

Parte A

1. [punti 3]

Dedurre le relazioni fra le condizioni iniziali per un sistema di equazione

$$9D^2y + 7Dy + 3y = 6D^2u + 4Du + 2u$$

2. [punti 4]

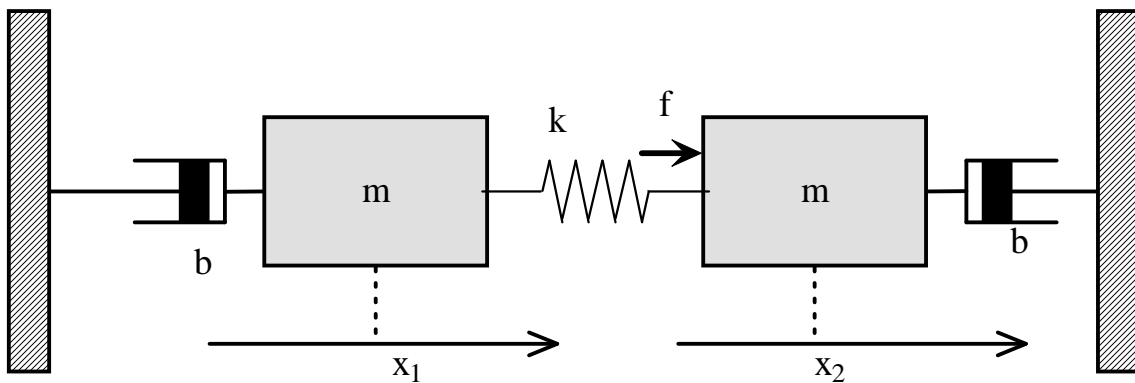
Enunciare e dimostrare il teorema di analisi armonica per un sistema descritto da una funzione di trasferimento razionale.

3. [punti 4]

Definire la stabilità asintotica interna per un sistema di controllo in retroazione. Enunciare e dimostrare una condizione necessaria e sufficiente che garantisca questa particolare stabilità.

4. [punti 6]

Due parti meccaniche di massa m siano collegate come in figura.



Si definisca un sistema dinamico Σ orientato da f (forza applicata alla massa di destra) ad x_1 (posizione della massa di sinistra). Si trascurino gli attriti nel movimento delle parti meccaniche e nelle condizioni iniziali di quiete con la molla a riposo si abbia $x_1 = 0$ e $x_2 = 0$.

- Determinare l'equazione differenziale che descrive il comportamento di Σ .
- Determinare la funzione di trasferimento $G(s)$ del sistema Σ .
- Dimostrare che Σ è semplicemente stabile.

Parte B

5. [punti 4]

Determinare l'evoluzione forzata $y(t)$ in risposta al gradino unitario $u(t) = 1(t)$ di un sistema con

funzione di trasferimento $G(s) = 10 \cdot \frac{1-s}{(s+1)(s+2)(s+5)}$.

Determinare il grado massimo di continuità su \mathbb{R} dell'evoluzione forzata $y(t)$.

6. [punti 5]

Dato un sistema retroazionato con guadagno di anello

$$L(s) = 50 \frac{(s+1)^2}{s^3(s+10)}$$

1. Tracciare il diagramma polare di $L(j\omega)$ determinando le eventuali intersezioni con l'asse reale.
2. Studiare la stabilità del sistema retroazionato con il Criterio di Nyquist.

7. [punti 5]

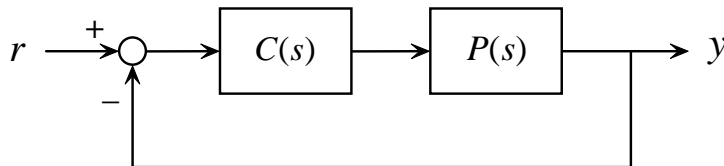
Si tracci il luogo delle radici della seguente equazione caratteristica

$$1 + K_1 \frac{s-1}{(s+1)^3(s+2)^2} = 0$$

per $K_1 \in [0, +\infty)$. In particolare si determinino gli asintoti e si dimostri che non esistono radici doppie sul luogo.

8. [punti 5]

Sia dato il sistema in retroazione unitaria dove $P(s) = \frac{10}{(s+2)(s+8)^2}$.



Progettare un controllore dinamico $C(s)$ con struttura di rete anticipatrice affinché l'errore a regime in risposta al gradino unitario sia $e_r = 0.05$ ed il margine di ampiezza sia fissato a $M_A = 2$.