18AKSOA/19AKSPG – CONTROLLI AUTOMATICI
(esame del 15/09/2016)

1) Dato il sistema in variabili di stato avente ingresso u(t) ed uscita y(t) e descritto dalle seguenti matrici $A=\begin{bmatrix} 2 & 1 \\ 1 & 2 \end{bmatrix}$; $B=\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}$; $C=\begin{bmatrix} 1 & 0 \end{bmatrix}$, $D=0$, determinare $\frac{Y(s)}{U(s)}$.

Risposte:

A) $\frac{s^2}{s^2-4^2}$; B) $\frac{s-2}{s^2-4s+3}$; C) $\frac{s-2}{s^2+4s+3}$; D) $\frac{1}{s^2-4s}$

2) Un sistema lineare tempo invariante a tempo continuo ha come matrice di stato

$$A = \begin{bmatrix} 2 & 1 & 0 \\ 1 & 2 & 0 \\ 0 & 0 & k-3 \end{bmatrix}$$

Dire per quali valori del parametro k il sistema è asintoticamente stabile:

A) per nessun valore di k; B) per $k<3$; C) per $-3<k<3$ D) per tutti i valori di k

3) Un sistema lineare tempo invariante a tempo discreto ha come funzione di trasferimento $G(z) \doteq \frac{y(z)}{u(z)} = \frac{1}{z^2+0.5z-0.5}$. Sono date le seguenti condizioni iniziali: $y(i=0)=0$, $y(i=1)=0$ e l'ingresso $u(i)=3\ \forall i \geq 0$. Calcolare il valore di $y(i)$ per $i \to \infty$.

A)..., 3, 3, 3, 3, ... B) ..., 4, 2, 4, 2, ... C) ..., 0, 0, 0, 0, ... D) ∞

4) Un sistema lineare tempo invariante a tempo continuo ha come funzione di trasferimento

$$G(s) = \frac{s-1}{s^2+9s+11}$$

Una sua realizzazione in forma di stato minima è

A) $A=\begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 9 & 11 \end{bmatrix}$; $B=\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}$; $C=\begin{bmatrix} 1 & -1 \end{bmatrix}$

B) $A=\begin{bmatrix} 9 & 0 \\ 0 & 11 \end{bmatrix}$; $B=\begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix}$; $C=\begin{bmatrix} 1 & 0 \end{bmatrix}$

C) $A=\begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -11 & -9 \end{bmatrix}$; $B=\begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}$; $C=\begin{bmatrix} -1 & 1 \end{bmatrix}$

D) A=-11; B=-9; C=-1; D=1

5) Un sistema a tempo discreto è caratterizzato dalla fdt $G(z)=\frac{z+1}{z^2+K(z+1)}$. Determinare i valori di K per cui il sistema risulta essere asintoticamente stabile.

A) $-2<K<1$ B) $K>1,\ K<-0.5$ C) $-0.5<K<1$ D) $0<K<\infty$

6) Dato il sistema lineare tempo invariante descritto dalla seguente forma di stato

$$A=\begin{bmatrix} 1 & 3 \\ k & 4 \end{bmatrix};\ B=\begin{bmatrix} 1 \\ -1 \end{bmatrix};\ C=\begin{bmatrix} 0 & 1 \end{bmatrix}$$

determinare i valori di k per cui è possibile progettare un osservatore asintotico dello stato

A) per nessun valore di k B) per $k \neq 0$ C) per k=0 D) per k>0

7) Data la fdt $G(z)=\dfrac{K(z+a)}{(z-1)(z-0.25)+K(z+a)}$, indicare i valori di K,a per cui i poli del sistema sono asintoticamente stabili e a parte reale nulla.

A) $K=0.75$, $-0.6<a<0.2$ B) $K=0.75$, $-0.2<a<0.6$ C) $\mathrm{K}=1.25$, $1>\mathrm{a}>-0.6$ D) $\mathrm{K}=1.25$, $-1<\mathrm{a}<0.6$

8) Un sistema lineare e tempo invariante è descritto dalle seguenti equazioni di stato e trasformazione di uscita:

$$\dot{x}_1 = x_2$$
$$\dot{x}_2 = -3x_1 - 2x_2 + 2u$$
$$y = x_1 + x_2$$

la funzione di trasferimento $G(s) = \frac{Y(s)}{U(s)}$ è

A) $G(s) = \frac{2s+2}{s^2+2s+3}$; B) $G(s) = \frac{s+1}{s^2+2s+3}$; C) $G(s) = \frac{s+1}{s^2-2s-3}$; D) $G(s) = \frac{s+2}{s+3}$

9) Dato il sistema non lineare

$$\dot{x}_1 = \frac{x_2}{(1+x_2)^2}$$

$$\dot{x}_2 = x_1^2 + 2x_1x_2 + u;\ y = x_1 + u.$$

Da quale delle seguenti quaterne di matrici sono descritte le equazioni di stato del sistema linearizzato nell'intorno dello stato $x_1 = 0$, $x_2 = 0$ per $u = 0$?

Risposte:

A) $A=\begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}$; $B=\begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}$; $C=\begin{bmatrix} 1 & 0 \end{bmatrix}$; $D=0$.

B) $A=\begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}$; $B=\begin{bmatrix} 0 \\ -1 \end{bmatrix}$; $C=\begin{bmatrix} 1 & 0 \end{bmatrix}$; $D=1$.

C) $A=\begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}$; $B=\begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}$; $C=\begin{bmatrix} 1 & 0 \end{bmatrix}$; $D=1$.

D) $A=\begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix}$; $B=\begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}$; $C=\begin{bmatrix} 1 & 0 \end{bmatrix}$; $D=1$.

10) Un sistema lineare tempo invariante ha come funzione di trasferimento

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

alimentando il sistema in ingresso con un gradino unitario, la sua risposta per $t\to\infty$ è

A) $y_\infty = 1$; B) $y_\infty = \infty$; C) $y_\infty = 0$; D) $y_\infty = \sin t$;

11) Dato un sistema descritto dalla funzione di trasferimento

$$F(s) = \frac{1}{(s+1)^2\,(s+4)^2\,(s^2+14s+100)}$$

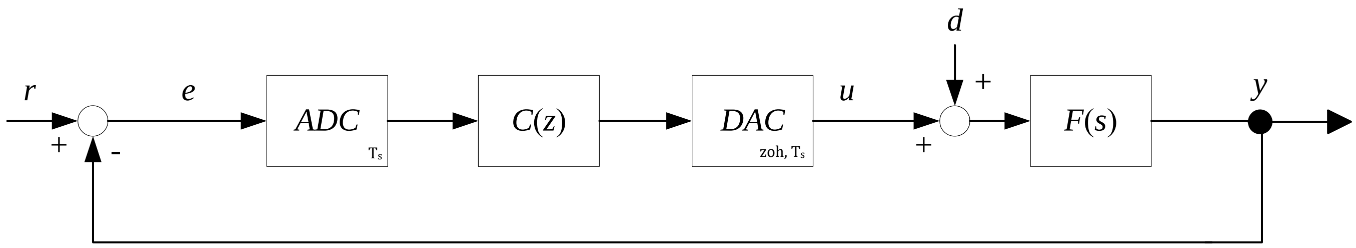
progettare un controllore PID "*reale*" con il metodo di Ziegler-Nichols in catena chiusa (si scelga N=20 nella realizzazione del polo di chiusura).

IMPORTANTE: si realizzi il controllo con il PID nella struttura "***modificata***".

Della catena chiusa così ottenuta valutare:

- il tempo di salita 10%÷90%, t_r, della risposta al gradino unitario
- la sovraelongazione $\hat{s}_{\%}$
- la banda passante ω_B
- OPZIONALE: i margini di stabilità, m_G e m_φ, della catena aperta.

12) Progettare il compensatore *C(z)* per il seguente sistema di controllo:



Dati

$$F(s) = 0.1\frac{s+20}{s(s+1)(s^2+2s+100)}; \quad d(t) = +0.5 + 0.1t \quad \text{(costante + rampa)}$$

ADC e DAC sono caratterizzati dal medesimo numero di bit, dalla medesima dinamica in tensione e dal medesimo passo di campionamento T_s.

Specifiche relative alla catena chiusa (da verificare con il compensatore C(z) a tempo discreto!)

1. errore stazionario indotto dal disturbo d(t), $|e_d| \le 0.04$;
2. errore stazionario di inseguimento del gradino unitario, $|e_g| = 0$;
3. errore stazionario di inseguimento alla rampa unitaria, $|e_r| = 0$;
4. tempo di salita, $t_s = 6\ (\pm 10\%)$ s;
5. sovraelongazione, $\hat{s} \le 30\%$.

Riportare la fdt del compensatore C(s) nella seguente forma: $C(s) = \frac{K_c}{s^h} \cdot \frac{(1+\tau_{z1}s)\cdots\cdots}{(1+\tau_{p1}s)\cdots\cdots}$

Riportare inoltre il metodo di discretizzazione utilizzato per derivare C(z) da C(s) e il passo di campionamento T_s scelto.

Scrivere una <u>breve</u> relazione relativa al progetto (spiegare per esempio come si è arrivati al C(s), al T_s e al C(z)). Riportare infine i valori effettivamente ottenuti – con C(z)! – per le grandezze elencate nella tabella.

PAGINA DELLE RISPOSTE

cognome (in stampatello)	nome

problema	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**
risposta										

problema 11	$\overline{K}_p$	$\overline{T}$	K_p	T_I	T_D	t_r (10-90)%	$\hat{s}_{\%}$	ω_B	m_G	m_φ

problema 12

Breve relazione:

C(s)	metodo di discretizzaz. di C(s)	T_s
________ · ____		

puls. di cross. ω_c	margine/i di fase m_φ	margine/i di guad. m_G	tempo di salita t_s	sovraelon-gazione $\hat{s}_{\%}$	banda passante ω_B	picco di risonanza $M_{r,dB}$	errore staz. indotto da d(t) $\|e_d\|$	err. staz. parabola $\|e_p\|$	$\|u_{max}\|$

Valori effettivamente ottenuti <u>con</u> <u>*C(z)*</u>

N.B: $|u_{max}|$ rappresenta il valore massimo in modulo del comando u(·) indotto da un riferimento r a gradino unitario.

bpgvfxwypt