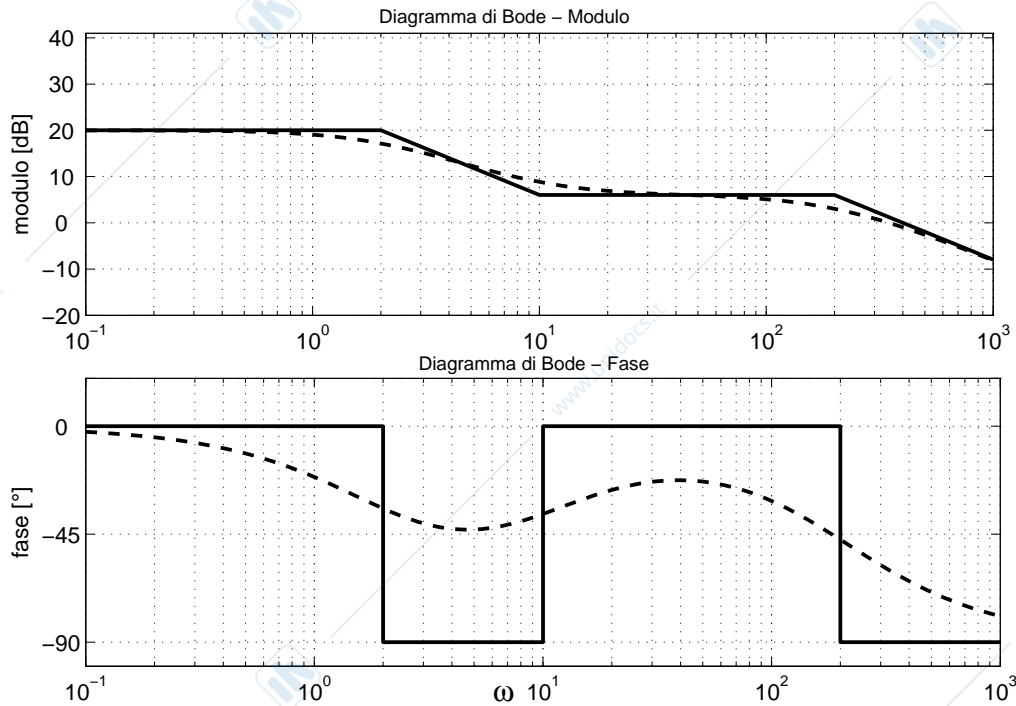


**FONDAMENTI DI AUTOMATICA I - Ingegneria Elettrica**  
**Seconda Prova in Itinere dell'1 febbraio 2010**

Prof.ssa Mara Tanelli

1. In figura sono rappresentati i diagrammi di Bode del modulo e della fase della risposta in frequenza associata alla funzione di trasferimento  $G(s)$  di un sistema lineare tempo invariante senza autovalori nascosti.

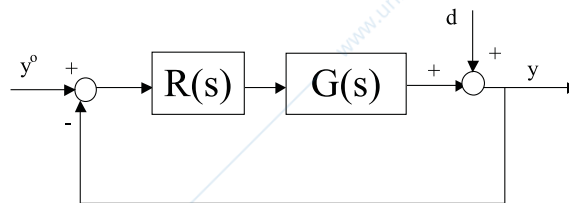


1.1 Dire, giustificando la risposta, se le seguenti affermazioni sono vere o false:

- il sistema è asintoticamente stabile
- il sistema è a fase minima
- i poli e gli zeri di  $G(s)$  sono tutti reali
- il sistema è di ordine 3.

1.2 Tracciare qualitativamente il diagramma polare della risposta in frequenza associata a  $G(s)$ .

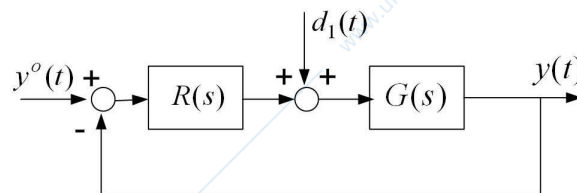
1.3 Si supponga di retroazionare il sistema secondo lo schema in figura dove  $R(s) = \frac{1}{s}$ .



Dire, giustificando la risposta, se il sistema retroazionato è asintoticamente stabile.

1.4 Per il sistema di controllo considerato al punto 1.3, dire, motivando la risposta, qual è l'ampiezza dell'uscita  $y(t)$  del sistema retroazionato quando  $y^o(t) = 0$  nei seguenti casi: a)  $d(t) = \text{sca}(t)$ ; b)  $d(t) = \sin(0.1t)$ ; c)  $d(t) = \sin(50t)$ .

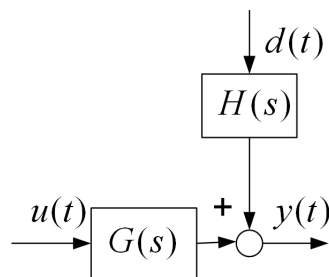
2. Si consideri il sistema di controllo in figura dove  $G(s) = \frac{10}{s} \frac{1}{1+4s}$ .



2.1 Progettare un regolatore  $R(s)$  tale che: 1) il modulo dell'errore a transitorio esaurito a fronte di  $y^o(t) = 10 \text{sca}(t)$  e  $d_1(t) = \pm \text{sca}(t)$  sia  $|e_\infty| < 0.5$ ; 2) la pulsazione critica del sistema in anello chiuso sia  $\omega_c \geq 10 \text{ rad/s}$ ; 3) il margine di fase sia  $\varphi_m \geq 60^\circ$ .

2.2 Si tracci il grafico dell'andamento qualitativo della risposta di  $y(t)$  del sistema in anello chiuso a fronte di un riferimento  $y^o(t) = 2 \text{sca}(t)$  e con  $d_1(t) = 0$  (si specifichino, in particolare: valore iniziale, valore finale, tempo di assestamento e sovravelongazione percentuale massima<sup>1</sup>).

3. Si consideri il sistema dinamico in figura, dove  $u(t)$  è la variabile di controllo,  $d(t)$  un disturbo esogeno misurabile ed  $y(t)$  la variabile controllata, con  $G(s) = \frac{1}{(1+2s)(1+s)}$ ,  $H(s) = \frac{1}{(1+0.4s)}$ .



3.1 Si tracci lo schema a blocchi di un sistema di controllo comprensivo di un regolatore in retroazione e compensazione diretta del disturbo.

<sup>1</sup>  $S\% = 100 e^{-\xi\pi/\sqrt{1-\xi^2}}$ .

3.2 Posta ora la funzione di trasferimento del regolatore in retroazione pari a  $R(s) = 0.1 \frac{1+2s}{s}$  si progetti un compensatore del disturbo  $d(t) = \sin(5t)$  in modo tale che, a transitorio esaurito, l'effetto del disturbo sull'uscita sia nullo.

3.3 Si scelga, per una realizzazione digitale del sistema di controllo in esame, un valore del passo di campionamento  $T_s$  tale che il decremento di margine di fase dovuto al ritardo intrinseco di conversione  $\tau_c$  introdotto dal mantentore sia al più di  $5^\circ$ .

3.4 Per il regolatore in retroazione  $R(s)$  introdotto al punto 3.2 si determini la funzione di trasferimento digitale  $R(z)$  con il metodo di Eulero indietro e si scriva l'algoritmo di controllo da implementare su un microprocessore.

4. Si enunci con precisione il criterio di Nyquist.