

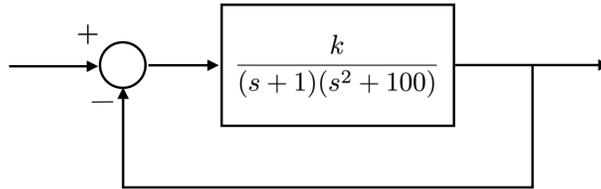
# SISTEMI DI CONTROLLO

## prova intermedia 2023/24

La soluzione dei problemi di progetto richiede (1) la spiegazione delle varie scelte (2) l'espressione finale del controllore (3) lo schema a blocchi del sistema di controllo finale con i segnali indicati nel testo.

### Problema 1

Usando il criterio di Nyquist, studiare la stabilità del sistema in retroazione



al variare di  $k$  (positivo e negativo). Al termine, verificare il risultato mediante il luogo delle radici.

### Problema 2

Per il processo descritto dalle seguenti equazioni

$$\begin{aligned}\dot{x}_1 &= x_2 \\ \dot{x}_2 &= -0.1x_2 + u \\ y &= -0.01x_1 + d\end{aligned}$$

progettare un sistema di controllo a retroazione unitaria in grado di garantire:

- errore a regime non superiore a 0.1 per un riferimento  $y_r$  a rampa unitaria, nonostante il disturbo  $d$  costante;
- tempo di salita non superiore a 2 s e margine di fase non inferiore a  $50^\circ$ .

### Problema 3

Per il processo descritto dalle seguenti equazioni

$$\begin{aligned}\dot{x} &= -10x + u + d \\ y &= x\end{aligned}$$

progettare un sistema di controllo di dimensione minima che garantisca la riproduzione esatta a regime di  $r(t) = 3 \sin t$ , nonostante la presenza del disturbo  $d(t) = a \sin t$  avente ampiezza  $a$  ignota. Al termine, modificare il progetto per soddisfare l'ulteriore specifica che i poli del sistema retroazionato abbiano parte reale non superiore a  $-1$ .

### Problema 4

Le affermazioni seguenti sono *vere* o *false*? Rispondere e fornire una breve spiegazione.

- Un processo a fase minima con  $m$  zeri ed  $n$  poli può essere sempre stabilizzato con un controllore di dimensione  $n + m - 1$ .
- In un sistema di controllo a retroazione che sia stabile asintoticamente si mantiene tale anche con l'aggiunta nel ramo diretto un polo nella forma  $1/(s + p)$ , purché  $p$  sia positivo e sufficientemente grande.
- Si consideri un sistema a retroazione unitaria soggetto al disturbo  $z = \sin \omega t$  che agisce sul ramo diretto. Per garantire che la risposta permanente al disturbo  $y_z$  sia inferiore a  $y_{\max}$  per  $\omega \in [\omega_1, \omega_2]$ , è sufficiente imporre che in tale banda  $|F(j\omega)| \leq M$ , dove  $F(s)$  è la funzione di trasferimento ad anello aperto ed  $M$  è funzione di  $y_{\max}$ .
- Per un processo avente funzione di trasferimento  $P(s) = s/(s^2 + as + b)$ , con  $a, b$  reali, non è possibile trovare alcun controllore in grado di rendere il corrispondente sistema di controllo di tipo 1.