



- 2.1 Si determini un valore costante  $\bar{u}$  della forzante in modo tale che il pendolo sia in equilibrio nella posizione  $x_1 = \pi/4$ .
- 2.2 Si linearizzi il sistema attorno al punto di equilibrio.
- 2.3 Si dica se l'equilibrio è stabile.
- 2.4 Il pendolo si trova fermo nella posizione  $x_1 = \pi/4$  sotto l'azione della forzante  $\bar{u}$ . All'istante  $t = 0$  la forzante diviene oscillatoria con andamento  $u(t) = \bar{u} + 0.1\sin(2t)$ . Si calcoli, almeno approssimativamente, l'ampiezza con cui il pendolo oscilla a regime.
3. In figura è mostrato un sistema di controllo in cui l'impianto e'

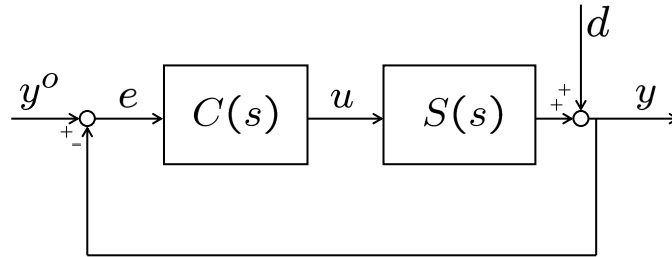


Figura 2: Sistema di controllo.

descritto dalla funzione di trasferimento

$$S(s) = \frac{500}{s(s+100)}.$$

- 3.1 Si progetti il controllore  $C(s)$  in modo tale che:
- (i) il sistema di controllo sia stabile;
  - (ii) in assenza di disturbi, un riferimento costante venga inseguito a regime senza errore;
  - (iii) la costante di tempo dominante del sistema di controllo sia circa 0.1;
  - (iv) un disturbo  $d$  a pulsazione inferiore a 0.1 venga attenuato almeno di un fattore 80.
- 3.2 Si modifichi ora lo schema di controllo introducendo un disturbo

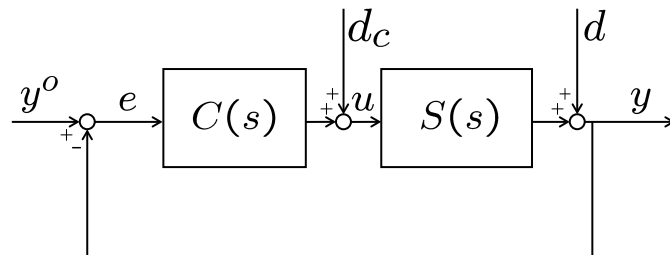


Figura 3: Sistema di controllo.

$d_c$  che agisce sull'azione di controllo (tale disturbo è comunemente

chiamato disturbo di carico). Posto  $d_c(t) = sca(t)$ , si calcoli l'effetto a regime di  $d_c(t)$  su  $y(t)$ .

4. Si consideri il sistema lineare

$$\begin{cases} \dot{\mathbf{x}} &= A\mathbf{x} + bu \\ y &= c\mathbf{x}. \end{cases}$$

4.1 Introdotta il cambiamento di base  $\mathbf{z} = T\mathbf{x}$ , si eseguano i conti che permettono di ricavare le matrici di stato  $\tilde{A}$ ,  $\tilde{b}$ ,  $\tilde{c}$  del sistema nelle variabili  $\mathbf{z}$ .

4.2 A partire dall'espressione ottenuta per  $\tilde{A}$ , si dimostri che  $A$  e  $\tilde{A}$  hanno i medesimi autovalori (è richiesto di fare una dimostrazione senza dare per scontato che una trasformazione di similitudine preserva gli autovalori).