

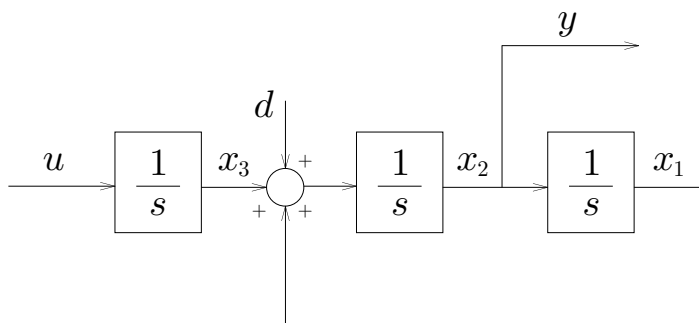
# **REGOLAZIONE ASINTOTICA DELL'USCITA**

**Esercizi** preparati per il corso di  
COMPLEMENTI DI CONTROLLI AUTOMATICI  
Università di Roma Tre

Prof. G. Oriolo

## Esercizio 1

Si consideri il processo descritto dallo schema a blocchi in figura



dove  $d$  è un disturbo costante,  $u$  l'ingresso di controllo e  $y$  l'uscita.

- Costruire, se possibile, un regolatore asintotico dell'uscita per una traiettoria di riferimento  $y_d(t) = \exp(at)$ , con  $a > 0$ , avendo a disposizione le misure istantanee degli stati  $x_1$ ,  $x_2$ ,  $x_3$  e del disturbo  $d$ .
- E' possibile risolvere il problema nel caso in cui sia disponibile solo la misura dell'errore  $e = y_d - y$ ?

## Esercizio 2

Il moto rettilineo di una massa  $m$  su un piano orizzontale (con attrito trascurabile) è comandato da una forza  $u$ . Si vuole spostare la posizione di tale massa secondo un riferimento crescente linearmente nel tempo, in presenza di un disturbo costante sulla misura di posizione. Formulare tale problema di controllo in termini di regolazione con informazione completa (ossia determinare le matrici  $(A, B, C, P, Q, S)$  del problema del regolatore).

## Esercizio 3

Sia dato un processo a dinamica lineare descritto dalle

$$\begin{aligned}\dot{x}_1 &= x_2 \\ \dot{x}_2 &= x_3 \\ \dot{x}_3 &= 2x_1 - 2x_2 + x_3 + 2u\end{aligned}$$

avente come uscita  $y = x_1 + d$ , dove  $d$  è un disturbo sinusoidale di ampiezza  $a$  e pulsazione pari a 2. Si costruisca, se possibile, un regolatore asintotico dell'uscita avente la forma  $u = Kx + Lw$  (caso di informazione completa) per un riferimento desiderato  $y_d$  costante.

## Esercizio 4

Sia dato un processo a dinamica lineare descritto dalle

$$\begin{aligned}\dot{x}_1 &= x_2 \\ \dot{x}_2 &= x_3 \\ \dot{x}_3 &= 2x_2 - x_3 + u\end{aligned}$$

e avente come uscita  $y = x_2 - \beta x_1$ , con  $\beta \in \mathbb{R}$ . Si costruisca un regolatore asintotico dell'uscita nel caso di informazione completa per un riferimento desiderato  $y_d(t) = \exp(\alpha t)$ , con  $\alpha \geq 0$ , e si chiarisca per quali valori di  $\alpha$  e  $\beta$  il problema ha soluzione. Inoltre, si fornisca un'interpretazione del fatto che, in corrispondenza ad opportuni valori di  $\alpha$  e  $\beta$ , il termine di feedforward risulta essere assente.

## Esercizio 5

Si consideri il processo dinamico lineare descritto dalle matrici

$$A = \begin{pmatrix} -1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \quad B = \begin{pmatrix} 0 \\ 2 \\ 1 \end{pmatrix} \quad C = (1 \quad 1 \quad 1).$$

e si assuma la disponibilità della misura dello stato. Progettare un regolatore asintotico dell'uscita basato su retroazione istantanea dello stato per un riferimento sinusoidale a pulsazione unitaria.

## Esercizio 6

Si consideri un processo fisico in cui tutte le variabili di stato sono direttamente misurabili ed il cui comportamento ingresso-uscita è descritto dalla funzione di trasferimento

$$P(s) = \frac{s - a}{s(s + b)(s - c)}$$

con  $a > 0$ ,  $b > 0$ ,  $c > 0$  e  $c \neq a$ . Si vuole progettare un controllore tale da ottenere un comportamento asintoticamente stabile ad anello chiuso e annullare l'errore in uscita a regime per una traiettoria di riferimento del tipo

$$y_d(t) = e^{dt}$$

con  $d \geq 0$ . Studiare la risolubilità del problema al variare di  $d$  nel campo ammissibile e fornire l'espressione completa del controllore in forma parametrica rispetto ai dati  $a, b, c, d$ .

## Esercizio 7

Sia dato il sistema

$$\dot{x} = \begin{pmatrix} 1 & 0.5 & 0.5 \\ 0 & 0.5 & 1.5 \\ 0 & 1.5 & 0.5 \end{pmatrix} x + \begin{pmatrix} 2 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix} u$$
$$y = (-1 \quad 1.5 \quad 1.5)x.$$

Si determini se è possibile risolvere il problema della regolazione dell'uscita ad un arbitrario valore costante, in condizioni di informazione completa.

## Esercizio 8

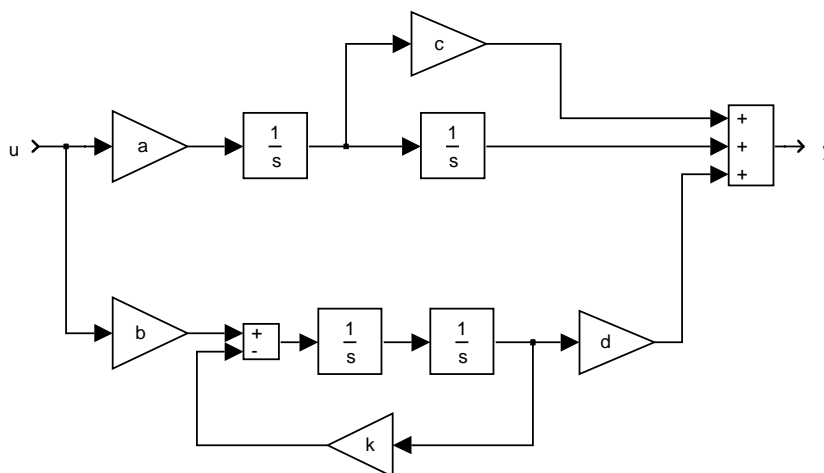
Si consideri un sistema dinamico descritto da  $\dot{x} = Ax + Bu$ ,  $y = Cx$ , con

$$A = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & -1 & -1 \end{pmatrix} \quad B = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix} \quad C = (1 \quad 1 \quad 1)$$

Costruire, se possibile, un regolatore asintotico dell'uscita nell'ipotesi di informazione completa per un andamento desiderato  $y_d(t) = \sin 2t$ .

## Esercizio 9

Si consideri il sistema descritto dal seguente diagramma a blocchi, dove  $a > 0$ ,  $k > 0$  e  $b \neq 0$ .



In condizioni di informazione completa, formulare esplicitamente le equazioni del regolatore per un'uscita desiderata  $y_d = \sin \omega t$ . Nel caso in cui  $c = d = 0$ , analizzarne la risolubilità.