

CONTROLLI AUTOMATICI (01AKS, 01FSQ, 02FSQ)

Tipologia del compito del 7/VII/2003

COGNOME: _____

N. MATRICOLA: _____

NOME: _____

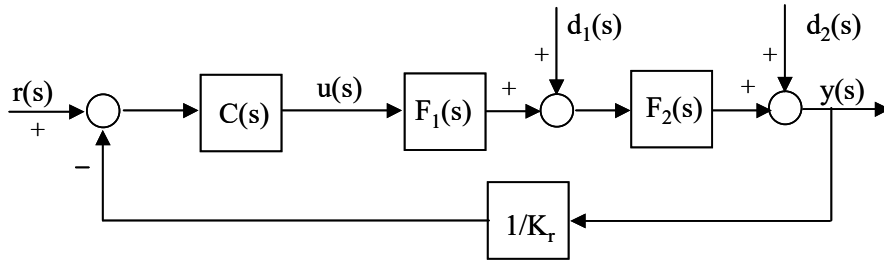
Laurea in: AUT ELN INF PRLP

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:

$$F_1(s) = \frac{5}{s}, \quad F_2(s) = \frac{(s+20)}{(s+1)(s+5)^2}, \quad K_r = 1, \quad d_1(t) = 0.5, \quad d_2(t) = 0.1t$$



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

- errore di inseguimento alla rampa unitaria in regime permanente pari al massimo in modulo a 0.05, in assenza di disturbi;
- effetto del disturbo $d_1(t)$ sull'uscita in regime permanente pari al massimo in modulo a 0.01;
- effetto del disturbo $d_2(t)$ sull'uscita in regime permanente pari al massimo in modulo a 0.01;
- tempo di salita della risposta al gradino unitario pari a circa 1 s (la specifica è ritenuta soddisfatta se l'errore commesso è inferiore in modulo al 20%);
- picco di risonanza della risposta in frequenza non superiore a 2.5 dB.

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

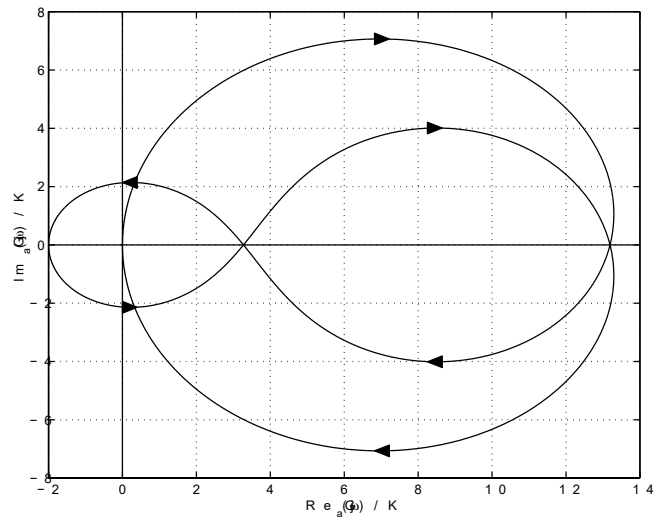
$$C(s) = \frac{K_c}{s^i} \frac{(1 + \tau_{z,1}s) \cdots}{(1 + \tau_{p,1}s) \cdots}$$

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

- la banda passante;
- la sovralongazione massima della risposta al gradino unitario;
- il valore massimo del comando $u(t)$ applicato dal controllore progettato, quando $r(t) = 1$ (gradino unitario), in assenza di disturbi.

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, e valutare il tempo di salita e la sovralongazione massima della risposta al gradino unitario del sistema ad anello chiuso, ottenuti con tale $C(z)$.

Esercizio 2 - Dato il diagramma di Nyquist indicato nella figura sottostante:



corrispondente alla seguente funzione di trasferimento d'anello:

$$G_a(s) = -2K \frac{(1+s)(1+s/2)}{(1-s)(1+s/20)(1+s/40)}$$

analizzare le caratteristiche di stabilità del sistema retroazionato positivamente per K pari a: $-1, -0.1, -0.01, 0.01, 0.1, 1$.

A) Il sistema retroazionato è stabile per $K = -0.1, -0.01, 0.01, 1$; presenta 1 polo instabile per $K = -1$; presenta 2 poli instabili per $K = 0.1$.

B) Il sistema retroazionato è stabile per $K = -1$; presenta 1 polo instabile per $K = -0.1, -0.01, 0.01, 1$; presenta 3 poli instabili per $K = 0.1$.

C) Nessuna delle altre risposte è corretta.

D) Il sistema retroazionato è stabile per $K = -1$; presenta 1 polo instabile per $K = -0.1, -0.01, 0.01, 1$; presenta 2 poli instabili per $K = 0.1$.

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

$$F(s) = \frac{3s + 6}{s^4 + 6.5s^3 + 12s^2 + 4.5s}$$

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

Esercizio 3 per ELN - Un sistema avente funzione di trasferimento $G(s) = \frac{40}{(s-2)(s+20)}$ è controllato in catena chiusa

con retroazione negativa unitaria e compensatore di tipo PI, $C(s) = K_P + \frac{K_I}{s}$. Al sistema in catena chiusa si vuole imporre un polo reale stabile λ e una coppia di poli complessi coniugati con smorzamento $\zeta = 0.5$ e pulsazione naturale ω_n . Dire se il sistema in catena chiusa è:

a) stabilizzabile solo per $\lambda = -2$ e $\omega_n = 16$;

b) stabilizzabile $\forall \lambda$ e $\forall \omega_n$;

c) stabilizzabile per particolari coppie λ, ω_n ;

d) non stabilizzabile.

Qualunque sia la risposta data fornirne una brevissima giustificazione.

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 effettivamente ottenuti in simulazione):

a) modulo dell'errore di inseguimento alla rampa unitaria in regime permanente =

b) modulo dell'effetto del disturbo $d_1(t)$ sull'uscita in regime permanente =c) modulo dell'effetto del disturbo $d_2(t)$ sull'uscita in regime permanente =

d) tempo di salita della risposta al gradino unitario =

e) picco di risonanza della risposta in frequenza =

Valutazione delle prestazioni richieste ad anello chiuso (riportare i valori numerici ottenuti in simulazione): α) banda passante = β) sovraelongazione massima della risposta al gradino unitario = γ) valore massimo del comando =**Discretizzazione del controllore:**Passo di campionamento T =

$$C(z) =$$

Motivazioni della scelta di T , metodo di discretizzazione utilizzato e valutazioni richieste ad anello chiuso:

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:

$$K_P =$$

$$T_I \equiv$$

$$T_D =$$

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

banda passante =

picco di risonanza =

Esercizio 3 per ELN

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

Breve giustificazione della risposta data: