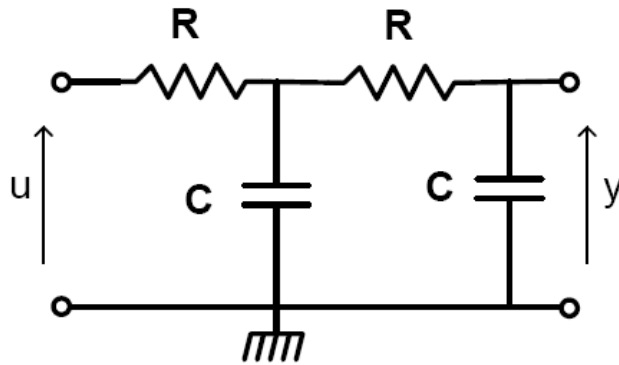


Parte A

1. [punti 4,5] 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 **anticipatrice** con imposizione del **margin di ampiezza** M_A .

2. [punti 4,5] La rete elettrica di figura definisce un sistema dinamico orientato da u (tensione all'ingresso) ad y (tensione all'uscita).



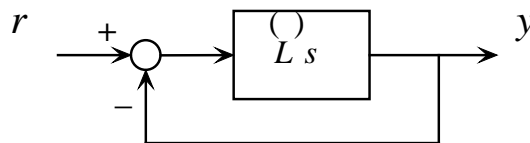
Di questo sistema si determini:

1. la funzione di trasferimento;
2. l'equazione differenziale;
3. gli zeri, i poli, i modi ed il guadagno statico.

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 $G(s) = \frac{s-2}{(s+2)^3(s+1)}$.

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

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



dove $L(s) = \frac{1}{(1+s)^8}$.

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

Parte B

5. [punti 4,5]

a) Sia $x(k)$ un segnale a tempo discreto e $X(z)$ la sua trasformata zeta. Presenta e dimostra una relazione che esprime la derivata $\frac{dX}{dz}$.

b) Calcolare, riportando i passaggi algebrici necessari, la trasformata zeta della funzione armonica $\sin(\omega k)$, $k \in \mathbb{Z}$: $\mathcal{Z}[\sin(\omega k)]$.

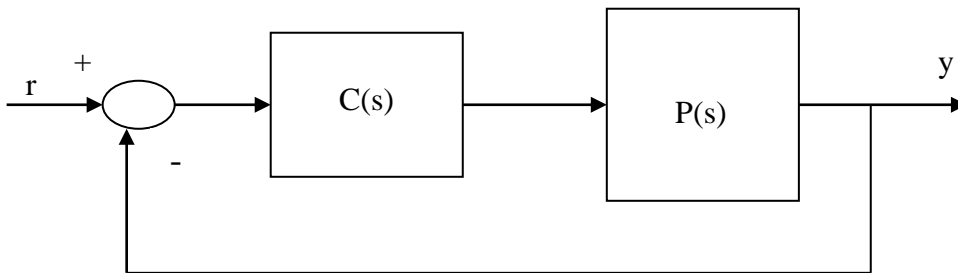
Sia noto che $\mathcal{Z}[a^k] = \frac{z}{z-a}$.

6. [punti 4,5] 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 4,5] Si consideri il seguente sistema di controllo



dove $P(s) = \frac{1}{(s-1)^2}$. Si progetti un controllore $C(s)$ proprio di ordine 2 affinché:

- a) l'errore a regime in risposta ad un gradino di comando del set-point sia nullo.
- b) La costante di velocità del sistema retroazionato K_v sia pari a 10: $K_v = 10$.
- c) I poli dominanti del sistema retroazionato siano -1 e -2 .

8. [punti 4,5] Determinare la risposta forzata $y(k)$ all'ingresso $u(k) = k \cdot 1(k)$ (rampa unitaria) di un sistema a tempo discreto descritto dall'equazione alle differenze

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