Jelek és rendszerek I.

HÁZI FELADAT VILLAMOSMÉRNÖK SZAKOS HALLGATÓK RÉSZÉRE

Név	Kálmán Bence
Neptun kód	WPJZM0
Házi feladat kódja	w5afib
Beadási határidők:	
	1. rész: 8. oktatási hét
	2. rész: 8. oktatási hét
	3. rész: 13. oktatási hét

Megjegyzések: *A feladatlapot a házi feladat beadásakor mellékelni kell. Ügyeljen az áttekinthető és világos külalakra! A teljes megoldást minden esetben részletesen le kell írni,* ***nem elegendõ a végeredményeket közölni!*** *A numerikus számításokra és az ábrák elkészítésére természetesen alkalmazhat számítógépi programokat (MATLAB, DERIVE stb.), de* ***a megoldás elvi lépéseit*** *ekkor is* ***részletesen*** *ismertetni kell; valamint azt is, hogyan alkalmazta az adott programot, mik voltak a kiindulási adatok, és a program eredményeit hogyan használta fel. A házi feladat megoldása NEM kötelező, csak ajánlott. A megoldott házi feladatot EGY alkalommal, a megadott határidőig lehet beadni. A megoldást a gyakorlatvezető értékeli* $0-5$ *pontig. Ez a pontszám a félévközi jegy részét képezi.* ***A be nem adott házi feladat 0 pontosnak minősül.*** *A #-vel jelölt feladatrészek megoldása nem kötelező, azonban a megoldásuk a tantárgy jobb elsajátítását segíti elő, gyakorlásul szolgál.*

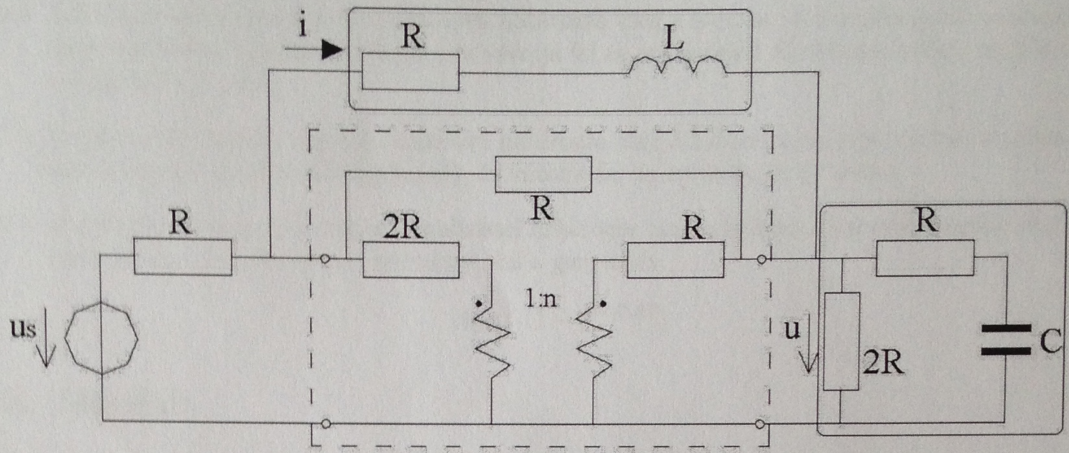
	1. alpont	2. alpont	3. alpont	4. alpont	$\sum$	Javító
1. feladat	/ 2	/ 1	/2	–	/ 5	
2. feladat	2 / 2	1 / 1	1 / 1	1 / 1	5 / 5	[illegible]
3. feladat	/ 1,5	/ 1,5	/ 1	/ 1	/ 5	
					/ 5*	

* a házi feladat végső pontszáma a két legjobb részfeladat pontszámának számtani közepe.

1. feladat

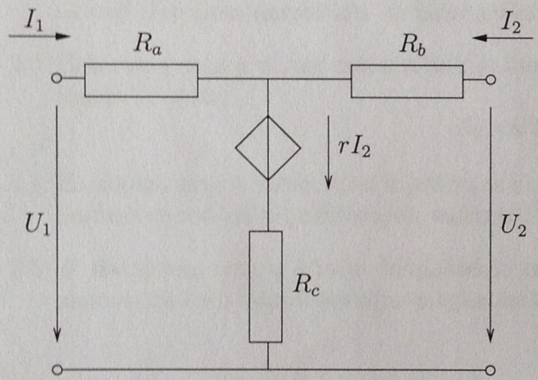
1.1 Határozza meg a szaggatott vonallal határolt kétkapu 3 lehetséges karakterisztikáját! (Részesítse előnyben az **R**, **H**, **A** karakterisztikákat!) (2 pont)

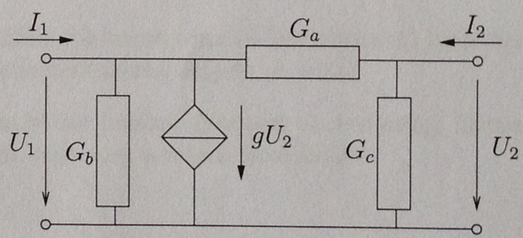
1.2 Állapítsa meg, hogy a kétkapu reciprok, szimmetrikus és passzív-e! (1 pont)



R	C	L	n	ω	T	A_0
800Ω	$0.4\mu F$	$1.25mH$	-3	$1/(100CR)$	$600CR$	17 V

1.3 Határozza meg a kétkapu alábbi hibrid **T** helyettesítését vagy amennyiben ez nem lehetséges, úgy határozza meg az alábbi hibrid **Π** helyettesítést (2 pont)





2. feladat

2.1 Vegyen fel állapotváltozókat, és jelölje be referenciairányukat az ábrába! Az ábrán megadott lineáris invariáns hálózat gerjesztése a feszültségforrás feszültsége, válasza a bejelölt **u** feszültség. Adja meg a hálózat által reprezentált rendszer állapotváltozós leírásának normál alakját! Válasszon egy koherens egységrendszert, adja meg az állapotváltozós leírást ezekre az egységekre vonatkozó számértékekkel! A további feladatrészekben is használja ezt az egységrendszert! (2 pont)

2.2 Határozza meg az állapotváltozós leírásból a sajátértékeket! Döntse el, aszimptotikusan stabilis-e a rendszer! (1 pont)

2.3 Az időtartományban végzett analízissel határozza meg a hálózat által reprezentált rendszer impulzusválaszát (súlyfüggvényét), és vázolja fel az eredményt! Gerjesztés-válasz stabilis-e a rendszer? (1 pont)

2.4 Az időtartományban végzett analízissel határozza meg a hálózat által reprezentált rendszer ugrásválaszát (átmeneti függvényét), és vázolja fel az eredményt! (1 pont)

2.5 # Az időtartományban végzett analízissel határozza meg a hálózat által reprezentált rendszer válaszát, és vázolja az eredményt, ha a gerjesztés

$$A_0\varepsilon(t)(1 - e^{-t/0{,}8T})$$

3. feladat

3.1 Az ábrán megadott lineáris invariáns hálózat gerjesztése a feszültségforrás feszültsége, válasza a bejelölt **u** feszültség. Határozza meg a rendszer átviteli karakterisztikáját ($j\omega$ rendezett polinomjainak hányadosaként)! (1,5 pont)

3.2 Rajzolja fel az átviteli karakterisztika Bode- és Nyquist-diagramját! (A diagramok csak akkor fogadhatóak el, ha tetszőleges körfrekvenciához tartozó amplitúdó- és fázis-karakterisztika érték ezekről közelítőleg leolvasható.) A Nyquist-diagramon jelölje be a 3.3 pontbeli körfrekvenciához tartozó átviteli karakterisztika vektort, továbbá adja meg a mindkét diagramról leolvasott amplitúdó- és fáziskarakterisztika értéket! (1,5 pont)

3.3 Határozza meg a válasz csúcsértékét és kezdőfázisát, adja meg az időfüggvényt, ha a gerjesztés (1 pont)

$$A_0 \cos(1{,}4\omega t + 75°)$$

3.4 Határozza meg a válasz által kijelölt (az ábrában folytonos vonallal bekarikázott) kétpólus hatásos és meddő teljesítményét, valamint teljesítmény-tényezőjét! (1 pont)

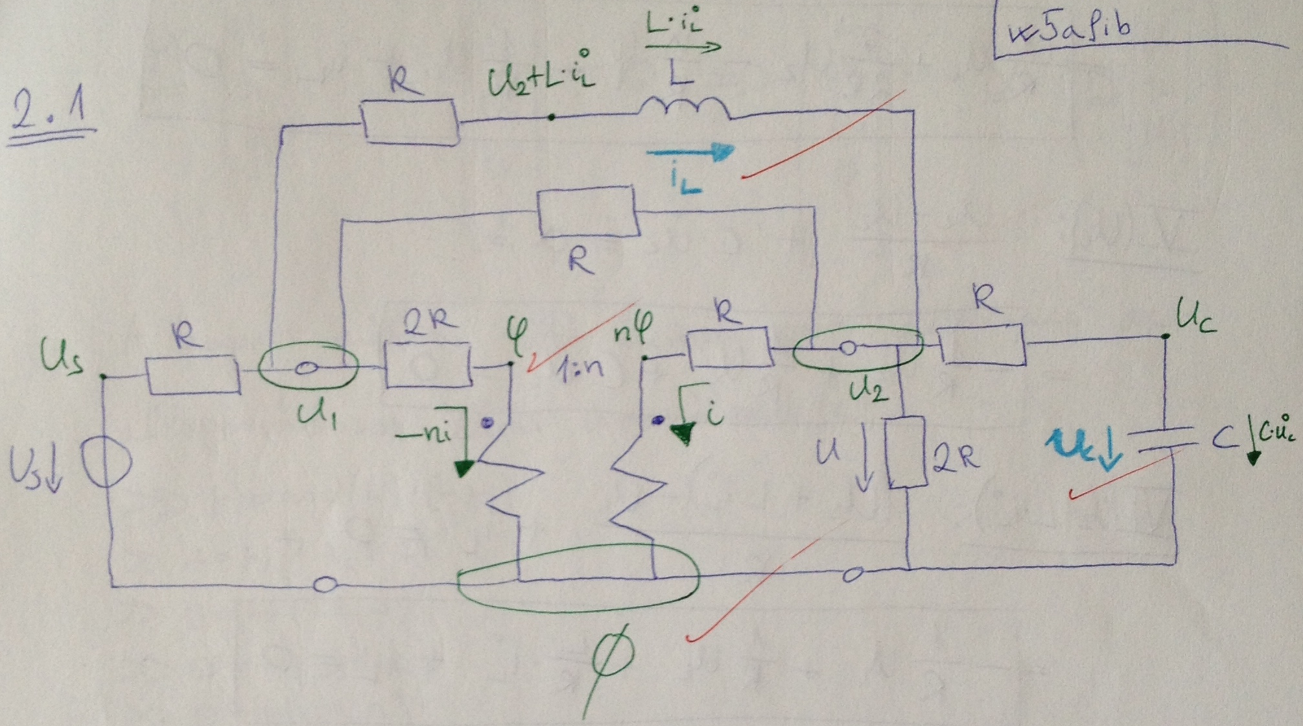
3.5 # Határozza meg a kijelölt kétpólushoz csatlakozó hálózat **Norton** ekvivalensét, illetve amennyiben ezt nem lehetséges meghatározni, adja meg a másik ekvivalenst!

Jelek és Rendszerek 1.

házifeladat 2. rész

Kálmán Bence
WPJZMØ
2013. 11. 13
házi feladat kódja:
w5afib

2.1



Csomóponti egyenletek:

$$\text{I}(U_1):\quad \frac{U_1-U_s}{R} + i_L + \frac{U_1-\varphi}{2R} + \frac{U_1-U_2}{R} = 0 =$$

$$= \boxed{\frac{5}{2R}U_1 - \frac{1}{R}U_2 - \frac{1}{R}U_s - \frac{1}{2R}\varphi + i_L = 0}$$

$$\text{II}(\varphi):\quad \frac{\varphi-U_1}{2R} + (-ni) = 0 =$$

$$= \boxed{-\frac{1}{2R}U_1 + \frac{1}{2R}\varphi - ni = 0}$$

$$\text{III}(n\varphi):\quad \frac{n\varphi-U_2}{R} + i = 0 =$$

$$= \boxed{-\frac{1}{R}U_2 + \frac{n}{R}\varphi + i = 0}$$

$\underline{\mathrm{IV}(u_2)}$: $\dfrac{u_2 - n\varphi}{R} + \dfrac{u_2 - u_1}{R} + \dfrac{u_2}{2R} + \dfrac{u_2 - u_c}{R} - i_L = 0 =$

$$= \boxed{-\frac{1}{R}u_1 + \frac{7}{2R}u_2 - \frac{n}{R}\varphi - \frac{1}{R}u_c - i_L = 0}$$

$\underline{\mathrm{V}.(u_c)}$: $\dfrac{u_c - u_2}{R} + C\cdot\dot{u}_c = 0 =$

$$= \boxed{-\frac{1}{R}u_2 + \frac{1}{R}u_c + C\cdot\dot{u}_c = 0}$$

$\underline{\mathrm{VI}(u_2 + L\cdot\dot{i}_L)}$: $\dfrac{(u_2 + L\cdot\dot{i}_L) - u_1}{R} + i_L = 0 =$

$$= \boxed{-\frac{1}{R}u_1 + \frac{1}{R}u_2 + \frac{L}{R}\cdot\dot{i}_L + i_L = 0}$$

<u>Az állapotváltozók</u>: u_c, i_L

<u>Az állapotváltozós normálalak meghatározása</u>:

$$\underbrace{\begin{bmatrix} 0 & 1 & -\frac{1}{R} \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ -\frac{1}{R} & -1 & 0 \\ \frac{1}{R} & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}}_{\underline{\underline{M}}} \ \underbrace{\begin{bmatrix} 0 & 0 & -\frac{1}{R} & \frac{5}{2R} & -\frac{1}{2R} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \frac{-1}{2R} & \frac{1}{2R} & -n \\ 0 & 0 & -\frac{1}{R} & 0 & \frac{n}{R} & 1 \\ 0 & 0 & \frac{7}{2R} & \frac{-1}{R} & -\frac{n}{R} & 0 \\ C & 0 & -\frac{1}{R} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \frac{L}{R} & \frac{1}{R} & -\frac{1}{R} & 0 & 0 \end{bmatrix}}_{\underline{\underline{N}}} \cdot \begin{bmatrix} u_c \\ i_L \\ U_s \\ \dot{u}_c \\ \dot{i}_L \\ u_2 \\ u_1 \\ \varphi \\ i \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

Kálmán Bence
WPJZMØ

Az egyenletrendszer megoldása MATLAB-bal:

$$\underline{\underline{M}} \cdot \begin{bmatrix} u_C \\ i_L \\ u_S \end{bmatrix} + \underline{\underline{N}} \cdot \begin{bmatrix} \dot{u}_C \\ \dot{i}_L \\ u_2 \\ u_1 \\ \varphi \\ i \end{bmatrix} = 0 \Rightarrow \begin{bmatrix} \dot{u}_C \\ \dot{i}_L \\ u_2 \\ u_1 \\ \varphi \\ i \end{bmatrix} = -\underline{\underline{N}}^{-1} \cdot \left(\underline{\underline{M}} \begin{bmatrix} u_C \\ i_L \\ u_S \end{bmatrix} \right)$$

A kapott mátrix első három sora adja meg az állapotváltozós leírás normálalakját.

```
>> H=inv(N)·(-M)
>> A=H(1:2,1:2)
>> B=H(1:2,3)
>> CT=H(3,1:2)
>> D=H(3,3)
```

$$\underline{\underline{A}} = \begin{bmatrix} -1{,}745 \cdot 10^3 & 7{,}276 \cdot 10^5 \\ -2{,}32 \cdot 10^2 & -1{,}021 \cdot 10^6 \end{bmatrix} \qquad \underline{B} = \begin{bmatrix} 4{,}694 \cdot 10^2 \\ 2{,}441 \cdot 10^2 \end{bmatrix}$$

$$\underline{C}^T = \begin{bmatrix} 0{,}4413 & 2{,}328 \cdot 10^2 \end{bmatrix} \qquad D = 0{,}15$$

Az állapotváltozós leírás normál alakja:

$$\dot{u}_C = -1{,}745 \cdot 10^3 u_C + 7{,}276 \cdot 10^5 i_L + 4{,}694 \cdot 10^2 u_S \quad \left[\frac{V}{s}\right]$$

$$\dot{i}_L = -2{,}32 \cdot 10^2 u_C - 1{,}021 \cdot 10^6 i_L + 2{,}441 \cdot 10^2 u_S \quad \left[\frac{A}{s}\right]$$

$$u = 0{,}4413 u_C + 2{,}328 \cdot 10^2 i_L + 0{,}15 u_S \quad [V]$$

A koherens egységrendszer:

Ω, F, H, V, A, S, s = [t]

2 (Ezeket praktikusabban is meg lehet választani

2.2 A sajátértékek kiszámítása

karakterisztikus egyenlet $\det(\lambda \underline{\underline{E}} - \underline{\underline{A}}) = 0$.

$\hookrightarrow \lambda_1$

$\hookrightarrow \lambda_2$

kiszámítás MATLAB-bal.:

$>> [\underline{S}, LA] = eig\, A$

$$\boxed{\begin{aligned} \lambda_1 &= -1{,}912 \cdot 10^3 \\ \lambda_2 &= -1{,}021 \cdot 10^6 \end{aligned}}$$

A sajátértékek valós részei negatívak, a kimondott tétel alapján tehát a rendszer aszimptotikusan stabilis.

2.4 Az ugrásválasz meghatározása MATLAB használatával

Sajátértékek és sajátvektorok kiszámítása:

$>> [S, LA] = eig(A)$

$$S = \begin{matrix} 1 & -0{,}58 \\ -2{,}283 \cdot 10^{-4} & 0{,}814 \end{matrix} \qquad LA = \begin{matrix} -1{,}91 \cdot 10^3 & 0 \\ 0 & -1{,}021 \cdot 10^6 \end{matrix}$$

1. x_{g}, azaz a szabad összetevő

$$x_{g}(t) = k_1 \cdot \underline{S_1}\, e^{\lambda_1 t} + k_2 \cdot \underline{S_2} \cdot e^{\lambda_2 t}$$

Kálmán Bence
WPJZMØ

2. x_g, azaz gerjesztett összetevő

$$0 = \underline{A}\underline{x}_g + B \cdot 1 \rightarrow \underline{x}_g = \underline{\underline{A}}^{-1}(-\underline{B})$$

>> XG = inv(A)*(-B)

$$\underline{x}_g = \begin{matrix} 0{,}3365 \\ 1{,}622 \cdot 10^{-4} \end{matrix}$$

3. A kezdeti feltétel

$$\underline{x}(+0) = 0 = k_1 \underline{s}_1 \cdot e^0 + k_2 \underline{s}_2 e^0 \rightarrow k = \underline{\underline{S}}^{-1}(-\underline{x}_g)$$

>> k = inv(S)·(-XG)

$$\underline{k} = \begin{matrix} -0{,}3367 \\ -2{,}938 \cdot 10^{-4} \end{matrix}$$

>> XF = S · diag(k)

$$\underline{x}_f = \begin{matrix} -0{,}3367 & 1{,}7 \cdot 10^{-4} \\ 7{,}689 \cdot 10^{-5} & -2{,}39 \cdot 10^{-4} \end{matrix}$$

4. A válasz

>> YF = CT · XF

$$y_f = -0{,}13 \quad -5{,}561 \cdot 10^{-2}$$

>> YG = CT · XG + D

$$y_g = 0{,}3365$$

$$g(t) = \varepsilon(t)\left(-0{,}13\, e^{-1{,}912 \cdot 10^{3} t} - 5{,}561 \cdot 10^{-2} \cdot e^{-1{,}021 \cdot 10^{6} t} + 0{,}3365\right)$$

az ugrásválasz ~~dimenziója~~: mértékegység nélküli.

5/8

2.3 Impulzusválasz

$$h(t) = g'(t) \cdot \varepsilon(t) + g(+0) \cdot \delta(t)$$

$$h(t) = \Big((-0{,}13)(-1{,}912 \cdot 10^3) \cdot e^{-1{,}912 \cdot 10^3 t} + (-5{,}561 \cdot 10^{-2}) \cdot (-1{,}021 \cdot 10^6) \cdot e^{-1{,}021 \cdot 10^6 t} \Big) \cdot$$

$$\cdot \varepsilon(t) + \left(-0{,}13 - 5{,}561 \cdot 10^{-2} + 0{,}33365 \right) \cdot \delta(t)$$

$$h(t) = \left(248{,}56\, e^{-1{,}912 \cdot 10^3 t} + 56777{,}81\, e^{-1{,}021 \cdot 10^6 t} \right) \varepsilon(t) + 0{,}150893\delta(t)$$

Az impulzusválasz dimenziója: $\frac{1}{s}$

Egy rendszer gerjesztés-válasz stabilis, ~~ha~~ akkor és csak akkor, ha az impulzusválasz abszolút integrálható:

$$\int_{-\infty}^{+\infty} |h(t)|\, dt < \infty$$

$$\int_{-\infty}^{\infty} \Big| \left(0{,}13 \cdot 1{,}912 \cdot 10^3 \cdot e^{-1{,}912 \cdot 10^3 t} + 5{,}561 \cdot 10^{-2} \cdot 1{,}021 \cdot 10^6 \cdot e^{-1{,}021 \cdot 10^6 t} \right) \varepsilon(t)$$

$$+ 0{,}15089\, \delta(t) \Big|\, dt = \int_0^{\infty} \Big| \Big(0{,}13 \cdot 1{,}912 \cdot 10^3 \cdot e^{-1{,}912 \cdot 10^3 t} + 5{,}561 \cdot 10^{-2} \cdot$$

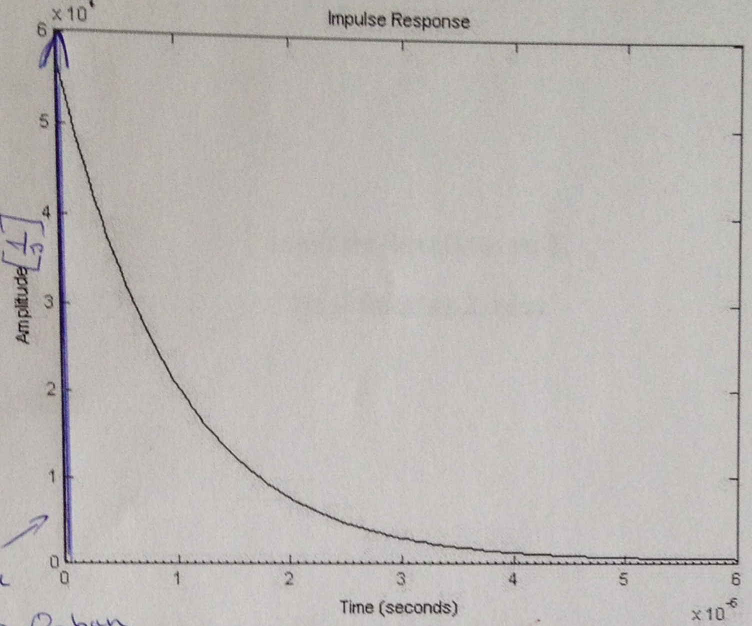
$$1{,}021 \cdot 10^6 \cdot e^{-1{,}021 \cdot 10^6 t} \Big) \Big|\, dt + 0{,}15089 = 0{,}18561 + 0{,}15089 =$$

$$= \underline{\underline{0{,}3365}}$$

<u>A rendszer G-V stabilis!</u>

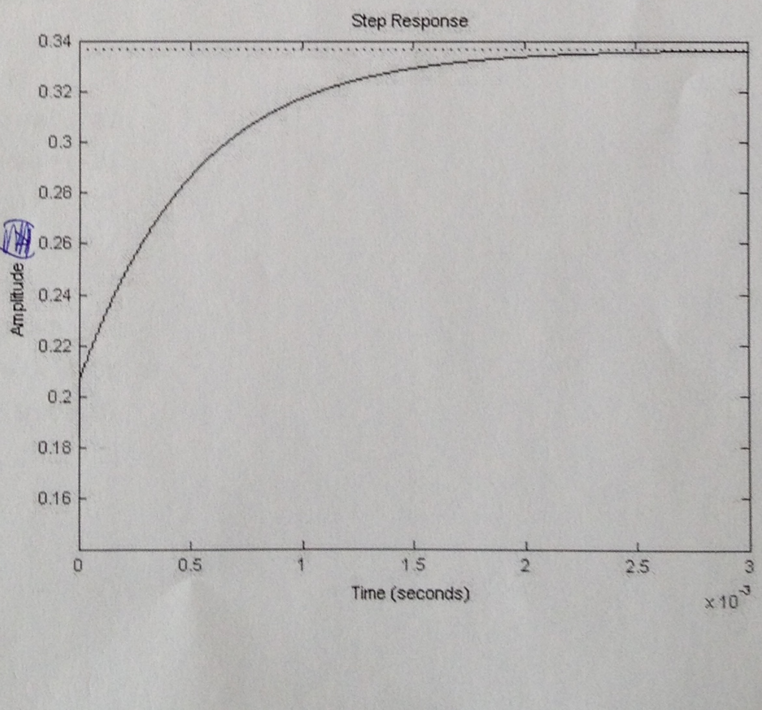
Kálmán Bence
WPJZMØ

Az impulzusválasz:



Dirac impulzus 0-ban

Az ugrásválasz



7/8

Kálmán Bence

WPJZM0

Jelek és Rendszerek 1.

Házi feladat 2. rész

MATLAB kódok:

```
n=-3
R=800
C=0.4*10^(-6)
L=1.25*10^(-3)
M=[0 1 -1/R;0 0 0;0 0 0;-1/R -1 0;1/R 0 0;0 1 0]
N=[0 0 -1/R 5/(2*R) -1/(2*R) 0;0 0 0 -1/(2*R) 1/(2*R) -n;0 0 -1/R 0
n/R 1;0 0 7/(2*R) -1/R -n/R 0;C 0 -1/R 0 0 0;0 L/R 1/R -1/R 0 0]
H=inv(N)*(-M)
A=H(1:2,1:2)
B=H(1:2,3)
CT=H(3,1:2)
D=H(3,3)
[S, LA]=eig(A)
XG=inv(A)*(-B)
K=inv(S)*(-XG)
XF=S*diag(K)
YF=CT*XF
YG=CT*XG+D
impulse(A,B,CT,D)
step(A,B,CT,D)
```

8/8