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

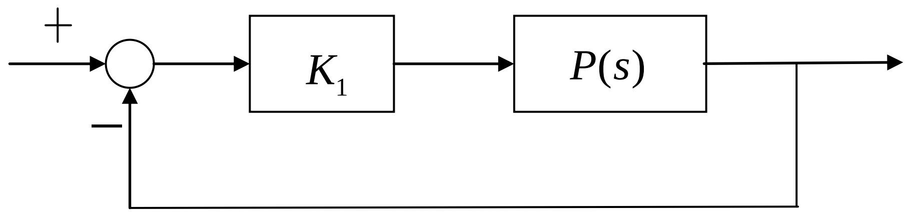
$$P(s) = \frac{10(1-s)^2}{s(s+1)^3}$$

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 mantenitore D/A di ordine zero ed all'uscita un campionatore A/D sincronizzati con periodo T .

Parte B

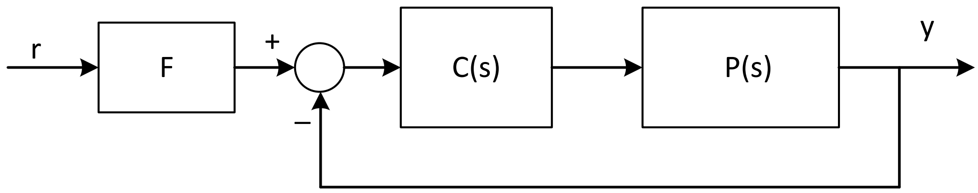
4. [punti 6] Sia dato il sistema retroazionato di figura:



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

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

$C(s) = K\dfrac{1+\alpha\tau s}{1+\tau s}$ 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) $M_F = 35°$ (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

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