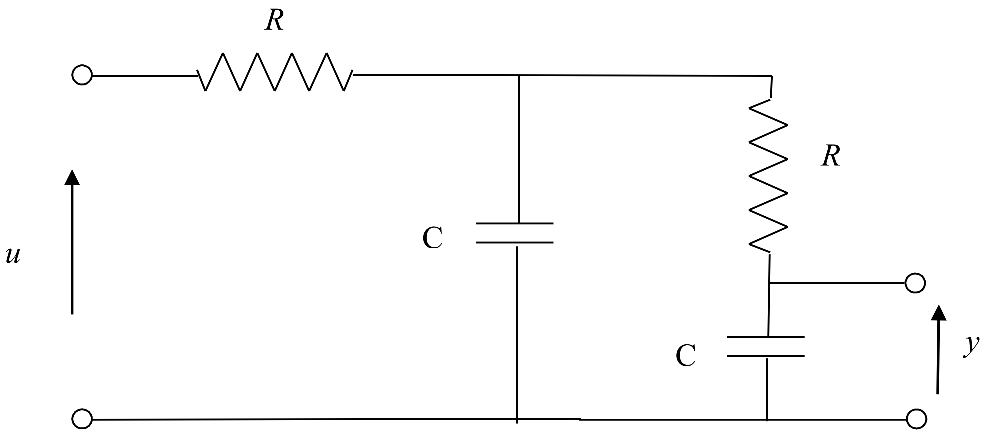
Parte A

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] La rete elettrica di figura definisca un sistema dinamico orientato dalla tensione u (ingresso) alla tensione y (uscita).



Di questo sistema si determini: 1) la funzione di trasferimento, 2) i modi, 3) l'equazione differenziale.

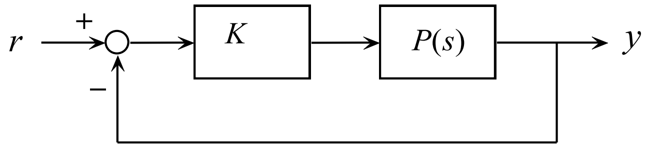
3. [punti 4,5] Un sistema dinamico ha funzione di trasferimento $G(s)=\dfrac{s+3}{(s+1)(s+2)}$. L'ingresso applicato è $u(t)=0$ per ogni $t\geq 0$ e dell'uscita si conosce che $y(0+)=0$ e $Dy(0+)=1$. Determinare $y(t)$ per $t\geq 0$.

4. [punti 4,5] Presentare e dedurre la funzione di trasferimento a tempo discreto $P_d(z)$ di un sistema a tempo continuo $P(s)$ con all'ingresso un mantenitore D/A di ordine zero e all'uscita un campionatore A/D sincronizzati con periodo T .

Parte B

5. [punti 4,5] Tracciare i diagrammi di Bode asintotici (diagramma dei moduli e diagramma delle fasi della risposta armonica) associati alla funzione di trasferimento $G(s) = 50\dfrac{s-4}{(s+1)(s+20)}$. Suggerimenti: a) per una decade delle pulsazioni si assegnino 10 quadretti del foglio protocollo; b) si riportano per comodità dello studente i logaritmi in base 10 degli interi da 2 a 9: $\log_{10} 2 \cong 0,30$, $\log_{10} 3 \cong 0,48$, $\log_{10} 4 \cong 0,60$, $\log_{10} 5 \cong 0,70$, $\log_{10} 6 \cong 0,78$, $\log_{10} 7 \cong 0,85$, $\log_{10} 8 \cong 0,90$, $\log_{10} 9 \cong 0,95$.

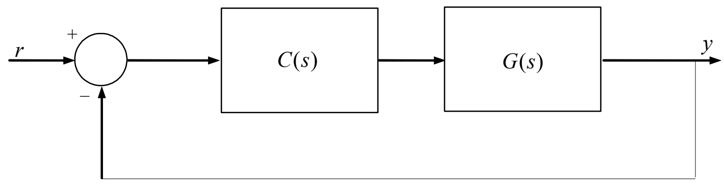
6. [punti 4,5] Sia dato il sistema in retroazione di figura



dove $P(s) = \dfrac{s+3}{s(s+2)^3}$.

a. Tracciare il luogo delle radici dell'equazione caratteristica del sistema retroazionato per $K > 0$ determinando in particolare 1. Asintoti del luogo. 2. Eventuali radici doppie. 3. Angoli di partenza del luogo.
b. Determinare i valori di $K \in \mathbb{R}$ per i quali il sistema retroazionato è asintoticamente stabile. Determinare inoltre le intersezioni del luogo delle radici dell'equazione caratteristica con l'asse immaginario del piano complesso.
c. Determinare il valore di K che massimizza il grado di stabilità del sistema retroazionato: $K^* = argmax_{K\in\mathbb{R}} G_S(K)$.

7. [punti 4,5] Sia dato il sistema in retroazione unitaria



dove $G(s) = \dfrac{10}{s(s+2)^2}$.

1) Posto $C(s) = 1$ verificare la stabilità asintotica del sistema retroazionato con il criterio di Nyquist determinando il corrispondente margine di ampiezza M_A;

2) Progettare un controllore di struttura $C(s) = K_c \dfrac{1+\tau s}{1+\alpha\tau s}$, $K_c > 0,\quad \tau > 0,\quad \alpha \in (0,1)$

affinché il sistema retroazionato sia stabile con margine di ampiezza $M_A = 5$ ed abbia la costante di velocità $K_v = 10$.

8. [punti 4,5] Determinare la risposta forzata $y(k)$ all'ingresso $u(k) = 2 \cdot 1(k)$ di un sistema a tempo discreto con funzione di trasferimento $H(z) = \dfrac{z^2+1}{(z+1)^2(2z+1)}$.