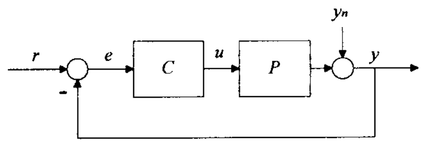
MEGOLDÁSOK

SZABÁLYOZÁSTECHNIKA 1. PÓTZÁRTHELYI
2012.11.09. 14.15-15.45

Név	Neptun kód	Kurzus, Gyakorlatvezető	Összpontszám

1. Egy folytonos szabályozási kör hatásvázlata az ábrán látható:



a./ Adja meg a zárt körben az eredő átviteli függvényeket az y kimenőjel és az r alapjel között, illetve az u beavatkozójel és az y_n zavarójel között!

b./ $P(s)=\frac{5}{s}$, $C(s)=\frac{1+2s}{2s}$ 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! Stabilis-e a zárt szabályozási kör? Válaszát indokolja!

c./ Adja meg az y kimenőjel és az u beavatkozójel kezdeti és végértékét, ha $r(t)=1(t)$ és $y_n(t)=0$.

d./ $r(t)\equiv 0$ alapjel és $y_n(t)=t\cdot 1(t)$ sebességugrás zavarójel mellett adja meg az $y(t)$ jel állandósult értékét! **[4 pont]**

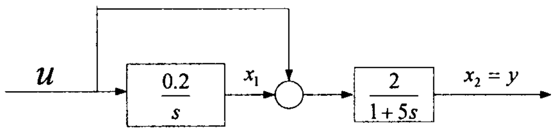
2. Adja meg a kéttárolós lengő tag átviteli függvényét (átviteli tényezője A, időállandója T, csillapítási tényezője $\xi<1$). Adja meg pólusait, ábrázolja pólusainak elhelyezkedését a komplex számsíkon. Hogyan változik a komplex számsíkon a pólusok elhelyezkedése, ha ξ állandó és T változik? Mekkora a frekvenciafüggvény abszolút értéke az $\omega=1/T$ frekvencián? **[4 pont]**

3. Egy zárt szabályozási körben a felnyitott kör hurokátviteli függvénye $L(s)=2/s$. Egységnyi negatív visszacsatolást alkalmazunk. Mekkora amplitúdóval viszi át a zárt rendszer kvázistacionárius állapotban (a tranziensek lecsengése után) a kimeneten ható $y_n(t)=sin(t)$ zavarójelet? **[3 pont]**

4. Adja meg a zavarkompenzációs szabályozás hatásvázlatát! Mi a feltétele a zavarás tökéletes elhárításának? **[4 pont]**

5. Egy zárt szabályozási körben a felnyitott kör átviteli függvénye $L(s)=\frac{K}{(s+1)^3}$. A Nyquist stabilitási kritérium alapján határozza meg a kritikus körerősítés értékét! **[4 pont]**

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



(Segítség: a tárolós tagot valósítsa meg visszacsatolt integrátor segítségével.)
Állapotirányítható és megfigyelhető-e a rendszer? Válaszát indokolja!

7. Adja meg az állapotegyenlet megoldását a Laplace operátortartományban! **[3 pont]**

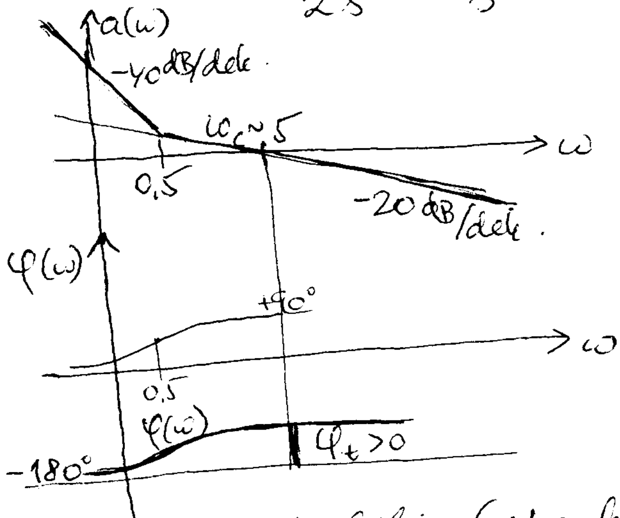
8. Adja meg a *Youla* paraméter definícióját! Legyen a folytonos idejű (FI) folyamat átviteli függvénye $P(s)=\frac{1}{1+12s}e^{-6s}$.

Adja meg a *Youla*-parametrizálást realizáló szabályozási kört IMC reprezentációban az $R_r(s)=\frac{1}{1+3s}$ és $R_n(s)=\frac{1}{1+s}$ referencia modellek esetén! Végezze el minden szükséges elem kiszámítását és rajzolja fel a hatásvázlatot! **[4 pont]**

SZABÁLYOZÁSTECHNIKA 1. PÓTZH 2012. 11. 09.
MEGOLDÁSOK

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

b.) $L(s) = \dfrac{1+2s}{2s} \cdot \dfrac{5}{s}$

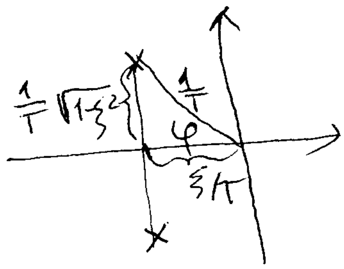


A rendszer stabilis (strukturálisan).
$\varphi_t > 0$.

c.) $y(0) = 0$;
$y(t\to\infty) = 1$.
$u(0) = 1$;
$u(t\to\infty) = 0$.

d.) $y(t\to\infty) = 0$

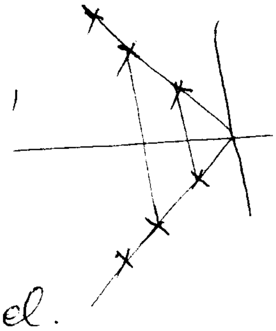
2.) $P(s) = \dfrac{A}{1+2\xi Ts+s^2T^2}$



$\cos\varphi = \xi$

$s_{1,2} = -\dfrac{\xi}{T} \pm j\dfrac{1}{T}\sqrt{1-\xi^2}$

Ha ξ állandó, a pólusok az ábrán látható egyeneseken helyezkednek el.

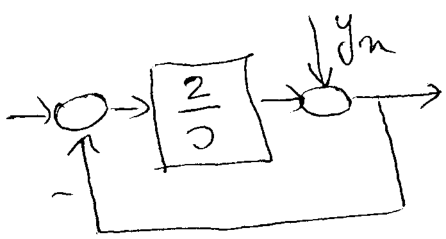


$|P(j\omega)| = \left|\dfrac{A}{1-\omega^2T^2+j2\xi T\omega}\right|$

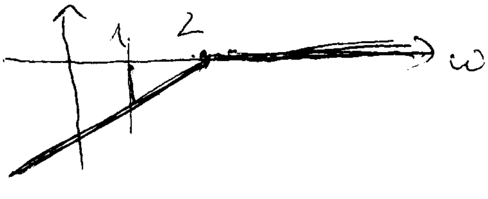
$|P(j\omega)| = \dfrac{A}{\sqrt{(1-\omega^2T^2)^2+4\xi^2\omega^2T^2}}$

$|P(j\omega)|_{\omega=1/T} = \dfrac{A}{2\xi}$

3.)



$S = \dfrac{y}{y_n} = \dfrac{1}{1+\frac{2}{s}} = \dfrac{s}{s+2} = \dfrac{s\cdot 0{,}5}{1+0{,}5s}$



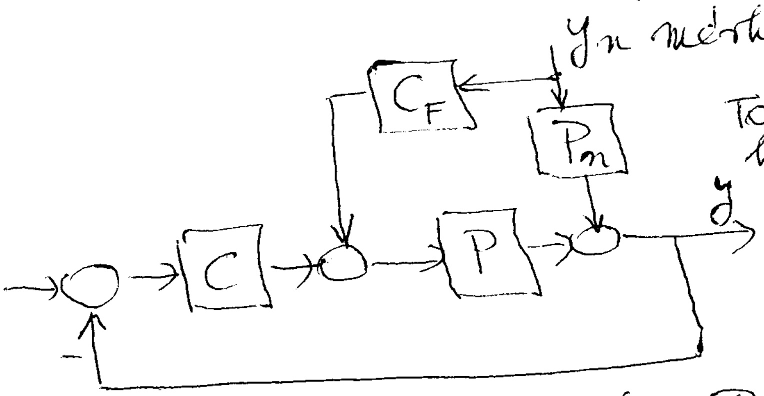
$S(j\omega) = \dfrac{0{,}5j\omega}{1+0{,}5j\omega}$

$|S(j\omega)| = \dfrac{0{,}5\omega}{\sqrt{1+0{,}25\omega^2}}$

$$\left|S(j\omega)\right|_{\omega=1} = \frac{0.5}{\sqrt{1.25}} \sim 0.4472$$

A szinuszos kimenőjel amplitúdója 0.4472.

4.)



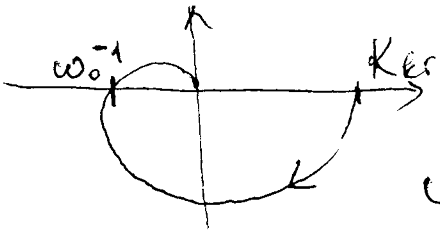
Tökéletes a zavarelhárítás, ha

$$P_n + C_F P = 0$$

$$C_F = -\frac{P_n}{P}$$

Akkor realizálható, ha P nem tartalmaz holtidőt, és a C_F törtfüggvény nevezőjének fokszáma $\geq$ számlálójának fokszámánál.

5.)



$$L(j\omega) = \frac{K}{(1+j\omega)^3}$$

A stabilitás határán:

$$\varphi(\omega_0) = -180^\circ = -3\,\mathrm{arctg}\,\omega_0$$

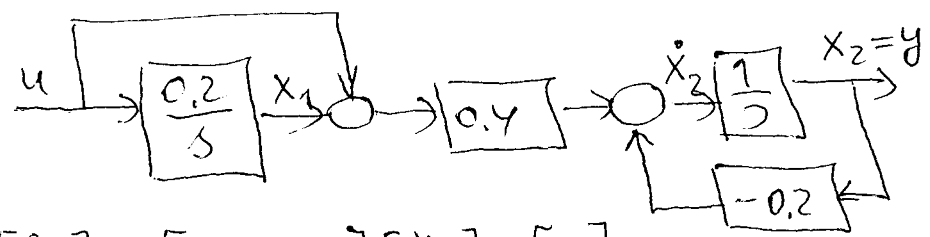
$$\mathrm{arctg}\,\omega_0 = 60^\circ$$

$$\omega_0 = \sqrt{3}$$

$$\left|L(j\omega_0)\right| = \frac{K_{kr}}{\left(\sqrt{1+\omega_0^2}\right)^3} = \frac{K_{kr}}{8} = 1$$

$$\boxed{K_{kr} = 8}$$

6.)



$$\begin{bmatrix}\dot{x}_1 \\ \dot{x}_2\end{bmatrix} = \begin{bmatrix}0 & 0 \\ 0.4 & -0.2\end{bmatrix}\begin{bmatrix}x_1 \\ x_2\end{bmatrix} + \begin{bmatrix}0.2 \\ 0.4\end{bmatrix}u$$

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

$$M_{ctrb} = [b \quad Ab] = \begin{bmatrix} 0.2 & 0 \\ 0.4 & 0 \end{bmatrix}$$

$\det M_{ctrb} = 0$; A rendszer nem állapotirányítható.
(rangja $1 < 2$.)
(De kimeneti irányítható, rang$(C * M) = 1$).

$$M_{obsv} = \begin{bmatrix} c \\ cA \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 0.4 & -0.2 \end{bmatrix}; \quad \text{rang } M_{obsv} = 2$$

A rendszer megfigyelhető.

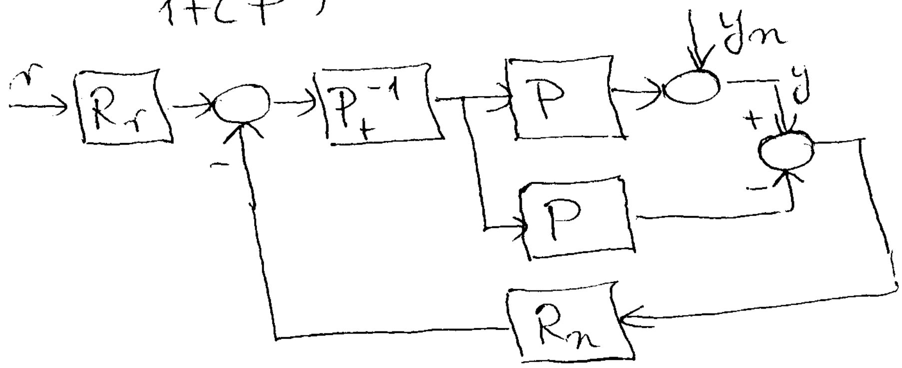
7.) $\dot{X} = AX + bu$ $\qquad sX(s) - X(0) = AX(s) + bu(s)$

$y = c^T X + du$ $\qquad (sI - A)X(s) = X(0) + bu(s)$

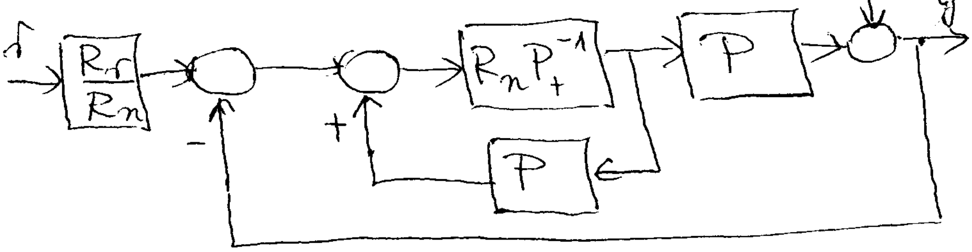
$$X(s) = (sI-A)^{-1}X(0) + (sI-A)^{-1}bu(s)$$

$$y(s) = c^T(sI-A)^{-1}X(0) + [c^T(sI-A)^{-1}b + d]u(s)$$

8.) $Q = \dfrac{C}{1+CP}$;



vagy átalakítva:



$$P = \frac{1}{1+12s} e^{-6s}; \quad P_+ = \frac{1}{1+12s}; \quad P_- = e^{-6s}$$

$$\frac{R_r}{R_n} = \frac{1+s}{1+3s}; \quad R_n P_+^{-1} = \frac{1+12s}{1+s}.$$