

Corso di Laurea in Ingegneria Informatica - Politecnico di Torino
CONTROLLI AUTOMATICI (18AKSOA)
D. Regruto
Esercitazione di laboratorio - Lab. 5

Obiettivi principali

Conclusa l'esercitazione, lo studente dovrà essere in grado di:

1. Progettare un regolatore dinamico (osservatore + retroazione dagli stati stimati) per il controllo di sistemi dinamici LTI
2. Analizzare le caratteristiche e le limitazioni
3. Simulare numericamente il comportamento del sistema controllato mediante Simulink

Problema 1

Si consideri il sistema dinamico LTI descritto dalle seguenti equazioni di ingresso-stato-uscita:

$$\begin{aligned}\dot{x}(t) &= Ax(t) + Bu(t) \\ y(t) &= Cx(t)\end{aligned}\tag{1}$$

in cui:

$$A = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -3 & -4 \end{bmatrix}$$

$$B = \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}$$

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

1. Progettare un regolatore dinamico in grado di realizzare la legge di controllo $u(t) = -K\hat{x} + \alpha r(t)$. Calcolare K in modo da assegnare i seguenti autovalori al sistema controllato: $\Lambda_K = [-0.7 \ -0.8]$. Calcolare i guadagni L dell'osservatore di Luemberger in modo da assegnare i seguenti autovalori per la dinamica dell'errore di stima: $\Lambda_o = [-10 \ -11]$.
2. Calcolare la costante α in modo da garantire regolazione esatta in regime permanente (utilizzando la formula fornita sulle slides).
3. Simulare il comportamento del sistema di controllo ottenuto mediante Simulink assumendo $X(0) = [0 \ 0]'$ e con un segnale di riferimento $r(t)$ pari ad un gradino unitario. Analizzare e discutere il comportamento del sistema.
4. Ripetere il progetto modificando i guadagni K in modo da ottenere i seguenti autovalori al sistema controllato: $\Lambda_K = [-10 \ -12]$. Simulare il sistema di controllo ottenuto. Analizzare e discutere il comportamento del sistema.
5. Assumere che il modello matematico fornito rappresenti una rappresentazione approssimata del sistema fisico reale. In particolare assumere che il sistema fisico reale sia descritto da una quadrupla (A, \tilde{B}, C, D) in cui $\tilde{B} = B\varepsilon$ con $\varepsilon = 10^{-2/20}$. Simulare il sistema di controllo mediante Simulink utilizzando la matrice \tilde{B} nella descrizione del sistema fisico (mantenendo ovviamente la matrice B del modello sia nella descrizione dell'osservatore sia nei calcoli di progetto del sistema di controllo). Verificare che tale piccola approssimazione di modello provoca la destabilizzazione del sistema controllato.
6. Provare a modificare il progetto cambiando gli autovalori dell'osservatore in: $\Lambda_o = [-1000 \ -1100]$.
Analizzare e discutere il comportamento del sistema.
7. Provare a modificare il progetto imponendo gli autovalori dell'osservatore pari a: $\Lambda_o = [-1000 \ -2]$
Analizzare e discutere il comportamento del sistema.