

POLITECNICO DI MILANO

AUTOMAZIONE INDUSTRIALE
prof. Luigi Piroddi

Anno Accademico 2015/16
Appello del 11 luglio 2016

COGNOME

NOME

MATRICOLA

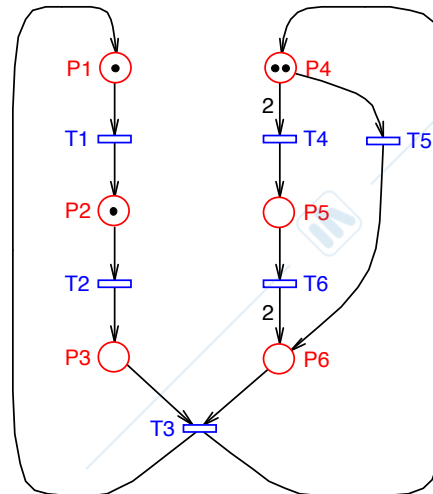
FIRMA

- 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

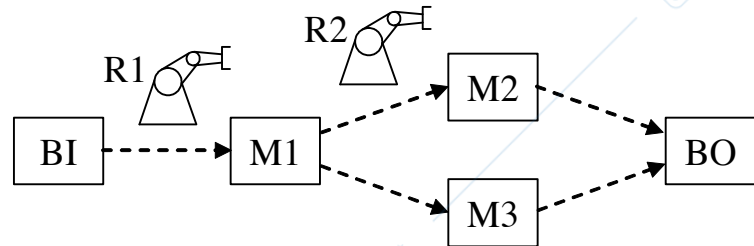
Si consideri la rete di Petri riportata in figura.

- 1.1) Si determini, mediante i metodi di riduzione, di quali proprietà fondamentali (limitatezza, vivezza, reversibilità) gode la rete.
- 1.2) Scrivere la matrice di incidenza della rete.
- 1.3) Calcolare P- e T-invarianti della rete.
- 1.4) Scrivere un vincolo (nella forma standard) che impedisca che ci siano contemporaneamente più di tre gettoni nei posti P1, P2, P5.
- 1.5) Implementare il vincolo trovato al punto precedente con la tecnica del controllo supervisivo basato su P-invarianti.

**ESERCIZIO 2**

Si consideri un impianto manifatturiero costituito da 2 magazzini (BI di ingresso e BO di uscita), 2 robot per il trasporto pezzi (R1 e R2), e 3 macchine utensili (M1, M2 e M3). Il sistema produce un solo prodotto secondo la seguente sequenza:

1. Prelievo pezzi grezzi da BI
2. Lavorazione su M1
3. Lavorazione su M2 o M3
4. Scarico pezzo lavorato su BO



Il robot R1 gestisce il trasporto da BI a M1, mentre R2 gestisce i trasporti da M1 a M2, da M1 a M3, da M2 a BO e da M3 a BO. I robot e le macchine possono operare su un pezzo alla volta, mentre per semplicità i magazzini hanno capacità infinita.

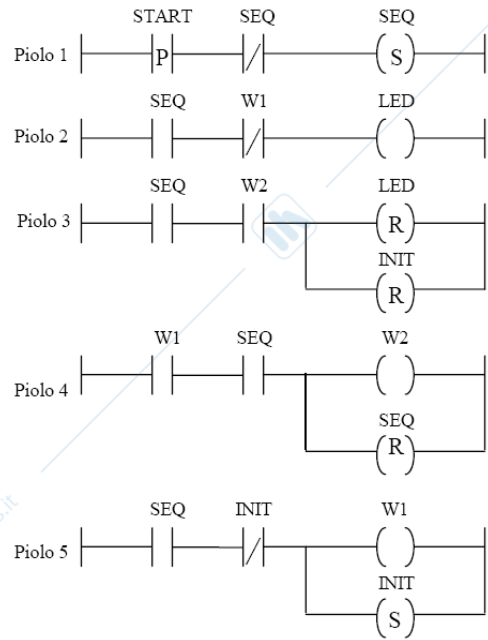
- 2.1) Definire un insieme di operazioni elementari, tale da consentire una corretta modellizzazione dell'uso delle risorse R1, R2, M1, M2 e M3.
- 2.2) Rappresentare il processo manifatturiero con una rete di Petri di tipo FMS.
- 2.3) Dire se il sistema può finire in deadlock e discutere possibili soluzioni.

ESERCIZIO 3

Si consideri il programma in Ladder Diagram rappresentato a lato, in cui START è una variabile di ingresso, LED di uscita, e le altre etichette corrispondono a variabili interne.

3.1) Completare la tabella seguente inserendo i valori che tutte le variabili assumono al termine dei vari cicli di esecuzione del PLC.

	Valore al termine del 1° ciclo	Valore al termine del 2° ciclo	Valore al termine del 3° ciclo	Valore al termine del 4° ciclo	Valore al termine del 5° ciclo
SEQ	0				
INIT	0				
W1	0				
W2	0				
LED	0				



3.2) Discutere in modo chiaro e sintetico gli effetti dell'inversione dell'ordine del 4° e 5° piolo.

ESERCIZIO 4

- 4.1) Con riferimento al linguaggio SFC, spiegare la differenza tra una transizione *abilitata* e una *superabile*.
- 4.2) Spiegare inoltre cosa prevedono le regole di evoluzione di un SFC riguarda al superamento delle transizioni.
- 4.3) Discutere somiglianze e differenze tra SFC e reti di Petri asincrone.

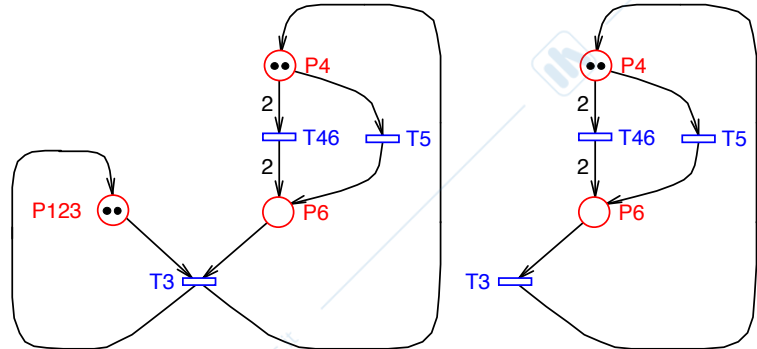
AUTOMAZIONE INDUSTRIALE (prof. L. Piroddi)

SOLUZIONE APPELLO 11/07/16

ESERCIZIO 1

1.1) Si possono per esempio effettuare in sequenza queste riduzioni:

- fusione di posti P1-P2-P3,
- fusione di transizioni T4-T6,
- eliminazione dell'auto-anello di posto P123.



Analizzando la rete semplificata è facile vedere (p.es. studiando il grafo di raggiungibilità) che si tratta di una rete viva, limitata e reversibile. Di conseguenza, anche la rete originaria lo è.

1.2) La matrice di incidenza è pari a $C =$

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

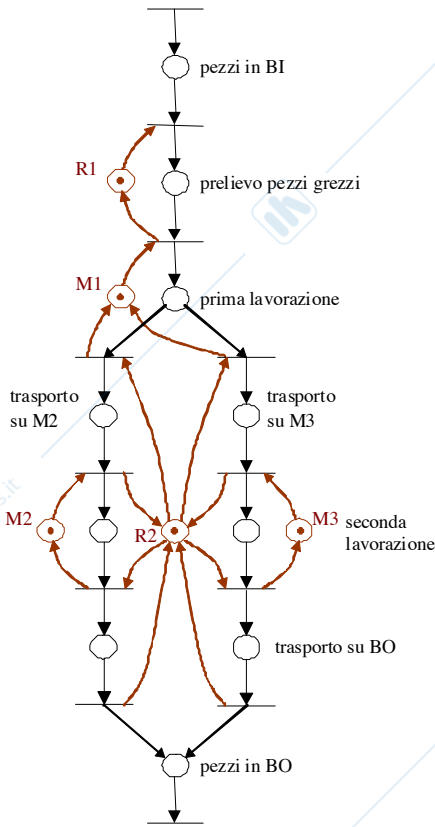
1.3) P-invarianti: $[1 \ 1 \ 1 \ 0 \ 0 \ 0]'$, $[0 \ 0 \ 0 \ 1 \ 2 \ 1]'$
T-invarianti: $[1 \ 1 \ 1 \ 0 \ 1 \ 0]'$, $[2 \ 2 \ 2 \ 1 \ 0 \ 1]'$

1.4) $m_1 + m_2 + m_5 \leq 3$

1.5) Poiché inizialmente il vincolo è rispettato, esso è implementabile. Il controllore è dato da un posto P7 inizialmente marcato con un gettone e collegato alle transizioni secondo la sottomatrice di incidenza $C_C = [0 \ 1 \ -1 \ -1 \ 0 \ 1]$

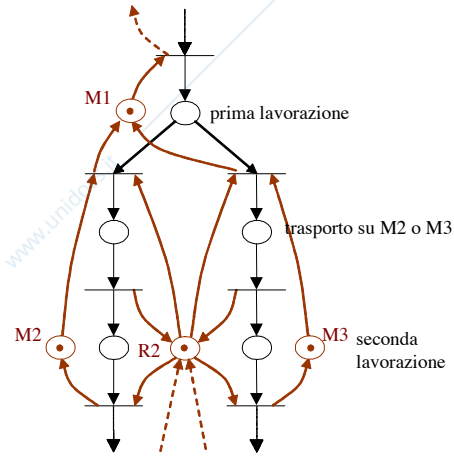
ESERCIZIO 2

2.2)



2.3) Il sistema può finire in deadlock se entrambe le macchine sono occupate e il robot R2 è carico con un altro pezzo prelevato da M1.

Per impedire che il deadlock si verifichi è sufficiente preallocare le macchine M2 e M3 prima di iniziare il trasporto



ESERCIZIO 3

3.1)

	Valore al termine del 1° ciclo	Valore al termine del 2° ciclo	Valore al termine del 3° ciclo	Valore al termine del 4° ciclo	Valore al termine del 5° ciclo
SEQ	0	1	0	0	0
INIT	0	1	1	1	1
W1	0	1	0	0	0
W2	0	0	1	0	0
LED	0	1	0	0	0

3.2) Si ha un effetto cascata sulle variabili W1 e W2 che al termine del 2° ciclo saranno entrambe a 1 (vere).

	Valore al termine del 1° ciclo	Valore al termine del 2° ciclo	Valore al termine del 3° ciclo	Valore al termine del 4° ciclo	Valore al termine del 5° ciclo
SEQ	0	0	0	0	0
INIT	0	1	1	1	1
W1	0	1	0	0	0
W2	0	1	0	0	0
LED	0	1	0	0	0