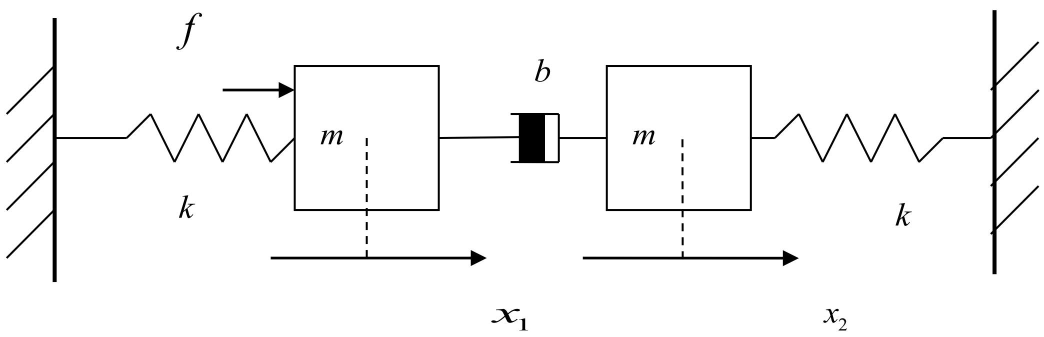
Parte A

1. [punti 4,5] Sia dato un sistema in retroazione unitaria con guadagno di anello L(s). Si presenti e discuta l'analisi a regime della risposta ai segnali tipici del riferimento.

2. [punti 4,5] Sia assegnato il sistema meccanico vibrante di figura



caratterizzato da due molle di costante elastica k e due corpi di massa m accoppiati da uno smorzatore viscoso di coefficiente b. Il corpo di sinistra sia soggetto ad una forza f e le posizioni delle due masse siano descritte dalle variabili x_1 e x_2 (quando il sistema è in quiete $x_1 = x_2 = 0$).

a) Determinare le equazioni differenziali che descrivono il moto delle due masse.
b) Determinare la funzione di trasferimento del sistema orientato dall'ingresso f all'uscita x_1.

3. [punti 4,5] Determinare l'evoluzione forzata $y(t)$ in risposta al gradino unitario $u(t) = 1(t)$ di un sistema con funzione di trasferimento $G(s) = \frac{10}{(s+1)^4}$.
Determinare inoltre il grado massimo di continuità di $y(t)$ su $\mathbb{R}$.

4. [punti 4,5] Data un generico segnale a tempo discreto $x(k)$, $k \in \mathbb{Z}$ determinare le trasformate zeta dei segnali ritardati e anticipati di n passi ($n \in \mathbb{N}$), $\mathcal{Z}$ $)]$ e $\mathcal{Z}$ $)]$.

Parte B

5. [punti 4,5]

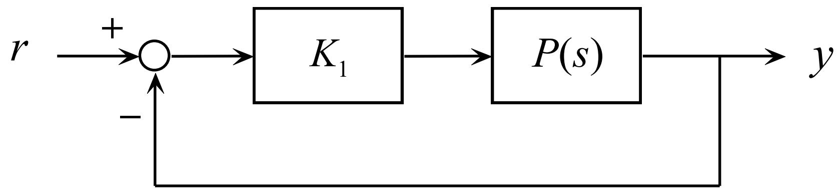
a) Tracciare il diagramma polare associato alla funzione di trasferimento

$$P(s) = \frac{10(1-s)^2}{s(s+1)^3}$$

determinando in particolare l'asintoto e l'intersezione con l'asse reale negativo.

b) Utilizzando il Criterio di Nyquist si studino le radici dell'equazione caratteristica $1+P(s)=0$ (quante a parte reale negativa, quante puramente immaginarie, quante a parte reale positiva).

6. [punti 4,5] Sia dato il sistema in retroazione di figura



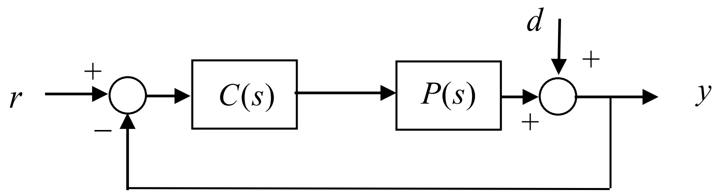
dove $P(s) = \dfrac{1}{(s+1)(s+5)(s+10)}$.

a. Tracciare il luogo delle radici dell'equazione caratteristica del sistema retroazionato per $K_1 > 0$ determinando in particolare gli asintoti e le radici doppie.

b. Determinare i valori di $K_1 \in \mathbb{R}$ per i quali il sistema retroazionato ha grado di stabilità $G_s \geq 2\ \mathrm{s}^{-1}$.

c. Determinare il valore di K_1 che massimizza il grado di stabilità del sistema retroazionato:
$K_1^* = \arg\max_{K_1\in\mathbb{R}} G_s(K_1)$.

7. [punti 4,5] Sia dato il seguente sistema



dove $P(s) = \dfrac{9}{s+5}$.

Determinare un controllore proprio di ordine minimo $C(s)$ affinché le seguenti specifiche siano soddisfatte:

1. reiezione infinita asintotica al disturbo composito $d(t) = 5 + 11\cdot\cos(3t+2)$;
2. costante di velocità $K_v = 4$;
3. sistema retroazionato asintoticamente stabile con tre poli dominanti in $-2, -2 \pm j$.

8. [punti 4,5] Un sistema a tempo discreto, orientato dall'ingresso u all'uscita y, è descritto dalla seguente equazione alle differenze

$$y(k) - 8y(k+2) + 16y(k+4) = 16u(k+4) + 16u(k+1)\ .$$

a) Determinare la funzione di trasferimento del sistema.

b) Verificare la stabilità asintotica del sistema applicando il criterio di Jury.