

# PROVA SCRITTA di SISTEMI ELETTRONICI AUTOMATICI

Prof. Luca Salvini

5Ae

Nome \_\_\_\_\_

29/09/2012

## Esercizio 1:

**Obiettivi** oggetto di verifica di questa prova scritta:

- Ob6. conoscere il paradigma di un sistema di controllo ad anello chiuso
- Ob6. saper trasportare le equazioni dal dominio del tempo a quello di Laplace
- Ob7. saper rappresentare un sistema di controllo mediante schema a blocchi

Un sistema ad anello aperto è caratterizzato dalla funzione di trasferimento:

$$F(s) = \frac{4.5}{\left(s^2 + 5*s + \frac{9}{4}\right)}$$

Il sistema è sottoposto ad un segnale  $y_{Rif}(t)$  a gradino di ampiezza 2:

1. disegna lo schema a blocchi del sistema ad anello aperto;
2. determina l'antitrasformata di Laplace  $y(t)$  dell'uscita  $Y(s)$  con il metodo di Heaviside (sviluppo in frazioni parziali) utilizzando le tabelle di Laplace.

---

## Esercizio 2:

**Obiettivi** oggetto di verifica di questa prova scritta:

- Ob1. conoscere il paradigma di un sistema di controllo ad anello chiuso
- 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

Un sistema ad anello aperto è caratterizzato dalla funzione di trasferimento:

$$F(s) = \frac{2.25}{\left(s^2 + 5*s + \frac{9}{4}\right)}$$

Il sistema è sottoposto ad un segnale  $y_{Rif}(t)$  a gradino di ampiezza 2:

1. chiudi il sistema in reazione unitaria e disegna lo schema a blocchi del sistema ad anello chiuso;
2. determina l'uscita  $Y(s)$  del sistema reazionato;
3. determina l'antitrasformata di Laplace  $y(t)$  dell'uscita  $Y(s)$  con il metodo di Heaviside (sviluppo in frazioni parziali) utilizzando le tabelle di Laplace.

---

## **PUNTEGGIO (da 0 a 3 punti per ogni obiettivo):**

	Ob1	Ob6	Ob7	Ob8	TOT
ES. 1				-----	
ES. 2					

# PROVA SCRITTA di SISTEMI ELETTRONICI AUTOMATICI

Prof. *Luca Salvini*

<b>5Ae</b>	<b>Nome</b> _____	<b>29/10/2012</b>
------------	-------------------	-------------------

**Obiettivi** oggetto di verifica di questa prova scritta:

- Ob1*      *conoscere il paradigma di un sistema di controllo ad anello chiuso*
- Ob3*      *saper classificare il tipo di sistema in base all'errore*
- Ob5*      *saper applicare le tabelle della trasformata di Laplace*
- Ob7*      *saper rappresentare un sistema di controllo mediante schema a blocchi*
- Ob8*      *aper determinare la f.d.t. ad anello chiuso*

**Esercizio 1:**

Un sistema ad anello aperto è caratterizzato dalla funzione di trasferimento:

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

Il sistema è sottoposto ad un segnale  $y_{Rif}(t)$  a gradino di ampiezza 5:

1. chiudi il sistema in reazione unitaria e disegna lo schema a blocchi del sistema ad anello chiuso;
2. determina l'uscita  $Y(s)$  del sistema reazionato;
3. determina l'antitrasformata di Laplace  $y(t)$  dell'uscita  $Y(s)$  con il metodo di Heaviside (sviluppo in frazioni parziali) utilizzando le tabelle di Laplace.

**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 quindi (con i passaggi matematici necessari) la funzione di **anello chiuso**  $W_{CL}$  per ciascuna delle funzioni di anello aperto  $W_{OL}$  assegnate.

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

N.	$W_{OL}$	H	Tipo	ordine	$W_{CL}$	$W'_{OL}$	$W'_{st}$
2.1	$\frac{2}{(s^2 + 2 \cdot s)}$	1					
2.2	$\frac{3}{(s^2 + 3s + 2)}$	2					
2.3	$\frac{8}{(s^2 + 4s) \cdot s}$	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  $G_{OL} = \frac{9}{(s^2 + 3 \cdot s)}$ .

	Ob1	Ob3	Ob5	Ob7	Ob8	TOT
Es. 1		-----				
Es. 2			-----	-----		
Es. 3			-----	-----		

**PROVA SCRITTA di SISTEMI ELETTRONICI AUTOMATICI**  
**Prof. Luca Salvini**

5Ae

Nome \_\_\_\_\_

21/01/2013

**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  $s^3 + 4s^2 + 2s + 4$

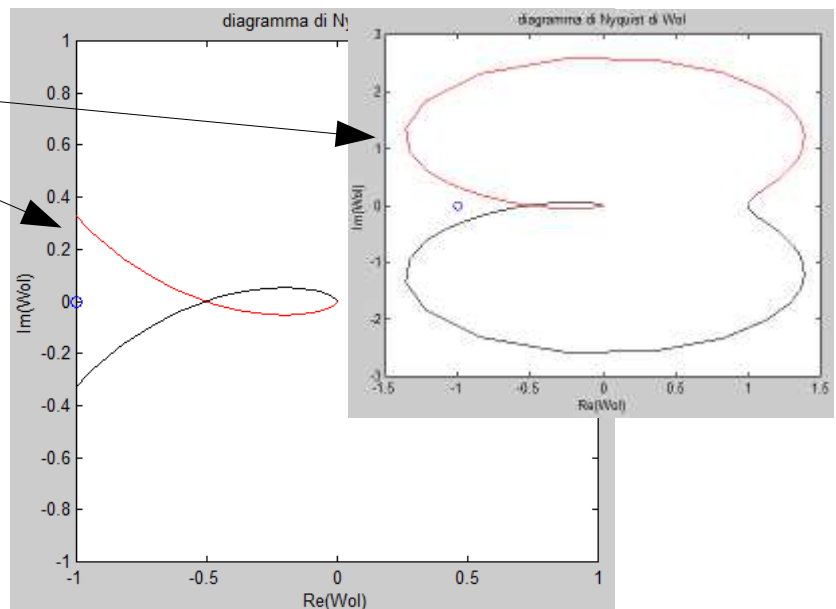
1.2  $s^3 + 4s^2 - 2s + 2$

2. Considera il diagramma di Nyquist in Figura; è riportata anche una parte del diagramma, ingrandita. Si sa che 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:  
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  $W_{CL}(s)$ ;

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 in base all'errore e discutine la stabilità, con il metodo preferito, ad anello chiuso in reazione negativa unitaria.

4.1



4.2



4.3



5. Che cosa è la "compensazione" di un sistema? Elenca e descrivi brevemente due possibili tecniche di compensazione.

**PROVA SCRITTA di SISTEMI ELETTRONICI AUTOMATICI**  
**Prof. Luca Salvini**

**5Ae**

**Nome** \_\_\_\_\_

**03/04/2013**

**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  $s^3+5s^2+2s-4$

2.2  $s^2+3s+1$

2. Descrivi un sistema di controllo digitale basato su PLC a tua scelta; in particolare:

2.1 descrivi dettagliatamente il funzionamento del 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 0.1 s. Il segnale è sottoposto ad un campionamento ideale con frequenza 100Hz.



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?

**PROVA SCRITTA di SISTEMI ELETTRONICI AUTOMATICI**  
**Prof. Luca Salvini**

**5Ae**

**Nome** \_\_\_\_\_

**27/05/2013**

Con la presente prova si intende verificare il raggiungimento dei seguenti obiettivi:

- Ob.13 conoscere le principali architetture di sistemi di controllo digitali*
- Ob.17 saper utilizzare un PLC per implementare un sistema di controllo digitale*
- Ob.18 saper utilizzare un PLD o un microcontrollore PIC (MCU) per implementare un sistema di controllo digitale*
- Ob.20 saper discutere le conseguenze dell'introduzione del campionamento sul tempo di conversione del convertitore A/D*
- Ob.21 saper utilizzare un sistema di acquisizione automatica dei dati basato su strumentazione programmabile o microcontrollore PIC 16F876 o Arduino o RaspberryPi*

**TRATTA I SEGUENTI ARGOMENTI<sup>2</sup>:**

**ARGOMENTO 1**

Si vogliono acquisire da tre sensori T1, T2 e T3, le cui uscite possono variare secondo una legge nota nel range indicato in Tabella 1, le concentrazione in aria di alcuni inquinanti:

Ossidi di zolfo SO<sub>x</sub> (T1), Ossidi di azoto NO<sub>x</sub> (T2) e Ozono O<sub>3</sub> (T3).

Sensore	Inquinante	Range di variazione delle uscite (V)	
		minimo	massimo
T1	Ossidi di zolfo SO <sub>x</sub>	0	2.5
T2	Ossidi di azoto NO <sub>x</sub>	2	3
T3	Ozono O <sub>3</sub>	0	5

*Tabella 1*

L'acquisizione deve avvenire senza perdita di informazione.

La massima frequenza di variazione del segnale è 2 Hz e la precisione richiesta (sui singoli valori misurati) è di ALMENO una parte su 200. In particolare:

- 1.1 Disegna uno schema a blocchi per l'acquisizione automatica dei dati, indica (motivando la scelta) il tipo di sistema scelto (a microprocessore, PLC, strumentazione programmabile, Arduino, RaspberryPi) e descrivi il ruolo di ciascun blocco;
- 1.2 dimensiona il blocco di condizionamento in modo da adattare i segnali dei trasduttori al convertitore A/D o al sistema scelto;
- 1.3 scegli, motivando la risposta, il tipo di campionamento da utilizzare (con inseguimento, S/H o altro) e la frequenza di campionamento che ritieni opportuno utilizzare;
- 1.4 calcola il tempo di conversione massimo ammissibile per il convertitore A/D (o altro sistema scelto);
- 1.5 determina la risoluzione (numero di bit) per il convertitore A/D.

**ARGOMENTO 2**

1. Si deve effettuare una codifica di dati di tipo NRZI, nel contesto di un sistema automatico di misura, per la successiva trasmissione. Il convertitore AD utilizzato è a 10 bit e produce una sequenza binaria valida di dati, alla frequenza di 10000 Hz (una conversione ogni 100µs).
2. Disegna il diagramma temporale del clock, del codice sorgente in uscita al convertitore e del codice NRZI corrispondente, nella loro corretta relazione temporale, ipotizzando per l'uscita dell'ADC la seguente sequenza di bit: 0 1 1 1 0 1 0 1 1 0 ;
3. spiega il funzionamento della codifica, indicando vantaggi e svantaggi del tipo di codifica utilizzata;
4. quanto è la durata massima di ciascun bit; perché?
5. Quanto vale il rumore di quantizzazione del convertitore?

---

<sup>2</sup> *Puoi utilizzare esclusivamente il manuale tecnico del perito. Non è consentito l'uso della cancellina né del lapis. Le parti consegnate a lapis (cancellabili) saranno considerate come inesistenti.*