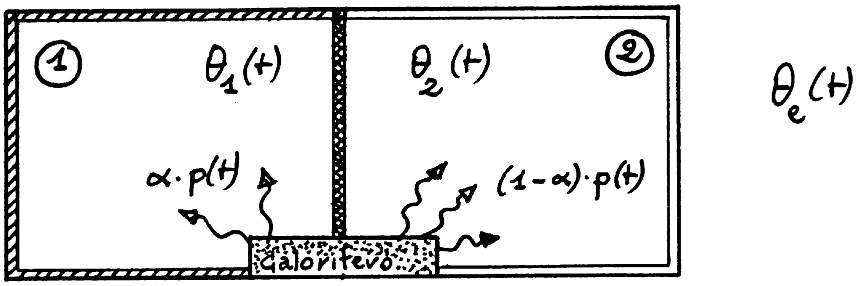
CONTROLLI AUTOMATICI I - D. U. in Ingegneria Elettrica - Sede di Alessandria
Compito dell'11-IX-2000

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.*

Esercizio 1

Si consideri il sistema illustrato in sezione nella figura seguente, costituito da due ambienti, aventi temperature uniformi $\theta_1(t)$ e $\theta_2(t)$, nei quali la portata totale di calore $p(t)$ emessa da un calorifero si ripartisce rispettivamente come $\alpha \cdot p(t)$ e $(1-\alpha) \cdot p(t)$, con $0 \leq \alpha \leq 1$:



Si assumano come ingressi la portata totale di calore $p(t)$ del calorifero e la temperatura esterna $\theta_e(t)$, mentre la temperatura $\theta_2(t)$ costituisce l'uscita.

1. 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 ambienti valgono $C_1 = 2$ e $C_2 = 1$; le conduttanze termiche valgono $K_{1e} = 2$, $K_{2e} = 1$ e $K_{12} = 0.2$; $\alpha = 1$.

2. Determinare le funzioni di trasferimento $M_1(s) = \Theta_2(s)/P(s)$ e $M_2(s) = \Theta_2(s)/\Theta_e(s)$, mettendone in evidenza zeri e poli, e tracciarne i rispettivi diagrammi di Bode.
3. Supponendo di applicare gli ingressi costanti $p(t) = \overline{p} = 130$ e $\theta_e(t) = \overline{\theta_e} = 0$ $\forall t \geq 0$, calcolare gli stati di equilibrio e studiarne le caratteristiche di stabilità.
4. 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:

$$\dot{x}(t) = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -3 \end{bmatrix} x(t) + \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix} u(t), \qquad y(t) = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 & 1 \end{bmatrix} x(t) + \begin{bmatrix} 0 \end{bmatrix} u(t)$$

1. studiarne le caratteristiche di stabilità interna ed esterna;
2. è possibile progettare un opportuno dispositivo di controllo in grado di stabilizzare asintoticamente il sistema, supponendo di avere a disposizione solamente la misura dell'uscita $y(t)$? se sì, precisarne la struttura, scriverne esplicitamente le equazioni e progettarlo in modo da assegnare opportunamente gli autovalori del sistema così controllato;
3. è possibile progettare un opportuno dispositivo di controllo in grado di stabilizzare asintoticamente il sistema, supponendo di avere a disposizione la misura di tutti gli stati $x(t)$? se sì, precisarne la struttura, scriverne esplicitamente le equazioni e progettarlo in modo da assegnare opportunamente gli autovalori del sistema così controllato;
4. ove possibile, calcolare la funzione di trasferimento del sistema controllato, mettendone in evidenza zeri e poli.