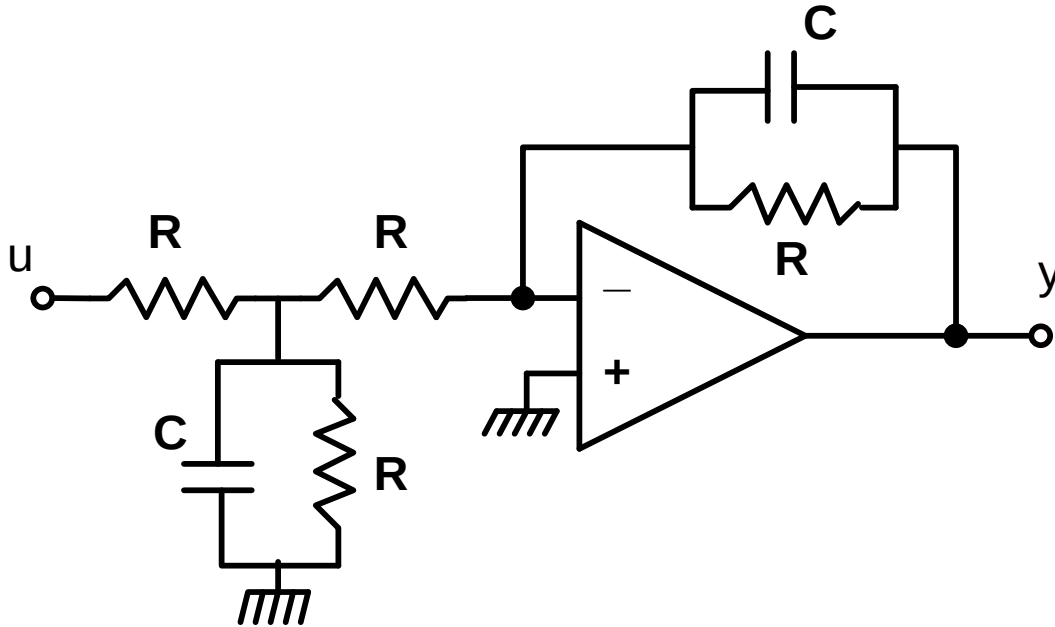


Parte A

1. [punti 5] Si presentino e si dimostrino le formule di inversione per la sintesi in frequenza delle reti correttrici. Si esponga inoltre come utilizzare tali formule per la sintesi della rete **ritardatrice** con imposizione del **margin di ampiezza** M_A .

2. [punti 5] Il seguente schema elettrico definisca un sistema dinamico Σ orientato da u (tensione di ingresso) ad y (tensione d'uscita).



Si assuma l'amplificatore operazionale come ideale.

1. Determinare la funzione di trasferimento $G(s)$ del sistema Σ .
2. Determinare poli e modi di Σ .
3. Scrivere l'equazione differenziale che descrive il comportamento di Σ .

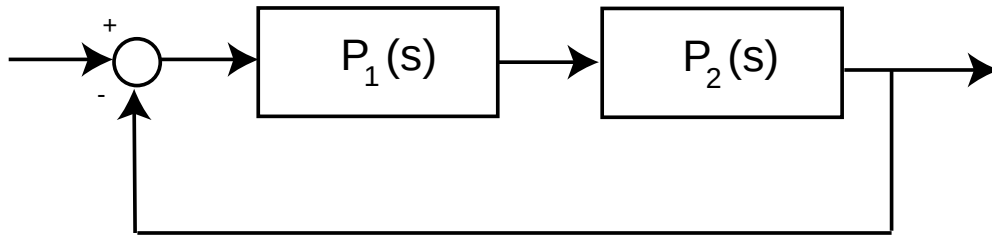
3. [punti 4] Determinare l'evoluzione forzata $y(t)$ in risposta al gradino unitario $u(t) = 1(t)$ per un sistema con funzione di trasferimento $G(s) = 10 \cdot \frac{1-s}{(s+1)(s+2)(s+5)}$.

Determinare il grado massimo di continuità su $\mathbb{R}$ di tale evoluzione forzata $y(t)$.

4. [punti 4] 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 ed all'uscita un campionatore A/D sincronizzati con periodo T .

Parte B

5. [punti 5] Sia dato il sistema retroazionato di figura



dove $P_1(s) = \frac{1}{s(1+s)^2(1-s)}$.

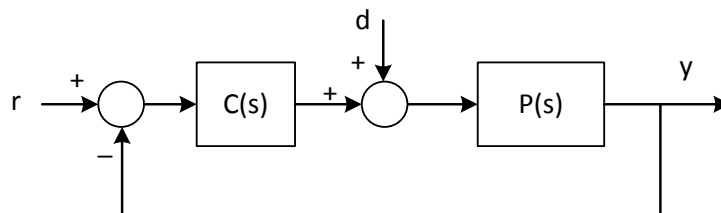
1. Posto $P_2(s) = 1$ tracciare il diagramma di Nyquist del guadagno di anello $L(s)$ del sistema determinando in particolare asintoti e intersezioni con l'asse reale.
2. Nelle condizioni di cui al punto 1) studiare la stabilità del sistema retroazionato utilizzando il criterio di Nyquist.
3. Posto $P_2(s) = \exp(-s)$ (ritardo finito di 1 secondo) studiare la stabilità del sistema retroazionato utilizzando il criterio di Nyquist.

6. [punti 4] Si tracci il luogo delle radici della seguente equazione caratteristica:

$$1 + K_1 \frac{(s-1)^2}{s^3(s+5)^2} = 0, \quad K_1 \in [0, +\infty)$$

determinando in particolare asintoti e radici doppie.

7. [punti 5] Sia dato il sistema retroazionato di figura



dove $P(s) = \frac{1}{s(s+1)}$. Progettare un controllore $C(s)$ di ordine minimo che soddisfi le seguenti specifiche:

1. errore a regime nullo in risposta ad un gradino del segnale di riferimento $r(t) = r_0 1(t)$;
2. errore a regime nullo in risposta ad un disturbo costante all'ingresso dell'impianto controllato $d(t) = d_0 1(t)$;
3. poli dominanti del sistema retroazionato dislocati in $-1 \pm j$.

8. [punti 4] Determinare la risposta forzata $y(k)$ all'ingresso $u(k) = 1(k)$ (gradino unitario) di un sistema a tempo discreto descritto dall'equazione alle differenze

$$y(k) + y(k-1) + \frac{1}{4} y(k-2) = u(k) + 4u(k-1) + 4u(k-2) .$$