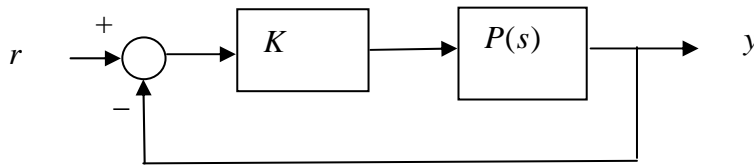


## Parte A

1. [punti 7] 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 7] Fornire una definizione generale di margine di ampiezza  $M_A$  e margine di fase  $M_F$  per un sistema retroazionato asintoticamente stabile. Giustificare tali definizioni enunciando e dimostrando le pertinenti proprietà geometriche. Definire una procedura per il calcolo di  $M_A$  ed  $M_F$  nel caso di intersezioni multiple del diagramma polare con l'asse reale negativo e con la circonferenza unitaria.

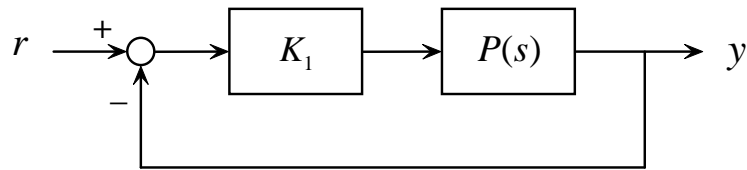
3. [punti 7] Sia dato il seguente sistema retroazionato



dove  $P(s) = \frac{(1-s)}{(1+s)^2} e^{-s}$  e  $K$  è un parametro reale. Utilizzando il Criterio di Nyquist si determini l'insieme dei valori di  $K \in \mathbb{R}$  per i quali il sistema retroazionato è asintoticamente stabile.

## Parte B

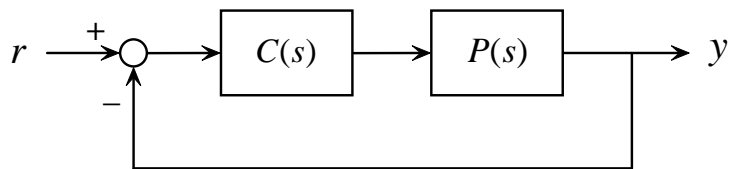
4. [punti 8] Sia dato il sistema in retroazione di figura



dove 
$$P(s) = \frac{1}{(s+1)(s+5)(s+10)}.$$

- Tracciare il luogo delle radici dell'equazione caratteristica del sistema retroazionato per  $K_1 > 0$  determinando in particolare gli asintoti e le radici doppie.
- Determinare i valori di  $K_1 \in \mathbb{R}$  per i quali il sistema retroazionato ha grado di stabilità  $G_s \geq 2 \text{ s}^{-1}$ .
- Determinare il valore di  $K_1$  che massimizza il grado di stabilità del sistema retroazionato:  
$$K_1^* = \arg \max_{K_1 \in \mathbb{R}} G_s(K_1).$$

5. [punti 7] Sia dato il sistema in retroazione unitaria dove 
$$P(s) = \frac{10}{(s+2)(s+8)^2}.$$



Progettare un controllore dinamico  $C(s)$  con struttura di rete anticipatrice affinché l'errore a regime in risposta al gradino unitario sia  $e_r = 0.05$  ed il margine di ampiezza sia fissato a  $M_A = 2$ .