

CONTROLLI AUTOMATICI (01AKS, 02FSQ)

Tipologia del compito del 3/IX/2002

COGNOME: _____

N. MATRICOLA: _____

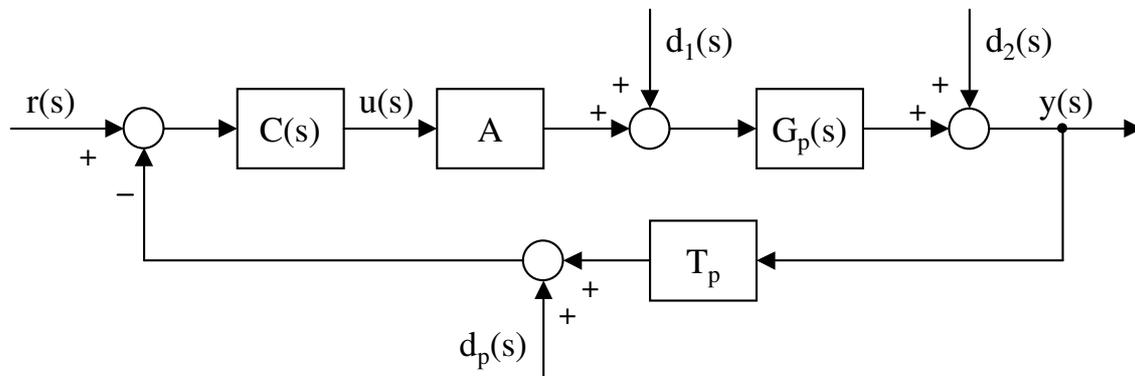
NOME: _____

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

Il sistema di controllo schematizzato in figura rappresenta un servomeccanismo di posizione. A , G_p e T_p rappresentano rispettivamente l'attuatore, l'impianto e il trasduttore di posizione. Il segnale u è il comando [V], y è l'uscita [m], r è il riferimento [V], d_1 è un disturbo costante additivo sull'attuatore [V], d_2 è un disturbo a rampa additivo sull'uscita [m], d_p è un disturbo sinusoidale additivo sul trasduttore [V].



DATI:

$$G_p = \frac{-0.65}{s^3 + 4s^2 + 1.75s};$$

$$T_p = 1 \text{ Vm}^{-1};$$

$$A = 9;$$

$$d_1 = A_1, \text{ con } |A_1| \leq 5.5 \cdot 10^{-3} \text{ V};$$

$$d_2(t) = A_2 t, \text{ con } |A_2| \leq 5.5 \cdot 10^{-3} \text{ V};$$

$$d_p(t) = A_p \sin(\omega_p t), \text{ con } |A_p| \leq 10^{-3} \text{ V}, \quad \omega_p = 30 \text{ rad/s}.$$

1.1) Progettare un controllore analogico $C(s)$ in modo tale che il sistema retroazionato garantisca il soddisfacimento delle seguenti specifiche:

- errore stazionario di inseguimento alla rampa unitaria $r(t) = t$: $|e_{r,\infty}| \leq 2 \cdot 10^{-1} \text{ V}$, in assenza di disturbi;
- errore stazionario in catena chiusa indotto dal disturbo d_1 : $|e_{d_1,\infty}| \leq 6 \cdot 10^{-4} \text{ V}$;
- errore stazionario in catena chiusa indotto dal disturbo d_2 : $|e_{d_2,\infty}| \leq 1.5 \cdot 10^{-3} \text{ V}$;
- tempo di salita: $t_s \leq 1 \text{ s}$;
- sovraelongazione massima della risposta al gradino unitario: $\hat{s} \leq 30\%$.

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

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

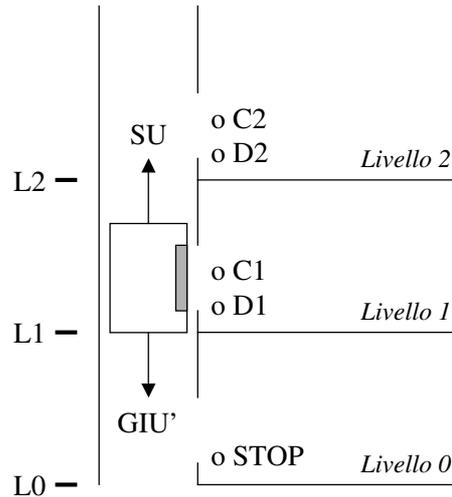
1.2) Dopo aver verificato che il sistema in catena chiusa così ottenuto soddisfa le specifiche richieste, valutarne:

- la banda passante ω_B ;
- il picco di risonanza $M_r|_{dB}$ della risposta in frequenza;
- il valore massimo $\bar{u}_{d_p,\infty}$ del comando $u(t)$ che può essere indotto, in regime permanente, dal disturbo $d_p(t)$.

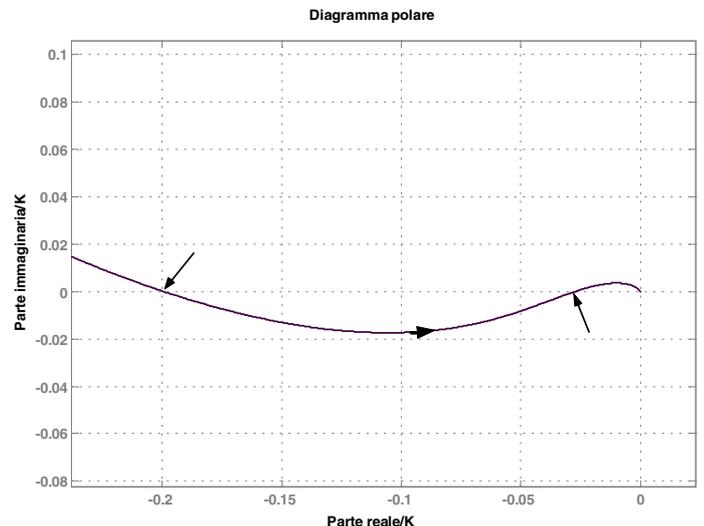
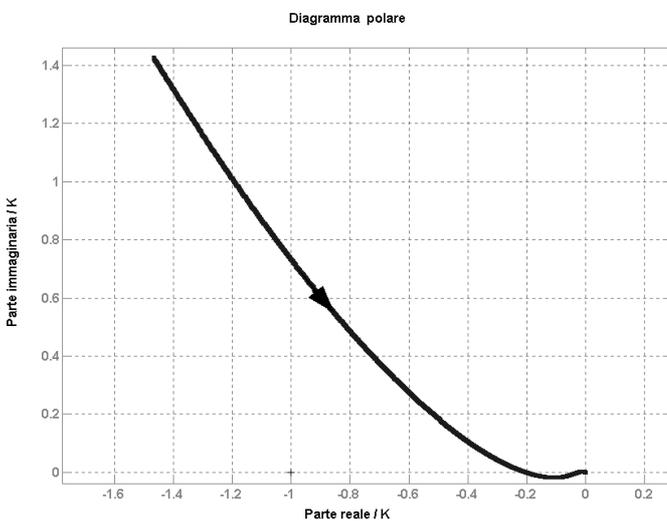
1.3) Discretizzare il controllore $C(s)$ progettato, scegliendo opportunamente il passo di campionamento (motivare tale scelta). Determinare la funzione di trasferimento $C(z)$, specificando il metodo di discretizzazione utilizzato. Valutare il tempo di salita e la sovraelongazione massima della risposta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

Esercizio 2 per AUT e INF - Un montacarichi viene utilizzato per portare i pezzi finiti, prodotti ai livelli 1 e 2, al magazzino situato al livello 0 (come schematizzato in figura). Ai livelli 1 e 2 si trovano i tasti di chiamata, corrispondenti rispettivamente ai segnali C1 e C2, per richiedere la risalita dal livello 0 del montacarichi vuoto, ed i tasti di discesa, corrispondenti rispettivamente ai segnali D1 e D2, per far ridiscendere il montacarichi al livello 0 una volta ultimato il carico dei pezzi. Il montacarichi è mosso dai comandi SU e GIÙ (di ovvio significato); tre sensori L0, L1 e L2 ne rilevano la presenza ai tre livelli 0, 1 e 2, rispettivamente. Per motivi di sicurezza (per garantire che non vi siano altri pezzi già presenti nel montacarichi), la chiamata dal livello 1 oppure dal livello 2 può essere accettata solo se il montacarichi è fermo al livello 0 da almeno 5 minuti e non è stato premuto il tasto STOP, che prolunga l'arresto del montacarichi al livello 0 in caso di necessità.

Progettare il Sequential Functional Chart (SFC) per la programmazione del PLC che governa il funzionamento del montacarichi secondo le regole indicate, tenendo conto che, in caso di contemporanea chiamata del montacarichi dai livelli 1 e 2, deve essere data priorità al carico dei pezzi prodotti al livello 1. Suggerimento: assumere come fase iniziale quella corrispondente al montacarichi vuoto posizionato al livello 0.



Esercizio 2 per ELN - La funzione di anello aperto $G_a(s) = K \frac{100(s+2)^2}{s^3(s+15.6)^2}$ è caratterizzata dal diagramma polare riportato nelle figure sottostanti:



Le intersezioni del diagramma di Nyquist di $G_a(j\omega)/K$ col semiasse reale negativo hanno coordinate -0.2 , -0.027 e 0 . Ipotizzando di chiudere la catena con retroazione negativa unitaria, indicare la risposta corretta fra le seguenti:

- il sistema in catena chiusa è asintoticamente stabile per $5 < K < 37$;
- il sistema in catena chiusa è asintoticamente stabile per $-\infty < K < 5$ e $37 < K < \infty$;
- il sistema in catena chiusa è asintoticamente stabile per $5 \leq K \leq 37$;
- il sistema in catena chiusa è asintoticamente stabile per $K < 0$.

Esercizio 3 per ELN - Un sistema instabile, caratterizzato dalla funzione di trasferimento $G(s) = \frac{60}{s^2 - 900}$, è controllato con retroazione unitaria negativa mediante un compensatore di tipo PD, $C(s) = K_p + K_d s$; i due guadagni sono soggetti ai seguenti vincoli: $1 \leq K_p \leq 100$, $1 \leq K_d \leq 100$. Determinare i valori di K_p e di K_d che assicurano poli in catena chiusa con pulsazione naturale ω_n la più elevata possibile e con fattore di smorzamento $\zeta = 0.5$. Della catena chiusa così ottenuta valutare:

- il guadagno stazionario K_{cc} ;
- il tempo di salita t_s ;
- la sovraelongazione percentuale $\hat{s}\%$.

COGNOME: _____

NOME: _____

Esercizio 1**Risultati dell'analisi delle specifiche:**Numero di poli nell'origine del controllore necessari per soddisfare tutte le specifiche statiche =Vincoli sul valore del guadagno stazionario K_c del controllore necessari 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 stazionario di inseguimento alla rampa unitaria: $|e_{r,\infty}| \leq$ b) modulo dell'errore stazionario in catena chiusa indotto dal disturbo d_1 : $|e_{d_1,\infty}| \leq$ c) modulo dell'errore stazionario in catena chiusa indotto dal disturbo d_2 : $|e_{d_2,\infty}| \leq$ d) tempo di salita: $t_s =$ e) sovraelongazione massima della risposta al gradino unitario: $\hat{s} =$ **Valutazione delle prestazioni ad anello chiuso** (riportare i valori numerici ottenuti in simulazione): α) banda passante: $\omega_B =$ β) picco di risonanza della risposta in frequenza: $M_r|_{dB} =$ γ) valore massimo, in regime permanente, del comando $u(t)$ indotto dal disturbo $d_p(t)$: $\bar{u}_{d_p,\infty} =$ **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:Valutazione delle prestazioni ad anello chiuso ottenute con $C(z)$ (riportare i valori numerici ottenuti in simulazione):- tempo di salita: $t_s =$ - sovraelongazione massima della risposta al gradino unitario: $\hat{s} =$

Esercizio 2 per AUT e INF

Tracciare qui sotto il Sequential Functional Chart:

Esercizio 2 per ELN

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

Esercizio 3 per ELN

Parametri del controllore PD:

$$K_p =$$

$$K_d =$$

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

- guadagno stazionario $K_{cc} =$

- tempo di salita $t_s =$

- sovraelongazione percentuale $\hat{s}\% =$