

PROVA SCRITTA di SISTEMI ELETTRONICI AUTOMATICI

Prof. Luca Salvini

5Ae

Nome _____

26/10/2011

Obiettivi oggetto di verifica di questa prova scritta:

- Ob1. conoscere il paradigma di un sistema di controllo ad anello chiuso
- Ob2. saper ridurre a reazione unitaria
- Ob3. saper classificare il tipo di sistema in base all'errore
- Ob6. saper trasportare le equazioni dal dominio del tempo a quello di Laplace
- Ob7. saper rappresentare un sistema di controllo mediante schema a blocchi
- Ob8. saper determinare la f.d.t. ad anello chiuso

Esercizio 1:

Considera un sistema termico costituito da uno scaldatore e da un liquido che viene riscaldato. Questo sistema rappresenta il cosiddetto "processo". Si vuole realizzare un controllo automatico (di tipo on/off) della temperatura del liquido (acqua distillata). La temperatura di riferimento T_{rif} è 70°C . In particolare:

1. disegna un possibile schema a blocchi di questo sistema di controllo di Temperatura, indicando i principali blocchi nel ramo diretto, gli ingressi, i disturbi e le uscite;
2. spiega il significato di **processo** e la differenza tra processo e **controllo**;
3. individua un **modello a blocchi dettagliato** per il blocco "scaldatore", scrivendone le equazioni che ne regolano il funzionamento nel dominio del tempo e "trasportandole" nel dominio di Laplace.
4. Rappresenta graficamente l'andamento atteso per la temperatura del liquido in funzione del tempo, secondo quanto hai misurato sperimentalmente e/o con la simulazione.

Esercizio 2:

Con riferimento ad un sistema di controllo analogico ad anello chiuso, completa la tabella seguente indicando il **tipo** e l'**ordine** del sistema. Determina (con i passaggi matematici necessari) la funzione di **anello chiuso** W_{CL} per ciascuna delle funzioni di anello aperto G_{OL} assegnate.

Indica la parte della funzione del ramo diretto (G'_{OL}) indipendente dai poli nell'origine e determina numericamente il guadagno statico G_{st} del ramo diretto. Nella tabella, **H** rappresenta la reazione.

N.	G_{OL}	H	Tipo	ordine	W_{CL}	G'_{OL}	G_{St}
2.1	$\frac{3}{(s^2 + 3 \cdot s)}$	1					
2.2	$\frac{5}{(s^2 + 3s + 1)}$	2					
2.3	$\frac{4}{(s^2 + 4s) \cdot s}$	1					

Esercizio 3:

Determina il valore dell'errore statico a regime del sistema di controllo ad anello chiuso in reazione unitaria con funzione di trasferimento del ramo diretto pari a $G_{OL} = \frac{3}{(s^2 + 3 \cdot s)}$.

PROVA SCRITTA di SISTEMI ELETTRONICI AUTOMATICI
Prof. Luca Salvini

5Ae

Nome _____

11/01/2012

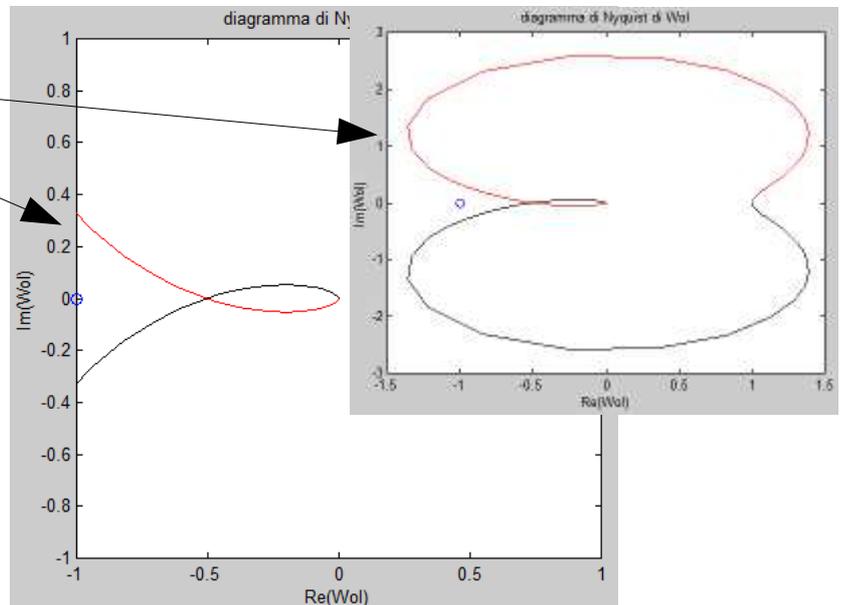
Obiettivi oggetto di verifica di questa prova scritta:

- Ob3. saper classificare il tipo di sistema in base all'errore
- Ob8. saper determinare la f.d.t. ad anello chiuso
- Ob9. conoscere i criteri di stabilità
- Ob10. saper riconoscere la stabilità di un sistema dalla f.d.t.
- Ob11. saper utilizzare Matlab/ScicosLab per la discussione della stabilità con Nyquist
- Ob12. conoscere i metodi di compensazione

1. Discuti, utilizzando il metodo preferito, la stabilità dei sistemi caratterizzati dai seguenti polinomi caratteristici:

- 1.1 $s^3 + 3s^2 + 3s + 4$
- 1.2 $s^3 + 4s^2 + 2s - 2$

2. Considera il diagramma di Nyquist in Figura; è riportato anche il diagramma ingrandito. Il sistema è stabile ad anello aperto.



2.1 Spiega il significato di questo diagramma;

2.2 definisci e calcola numericamente il margine di guadagno e il margine di fase di questo sistema.

2.3 Come si potrebbero migliorare i margini di guadagno e di fase? Quale metodo utilizzeresti?

3. Considera la seguente funzione di trasferimento di anello aperto:

$$F(s) = \frac{20}{(20+s)(2+s)}$$

Il sistema $F(s)$ viene chiuso in reazione unitaria.

- 3.1 Individua il tipo di sistema;
- 3.2 Definisci la corrispondente f.d.t. di anello chiuso;
- 3.3 scrivi le istruzioni di Matlab o ScicosLab per la rappresentazione del diagramma di Nyquist con 2000 punti e per frequenze da $-1E10$ a $+1E10$ hertz.

4. Classifica i seguenti sistemi (chiusi in reazione negativa unitaria) in base all'errore e discutine la stabilità, con il metodo preferito, sia ad anello aperto che ad anello chiuso:

4.1 $W_{OL} = -\frac{2}{(s+8)}$

4.2 $W_{OL} = \frac{2}{(s-0.5)}$

4.3 $W_{OL} = \frac{3}{(s^2 + 4s + \frac{3}{4})}$

Simulazione di esame di 2^a prova scritta
SISTEMI ELETTRONICI AUTOMATICI
Prof. Luca Salvini

5Ae

Cognome e Nome _____

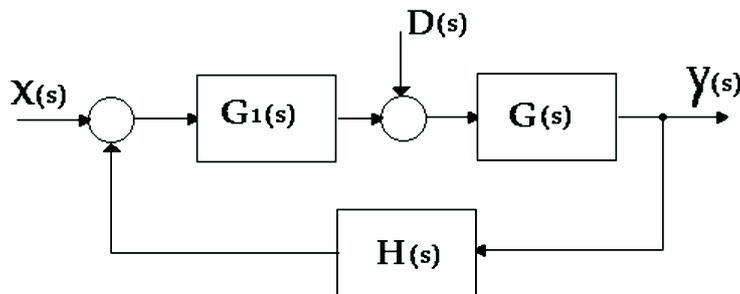
02/03/2012

Dalle misure eseguite con un segnale sinusoidale su di un impianto si è verificato che esso:

1. è soggetto in ingresso ad un disturbo additivo non controllabile;
2. presenta una piccola variazione dei parametri durante il funzionamento;
3. si comporta come un sistema lineare la cui funzione di trasferimento è:

$$G(s) = \frac{200}{s \cdot (s+10) \cdot (s+20)}$$

Per un corretto funzionamento del sistema si progetta un controllo a retroazione secondo lo schema di figura:



Per attenuare gli effetti sia del disturbo che delle variazioni dei parametri si impongono le seguenti specifiche valide nell'intervallo $0 \leq \omega \leq 10$ rad/s:

1. il rapporto in decibel fra il segnale controllato e il disturbo deve essere ≤ -20 dB ($[|Y(j\omega)| / |D(j\omega)|]_{dB} \leq -20$ dB)
2. la sensibilità parametrica rispetto alla funzione $|G(j\omega)|$ deve essere ≤ -10 dB ($|SG(j\omega)|_{dB} \leq -10$ dB)

Il candidato, formulate le ipotesi aggiuntive che ritiene opportune:

- A. individui il tipo di sistema;
- B. individui, nel diagramma di Bode dell'ampiezza, la regione di piano in cui deve giacere la funzione di trasferimento d'anello aperto affinché siano soddisfatte le specifiche 1 e 2;
- C. determini la correzione da apportare affinché
 - la funzione di trasferimento d'anello aperto soddisfi le specifiche 1 e 2;
 - il sistema controreazionato sia stabile;
- D. progetti una o più reti correttrici da sostituire in cascata, al posto del blocco $G_1(s)$, e/o in reazione, al posto del blocco $H(s)$, al fine di stabilizzare il sistema.

PROVA SCRITTA di SISTEMI ELETTRONICI AUTOMATICI
Prof. Luca Salvini

5Ae

Nome _____

28/03/2012

Obiettivi oggetto di verifica di questa prova scritta:

Ob7. saper rappresentare un sistema di controllo (tempo discreto) mediante schema a blocchi

Ob10. saper riconoscere la stabilità di un sistema dalla f.d.t.

Ob14. saper descrivere l'effetto del campionamento sulla f.d.t.

Ob15. conoscere la definizione di trasformata z

~~*Ob16. saper applicare le tabelle della trasformata z*~~

Ob17. saper utilizzare un PLC per implementare un sistema di controllo digitale

SVOLGI LE SEGUENTI ATTIVITÀ:

1. Discuti, utilizzando il metodo preferito, la stabilità dei sistemi analogici caratterizzati dai seguenti polinomi caratteristici (polinomi al denominatore della funzione di anello chiuso):
 - 2.1 $2s^3+5s^2+2s-4$
 - 2.2 s^3+3s^2+2s+1

2. Descrivi un sistema di controllo digitale basato su PLC a tua scelta; in particolare:
 - 2.1 descrivi dettagliatamente il sistema da te scelto;
 - 2.2 disegna lo schema a blocchi del sistema progettato;
 - 2.3 disegna il diagramma degli stati della soluzione del problema;
 - 2.4 disegna lo schema ladder (diagramma a contatti) e la tabella dei simboli (nome, indirizzo, commento);
 - 2.5 scrivi il codice sorgente (AWL) accanto al corrispondente segmento dello schema ladder;
 - 2.6 descrivi l'utilizzo del software di sviluppo in generale ed in particolare come passare dallo schema ladder al codice sorgente.

3. Sia dato un segnale unidirezionale quadro $v(t)$ di ampiezza 5V picco-picco e periodo 0.01 s. Il segnale è sottoposto ad un campionamento ideale con frequenza 1000Hz.
 - 3.1 Disegna il grafico del segnale tempo continuo e del segnale campionato ideale per almeno un periodo.
 - 3.2 Determina analiticamente o graficamente i valori numerici dei primi 5 coefficienti $v(nT)$ del segnale campionato.
 - 3.3 Il segnale è campionato in modo corretto? Viene perduta informazione? Perché?
 - 3.4 Scrivi l'espressione della trasformata $V_c(s)$ di campionamento ideale.
 - 3.5 Come si manifesta nello schema a blocchi l'introduzione del campionamento ideale?

Simulazione di esame di 2^a prova scritta
SISTEMI ELETTRONICI AUTOMATICI
Prof. Luca Salvini

5Ae	Nome _____	23/05/2012
------------	-------------------	-------------------

Si vuole realizzare un sistema di controllo automatico a microcontrollore o a microprocessore per l'irrigazione di un giardino. Quest'ultimo è suddiviso in tre zone che debbono essere annaffiate in ore e con tempi diversi secondo la seguente tabella

Zona	Ora	Tempo in minuti
1	20.00	30'
2	21.00	20'
3	22.00	40'

La durata dei tempi dell'irrigazione è anche legata alla temperatura media T_m della giornata, monitorata ogni ora tra le ore 7.00 e 19.00, come indicato nella tabella sottostante.

$T_m \leq 15^\circ\text{C}$	Il sistema non si avvia
$15^\circ\text{C} < T_m \leq 25^\circ\text{C}$	I tempi sono quelli indicati in tabella
$25^\circ\text{C} < T_m \leq 30^\circ\text{C}$	I tempi debbono essere aumentati del 30%.
$T_m > 30^\circ\text{C}$	I tempi debbono essere aumentati del 50%.

Il sistema di irrigazione, che è azionato da una pompa ad immersione sempre sotto tensione, posizionata sul fondo di un pozzo di 20 m, invia l'acqua alle zone tramite l'apertura e la chiusura programmata di 3 valvole; se il livello dell'acqua si abbassa fino a raggiungere il livello di 2 m rispetto al fondo, il sistema d'irrigazione si deve arrestare. Tale condizione viene segnalata con l'invio di un segnale digitale proveniente da un sensore di livello.

Per acquisire la temperatura si utilizza un sensore che dà in uscita una tensione proporzionale alla temperatura assoluta $V = KT$ con $K = 10 \text{ mV}/^\circ\text{K}$.

Il candidato, formulate le ipotesi aggiuntive che ritiene opportune, e scelto un dispositivo programmabile di sua conoscenza:

1. Descriva tramite schema a blocchi la struttura del controllo.
2. Illustri la funzione dei singoli blocchi.
3. Determini le caratteristiche di ciascun blocco in funzione dei segnali elettrici di ingresso e di uscita.
4. Disegni il flow-chart del programma di gestione.
5. Traduca un segmento del programma in un linguaggio di sua conoscenza.

È consentito soltanto l'uso di manuali tecnici e di calcolatrici tascabili non programmabili.