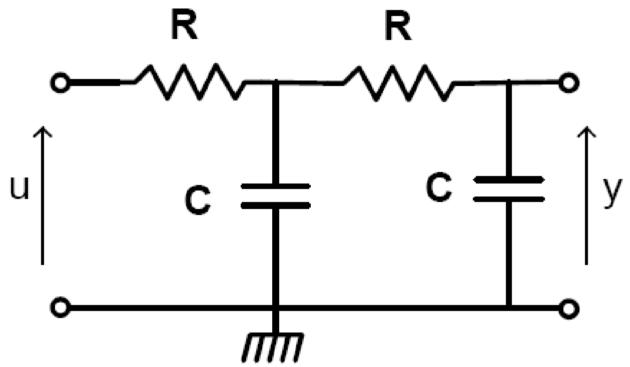
Parte A

1. [punti 4] Enunciare e dimostrare il teorema di analisi armonica per un sistema descritto da una funzione di trasferimento razionale.

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

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

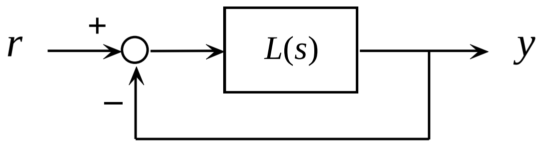
4. [punti 4] Dimostra che un sistema a tempo discreto con funzione di trasferimento

$$P(z) = \frac{B(z)}{(z-p_1)^{l_1}(z-p_2)^{l_2}\cdots(z-p_n)^{l_n}}$$

è asintoticamente stabile se e solo se tutti i poli sono all'interno del cerchio unitario.

Parte B

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



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

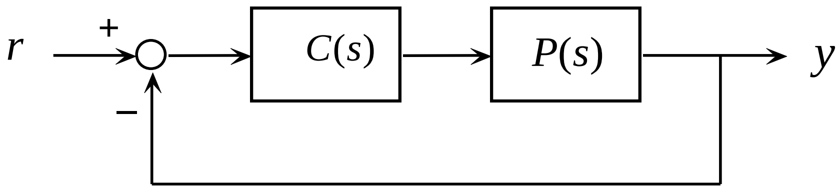
a) Tracciare il diagramma polare associato alla funzione di trasferimento $L(s)$ determinando in particolare tutte le intersezioni con l'asse reale.
b) Studiare la stabilità del sistema retroazionato utilizzando il Criterio di Nyquist.

6. [punti 5] Data l'equazione caratteristica

$$1 + K_1 \frac{1}{(s+1)^3 (s+5)^3} = 0$$

tracciare il luogo delle radici per $K_1 \in (0, +\infty)$ determinando in particolare gli asintoti e le radici doppie.

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



dove $P(s) = \dfrac{10}{(s+1)^3}$. Progettare un controllore con struttura di rete ritardatrice $C(s) = K \cdot \dfrac{1+\alpha\tau s}{1+\tau s}$ affinché si abbia: 1) costante di posizione $K_p = 20$; 2) stabilità con margine di fase $M_F = 40^\circ$.

8. [punti 5] Determina i valori del parametro $a \in$ R per cui il seguente sistema è asintoticamente stabile: