

**Esame di FONDAMENTI di AUTOMATICA**  
**(Nuovo ordinamento)**  
**13 Aprile 2004**

1) Dato il processo rappresentato dalla funzione di trasferimento

$$P(s) = \frac{-5}{s^2 + 100s} = \frac{Y(s)}{V(s)}$$

con  $v(t) = u(t) - d(t)$  dove  $u(t)$  rappresenta l'ingresso di controllo mentre  $d(t)$  un disturbo. Individuare uno schema di controllo e un controllore tale che

- in corrispondenza ad un riferimento  $r(t) = \frac{1}{2}t^2\delta_{-1}(t)$  l'errore a regime permanente sia in modulo minore o uguale di  $\frac{1}{100\sqrt{10}}$ ;
- l'uscita controllata  $y(t)$ , a regime permanente, non dipenda da un disturbo costante  $d(t)$  non noto;
- la pulsazione di attraversamento sia pari a  $\omega_t^* = 10$  rad/s;
- il margine di fase sia superiore o uguale a  $30^\circ$

2) Sia il sistema caratterizzato dalla funzione di trasferimento

$$F(s) = \frac{K(s+2)}{s(s+1)^3}$$

Individuare, se esistono, i valori di  $K$  reale tale che il sistema ottenuto controreazionando  $F(s)$  in controreazione unitaria sia stabile asintoticamente.

3) Sia il sistema caratterizzato dalla funzione di trasferimento

$$F(s) = \frac{(s^2 + 1)}{s(s+1)^3}$$

Tracciare il diagramma di Nyquist e studiare qualitativamente la stabilità del sistema ad anello chiuso (controreazione unitaria).

4) Dato lo schema di controllo rappresentato in figura con

$$P(s) = \frac{1}{s(s+1)}$$

Illustrare l'effetto del disturbo  $d(t) = \sin t$  sull'uscita controllata al variare di  $K$  positivo.

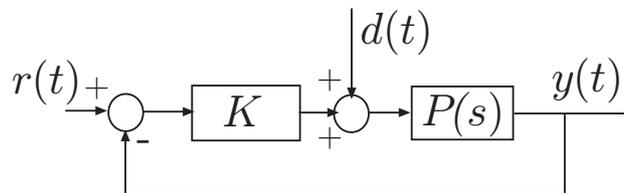


Figure 1: Sistema di controllo

5) Dato il pendolo rappresentato in figura attuato al giunto da una coppia  $\tau(t)$ . L'asta ha lunghezza  $l$  mentre all'estremità è presente una massa  $m$ . Il momento d'inerzia è pari a  $J = ml^2$ . Si assume assenza di attrito. La coppia  $\tau(t)$  è costituita da una coppia costante  $\tau_d(t) = mgl \sin(\frac{\pi}{4})$  e da una coppia variabile  $v(t)$  assegnabile dal controllore (ingresso di controllo). Stabilizzare localmente il pendolo nella nuova posizione di equilibrio risultante. Si scelgano dei valori di comodo per i vari parametri del sistema.

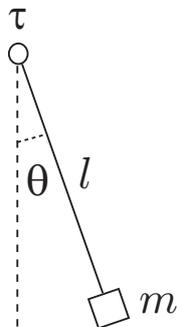


Figure 2: Pendolo

6) Dato il sistema caratterizzato dalla matrice dinamica

$$A = \begin{pmatrix} 0 & 2 & 0 & 0 \\ -2 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -1 \end{pmatrix}$$

Studiare la stabilità del sistema ed illustrarne i vari tipi di modi naturali.

7) Dare la definizione di tipo di sistema e fornire le condizioni (con dimostrazione) affinché un sistema di controllo a controreazione unitaria sia di tipo  $k$ .

8) Spiegare i limiti dell'uso di una funzione attenuatrice nel caso di specifiche relative ad un disturbo sinusoidale in uscita (disturbo in banda).

9) Fornire un esempio di un sistema di dimensione 2 caratterizzato da un modo naturale eccitabile e osservabile e un modo naturale non eccitabile ma osservabile.

10) Fornire l'espressione dei residui nel caso generale e illustrarne l'uso tramite un semplice esempio.