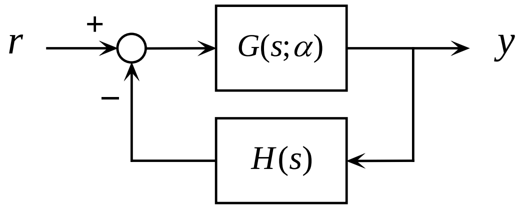
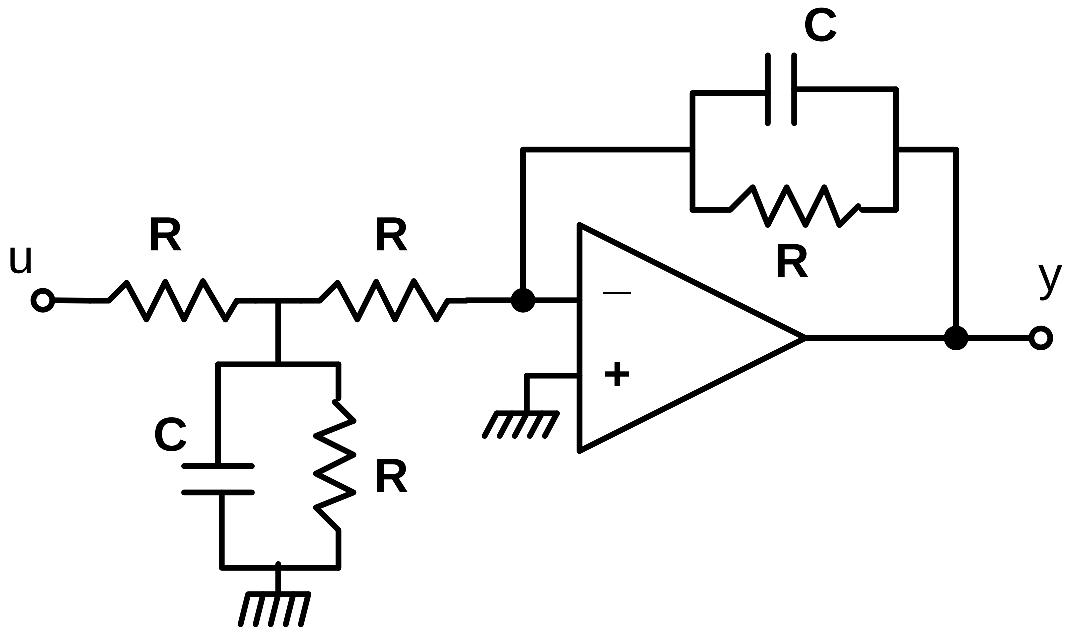
Parte A

1. [punti 4,5] Sia dato il sistema retroazionato di figura



Definire e determinare la sensibilità di $T_{ry}(s)$ (funzione di trasferimento fra r ed y) a variazioni di $G(s;\alpha)$ determinate dal parametro incerto $\alpha = \alpha_0 + \Delta\alpha$ (α_0 è il valore nominale del parametro). Interpretare e commentare il risultato ottenuto.

2. [punti 4,5] 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.

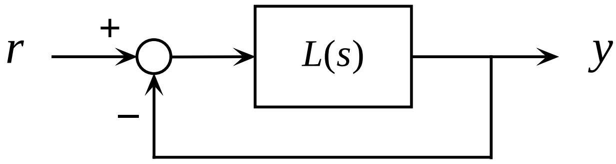
1. Determinare la funzione di trasferimento $G(s)$ del sistema Σ.
2. Determinare poli e modi di Σ.
3. Scrivere l'equazione differenziale che descrive il comportamento di Σ.

3. [punti 4,5] Determinare l'evoluzione forzata $y(t)$ in risposta alla rampa $u(t) = 2t \cdot 1(t)$ di un sistema con funzione di trasferimento $G(s) = \dfrac{1}{(s+1)^4}$. Determinare inoltre il grado massimo di continuità di $y(t)$ su $\mathbb{R}$.

4. [punti 4,5] Presentare e dimostrare la formula di antitrasformazione zeta, ovvero l'espressione con l'integrale su curva chiusa del piano complesso che determina la sequenza a tempo discreto $x(k)$ nota che sia $X(z) \triangleq \mathcal{Z}[x(k)]$.

Parte B

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



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

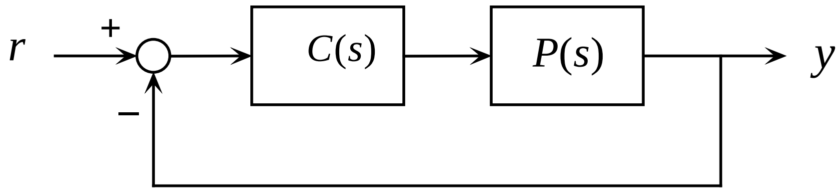
1. Tracciare il diagramma polare di $L(j\omega)$ determinando in particolare l'asintoto, il comportamento per $\omega \to +\infty$ e l'intersezione con l'asse reale negativo.
2. Stabilire mediante applicazione del criterio di Nyquist che il sistema retroazionato è asintoticamente stabile. Determinare inoltre il margine di ampiezza (M_A) ed il margine di fase (M_F).

6. [punti 4,5] Si tracci il luogo delle radici della seguente equazione caratteristica:

$$1 + 5\frac{1+\tau s}{(1+2\tau s)(1+s)} = 0 \quad , \quad \tau \in [0, +\infty)$$

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 8 : $K_v = 8$.
c) I poli dominanti del sistema retroazionato siano -1 e -2.

8. [punti 4,5] Un sistema a tempo discreto è in evoluzione libera (ingresso identicamente nullo) e la trasformata zeta dell'uscita è $Y_{\text{lib}} = \frac{1}{\left(z - \frac{1}{2}\right)^2 (z^2 - 1)}$. Determinare l'evoluzione libera dell'uscita $y_{\text{lib}}(k),\ k \ge 0$.