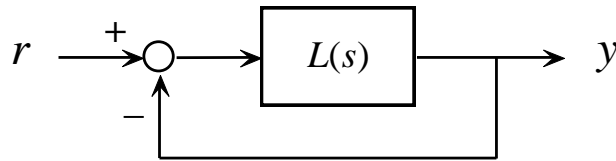


Parte A

1. [punti 7] Enunciare il Criterio di Nyquist (sia il caso generale che quello particolare) avendo cura di definire i concetti e le premesse teoriche sui quali si basa. Riportare inoltre una dimostrazione di tale criterio.

2. [punti 7] Definire la **stabilità asintotica interna** per un sistema di controllo in retroazione. Enunciare e dimostrare una condizione necessaria e sufficiente che garantisca questa stabilità. Fornire inoltre un esempio di sistema retroazionato asintoticamente stabile, come sistema orientato dal segnale di comando all'uscita controllata, ma non stabile internamente.

3. [punti 7] Sia dato il seguente sistema retroazionato

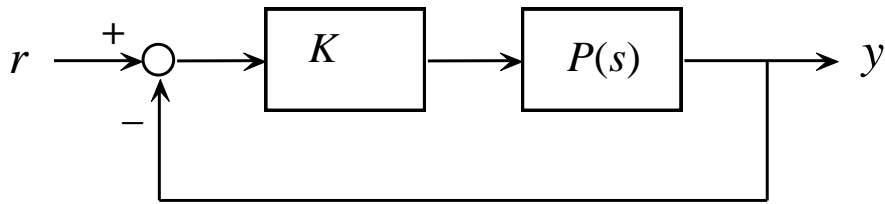


dove
$$L(s) = \frac{1}{3} \cdot \frac{(1-s)^2}{s(1+s)^2}.$$

1. Tracciare il diagramma polare di $L(j\omega)$ determinando in particolare l'asintoto, il comportamento per $\omega \rightarrow +\infty$ 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).

Parte B

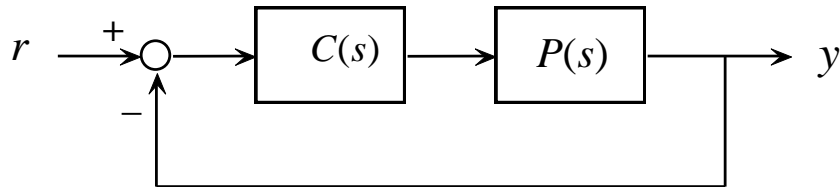
4. [punti 8] Sia dato il sistema in retroazione di figura



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

- Tracciare il luogo delle radici dell'equazione caratteristica del sistema retroazionato per $K > 0$ determinando in particolare
 - Asintoti del luogo.
 - Eventuali radici doppie.
 - Angoli di partenza del luogo.
- Determinare i valori di $K \in \mathbb{R}$ per i quali il sistema retroazionato è asintoticamente stabile. Determinare inoltre le intersezioni del luogo delle radici dell'equazione caratteristica con l'asse immaginario del piano complesso.
- Determinare il valore di K che massimizza il grado di stabilità del sistema retroazionato:
 $K^* = \arg \max_{K \in \mathbb{R}} G_s(K)$.

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



dove $P(s) = \frac{s-1}{s^2+2s+2}$. Progettare un controllore $C(s)$ di ordine minimo affinché in risposta ad un gradino del segnale di comando si abbia: 1) l'errore a regime nullo; 2) tempo di assestamento $T_a \approx 9$ secondi ; 3) sovraelongazione $S \approx 0\%$.