ESERCIZIO 1

Si consideri il sistema retroazionato, con retroazione negativa, descritto dalla funzione d'anello

$$L(s) = \frac{\rho(s-1)}{(s+3)^3}$$

dove ρ è un parametro reale.

1.1) Dimostrare che per nessun valore del parametro ρ il sistema retroazionato può avere un polo in $s = -3 + j\omega$, con $\omega > 0$.

1.2) Tracciare l'andamento qualitativo del *luogo diretto*. Determinare poi il massimo valore di ρ per cui il sistema retroazionato è stabile.

1.3) Tracciare l'andamento qualitativo del *luogo inverso*. Determinare poi il minimo valore di ρ per cui il sistema retroazionato è stabile.

ESERCIZIO 2

Si consideri il sistema con ingressi v e w e uscite y e z, descritto dalle seguenti relazioni nel dominio della trasformata di Laplace:

$$Y(s) = -5W(s) + \frac{10}{1+s}V(s)$$

$$Z(s) = 8V(s) + \frac{10}{1+s}W(s)$$

2.1) Disegnare lo schema a blocchi del sistema.

2.2) Supponendo di dover progettare un sistema di *controllo decentralizzato*, verificare che la scelta più opportuna degli accoppiamenti ingresso-uscita è (v, y) e (w, z).

2.3) Avendo già progettato il regolatore

$$W(s) = R_z(s)E_z(s) = \frac{0.2(1+s)}{s}E_z(s)$$

dove $E_z(s)$ è la trasformata dell'errore $e_z(t) = z°(t) - z(t)$, ottenendo sul primo anello una certa pulsazione critica ω_c, progettare l'altro regolatore $V(s) = R_y(s)E_y(s)$ secondo la logica di *progetto sequenziale* in modo da ottenere sul secondo anello pressapoco la stessa pulsazione critica.

2.4) Discutere gli inconvenienti associati al progetto del punto precedente.

ESERCIZIO 3

Per controllare il sistema descritto dalla funzione di trasferimento $G(s) = \frac{0.5}{s}$ si prenda come riferimento il regolatore analogico $R°(s) = \frac{1}{1+0.1s}$ e lo si voglia sostituire con un regolatore digitale ottenuto con un *metodo di discretizzazione*.

3.1) Si mostri che la scelta del periodo di campionamento $T = 0.4$ è adeguata allo scopo.

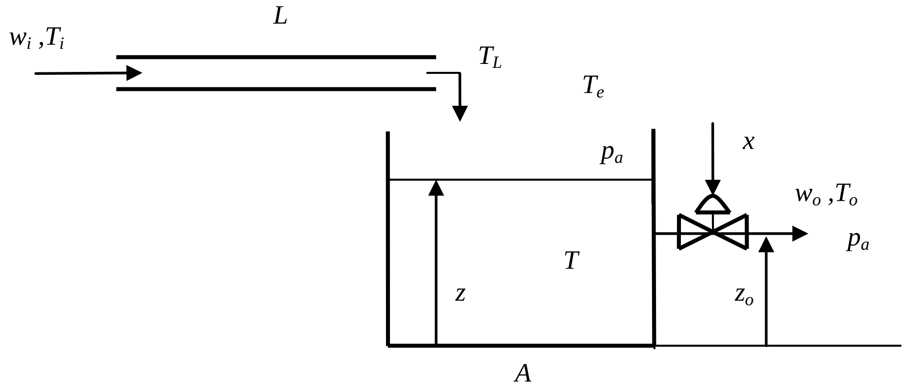
3.2) Si ricavi il regolatore digitale $R*(z)$ e la corrispondente legge di controllo nel dominio del tempo.

3.3) Usando lo schema a *campionamento dell'uscita*, si disegni lo schema a blocchi del sistema di controllo digitale risultante, includendo il filtro anti-aliasing e supponendo che il tempo di elaborazione della legge di controllo sia $\tau_e = 0.3$.

3.4) Valutare il margine di fase φ_m del sistema di controllo digitale così ottenuto.

ESERCIZIO 4

Si consideri il sistema termo-idraulico schematicamente descritto in figura. Si assuma che la portata w_i sia costante e positiva, che non vi siano perdite di calore lungo la condotta e nella valvola, che il liquido nel serbatoio abbia una temperatura uniforme T e che la potenza termica da esso scambiata con l'ambiente esterno sia descritta da $\Phi = k_e(T_e - T)$. Si supponga inoltre che l'unica variabile di ingresso sia la temperatura T_i e che per tutti i componenti valgano le relazioni $e_t \cong e = h = cT$, dove c è il calore specifico.



4.1) Determinare il modello dinamico nonlineare del processo, distinguendo tra le due situazioni $z < z_o$ e $z \geq z_o$.

4.2) Mostrare che il sistema non può stare in equilibrio con $z < z_o$.

4.3) Per dati valori di equilibrio $\bar{z} > z_o$ e $\bar{T}$, si determinino i valori dei coefficienti α, β, γ del modello linearizzato:

$$\delta\dot{z}(t) = -\alpha\delta z(t)$$
$$\delta\dot{T}(t) = -\beta\delta T(t) + \gamma\delta T_i(t - \tau)$$

4.4) Si progetti un regolatore della temperatura in uscita T_o mediante T_i, utilizzando lo schema a *predittore di Smith*.