto start la piattaforma dell'elevatore viene portata nella posizione di riposo inferiore.
- Alla pressione del tasto stop la piattaforma viene fermata dovunque si trovi.
- Alla pressione del tasto up [down] la piattaforma dell'elevatore viene portata nella posizione di riposo superiore [inferiore], a meno che l'elevatore non sia già in moto nella direzione opposta.



- 3.1) Realizzare un programma in Ladder Diagram che realizzi il controllo dell'elevatore secondo le specifiche appena descritte.

ESERCIZIO 4

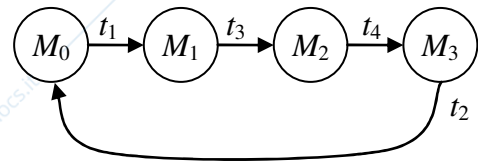
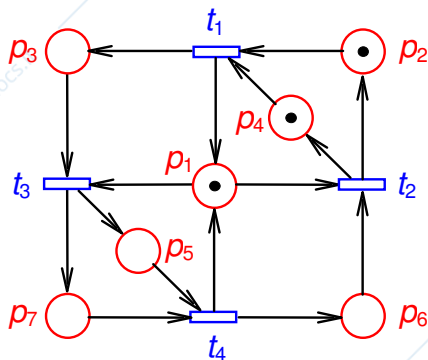
- 4.1) Si descriva cosa sono i qualificatori di azione e qual è il loro ruolo nella codifica in linguaggio SFC.
- 4.2) Si descriva nel dettaglio il funzionamento associato ai qualificatori N, L, D, P, S ed R.

AUTOMAZIONE INDUSTRIALE (prof. L. Piroddi)

SOLUZIONE APPELLO 25/01/18

ESERCIZIO 1

- 1.1) La matrice di incidenza trascura gli eventuali autoanelli di una rete di Petri. Specificando che si tratta di una rete pura, cioè priva di autoanelli, siamo sicuri che la matrice di incidenza trasmetta informazione completa sulla topologia della rete, individuandola in modo univoco.
- 1.2) La rete di Petri assegnata può essere rappresentata come in figura. E' possibile ricavarne il grafo di raggiungibilità, dalla cui analisi si evince facilmente che la rete è viva, limitata e reversibile.



$$M_0 = [1 \ 1 \ 0 \ 1 \ 0 \ 0 \ 0]^T$$

$$M_1 = [2 \ 0 \ 1 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0]^T$$

$$M_2 = [1 \ 0 \ 0 \ 0 \ 1 \ 0 \ 1]^T$$

$$M_3 = [2 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 1 \ 0]^T$$

- 1.3) La rete ammette 4 P-invarianti misti:

$$PI_1 = [-1 \ 0 \ 1 \ 0 \ 0 \ 1 \ 0] \quad PI_3 = [1 \ 1 \ 0 \ 0 \ 1 \ 0 \ 0]$$

$$PI_2 = [0 \ -1 \ 0 \ 1 \ 0 \ 0 \ 0] \quad PI_4 = [1 \ 1 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 1]$$

L'insieme generatore di P-invarianti positivi si ottiene sostituendo per esempio $PI_1 + PI_4$ a PI_1 e $PI_2 + PI_3$ a PI_2 :

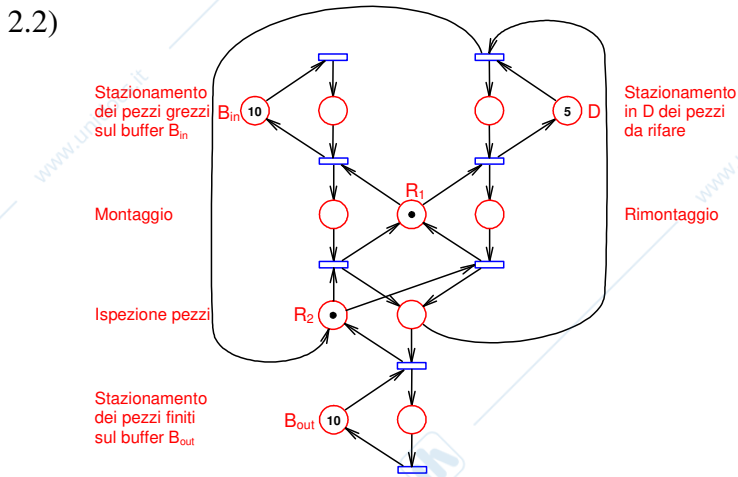
$$PI_1' = [0 \ 1 \ 1 \ 0 \ 0 \ 1 \ 1] \quad PI_3 = [1 \ 1 \ 0 \ 0 \ 1 \ 0 \ 0]$$

$$PI_2' = [1 \ 0 \ 0 \ 1 \ 1 \ 0 \ 0] \quad PI_4 = [1 \ 1 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 1]$$

Poiché esiste un P-invariante, $PI = PI_1' + PI_2' = [1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1]$ il cui supporto coincide con l'intero insieme dei posti, la rete è conservativa. Essendo inoltre tutti gli elementi di PI pari a 1 essa è anche strettamente conservativa. Poiché i P-invarianti e la conservatività sono proprietà strutturali, non può esistere una marcatura iniziale per cui la rete risulti non limitata.

ESERCIZIO 2

2.1) Operazione	Risorsa
Stazionamento dei pezzi grezzi sul buffer B_{in}	B_{in}
Montaggio	R_1
Ispezione pezzi	R_2
Stazionamento in D dei pezzi da rifare	D
Rimontaggio	R_1
Stazionamento dei pezzi finiti sul buffer B_{out}	B_{out}



2.3) Il processo si blocca se il deposito dei pezzi da rimontare è pieno (posto D smarcato) e R_1 è occupato in un montaggio (o rimontaggio) di un pezzo (posto R_1 smarcato), mentre R_2 ispeziona un pezzo montato non correttamente (posto R_2 smarcato). Per evitare il blocco, basta imporre che ci sia sempre almeno un gettone tra i posti D, R_1 e R_2 .

ESERCIZIO 3

