

**ESERCIZIO 1**

Si consideri la risposta a uno scalino unitario del sistema con ingresso  $u(t)$  e uscita  $y(t)$  descritto dalla funzione di trasferimento  $G(s) = \frac{20(s+10)}{s^2 + 8s + 4\alpha}$ , dove  $\alpha$  è un numero reale compreso nell'intervallo  $[1, 10]$ .

**1.1)** Si valutino il valore di regime  $y(\infty)$  e il tempo di assestamento  $t_a$  al variare di  $\alpha$ , quando  $1 \leq \alpha < 4$ .

**1.2)** Si ripeta l'analisi precedente quando  $4 \leq \alpha \leq 10$ .

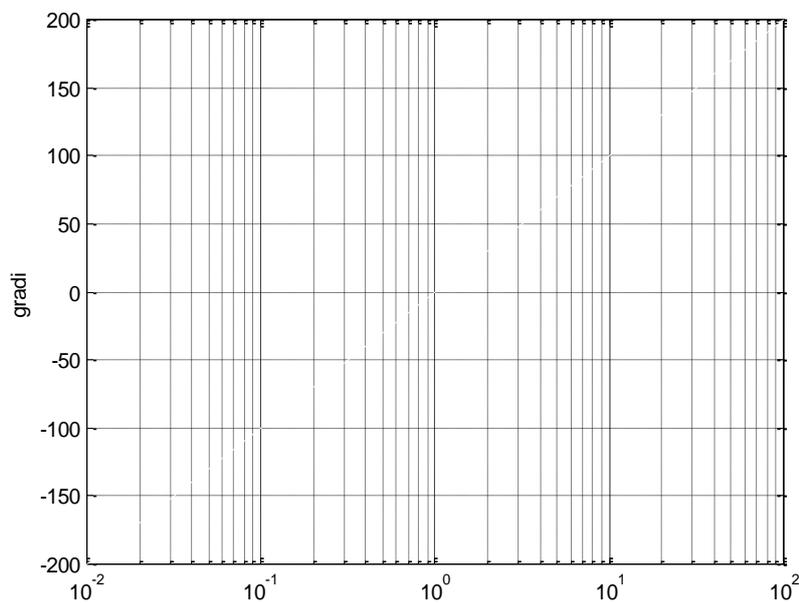
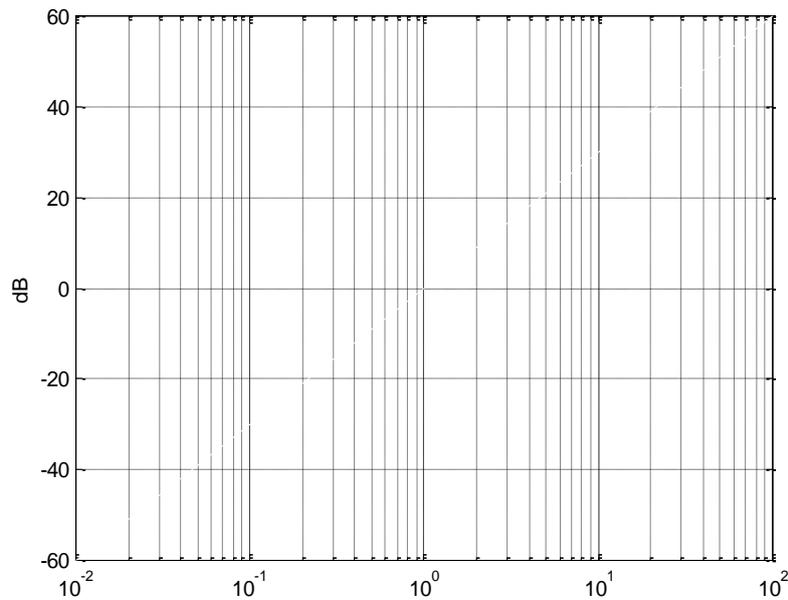
**1.3)** Ponendo  $\alpha = 10$ , si calcoli l'amplificazione che subisce, a transitorio esaurito, l'ingresso  $u(t) = \text{sen}(5t)$ .

**1.4)** Dire come cambierebbero i risultati dei punti 1.1, 1.2 e 1.3 se il sistema fosse collegato in serie con un altro sistema con funzione di trasferimento  $H(s) = 2e^{-s}$ .

**ESERCIZIO 2**

2.1) Tracciare i diagrammi di Bode asintotici del modulo e della fase di  $G(s) = \frac{300}{(1+2s)(1+0.1s)^2}$ .

ATTENZIONE: Se necessario per una migliore leggibilità, modificare le scale riportate nei grafici.



2.2) Scrivere i comandi Matlab che consentirebbero di ottenere in modo preciso gli stessi diagrammi.

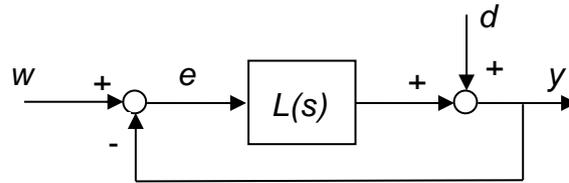
2.3) Determinare un'approssimazione a poli dominanti del sistema e tracciare i relativi diagrammi di Bode sulla stessa carta semilogaritmica della pagina precedente. Dire in quale banda di frequenze tale approssimazione risulta accurata.

2.4) Tracciare l'andamento qualitativo del diagramma polare associato a  $G(s)$  e di quello relativo all'approssimazione a poli dominanti.

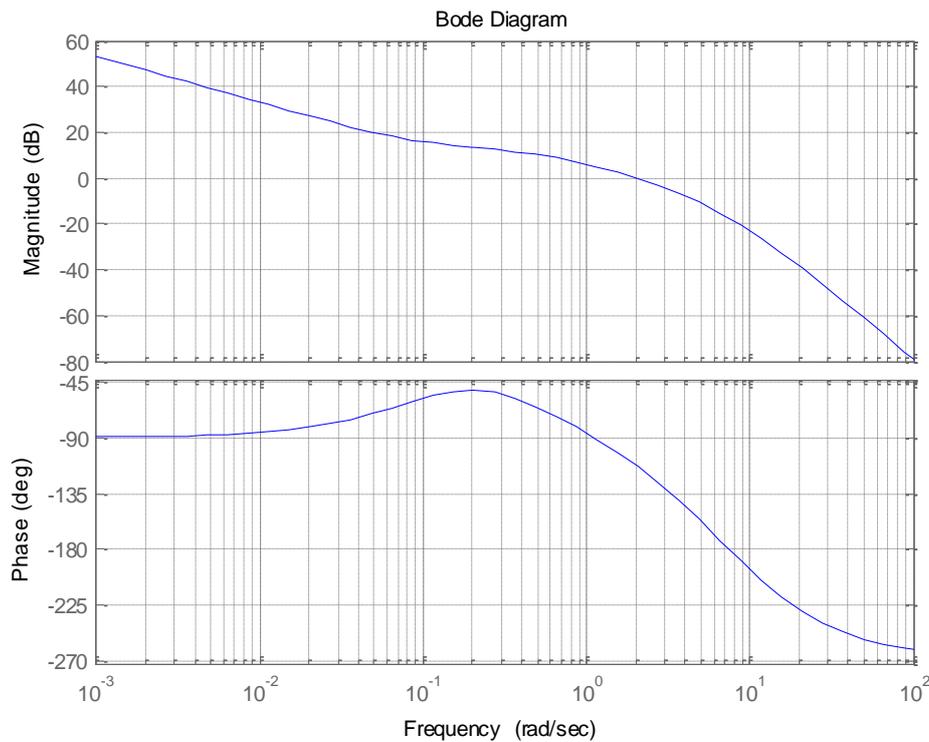
2.5) Spiegare come si modificherebbero i diagrammi di Bode se i due poli di  $G(s)$  con costante di tempo più piccola si spostassero specularmente nel semipiano destro.

### ESERCIZIO 3

Si consideri il sistema di controllo in anello chiuso mostrato in figura, dove  $L(s)$  è la funzione di trasferimento di un sistema asintoticamente stabile e con guadagno positivo.



I grafici seguenti mostrano i diagrammi di Bode di modulo e fase associati a  $L(s)$ .



**3.1)** In base a tali diagrammi, verificare con il criterio di Bode che il sistema di controllo è asintoticamente stabile.

**3.2)** Sempre utilizzando i diagrammi di Bode di  $L(s)$ , fornire una stima approssimata dei poli in anello chiuso.

**3.3)** Dare la definizione del margine di guadagno  $k_m$  di un sistema di controllo e spiegare perché è opportuno che esso sia sufficientemente elevato.

**3.4)** Valutare il margine di guadagno  $k_m$  del sistema in esame.

**3.5)** Discutere come deve essere lo spettro di ampiezza del disturbo  $d$  perché il sistema di controllo sia in grado di attenuarlo.