

SZABÁLYOZÁSTECHNIKA 2. ZÁRTHELYI, A csoport
2010.12.10. 90 perc

Név	Neptun kód	Kurzus	Gyakorlatvezető	Összpontszám

1. Egy zárt folytonos szabályozási körben a szakasz átviteli függvénye $P(s) = \frac{1}{1+50s} e^{-20s}$.

Tervezzen PI szabályozót a szakaszhoz póluskiejtési technikával 60°-os fázistöbbletre!

a./ Adja meg a szabályozó átviteli függvényét!

b./ Vázolja fel a felnyitott kör Bode diagramját (amplitúdó-körfrekvencia és fázis-körfrekvencia görbe)! Adja meg a vágási körfrekvenciát!

c./ Egységugrás alapjelre adja meg a zárt körben a szabályozó kimenetén a beavatkozó jel kezdeti és végértékét! Adja meg a szabályozott jellemző kezdeti és végértékét! **5 pont**

2. Egy folytonos szakasz átviteli függvénye legyen: $P(s) = \frac{1}{(1+5s)(1+10s)} = \frac{Y(s)}{U(s)}$.

Részlettörtekre bontás alapján adja meg a folyamat állapotteres modelljét! A $\mathbf{k}^T = [1 \ 3]$ erősítési vektoron keresztül a fenti állapotváltozókkal negatív állapotvisszacsatolást alkalmazva határozza meg a zárt rendszer karakterisztikus egyenletét és a zárt rendszer pólusait! **5 pont**

3. Származtassa az $\mathbf{x}[k+1] = \mathbf{F}\mathbf{x}[k] + \mathbf{g}u[k]$ diszkrét állapotegyenlet \mathbf{F} mátrixát és \mathbf{g} vektorát a folytonos rendszer állapotegyenletének \mathbf{A} mátrixából és \mathbf{b} vektorából! **4 pont**

4. Adja meg a z-transzformáció definícióját! Hova képezi le a z-transzformáció az s komplex sík imaginárius tengelyét? Hova képezi le az $s_1 = 0$ és az $s_2 = -3$ pontokat? A mintavételezési idő legyen T_s . Adja meg egy jel z-transzformáltjának kifejezését! Adja meg a mintavételezett egységugrás jel z-transzformáltját! **4 pont**

5. Legyen egy folyamat impulzusátviteli függvénye: $G(z) = \frac{0.01(z+0.8)}{(z-0.8)(z-0.2)}$.

a./Adja meg a folyamat statikus átviteli tényezőjét!

b./A negatívan visszacsatolt szabályozási körben a szabályozó impulzusátviteli függvénye legyen:

$C(z) = 3 \frac{(z-0.8)(z-0.2)}{(z-1)z}$. Milyen jellegű kompenzációnak felel meg ez? Adja meg a szabályozó differenciaegyenletét!

c./ Egységugrás alapjelre a zárt körben adja meg a folyamat kimenőjelének és a beavatkozójelnek a kezdeti és a végértékét! **5 pont**

6. Számítson ki a $P(s) = \frac{-10}{(s+2)(s-5)}$ átviteli függvényű labilis folyamathoz egy stabilizáló állapotvisszacsatoló vektort! (Használja az órán tanult tükrözéses módszert!) **4 pont**

7. Írja le röviden az adaptív szimplex tiszta kereső módszer működését! Mit nevezünk explicit és implicit korlátozásnak? **3 pont**

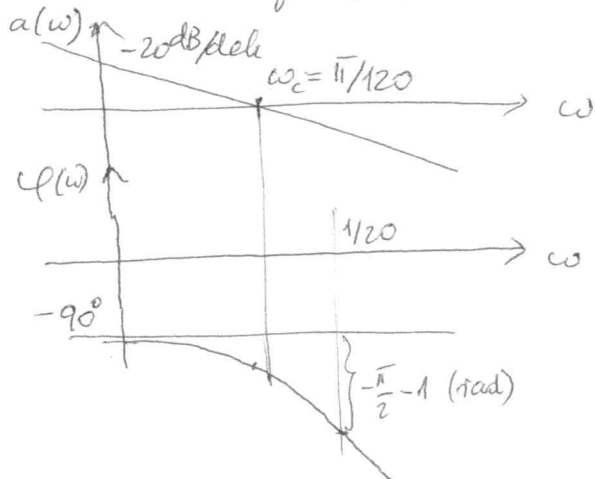
1.) $P(s) = \frac{1}{1+50s} e^{-20s}$

a.) $C_{PI}(s) = k_c \frac{1+50s}{50s}$; $L(s) = C_{PI}(s) \cdot P(s) = \frac{k_c}{50s} e^{-20s}$

$\varphi(\omega_c) = -\frac{\pi}{2} - 20\omega_c = -\frac{2\pi}{3} \Rightarrow \omega_c = \frac{\pi}{120}$

$|L(j\omega_c)| = 1 = \frac{k_c}{50\omega_c} \Rightarrow k_c = \frac{50\pi}{120} = \frac{5\pi}{12}$

b.) Bode diagram:

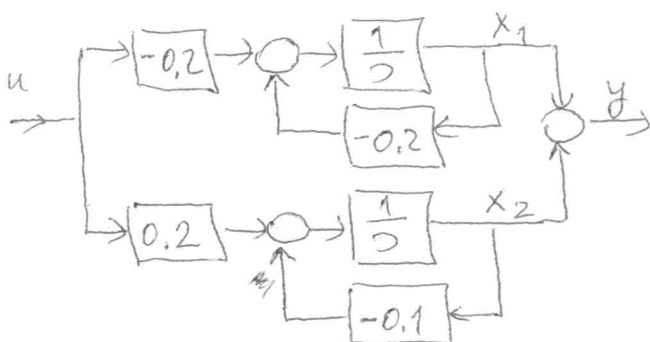


c.) Tipusozás: 1

$y(0) = 0$; $y(t \rightarrow \infty) = 1$

$u(0) = k_c$; $u(t \rightarrow \infty) = 1$

2.) $P(s) = \frac{1}{(1+5s)(1+10s)} = \frac{\alpha}{1+5s} + \frac{\beta}{1+10s}$; $\alpha = -1$, $\beta = 2$



$\begin{bmatrix} \dot{x}_1 \\ \dot{x}_2 \end{bmatrix} = \underbrace{\begin{bmatrix} -0.2 & 0 \\ 0 & -0.1 \end{bmatrix}}_A \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix} + \underbrace{\begin{bmatrix} -0.2 \\ 0.2 \end{bmatrix}}_B u$

$y = \underbrace{[1 \quad 1]}_{C^T} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix} + \underbrace{0}_{d} u$

Kar. eqg.: $\det(sI - A + BK^T) = 0$

$\det \left\{ \begin{bmatrix} s+0.2 & 0 \\ 0 & s+0.1 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} -0.2 \\ 0.2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 3 \end{bmatrix} \right\} = 0$

$\det \begin{bmatrix} s & -0.6 \\ 0.2 & s+0.7 \end{bmatrix} = 0$

A zárt ss. pólusai:

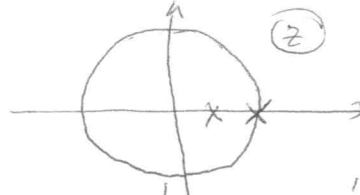
$s^2 + 0.7s + 0.12 = 0$; $s_{1,2} = \frac{-0.7 \pm 0.1}{2} \rightarrow \begin{matrix} -0.3 \\ -0.4 \end{matrix}$

3.) $x[k+1] = F x[k] + g u[k]$

$F = e^{AT_0}$; $g = \int_0^{T_0} e^{A\lambda} d\lambda b$

Ha A invertálható, $g = A^{-1}(e^{AT_0} - I)b$

4.) $z = e^{sT_0}$



Az imaginárius tengely az egyenlőszögű kör belsejét képezi le.

$s_1 = 0 \Rightarrow z_1 = 1$

$s_2 = -3 \Rightarrow z_2 = e^{-3T_0}$;

$f(z) = \sum_{i=0}^{\infty} f(iT_0) z^{-i}$

$Z\{1(t)\} = \frac{z}{z-1}$

5.) $G(z) = \frac{0.01(z+0.8)}{(z-0.8)(z-0.2)}$

a.) $k_{stat} = \frac{0.01(1+0.8)}{(1-0.8)(1-0.2)} = \frac{0.9}{8} = 0.1125 = G(z=1)$

b.) PID kompenzáció.

$\frac{u(z)}{e(z)} = 3 \frac{(1-0.8z^{-1})(1-0.2z^{-1})}{1-z^{-1}} = 3 \frac{1-z^{-1}+0.16z^{-2}}{1-z^{-1}}$

$u(nT_0) = 3e(nT_0) - 3e((n-1)T_0) + 0.48e((n-2)T_0) + u((n-1)T_0)$

c.) $y(0) = 0$; $y(t \rightarrow \infty) = 1$; $u(0) = 3$; $u(t \rightarrow \infty) = \frac{1}{k_{stat}} = \frac{1}{0.1125} = 8.88$

6.) $P(s) = \frac{-10}{(s+2)(s-5)} = \frac{-10}{A(s)}$

ahol $A(s) = (s+2)(s-5) = s^2 - 3s - 10 = s^2 + a_1s + a_2$

A labilis $p_2 = 5$ pólust tükrözve a képretes tengely $p_2 = -5$ bal fél síkjára. Errel a fennvezetési polinom legyen

$R(s) = (s+2)(s+5) = s^2 + 7s + 10 = s^2 + r_1s + r_2$

Az állapotviszacsatoló vektor:

$k^T = [r_1 - a_1 \quad r_2 - a_2] = [7 - (-3) \quad 10 - (-10)] = [10 \quad 20]$

7.) Ld. jegyet 384-386. old.

SZABÁLYOZÁSTECHNIKA 2. ZÁRTHELYI, B csoport

2010.12.10. 90 perc

Név	Neptun kód	Kurzus	Gyakorlatvezető	Összpontszám

1. Egy zárt folytonos szabályozási körben a szakasz átviteli függvénye $P(s) = \frac{1}{(1+5s)(1+10s)}$.

a./ Adja meg a póluskiejtéses PID szabályozó algoritmusát. A szabályozó átviteli tényezője k_c , PD részének túlvezérlési aránya 5.

b./ Határozza meg k_c azon értékét, amelynél a zárt kör kéttárolós lengő taggal megadható eredő átviteli függvényében a csillapítási tényező $\xi = 0.6$!

c./ Egységugrás alapjelre adja meg a zárt körben a szabályozó kimenetén a beavatkozó jel kezdeti és végértékét. Adja meg a szabályozott jellemző kezdeti és végértékét.

d./ Mekkora állandósult hibával követi a szabályozott jellemző a sebességugrás és a gyorsulásugrás alapjelet? **5 pont**

2. A lineáris folytonos rendszer állapotmátrixai: A, b, c^T, d . Adja meg a nyitott rendszer karakterisztikus egyenletét. Állapotvisszacsatolásos szabályozót alkalmazunk k^T visszacsatoló vektorral. Adja meg az állapotvisszacsatolásos rendszer blokk-diagramját és karakterisztikus egyenletét! Hogyan módosul a struktúra megfigyelő alkalmazásával? **5 pont**

3. Vezesse le a diszkrét rendszer
$$\begin{aligned} x[k+1] &= Fx[k] + gu[k] \\ y[k] &= c^T x[k] + du[k] \end{aligned}$$
 állapotegyenletéből a $G(z)$

impulzusátviteli függvényt! **4 pont**

4. Számítsa ki a $P(s) = \frac{-6}{(s+3)(s-2)}$ átviteli függvényű folyamatot stabilizáló állapotvisszacsatoló

k^T vektort! Használja az órán tanult labilis pólust tükröző módszert! **4 pont**

5. Egy folyamat impulzusátviteli függvénye: $G(z) = \frac{0.01(z+0.5)}{(z-1)(z-0.2)}$. A negatívan visszacsatolt

szabályozási körben a szabályozó impulzusátviteli függvénye: $C(z) = 5 \frac{z-0.2}{z}$.

a./ Milyen jellegű kompenzációt alkalmazunk? Adja meg a szabályozó differenciaegyenletét.

b./ Adja meg a zárt körben a szabályozó kimenőjelének kezdeti és végértékét, ha bemenőjele mintavételezett egységugrás.

c./ Stabilis-e a zárt szabályozási kör? Válaszát indokolja! **5 pont**

6. Legyen a szabályozott szakasz impulzusátviteli függvénye $G(z) = \frac{0.2z^{-2}}{1-0.8z^{-1}} z^{-2}$. Számítsa ki a

optimális Youla-szabályozót a $G_r = G_n = 1$ esetre, ha a zavarelhárítás tervezési referencia modellje

$$R_n(z) = \frac{0.5z^{-1}}{1-0.5z^{-1}} !$$

4 pont

7. Írja le röviden az adaptív szimplex tiszta kereső módszer működését! Mit nevezünk explicit és implicit korlátozásnak? **3 pont**

