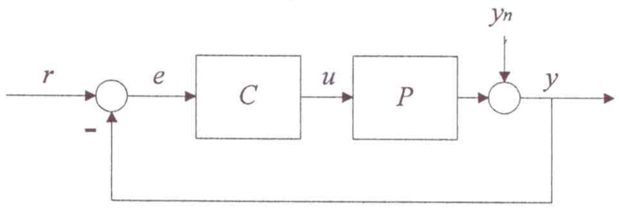
SZABÁLYOZÁSTECHNIKA 1. ZÁRTHELYI, A csoport
2012.03.23. 14.15-15.45

Név	Neptun kód	Kurzus, Gyakorlatvezető	Összpontszám

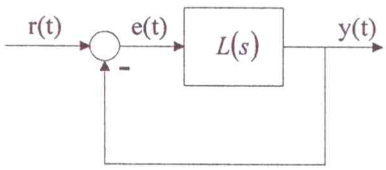
1. Egy folytonos szabályozási kör hatásvázlata az ábrán látható:



a./ $P(s) = \dfrac{4}{s^2}$, $C(s) = \dfrac{1+s}{1+0.1s}$ 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 közelítő értékét, valamint a fázistartalék analitikus kifejezését!
c./ Stabilis-e a zárt szabályozási kör?
d./ $r(t) = t \cdot 1(t)$ sebességugrás alapjel és $y_n(t) \equiv 0$ zavarójel mellett adja meg az $y(t)$ és $u(t)$ jelek állandósult értékét!

[4 pont]

2. Az alábbi zárt szabályozási körben a felnyitott kör hurokátviteli függvénye $L(s) = K\dfrac{e^{-3s}}{s}$.



Adja meg K értékét, ha az erősítési tartalék értéke 2 !

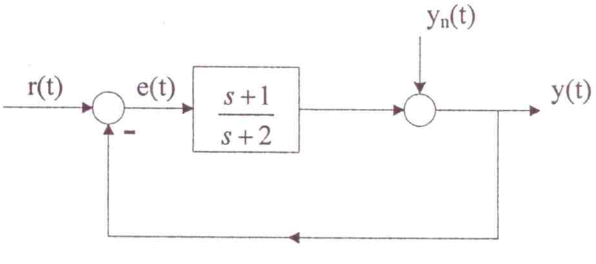
[4 pont]

3. Tekintsük a $H(s) = 4\dfrac{1+s}{1+2s}$ átviteli függvénnyel adott rendszert. Vázolja fel a rendszer közelítő Bode diagramját (amplitúdó-körfrekvencia és fázis-körfrekvencia görbe), Nyquist diagramját, átmeneti függvényét és adja meg az átmeneti függvény analitikus alakját!

[4 pont]

4. Az alábbi szabályozási körben $r(t) \equiv 0$ és $y_n(t) = \dfrac{5}{2}sin(2t)$. Adja meg az $y(t)$ kimenőjel állandósult állapotbeli amplitúdóját!

[3 pont]

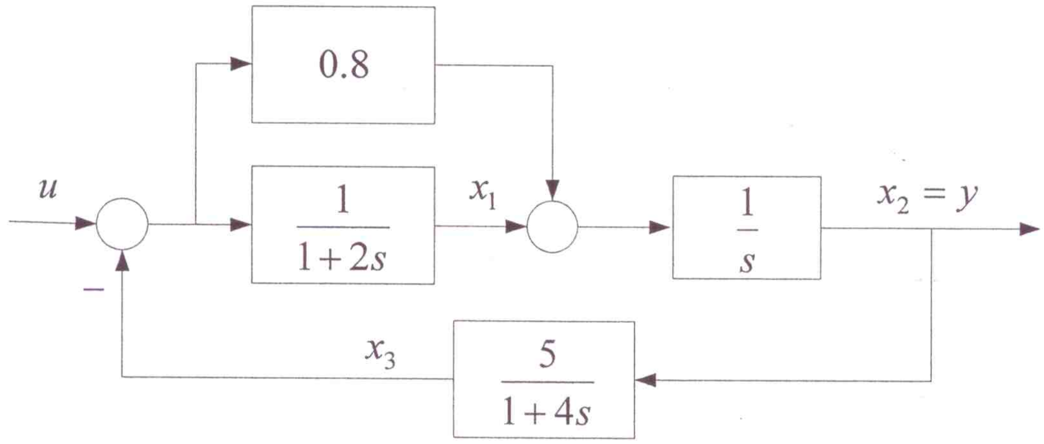


5. Adja meg a $H(s)=\dfrac{s+2}{s^2+5s+6}$ átviteli függvénnyel adott rendszer egy irányítható kanonikus alakját! Írja fel ennek az állapotteres realizációnak a megfigyelhetőségi mátrixát és állapítsa meg, megfigyelhető-e ez a realizáció!

[4 pont]

6. Adja meg a gyökhelygörbe definícióját! Legyen egy zárt szabályozási rendszerben a felnyitott kör átviteli függvénye $L(s)=K\dfrac{s+5}{s^2(s+8)}$ $(K\geq 0)$. Vázolja fel a gyökhelygörbét, ha tudjuk, hogy a megadott hurokátviteli függvény struktúrálisan stabilis zárt kört eredményez! **[4 pont]**

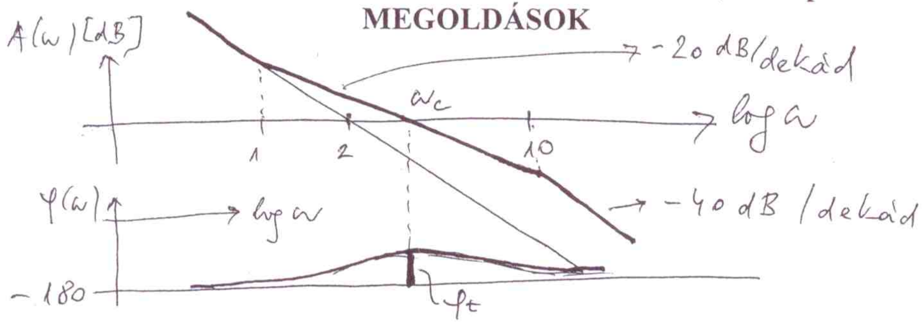
7. Írja fel az ábrán látható rendszer állapotegyenletét az ábrán bejelölt állapotváltozókkal! **[3 pont]**



8. Írja fel a robusztus stabilitás feltételét! Egy kapcsolódó ábrán mutassa meg a bizonytalanság és a tervezési tartalék mértékét! **[4 pont]**

SZABÁLYOZÁSTECHNIKA 1. ZÁRTHELYI, A csoport
MEGOLDÁSOK

1. a./



b./ $\omega_c \cong 4 \qquad \varphi_t \cong 180^\circ + arctg(\omega_c) - arctg(0.1\omega_c) - 180^\circ = arctg(\omega_c) - arctg(0.1\omega_c)$

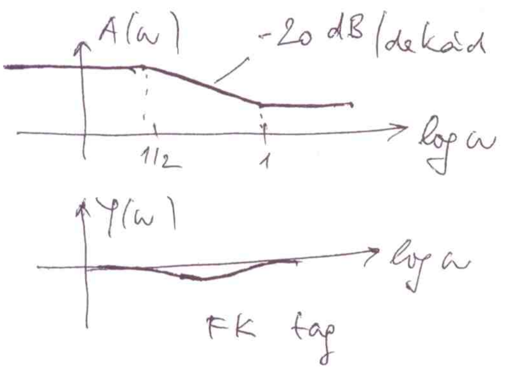
c./ Igen ($\varphi_t > 0$)

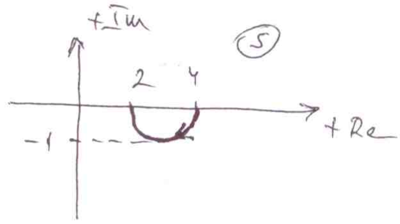
d./ $j = 2 \quad \Rightarrow \quad e_\infty = 0 \qquad \lim_{t\to\infty} y(t) = \infty \qquad \lim_{t\to\infty} u(t) = 0$

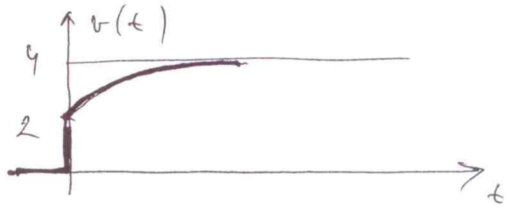
2. $\omega_\pi: \quad \arg\{e^{-3j\omega_\pi}\} = -3\omega_\pi = -90^\circ = -\frac{\pi}{2} \qquad \Rightarrow \qquad \omega_\pi = \frac{\pi}{6}$

$$\left|L(j\omega)\right|_{\omega=\omega_c} = \frac{1}{2} \qquad \Rightarrow \qquad \frac{K}{\omega_\pi} = \frac{1}{2} \qquad \Rightarrow \qquad K = \frac{\omega_\pi}{2} = \frac{\pi}{12}$$

3.







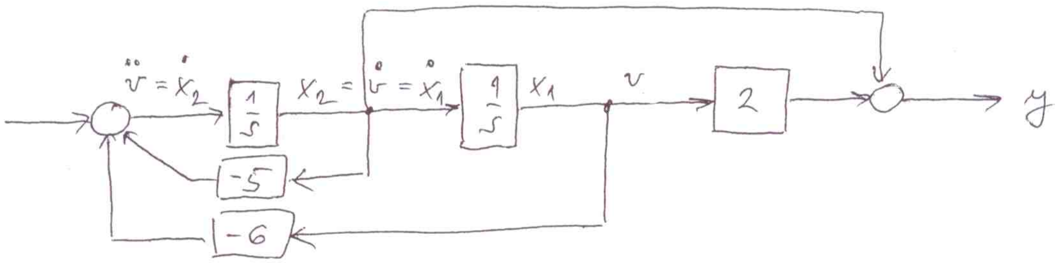
$$H(s) = 4\frac{1+s}{1+2s} = 4\frac{1+s}{1+2s} = 4\frac{1+2s-s}{1+2s} = 4\left(1 - \frac{s}{1+2s}\right)$$

$$V(s) = \frac{4}{s} - \frac{4}{1+2s} \qquad \Rightarrow \qquad v(t) = 4 - 2e^{-t/2}, \quad t \geq 0.$$

4. $H(s) = \frac{Y(s)}{Y_n(s)} = \frac{1}{1+\frac{s+1}{s+2}} = \frac{s+2}{2s+3} \qquad \Rightarrow \qquad \left|H(j\omega)\right|_{\omega=2} = \left|\frac{j\omega+2}{2j\omega+3}\right|_{\omega=2} = \left.\frac{\sqrt{\omega^2+4}}{\sqrt{4\omega^2+9}}\right|_{\omega=2} = \frac{2\sqrt{2}}{5}$

$$y_{áll} = \frac{5}{2}\cdot\frac{2\sqrt{2}}{5}\sin(2\omega+\varphi) = \sqrt{2}\sin(2\omega+\varphi)$$

5. $L(s)=\dfrac{s+2}{s^2+5s+6}=\dfrac{Y(s)}{U(s)} \quad \Rightarrow \quad \dfrac{U(s)}{s^2+5s+6}=\dfrac{Y(s)}{s+2}=V(s)$

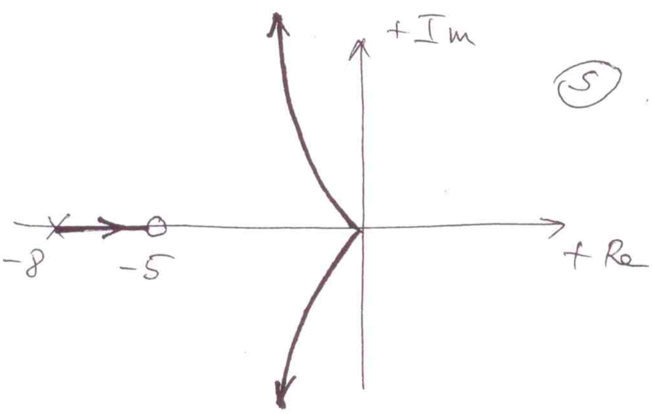


$$\dot{x}_1 = x_2$$
$$\dot{x}_2 = -6x_1 - 5x_2 + u$$
$$y = 2x_1 + x_2$$

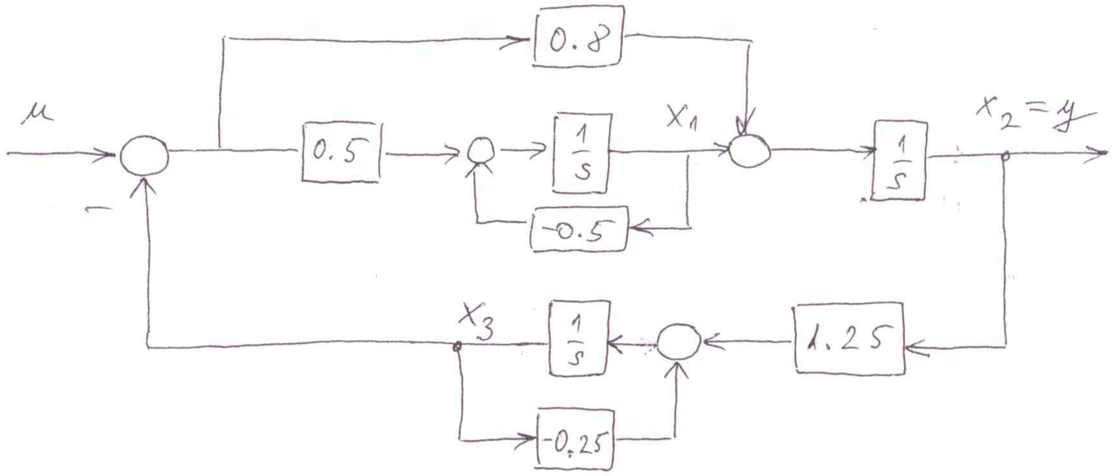
$$\mathbf{A}=\begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -6 & -5 \end{bmatrix} \quad \mathbf{c}^{\mathrm{T}}=\begin{bmatrix} 2 & 1 \end{bmatrix} \quad \mathbf{M}_c=\begin{bmatrix} \mathbf{c}^{\mathrm{T}} \\ \mathbf{c}^{\mathrm{T}}\mathbf{A} \end{bmatrix}=\begin{bmatrix} 2 & 1 \\ -6 & -3 \end{bmatrix}$$

$|\mathbf{M}_c| = 0 \quad \Rightarrow \quad$ a realizáció nem megfigyelhető.

6. A gyökhelygörbe a zárt rendszer pólusainak a helye, miközben a körerősítés változik nulla és végtelen között. $L(s)=K\cdot\dfrac{s+5}{s^2(s+8)}$



7.



$$\begin{bmatrix} \dot{x}_1 \\ \dot{x}_2 \\ \dot{x}_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -0.5 & 0 & -0.5 \\ 1 & 0 & -0.8 \\ 0 & 1.25 & -0.25 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0.5 \\ 0.8 \\ 0 \end{bmatrix} u$$

$$y = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{bmatrix} + 0 \cdot u$$

8. $\left|\hat{T}(j\omega)\right| \cdot \left|\ell(j\omega)\right| < 1 \quad \forall\omega$, ahol $\hat{T} = \dfrac{\hat{L}}{1+\hat{L}}$ és $\ell = \dfrac{P-\hat{P}}{\hat{P}}$