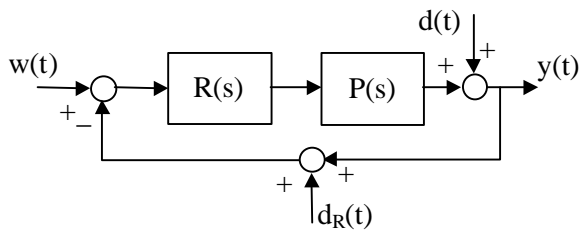


Esercizio 1

Dato il sistema di controllo



dove

$$P(s) = \frac{10}{1+0.2s}$$

$$w(t) = \text{sca}(t)$$

$$d(t) = 5\sin(\omega_1 t), \omega_1 \leq 0.04$$

$$d_R(t) = \sin(\omega_2 t), \omega_2 \geq 40$$

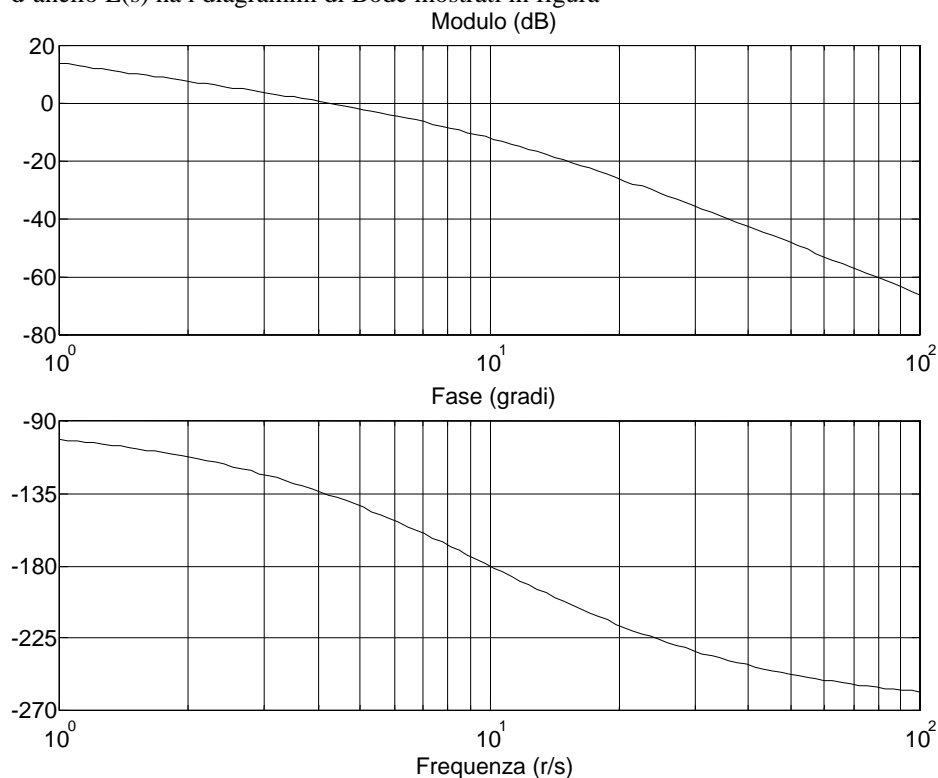
determinare $R(s)$ in modo che il sistema in anello chiuso sia asintoticamente stabile e che

- l'errore a transitorio esaurito e_∞ prodotto da $w(t)$ sia nullo;
- la pulsazione critica ω_c sia compresa tra 1 e 4 r/s;
- il margine di fase ϕ_m sia di almeno 50° ;
- i disturbi d e d_R compaiano sull'uscita y attenuati di almeno 100 volte.

Risultato: **$R(s) =$**

Esercizio 2

Dato il sistema di controllo a tempo continuo con retroazione negativa unitaria in cui la funzione di trasferimento d'anello $L(s)$ ha i diagrammi di Bode mostrati in figura



- valutare ed indicare sul grafico il margine di fase ϕ_m ed il margine di guadagno k_m ;
- dire, motivando la risposta, quanto vale in modulo l'errore a transitorio esaurito e_∞ prodotto da una variazione a scalino unitario del segnale di riferimento;
- indicare, motivando la scelta, un valore "ragionevole" del tempo di campionamento T_s da usarsi per una eventuale realizzazione digitale del regolatore presente nell'anello.

Risultato:

$j_m =$

$k_m =$

$|e_x| =$

$T_s =$

Esercizio 3

Dato il sistema dinamico LTI a tempo continuo descritto dalla funzione di trasferimento

$$G(s) = \frac{1}{(1 + 4s)(1 + s)}$$

- d) calcolare la funzione di trasferimento $G^*(z)$ del sistema a tempo discreto approssimante $G(s)$ che si ottiene con il metodo di Eulero esplicito e con tempo di campionamento pari a 0.1s;
- e) calcolare i primi 4 campioni della risposta di $G^*(z)$ all'impulso (discreto) unitario.

Risultato:

$G^*(z) =$

$y(0) =$

$y(1) =$

$y(2) =$

$y(3) =$

Esercizio 4

Dato il sistema dinamico LTI a tempo discreto

$$\begin{cases} \begin{bmatrix} x_1(k+1) \\ x_2(k+1) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.6 & -0.05 \\ 1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1(k) \\ x_2(k) \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix} u(k) \\ y(k) = \begin{bmatrix} 0 & 2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1(k) \\ x_2(k) \end{bmatrix} \end{cases},$$

- a) dire se è asintoticamente stabile, semplicemente stabile oppure instabile;
- b) calcolarne la funzione di trasferimento $G^*(z)$.

Risultato:

Il sistema è ☐ asintoticamente stabile ☐ semplicemente stabile ☐ instabile

$G^*(z) =$

Domande

1. La stabilità di un sistema di controllo in retroazione può essere giudicata col criterio di Bode a patto che la funzione di trasferimento d'anello $L(s)$
 - ☐ non abbia poli con parte reale positiva.
 - ☐ sia razionale fratta.
 - ☐ sia strettamente propria, ovvero abbia più poli che zeri.
2. Detta ω_1 la (sola) pulsazione ove il diagramma di Bode del modulo della funzione di trasferimento d'anello $L(s)$ di un sistema di controllo in retroazione interseca l'asse 0 dB, la quantità $\arg(L(j\omega_1))$ si chiama
 - ☐ margine di fase.
 - ☐ fase critica.
 - ☐ pulsazione d'angolo.
3. In un sistema di controllo in retroazione, se in cascata al processo s'inserisce un ritardo puro, la pulsazione critica
 - ☐ diminuisce.
 - ☐ non cambia.
 - ☐ aumenta.
4. Nello schema a blocchi di un sistema di controllo contenente un regolatore digitale, l'elemento interposto tra questo e l'attuatore si dice
 - ☐ campionatore.
 - ☐ trasmettitore.
 - ☐ mantenitore.
5. Quando si realizza con tecnologia digitale un regolatore lineare progettato a tempo continuo, il margine di fase, rispetto a quello calcolato a tempo continuo,
 - ☐ è lo stesso.
 - ☐ è minore.
 - ☐ è maggiore.
6. In un regolatore PID, l'azione integrale ha essenzialmente il ruolo di garantire che
 - ☐ l'errore a regime sia nullo.
 - ☐ vi sia completa reiezione dei disturbi sulla linea d'andata.
 - ☐ il margine di fase sia il massimo possibile.