18AKSOA/19AKSPG – CONTROLLI AUTOMATICI

(esame del 15/07/2016)

1) Date le matrici A e B di un modello in variabili di stato a tempo continuo,

$A = \begin{bmatrix} -2 & -7 & -9 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}$; $B = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$, calcolare se possibile il vettore K dei guadagni di retroazione degli stati che permette di posizionare gli autovalori della catena chiusa in $-1, -1, -1$.

A) $K = [1, -4, -8]$
B) $K = [72, 54, 9]$
C) $K = [-8, -4, 1]$
D) sistema non completamente controllabile

2) Dato un sistema lineare SISO, a tempo continuo, con funzione di trasferimento

$$G(s) = \frac{(s-1)(s+5)}{(s+1)(s+2)}$$

e considerando un ingresso sinusoidale $u(t) = 5\sin(t)$, la risposta a regime permanente y_∞ a tale ingresso è:

A) $y_\infty(t) = \sin(11.40\,t + 1.30)$
B) non ammette risposta a regime permanente
C) $y_\infty(t) = 11.40\sin(t + 1.30)$
D) $y_\infty(t) = 1.30\sin(t + 11.40)$

3) Un sistema dinamico tempo invariante a tempo discreto in variabili di stato, è descritto dalle seguenti matrici:

$$A = \begin{bmatrix} -0.3 & 2 & -1 \\ 0 & -0.1 & 3 \\ 0 & 0 & -0.2 \end{bmatrix}, B = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix}, C = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}, D = 0$$

Dire se il sistema è:

A) marginalmente stabile
B) asintoticamente stabile
C) instabile
D) non si può dire nulla sulla stabilità del sistema

4) Dato il sistema a tempo discreto descritto dalle seguenti equazioni

$$x_1(k+1) = 3x_2(k) + 2u_1(k)$$
$$x_2(k+1) = 0.7x_1(k) + 2u_2(k)$$
$$y(k) = 3x_2(k)u_2(k)$$

dire se il sistema si può classificare come:

A) lineare, tempo invariante, SISO
B) non lineare, tempo invariante, MISO
C) non lineare, tempo invariante, MIMO
D) lineare, tempo variante, MISO

5) Dato il sistema lineare tempo continuo, espresso dalle seguenti equazioni in variabili di stato, e dove p è un parametro costante, determinare la funzione di trasferimento $y(s)/u(s)$

$$\begin{aligned} \dot{x}_1 &= x_2 \\ \dot{x}_2 &= -p\,x_1 - x_2 + u \\ y &= x_1 \end{aligned}$$

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

6) Dato un sistema dinamico, lineare e tempo invariante a tempo discreto, descritto in variabili di stato tramite le seguenti equazioni

$$\begin{aligned} x_1(k+1) &= x_1(k) + u(k) \\ x_2(k+1) &= x_1(k) \\ y(k) &= x_1(k) \end{aligned}$$

i suoi stati di equilibrio per un ingresso $\bar{u}(k)$ costante $\forall k$ sono:

A) il sistema non ammette stati di equilibrio
B) $\bar{x} = [2\bar{u}\ 0.5\bar{u}]^T$ per $\forall\bar{u}(k)$
C) $\bar{x} = [c\ c]^T$ per $\bar{u}(k) = 0$ e nessun $\bar{x}$ per $\bar{u}(k) \neq 0$
D) $\bar{x} = [1\ 2]^T$ per $\forall\bar{u}(k)$

7) Un sistema dinamico, lineare e tempo invariante a tempo discreto ha come polinomio caratteristico

$$p(\lambda) = 2\lambda^3 + \lambda^2 + \lambda + 0.5k,$$

dove k è un parametro reale. I valori di k per cui il sistema è asintoticamente stabile sono

A) per $-2<k<4$ B) per nessun valore di k
C) per tutti i valori di k D) per $-4<k<2$

8) Un sistema dinamico, lineare e tempo invariante a tempo continuo ha come funzione di trasferimento

$$G(s) = \frac{s-2}{s^4 - 3s^3 + 11s^2 + (p-10)s + 10p}$$

dove p è un parametro reale, costante nel tempo. Il sistema risulta asintoticamente stabile

A) per tutti i valori di p B) per $p>10$
C) per nessun valore di p D) per $|p|<10$

9) Un sistema dinamico, non lineare e tempo invariante ha come equazioni di stato

$$\dot{x}_1 = -x_1^3 + x_1 + x_2 + u + 1$$
$$\dot{x}_2 = x_1 + x_2 + u$$
$$y = x_1 + x_2$$

Tale sistema, in corrispondenza dell'ingresso costante $u(t) = -1 \;\; \forall t$, ha come stato di equilibrio $\bar{x} = [1 \; 0]^T$. La matrice di stato del sistema linearizzato intorno al punto di equilibrio specificato in precedenza è:

A) $A = \begin{bmatrix} -2 & 1 \\ 1 & 1 \end{bmatrix}$ B) $A = \begin{bmatrix} 2 & -1 \\ 1 & -1 \end{bmatrix}$

C) $A = \begin{bmatrix} -2 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$ D) la matrice di stato è indefinita

10) Un punto materiale di massa costante m, vincolato a muoversi su una retta, viene sollecitato con una forza *F(t)*. Conseguentemente, assume un'accelerazione *a(t).* Com'è noto, la legge della dinamica fornisce per tale sistema l'equazione del moto *F(t) = m a(t)*. Denotando con $x_1(t)$ la posizione del punto e con $x_2(t)$ la sua velocità, le matrici A e B delle equazioni di stato del sistema sono:

A) $A = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -1 & -1 \end{bmatrix}, B = \begin{bmatrix} 0 \\ Fm \end{bmatrix}$ B) $A = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix}, B = \begin{bmatrix} 0 \\ F/m \end{bmatrix}$

C) $A = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}, B = \begin{bmatrix} 0 \\ F/m \end{bmatrix}$ D) il sistema non è lineare e non ammette matrici di stato

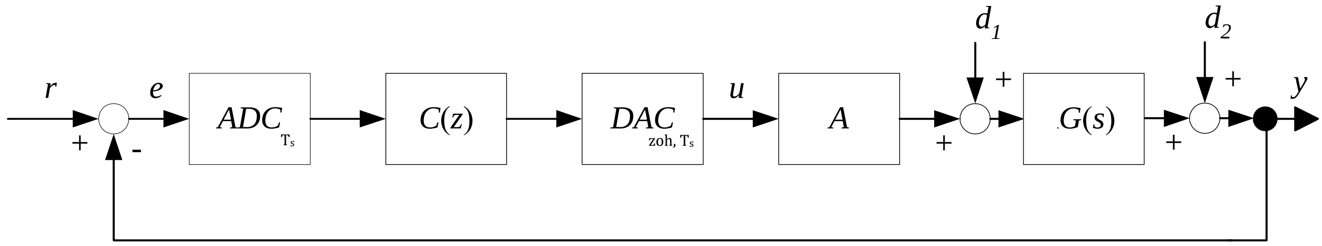
11) Dato un sistema descritto dalla funzione di trasferimento

$$F(s) = 400 \frac{3 - s}{(s+1)^2 (s+4)^2 (s+10)}$$

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



Con riferimento al sistema di controllo schematizzato in figura[1] e ai dati e alle specifiche sotto riportati, progettare il compensatore C(z).

Dati

$A = +0.1$; $G(s) = \dfrac{s-20}{s\,(s+10)}$; $d_1(t)$ = disturbo costante = 0.1; $d_2(t)$ = disturbo costante = 0.2;

ADC e DAC: caratterizzati dal medesimo numero di bit e dalla medesima dinamica in tensione.

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

1. errore stazionario indotto dal disturbo $d_1(t)$, $|e_1| = 0$;
2. errore stazionario indotto dal disturbo $d_2(t)$, $|e_2| = 0$;
3. errore stazionario di inseguimento al gradino, $|e_g| = 0$;
4. errore stazionario di inseguimento alla parabola unitaria, $|e_p| \le 5$;
5. banda passante, $\omega_B \cong 2.5\ (\pm 10\%)\ \mathrm{rad/s}$;
6. picco di risonanza, $M_r \le 3.5\,\mathrm{dB}$.

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

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.

[1] Tutti i segnali analogici sono espressi in *V*.

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. ins. rampa unit. $\|e_r\|$	errore staz. $\|e_p\|$	$\|u_{max}\|$

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

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

bcgvfxwypt