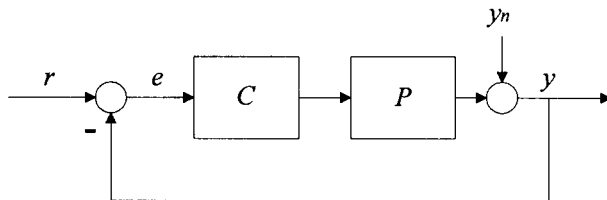


SZABÁLYOZÁSTECHNIKA 1. PÓTZÁRTHELYI, A csoport
2011.04.05. 8.15-9.45

Név	Neptun kód	Kurzus, Gyakorlatvezető	Összpontszám

1. Egy folytonos szabályozási kör hatásvázlata az ábrán látható:

[4 pont]



a./ $P(s) = \frac{9}{s^2}$, $C(s) = \frac{1+s}{1+0.05s}$ mellett vázolja fel a felnyitott kör közelítő Bode diagramját (amplitúdó-

körfrekvencia és fázis-körfrekvencia diagram)! Jelölje be az ábrán a vágási körfrekvenciát és a fázistartalékot.

b./ Adja meg a vágási körfrekvencia és a fázistartalék közelítő értékét, valamint a fázistartalék analitikus kifejezését!

c./ Stabilis-e a zárt szabályozási kör?

d./ Adja meg az $e(t)$ hibajel állandósult értékét, ha $r(t) \equiv 0$ és az $y_n(t)$ kimeneti zavarás egységgyorsulás-ugrás!

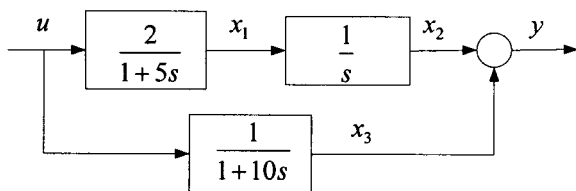
2. Mi az alapmátrix és hogyan számítható ki az értéke? Egy lineáris rendszer állapotterés modelljének A

paramétermátrixa: $A = \begin{bmatrix} -1 & 1 \\ 0 & -2 \end{bmatrix}$. $u(t) \equiv 0$; $\mathbf{x}_0 = \mathbf{x}(0) = \begin{bmatrix} 5 \\ 3 \end{bmatrix}$ esetén határozza meg $\mathbf{x}(t = 0.1)$ értékét! [4 pont]

3. Adott egy lineáris rendszer állapotterés modellje: $A = \begin{bmatrix} -1 & 0 \\ 0 & -2 \end{bmatrix}$, $\mathbf{b} = \begin{bmatrix} 2 \\ 4 \end{bmatrix}$, $\mathbf{c}^T = [3 \ 5]$ és $d = 0$. Határozza meg a rendszer átviteli és átmeneti függvényét! [4 pont]

4. Mi az érzékenységi függvény és mit mutat meg? Mi a kapcsolata a modulus tartalékkal? [3 pont]

5. Írja fel az ábrán látható rendszer állapotegyenletét az ábrán bejelölt állapotváltozókkal! [4 pont]



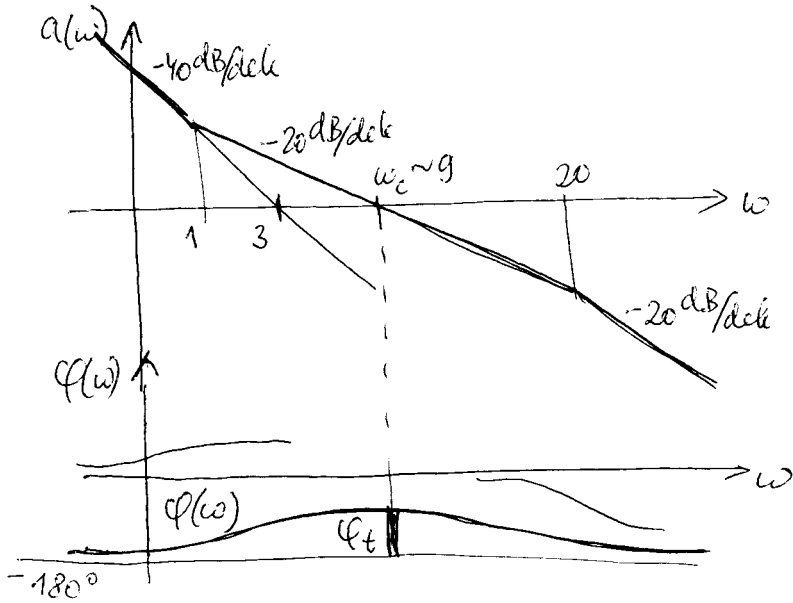
6. Egy zárt szabályozási rendszerben a felnyitott kör átviteli függvénye $L(s) = K \frac{s+2}{(s-6)(s+4)(s+6)}$. Vázolja fel a gyökhelygörbe menetét! [3 pont]

7. Egy lineáris szakasz átviteli függvénye $P(s) = K e^{-sT} / s$, bemenőjele $u = 3 \sin 4t$, a szakasz kimenőjele állandósult állapotban $y_{all} = \sin(4t - 120^\circ)$. Határozza meg K és T értékét! [4 pont]

8. Vázolja fel a $P(s) = \frac{1+4s}{1+8s}$ átviteli függvényű folyamat Bode diagramját, Nyquist diagramját és átmeneti függvényét! Jelölje be a diagramok jellegzetes pontjait! [4 pont]

MEGOLDÁS

1.) a.) $L(s) = \frac{9}{s^2} \frac{1+s}{1+0.5s}$



b.) $\omega_c \sim 9 \text{ rad/sec}$

$\varphi_t \sim 90^\circ$

$\varphi_t = 180^\circ - 180^\circ +$
 $+ a \cdot \arctg \omega_c -$
 $- a \cdot \arctg 0.5 \omega_c$

c.) Stabilis, $\varphi_t > 0$.
 Sőt: struktúrállítható
 stabilis.

d.) A szabályozás típuszama 2.

Gyorsulásiugrás zavarára az állandómérték hibája:

$e(t \rightarrow \infty) = -1/K = -1/9$.

2.) $\phi(t) = e^{At} = \mathcal{L}^{-1} \{ \phi(s) \} = \mathcal{L}^{-1} \{ (sI - A)^{-1} \}$

$X(t) = e^{At} X(0); e^{At} = \mathcal{L}^{-1} \left\{ \begin{bmatrix} s+1 & -1 \\ 0 & s+2 \end{bmatrix}^{-1} \right\}$

$e^{At} = \mathcal{L}^{-1} \begin{bmatrix} \frac{1}{s+1} & \frac{1}{(s+1)(s+2)} \\ 0 & \frac{1}{s+2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} e^{-t} & e^{-t} - e^{-2t} \\ 0 & e^{-2t} \end{bmatrix}$

$X(t=0.1) = \begin{bmatrix} e^{-0.1} & e^{-0.1} - e^{-0.2} \\ 0 & e^{-0.2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 5 \\ 3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 5e^{-0.1} + 3e^{-0.1} - 3e^{-0.2} \\ 3e^{-0.2} \end{bmatrix}$

$X(t=0.1) = \begin{bmatrix} 7.2387 - 2.4562 \\ 2.4562 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 4.7825 \\ 2.4562 \end{bmatrix}$

1. PÉTEZS 2011.04.05.
MEGOLDÁS 1. folytatás

$$3.) P(s) = C^T (sI - A)^{-1} b = [3 \quad 5] \begin{bmatrix} s+1 & 0 \\ 0 & s+2 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} 2 \\ 4 \end{bmatrix}$$

$$P(s) = [3 \quad 5] \begin{bmatrix} \frac{1}{s+1} & 0 \\ 0 & \frac{1}{s+2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 2 \\ 4 \end{bmatrix} = \frac{6}{s+1} + \frac{20}{s+2} = \frac{26s+32}{(s+1)(s+2)}$$

$$P(s) = \frac{26(s+16/13)}{(s+1)(s+2)}$$

$$v(t) = \mathcal{L}^{-1} \left\{ \frac{1}{s} \frac{26(s+16/13)}{(s+1)(s+2)} \right\} = \frac{26 \cdot 16/13}{2} - \frac{26(-1+16/13)}{1} e^{-t} - \frac{1}{2} \cdot \frac{26(-2+16/13)}{-1} e^{-2t}$$

$$v(t) = 16 - 6e^{-t} + 10e^{-2t}$$

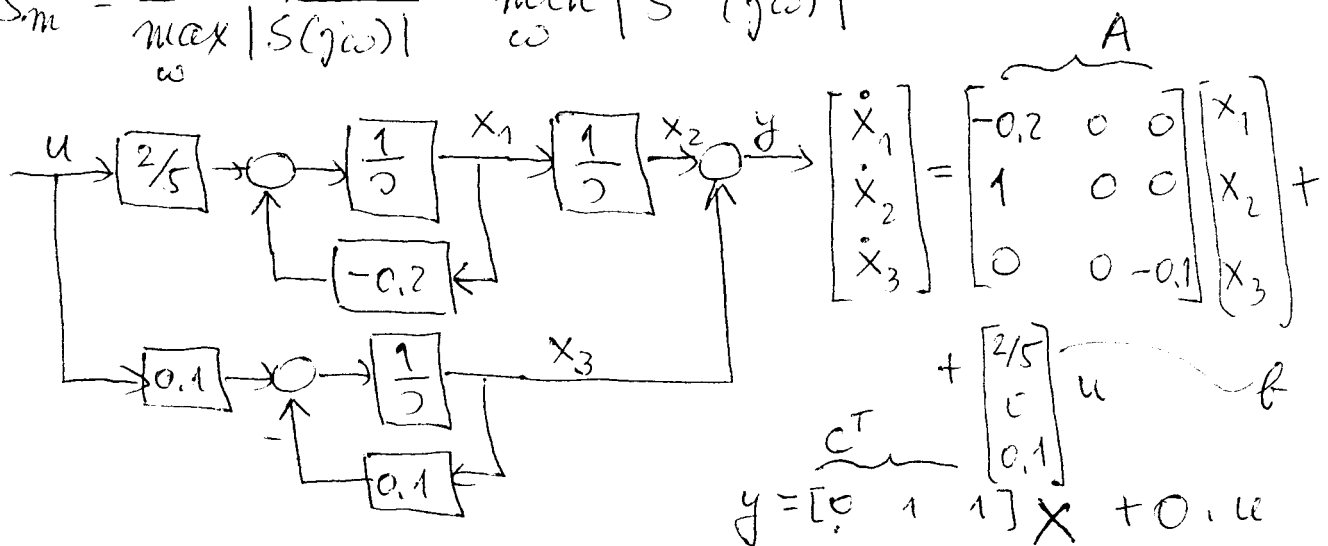
4.) Értékvességi fo.: $S = \frac{1}{1+CP} = \frac{\Delta T/T}{\Delta P/P}$

Megmutatja, hogy a mátrix relatív megváltozása mennyire befolyásolja az eredő átviteli fo. relatív megváltozását.

Kapcsolata a mátrixstabilitással:

$$S_m = \frac{1}{\max_{\omega} |S(j\omega)|} = \min_{\omega} |S^{-1}(j\omega)|$$

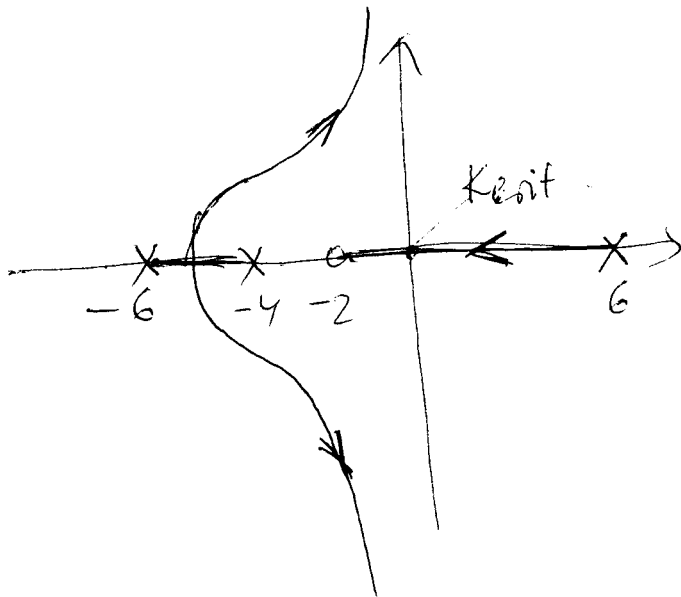
5.)



1. PÓTZH 2011.04.05.

MEGOLDÁS 2. feladatán

6.)

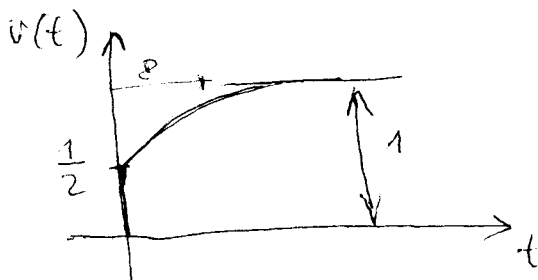
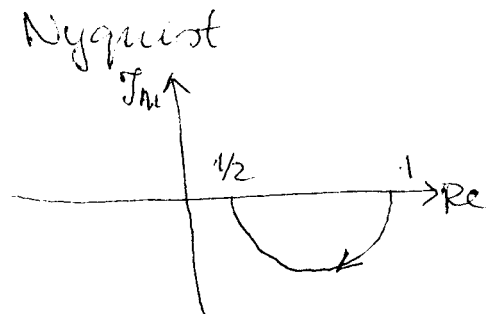
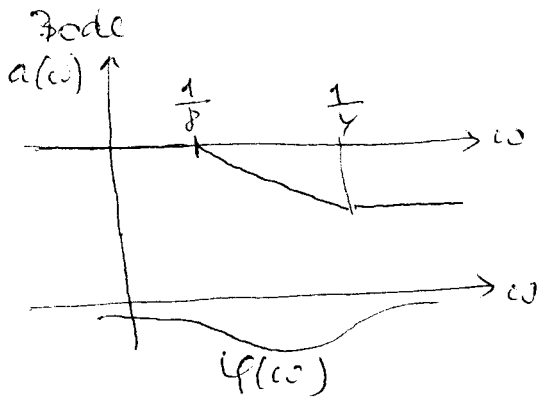


(csak a jellegét kell jellemezni, nem kell rajzolni, ha az aszimptoták helyét nem találja el.)

$$7.) |P(j\omega)| = \frac{K}{\omega} = \frac{K}{4} = \frac{1}{3} \Rightarrow \boxed{K = \frac{4}{3}}$$

$$\varphi(\omega) = -\frac{\pi}{2} - 4 \cdot T = -\frac{2\pi}{3} \Rightarrow 4T = \frac{\pi}{6}; \boxed{T = \frac{\pi}{24}}$$

8.)

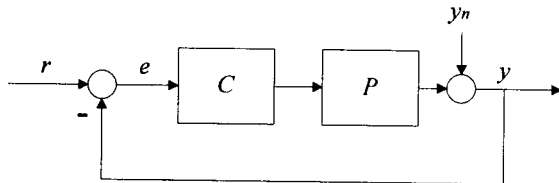


SZABÁLYOZÁSTECHNIKA 1. PÓTZÁRTHELYI, B csoport
2011.04.05. 8.15-9.45

Név	Neptun kód	Kurzus, Gyakorlatvezető	Összpontszám

1. Egy folytonos szabályozási kör hatásvázlata az ábrán látható:

[4 pont]



a./ $P(s) = \frac{1}{1+0.2\xi s+0.01s^2}$; $\xi < 1$. $C(s) = \frac{2}{s}$ mellett vázolja fel a felnyitott kör közelítő Bode diagramját

(amplitúdó-körfrekvencia és fázis-körfrekvencia diagram)!

b./ Adja meg az abszolút értéket és fázisszög értékét az $\omega = 10$ körfrekvenciánál!

c./ Milyen ξ érték mellett kerül a zárt szabályozási kör a stabilitás határhelyzetébe?

d./ Adja meg az $e(t)$ hibajel állandósult értékét, ha $r(t) \equiv 0$ és az $y_n(t)$ kimeneti zavarás egységsebesség-ugrás!

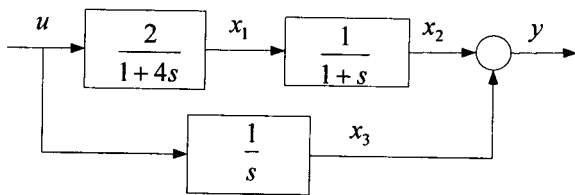
2. Mi az alapmátrix és hogyan számítható ki az értéke? Egy lineáris rendszer állapotterese modelljének **A**

paramétermátrixa: $\mathbf{A} = \begin{bmatrix} -2 & 1 \\ 0 & -4 \end{bmatrix}$. $u(t) \equiv 0$; $\mathbf{x}_o = \mathbf{x}(0) = \begin{bmatrix} 2 \\ 1 \end{bmatrix}$ esetén határozza meg $\mathbf{x}(t = 0.2)$ értékét! [4 pont]

3. Adott egy lineáris rendszer állapotterese modellje: $\mathbf{A} = \begin{bmatrix} -2 & 0 \\ 0 & -3 \end{bmatrix}$, $\mathbf{b} = \begin{bmatrix} 2 \\ 5 \end{bmatrix}$, $\mathbf{c}^T = [1 \quad 6]$ és $d = 0$. Határozza meg a rendszer átviteli és átmeneti függvényét! [4 pont]

4. Mi az érzékenységi függvény és mit mutat meg? Mi a kapcsolata a modulus tartalékkal? [3 pont]

5. Írja fel az ábrán látható rendszer állapotegyenletét az ábrán bejelölt állapotváltozókkal! [4 pont]



6. Egy zárt szabályozási rendszerben a felnyitott kör átviteli függvénye $L(s) = K \frac{s+1}{(s-6)(s+2)(s+4)}$. Vázolja fel a gyökhelygörbe menetét! [3 pont]

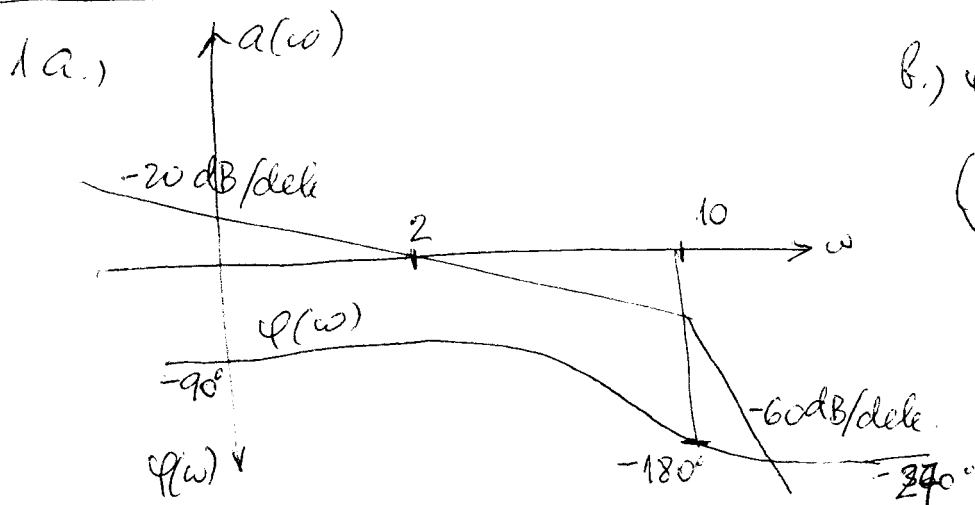
7. Egy lineáris szakasz átviteli függvénye $P(s) = Ke^{-sT}/s$, bemenőjele $u = 2 \sin 3t$, a szakasz kimenőjele állandósult állapotban $y_{all} = 0.5 \sin(3t - 180^\circ)$. Határozza meg K és T értékét! [4 pont]

8. Vázolja fel a $P(s) = 2 \frac{e^{-0.5s}}{1+2s}$ átviteli függvényű folyamat Bode diagramját, Nyquist diagramját és átmeneti függvényét! Jelölje be a diagramok jellegzetes pontjait! [4 pont]

SZABÁLYOZÁSTECHNIKA 1. PÓTZH B csoport

2011.04.05.

MEGOLDÁS



b.) $\varphi(\omega=10) = -180^\circ$

$$\left(-90^\circ - \arctan \frac{0.2\xi\omega}{1-0.01\omega^2} \right) \Big|_{\omega=10}$$

$$a(\omega) = \frac{2}{10 \cdot 0.2 \cdot 10 \cdot \xi} = \frac{1}{10\xi}$$

c.) $L(j\omega) \Big|_{\omega=10} = \frac{2}{\omega} \cdot \frac{1}{2\xi} = \frac{1}{10\xi} = 1 \Rightarrow \boxed{\xi = 0.1}$

d.) $e(t \rightarrow \infty) = -1/K = -1/2 = -0.5$

2.) $\phi(t) = e^{At} = \mathcal{L}^{-1} \{ \phi(s) \} = \mathcal{L}^{-1} \{ (sI - A)^{-1} \}$

$$\phi(t) = \mathcal{L}^{-1} \begin{bmatrix} s+2 & -1 \\ 0 & s+4 \end{bmatrix}^{-1} = \mathcal{L}^{-1} \begin{bmatrix} \frac{1}{s+2} & \frac{1}{(s+2)(s+4)} \\ 0 & \frac{1}{s+4} \end{bmatrix}$$

$$\phi(t) = \begin{bmatrix} e^{-2t} & \frac{1}{2}e^{-2t} - \frac{1}{2}e^{-4t} \\ 0 & e^{-4t} \end{bmatrix}$$

$$X(t=0.2) = \phi(t=0.2) \begin{bmatrix} 2 \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} e^{-0.4} & 0.5e^{-0.4} - 0.5e^{-0.8} \\ e^{-0.8} & \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 2 \\ 1 \end{bmatrix}$$

$$X(t=0.2) = \begin{bmatrix} 2.5e^{-0.4} - 0.5e^{-0.8} \\ e^{-0.8} \end{bmatrix}$$

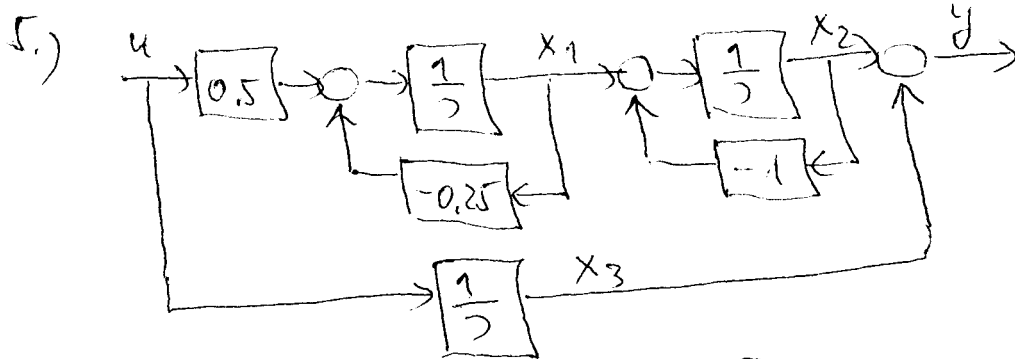
3.)
$$P(s) = C^T (sI - A)^{-1} b = [1 \quad 6] \begin{bmatrix} s+2 & 0 \\ 0 & s+3 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} 2 \\ 5 \end{bmatrix}$$

$$P(s) = \frac{2}{s+2} + \frac{30}{s+3} = \frac{32(s+66/32)}{(s+2)(s+3)}$$

$$c(t) = \mathcal{L}^{-1} \left\{ \frac{1}{s} \frac{32(s+66/32)}{(s+2)(s+3)} \right\} =$$

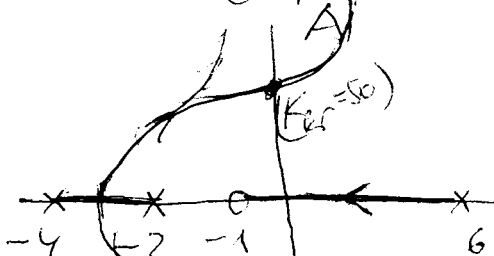
$$= 11 - e^{-2t} - 10e^{-3t}$$

4.) Ld. A csapófüggel.



$$\begin{bmatrix} \dot{x}_1 \\ \dot{x}_2 \\ \dot{x}_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.25 & 0 & 0 \\ 1 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0.5 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix} u ; y = [0 \quad 1 \quad 1] \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{bmatrix} + 0.4 \frac{u}{s}$$

6.)

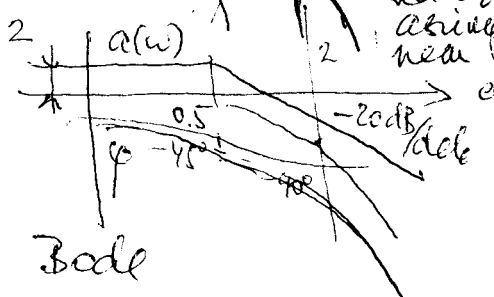


7.) $\frac{K}{3} = \frac{1}{4} \Rightarrow K = 3/4$

$-\frac{\pi}{2} - 3T = -\pi$

$3T = \frac{\pi}{2} \Rightarrow T = \frac{\pi}{6}$

8.)



(nem baj, ha az aszimptotát nem találja el.)

