

CONTROLLI AUTOMATICI (01AKS, 02FSQ)

Tipologia del compito del 15/VII/2002

COGNOME: _____

N. MATRICOLA: _____

NOME: _____

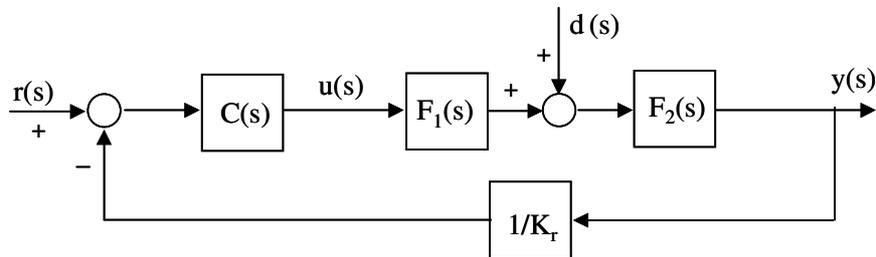
Laurea in: AUT ELN INF

Risolvere gli esercizi proposti riportando le risposte esclusivamente nel foglio allegato, seguendo le indicazioni in esso contenute.

Esercizio 1 - Progetto di un controllore

Sia dato il sistema di controllo riportato in figura con:

$$F_1(s) = \frac{(1 + s/0.1)}{(1 + s/0.2)(1 + s/10)}, \quad F_2(s) = \frac{1}{s}, \quad K_r = 1, \quad d(t) = 1.5$$



1.1) Progettare il controllore $C(s)$ in modo tale che il sistema retroazionato soddisfi le seguenti specifiche:

- errore di inseguimento al gradino unitario nullo in regime permanente, in assenza di disturbi;
- errore di inseguimento alla parabola $r(t) = t^2/2$ in regime permanente pari al massimo in modulo a 0.16, in assenza di disturbi;
- effetto del disturbo $d(t)$ sull'uscita in regime permanente pari al massimo in modulo a 0.05;
- banda passante pari a circa 4 rad/s (la specifica è soddisfatta se l'errore commesso è inferiore in modulo al 10%);
- sovraelongazione massima della risposta al gradino unitario minore (o uguale) al 25%.

Riportare la funzione di trasferimento del controllore progettato sul foglio allegato nella forma fattorizzata in costanti di tempo:

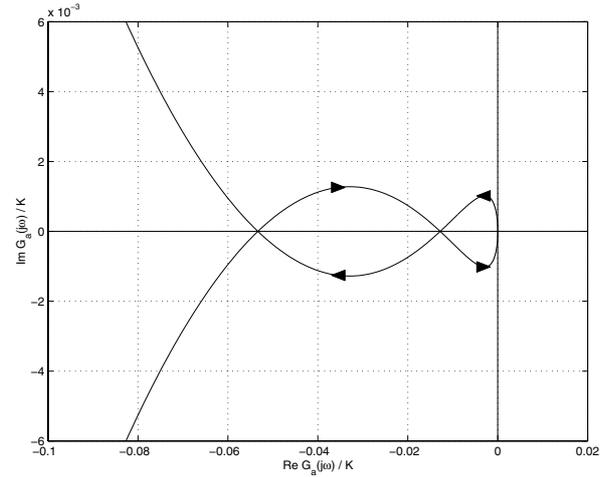
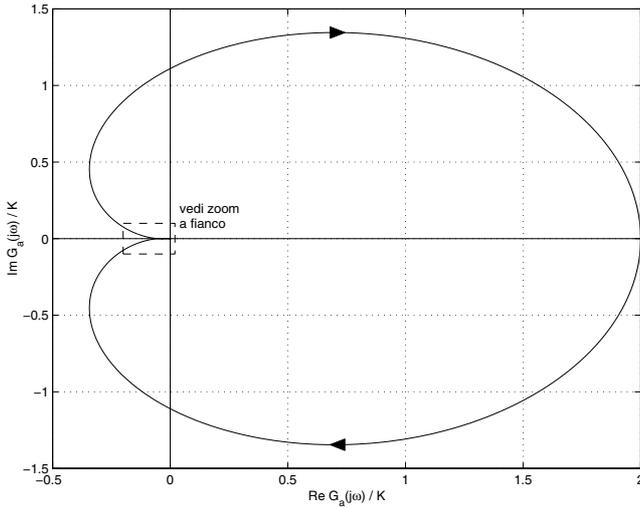
$$C(s) = \frac{K_c (1 + \tau_{z,1}s) \cdots}{s^i (1 + \tau_{p,1}s) \cdots}$$

1.2) Dopo aver verificato che il sistema in catena chiusa così ottenuto soddisfi le specifiche richieste, valutarne:

- il tempo di salita;
- il picco di risonanza della risposta in frequenza;
- il valore massimo del comando $u(t)$ applicato dal controllore progettato, quando $r(t) = 1$ (gradino unitario).

1.3) Discretizzare il controllore $C(s)$ progettato, scegliendo opportunamente il passo di campionamento (motivare tale scelta). Determinare la funzione di trasferimento $C(z)$, specificando il metodo di discretizzazione utilizzato. Valutare il tempo di salita e la sovraelongazione massima della risposta al gradino unitario del sistema ad anello chiuso, ottenuti con tale $C(z)$.

Esercizio 2 - Dato il diagramma di Nyquist indicato nelle figure sottostanti:



corrispondente alla seguente funzione di trasferimento d'anello:

$$G_a(s) = 2K \frac{(1 + s/60)(1 + s/100)}{(1 + s/4)(1 + s/8)(1 + s/12)}$$

analizzare le caratteristiche di stabilità del sistema retroazionato negativamente al variare del parametro reale K , sapendo che le intersezioni del diagramma di Nyquist di $G_a(j\omega)/K$ con l'asse reale sono in: -0.05333 , -0.0128 , 0 , 2 .

A) Il sistema retroazionato è stabile per $K < -0.05333$ oppure per $K > 2$; presenta 1 polo instabile per $0 < K < 2$; presenta 2 poli instabili per $-0.05333 < K < 0$.

B) Il sistema retroazionato è stabile per $K < -0.05333$ oppure per $K > 2$; presenta 1 polo instabile per $-0.05333 < K < 0$; presenta 2 poli instabili per $0 < K < 2$.

C) Il sistema retroazionato è stabile per $-0.5 < K < 18.751$ oppure per $K > 78.125$; presenta 1 polo instabile per $K < -0.5$; presenta 2 poli instabili per $18.751 < K < 78.125$.

D) Il sistema retroazionato è stabile per $-0.5 < K < 18.751$ oppure per $K > 78.125$; presenta 1 polo instabile per $18.751 < K < 78.125$; presenta 2 poli instabili per $K < -0.5$.

Esercizio 3 per AUT e INF - Dato il sistema descritto dalla funzione di trasferimento:

$$F(s) = \frac{100s + 1000}{s^5 + 38s^4 + 481s^3 + 2280s^2 + 3600s}$$

progettare un controllore PID *reale* (si scelga $N = 10$ nella definizione del polo di chiusura) e valutare la banda passante B_3 ed il picco di risonanza $M_r|_{dB}$ del sistema controllato in catena chiusa, ottenuto con retroazione negativa unitaria e con tale controllore in cascata.

Esercizio 3 per ELN - Un sistema con funzione di trasferimento $\frac{4}{s+8}$ è controllato in catena chiusa con retroazione unitaria negativa e con compensatore di tipo PI: $C(s) = K_P + \frac{K_I}{s}$. Il guadagno K_I è costante, fissato al valore $K_I = 144$; per il guadagno K_P non ci sono limitazioni. Determinare il valore di K_P che assicura un fattore di smorzamento dei poli in catena chiusa pari a $\zeta = 0.5$. Della catena chiusa così ottenuta valutare il guadagno stazionario K_{cc} , il tempo di salita t_s e la sovraelongazione massima percentuale \hat{s} della risposta al gradino unitario.

COGNOME: _____

NOME: _____

Esercizio 1**Risultati dell'analisi delle specifiche:**

Numero di poli nell'origine del controllore necessari per soddisfare tutte le specifiche statiche =
 Guadagno stazionario minimo del controllore necessario per soddisfare tutte le specifiche statiche =
 Pulsazione di attraversamento desiderata =
 Margine di fase minimo richiesto =
 Eventuali commenti:

Funzione di trasferimento del controllore progettato (in forma fattorizzata in costanti di tempo):

$$C(s) = \frac{K_c (1 + \tau_{z,1}s) \cdots}{s^i (1 + \tau_{p,1}s) \cdots} =$$

Breve relazione sul progetto di $C(s)$ (in particolare, indicare i parametri caratteristici delle reti compensatrici utilizzate):

Verifica del soddisfacimento delle specifiche (riportare i valori numerici ottenuti in simulazione):

- a) modulo dell'errore di inseguimento al gradino unitario in regime permanente =
- b) modulo dell'errore di inseguimento alla parabola $r(t) = t^2/2$ in regime permanente =
- c) modulo dell'effetto del disturbo $d(t)$ sull'uscita in regime permanente =
- d) banda passante =
- e) sovraelongazione massima della risposta al gradino unitario =

Valutazione delle prestazioni ad anello chiuso (riportare i valori numerici ottenuti in simulazione):

- α) tempo di salita =
- β) picco di risonanza della risposta in frequenza =
- γ) valore massimo del comando =

Discretizzazione del controllore:

Passo di campionamento T =

$$C(z) = \frac{N_C(z)}{D_C(z)} =$$

Motivazioni della scelta di T ; metodo di discretizzazione utilizzato:

Valutazioni delle prestazioni ad anello chiuso (riportare i valori numerici ottenuti in simulazione):

- tempo di salita =
- sovraelongazione massima della risposta al gradino unitario =

Esercizio 2

Risposta (indicare solo la lettera in stampatello corrispondente alla risposta ritenuta esatta):

Esercizio 3 per AUT e INF

Parametri significativi del sistema, utili ai fini della taratura del controllore PID:

Parametri del controllore PID:

$$K_P =$$

$$T_I =$$

$$T_D =$$

Valutazione delle prestazioni ad anello chiuso (riportare i valori numerici ottenuti in simulazione):

- banda passante $B_3 =$

- picco di risonanza $M_r|_{dB} =$

Esercizio 3 per ELN

Parametri del controllore PI:

$$K_P =$$

Valutazione delle prestazioni ad anello chiuso (riportare i valori numerici ottenuti in simulazione):

$$K_{cc} =$$

$$t_s =$$

$$\hat{s} =$$