

Prototipo esame I parte

1. Questa domanda riguarda i videogiochi e vale solo 1 punto

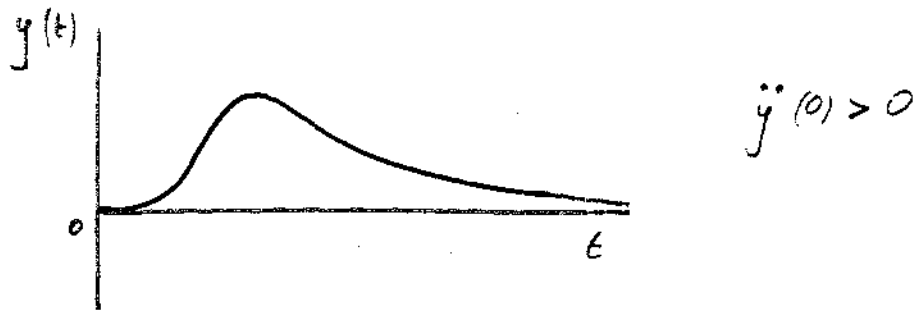
Domanda : come si chiama il videogioco in cui si deve stabilizzare un sistema instabile?

Risposta :

2. Si sottolineino le affermazioni vere (senza dare alcuna giustificazione)

- I sistemi esternamente stabili sono asintoticamente stabili
- I sistemi esternamente stabili hanno poli stabili
- I sistemi asintoticamente stabili possono non essere esternamente stabili
- Un sistema esternamente stabile può avere uscita illimitata per ingresso limitato e stato iniziale nullo
- Esistono sistemi esternamente stabili che per opportuni stati iniziali hanno uscita illimitata per ingressi limitati

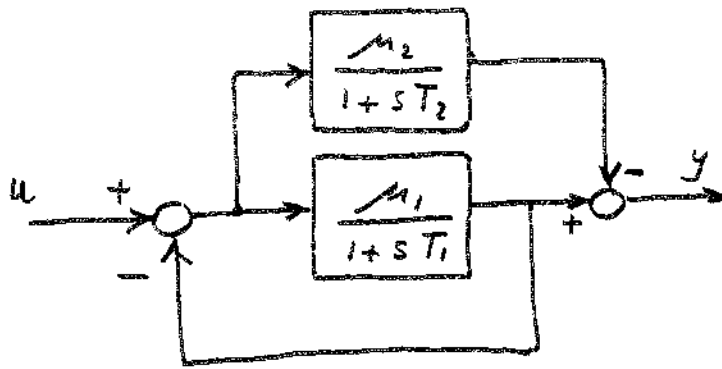
3. In figura è mostrata la risposta allo scelino di un sistema lineare a tempo continuo



- (1) Si deducano poli e zeri del sistema e li si rappresenti con \times e \circ nel piano complesso
- (2) Si dica (motivando la risposta) se in questo sistema è possibile ricostruire asintoticamente l'ingresso a partire da una registrazione dell'uscita.

SVOLGIMENTO

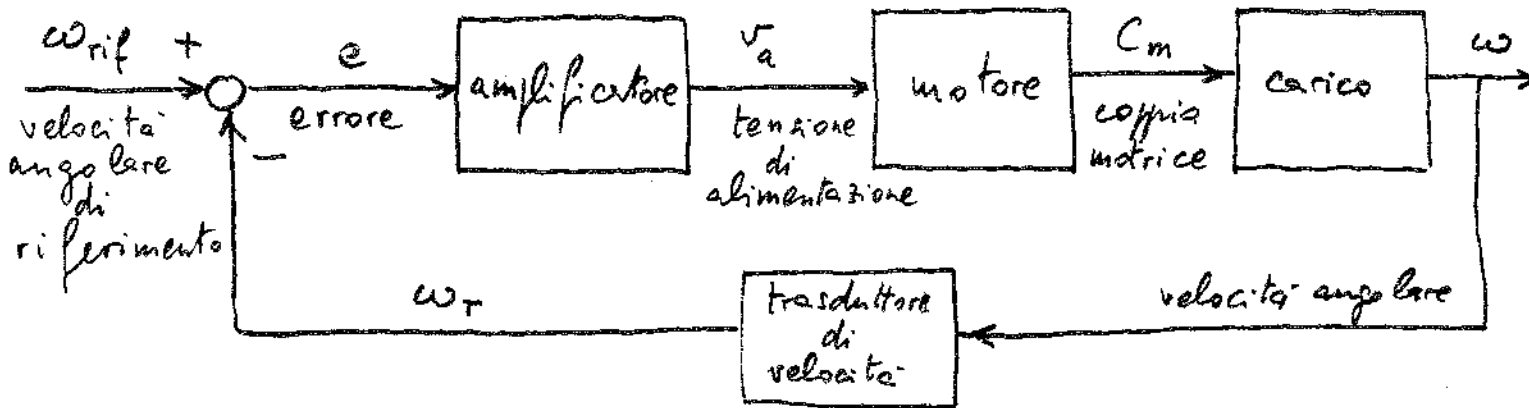
4. Si consideri il sistema rappresentato in figura



Si dimostri che il sistema è a sfasamento minimo
se i parametri μ_1 , μ_2 , T_1 e T_2 sono positivi e se
 $T_1 = T_2$.

SVOLGIMENTO

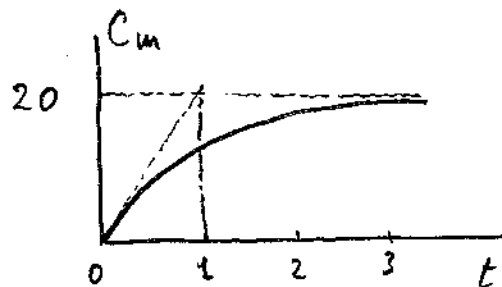
5. Si consideri il sistema di controllo di velocità descritto in figura



Di ogni componente si sa quanto segue:

amplificatore : guadagno $\mu_a = 30$; dinamiche rapidissime

motore : risposta allo scalino unitario misurata sperimentalmente



carico : cilindro rotante di momento d'inerzia: $J = 10$
costante di attrito viscoso: $h = 0.5$

trasduttore : guadagno unitario ($\mu_T = 1$); costante di tempo $T_t = 0.01$

Le domande sono formulate sul retro

DOMANDE

(1) Si determinino, innanzitutto, le funzioni di trasferimento dei quattro sottosistemi. Per quanto riguarda il cerchio, si ricordi che la legge di Newton per una massa rotante è:

$$\text{momento d'inerzia} \times \text{accelerazione angolare} = \text{coppia motrice} - \text{coppia d'attrito}$$

Inoltre, si ipotizzi che la coppia d'attrito sia proporzionale e opposta alla velocità angolare ω del cerchio.

(2) Indi si calcoli il guadagno d'anello $\mu = \mu_a / \mu_m / \mu_c / \mu_t$ e si dica se il sistema di controllo è esternamente stabile.

(3) Infine, si calcoli il marginale di guadagno che, per definizione, è il rapporto tra il guadagno d'anello critico μ_{crit} (cioè il guadagno d'anello al di là del quale il sistema è esternamente instabile) e il guadagno d'anello μ .

Lo svolgimento è sul prossimo foglio

SVOLGIMENTO (seguire lo scheme di soluzione proposto)

(1) Le quattro funzioni di trasferimento sono

$$G_a(s) =$$

$$G_m(s) =$$

$$G_c(s) =$$

$$G_t(s) =$$

La giustificazione di queste funzioni di trasferimento è la seguente:

amplificatore :

motore :

carico :

trasduttore :

continua sul retro del foglio

SVOLGIMENTO (seguito)

(2) Il guadagno d'anello è

$$\mu = \mu_a \mu_m \mu_c \mu_t = \dots$$

Il sistema di controllo è (sottolineare la risposta esatta)

esternamente stabile esternamente instabile

perché (dare una giustificazione possibilmente breve):

(3) Il margine di guadagno è

$$\frac{\mu_{crit}}{\mu} = \dots$$

(non dare alcuna giustificazione se μ_{crit} è stato già calcolato al punto precedente)

Prototipo esame II parte

Questa domanda vale solo 1 punto e riguarda il videogioco il tesoro.

Sottolineare la funzione di trasferimento, tra quelle riportate qui sotto, che viene usata nella lezione

$$\frac{1 + sT}{1 + sT}$$

$$\frac{e^{-\tau s}}{s}$$

$$\frac{\omega_n^2}{s^2 + 2\zeta\omega_n s + \omega_n^2}$$

$$\frac{(1 - sT)\omega_n^2}{s^2 + 2\zeta\omega_n s + \omega_n^2}$$

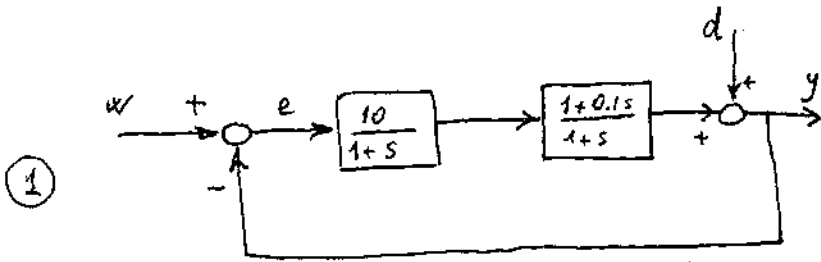
Si considerino le seguenti proprietà di un sistema ad anello chiuso

- robustezza
- rapidità di risposta al riferimento (costante di tempo d'uscita)
- larghezza della banda passante
- risonanza
- precisione statica

e si dice (sottolineandole ma senza dire perché) quali di queste proprietà sono legate

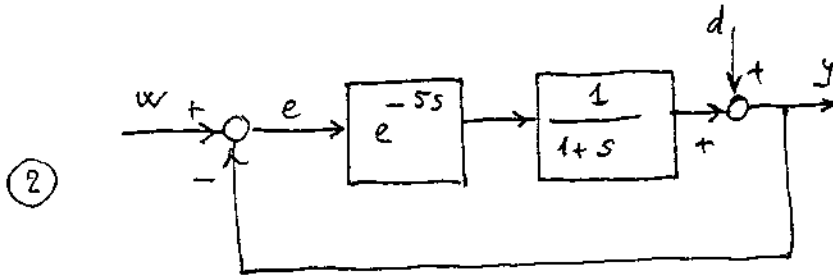
alla pulsazione critica ω_c

Si dica in quale di questi quattro sistemi risulta nullo l'errore ($e = w - y$) a transitorio esaurito



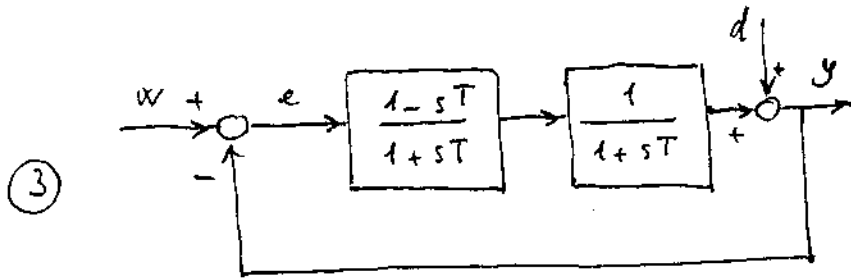
$$w = 5 \operatorname{scg} t$$

$$d = 2 \operatorname{scg} t$$



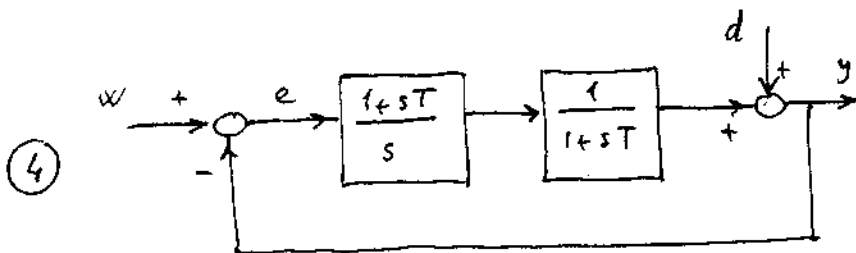
$$w = \operatorname{scg} t$$

$$d = -\operatorname{scg} t$$



$$w = 3 \operatorname{scg} t$$

$$d = 2 \operatorname{scg} t$$



$$w = \operatorname{scg} t$$

$$d = 5 \operatorname{scg} t$$

Risposta: Il sistema in cui l'errore è nullo a transitorio esaurito è il n.

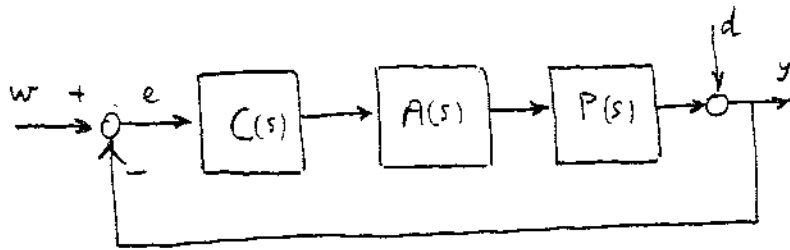
Motivazione (in al più 3 righe):

I sistemi di controllo discussi nel corso sono stati:

- controllo del movimento di un convoglio
- controllo di un satellite geostazionario
- controllo della portata di alimentazione di un impianto chimico
- controllo di posizione realizzato con un semplice sistema a pulleggi
- controllo dello spessore di un laminato in PVC
- regolazione del lago di Como
- regolazione della velocità di uno yacht

In uno di questi problemi il controllore considerato era un controllore efficiente. Li indichi quel'era questo problema, sottolineandolo. Non c'è bisogno di dare alcuna giustificazione.

Il sistema di controllo rappresentato in figura



è caratterizzato dai seguenti indicatori:

$$e_{\infty} = 0 \text{ per } w \text{ e } d \text{ costanti}$$

$$\varphi_m = 55^\circ$$

$$k_m = 2$$

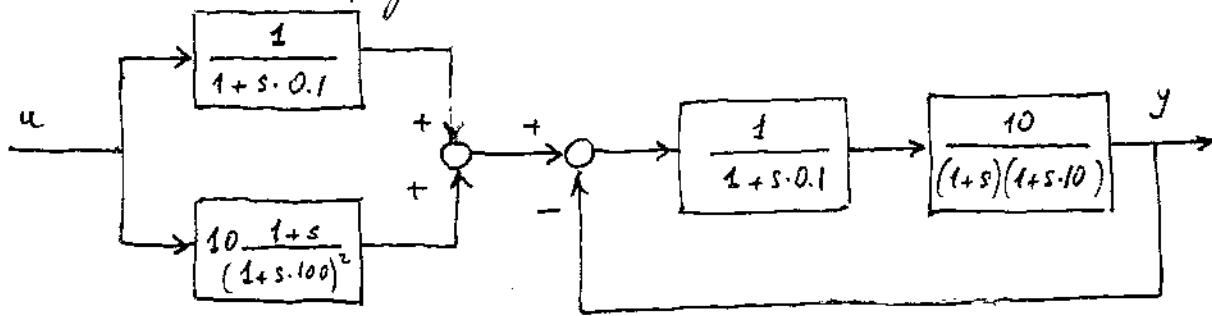
$$\omega_c = 4$$

Nel caso il controllore venga realizzato mediante un algoritmo digitale con passo di campionamento T , si dica quale potrebbe essere il valore di T e si valuti il corrispondente deterioramento ($\Delta\varphi_m$) del margine di fase (φ_m).

Risposta : $T =$ $\Delta\varphi_m = -$ (in gradi)

Motivazioni :

Si consideri il sistema rappresentato dallo schema a blocchi di figura



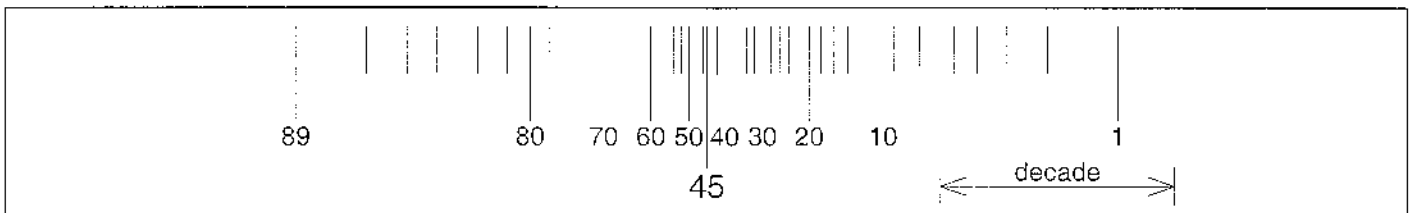
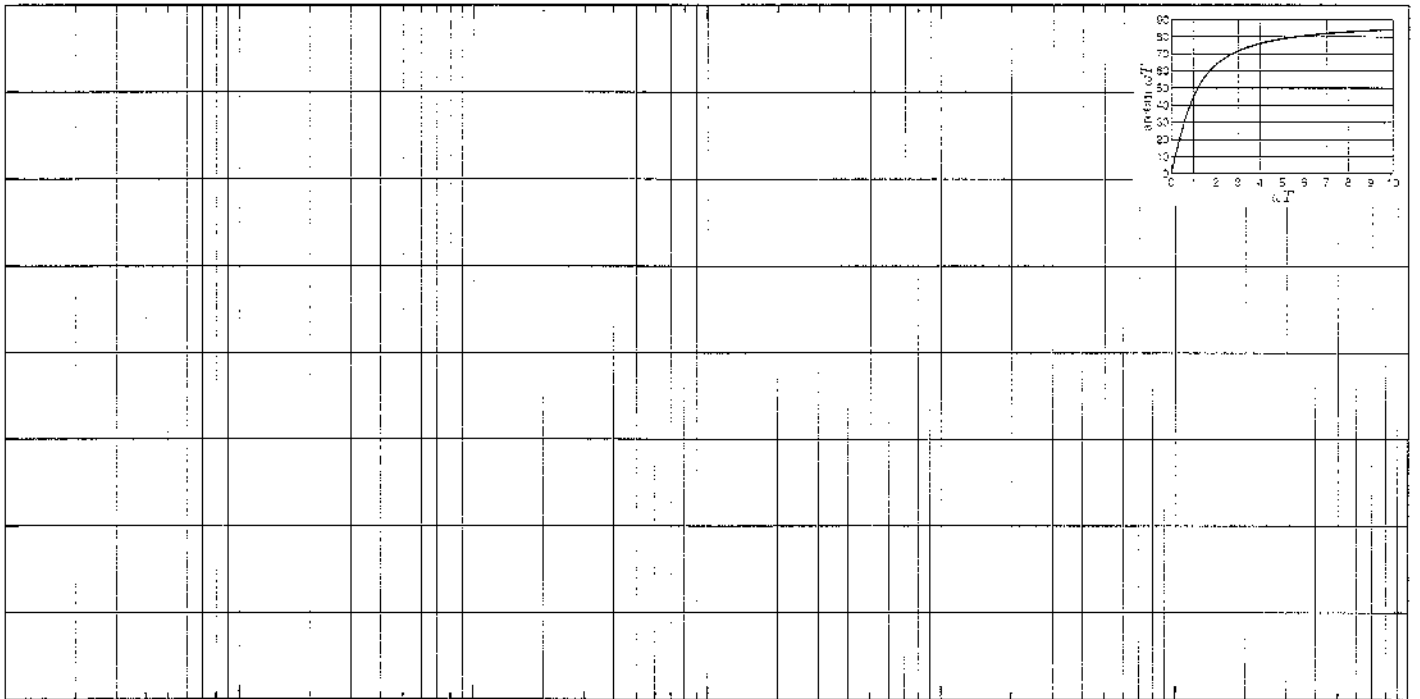
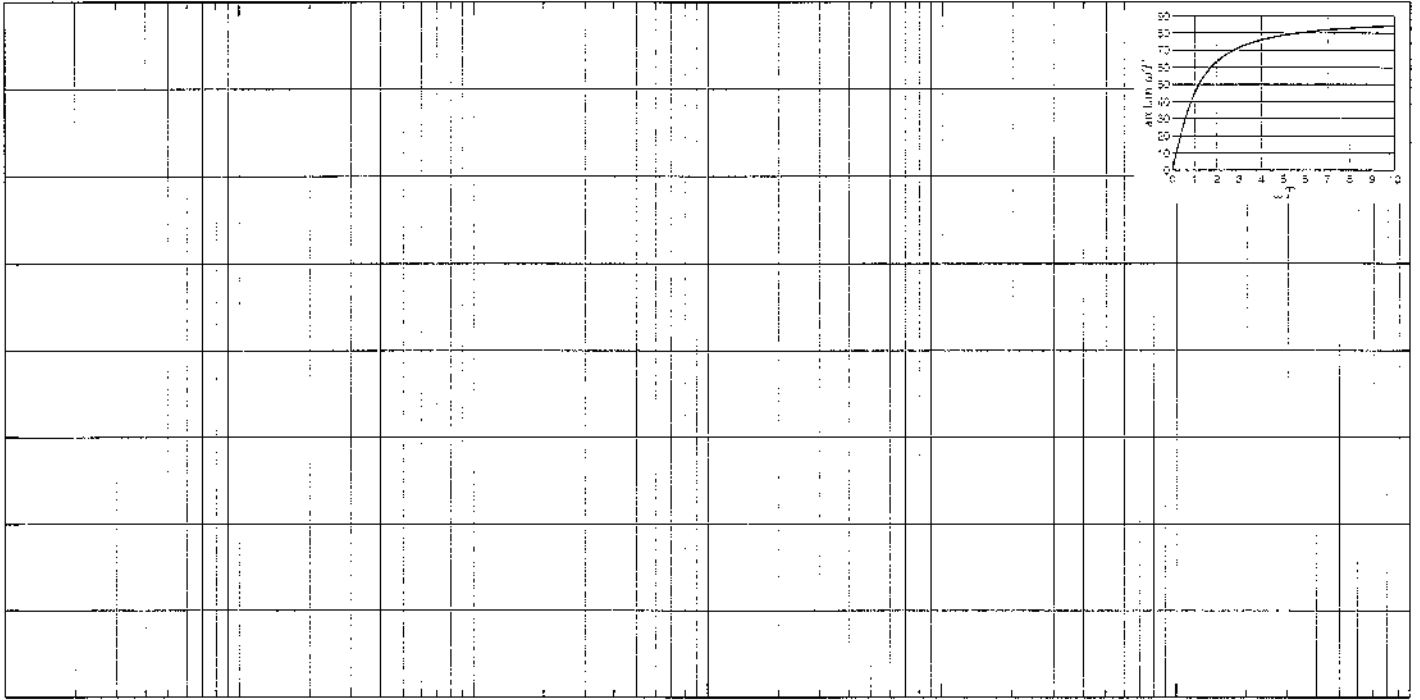
Si supponga che l'ingresso sia sinusoidale, cioè

$$u = U \sin \omega t$$

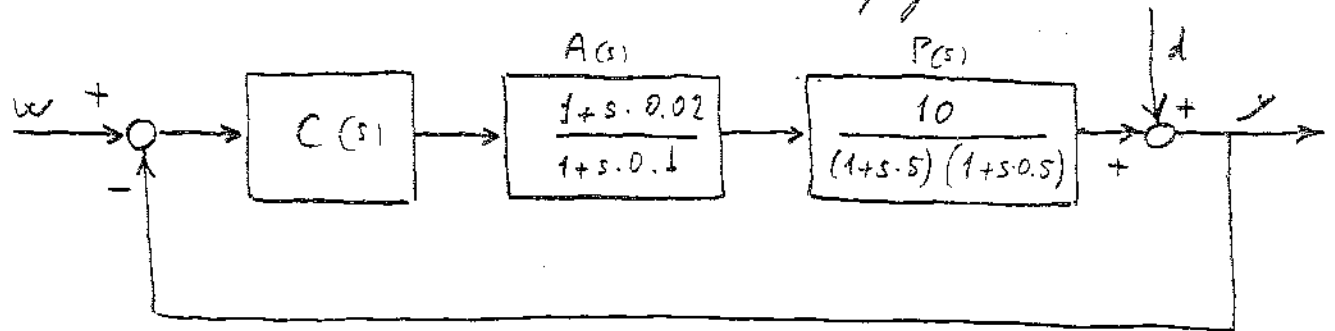
e si calcoli l'ampiezza della corrispondente sinusoide in uscita per $\omega = 0.1$

(è consigliato usare metodi grafici approssimati)
(per questo si può anche usare il foglio seguente)

SVOLGIMENTO



Si consideri il sistema descritto in figura



e si progetti il regolatore in modo da soddisfare le seguenti prescrizioni:

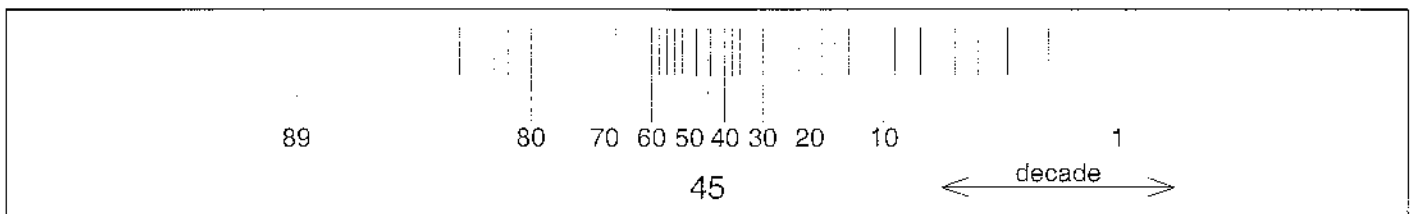
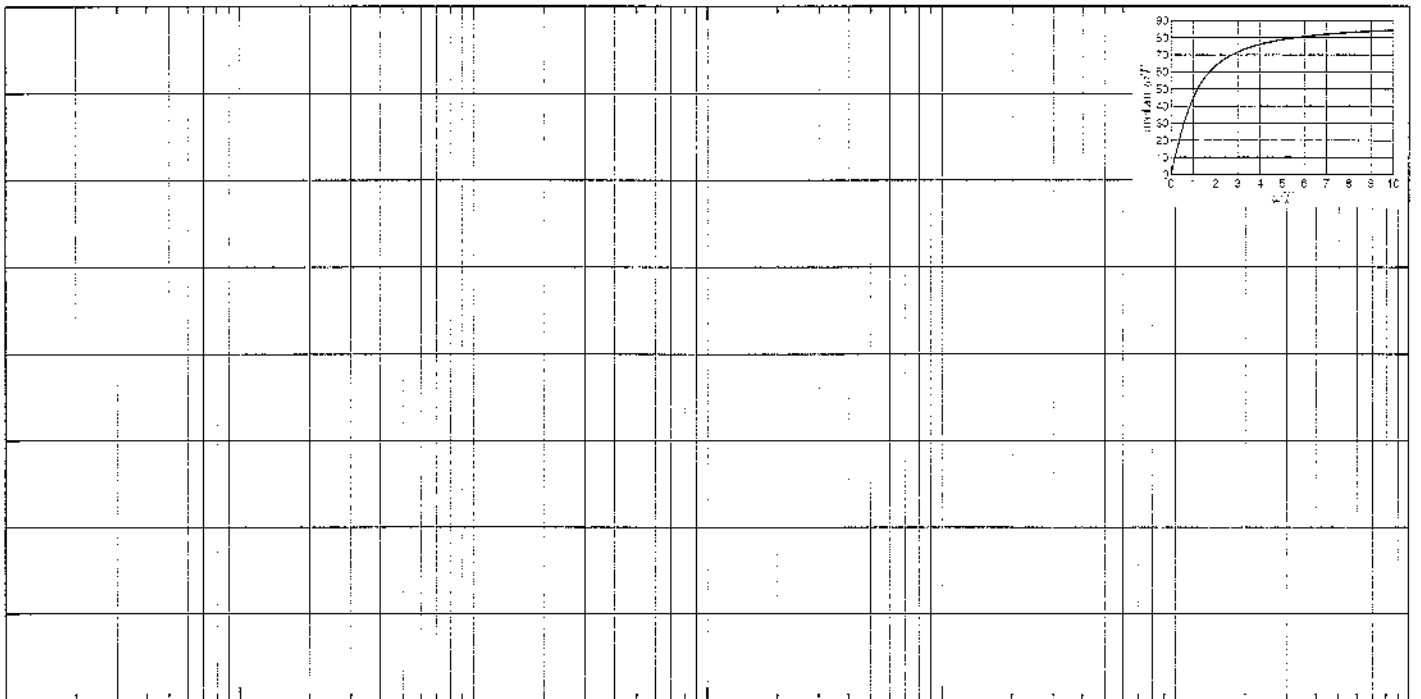
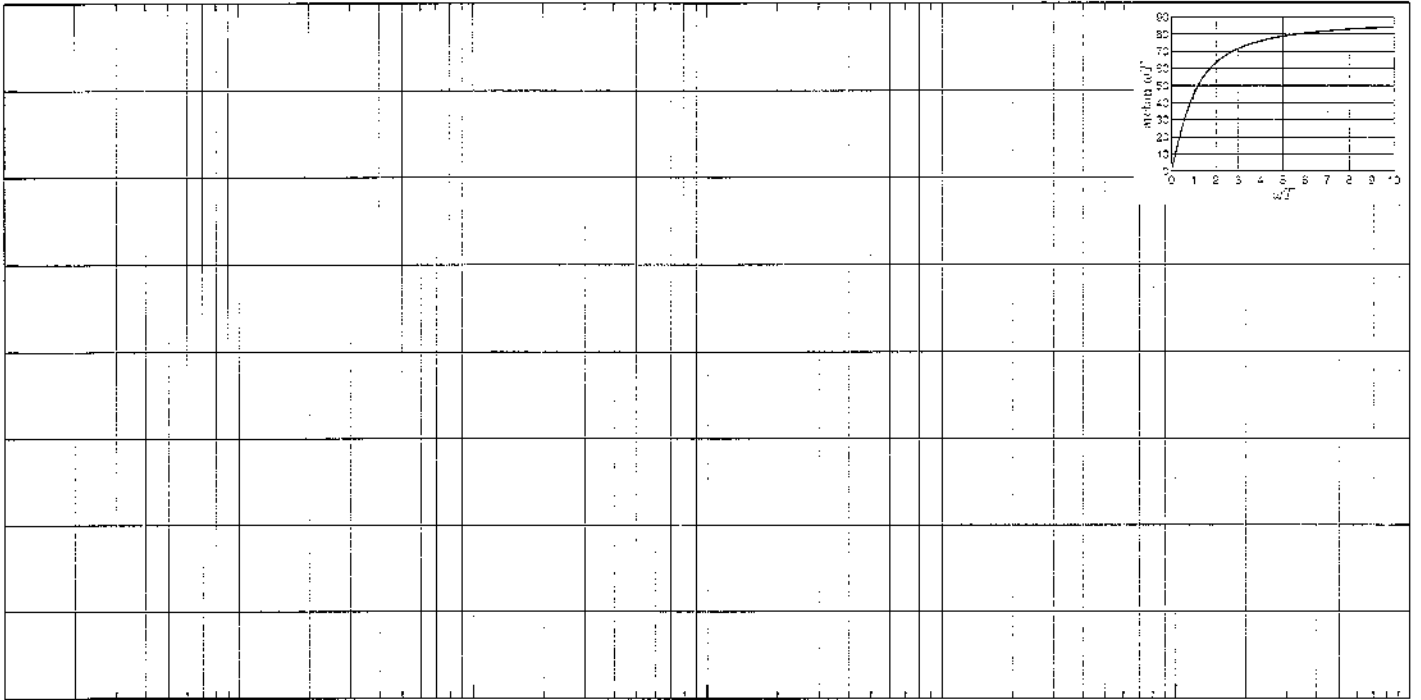
- errore nullo a transitorio esaurito per ogni riferimento w costante e per ogni disturbo d costante
- marginale di fase pari almeno a 60°
- costante di tempo dominante del sistema regolato almeno tre volte più piccola della costante di tempo dominante del processo.

[Si consiglia di considerare come regolatori quelli con funzione di trasferimento $C(s) = p \frac{(1+sT)}{s}$]

Risposta: il regolatore che propongo ha la seguente funzione di trasferimento

$$C(s) =$$

Giustificazione (usare anche il foglio ^{seguente} su cui è possibile tracciare diagrammi di Bode)



ESERCIZIO 1

Con riferimento alle equazioni dell'impianto di laboratorio:

$$\dot{T}_1 = [P_{g1} - \gamma_{ta}(T_1 - T_a) - \gamma_{tp}(T_1 - T_p)]$$

$$\dot{T}_2 = [P_{g2} - \gamma_{ta}(T_2 - T_a) - \gamma_{tp}(T_2 - T_p)]$$

$$\dot{T}_p = [\gamma_{tp}(T_1 - T_p) + \gamma_{tp}(T_2 - T_p) - \gamma_{pa}(T_p - T_a)]$$

si dica (scrivendo sopra i puntini) cosa rappresentano le seguenti variabili e parametri

T_1

\dot{T}_p

γ_{ta}

P_{g1}

ESERCIZIO 2

Dato il sistema

$$\dot{x}(t) = ax(t) + bu(t - \tau)$$

$$y(t) = cx(t) + du(t)$$

tradurlo in uno schema SIMULINK utilizzando solo elementi come quelli riportati in figura, allo scopo di ricavare per simulazione la risposta del sistema al segnale $u(t) = 2 \text{ sca}(t)$.

