



Politecnico di Milano - Sede di Cremona
Automazione dei Processi Produttivi
Appello del giorno 11/09/2014

Cognome		Firma
Nome		
Matricola		

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

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

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 rispettivamente i T-invarianti della rete di Petri della domanda D1.

D4 Spiegare cos'è, nel contesto delle reti di Petri, un "grafo marcato".

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 $\mathbf{M_{0c}} = [1 \ 1 \ 0 \ 0 \ 2]'$ il vincolo $m_1 + 2m_3 + m_5 \leq 6$ e disegnare la rete controllata.

D6 Dato il processo LTI descritto dalla funzione di trasferimento

$$P(s) = \frac{e^{-6s}}{(1+4s)(1+0.1s)^2}$$

disegnare e mettere a punto per esso uno schema di controllo con predittore di Smith e regolatore PI o PID tale che il tempo di assestamento della risposta della variabile controllata a uno scalino del segnale di riferimento non superi i 10 secondi.

- D7** Disegnare (riferendosi per semplicità al caso 2x2) il tipico schema di controllo multivariabile con disaccoppiamento, illustrare le principali motivazioni per il suo utilizzo e spiegare come lo si mette a punto.

- D8** Una macchina per il trattamento termico di pezzi meccanici deve eseguire un'operazione ciclica consistente nell'attendere un segnale di "pezzo presente", portare il pezzo a 800°C, mantenerlo per 1 minuto, attendere che la sua temperatura sia discesa al di sotto dei 350°C e quindi eseguire una misurazione di durezza. Se il valore misurato (la scala usata è qui inessenziale) è minore di 80, il pezzo dovrà subire un riscaldamento identico al precedente. Se invece il valore è pari o superiore a 80 esso dovrà essere riscaldato fino a 500°C e mantenuto a tale temperatura per 2 minuti, dopodiché si attenderà il suo raffreddamento fino a 150°C. Giunti a questo punto la macchina deve emettere un segnale di "finito" e attendere un nuovo "pezzo presente" per riprendere il ciclo. Si assuma che la relazione tra il comando modulante al riscaldatore (nel range 0-1) e la temperatura del pezzo in °C sia descritta dalla funzione di trasferimento

$$P(s) = \frac{1000}{1+30s}$$

e si progettino le parti logica e modulante del controllo, specificando le loro interazioni e definendo tutti i simboli usati. Si determini il tempo di assestamento richiesto al controllo di temperatura come 1/10 del tempo di permanenza alla temperatura di lavoro e si facciano se del caso le ulteriori assunzioni necessarie, motivandole nell'esposizione.

