

POLITECNICO DI MILANO - SEDE DI COMO

AUTOMAZIONE INDUSTRIALE

prof. Luigi Piroddi

Anno Accademico 2018/19

Appello dell'11 settembre 2019

COGNOME

NOME

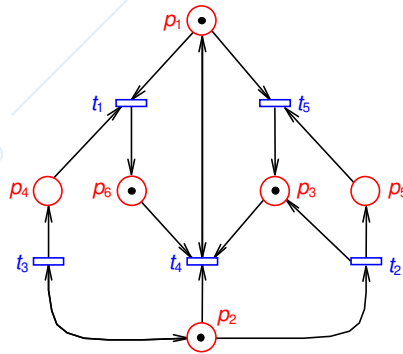
MATRICOLA

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 (si noti la presenza di due autoanelli).



Applicare, in maniera distinta l'uno dall'altro, i seguenti vincoli, mediante il metodo del controllo supervisivo basato su P-invarianti. Commentare i risultati conseguiti.

- 1.1) $m_1 + m_2 - m_6 \geq 1$
- 1.2) $2m_6 - m_2 + 2 > 0$
- 1.3) $m_6 + s_3 \leq 1$

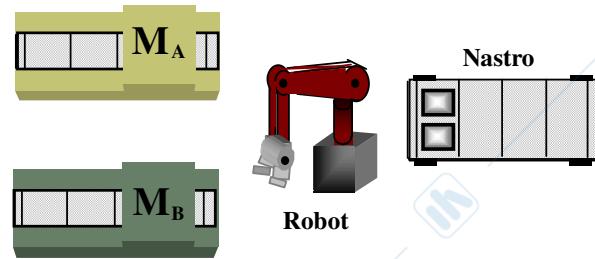
ESERCIZIO 2

In una cella di lavorazione un robot introduce pezzi di tipo A e B, uno alla volta, prelevandoli da due buffer (rispettivamente da 10 e da 5 posti). Quando il robot preleva un pezzo di tipo A, lo immerge in una vasca di lavaggio e successivamente lo posiziona in una stazione di controllo, dove viene testato da una telecamera. Se è pulito, viene automaticamente passato alla stazione di assemblaggio, altrimenti viene prelevato nuovamente dal robot e riposizionato nel buffer di ingresso. I pezzi di tipo B vengono invece consegnati direttamente dal robot alla stazione di assemblaggio. Quando sono pronti sia un pezzo di tipo A (pulito) che uno di tipo B, viene effettuato l'assemblaggio.

- 2.1) Scrivere un modello a reti di Petri di tipo FMS che modella correttamente la sequenza produttiva e il meccanismo di allocazione delle risorse (buffer, robot, stazioni).
- 2.2) Dire, giustificando la risposta, se il modello ottenuto è suscettibile di finire in condizioni di deadlock.
- 2.3) Spiegare come andrebbe modificato il modello precedentemente ottenuto per tenere conto di una specifica aggiuntiva che imponga che quando il test di controllo non è superato per tre volte è necessario svuotare e riempire nuovamente la vasca di lavaggio per togliere le impurità che vi si sono depositate.

ESERCIZIO 3

In figura è illustrato schematicamente un impianto di assemblaggio. In esso, un pezzo grezzo viene lavorato in modo diverso da due macchine M_A e M_B . Le macchine si caricano automaticamente di un pezzo grezzo. I prodotti di tali macchine vengono trasferiti da un robot verso un nastro trasportatore dotato di due



posti, uno per il prodotto A e uno per il prodotto B, dove viene effettuata anche l'operazione di assemblaggio. Le macchine possono lavorare un solo pezzo grezzo alla volta e quindi un pezzo finito attende sulla macchina finché non arriva il robot a rimuoverlo.

Quando entrambi i pezzi sono pronti sul nastro nei relativi posti, il robot procede all'assemblaggio. Dopo l'assemblaggio, viene dato un comando di avanzamento al nastro, liberando così le zone sul nastro per successivi assemblaggi. Al termine del nastro i pezzi cadono in un buffer di capacità infinita.

Le lavorazioni sono caratterizzate dai seguenti segnali: StartLavA (comando), EndLavA (misura), StartLavB (comando), EndLavB (misura).

- 3.1) Identificare con precisione le operazioni del robot, stabilendo i segnali di comando e di misura associati a tali operazioni.
- 3.2) Progettare, utilizzando il formalismo SFC, un programma di automazione per il processo produttivo descritto, sfruttando, ove possibile, il parallelismo tra le operazioni. *(si suggerisce di utilizzare uno schema SFC distinto per ogni dispositivo)*

ESERCIZIO 4

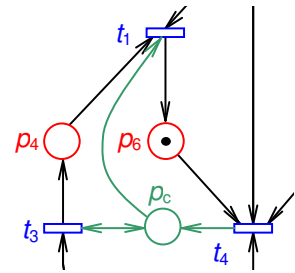
- 4.1) Rappresentare un riconoscitore di fronte di salita in codice Ladder Diagram.

AUTOMAZIONE INDUSTRIALE (prof. L. Piroddi)

SOLUZIONE APPELLO 11/09/19

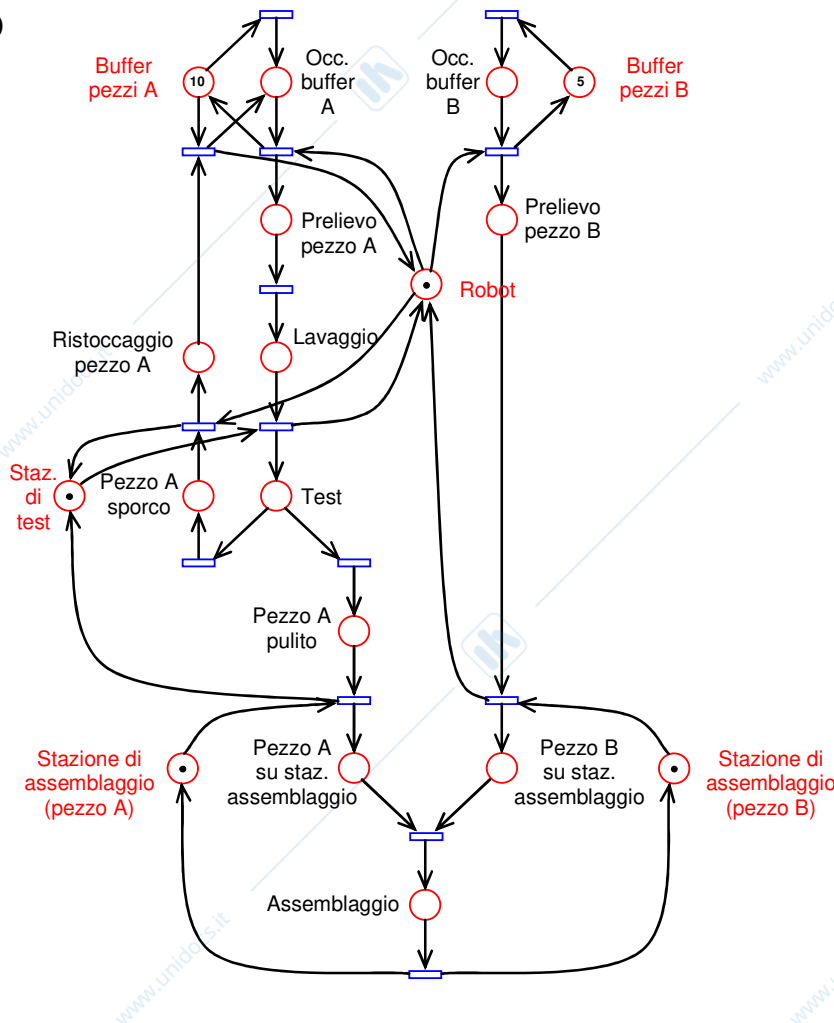
ESERCIZIO 1

- 1.1) $L = [-1 \ -1 \ 0 \ 0 \ 0 \ 1]$, $b = -1 \rightarrow C_c = [-2 \ -1 \ 0 \ 0 \ -1]$, $m_{c0} = 0$. Di fatto il vincolo inibisce le transizioni t_1 , t_2 e t_5 .
- 1.2) Il vincolo è naturalmente rispettato poiché per costruzione p_2 non può avere più di 1 gettone ($m_2 \leq 1$) e $m_6 \geq 0$.
- 1.3) Trattandosi di un vincolo misto, si espande la transizione t_3 , trasformando il vincolo in $m_6 + m_{3'} \leq 1$, si aggiunge un posto di controllo che mette p_6 e $p_{3'}$ in mutua esclusione e infine si ricompatta la transizione ottenendo il vincolo rappresentato in figura.



ESERCIZIO 2

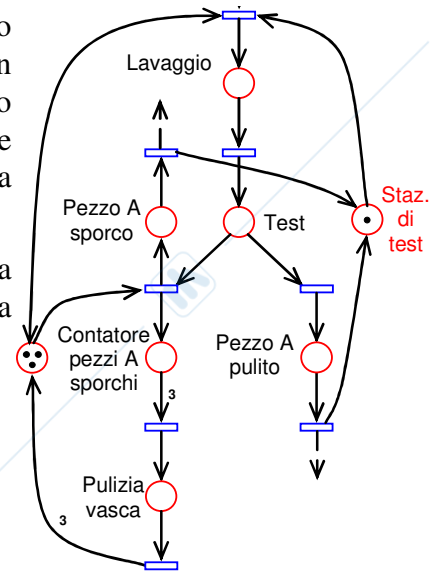
2.1)



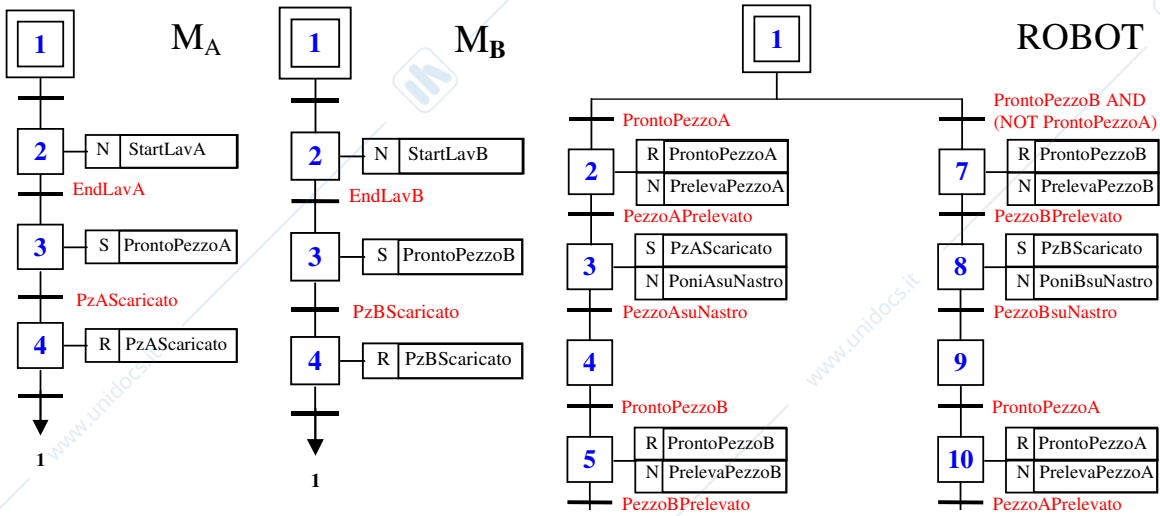
2.2) Si può determinare un blocco critico che coinvolge il robot e la stazione di test, qualora il robot sia occupato nel trasporto di un pezzo A e la stazione di controllo occupata da un pezzo A classificato come sporco.

2.3) Occorre aggiungere un contatore di pezzi A sporchi, il cui posto complementare può inibire la procedura di lavaggio, mediante un autoanello. Quando vengono contati 3 pezzi sporchi il posto complementare si svuota (cosicché non è possibile effettuare lavaggi) e la sua marcatura iniziale (3 gettoni) viene ripristinata solo dopo il ricondizionamento della vasca di lavaggio.

Si noti che, per sicurezza occorre prenotare in anticipo la risorsa stazione di test per evitare che un ulteriore pezzo A entri in vasca appena prima che scatti l'inibizione.



ESERCIZIO 3



Operazioni del robot:

- PrelevaPezzoA (comando)
PezzoAPrelevato (misura)
 - PrelevaPezzoB (comando)
PezzoBPrelevato (misura)
 - PoniAsuNastro (comando)
PezzoAsuNastro (misura)
 - PoniBsuNastro (comando)
PezzoBsuNastro (misura)
 - Assembla (comando)
EndAssembla (misura)
 - AvanzaNastro (comando)
NastroAvanzato (misura)
-

ESERCIZIO 4

4.1)

