

VIIIAB05/VIIIA303 SZABÁLYOZÁSTECHNIKA VIZSGA

TESZT

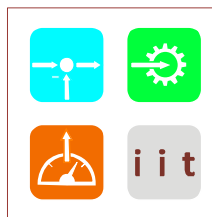
2017. tavaszi félév (MINTA)

Név:

Neptun kód:

Hallgató aláírása:

Kérdésenként
maximum öt (5)
pont



Feladat	Pontszám
1.	
2.	
3.	
4.	
5.	
6.	
7.	
8.	
Teszt pontszám	

FIGYELEM:

1. A javítók a feladatokra kapott pontszámot a bekeretezett mezőkbe írt válaszok alapján határozzák meg, ugyanakkor az eredmények számításának módja nyomon követhető kell legyen.
2. Az összetűzött lapokat megbontani tilos!
3. Számológép nem használható!
4. A teszt feladatainak megoldására 60 perc áll rendelkezésre.
5. Lefényképezni vagy más módon lemásolni tilos!
6. Kérjük, hogy a megoldáshoz kék vagy fekete színű tollat használjon és ügyeljen az olvasható írásra!

A vizsga osztályzata elégtelen, ha a tesztkérdésekre kapott pontok összege kevesebb, mint 16.

1. Mi a folytonosidejű SISO időinvariáns lineáris rendszer felnyitott kör $W_0(s)$ átviteli függvényének szabályozástechnikában szokásos általános alakja? Hogyan értelmezzük a felnyitott kör körerősítését és típuszámát? Legyen a felnyitott kör átviteli függvénye $W_0(s) = \frac{9}{s(s+1)}$. Adja meg a zárt körben keletkező állandósult hiba értékét egységugrás és sebességugrás alapjelek esetén!

		felnyitott kör átv. fg. (1 pont)
		körerősítés paramétere (1 pont)
		típuszám paramétere (1 pont)
		állandósult hiba egységugrás alapjelnél (1 pont)
		állandósult hiba sebességugrás alapjelnél (1 pont)

2. A felnyitott kör $W_0(s)$ átviteli függvénye legyen $W_0(s) = \frac{0.3(1+10s)}{s(1+0.1s)(1+0.02s)}$. Rajzolja fel a felnyitott kör $a_{dB}(\omega)$ aszimptotikus amplitúdó-jelleggörbét és határozza meg az abból következő ω_c vágási frekvenciát! Adja meg fázistartalék számítására szolgáló kifejezést a megadott átviteli függvény esetén! Döntse el, hogy stabil-e a zárt kör (válaszát indokolja)!

		aszimptotikus amplitúdó jelleggörbe (2 pont)
vágási frekvencia (1 pont)		
		fázistartalék számítása (1 pont)
		stabilis/labilis indoklással (1 pont)

3. Legyen egy szakasz diszkrétidejű átviteli függvénye $D(z) = \frac{0,3z + 0,2}{z^2 + 0,7z + 0,1}$! Véges beállási idejű $D_c(z^{-1})$ szabályozót kívánunk alkalmazni. Adja meg az elsőfokú $L(z^{-1})$ korrekciós polinom együtthatóit, ha $u_{\max} = 2,5$! (Segítség: a szakasz számlálójának és nevezőjének negatív hatványok szerint rendezett alakjából kell kiindulni.) Hol lesznek a zárt szabályozási kör pólusai dead-beat szabályozásnál?

L0 értéke (2 pont)
L1 értéke (2 pont)
zárt kör pólusainak helye (1 pont)

4. Adja meg a nulladrendű tartószerv $W_{H_0}(s)$ átviteli függvényét! Ábrázolja a tartószerv amplitúdó függvényét ω -ban lineáris léptékben, és tüntesse fel a rajzon az ideális aluláteresztő szűrő amplitúdó és fázis függvényeit is. Miért használunk tartószervet az ideális aluláteresztő szűrő helyett?

	tartószerv átvitele (1 pont)
amplitúdó függvények ábrázolása (2 pont)	
tartószervhasználatának indokai (2 pont)	

5. Fogalmazza meg folytonosidejű $\Sigma = (A, B, C, D)$ SISO rendszert feltételezve a pólusát helyezési feladatot állapot-visszacsatolás esetén, és adja meg a megoldás meghatározására szolgáló Ackermann-képletet a benne szereplő elemek magyarázatával! Adja meg a zárt rendszer hatásvázlatát az állapotvisszacsatolás és mérhető állapot esetén!

pólusát helyezési feladat (2 pont)
Ackermann-képlet és elemei (2 pont)
zárt rendszer hatásvázlata (1 pont)

6. Adja meg az LTI rendszerek irányíthatósági és megfigyelhetőségi mátrixainak általános alakját. Az irányíthatósági és a megfigyelhetőségi mátrixok felírása alapján döntse el, hogy a

$$\frac{d}{dt} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -9 & 14 \\ -4 & 6 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 2 \\ 1 \end{bmatrix} u$$

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

állapotegyenlettel adott rendszer irányítható-e, illetve megfigyelhető-e!

általános megfigyelhetőségi mátrix (1 pont)	általános irányíthatósági mátrix (1 pont)
adott rendszer megfigyelhetőségi mátrixa és következtetés (1 pont)	adott rendszer irányíthatósági mátrixa és következtetés (2 pont)

7. Diszkrét idejű állapotterez szabályozás tervezésekor milyen erősítéseken keresztül és milyen struktúrában vehető figyelembe az alapjel hatása? Adja meg a beavatkozó jel figyelembe vételének hatásvázlatát és az N_x és N_u erősítések számításának szabályát, ha egységugrás alapjelet feltételezünk! Ugyancsak egységugrás alapjel mellett számítsa ki a beavatkozó jel végértékét, ha $N_x = [1 \ 0,5 \ -2]^T$ és $N_u = 3$.

alapjel figyelembe vételének hatásvázlata (2 pont)	erősítések számítása (2 pont)
	beavatkozó jel végértéke (1 pont)

8. Vezesse le, hogy a $D(z) = \frac{b_1z + b_2}{z^2 + a_1z + a_2} = \frac{b_1z^{-1} + b_2z^{-2}}{1 + a_1z^{-1} + a_2z^{-2}} = \frac{Y(z)}{U(z)}$ átviteli függvényű, diszkrétidejű rendszer identifikációja $y(t) = \varphi^T(t)\mathcal{G}$ alakú lineáris paraméterbecslési feladatra vezet, kihasználva, hogy $z^{-k}x(t) = x(t-k)$ (a mintavételi idő 1 sec). Adja meg a felírásban található $\varphi^T(t)$ és \mathcal{G} vektorok elemeit is!

$\varphi^T(t)$ (3 pont)	ϑ (2 pont)
-------------------------	----------------------

VIIIAB05 SZABÁLYOZÁSTECHNIKA VIZSGA FELADATOK 2017. tavasz (minta)

Név:

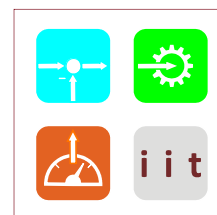
Neptun kód:

Hallgató aláírása:

HSZK terem: **K L M**
bekarikázandó

Feladat	Pont
1. Feladat	max. 20 pont
2. Feladat	max. 30 pont
Feladatok összesen	elégtelen ha kevesebb 20-nál
Teszt pontszáma	elégtelen ha kevesebb 16-nál
(ZH osztályzat)*2	max. 10 pont
(5 KisZH átlaga)*2	max. 10 pont
Összpontszám	
Osztályzat	

Összpontszám	Osztályzat
0-39 vagy Teszt<16 pont vagy Feladatok<20 pont	1
40-59	2
60-74	3
75-84	4
85-100	5



FIGYELEM:

1. Az összetűzött lapokat megbontani tilos! A feladatok megoldására 60 perc áll rendelkezésre.
2. Lefényképezni tilos!
3. **A vizsga osztályzata elégtelen, ha a feladatokra kapott összpontszám kevesebb, mint 20.**
4. **A vizsga osztályzata elégtelen, ha a tesztkérdésekre kapott összpontszám kevesebb, mint 16.**
5. A tárgyból 2011 őszi vagy annál korábbi félévében aláírást szerzett hallgatók ZH osztályzata nem számít bele a vizsgajegybe, helyette a Teszt feladatokra kapott pontszámot szorozzuk 1,25-tel.

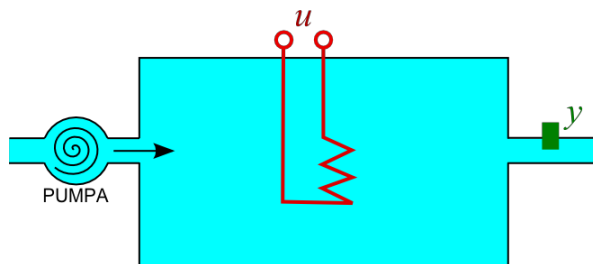
Előírások (mindkét feladat esetén): A megoldás minden lépésénél meg kell adni a felhasznált MATLAB ill. Control System Toolbox utasításokat szintaktikailag helyes alakban, azok bemeneti és kimeneti paramétereit és a numerikus értékeiket. A változók jelölésének összhangban kell lenni a kérdésekben szereplő jelölésekkel. A kapott görbéket a megoldásban vázlatosan ábrázolni kell. Az utasításokból a teljes számítási menetnek rekonstruálhatónak kell lennie. A kért (rész)eredményeket az erre szolgáló mezőkbe írja.

Köszönjük.

1. feladat

Egy technológia működtetéséhez egy áramoltatott komponens hőmérsékletének előírt értéken tartása a feladat. A beavatkozó szerv egy elektromos fűtőegység, amelynek egy munkaponti értékéhez képesti teljesítménye a szabályozott szakasz módosított jellemzője (u), a szabályozott jellemző pedig az áramoltatott komponens hőmérsékletének munkaponti értékétől mért eltérése (v.ö. ábra). Az elektromos fűtőegység és a hőátadás egyaránt egytárolós tagokként jellemezhetőek így az együttes átviteli függvény

$$W(s) = \frac{2}{(2s+1)(11s+1)},$$



amelyhez PI típusú analóg szabályozót tervezünk. A φ_t fázistöbblet értéke előírt $\varphi_t \approx 60^\circ$, és gyors működésre törekszünk. A megtervezett analóg szabályozót egységugrás ekvivalens $D_{PI}(z)$ mintavételes szabályozóként implementáljuk $T_s = 0.1\text{sec}$ mintavételi idő mellett. A tervezést az alábbi lépésekben kell elvégezni

1. Ejtse ki a szabályozó zérushelyével a domináns (nagyobb) időállandót és $A_p = 1$ erősítés esetén határozza meg a

$W_0(s) = W(s)W_{PI}(s)$ felnyitott kör ω_c vágási frekvenciáját és φ_t fázistöbbletét!

T_l (kiejtésből)
(2 pont)
φ_t (pontos)
(2 pont)
ω_c
(2 pont)

2. Keresse meg azt a beállítást, amely mellett a felnyitott kör fázistöbblete az előírt $\varphi_t \approx 60^\circ$ értékű lesz (legalább $0,2^\circ$ pontossággal)! Adja meg a feltételeket kielégítő analóg szabályozó $W_{PI}(s)$ átviteli függvényét és benne az A_p, T_l paraméterek numerikus értékével!

A_p
(3 pont)
$W_{PI}(s)$ szabályzó átviteli függvénye
(4 pont)

3. Határozza meg a megtervezett $W_{PI}(s)$ analóg szabályozó egységugrás ekvivalens $D_{PI}(z)$ mintavételes közelítését az előírt T_s mintavételi idő mellett és írja fel a hozzá tartozó differenciaegyenletet!

$D_{PI}(z)$ szabályozó átviteli függvénye (2 pont)	
Differencia egyenlet $u_k =$ (5 pont)	

2. feladat

A szabályozott szakasz egy gyengén csillapított kéttárolós lengőtag, amelynek átviteli függvénye $W(s) = \frac{1}{1+0.1s+s^2}$. A DAC és ADC átalakítókkal kiegészített szakaszhoz **2-szabadságfokú** (feedforward+feedback) mintavételes szabályozót tervezünk, amelynek mintavételi ideje $T_s = 0.2 \text{ sec}$. A zárt rendszer referenciamodelljét folytonos időben specifikáljuk a domináns póluspár $\xi = 0.7$ csillapításával és $\omega_0 = 1 \text{ sec}^{-1}$ csillapítatlan sajátfrekvenciájával. A statikus pontosság biztosítására a **szabályozónak integrátort is kell tartalmaznia**. A kauzalitási feltételek betartásakor az $A_0(z)$ megfigyelő (observer) polinom feleljen meg a folytonos időben specifikált $\xi_{obs} = 0.7$ és $\omega_{obs} = 3 \text{ sec}^{-1}$ paraméterű megfigyelő póluspárnak. A tervezést a következő lépésekben kell elvégezni:

1. Határozza meg a szabályozott szakasz $D(z) = \frac{B(z)}{A(z)}$ diszkrétidejű átviteli függvényét, ha a DAC átalakító nulladrendű tartószervvel modellezhető! Adja meg a tervezéshez szükséges $B(z) = B^+(z)B^-(z)$ faktorizációt ($B^+(z)$ monik, azaz a legnagyobb hatványú tag együtthatója egy)!

$D(z) = \frac{B(z)}{A(z)} =$ (2 pont)
$B^-(z) =$ (2 pont)
$B^+(z) =$ (2 pont)

2. Határozza meg a referencia modell, a szabályozó és a megfigyelő polinomjainak fokszámát a kauzalitási feltételek és a specifikációk betartása mellett, kis fokszámú polinomokra törekedve! Segítség:

$$gr A_m = 1 + gr B^- + \{1/0\}; \quad gr S = gr A + l - 1; \quad gr A_0 = gr A + l - 1 - \{1/0\}; \quad gr R_1' = gr B^-$$

$gr A_m =$ (1 pont)	$gr S =$ (1 pont)
$gr A_o =$ (1 pont)	$gr R_1' =$ (1 pont)

3. Határozza meg a folytonos időben előírt $\xi, \omega_0, \xi_{obs}, \omega_{obs}$ értékek esetén a zárt rendszer referencia modellje nevezőjében a domináns póluspárnak megfelelő $A_m(z)$, és a megfigyelő póluspárnak megfelelő $A_0(z)$ másodfokú faktorokat diszkrét időben!

$A_m(z) =$ (2 pont)
$A_0(z) =$ (2 pont)

4. Határozza meg a szabályozó polinomjainak együtthatóira felírható diophantoszi egyenlet megoldását és B'_m értékét!

$S(z) =$ (3 pont)
$R'_1(z) =$ (3 pont)
B'_m (2 pont)

5. Adja meg a szabályozó $R(z)$, $T(z)$ polinomjait is, illetve a szabályozó differencia-egyenletét *numerikusan*:

$T(z) =$ (2 pont)
$R(z) =$ (2 pont)
$u_k =$ (4 pont)