

***POLITECNICO DI MILANO***

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

Anno Accademico 2016/17

Appello del 1 marzo 2017

COGNOME .....

NOME .....

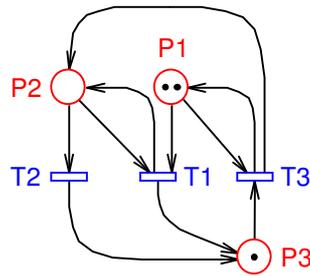
MATRICOLA .....

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) Dire se la rete appartiene ad una delle seguenti sotto-classi:

	SI	NO
- Macchina a stati	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- Grafo marcato	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- Rete a scelta libera	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- Rete a scelta libera estesa	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- Rete a scelta asimmetrica	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

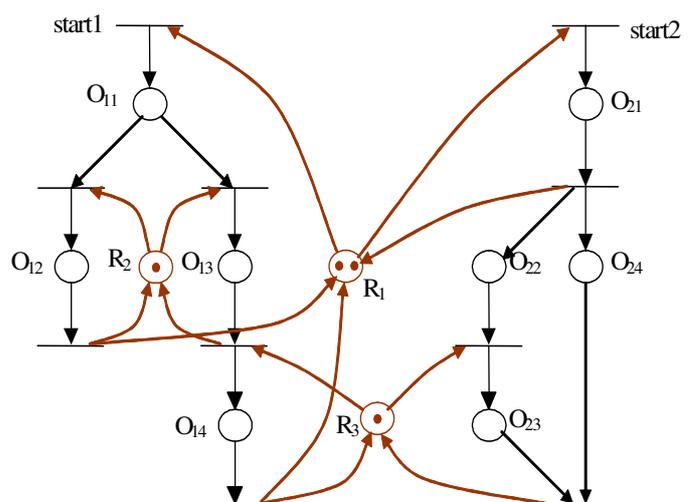
1.2) Disegnare il grafo di raggiungibilità.

1.3) Dire se esistono marcature morte. Dire cosa questo implica sulle proprietà di vivezza, limitatezza e reversibilità della rete.

1.4) Si supponga di implementare il vincolo  $m_3 \leq 2$  e si dice se tale vincolo è sufficiente a garantire la vivezza della rete.

## ESERCIZIO 2

Si consideri il seguente modello a rete di Petri, che rappresenta il supervisore di un processo costituito da due sequenze produttive (le operazioni  $O_{ij}$  sono impiegate dalla sequenza  $i$ , con  $i = 1, 2$  e  $j = 1, 2, 3, 4$ ). Le due sequenze produttive utilizzano 4 risorse di 3 tipi diversi ( $R_1, R_2, R_3$ ).



2.1) Si modellizzino in SFC le sole sequenze produttive (senza i vincoli di risorsa), tenendo conto dei seguenti fatti:

- l'avvio della sequenza  $i$  viene comandato tramite la pressione di un tasto  $start_i$ , rappresentato nel modello da etichette associate alle transizioni iniziali della ricetta.

A sequenza terminata, il supervisore emette il comando *end\_i* che consente una nuova esecuzione della sequenza;

- b) la generica operazione  $O_{ij}$  si comanda con un'azione continua  $Exec_{O_{ij}}$  e i livelli inferiori del sistema di controllo ne segnalano la conclusione con l'evento  $End_{O_{ij}}$ ;
  - c) la disponibilità delle risorse necessarie allo svolgimento dell'operazione  $O_{ij}$  è riassunta da una variabile binaria  $OK_{O_{ij}}$  (variabile di consenso), il cui stato va verificato prima di attivare l'operazione; *le variabili  $OK_{O_{ij}}$  sono determinate da un'altra porzione di codice (v. punto seguente): il supervisore ne può solo monitorare il valore.*
- 2.2) Si modellizzino in LD (o ST, per brevità) i vincoli di risorsa in modo da gestire correttamente:
- a) l'aggiornamento dello stato del supervisore (in termini delle variabili intere  $R1_{disp}$ ,  $R2_{disp}$  e  $R3_{disp}$ , che indicano la disponibilità delle risorse, rispettivamente inizializzate ai valori 2, 1, 1) in base agli eventi osservati  $End_{O_{ij}}$ ;
  - b) la determinazione dei consensi  $OK_{O_{ij}}$  alle operazioni che richiedono l'acquisizione di risorse.
- 

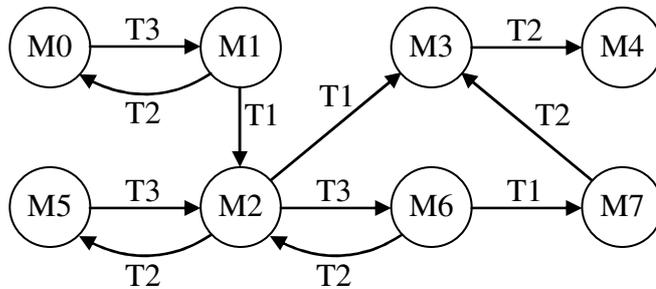
### ESERCIZIO 3

- 3.1) Spiegare cos'è una macroazione e a cosa serve.
- 3.2) Con riferimento al problema della traduzione di codice SFC in LD, discutere le principali differenze tra l'algoritmo di evoluzione con e quello senza ricerca di stabilità, e illustrare schematicamente il programma LD che realizza la codifica di quest'ultimo algoritmo.
- 3.3) Spiegare il significato degli attributi "non controllabile" e "non osservabile" con riferimento alle transizioni di un modello a reti di Petri. Illustrare inoltre i vincoli che transizioni non controllabili e/o non osservabili pongono nel progetto del controllo supervisivo.

ESERCIZIO 1

1.1) La rete non appartiene a nessuna delle sotto-classi delle reti di Petri ordinarie, dato che contiene la sotto-rete di “confusione” (v.  $P_1, P_2, T_1, T_2, T_3$ ).

1.2)



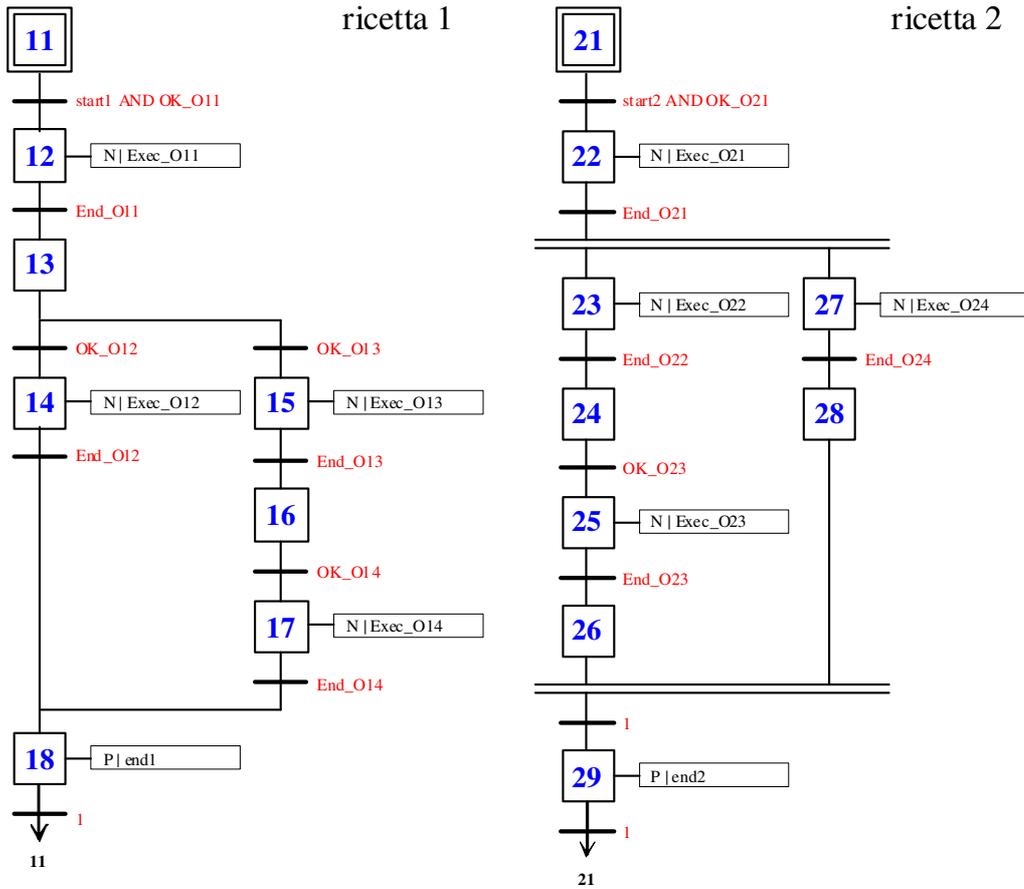
$$\begin{aligned}
 M_0 &= [2 \ 0 \ 1]' & M_4 &= [0 \ 0 \ 3]' \\
 M_1 &= [2 \ 1 \ 0]' & M_5 &= [1 \ 0 \ 2]' \\
 M_2 &= [1 \ 1 \ 1]' & M_6 &= [1 \ 2 \ 0]' \\
 M_3 &= [0 \ 1 \ 2]' & M_7 &= [0 \ 2 \ 1]'
 \end{aligned}$$

1.3)  $M_4$  è una marcatura morta. Pertanto la rete non può essere né viva, né reversibile. L'esistenza di una marcatura morta non ha alcuna rilevanza per la limitatezza della rete. Peraltro, essendo il grafo di raggiungibilità finito, la rete è limitata.

1.4) Il vincolo assegnato esclude solo la marcatura  $M_4$ , ma la rete risultante contiene una nuova marcatura morta.

## ESERCIZIO 2

2.1)



2.2) Aggiornamento dello stato del supervisore:

```
IF End_O12, R1_disp+=1, R2_disp+=1, ENDIF
```

```
IF End_O13, R2_disp+=1, ENDIF
```

```
IF End_O14, R1_disp+=1, R3_disp+=1, ENDIF
```

```
IF End_O21, R1_disp+=1, ENDIF
```

```
IF End_O23, R3_disp+=1, ENDIF
```

Determinazione dei consensi:

```
OK_O11 = 0; OK_O12 = 0; OK_O13 = 0; OK_O14 = 0
```

```
IF (X11 AND start1) AND R1_disp>=1, OK_O11 = 1, R1_disp-=1, ENDIF
```

```
IF X13 AND R2_disp>=1,
```

```
    IF alt == 0, OK_O12 = 1, alt = 1, ELSE OK_O13 = 1, alt = 0, ENDIF
```

```
    R2_disp-=1
```

```
ENDIF
```

```
IF X16 AND R3_disp>=1, OK_O14 = 1, R3_disp-=1, ENDIF
```

```
OK_O21 = 0; OK_O23 = 0
```

```
IF (X21 AND start2) AND R1_disp>=1, OK_O21 = 1, R1_disp-=1, ENDIF
```

```
IF X24 AND R3_disp>=1, OK_O23 = 1, R3_disp-=1, ENDIF
```