

## Parte A

**1. [punti 6]** 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 6]**

a) Tracciare il diagramma polare associato alla funzione di trasferimento

$$P(s) = \frac{10(1-s)^2}{s(s+1)^3}$$

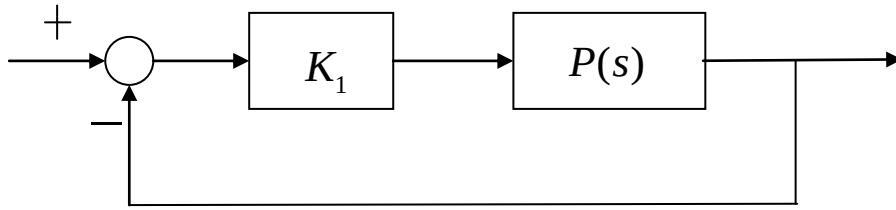
determinando in particolare l'asintoto e l'intersezione con l'asse reale negativo.

b) Utilizzando il Criterio di Nyquist si studino le radici dell'equazione caratteristica  $1 + P(s) = 0$  (quante a parte reale negativa, quante puramente immaginarie, quante a parte reale positiva).

**3. [punti 6]** Presentare e dedurre la funzione di trasferimento a tempo discreto  $P_d(z)$  di un sistema a tempo continuo  $P(s)$  con all'ingresso un mantentore D/A di ordine zero ed all'uscita un campionatore A/D sincronizzati con periodo  $T$ .

## Parte B

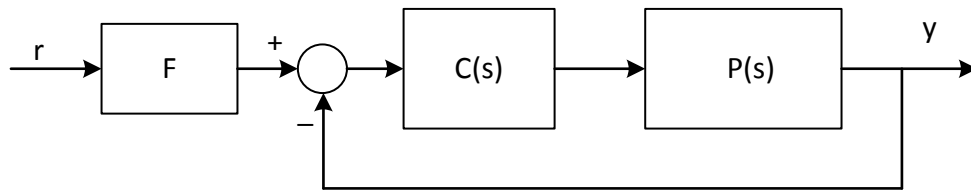
4. [punti 6] Sia dato il sistema retroazionato di figura:



dove  $K_1$  è un parametro reale e  $P(s) = \frac{s+1}{s^2(s+4)(s+8)}$ .

1. Determinare l'insieme dei valori di  $K_1$  per i quali il sistema retroazionato è asintoticamente stabile.
2. Tracciare il luogo delle radici dell'equazione caratteristica associata al sistema retroazionato per  $K_1 \in (0, +\infty)$ . Determinare in particolare gli asintoti del luogo e le intersezioni del luogo con l'asse immaginario del piano complesso.

5. [punti 6] Sia dato il sistema di controllo schematizzato in figura



dove  $P(s) = \frac{8}{(s+2)^4}$ . Determinare un controllore con struttura di rete ritardatrice

$C(s) = K \frac{1+\alpha\tau s}{1+\tau s}$  ed il blocco algebrico  $F \in \mathbb{R}$  affinché le seguenti specifiche siano soddisfatte:

- a)  $K_p = 5$  (costante di posizione del sistema retroazionato);
- b)  $M_F = 35^\circ$  (margine di fase del sistema retroazionato);
- c)  $e_r = 0$  (errore a regime in risposta ad un gradino del riferimento  $r$ ).

6. [punti 6] Determinare la risposta forzata  $y(k)$  all'ingresso  $u(k) = 1(k)$  (gradino unitario) di un sistema a tempo discreto descritto dall'equazione alle differenze

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