



Politecnico di Milano - Sede di Cremona  
Automazione dei Processi Produttivi  
Appello del giorno 03/07/2015

Cognome		Firma
Nome		
Matricola		

**D1** Disegnare la rete di Petri pura la cui matrice d'incidenza è

$$C = \begin{bmatrix} 0 & 2 & -1 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 0 & -1 & -1 \\ 1 & -2 & 0 & 1 & 0 \\ -3 & 0 & 0 & 1 & -1 \\ 1 & -1 & -2 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

**D2** Dire, motivando la risposta, se la rete di Petri della domanda D1 è o meno strettamente conservativa.

**D3** Scrivere *senza risolverlo* il sistema di equazioni le cui soluzioni intere non negative sono i P-invarianti della rete di Petri della domanda D1.

**D4** Spiegare cos'è, nel contesto delle reti di Petri, una "macchina a stati".

**D5** Determinare la matrice d'incidenza  $\mathbf{C_c}$  e la marcatura iniziale  $\mathbf{M_{0c}}$  del supervisore massimamente permissivo che impone alla rete di Petri della domanda D1 con marcatura iniziale  $\mathbf{M_{0c}} = [1 \ 0 \ 1 \ 0 \ 0]'$  i vincoli

$$m_2 + 3m_3 + 2m_5 \leq 4$$

$$m_1 + m_2 + m_4 \leq 2$$

e disegnare la rete controllata.

- D6** Dato il sistema composto dalla serie di un "attuatore" e di un "processo" rispettivamente descritti dalle funzioni di trasferimento

$$A(s) = \frac{1}{(1+2s)}, \quad P(s) = \frac{0.5}{(1+20s)(1+2s)},$$

disegnare e mettere a punto per esso uno schema di controllo in cascata con regolatori PI o PID in modo da garantire che il tempo di assestamento della risposta della variabile controllata dell'anello esterno a uno scalino del relativo segnale di riferimento non sia superiore a 20s e che vi sia una separazione di banda tra i due anelli pari almeno a una decade.

- D7** Disegnare e commentare il tipico schema di controllo con predittore di Smith illustrandone l'uso, il ruolo dei blocchi che lo compongono e la messa a punto.

- D8** Un apparato da laboratorio ha lo scopo di sottoporre il liquido contenuto in un recipiente a un trattamento termico. L'apparato è dotato a tale scopo di un riscaldatore e un refrigeratore. La sequenza di operazioni da eseguire è la seguente: alla pressione di un tasto START occorre verificare se c'è liquido - assumendo la presenza di un opportuno sensore - e quindi riscaldare fino a 50°C, attendere 5 minuti, raffreddare fino a 5°C, attendere 8 minuti, riscaldare fino a 35°C, attendere altri 8 minuti, spegnere ambedue gli attuatori, attendere ancora 1 minuto e infine accendere un segnale END, mettendosi in attesa di un nuovo comando START. Si supponga per semplicità che la relazione tra i comandi modulanti al riscaldatore e al refrigeratore - con limiti di saturazione pari rispettivamente a (0,100) e (-100,0) - e la differenza tra la temperatura misurata del liquido e la temperatura ambiente, assunta perfettamente regolata e pari a 20°C, sia data in ambo i casi dalla funzione di trasferimento

$$P(s) = \frac{0.8}{(1+20s)}$$

e si progettino le parti modulante e logica del sistema di controllo, specificando tutti i segnali scambiati e facendo - motivandole - tutte le assunzioni che si ritengono opportune.

