

POLITECNICO DI MILANO

AUTOMAZIONE INDUSTRIALE
prof. Luigi Piroddi

Anno Accademico 2015/16
Appello del 27 settembre 2016

COGNOME

NOME

MATRICOLA

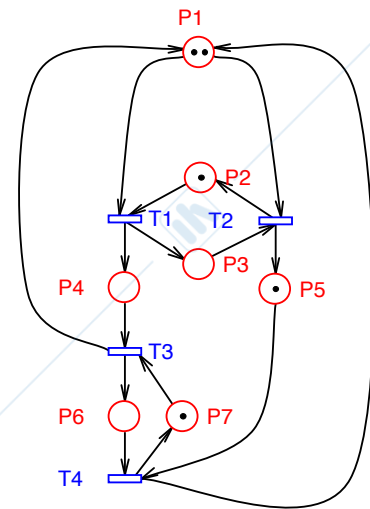
FIRMA

- 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.

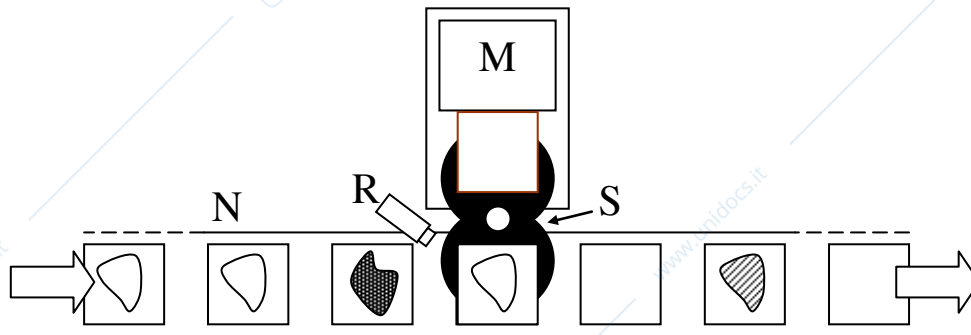
ESERCIZIO 1

Si consideri la rete di Petri riportata in figura.

- 1.1) Determinare il grafo di raggiungibilità.
- 1.2) A partire da quanto determinato al punto precedente, valutare le proprietà fondamentali della rete (limitatezza, vivezza, reversibilità).
- 1.3) Scrivere la matrice di incidenza della rete.
- 1.4) Calcolare i P-invarianti della rete e dire se la loro conoscenza permette di concludere qualcosa riguardo alla limitatezza della rete.
- 1.5) Calcolare i T-invarianti della rete e dire se la loro conoscenza permette di concludere qualcosa riguardo alla reversibilità della rete.
- 1.6) Calcolare i sifoni minimi della rete e dire se la loro conoscenza permette di concludere qualcosa riguardo alla vivezza della rete.

**ESERCIZIO 2**

Si consideri la porzione di impianto rappresentata in figura, dove M è una macchina, S è uno scambio, R è un sistema di riconoscimento ottico dei pezzi, ed N è un nastro (circolare).



Sul nastro sono posizionati a intervalli regolari dei pallet, su cui possono essere posti vari tipi di pezzi. Anche la macchina inizialmente è caricata con un pallet vuoto. Se il pallet sulla macchina è vuoto o contiene un pezzo già lavorato e un pallet è presente sul nastro in posizione di prelievo, il nastro N va fermato e viene attivato R. Lo scambio viene attivato solo se il pallet su N è carico con un pezzo grezzo, oppure se è vuoto, ma quello su M è carico con un pezzo lavorato, altrimenti si riaccende subito il nastro. Si noti che lo scambio può essere attivato per scaricare un pezzo lavorato sul nastro, per caricare un pezzo grezzo sulla macchina, o per entrambe le cose contemporaneamente. Lo scambio avviene abbassando S e stringendone le pinze sul (o sui) pallet, sollevando S, operando un giro di 180° (sempre nello stesso verso), riabbassando S, allargando le pinze e infine sollevando S. A scambio ultimato il nastro viene riavviato e, se la macchina è stata caricata con un pezzo grezzo, viene attivata la lavorazione. Il riconoscitore R è dotato di timeout: se il tipo del pezzo non viene riconosciuto entro 10 sec, si segnala errore e si lascia procedere il pallet sul nastro.

La tabella seguente riassume i comandi (con i relativi qualificatori di azione) e le misure disponibili.

Dispositivo	Comandi	Qual.	Misure
Nastro (N)	Non (attiva nastro) -	S -	- palletOnN (1 se pallet su N davanti a M, 0 altrimenti)
Riconoscitore (R)	Ron (attiva riconoscimento) Rerr (segnala errore) - -	P P - -	- - recOK (1 se riconoscimento OK, 0 altrimenti) type (0 se pallet vuoto, 1 se pezzo grezzo, 2 se pezzo lavorato da M, 3 altrimenti)
Scambio (S)	Sup (solleva scambio) Sdown (abbassa scambio) Sgrasp (stringi pinze) Srelease (rilascia pinze) Sturn (gira scambio)	N N N N N	endUp endDown (1 sec) (1 sec) endTurn
Macchina (M)	Mon	N	endLav

2.1) Progettare una porzione di codice SFC che gestisca correttamente l'interazione tra N, M, R ed S. Si rappresenti l'effettuazione dello scambio con una macroazione.

ESERCIZIO 3

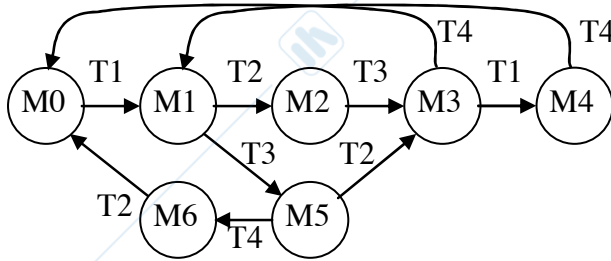
- 3.1) Si descrivano gli elementi di base del linguaggio Ladder Diagram.
- 3.2) Si descrivano le modalità di scansione dei pioli di un codice Ladder Diagram.
- 3.3) Si discuta l'implementazione in Ladder Diagram di un riconoscitore di un fronte di salita, illustrandone il funzionamento.

AUTOMAZIONE INDUSTRIALE (prof. L. Piroddi)

SOLUZIONE APPELLO 27/09/16

ESERCIZIO 1

1.1)



$$M0 = [2 \ 1 \ 0 \ 0 \ 1 \ 0 \ 1]'$$

$$M1 = [1 \ 0 \ 1 \ 1 \ 1 \ 0 \ 1]'$$

$$M2 = [0 \ 1 \ 0 \ 1 \ 2 \ 0 \ 1]'$$

$$M3 = [1 \ 1 \ 0 \ 0 \ 2 \ 1 \ 0]'$$

$$M4 = [0 \ 0 \ 1 \ 1 \ 2 \ 1 \ 0]'$$

$$M5 = [2 \ 0 \ 1 \ 0 \ 1 \ 1 \ 0]'$$

$$M6 = [3 \ 0 \ 1 \ 0 \ 0 \ 0 \ 1]'$$

- 1.2) La rete è limitata (numero limitato di stati). La rete è viva (a partire da ogni marcatura raggiungibile è possibile far scattare qualunque transizione). La rete è reversibile (a partire da ogni marcatura raggiungibile è possibile raggiungere M0).

$$1.3) \ C = \begin{bmatrix} -1 & -1 & 1 & 1 \\ -1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & -1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & -1 \\ 0 & 0 & 1 & -1 \\ 0 & 0 & -1 & 1 \end{bmatrix}.$$

$$1.4) \ PI1 = [0 \ 1 \ 1 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0]'$$

$$PI2 = [1 \ 0 \ 0 \ 1 \ 1 \ 0 \ 0]'$$

$$PI3 = [0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 1 \ 1]'$$

$$PI4 = [1 \ 1 \ 0 \ 2 \ 0 \ 1 \ 0]'$$

$$PI5 = [1 \ 0 \ 1 \ 0 \ 2 \ 0 \ 1]'$$

La rete è coperta da P-invarianti positivi e pertanto è conservativa e quindi limitata.

- 1.5) L'unico T-invariante è $TI1 = [1 \ 1 \ 1 \ 1]'$. Se ne conclude che la rete potenzialmete è reversibile (in assenza di T-invarianti non potrebbe essere reversibile).

- 1.6) $S1 = \{P1, P4, P5\} = |PI2|$ (supporto di un P-invariante inizialmente marcato)

$$S2 = \{P1, P5, P7\}$$

$$S3 = \{P1, P4, P6\}$$

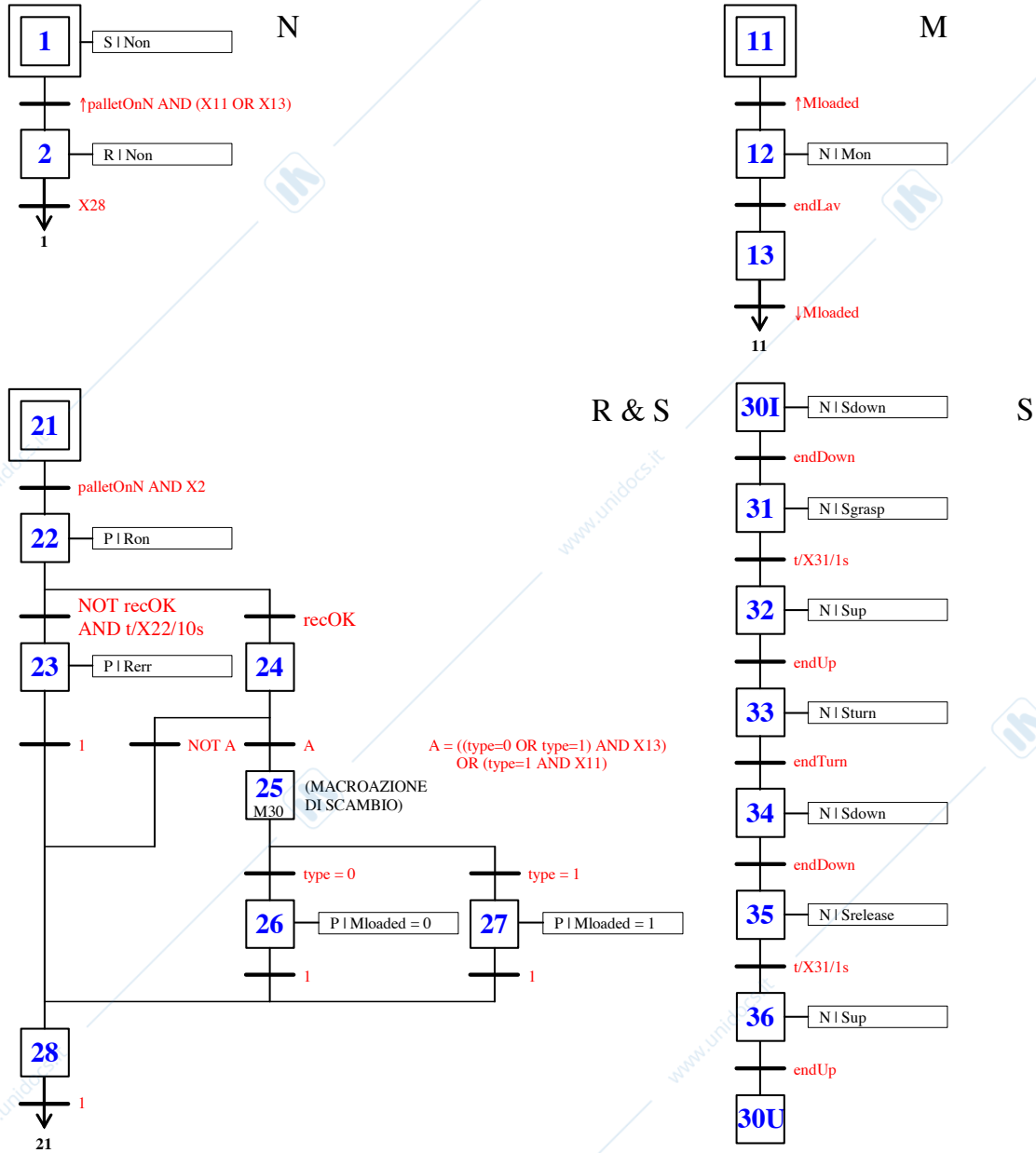
$$S4 = \{P2, P3\} = |PI1|$$
 (supporto di un P-invariante inizialmente marcato)

$$S5 = \{P6, P7\} = |PI3|$$
 (supporto di un P-invariante inizialmente marcato)

Essendo la rete a scelta asimmetrica, essa può essere viva anche se non tutti i sifoni contengono una trappola marcata, come in questo caso.

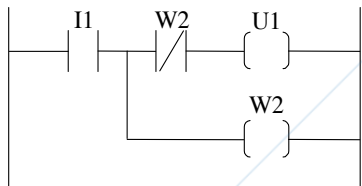
ESERCIZIO 2

2.1)



ESERCIZIO 3

3.3)



Inizialmente tutte le variabili sono al valore 0.

Quando si ha un fronte di salita su I1, viene alimentata la bobina U1.

Nello stesso ciclo viene alimentata anche W2.

Al ciclo successivo, essendo W2 = 1, viene interrotta l'alimentazione su U1 (indipendentemente dal valore di I1).