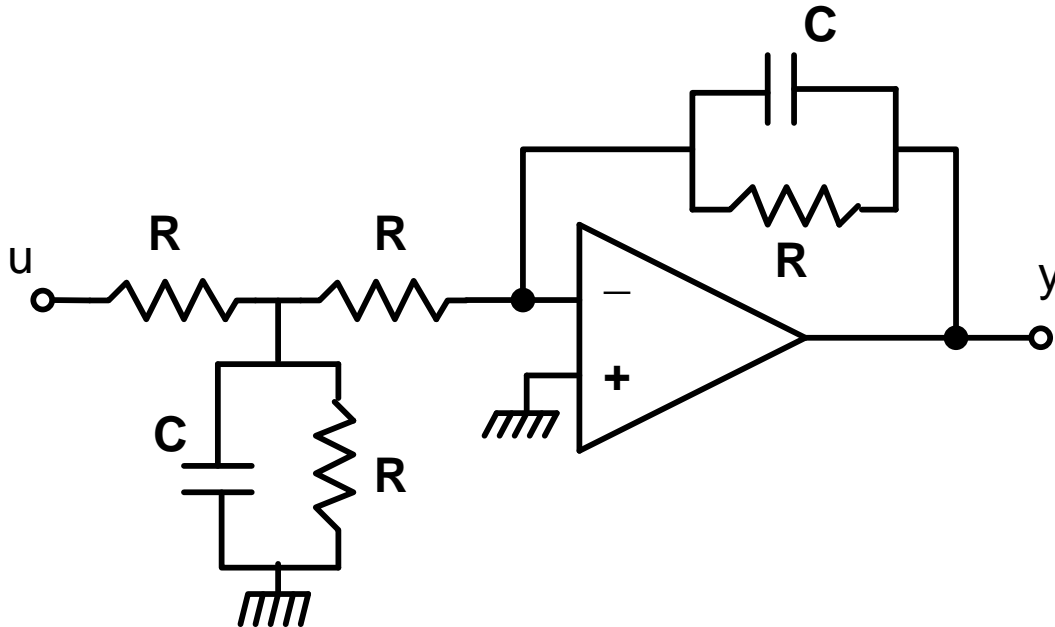


## Parte A

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  $\Sigma$  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  $\Sigma$ .
2. Determinare poli e modi di  $\Sigma$ .
3. Scrivere l'equazione differenziale che descrive il comportamento di  $\Sigma$ .

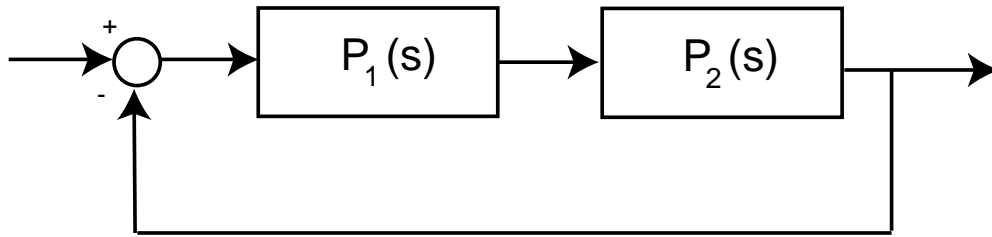
3. [punti 4] Determinare l'evoluzione forzata  $y(t)$  in risposta al gradino unitario  $u(t) = 1(t)$  per un sistema con funzione di trasferimento  $G(s) = 10 \cdot \frac{1-s}{(s+1)(s+2)(s+5)}$ .

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 mantentore D/A di ordine zero ed all'uscita un campionario A/D sincronizzati con periodo  $T$ .

## Parte B

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



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

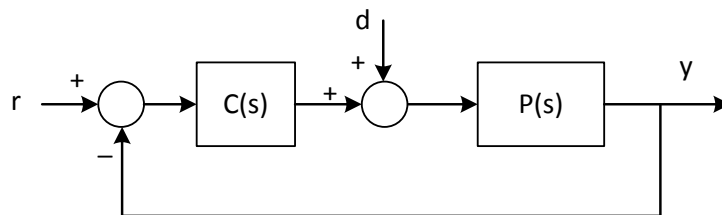
1. Posto  $P_2(s) = 1$  tracciare il diagramma di Nyquist del guadagno di anello  $L(s)$  del sistema determinando in particolare asintoti e intersezioni con l'asse reale.
2. Nelle condizioni di cui al punto 1) studiare la stabilità del sistema retroazionato utilizzando il criterio di Nyquist.
3. Posto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

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

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

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