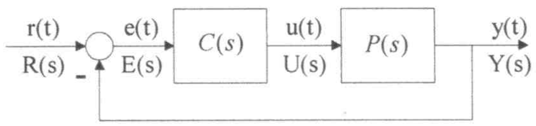
MEGOLDÁSOKKAL

SZABÁLYOZÁSTECHNIKA 1. ZÁRTHELYI, A csoport
2010.10.19. 8.15-9.45

Név	Neptun kód	Kurzus, Gyakorlatvezető	Összpontszám

1. Egy folytonos szabályozási kör hatásvázlata az ábrán látható.

a./ Adja meg az eredő átviteli függvényeket az y kimenőjel és az r alapjel, valamint az u beavatkozójel és az r alapjel között!



b./ $P(s)=\dfrac{e^{-5s}}{1+20s}$, $C(s)=2\dfrac{1+20s}{20s}$ mellett vázolja fel a felnyitott kör közelítő Bode diagramját (közelítő amplitúdó-körfrekvencia és fázis-körfrekvencia görbe).

c./ Adja meg a vágási körfrekvencia és a fázistartalék értékét a közelítő Bode diagram alapján. Stabilis-e a zárt szabályozási kör? Válaszát indokolja.

d./ Mekkora hibával követi a szabályozás az egységugrás, az egységsebesség-ugrás és az egységgyorsulás-ugrás alakú alapjelet? **5 pont**

2. Adja meg a zavarkompenzációs szabályozás hatásvázlatát! Hogyan kell megválasztani a zavarkompenzációs tag átviteli függvényét ahhoz, hogy a kimeneti zavarás hatása egyáltalán ne mutatkozzon a kimenőjelben? Mi realizálhatóságának feltétele? **3 pont**

3. Mi a gyökhelygörbe definíciója? Legyen egy folytonos szabályozási rendszerben a felnyitott kör átviteli függvénye:

$$L(s)=\frac{k(s+4)}{(s+2)(s+6)}$$

Vázolja fel a gyökhelygörbe menetét. Jellemezze a zárt kör dinamikus viselkedésének változását, ha a k tényezőt 0 és ∞ között változtatjuk. **4 pont**

4. Adja meg az állapotegyenlet alakját. Adja meg az állapotirányíthatóság fogalmát. Állapotirányítható-e az alábbi paramétermátrixokkal adott rendszer: $\boldsymbol{A}=\begin{bmatrix}-0.25 & 0.5\\ 0 & 0\end{bmatrix}$; $\boldsymbol{b}=\begin{bmatrix}2\\1\end{bmatrix}$; $\boldsymbol{c}^T=\begin{bmatrix}1 & 0\end{bmatrix}$; $d=0$. **4 pont**

5. Egy folyamat átviteli függvénye $P(s)=\dfrac{1}{5s}e^{-2s}$. Bemenőjele $u(t)=\sin 2t$. Írja fel a folyamat kimenőjelét kvázistacionárius állapotban. **3 pont**

6. Számítsa ki az $\boldsymbol{A}=\begin{bmatrix}0 & 3\\ -3 & 0\end{bmatrix}$, $\boldsymbol{b}=\begin{bmatrix}0\\-2\end{bmatrix}$, $\boldsymbol{c}^T=\begin{bmatrix}1 & 0\end{bmatrix}$ és $d=0$ paraméter mátrixokkal adott állapotegyenletű folyamat átviteli függvényét! **4 pont**

7. Ismertesse az általánosított Nyquist stabilitási kritériumot! **3 pont**

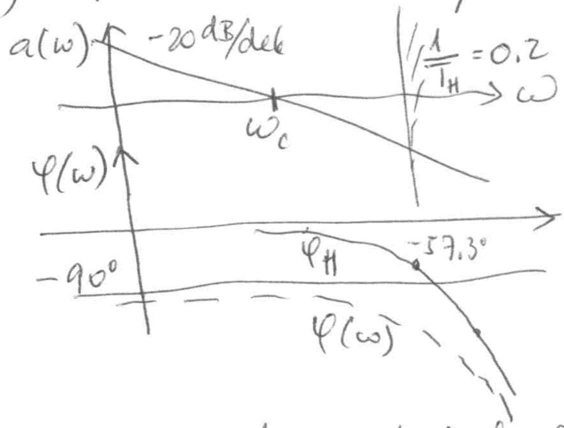
8. Adja meg a Youla paraméter definícióját. Legyen a folytonos idejű (FI) folyamat átviteli függvénye $P(s)=\dfrac{1}{1+8s}e^{-3s}$. Adja meg a *Youla*-parametrizálást realizáló szabályozási kört az $R_r(s)=\dfrac{1}{1+4s}$ és $R_n(s)=\dfrac{1}{1+s}$ referencia modellek esetén! Végezze el minden szükséges elem kiszámítását és rajzolja fel a kapott hatásvázlatot! **4 pont**

A1

ZH1, A csoport, megoldások. 2010.10.19.

1.) a.) $\dfrac{y(s)}{r(s)} = \dfrac{C \cdot P}{1+C \cdot P}$; $\dfrac{u(s)}{r(s)} = \dfrac{C}{1+CP}$

b.) $L = C \cdot P = e^{-5s}/20s$



c.) $\omega_c = 1/10 = \cancel{0.05}\ 0.1$

$\varphi(\omega_c) = -\dfrac{\pi}{2} - \omega_c T_H =$

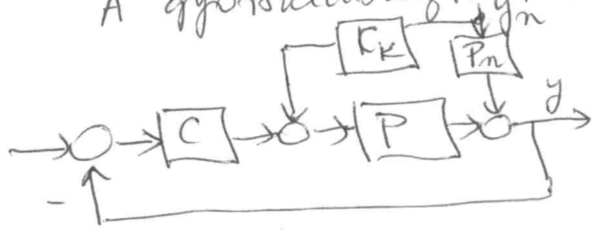
$= -\dfrac{\pi}{2} - \cancel{0.25}\ 0.5$

$\varphi_t = \varphi(\omega_c) + \pi = \dfrac{\pi}{2} - \cancel{0.25}\ 0.5 > 0$ [rad]

$\varphi_t > 0$, a rendszer stabilis.

d.) A rendszer 1 integrátort tartalmaz, 1 típusú.
Az egységugrást 0 statikus hibával, pontosan követi.
A sebességugrást $1/K = 20$ hibával követi.
A gyorsulásugrást nem tudja követni.

2.)

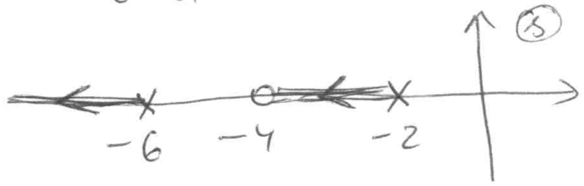


$\dfrac{y}{y_n} = \dfrac{P_n + C_K P}{1+CP} = 0$

$C_K = -P_n/P$

Realizálható, ha P nem tartalmaz holtidőt és C_K nevezőjének fokszáma ≥ számlálója fokszáma

3.) A gyökhelygörbe a zárt szabályozási rendszer pólusait (a karakterisztikus egyenlet gyökeit) adja meg, miközben a nyitott rendszer valamelyik paraméterét, rendszerint az erősítési tényezőt 0 és ∞ között változtatjuk.



A zárt rendszer strukturálisan stabilis, tranzienseinek lefolyása aperiodikus.

4.) $\dot{x} = Ax + bu$
$y = c^T x + du$

$\dot{\tilde{x}} = TAT^{-1}\tilde{x} + Tbu$
$y = c^T T^{-1} \tilde{x} + du$

$\cancel{\tilde{x} = Tx}$; $x = T^{-1}\tilde{x}$

$\boxed{\tilde{A} = TAT^{-1};\ \tilde{b} = Tb;\ \tilde{c}^T = c^T T^{-1};\ \tilde{d} = d.}$

$\tilde{A}$ diagonális, ha T^{-1} oszlopvektorai az A mátrix sajátvektorai.

4.) folyt.

Állapotirányítható a rsz., ha állapotváltozói egymástól függetlenül eljuttathatók a kezdeti állapotból egy előre megadott végállapotba.

A kanonikus alakból: az A mátrix sajátértékei különbözők.

A b mátrix egyik sorvektora (sora) nem csupa zérusokból áll.

Általános alakból:

$M_c = [b \;\; Ab \; \dots \; A^{n-1} b]$ rangja n.

$$M_c = \begin{bmatrix} 2 & 0 \\ 1 & 0 \end{bmatrix} \qquad \det M_c = 0$$

Nem állapotirányítható.

(de $\operatorname{rank} M_c = 1$, tehát bimenetei irányítható.)

A2

5.)

$\varphi(\omega) = -90^\circ - 2\omega \cdot 180/\pi$

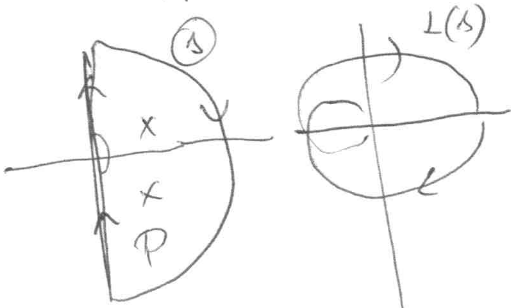
$\omega = 2$

$y(t) = \frac{1}{5.2}\sin\left(2t - 90^\circ - 4\cdot\frac{180}{\pi}\right)$

6.) $H(s) = c^T(sI-A)^{-1}b + d = \frac{-6}{s^2+9}$

7.) $R = P - Z$

K_+



R: a teljes Nyquist diagram körülfordulásainak száma a −1 pont körül, előjelesen.

P: a nyitott kör jobb oldali pólusainak száma.

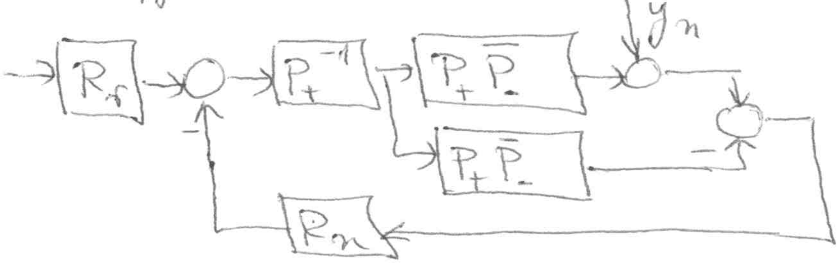
Z: a karakterisztikus egyenlet j.o. gyökeinek száma.

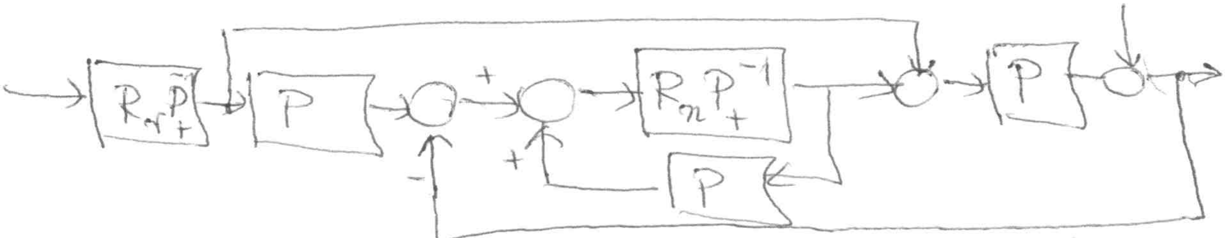
A rendszer stabilis, ha $Z = 0$, tehát $R = P$.

8.) Youla paraméter:

$$Q = \frac{C}{1+CP}$$

Egyenértékű szabályozási struktúrák:





$P = \frac{1}{1+8s}e^{-3s}$; $\bar{P}_- = e^{-3s}$; $R_rP_+^{-1} = \frac{1+8s}{1+4s}$;

$P_+ = \frac{1}{1+8s}$; $R_r = \frac{1}{1+4s}$; $R_n = \frac{1}{1+s}$; $R_nP_+^{-1} = \frac{1+8s}{1+s}$