

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

Tipologia del compito del 21/VII/2003

COGNOME: _____

N. MATRICOLA: _____

NOME: _____

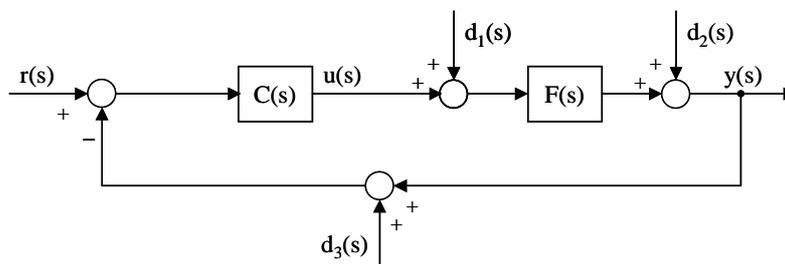
Laurea in: AUT ELN INF PRLP

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:

$$F(s) = \frac{10(s+10)}{s^2 + 0.5s + 25}, \quad d_1(t) = 1, \quad d_2(t) = t, \quad d_3(t) = \sin(1000t)$$



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 $1.25 \cdot 10^{-4}$, in assenza di disturbi;
- effetto del disturbo $d_1(t)$ sull'uscita nullo in regime permanente;
- effetto del disturbo $d_2(t)$ sull'uscita in regime permanente pari al massimo in modulo a $2.5 \cdot 10^{-4}$;
- tempo di salita della risposta al gradino unitario pari a circa 0.04 s (la specifica è ritenuta soddisfatta se l'errore commesso è inferiore in modulo al 20%);
- sovraelongazione massima della risposta al gradino unitario minore (o uguale) al 35%.

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:

- la banda passante;
- l'errore di inseguimento massimo in modulo in regime permanente a $r(t) = \sin(0.5t)$, in assenza di disturbi;
- il valore massimo $\bar{u}_{d_3, \infty}$ in modulo del comando $u(t)$ che può essere indotto, in regime permanente, dal disturbo $d_3(t)$.

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 sovraelongazione massima della risposta al gradino unitario del sistema ad anello chiuso, ottenuti con tale $C(z)$.

Esercizio 2 per AUT e INF - La temperatura all'interno di una cella frigorifera deve essere mantenuta fra i valori t_{\min} e t_{\max} per mezzo di un sistema di condizionamento, che viene avviato ed arrestato rispettivamente dai comandi R_{ON} ed R_{OFF} . Il segnale TMIN rileva quando la temperatura risulta inferiore alla soglia minima t_{\min} , mentre un analogo segnale TMAX indica il superamento della soglia massima t_{\max} . L'apertura della porta della cella è rilevata dal segnale P_A , che rimane *alto* finché la porta non viene richiusa. Progettare il *Sequential Functional Chart* (SFC) per la programmazione del PLC che governa il funzionamento della cella frigorifera in modo che:

- la temperatura all'interno della cella venga mantenuta entro l'intervallo di valori assegnato;
- il sistema di condizionamento sia spento quando un operatore è all'interno della cella (si supponga che, per motivi di sicurezza, la porta della cella rimanga aperta quando un operatore è al suo interno e venga poi sempre richiusa dopo l'uscita dell'operatore);
- immediatamente dopo la chiusura della porta, l'impianto di condizionamento venga acceso e rimanga in funzione per almeno 2 minuti per compensare lo scambio termico avvenuto durante il periodo di apertura (si supponga per semplicità che durante questo tempo sia inibita una nuova apertura della porta).

Suggerimento: considerare come fase iniziale quella corrispondente alla cella frigorifera chiusa, con il sistema di condizionamento spento.

Esercizio 2 per ELN - Un sistema dinamico descritto dalla funzione di trasferimento

$$G(s) = \frac{s - 1}{(s - 10)(s + 2)}$$

è controllato in catena chiusa con retroazione unitaria negativa e compensatore $C(s)$ sul ramo diretto. Progettare $C(s)$ di ordine minimo con il metodo *pole-placement* in modo da piazzare tutti i poli della catena chiusa in -2 .

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) sovralongazione massima della risposta al gradino unitario =

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

- α) banda passante =
 β) modulo dell'errore di inseguimento massimo in regime permanente a $r(t) = \sin(0.5t)$ =
 γ) valore massimo in modulo del comando $u(t)$ indotto in regime permanente da $d_3(t)$: $\bar{u}_{d_3, \infty}$ =

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 per AUT e INF

Tracciare qui sotto il Sequential Functional Chart:

Esercizio 2 per ELN

Risposta: $C(s) = \frac{N_c(s)}{D_c(s)}$ con:

$N_c(s) =$

$D_c(s) =$