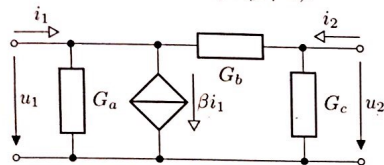


JAVÍTÓKULCS

1. példa.

Adott az alábbi kétkapu ( $\beta \neq 1$ ).



a) Lehet-e a kétkapu szimmetrikus? Ha igen, adjon meg egy ilyen paraméterkészletet! (2 pont)

Igen, pl.  $\beta = 0$ ,  $G_a = G_c$  mellett szimmetrikus felépítésű, emiatt szimmetrikus is. (2 p)

b) Fejezze ki a kétkapu admittanciaparamétereit! (4 pont)

Csomóponti potenciálokkal  
 $-i_1 + G_a u_1 + \beta i_1 + G_b(u_1 - u_2) = 0$ ,  
 $-i_2 + G_c u_2 + G_b(u_2 - u_1) = 0$  (2 p)  
 $i_1 = -\frac{G_a + G_b}{\beta - 1} u_1 + \frac{G_b}{\beta - 1} u_2$   
 $i_2 = -G_b u_1 + (G_b + G_c) u_2$  (2 p)

A továbbiakban a kétkapu primer kapuját egy  $i_s$  áramú áramforrás ( $i_1 = i_s$ ) zárja le.  $G_a = 2$  mS,  $G_b = 0,5$  mS,  $G_c = 10$  mS,  $\beta = 2$ .

c) Mekkora a szekunder kapura csatlakoztatott terhelő ellenállás maximális teljesítménye, ha  $i_s = 10$  mA (konstans)? (3 pont)

$$\mathbf{G} = \begin{bmatrix} -2,5 & 0,5 \\ -0,5 & 10,5 \end{bmatrix} \text{ mS}$$
  
 A dezaktivizált kétpólus belső admittanciája:  $G_2 = 10 + 2 \times 0,5 = 10,4 \text{ mS}$ ,  $R_2 = 96,2 \text{ ohm}$  (1 p).  
 A rövidzárási áram ( $u_2 = 0, i_2 = i_2$ ):  
 $10 = -2,5 u_1$   
 $i_2 = -0,5 u_1$   
 innen  $i_2 = 2$  mA. Az üresjárási feszültség:  $u_2 = -R_2 i_2 = -0,192 \text{ V}$  (1 p)  
 A maximális teljesítmény:  $P_m = \frac{u_2^2}{4 R_2} = \frac{u_2^2 G_2}{4} = 96,2 \mu \text{ W}$  (1 p)

d) Csatlakoztassunk a szekunder kapura egy  $L = 0,5 \text{ H}$  induktivitású tekercset. Az így képzett rendszer gerjesztése  $i_s$ , válasza  $u_1$ . Tudjuk, hogy a rendszer GV stabil. Határozza meg a rendszer átviteli karakterisztikáját! (6 pont)

1. megoldás (a hálózat alapján). [mS, H, krad/s] egységrendszerben  $U_1(j\omega)$  potenciálú csomópontokra ( $I_1(j\omega) = I_s(j\omega)$ )

$$-I_s(j\omega) + 2U_1(j\omega) + 2I_s(j\omega) + \frac{U_1(j\omega)}{0,5 + \left(\frac{1}{10} \times j\omega \cdot 0,5\right)} = 0$$

(2 p)

Innen  $H(j\omega) = \frac{U_1(j\omega)}{I_s(j\omega)} = -\frac{1,05j\omega + 0,2}{2,6j\omega + 0,5}$  (3 p)

Normálalakban  $H(j\omega) = -\frac{0,4038j\omega + 0,0769}{\omega + 0,192}$  (1 p)

2. megoldás (a kétkapu karakterisztikák alapján)

$$I_1(j\omega) = I_s(j\omega) = -2,5U_1(j\omega) + 0,5(-0,5j\omega I_2(j\omega))$$

$$I_2(j\omega) = -0,5U_1(j\omega) + 10,5(-0,5j\omega I_2(j\omega))$$

(2 p)

Innen  $H(j\omega) = \frac{U_1(j\omega)}{I_s(j\omega)} = -\frac{1,05j\omega + 0,2}{2,6j\omega + 0,5}$  (4 p)

A két megoldás közül csak az egyikre adható pont.

IMSc) Igazolja, hogy a d) feladatban definiált rendszer aszimptotikusan stabil!

1. megoldás: A tekercsre kapcsolódó dezaktivizált kétpólus belső ellenállása pozitív, emiatt az  $L/R_2$  időállandó pozitív, a rendszer egyetlen sajátértéke negatív. 2. megoldás: Az ÁVL alapján

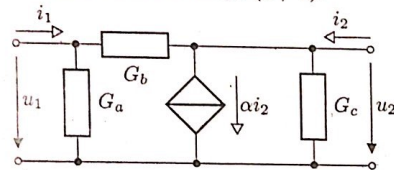
$$i'_L = -0,1923i_L + 0,039i_s$$

a sajátérték negatív.

JAVÍTÓKULCS

1. példa.

Adott az alábbi kétkapu ( $\alpha \neq 1$ ).



a) Lehet-e a kétkapu szimmetrikus? Ha igen, adjon meg egy ilyen paraméterkészletet! (2 pont)

Igen, pl.  $\alpha = 0$ ,  $G_a = G_c$  mellett szimmetrikus felépítésű, emiatt szimmetrikus is. (2 p)

b) Fejezze ki a kétkapu admittanciaparamétereit! (4 pont)

Csomóponti potenciálokkal

$$-i_1 + G_a u_1 + G_b(u_1 - u_2) = 0,$$

$$-i_2 + G_c u_2 + G_b(u_2 - u_1) + \alpha i_2 = 0 \quad (2 p)$$

$$i_1 = (G_a + G_b)u_1 - G_b u_2$$

$$i_2 = -\frac{G_b}{1-\alpha} u_1 + \frac{G_b + G_c}{1-\alpha} u_2 \quad (2 p)$$

A továbbiakban a kétkapu szekunder kapuját egy  $i_s$  áramú áramforrás ( $i_2 = i_s$ ) zárja le.  $G_a = 4 \text{ mS}$ ,  $G_b = 0,5 \text{ mS}$ ,  $G_c = 2 \text{ mS}$ ,  $\alpha = 2$ .

c) Mekkora a primer kapura csatlakoztatott terhelő ellenállás maximális teljesítménye, ha  $i_s = 10 \text{ mA}$  (konstans)? (3 pont)

$$G = \begin{bmatrix} 4,5 & -0,5 \\ 0,5 & -2,5 \end{bmatrix} \text{ mS}$$

A dezaktivizált kétpólus belső konduktanciája:  $G_2 = 4 + 2 \times 0,5 = 4,4 \text{ mS}$ ,  $R_2 = 227,3 \Omega$  (1 p)

A rövidzárási áram ( $u_1 = 0$ ,  $i_2 = i_1$ ):

$$i_2 = -0,5 u_2$$

$$10 = -2,5 u_2$$

innen  $i_2 = 2 \text{ mA}$ . Az üresjárási feszültség:  $u_u = -R_2 i_2 = -0,455 \text{ V}$  (1 p)

A maximális teljesítmény:  $P_m = \frac{u_u^2}{4R_2} = \frac{u_u^2 G_2}{4} = 227,3 \mu\text{W}$  (1 p)

d) Csatlakoztassunk a primer kapura egy  $L = 0,5 \text{ H}$  induktivitású tekercset. Az így képzett rendszer gerjesztése  $i_s$ , válasza  $u_2$ . Tudjuk, hogy a rendszer GV stabil. Határozza meg a rendszer átviteli karakterisztikáját! (6 pont)

1. megoldás (a hálózat alapján). [mS, H, krad/s] egységrendszerben  $U_2(j\omega)$  potenciálú csomópontra ( $I_2(j\omega) = I_s(j\omega)$ )

$$-I_s(j\omega) + 2U_2(j\omega) + 2I_s(j\omega) + \frac{U_2(j\omega)}{\frac{1}{0,5} + \left(\frac{1}{4} \times j\omega 0,5\right)} = 0$$

Innen  $H(j\omega) = \frac{U_2(j\omega)}{I_s(j\omega)} = -\frac{1,125j\omega + 0,5}{2,75j\omega + 1,25}$  (3 p)

Normálalakban  $H(j\omega) = -\frac{0,409j\omega + 0,1818}{j\omega + 0,4545}$  (1 p)

2. megoldás (a kétkapu karakterisztikák alapján)

$$I_1(j\omega) = 4,5(-j\omega 0,5 I_1) - 0,5 U_2$$

$$I_2(j\omega) = I_s = 0,5(-j\omega 0,5 I_1) - 2,5 U_2$$

Innen  $H(j\omega) = \frac{U_1(j\omega)}{I_s(j\omega)} = -\frac{2,25j\omega + 1}{5,5j\omega + 2,5}$  (3 p)

Normálalakban  $H(j\omega) = -\frac{0,409j\omega + 0,1818}{j\omega + 0,4545}$  (1 p)

A két megoldás közül csak az egyike adható pont.

IMSc) Igazolja, hogy a d) feladatban definiált rendszer aszimptotikusan stabil!

1. megoldás: A tekercsre kapcsolódó dezaktivizált kétpólus belső ellenállása pozitív, emiatt az  $L/R_2$  időállandó pozitív, a rendszer egyetlen sajátértéke negatív. 2. megoldás: Az ÁVL alapján

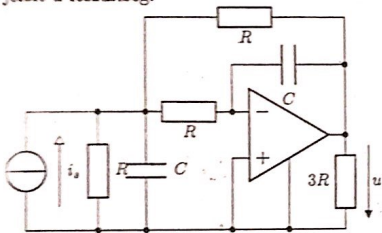
$$i'_L = -\frac{5}{11} i_L + \frac{1}{11} i_s$$

a sajátérték negatív.

B

2. példa.

Az ábrán látható hálózat által reprezentált rendszer gerjesztése  $i_s$ , a válasza a bejelölt  $u$  feszültség.



a) Fejezze ki  $u$  értékét, ha  $i_s = I_0$  (konstans)! (2 pont)

A kondenzátorokat szakadással helyettesítve  $u = -RI_0$ . (2 p)

b) Vegyen fel állapotváltozókat, és jelölje ezeket az ábrán! Fejezze ki a rendszer állapotváltozós leírását normálalakban! (6 pont)

R.  $u_{c1}, u_{c2}$  (1 p)  
 $-i_s + \frac{u_{c1}}{R} + C u_{c1}' + \frac{u_{c1}}{R} + \frac{u_{c1} - u_{c2}}{R} = 0$   
 $\frac{0 - u_{c2}}{R} - C u_{c2}' = 0$   
 $u = u_{c2}$  (3 p)  
 Rendezze:  
 $u_{c1}' = -\frac{3}{RC} u_{c1} + \frac{1}{RC} u_{c2} + \frac{1}{C} i_s$   
 $u_{c2}' = -\frac{1}{RC} u_{c2}$   
 $u = u_{c2}$  (2 p)

c) Adja meg a rendszermátrix karakterisztikus polinomját!  $R > 0, C > 0$  mellett mit mondhatunk a rendszer stabilitásáról? (3 pont)

$\lambda^2 + \frac{3}{RC} \lambda + \frac{1}{RC^2} = 0$  (1 p),  
 tesztölges  $R > 0, C > 0$  esetén Hurwitz polinom, a rendszer aszimptotikusan stabil. (2 p)

d) Határozza meg az állapotváltozókat és a válasz kiindulási, kezdeti és végértékeit, ha  $i_s(t) = \varepsilon(t)$ ! (4 pont)

$u_{c1}(-0) = u_{c2}(-0) = u(-0) = 0$  (belső gerjesztés, kauzális rendszer) (1 p)  
 $u_{c1}(+0) = u_{c1}(-0) = 0, u_{c2}(+0) = u_{c2}(-0) = 0, u(+0) = u_{c2}(+0) = 0$  (1 p)  
 $u(+\infty) = -1, u_{c2}(+\infty) = u(+\infty) = -1, u_{c1}(+\infty) = 0$  (2 p)

IMSc) Igazolja, hogy a  $t = 10RC$  időpillanatban az  $i_s(t) = \varepsilon(t)$  gerjesztésre adott válasz eltérése az állandósult értékétől kisebb, mint az állandósult érték 5% a.

A két sajátérték:

$$\lambda_{1,2} = \frac{-1,5 \pm \sqrt{1,25}}{RC}$$

$$e^{\lambda_1 10RC} \approx 0,0219$$

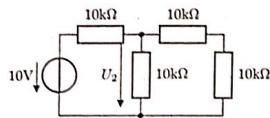
$$e^{\lambda_2 10RC} \approx 4,2 \cdot 10^{-12}$$

Név:	Pontszám:
Neptun kód:	/30
Hallgató aláírása:	Javító:

A végeredményt jól olvashatóan írja fel a feladatlapra. Minden jó válasz 2 pontot ér.

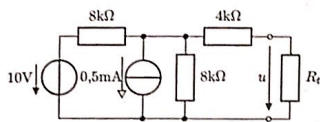
1. Adja meg  $U_2$  értékét!

$U_2 =$



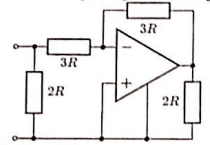
2. Adja meg az  $R_t$  re csatlakozó kétpólus Thévenin ekvivalensének feszültség paraméterét!

$U_{Th} =$



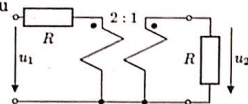
3. Határozza meg a kétpólus eredő ellenállását!

$R_e =$



4. Határozza meg az ábrán látható lezárt kétkapu transzfer feszültségerősítést ( $u_2/u_1$  értékét)!

$H_u =$



5. A 2. példa hálózatában az  $R_t$  ellenállást egy  $C$  kapacitású kondenzátorra cseréljük. Mekkora válasszuk  $C$  értékét, hogy a hálózat időállandója 100 ms legyen?

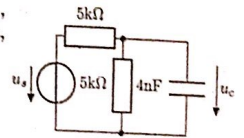
$C =$

6. Egy rendszer rendszermátrixa  $\begin{pmatrix} 0 & -4 \\ -0,5 & -1 \end{pmatrix}$ . Gerjesztés-válasz stabil-e a rendszer? Válaszát indokolja!

7. Egy rendszer ugrásválasza  $g(t) = \varepsilon(t) [4 + 3e^{-2t} - e^{-t}]$ . Adja meg a rendszer impulzusválaszát!

$h(t) =$

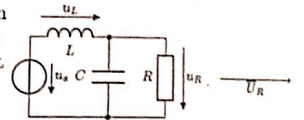
8. A hálózat által reprezentált rendszer gerjesztése  $u_s$ , válasza  $u_c$ . Adja meg a rendszer válaszeletét  $t > 0$  ra, ha  $u_s(t) = \begin{cases} -2V, t < 0 \\ 1V, t > 0 \end{cases}$   
 $u_c(t) =$



9. Egy kétpólus áramának időfüggvénye  $i(t) = 40 \cos \omega t$  A, komplex teljesítménye  $80e^{j\pi/4}$  VA. Adja meg - megegyező referenciáirányokat feltételezve - a kétpólus feszültségének időfüggvényét!

$u(t) =$

10. A szinuszos forrásfeszültség frekvenciáján  $\omega L = \frac{1}{\omega C} = 2R$ . Felrajzoltuk az  $u_R$  feszültség fázorját. Rajzolja be az ábrába az  $u_L$  feszültség fázorját!

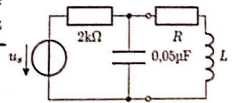


11. Egy kétpólus impedanciája  $\omega = 3$  krad/s körfrekvencián  $\bar{Z} = 5e^{-j\pi/3}$  kΩ. Adja meg a kétpólust helyettesítő soros RC tag elemértékeit!

$C_s =$   $R_s =$

12. Az ábra hálózatában  $u_s(t) = [10 \cos \omega t]$  V,  $\omega = 20$  krad/s. Mekkora  $R$  és  $L$  paraméterek mellett lesz a soros RL kétpólus hatásos teljesítménye maximális?

$R =$   $L =$

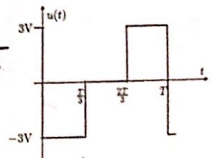


13. A 8. feladat hálózatára adja meg az átviteli tényező abszolútértékét 0,1 Mrad/s körfrekvencián!

$K =$

14. Egy periodikus feszültségjel egy periódusának időfüggvénye az ábrán látható. Adja meg a feszültség effektív értékét!

$U_{eff} =$



15. Adja meg az előző kérdésbeli feszültségjel Fourier sorának matematikai alakjában az alapharmonikus koszinuszos összetevőjét!

$U_A^1 =$