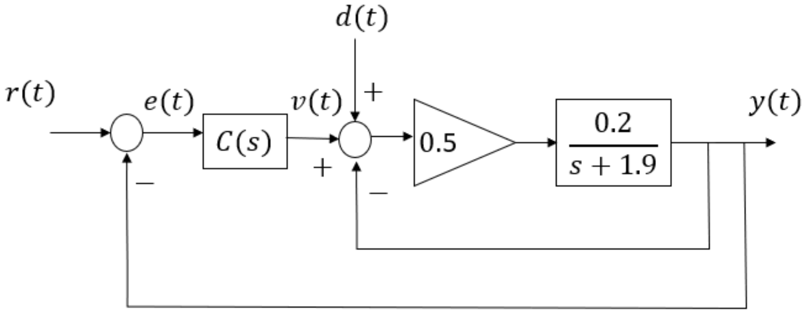
10 dicembre 2021 **Prova intermedia di Controlli Automatici**

Nome e cognome: ________________________________ Num. Matricola:__________________

Es. 1 (6 punti)

Si consideri il sistema di controllo in Figura



in cui il controllore C(s) è descritto dal seguente legame ingresso uscita

$$v(t) = 4\,e(t) + 28\int_0^t e(\tau)d\tau$$

> **1.A** Si tracci qualitativamente l'evoluzione temporale della variabile di uscita $y(t)$ ottenuta con set-point costante $r(t) = 5$ e disturbo nullo (4 punti)
> **1.B** Si scriva l'equazione differenziale che mette in relazione il disturbo $d(t)$ con l'uscita $y(t)$ quando il set point è nullo (2 punti)

Es. 2 (9 punti)

Si consideri un processo P (composto da due sottoprocessi fra loro in serie) in cui il legame fra l'ingresso $u(t)$ e l'uscita $y(t)$ è governato dal sistema di equazioni differenziali

$$\dot{w}(t) + 2w(t) = u(t)$$

$$\ddot{y}(t) + 5\dot{y}(t) = 0.1\,w(t)$$

ed un sistema di controllo a retroazione unitaria in cui il processo P viene controllato mediante un regolatore descritto dalla funzione di trasferimento

$$C(s) = \frac{k\,(s+4)}{s+1}$$

con k guadagno variabile.

> **2.A** Si analizzi la stabilità a ciclo chiuso al variare del guadagno k determinando esplicitamente, se esiste, il valore del guadagno critico (5 punti)
>
> **2.B** Sapendo che il luogo delle radici ammette un punto doppio nel punto -0.4, determinare l'intervallo di valori del guadagno k tale da garantire una risposta al gradino a ciclo chiuso monotona crescente (4 punti)

Es. 3 (15 punti)

Si consideri un sistema di controllo a retroazione unitaria con il processo descritto dalla funzione di trasferimento $P(s) = \frac{0.2}{s(s+4)}$ ed un disturbo che si sovrappone all'uscita del regolatore.

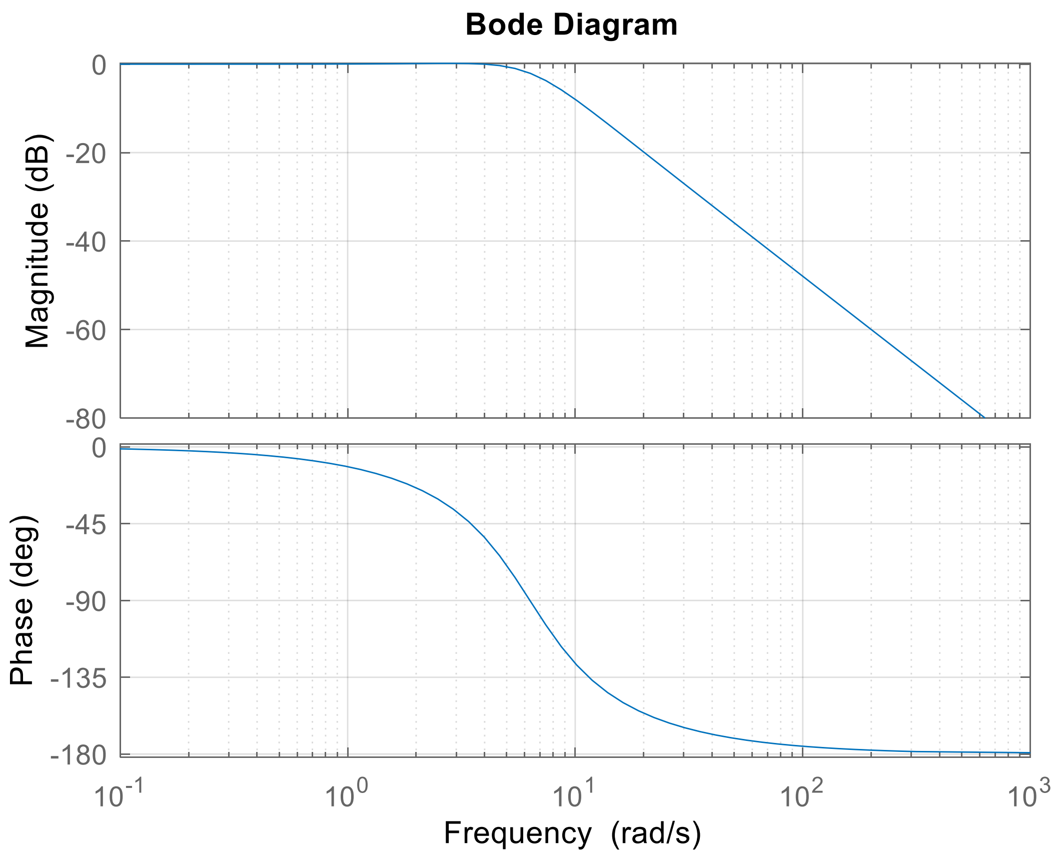
3.A (10 punti) Progettare un regolatore R(s) che soddisfi le seguenti 4 specifiche

- S1 Errore a regime nullo per un set-point costante
- S2 Attenuazione minima di un disturbo costante pari all' 99%
- S3 Tempo di assestamento al 2% non superiore a 3 secondi.
- S4 Sovraelongazione percentuale non superiore a 10

3.B In corrispondenza del regolatore individuato al passo precedente, si scriva l'espressione della uscita a regime nel caso in cui $r(t) = 3 + 0.5t + 5sin(20t)$ e $d(t) = 0.4 + e^{-2t}\sin(t)$. Si scriva altresì l'espressione della funzione di trasferimento i cui diagrammi di Bode (riportati in allegato) servono per rispondere al quesito. (5 punti)

Es. 4 (2 punti)

Enunciare con la massima precisione possibile le condizioni sotto le quali un sistema dinamico LTI descritto dalla funzione di trasferimento F(s) risulti essere asintoticamente stabile, semplicemente stabile, o instabile.

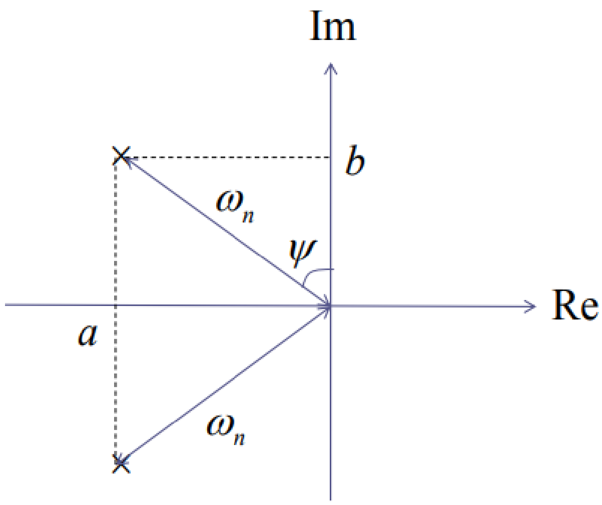


Numerare e firmare i fogli da consegnare.

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

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

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



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

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

$$a=-\xi\omega_n$$

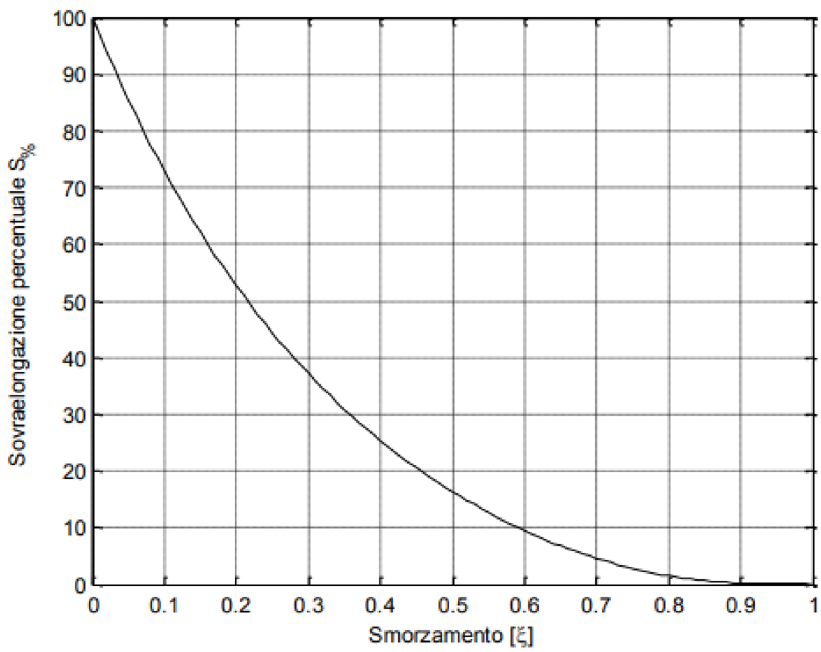
$$b=\omega_n\sqrt{1-\xi^2}$$

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

Periodo e istante del primo punto di massimo

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

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



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