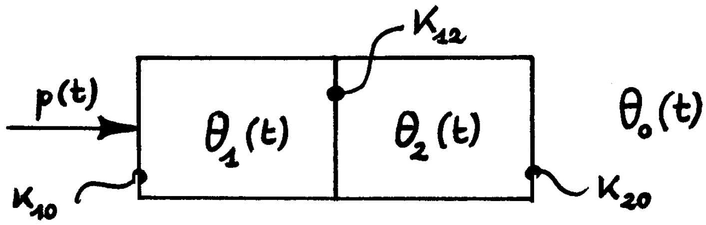
CONTROLLI AUTOMATICI I - D. U. in Ingegneria Elettrica - Sede di Alessandria
Compito del 23/VII/2001

Negli esercizi che seguono, rispondere alle domande motivando adeguatamente le scelte operate e riportando inoltre tutte le istruzioni MATLAB *utilizzate per il conseguimento dei risultati presentati. Svolgere gli esercizi su fogli protocollo separati, riportando su ciascun foglio: cognome, nome, numero dell'esercizio.*

Esercizio 1 - Si consideri il sistema dinamico termico illustrato nella figura seguente, costituito da due corpi omogenei (caratterizzati da temperature uniformi $\theta_1(t)$ e $\theta_2(t)$) in contatto termico fra loro e con un ambiente a temperatura ambiente $\theta_0(t)$:



Si assumano come ingressi la temperatura ambiente $\theta_0(t)$ e la portata di calore $p(t)$ fornita direttamente al primo corpo omogeneo, mentre la temperatura $\theta_2(t)$ del secondo corpo omogeneo costituisce l'uscita.

1.a) Costruire il modello matematico in variabili di stato del sistema, precisandone le proprietà secondo la classificazione introdotta a lezione.

Nelle domande successive, si assumano i seguenti valori numerici dei parametri: le capacità termiche dei due corpi omogenei valgono $C_1 = 2$ e $C_2 = 1$; le conduttanze termiche valgono: $K_{12} = 0.2$, $K_{10} = 2$ e $K_{20} = 1$.

1.b) Determinare le funzioni di trasferimento $M_1(s) = \Theta_2(s)/\Theta_0(s)$ e $M_2(s) = \Theta_2(s)/P(s)$, mettendone in evidenza zeri e poli, e tracciarne i rispettivi diagrammi di Bode.

1.c) Supponendo di applicare gli ingressi costanti $\theta_0(t) = \overline{\theta_0} = 0$ e $p(t) = \overline{p} = 130$ $\forall t \geq 0$, calcolare gli stati di equilibrio e studiarne le caratteristiche di stabilità.

1.d) Ipotizzando condizioni iniziali nulle ed applicando gli stessi ingressi considerati nel punto precedente, determinare l'espressione analitica dell'uscita del sistema, precisando le caratteristiche dei vari modi ottenuti.

Esercizio 2 - Dato il sistema dinamico avente la seguente rappresentazione in variabili di stato:

$$\dot{x}(t) = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & -2 \end{bmatrix} x(t) + \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix} u(t), \qquad y(t) = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 1 \end{bmatrix} x(t)$$

2.a) studiarne le caratteristiche di stabilità interna ed esterna;

2.b) è possibile progettare un opportuno dispositivo di controllo in grado di stabilizzare asintoticamente il sistema, supponendo di avere a disposizione la misura dell'uscita $y(t)$? in caso affermativo, precisarne la struttura, scriverne esplicitamente le equazioni e progettarlo in modo da assegnare opportunamente gli autovalori del sistema così controllato; in caso negativo, motivare adeguatamente la risposta;

2.c) è possibile progettare un opportuno dispositivo di controllo in grado di stabilizzare asintoticamente il sistema, supponendo di avere a disposizione la misura dello stato $x(t)$? in caso affermativo, precisarne la struttura, scriverne esplicitamente le equazioni e progettarlo in modo da assegnare opportunamente gli autovalori del sistema così controllato; in caso negativo, motivare adeguatamente la risposta;

2.d) ove possibile e motivando adeguatamente la risposta, calcolare la funzione di trasferimento del sistema controllato come ai punti 2.b e 2.c, mettendone in evidenza zeri e poli;

2.e) ove possibile e motivando adeguatamente la risposta, calcolare il valore in regime permanente della risposta del sistema controllato come ai punti 2.b e 2.c qualora l'ingresso sia un gradino di ampiezza 2 e le condizioni iniziali siano nulle.