7 dicembre 2022 Prova intermedia di Controlli Automatici AA 2022-2023

Nome e cognome: ________________________________ Num. Matricola:___________________

Es. 1 (8 punti)

Si consideri il sistema di controllo in Figura 1

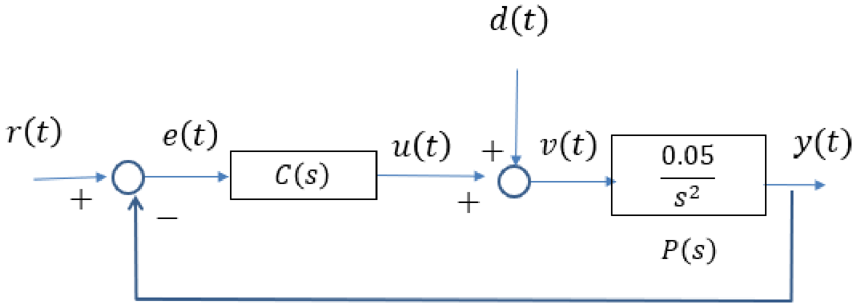


Figura 1

1.A (7 punti) Progettare un regolatore che garantisca la stabilita a ciclo chiuso del sistema di controllo e garantisca nel contempo la precisione statica e l'attenuazione di un disturbo costante in misura almeno pari al 99%

1.B (1 punto) Esprimere il controllore progettato al passo precedente mediante l'equazione differenziale che mette in relazione l'ingresso e l'uscita del controllore

Es. 2 (8 punti)

Si consideri il processo da controllare descritto dalla funzione di trasferimento

$$P(s) = \frac{1}{(2s+1)(s+1)(s+5)(s+6)} = \frac{1}{2s^4 + 25s^3 + 94s^2 + 101s + 30}$$

ed un sistema di controllo a retroazione unitaria in cui il processo P viene controllato mediante un regolatore proporzionale $C(s) = K_c$, con K_c guadagno variabile.

2.A (4 punti) Si analizzi la stabilità a ciclo chiuso al variare del guadagno K_c determinando esplicitamente, se esiste, il valore del guadagno critico

2.B (4 punti) Tracciare qualitativamente la risposta a ciclo chiuso ad un set-point costante per valore progressivamente crescenti del guadagno K_c

Es. 3 (15 punti)

Si consideri un processo descritto dalla equazione differenziale

$$\ddot{y}(t) + 10\dot{y}(t) = u(t) + 30\, d(t)$$

in cui $u(t)$ rappresenta l'ingresso manipolabile, $y(t)$ è l'uscita, e $d(t)$ è un disturbo.

3.A (10 punti) Progettare un sistema di controllo a retroazione unitaria che garantisca il soddisfacimento delle seguenti 4 specifiche

S1 Errore a regime nullo per un set-point costante
S2 Attenuazione minima del disturbo costante $d(t) = D$ pari al 95%
S3 Tempo di assestamento al 2% non superiore a 1.3 secondi
S4 Sovraelongazione percentuale non superiore al 5%.

3.b (5 punti) In corrispondenza del regolatore individuato al passo precedente, si scriva l'espressione della uscita a regime nel caso in cui $r(t) = 5 + 2t + 5sin(20t + 0.1)$ e $d(t) = 0.2$ Si scriva altresì l'espressione della funzione di trasferimento i cui diagrammi di Bode (riportati in Figura 2) servono per rispondere al quesito. (5 punti)

Es. 4 (2 punti)

Enunciare il Teorema del valore finale ed utilizzarlo per valutare il valore di regime del segnale $x(t)$ la cui trasformata di Laplace è $X(s) = \frac{3s^2+3s+10}{(s+1)(s^2+4)}$

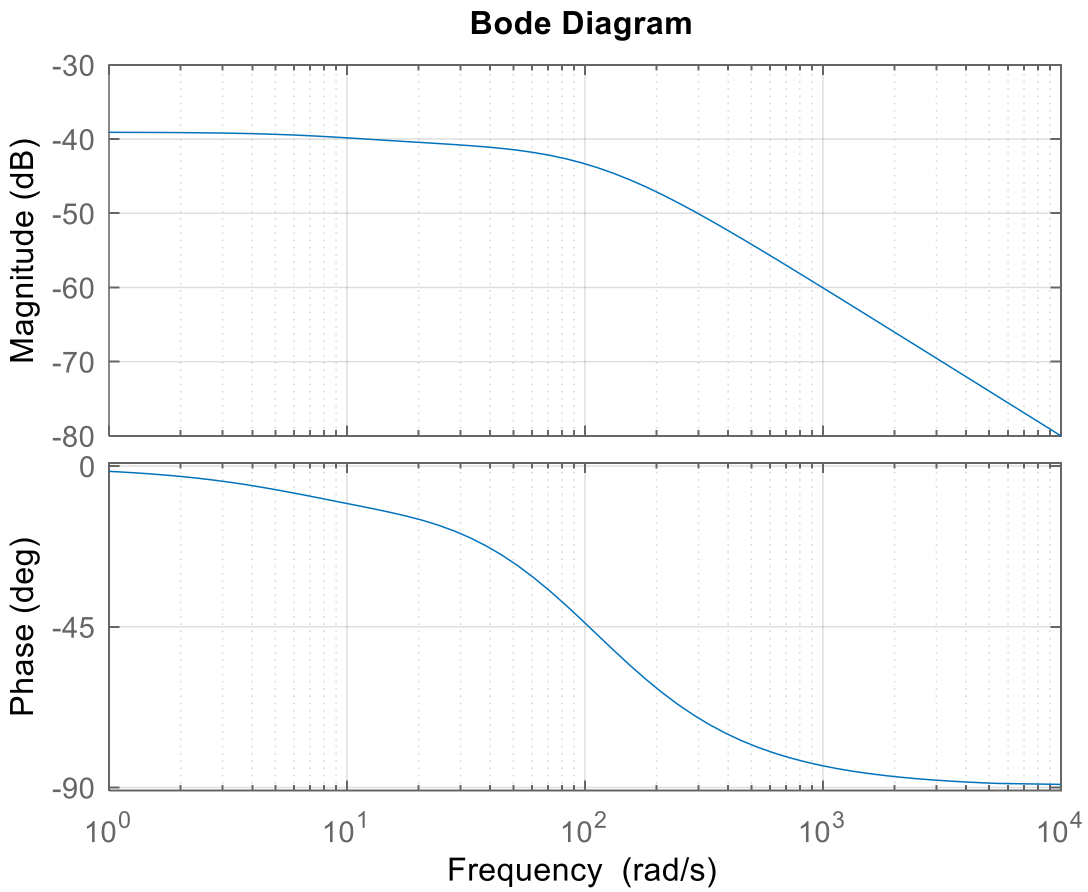


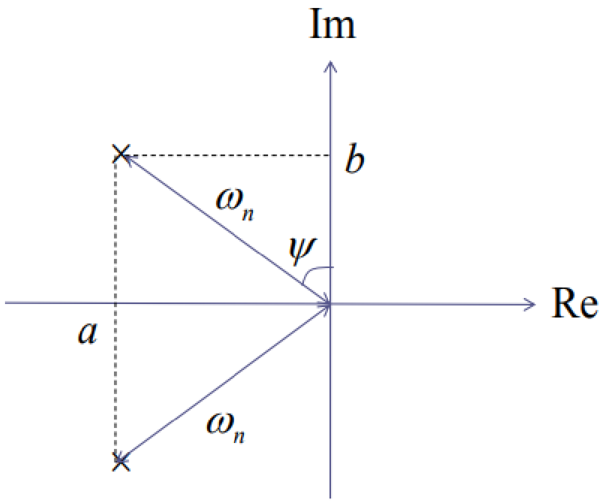
Figura 2

Numerare e firmare i fogli da consegnare.

Indicare chiaramente l'inizio e la fine dello svolgimento di ciascun esercizio.

	$T_{a5\%}$	$T_{a2\%}$	$T_{a1\%}$
$F(s)=\dfrac{\mu\omega_n^2}{(s^2+2\xi\omega_n s+\omega_n^2)}$	$3\tau_{eq}$	$4\tau_{eq}$	$5\tau_{eq}$
$F(s)=\dfrac{\mu}{(\tau s+1)}$	3τ	4τ	5τ
$F(s)=\dfrac{\mu}{(\tau s+1)^2}$	5τ	6τ	7τ

$$\tau_{eq} = \frac{1}{\xi\omega_n}$$



$$\xi = \sin(\psi)$$

$$s_{1,2} = a \pm jb$$

$$a = -\xi\omega_n$$

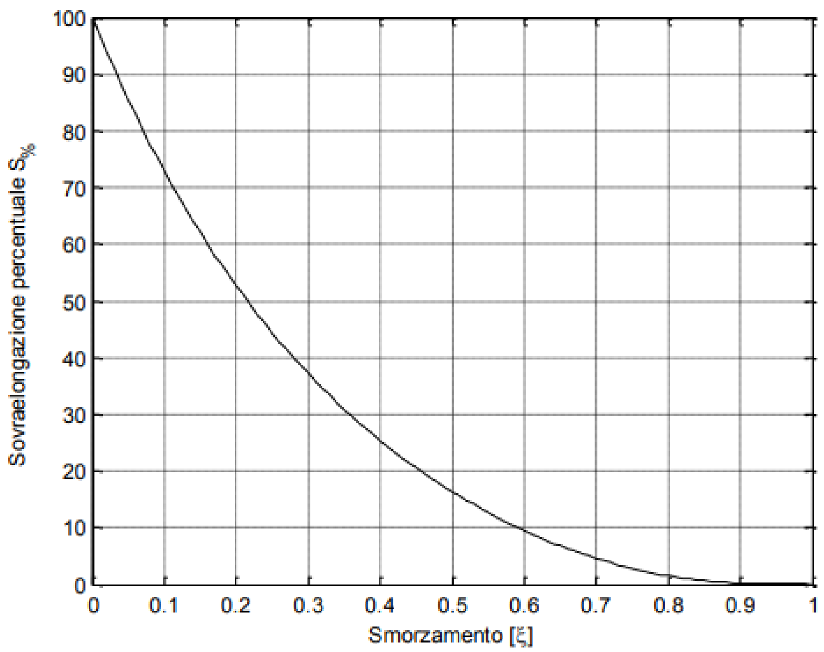
$$b = \omega_n\sqrt{1-\xi^2}$$

$$a^2 + b^2 = \omega_n^2$$

Periodo e istante del primo punto di massimo

$$T = \frac{2\pi}{\omega_n\sqrt{1-\xi^2}}$$

$$t_{max} = \frac{\pi}{\omega_n\sqrt{1-\xi^2}}$$



$$S_\% = 100e^{-\frac{\xi\pi}{\sqrt{1-\xi^2}}}$$