

**POLITECNICO DI MILANO - SEDE DI COMO**

**AUTOMAZIONE INDUSTRIALE**

**prof. Luigi Piroddi**

Anno Accademico 2018/19

Appello del 9 gennaio 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 un sistema di irrigazione automatica con il funzionamento descritto di seguito. Premendo un pulsante di START viene azionato l'irrigatore automatico per 1 ora. Dopo tale intervallo di tempo la pompa del sistema di irrigazione si spegne e per 24 ore una nuova pressione di START non può far ripartire un nuovo ciclo di irrigazione. Tale ciclo di irrigazione può essere attivato fino a 10 volte di seguito, dopo di che il sistema di irrigazione non può ripartire se l'operatore non preme il pulsante di OK. Tale pulsante OK non ha effetto se non sono stati effettuati i 10 cicli di irrigazione.

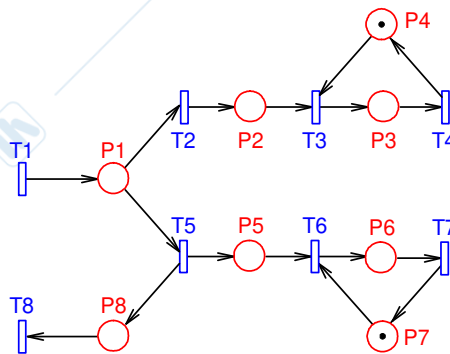
Ingressi del PLC: START, OK

Uscite del PLC: IRRIGA (aziona la pompa di irrigazione)

1.1) Si progetti un codice LD per gestire il sistema descritto.

## ESERCIZIO 2

Si consideri la rete di Petri rappresentata in figura, che descrive il funzionamento di una macchina che può produrre pezzi corretti o difettosi che vengono poi trasportati in due code diverse tramite AGV.



Il posto  $p_1$  rappresenta il processamento di un pezzo da parte della macchina, che può avere esito positivo ( $t_2$ ) o risultare in un pezzo difettoso ( $t_5$ ). Le transizioni  $t_2$  e  $t_5$  sono pertanto da intendere come *non controllabili*. I posti  $p_2$  e  $p_5$  rappresentano le fasi di attesa in cui il pezzo prodotto è rilasciato dalla macchina in un'area di stazionamento in attesa di essere trasferito alla coda di competenza. Le operazioni di trasporto sono modellizzate da  $p_3$  e  $p_6$ , rispettivamente, e vengono gestite da due AGV dedicati ( $p_4$  e  $p_7$ ). Se la macchina produce un pezzo difettoso è sottoposta ad una fase di controllo ( $p_8$ ).

2.1) Si traducano in vincoli GMEC le seguenti specifiche sul comportamento del processo:

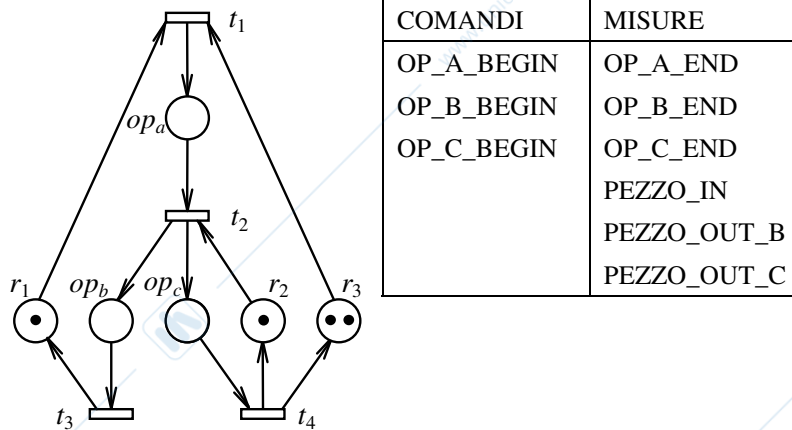
- Solo un AGV alla volta può avvicinarsi all'area di stazionamento per prelevare un pezzo e iniziarne il trasporto.
- Solo un pezzo alla volta può attendere l'AGV, dopo che la macchina lo abbia rilasciato (l'area di stazionamento può contenere al massimo un pezzo).
- Se la macchina produce un pezzo difettoso bisogna attendere che la fase di controllo venga terminata prima di riprendere il processo con la lavorazione di un nuovo pezzo.

2.2) Dire se i vincoli trovati al punto precedente sono ammissibili e, in caso contrario, riformularli in modo che lo siano.

- 2.3) Progettare una sotto-rete di controllo superviso che implementi i vincoli così definiti.
- 2.4) Dire mediante un'analisi dei sifoni se la rete risultante è suscettibile di finire in deadlock e richiede ulteriore controllo.

### ESERCIZIO 3

Sia data la rete di Petri riportata in figura, che rappresenta il modello di un processo con 3 operazioni  $op_a$ ,  $op_b$  e  $op_c$ , il quale utilizza le risorse  $r_1$ ,  $r_2$  e  $r_3$ . In particolare si osservi che l'operazione  $op_a$  non può essere attivata finché non arriva un pezzo da lavorare (tale condizione è rilevata dal segnale PEZZO\_IN). Analogamente, al termine delle operazioni  $op_b$  e  $op_c$ , le risorse utilizzate rimangono ancora occupate finché i pezzi lavorati non vengono rimossi manualmente (tale condizione è rilevata dai segnali PEZZO\_OUT\_B e PEZZO\_OUT\_C, rispettivamente). Si riportano in tabella i segnali di misura e di attuazione.



- 3.1) Modellizzare il processo in SFC, in modo che il comportamento del modello sia identico a quello della rete di Petri considerata. Rappresentare esplicitamente lo stato delle risorse  $r_1$ ,  $r_2$  e  $r_3$ , utilizzando le variabili interne R1\_DISP, R2\_DISP e R3\_DISP.

### ESERCIZIO 4

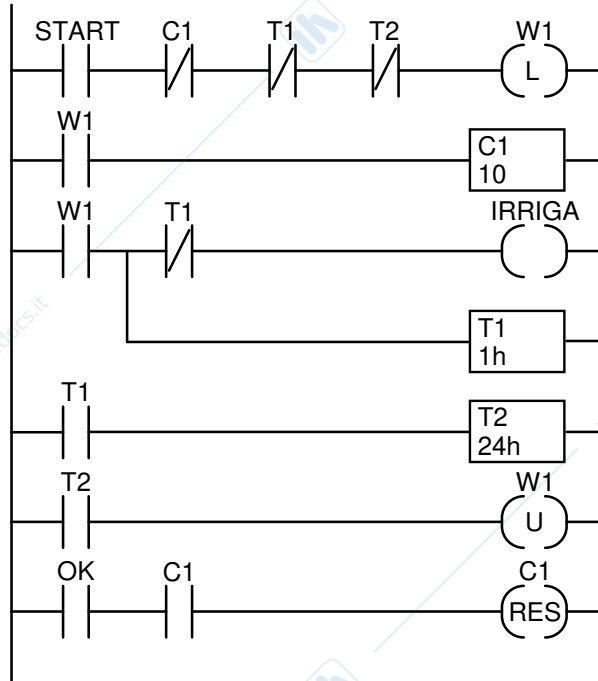
- 4.1) Si descriva la struttura di un PLC, illustrando il ruolo dei suoi componenti principali.
- 4.2) Spiegare in dettaglio cosa regola la normativa IEC 1131-3.

## AUTOMAZIONE INDUSTRIALE (prof. L. Piroddi)

SOLUZIONE APPELLO 09/01/19

## ESERCIZIO 1

1.1)



## ESERCIZIO 2

2.1) I vincoli definiti dalle specifiche sono:

$$\text{a) } m_3 + m_6 \leq 1, \text{ b) } m_2 + m_5 \leq 1, \text{ c) } m_1 + m_8 \leq 1$$

$$\text{ovvero, in forma matriciale } L = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}, b = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix}$$

2.2) Verifica di ammissibilità dei vincoli rispetto alle transizioni non controllabili.

$$C_{nc} = \begin{bmatrix} -1 & -1 \\ 1 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \text{ da cui si ricava } LC_{nc} = \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 1 & 1 \\ -1 & 0 \end{bmatrix}$$

Il secondo vincolo è inammissibile e va riformulato, per esempio nel modo seguente:



### ESERCIZIO 3

3.1)

