

ESERCIZIO 1

Si consideri un sistema a tempo continuo retroazionato (con retroazione negativa) la cui funzione d'anello è

$$L(s) = \frac{\rho(s-1)}{s(s+2)(s-2)}$$

1.1) Tracciare il luogo delle radici (diretto e inverso) associato al sistema.

1.2) Mediante il luogo delle radici, dimostrare che non esiste nessun valore del parametro ρ per cui il sistema retroazionato risulta asintoticamente stabile.

1.3) Sempre basandosi sul luogo delle radici, verificare che, quando ρ è negativo, la risposta allo scalino del sistema retroazionato non presenta oscillazioni.

1.4) Usando la *regola della punteggiatura*, determinare il valore di ρ per cui il sistema retroazionato ha un polo in $s = -3$.

ESERCIZIO 2

2.1) Con riferimento al controllo di sistemi con ritardo, spiegare brevemente la logica del cosiddetto *schema a predittore di Smith*.

2.2) Supponendo di dover controllare un sistema con $G(s) = \frac{e^{-s/2}}{1+s}$ con un regolatore del tipo $R(s) = \mu$,

verificare che è impossibile ottenere un sistema di controllo che, in presenza di un riferimento $w(t) = A \operatorname{sca}(t)$, sia capace di garantire un errore a transitorio esaurito in modulo minore di $0.1 A$.

2.3) Con riferimento al problema di controllo del punto precedente, progettare uno schema a predittore di Smith che assicuri la prestazione richiesta.

ESERCIZIO 3

Si consideri il sistema lineare a tempo discreto, con ingresso $u(k)$ e uscita $y(k)$, descritto dalla funzione di trasferimento $G(z) = \frac{z-2}{z+0.1}$.

3.1) Dire se tale sistema è asintoticamente stabile oppure no. Dire inoltre se esso è strettamente proprio oppure no.

3.2) Calcolare l'espressione analitica (nel dominio del tempo) della risposta del sistema a un impulso unitario.

3.3) Calcolare l'espressione analitica (nel dominio del tempo) della risposta del sistema all'ingresso $u(k) = \text{imp}^*(k) + 2^k$, $k \geq 0$.

3.4) Spiegare cosa si intende per *risposta in frequenza* del sistema in esame, e perché si può dire che la risposta in frequenza di un sistema a tempo discreto è periodica.

ESERCIZIO 4

4.1) Disegnare lo schema a blocchi generale di un sistema di controllo digitale, spiegando in particolare il ruolo dei *convertitori* A/D e D/A.

4.2) Si supponga di voler approssimare, mediante un regolatore digitale che opera con periodo di campionamento $T = 0.5$, il comportamento del regolatore analogico descritto dalla funzione di trasferimento $R^o(s) = \frac{0.1(1+4s)}{1+0.4s}$. Utilizzando il metodo di *Eulero all'indietro*, determinare la funzione di trasferimento $R(z)$ del regolatore digitale.

4.3) Ricavare l'algoritmo di controllo (nel dominio del tempo) del regolatore digitale progettato.

4.4) Spiegare perché sarebbe inopportuno impiegare tale regolatore nel caso che la variabile controllata sia affetta da un disturbo del tipo $d(t) = \text{sen}(10t)$.