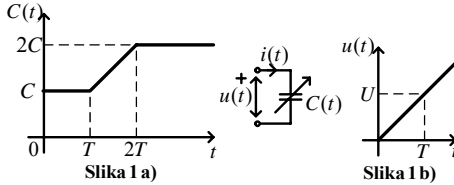


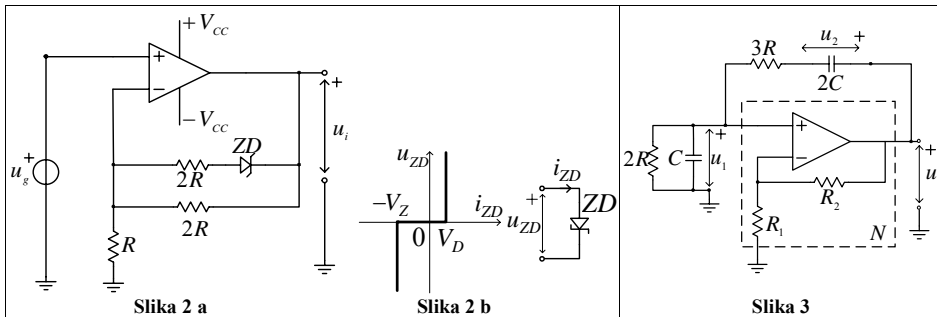
Zadatak 1 Linearan, vremenski promenljiv kondenzator ima promenu kapacitivnosti kao na slici 1a. Napon kondenzatora se menja sa vremenom prema dijagramu sa slike 1b. Odrediti:

- a) [40] Struju kondenzatora $i(t)$ i njen vremenski dijagram za $t \geq 0$.
 b) [30] Akumulisanu energiju kondenzatora $W_c(2T^+)$ i $W_c(3T)$.
 c) [30] Električni rad koji se ulaže u kondenzator u intervalu vremena od $2T^+$ do $3T$, $a(2T^+, 3T)$.



Slika 1

Zadatak 2 Za kolo sa slike 2a odrediti prenosnu karakteristiku $u_i = f(u_g)$, ako je karakteristika Zener diode kao na slici 2b, pri čemu je $V_Z = 6V$, $V_D = 1V$, a napon zasićenja operacionog pojačavača iznosi $\pm 15V$.



Zadatak 3 U kolu na slici 3 operacioni pojačavač je idealan, a početni naponi kondenzatora su $u_1(0^+) = U_0$, $u_0(0^+) = 2U_0$, dok je otpornost otpornika $R_1 = R$. Odrediti:

- a) [20] Naponsko pojačanje $k = u_i/u_g$ mreže N (deo na slici 3 uokviren isprekidanom linijom)
 b) [20] Diferencijalnu jednačinu odziva izlaznog napona $u_i(t)$,
 c) [20] Vrednost otpornika R_2 da odziv bude prostoperiodičan,
 d) [40] Trenutnu vrednost izlaznog napona $u_i(t)$ za $t \geq 0$.

Teorija (obrazložiti odgovore):

1. Rezistivan element sa jednim pristupom je opisan relacijom $u = Ri + U_0$, $R = 2k\Omega$, $U_0 = 1V$.

Da li je element :

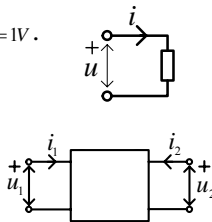
- a) Linearan
 b) Pasivan

2. Rezistivan element sa dva pristupa ima poznate h -parametre $h_{11} = 1k\Omega$, $h_{12} = 0,001$,

$h_{21} = 100$, $h_{22} = 10\mu S$. Da li je dati element :

- a) Linearan,
 b) Recipročan,
 c) Simetričan,
 d) Pasivan.

3. Objasniti postupak dobijanja ekvivalentne šeme linearnog transformatora koja koristi idealni transformator.



Rešenja:

Zadatak 1

$$a) i(t) = \frac{dq(t)}{dt} = \frac{dC(t)}{dt} u(t) + \frac{du(t)}{dt} C(t)$$

$$i(t) = \begin{cases} \frac{CU}{T}, & 0 \leq t \leq T \\ \frac{2CU}{T^2}, & T \leq t \leq 2T \\ \frac{2CU}{T}, & 2T \leq t \end{cases}$$

$$b) W_c(2T^+) = \frac{1}{2} C(2T^+) u(2T^+) = \frac{1}{2} 2C (2U)^2 = 4CU^2$$

$$W_c(3T) = \frac{1}{2} C(3T) u(3T) = \frac{1}{2} 2C (3U)^2 = 9CU^2$$

$$c) a(2T^+, 3T) = W_c(3T) - W_c(2T^+) - a_m(2T^+, 3T);$$

$$a_m(2T^+, 3T) = 0, \text{ jer je } C(t) = 2C = \text{Const.}$$

$$a(2T^+, 3T) = W_c(3T) - W_c(2T^+) = 5CU^2$$

Zadatak 2

1) Oblast: ZD se ponaša kao baterija V_D

a) $u_i = -15V$, $u_g \in (-\infty, -7,25V]$; jer je operacioni pojačavač u naponskom zasićenju.

b) $u_i = 2u_g - \frac{V_D}{2}$, $u_g \in [-7,25, -\frac{V_D}{2}]$;

operacioni pojačavač je u normalnom režimu rada.

2) Oblast: ZD se ponaša kao otvorena veza

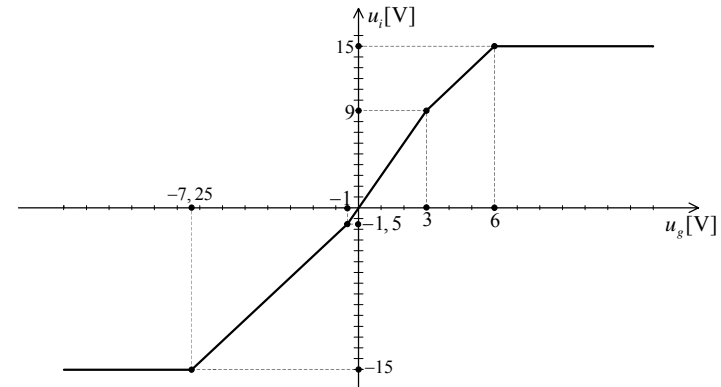
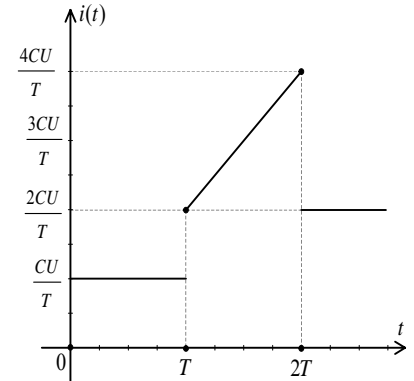
$u_i = 3u_g$, $u_g \in [-\frac{V_D}{2}, \frac{V_Z}{2}]$;

3) Oblast: ZD se ponaša kao baterija V_Z

a) $u_i = 2u_g + \frac{V_Z}{2}$, $u_g \in [\frac{V_Z}{2}, 6V]$;

operacioni pojačavač je u normalnom režimu rada.

b) $u_i = 15V$, $u_g \in [6V, +\infty)$; jer je operacioni pojačavač u naponskom zasićenju.



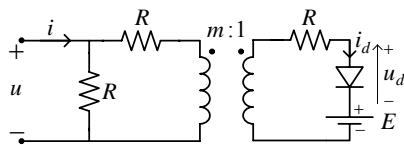
Zadatak 3 Pogledati zadatak sa vežbi i zadatak broj 12 u zbirci 1.

Zadatak 1

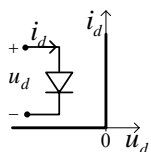
Mreža na slici 1a ima poznate parametre R i E . Dioda je idealna, slika 1b. Prenosni broj idealnog transformatora je $m = 2$.

[70] a) Odrediti i nacrtati $u-i$ karakteristiku mreže.

[30] b) Ako je $R = 1000\Omega$, a $E = 1V$, ispitati da li je mreža aktivna.



Slika 1a



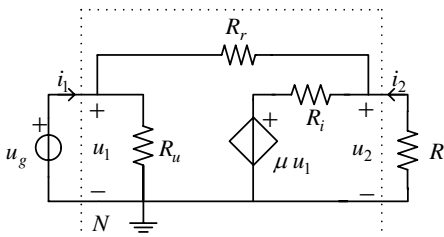
Slika 1b

Zadatak 2

U kolu poznatih parametara, slika 2, odrediti:

[60] a) Naponsko pojačanje, $M = u_2 / u_g$,

[40] b) Ulaznu snagu mreže N .



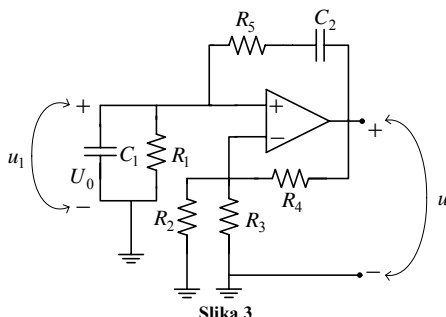
Slika 2

Zadatak 3

Parametri kola sa slike 3 su poznati. Kapacitivnosti kondenzatora su C , a otpornosti su R . Odrediti:

[40] a) Diferencijalnu jednačinu odziva za napon $u(t)$, za $t \geq 0$,

[60] b) Napon $u(t)$, analizom u vremenskom domenu, za $t \geq 0$.



Slika 3

Pitanje 1

Rezistivni element sa jednim pristupom je opisan relacijom $u = Ri + U_0$, $R = 2k\Omega$, $U_0 = 1V$. Da li je element:

- linearan,
- pasivan.

Pitanje 2

Rezistivni element sa dva pristupa ima poznate h -parametre: $h_{11} = 1k\Omega$, $h_{12} = 0.001$, $h_{21} = 100$, $h_{22} = 10\mu S$. Da li je dati element:

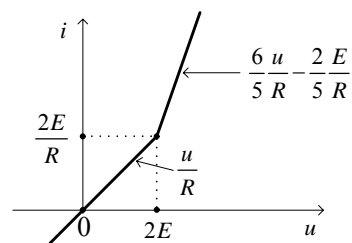
- linearn,
- recipročan,
- simetričan,
- pasivan.

Pitanje 3

Objasniti postupak dobijanja ekvivalentne šeme linearnog transformatora koja koristi idealan transformator.

Zadatak 1

$$[70] \text{ a) } i = \begin{cases} \frac{u}{R}, & u < 2E \\ \frac{6u}{5R} - \frac{2E}{5R}, & u \geq 2E \end{cases}$$



[30] b) Ako je $R = 1000\Omega$, a $E = 1V$, mreža je pasivna.

Zadatak 2

$$[60] \text{ a) } M = \frac{u_2}{u_g} = \frac{\frac{1}{R_r} + \frac{1}{R_i}}{\frac{1}{R_r} + \frac{1}{R_i} + \frac{1}{R}},$$

$$[40] \text{ b) } p(t) = u_g^2 \left(\frac{1}{R_u} + \frac{1-M}{R_r} \right) - u_g^2 \frac{M^2}{R}.$$

Zadatak 3

$$[40] \text{ a) } \left(D^2 + \frac{1}{(RC)^2} \right) u(t) = 0, \text{ za } t \geq 0,$$

$$[60] \text{ b) } u(t) = 3U_0 \left(\cos\left(\frac{1}{RC}t\right) + \sin\left(\frac{1}{RC}t\right) \right), \text{ za } t \geq 0.$$



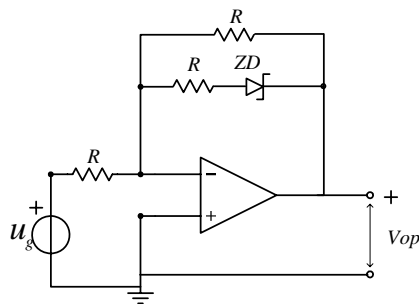
Predmetni nastavnik: *Dr Branimir D. Reljin*, red. prof.

Zadatak 1

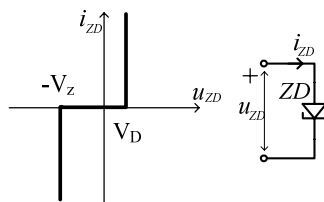
Kolo na slici 1a sadrži idealan operacioni pojačavač, pasivne otpornike poznatih otpornosti R i Zener diodu čija je karakteristika prikazana na slici 1b ($V_Z > V_D$).

[70] a) Odrediti napon V_{op} i nacrtati prenosnu karakteristiku: V_{op} u zavisnosti od u_g ;

[30] b) Nacrtati grafik napona $V_{op}(t)$ ako je $u_g(t) = V_Z \cos(\omega t)$ za $t \in [0, \frac{2\pi}{\omega}]$



Slika 1a



Slika 1b

Zadatak 2

Linearan, vremenski promenljiv kondenzator kapacitivnosti $C(t)$ kao na slici 2, priključen je na strujni generator

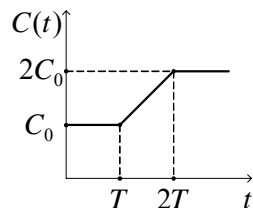
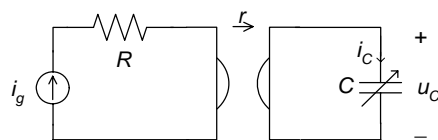
$$i_g(t) = \frac{I}{T^2} t^2, t \geq 0. \text{ Odrediti:}$$

[20] a) Struju kondenzatora $i_C(t)$,

[40] b) Energiju koja se ulaže u kondenzator u intervalu vremena $[0, 2T]$,

[20] c) Akumulisanu energiju kondenzatora u trenutku $t = 2T$,

[20] d) Rad na savlađivanju mehaničkih sila u intervalu vremena $[0, 2T]$.



Slika 2

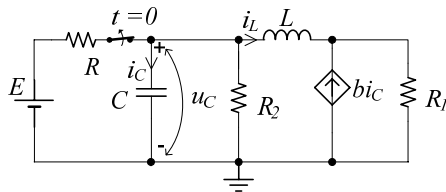
Zadatak 3

Na slici 3 je prikazano kolo poznatih pozitivnih parametara $R_1 = R_2 = R$, C , $L = R^2 C$ i b , u kome deluje konstantan naponski generator E . Prekidač je najpre zatvoren. Nakon uspostavljanja ustaljenog režima u kolu, u trenutku $t=0$, prekidač se otvara. Odrediti:

[20] a) Vrednosti napona u_C i struje i_L u trenutku $t = 0^-$.

[30] b) Diferencijalnu jednačinu za napon $u_C(t)$, za $t \geq 0$.

[50] c) Vrednost strujnog pojačanja b pri kojoj u kolu nastupa prostoperiodičan režim za $t \geq 0$? Za tu vrednost b odrediti trenutnu vrednost napona $u_C(t)$, za $t \geq 0$.



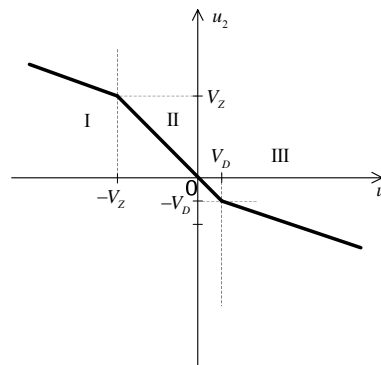
Slika 3

Rešenja I kolokvijuma iz TEK-a, neenergetski odseci, održan 27. novembra 2004.

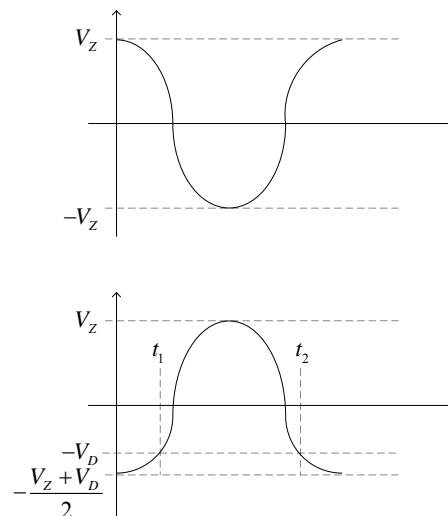
Prvi zadatak:

a)

$$V_{op} = \begin{cases} \frac{V_Z - u_g}{2}, & u_g < -V_Z \\ -u_g, & -V_Z \leq u_g < V_D \\ \frac{-u_g - V_D}{2}, & u_g > V_D \end{cases}$$



b)



Drugi zadatak:

$$\text{Kapacitivnost kondenzatora može se predstaviti sledećim izrazom: } C(t) = \begin{cases} C_0, & 0 \leq t < T \\ \frac{C_0}{T} t, & T \leq t < 2T \\ 2C_0, & T \leq t < \infty \end{cases}$$

$$(a) \quad i_C(t) = \begin{cases} 2 \frac{r C_0 I}{T^2} t, & 0 \leq t < T \\ 3 \frac{r C_0 I}{T^3} t^2, & T \leq t < 2T \\ 4 \frac{r C_0 I}{T^2} t, & T \leq t < \infty \end{cases}$$

$$(b) \quad a(0, 2T) = \frac{191}{10} C_0 r^2 I^2$$

$$(c) \quad W_C(2T) = 16 C_0 r^2 I^2$$

$$(d) \quad a_m(0, 2T) = a(0, 2T) - W_C(2T) = 3,1 r^2 C_0 I^2$$

Treći zadatak:

$$a) \quad u_C(0^-) = \frac{E}{3}; i_L(0^-) = \frac{E}{3R}$$

$$b) \quad (D^2 + \left(\frac{2-b}{CR}\right)D + \frac{2}{(RC)^2})u_C(t) = 0, \quad t \geq 0$$

c) Da bi nastupio prostoperiodičan režim po otvaranju prekidača, pojačanje mora biti $b=2$.

$$u_C(t) = \frac{E}{3} (\cos \omega t - \sqrt{2} \sin \omega t), t \geq 0, \quad \omega = \frac{\sqrt{2}}{RC}$$



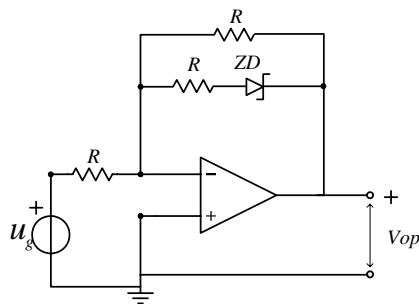
Predmetni nastavnik: *Dr Branimir D. Reljin*, red. prof.

Zadatak 1

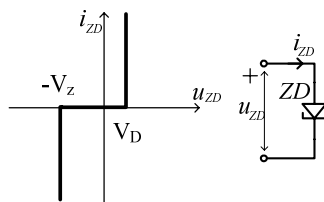
Kolo na slici 1a sadrži idealan operacioni pojačavač, pasivne otpornike poznatih otpornosti R i Zener diodu čija je karakteristika prikazana na slici 1b ($V_Z > V_D$).

[70] a) Odrediti napon V_{op} i nacrtati prenosnu karakteristiku: V_{op} u zavisnosti od u_g ;

[30] b) Nacrtati grafik napona $V_{op}(t)$ ako je $u_g(t) = V_Z \cos(\omega t)$ za $t \in [0, \frac{2\pi}{\omega}]$



Slika 1a



Slika 1b

Zadatak 2

Linearan, vremenski promenljiv kondenzator kapacitivnosti $C(t)$ kao na slici 2, priključen je na strujni generator

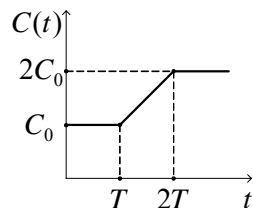
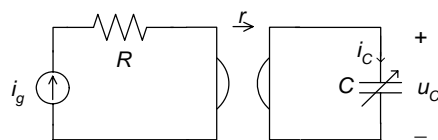
$i_g(t) = \frac{I}{T^2} t^2, t \geq 0$. Odrediti:

[20] a) Struju kondenzatora $i_C(t)$,

[40] b) Energiju koja se ulaže u kondenzator u intervalu vremena $[0, 2T]$,

[20] c) Akumulisanu energiju kondenzatora u trenutku $t = 2T$,

[20] d) Rad na savlađivanju mehaničkih sila u intervalu vremena $[0, 2T]$.



Slika 2

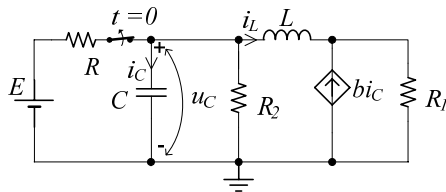
Zadatak 3

Na slici 3 je prikazano kolo poznatih pozitivnih parametara $R_1 = R_2 = R$, C , $L = R^2 C$ i b , u kome deluje konstantan naponski generator E . Prekidač je najpre zatvoren. Nakon uspostavljanja ustaljenog režima u kolu, u trenutku $t=0$, prekidač se otvara. Odrediti:

[20] a) Vrednosti napona u_C i struje i_L u trenutku $t = 0^-$.

[30] b) Diferencijalnu jednačinu za napon $u_C(t)$, za $t \geq 0$.

[50] c) Vrednost strujnog pojačanja b pri kojoj u kolu nastupa prostoperiodičan režim za $t \geq 0$? Za tu vrednost b odrediti trenutnu vrednost napona $u_C(t)$, za $t \geq 0$.



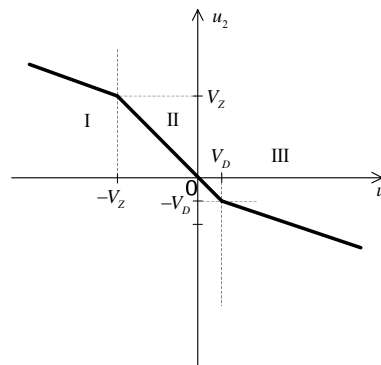
Slika 3

Rešenja I kolokvijuma iz TEK-a, neenergetski odseci, održan 27. novembra 2004.

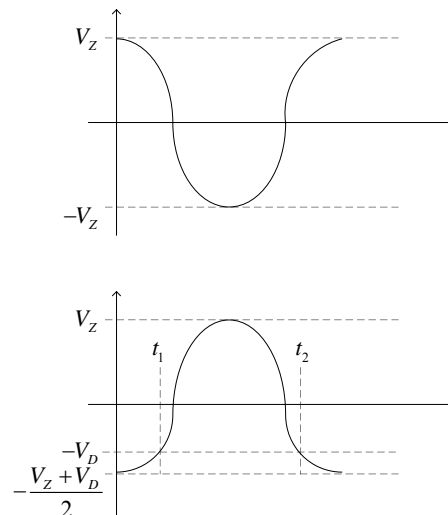
Prvi zadatak:

a)

$$V_{op} = \begin{cases} \frac{V_Z - u_g}{2}, & u_g < -V_Z \\ -u_g, & -V_Z \leq u_g < V_D \\ \frac{-u_g - V_D}{2}, & u_g > V_D \end{cases}$$



b)



Drugi zadatak:

Kapacitivnost kondenzatora može se predstaviti sledećim izrazom: $C(t) = \begin{cases} C_0, & 0 \leq t < T \\ \frac{C_0}{T} t, & T \leq t < 2T \\ 2C_0, & T \leq t < \infty \end{cases}$

$$(a) \quad i_C(t) = \begin{cases} 2 \frac{r C_0 I}{T^2} t, & 0 \leq t < T \\ 3 \frac{r C_0 I}{T^3} t^2, & T \leq t < 2T \\ 4 \frac{r C_0 I}{T^2} t, & T \leq t < \infty \end{cases}$$

$$(b) \quad a(0, 2T) = \frac{191}{10} C_0 r^2 I^2$$

$$(c) \quad W_C(2T) = 16 C_0 r^2 I^2$$

$$(d) \quad a_m(0, 2T) = a(0, 2T) - W_C(2T) = 3,1 r^2 C_0 I^2$$

Treći zadatak:

$$a) \quad u_C(0^-) = \frac{E}{3}; i_L(0^-) = \frac{E}{3R}$$

$$b) \quad (D^2 + \left(\frac{2-b}{CR}\right)D + \frac{2}{(RC)^2})u_C(t) = 0, \quad t \geq 0$$

c) Da bi nastupio prostoperiodičan režim po otvaranju prekidača, pojačanje mora biti $b=2$.

$$u_C(t) = \frac{E}{3} (\cos \omega t - \sqrt{2} \sin \omega t), t \geq 0, \quad \omega = \frac{\sqrt{2}}{RC}$$



predmetni nastavnik: *Dr Branimir D. Reljin*, red. prof.

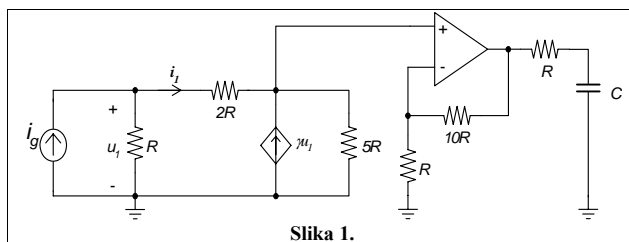
Zadatke započinjati na novoj stranici uz jasnu numeraciju. Nečitki radovi nose negativne poene.
Na koricama vežbanke upisati grupu i precrtati zadatke koji nisu rađeni.

Zadatak 1

U kolu sa slike, svi parametri su poznati,

$\gamma = \frac{1}{4R}$, $I_g = I$. Odrediti:

- [40] a) snagu otpornika $5R$,
[30] b) struju i_i ,
[30] c) akumulisanu energiju kondenzatora, pod pretpostavkom da su u kolu završeni svi prelazni procesi.



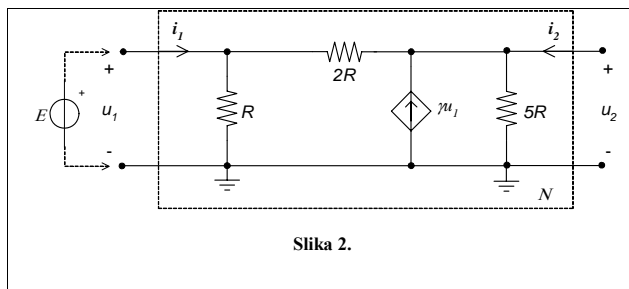
Slika 1.

Zadatak 2

Na slici 2 je prikazana mreža N , kojoj su svi parametri poznati, a parametar $\gamma = \frac{1}{2R}$.

Odrediti:

- [40] a) b -parametre mreže N ,
[40] b) ekvivalentan tevenenov generator koji se vidi na izlaznom pristupu, ako je na ulazu priključen generator jednosmernog napona $u_I = E$,
[20] c) da li je mreža recipročna i simetrična?



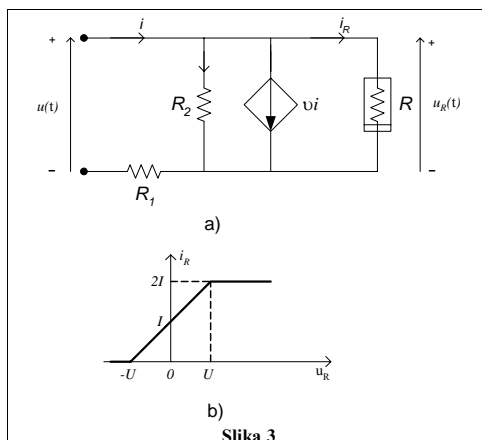
Slika 2.

Zadatak 3

Odrediti strujno-naponsku karakteristiku mreže na slici 3(a) tj. $i(u)$ ako je karakteristika nelinearnog elementa data na slici 3(b).

Svi parametri u kolu su poznati i pozitivni, a

$$\frac{U}{I} = R_1 = R_2 = R \text{ i } v = 1/4.$$



Slika 3

TEK: Rešenja I kolokvijuma, održanog 07.12.2002.

Zadatak	Grupa A	Grupa B
1	a) $P_{5R} = \frac{20}{81} R i_g^2$, b) $i_1 = -\frac{1}{27} i_g$, c) $W_c = \frac{6050}{81} R^2 C i_g^2$	a) $P_{5R} = \frac{80}{121} R i_g^2$, b) $i_1 = -\frac{3}{11} i_g$, c) $W_c = 200 R^2 C i_g^2$
2	a) $u_2 = 3u_1 - 2Ri_1$; $(-i_2) = (\gamma - \frac{8}{5R})u_1 + \frac{7}{5}i_1$; $E_T = u_2(i_2 = 0) = \frac{37 - 10R\gamma}{7} E$; b) $R_T = \frac{u_2(u_1 = 0)}{i_2(u_1 = 0)} = \frac{10}{7} R$; c) Mreža N nije recipročna, pa samim tim nije ni simetrična.	
3		

4. Izvesti izraze za akumulisanu energiju i uloženi rad induktivnog elementa sa jednim pristupom.

Zadatke počinjati na novoj stranici vežbanke. Na naslovnoj strani vežbanke precrtati brojeve zadataka koji nisu rađeni. Neuredni radovi nose negativne poene.

Zadatak 1

Linearan vremenski promenljiv kondenzator čija je kapacitivnost $C(t)$ data izrazom na slici 1a) priključen je na naponski generator $U(t)$ čija je vrednost data izrazom na slici 1b). Odrediti:

- (20) a) Naelektrisanje kondenzatora $q(t)$
 (20) b) Struju kondenzatora $i(t)$
 (20) c) Energiju koja se ulaže u kondenzator, u vremenskom intervalu $0 \leq t \leq 2T$
 (20) d) Akumulisanu energiju kondenzatora, w , u trenutku $2T$
 (20) e) Rad koji se vrši na savlađivanje mehaničkih sila, a_m , u intervalu $0 \leq t \leq 2T$

$$C(t) = \begin{cases} 2C_0 - C_0 \frac{t}{T}, & 0 \leq t < T \\ C_0, & T \leq t \end{cases}$$

$C_0 > 0$
a)

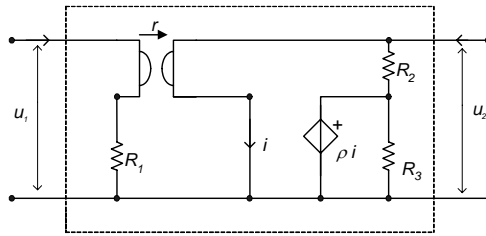
$$u_g(t) = U \frac{t}{T} h(t)$$

$U > 0$
b)

Slika 1**Zadatak 2**

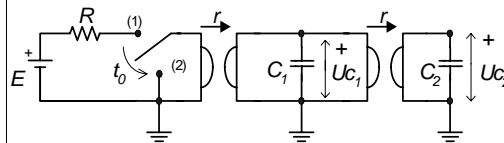
Mreža sa dva para krajeva sadrži pasivne otpornike, R_1, R_2, R_3 , idealni žirator i transrezistantni pojačavač, poznatih parametara r i ρ . Odrediti

- (40) a) r -parametre mreže
 (20) b) transrezistansu pojačavača $\rho = \rho_i$, pri kojoj je mreža recipročna
 (20) c) ispitati simetričnost mreže ako je $\rho = \rho_i$
 (20) d) ispitati pasivnost mreže ako je $\rho = \rho_i$

**Slika 2****Zadatak 3**

Parametri kola sa slike su poznati, $C=C_1=C_2$. Prekidač je u položaju (1), i režim je ustaljen. U trenutku t_0 , prekidač se prebacuje u položaj (2).

- (20) a) Odrediti prirodne početne uslove u t_0^-
 (40) b) Odrediti trenutnu vrednost napona $u_{c2}(t)$, $t \geq t_0$
 (20) c) Kolika je energija kondenzatora u trenutku $t_1 = t_0 + 2\pi r C$
 (20) d) Ispitati da li je komutacija regularna.

**Slika 3****REŠENJA**

- 1) a) $q(t) = C(t) \cdot u(t) = \begin{cases} (2C_0 U \frac{t}{T} - C_0 U \frac{t^2}{T^2}), & 0 \leq t \leq T \\ C_0 U \frac{t}{T}, & T \leq t \end{cases}$
- b) $i(t) = \frac{dq(t)}{dt} = C(t) \frac{du(t)}{dt} + u(t) \frac{dC(t)}{dt} = \begin{cases} \frac{2C_0 U}{T} (1 - \frac{t}{T}), & 0 \leq t \leq T \\ \frac{C_0 U}{T}, & T \leq t \end{cases}$
- c) $a(0, 2T) = \frac{11}{6} C_0 U^2$
- d) $W_c(2T) = 2C_0 U^2$
- e) $a_m(0, 2T) = -\frac{C_0 U^2}{6}$
- 2) a) $r = \begin{bmatrix} \frac{r^2}{R_2 - \rho} + R_1 & \frac{rR_2}{\rho - R_2} \\ \frac{r}{\rho - R_2} & 0 \end{bmatrix}$
- b) recipročnost: $r_{12} = r_{21}$, $\rho_1 = 2R_2$
- c) simetričnost: $r_{11} = r_{22}$ i važi uslov recipročnosti,
- d) $r_{11} \geq 0, r_{22} \geq 4r_{11}r_{22} \geq (r_{12} + r_{21})^2$, pasivna ako $r=0$
- 3) a) $u_{C1}(t_0^-) = 0$;
 $u_{C2}(t_0^-) = E$;
- b) $u_{c2}(t - t_0) = E \cos\left(\frac{t - t_0}{r \cdot C}\right), t \geq t_0$
- c) $W(t_1) = \frac{CE^2}{2}$;
- d) Komutacija je regularna!