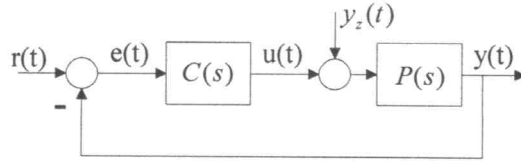


**SZABÁLYOZÁSTECHNIKA LABORZÁRTHELYI, 2010. május 5.**

**(75 perc)**

Név	Neptun kód	Kurzus	Gyakorlatvezető	Összpontszám

1. Adott az alábbi szabályozási kör:  $C(s) = \frac{1+10s}{10s}$ ,  $P(s) = \frac{1}{(1+10s)(1+s)(1+0.5s)}$



a./ Adja meg a rendszer fázistartalékát, erősítési tartalékát és modulus tartalékát. Stabilis-e a zárt rendszer? **(3 pont)**

Egységugrás zavarójel és zérus alapjel ( $r(t) = 0$  és  $y_z(t) = 1(t)$ ) esetén :

b./ Ábrázolja minőségileg helyesen az  $y$  kimenőjel időbeli lefolyását. **(3 pont)**

c./ Adja meg a beavatkozó jel kezdeti és állandósult értékét. **(2 pont)**

2. Adott az alábbi folytonos folyamat:

$$A = \begin{bmatrix} -2 & 1 & 0 \\ 0 & -4 & 1 \\ 0 & 0 & -10 \end{bmatrix}, b = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 2 \end{bmatrix}, c = [-0.5 \quad 0.5 \quad 0], d = 0. \quad \text{(5 pont)}$$

a./ Tervezzen állapotviszacsatolásos szabályozást úgy, hogy a zárt rendszer egy másodrendű lengő tag és egy egytárolós tag szorzata legyen. A másodrendű lengő tag csillapítási tényezője 0.7 és időállandója 0.5 legyen. Az egytárolós tag időállandója egyezzen meg a folyamat legkisebb időállandójával. Határozza meg az alapjelkövetéshez a statikus kompenzációs tényező értékét is.

b./ Ábrázolja a visszacsatolt rendszer ( $x_1, x_2$ ) állapottrajektóriáját  $x_0 = [2, -4, 0]$  kezdeti érték esetén. **(3 pont)**

3. Egy mintavételes szabályozási körben a szakasz átviteli függvénye:

$$P(s) = \frac{10}{(1+4s)(1+2s)(1+8s)} e^{-s}. \quad \text{A mintavételezési idő: } T_s = 0.5.$$

a./ Zérusrendű tartószerv esetén adja meg a szakasz  $G(z)$  impulzusátviteli függvényét zérus-pólus alakban. **(3 pont)**

b./ Soros PID kompenzációt alkalmazzunk póluskiejtéssel. Adja meg a szabályozó impulzus átviteli függvényét zérus-pólus alakban. A szabályozó arányos szorzótényezője legyen egy. **(2 pont)**

c./ Stabilis-e a diszkrét zárt szabályozási rendszer? Válaszát indokolja! **(2 pont)**

4. Egy irányítandó szakasz átviteli függvénye:  $P(s) = \frac{1}{(1+5s)^2}$ . A szakaszt  $T_s = 1$  sec mintavételi

idővel mintavételezzük, bemenetén zérusrendű tartószervet alkalmazunk. Az alapjel követési dinamikáját előíró  $R_n$  impulzusátviteli függvény az  $\frac{1}{1+3s}$  átviteli függvény mintavételezésével, a

zavarelhárítást előíró  $R_n$  impulzusátviteli függvény az  $\frac{1}{1+s}$  átviteli függvény mintavételezéséből adódik.

a./ Adja meg a szakasz impulzusátviteli függvényét. **(2 pont)**

b./ Adja meg a szakasz  $G = G_+ G_- z^{-d}$  felbontását. **(2 pont)**

c./ Adja meg a Q Youla paramétert és a C szabályozót. **(2 pont)**

d./ Vázzolja fel minőségileg helyesen egységugrás alapjelre a kimenőjel lefolyását. **(1 pont)**

## Megoldás

1. a.

$s = \text{zpk}('s')$ ,  $C = (1+10*s)/(10*s)$ ,  $P = 1/((1+10*s)*(1+s)*(1+0.5*s))$ ,

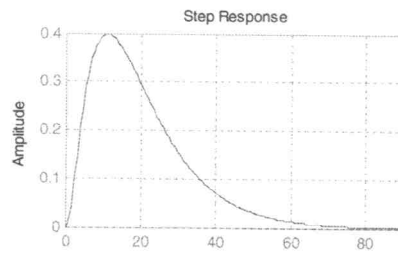
a./  $L = C*P$ ,  $L = \text{minreal}(L)$ ,  $\text{figure}(1)$ ,  $\text{margin}(L)$

$[\text{gm}, \text{pm}] = \text{margin}(L)$ ,  $\text{m} = \text{bode}(L+1)$ ,  $\text{mt} = \text{min}(\text{m})$

**gm = 30 (29.5dB)**, **pm = 81.48**, **mt = 0.89**, **stabilis**

b./  $Tz = P/(1+L)$ ,  $Tz = \text{minreal}(Tz)$ ,  $\text{figure}(2)$ ,  $\text{step}(Tz)$ ,  $\text{grid}$

**u(0) = 0**, **u\_vég = -1**



2.

$A = [-2, 1, 0, 0; 0, -4, 1, 0; 0, 0, -10]$ ,  $b = [0; 0; 2]$ ,  $c = [-0.5, 0.5, 0]$ ,  $d = 0$

$P = \text{eig}(A)$ ,

**p = [-2, -4, -10]**

$T0 = 0.5$ ,  $\text{kszi} = 0.7$ ,  $\text{den} = [T0*T0, 2*T0*\text{kszi}, 1]$ ,  $\text{pc} = \text{roots}(\text{den})$

**den = [0.2500 0.7000 1.0000]**,

**pc = [-1.4000 + 1.4283i, -1.4000 - 1.4283i]**

$\text{pc}(3) = -10$

$k = \text{acker}(A, b, \text{pc})$ ,  $G = 1/\text{dcgain}(A - b*k, b, c, d)$

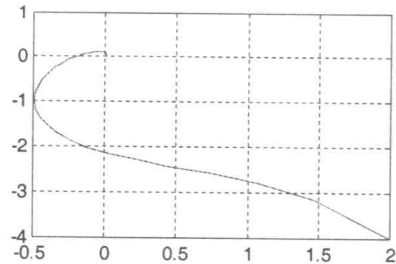
**k = 9.6000 -8.4000 -1.6000**, **G = 40**

$T = \text{ss}(A - b*k, G*b, c, d)$

$x0 = [2, -4, 0]$

$[y, t, x] = \text{initial}(T, x0)$

$\text{plot}(x(:,1), x(:,2))$ ,  $\text{grid}$



3 a./

$s = \text{zpk}('s')$ ,  $P = 10/((1+4*s)*(2*s+1)*(1+8*s))$ ,

$Ts = 0.5$ ,  $Td = 1$ ,  $d = Td/Ts$ ,  $z = \text{zpk}('z', Ts)$ ,

$G1z = c2d(P, Ts)$ ,  $Gz = G1z/(z^d)$

$$G(z) = \frac{0.0029204 (z+3.349) (z+0.24)}{z^2 (z-0.9394) (z-0.8825) (z-0.7788)}$$

b./

$Cz = (z-0.9394)*(z-0.8825)/(z*(z-1))$

$Lz = \text{minreal}(Cz*Gz, 0.001)$ ,  $[\text{gm}, \text{pm}] = \text{margin}(Lz)$

**gm = 5.2**, **pm = 62**, **stabilis**

4.  $s = \text{zpk}('s')$ ,  $P1 = 1/((1+5*s)*(1+5*s))$ ,

$Ts = 1$ ,  $G = c2d(P1, Ts)$ ,  $z = \text{zpk}('z', Ts)$ ,

$$G = G_+ G_- z^{-d} = \frac{0.017523 (z+0.8752)}{(z-0.8187)^2};$$

$Gm = (z+0.8752)/z$ ,  $Gm = Gm/\text{dcgain}(Gm)$ ,  $Gp = \text{minreal}(G/Gm, 0.001)$

$Rr = c2d(1/(1+3*s), Ts)$ ,  $Rn = c2d(1/(1+s), Ts)$

$$G_- = \frac{0.53328 (z+0.8752)}{z}, \quad G_+ = \frac{0.032859 z}{(z-0.8187)^2},$$

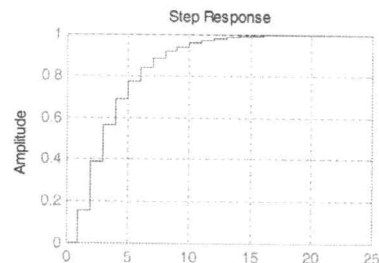
$$R_r(z) = \frac{0.28347}{z-0.7165}, \quad R_n(z) = \frac{0.63212}{z-0.3679}$$

$Q = \text{minreal}(Rn/Gp)$ ,  $C = \text{minreal}(Q/(1-Q*G))$ ,  $L = \text{minreal}(C*G)$ ,  $T = \text{minreal}(Rr/Rn*L/(1+L))$ ,

$Uz = \text{minreal}(Rr/Rn*C/(1+L))$ ,  $\text{umax} = \text{max}(\text{step}(Uz))$ ,

$$Q = \frac{R_n}{G_+} = \frac{19.2372 (z-0.8187)^2}{z (z-0.3679)}, \quad C = \frac{Q}{1-QG} = \frac{19.2372 (z-0.8187)^2}{(z-1) (z+0.295)}$$

$\text{figure}(1)$ ,  $\text{step}(T)$ ,  $\text{grid}$ ,

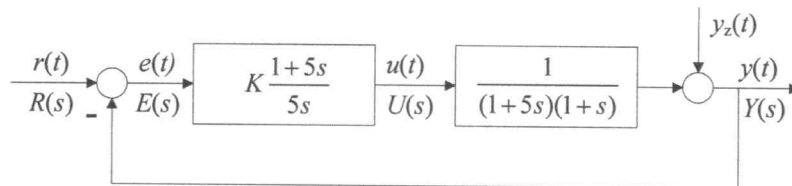


**SZABÁLYOZÁSTECHNIKA LABORZÁRTHELYI, 2010. május 6.**  
(75 perc)

Név	Neptun kód	Kurzus	Gyakorlatvezető	Összpontszám

1. Egy folytonos szakasz átviteli függvénye  $P(s) = \frac{1}{(1+s)(1+3s)} e^{-0.5s}$ . Az  $u(t) = 2 \sin t$  bemenőjel esetén állandósult állapotban a kimenőjel  $y(t) = A \sin(\omega t + \varphi)$ . Határozza meg az  $A, \omega, \varphi$  paraméterek értékeit! **(6 pont)**

2. Adott az alábbi szabályozási kör:



a./ Határozza meg  $K$  maximális értékét, amelynél a zárt rendszer még stabilis! **(2 pont)**

$K = 3$  mellett:

b./ adja meg a rendszer erősítési tartalékát, fázistartalékát és modulus tartalékát. Stabilis-e a zárt szabályozási rendszer? **(3 pont)**

c./  $r(t) \equiv 0$  és  $y_z(t) = 1(t)$  esetén ábrázolja minőségileg helyesen az  $y(t)$  kimenőjel időbeli lefolyását. Jelölje be az ábrán a fontosabb értékeket (kezdeti érték, végérték, beállási idő)! **(2 pont)**

d./  $r(t) = e^{-2t}$  és  $y_z(t) = 0$  esetén ábrázolja minőségileg helyesen az  $y(t)$  kimenőjel időbeli lefolyását! **(2 pont)**

3. Egy folytonos szakasz állapotmátrixai:

$$A = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ 0 & -2 & 0 \\ 2 & 0 & -4 \end{bmatrix}, b = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix}, c = [4 \ 0 \ 0], d = 0$$

a./ Adja meg a rendszer pólusait. Stabilis-e a rendszer? **(3 pont)**

b./ Irányítható-e és megfigyelhető-e a rendszer? **(3 pont)**

c./ Ábrázolja a rendszer  $x_1, x_2$  állapottrajektóriáját  $x_0 = [1, -2, 2]$  kezdeti feltétel esetén. **(3 pont)**

4. Egy irányítandó szakasz átviteli függvénye:  $P(s) = \frac{1}{(1+s)(1+10s)} e^{-s}$ . A szakaszt  $T_s = 1$  sec mintavételi idővel mintavételezzük, bemenetén zérusrendű tartószervet alkalmazunk. Az alapjel követési dinamikáját előíró  $R_r$  impulzusátviteli függvény az  $\frac{1}{1+5s}$  átviteli függvény

mintavételezésével, a zavarelhárítást előíró  $R_n$  impulzusátviteli függvény az  $\frac{1}{1+0.5s}$  átviteli

függvény mintavételezéséből adódik.

a./ Adja meg a szakasz impulzusátviteli függvényét. **(2 pont)**

b./ Adja meg a szakasz  $G = G_+ G_- z^{-d}$  felbontását. **(1 pont)**

c./ Adja meg a Q Youla paramétert és a C szabályozót. **(1 pont)**

d./ Vázzolja fel minőségileg helyesen egységugrás alapjelre a kimenőjel és a beavatkozójel lefolyását. **(2 pont)**

