SOLUTII PENTRU TEMA DE CASA NUMARUL 3

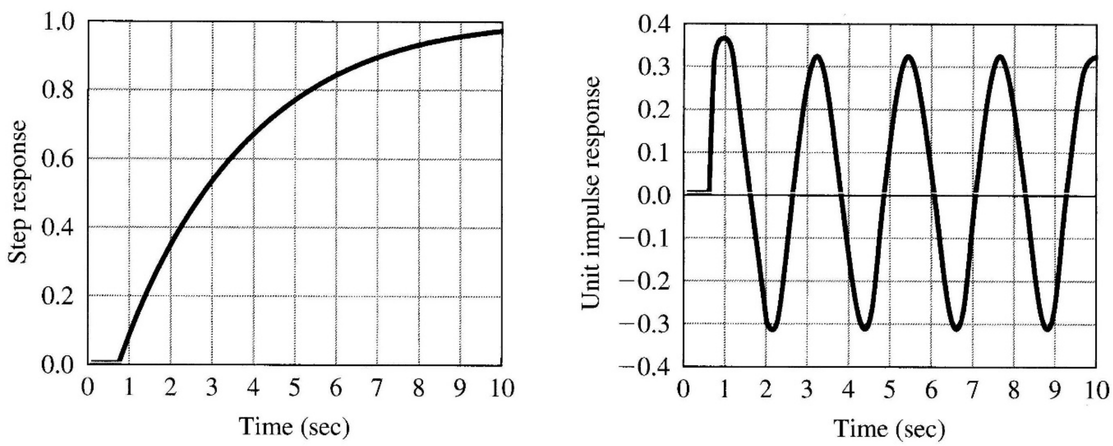
Problema 1

Răspunsul la semnal treaptă a unui sistem este dat în figură. Intârzierea şi răspunsul tranzitoriu se pot determina din figura din stânga.

(a) Proiectaţi sisteme de control P, PI, şi respectiv PID, folosind metoda Ziegler-Nichols bazată pe răspuns tranzitoriu.

(b) Utilizând un control simplu proporţional P, se obţine răspunsul la impuls din figura din dreapta. Pentru un câştig proporţional Ku=8,559, sistemul este la limita stabilităţii (oscilaţii întreţinute). Proiectaţi sisteme de control P, PI, şi respectiv PID, folosind metoda Ziegler-Nichols pentru sensibilitate.

Soluţie



(a)

L=Td=0.9

R=A/t=1/9.2=0.108

Control proportional

$$K_p = \frac{1}{RL} = 10.28$$

Control proportional-integrativ

$$\begin{cases} K_p = \dfrac{0.9}{RL} = 9.259 \\ T_I = \dfrac{L}{0.3} = 3 \end{cases}$$

Control proportional-integrativ-derivativ

$$\begin{cases} K_p = \dfrac{1.2}{RL} = \dfrac{1.2}{0.108 * 0.9} = 12.345 \\ T_I = 2L = 1.8 \\ T_D = 0.5L = 0.45 \end{cases}$$

(b)

Proportional

$$K_p = 0.5 * Ku = 4.280$$

Proportional-integrativ

$$\begin{cases} k_P = 0.45 * Ku = 3.852 \\ T_I = \dfrac{Pu}{1.2} = \dfrac{2.2}{1.2} = 1.83 \end{cases}$$

Proportional integrativ derivativ

$$\begin{cases} k_p = 0.6Ku = 5.135 \\ T_I = 0.5Pu = 1.1 \\ T_D = (1/8) * Pu = 0.275 \end{cases}$$

Problema 2

Considerați sistemul din figură, controlat cu PI.

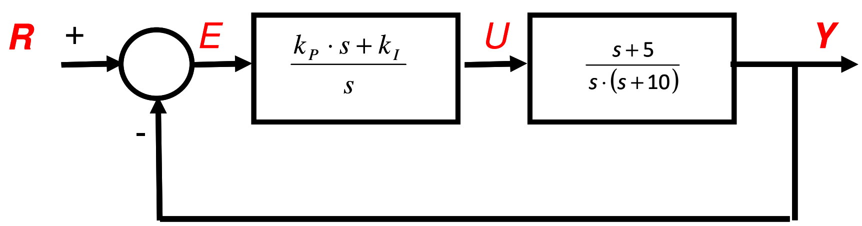
(a) Determinați funcția de transfer R->Y.

(b) Folosiți criteriul Routh pentru a determina domeniul (kp, ki) pentru care sistemul este stabil.

(c) Care este tipul sistemului și eroarea stationară pentru urmarirea unei referințe variabile?

(d) Care este tipul sistemului și eroarea staționară pentru rejecția unei perturbații?

Solutie



(a)

$$\frac{Y(s)}{R(S)} = \frac{\dfrac{k_p \cdot s + k_I}{s} \cdot \dfrac{s+5}{s \cdot (s+10)}}{1 + \dfrac{k_p \cdot s + k_I}{s} \cdot \dfrac{s+5}{s \cdot (s+10)}} = \frac{(s+5) \cdot (k_p \cdot s + k_I)}{s^3 + 10 \cdot s^2 + k_p \cdot s^2 + (5 \cdot k_p + k_i) \cdot s + 5 \cdot k_i}$$

$$\frac{Y(s)}{R(S)} = \frac{(s+5) \cdot (k_p \cdot s + k_I)}{s^3 + (10 + k_p) s^2 + (5 \cdot k_p + k_i) \cdot s + 5 \cdot k_i}$$

(b) Pentru kp, ki > 0, toti coeficieentii numaratorului sunt pozitivi.

Criteriul Routh

$$
\begin{array}{lcc}
s^3 & 1 & 5\cdot k_p + k_i \\
s^2 & 10 + k_p & 5\cdot k_I \\
s & \dfrac{5\cdot k_p^2 + 50\cdot k_p + 10\cdot k_i + k_i\cdot k_p - 5\cdot k_i}{10 + k_p} & 0 \\
s^0 & 5\cdot k_I &
\end{array}
$$

$$k_i > 0$$
$$k_p > 0$$
$$5\cdot k_p^2 + (5 + k_i)\cdot k_p + (4\cdot k_i) > 0$$

Toti termenii din prima coloana sunt pozitivi intotdeauna, deci avem sistem stabil.

(c)
Tipul „2”
Eroarea stationara pentru referinta
= 0 pentru semnal treapta
= 0 pentru semnal rampa
= 1/K pentru semnal parabolic

$$K_a = \left.\frac{D_o(s)G_o(s)}{}\right|_{s=0} = \left.\frac{(s+5)\cdot(k_p\cdot s + k_I)}{(s+10)}\right|_{s=0} = \frac{5\cdot k_I}{10} = \frac{k_I}{2}$$

(d)
Tipul „1”
Eroarea stationara pentru perturbatie

$$e_{ss} = \lim_{t\to\infty} e(t) = \lim_{s=0}[s\cdot E(s)] = \lim_{s\to 0}[s\cdot T_w(s)\cdot W(s)] = \lim_{s\to 0}\left[s\cdot\frac{G(s)}{1 + D(s)G(s)}\cdot\frac{1}{s^{k+1}}\right] = \lim_{s\to 0}\left[s\cdot\frac{\frac{Go(s)}{s}}{1 + \frac{Do(s)Go(s)}{s^2}}\cdot\frac{1}{s^{k+1}}\right] =$$

$$= \lim_{s\to 0}\left[\frac{\frac{5}{10}}{1 + \frac{\frac{5k_i}{10}}{s^2}}\cdot\frac{1}{s^{k+1}}\right] = \lim_{s\to 0}\left[\frac{s^2}{2\cdot s^2 + k_i}\cdot\frac{1}{s^{k+1}}\right] = \begin{cases} 0, k = 0 \\ 1/k_i, k = 1 \\ \infty, k > 1 \end{cases}$$