

**POLITECNICO DI MILANO - SEDE DI COMO**

**AUTOMAZIONE INDUSTRIALE**  
**prof. Luigi Piroddi**

Anno Accademico 2017/18

Appello del 18 luglio 2018

COGNOME .....

NOME .....

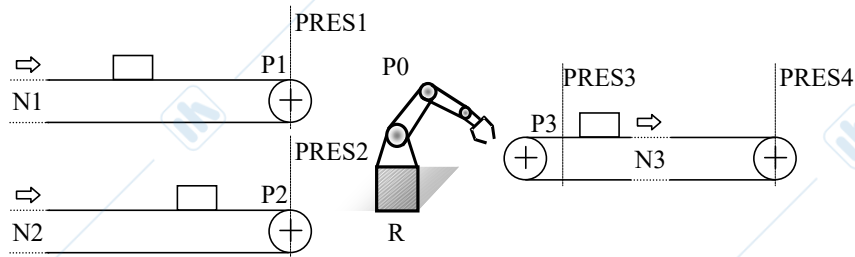
MATRICOLA .....

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 cella robotizzata riportata in figura, costituita da un robot R che ha il compito di prelevare pezzi da due nastri trasportatori N1 e N2 e depositarli su un nastro di distribuzione N3.



I pezzi arrivano in maniera non prefissata sui due nastri di alimentazione, che sono dotati di due sensori di presenza pezzo (PRES1 e PRES2, rispettivamente) al termine del nastro. E' considerato prioritario il servizio del nastro N1 rispetto a N2. Il nastro N3 è dotato di un sensore di presenza pezzo (PRES3) nella posizione di rilascio dei pezzi (all'inizio del nastro) e di un sensore di presenza pezzo (PRES4) alla fine del nastro. Il robot può muoversi nelle posizioni P0 (posizione di riposo), P1, P2 e P3. Le operazioni di prelievo e rilascio dei pezzi vanno effettuate a nastri fermi. Si assuma che le operazioni di apertura/chiusura della pinza del nastro durino mezzo secondo. Se, al termine della consegna di un pezzo su N3, non dovessero esserci dei pezzi pronti da prelevare né su N1 né su N2, il robot deve tornare in P0.

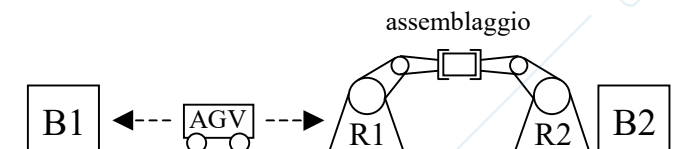
La tabella seguente riassume i comandi e le misure utilizzabili:

Comandi	ON1, ON2, ON3	comandi (continui) di avanzamento dei nastri
	GOTO0, GOTO1, GOTO2, GOTO3	comandi (continui) di posizionamento del robot nelle posizioni P0, P1, P2 e P3
	CLOSE	comando (continuo) di chiusura della pinza del robot
Misure	PRES1, PRES2, PRES3, PRES4	segnali di presenza pezzo nelle posizioni P1, P2, P3, e P4
	OK0, OK1, OK2, OK3	segnali di avvenuto posizionamento del robot nelle posizioni P0, P1, P2 e P3

1.1) Modellizzare il sistema di controllo della cella in SFC, sfruttando al massimo il parallelismo consentito.

## ESERCIZIO 2

Si consideri un impianto manifatturiero costituito da 2 magazzini (B1 e B2, entrambi di capacità pari a 5 posti), 2 robot per il trasporto pezzi e l'assemblaggio (R1, R2) e un AGV.



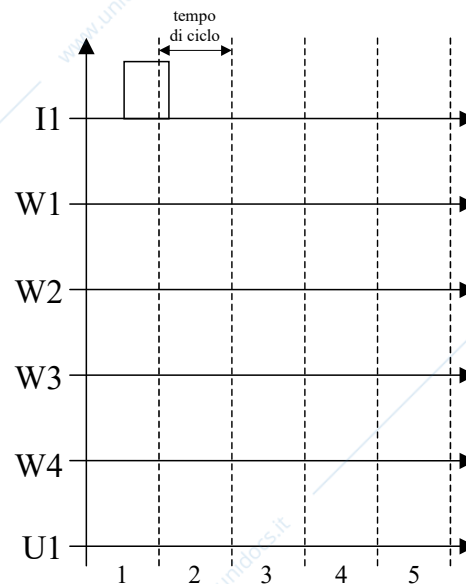
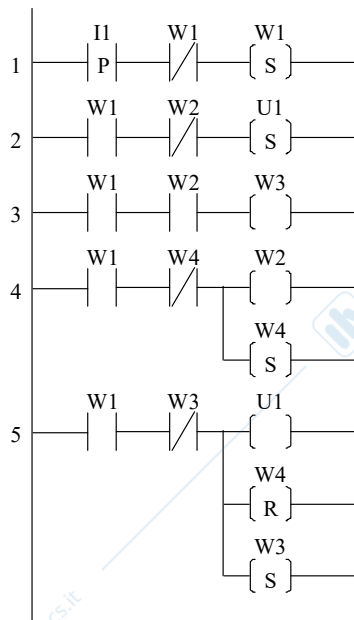
Tale impianto è caratterizzato dal seguente ciclo di lavorazione. Un semilavorato viene (automaticamente) caricato da B1 sull'AGV, che lo porta in posizione per il prelievo del robot R1. Una volta prelevato il pezzo, il robot R1 lo porta nella posizione di assemblaggio. Il robot R2

preleva un componente direttamente dal magazzino B2 e lo porta anch'esso nella posizione di assemblaggio. Quando entrambi i robot sono in posizione, avviene l'effettivo assemblaggio, dopo il quale il pezzo finito viene riportato da R1 sull'AGV che, a sua volta, lo riporta in B1, da dove può essere successivamente prelevato dall'utente. Nel frattempo, R2 si riporta in posizione di prelievo componenti su B2. NB. Il robot R2 deve posizionarsi nella zona di assemblaggio *dopo* R1.

- 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.

### ESERCIZIO 3

Si consideri il programma in Ladder Diagram riportato di seguito, in cui I1 è una variabile di ingresso, U1 è una variabile di uscita e W1, W2, W3, W4 sono variabili interne.



- 3.1) Con riferimento ai primi 5 cicli di esecuzione del programma, si completi il diagramma temporale riportato a lato (convenzionalmente, il programma viene eseguito all'inizio di un tempo di ciclo e i valori delle variabili interne e di uscita mantenuti per l'intero tempo di ciclo).
- 3.2) Discutere in modo sintetico gli effetti di un'eventuale inversione dell'ordine del 3° e 4° piolo.

### ESERCIZIO 4

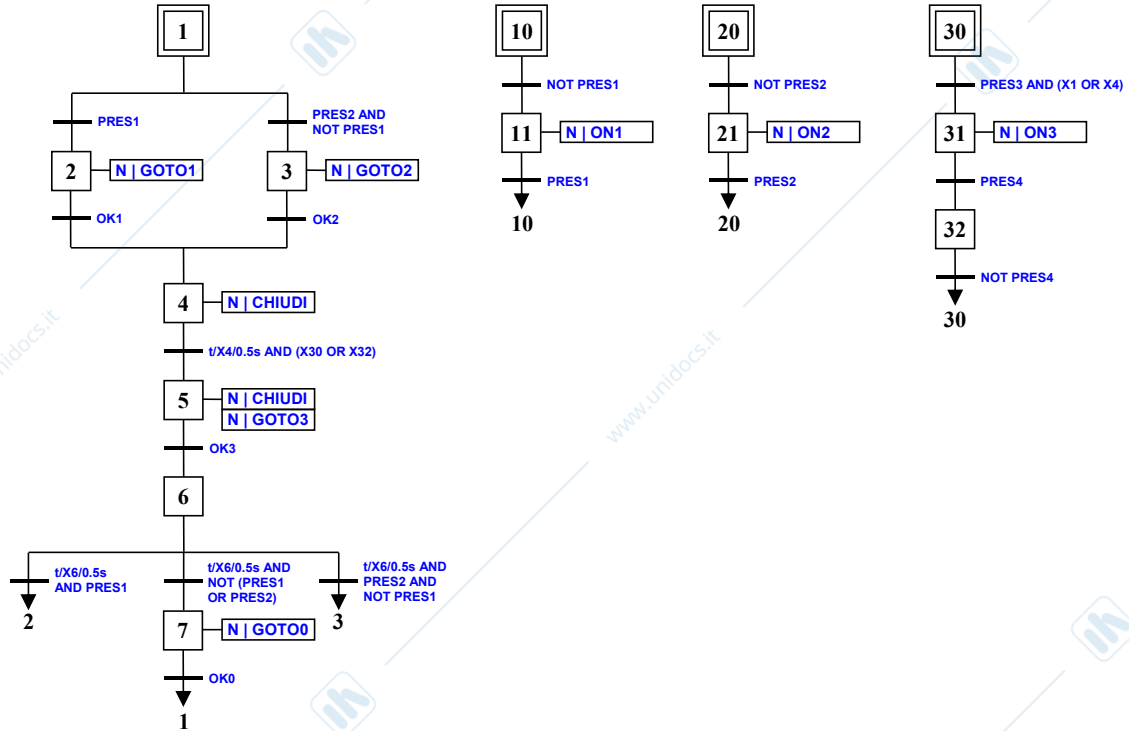
- 4.1) Si illustri il metodo di controllo supervisivo per le reti di Petri basato su P-invarianti. Si spieghi inoltre come tale metodo può essere adoperato per evitare che una rete finisca in deadlock.
- 4.2) Con riferimento al metodo di controllo supervisivo basato su P-invarianti, si illustrino le condizioni di ammissibilità dei vincoli e si spieghi come un vincolo non ammissibile può essere riformulato in uno ammissibile.

AUTOMAZIONE INDUSTRIALE (prof. L. Piroddi)

SOLUZIONE APPELLO 18/07/18

ESERCIZIO 1

1.1)

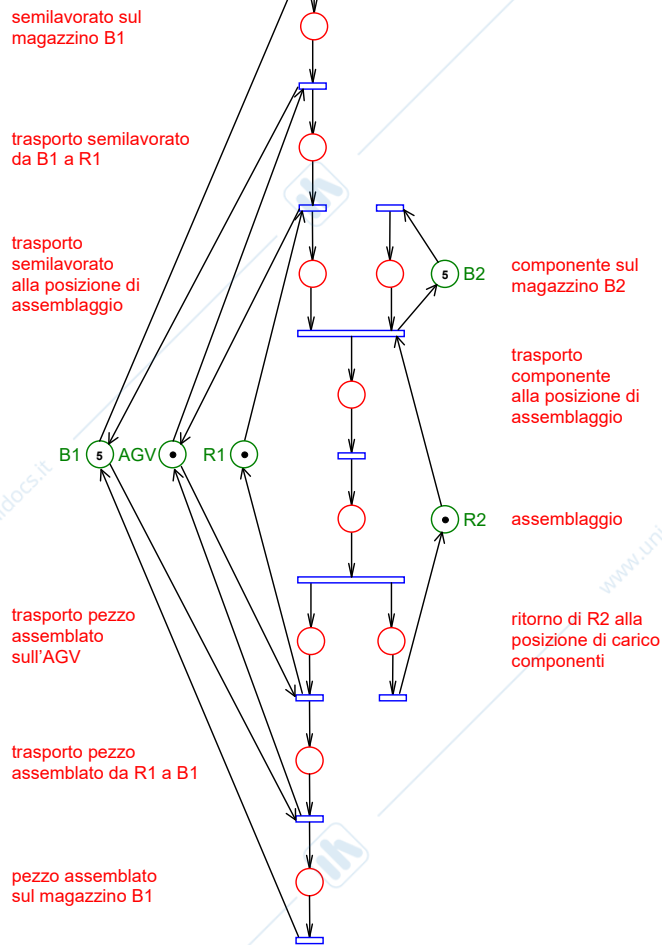


ESERCIZIO 2

2.1)

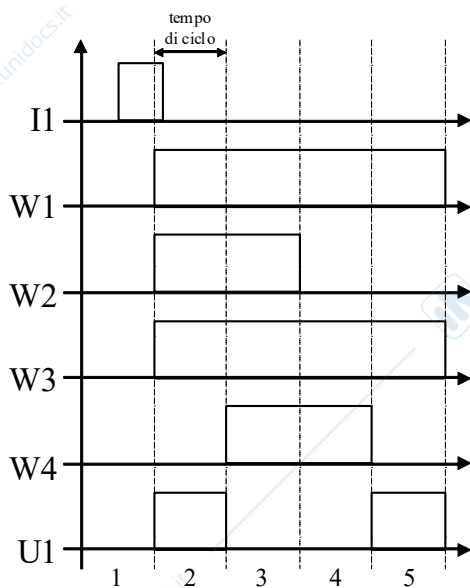
Operazione	Risorsa
semilavorato sul magazzino B1	B1
trasporto semilavorato da B1 a R1	AGV
trasporto semilavorato alla posizione di assemblaggio	R1
componente sul magazzino B2	B2
trasporto componente alla posizione di assemblaggio	(R1), R2
assemblaggio	R1, R2
trasporto pezzo assemblato sull'AGV	R1
trasporto pezzo assemblato da R1 a B1	AGV
pezzo assemblato sul magazzino B1	B1
ritorno di R2 alla posizione di carico componenti	R2

2.2)



ESERCIZIO 3

3.1)



3.2) Nel 3° piolo si legge W2, che viene settata nel 4° piolo. L'effetto del settaggio viene quindi sentito con un ciclo di ritardo. Quando i 2 pioli vengono invertiti si legge W2 subito dopo averla settata, quindi non si ha ritardo.