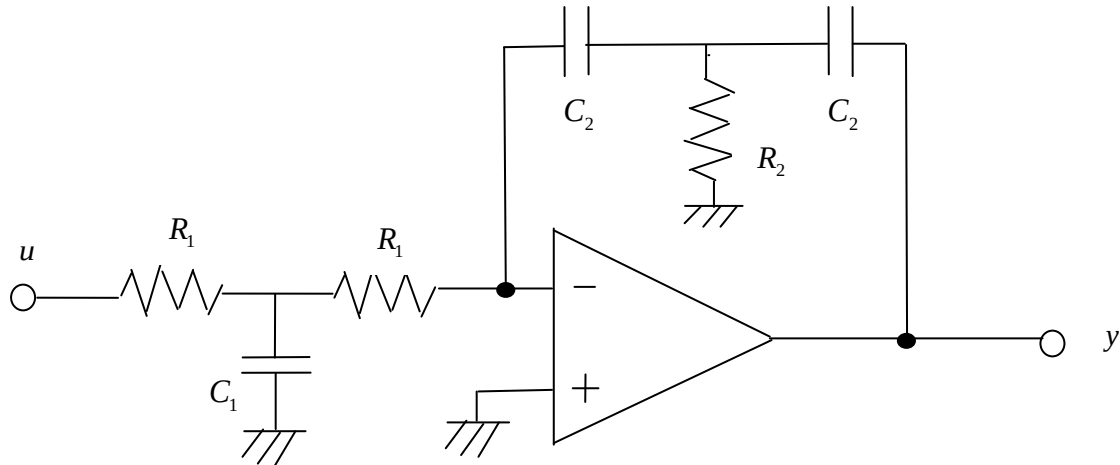


Parte A

1. [punti 4] 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] Il seguente circuito elettrico definisca un sistema dinamico Σ orientato da u (tensione di ingresso) ad y (tensione d'uscita).



Si assuma l'amplificatore differenziale come ideale:

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

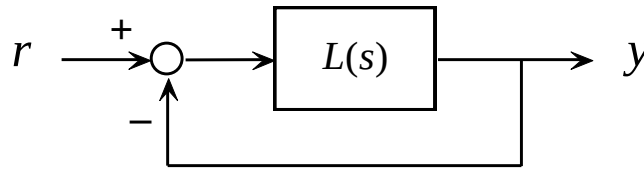
3. [punti 4] Dato un sistema con funzione di trasferimento $G(s) = \frac{1}{s+1}$, a partire da condizioni iniziali nulle, determinarne la risposta $y(t)$, $t \in [0, +\infty)$ al segnale di ingresso così definito:

$$u(t) = \begin{cases} 2t + 2 & 0 \leq t < \frac{1}{2} \\ 1 & t \geq \frac{1}{2} \end{cases}$$

4. [punti 4] 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 ($n \in \mathbb{N}$), $\mathcal{Z}[x(k-n)]$ e $\mathcal{Z}[x(k+n)]$.

Parte B

5. [punti 5] Sia dato il seguente sistema retroazionato



dove $L(s) = 2 \frac{1+5s}{(1+s)^2(1+0,5s)^2}$.

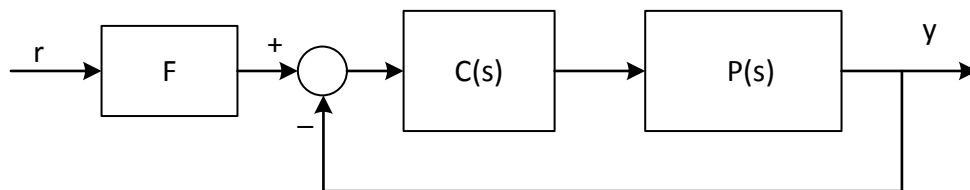
- a) Tracciare il diagramma polare associato alla funzione di trasferimento $L(s)$ determinando in particolare le intersezioni con l'asse reale.
- b) Studiare la stabilità del sistema retroazionato utilizzando il Criterio di Nyquist.

6. [punti 5] Si tracci il luogo delle radici della seguente equazione caratteristica:

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

determinando in particolare asintoti e radici doppie.

7. [punti 5] Sia dato il sistema di controllo schematizzato in figura



dove $P(s) = \frac{8}{(s+2)^4}$. Determinare un controllore con struttura di rete anticipatrice

$C(s) = K \frac{1+\tau s}{1+\alpha\tau s}$ ed il blocco algebrico $F \in \mathbb{R}$ affinché le seguenti specifiche siano soddisfatte:

- a) $K_p = 3,5$ (costante di posizione del sistema retroazionato);
- b) $M_F = 30^\circ$ (margine di fase del sistema retroazionato);
- c) $e_r = 0$ (errore a regime in risposta ad un gradino del riferimento r).

8. [punti 5] 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

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