



МИНИСТАРСТВО ПРОСВЕТЕ, НАУКЕ И ТЕХНОЛОШКОГ РАЗВОЈА
РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ
ЗАЈЕДНИЦА ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКИХ ШКОЛА РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ

ЕЦЗ
СРБИЈЕ

ДВАДЕСЕТ ТРЕЋЕ РЕПУБЛИЧКО ТАКМИЧЕЊЕ

РЕШЕЊА

ИЗ

ОСНОВА ЕЛЕКТРОТЕХНИКЕ

ЗА УЧЕНИКЕ ДРУГОГ РАЗРЕДА

Број задатка

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Укупно
Број бодова												
6 -2	6	7 -2	8	10	11	6	10	8	3 -1	13	12	100 -5

јун 2017.



УПУТСТВО (ОБАВЕЗНО ПРОЧИТАТИ!)

Питања и задаци су припремљени у складу са наставним програмима предмета Основе електротехнике.

Провера знања траје 120 минута. При раду такмичари могу да користе само прибор за писање и лични калкулатор.

Одговор на питање, односно решење постављеног задатка треба писати читко, обавезно на месту које је за то предвиђено. У случају да је расположиви простор за решавање задатка недовољан, може да се користи последња, празна страница. Притом је неопходно назначити број питања, односно задатка на које се наставак решавања односи. На дну простора предвиђеног за решавање одређеног задатка назначити да постоји наставак на крају рада.

Учесници такмичења самостално дају одговоре на питања и решавају постављене задатке. За време рада мора да влада тишина. Такмичар који не поштује ова правила биће дисквалификован и удаљен са такмичења.

За свако питање и задатак дат је број бодова на насловној страни. На питања са предложеним одговором за погрешан одговор добијају се негативни бодови. Највећи могући укупан број бодова је 100.

САВЕТИ

Свако питање и задатак треба пажљиво прочитати да бисте разумели шта се захтева.

Уколико нисте потпуно сигурни који од предложених одговора на постављено питање треба заокружити, таква питања треба оставити без одговора. Тако се не добијају бодови “на срећу”, али се сигурно избегавају негативни бодови.

Није мудро да се дуго задржавате на питањима и задацима код којих, у датом тренутку, не можете са сигурношћу да одредите тачан одговор, односно да сагледате решење постављеног задатка. Усредсредите се на питања и задатке који следе. Након тога, преостало време посветите решавању задатака које сте “прескочили”.

Срећно!



1. Паралелна веза отпорника, калема и кондензатора прикључена је на **напонски** генератор. Означити тачно тврђење за активну, реактивну и привидну снагу ове паралелне везе. Ако се повећа учестаност генератора:

- a) активна снага остаје непромењена, док се реактивна и привидна снага мењају 3/-1
- б) реактивна снага остаје непромењена, док се активна и привидна снага мењају
- в) привидна снага остаје непромењена, док се активна и реактивна снага мењају
- г) активна снага се мења, док реактивна и привидна снага остају непромењене
- д) реактивна снага се мења, док активна и привидна снага остају непромењене
- ђ) привидна снага се мења, док активна и рекативна снага остају непромењене
- е) све наведене снаге остају непромењене
- ж) све наведене снаге се мењају

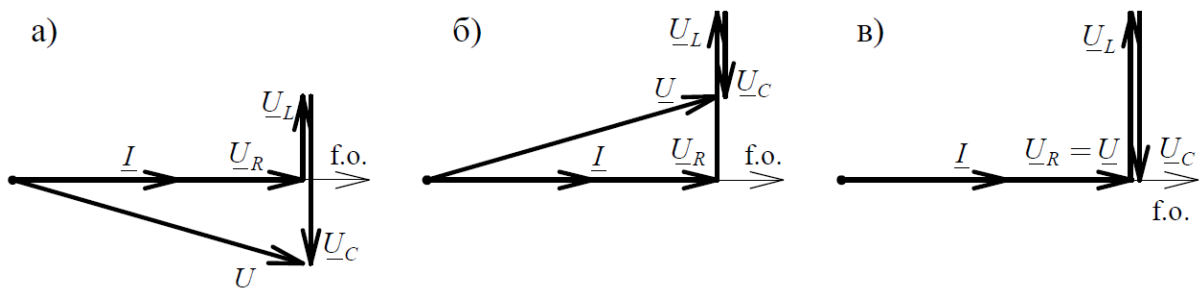
Паралелна веза отпорника, калема и кондензатора прикључена је на **струјни** генератор. Означити тачно тврђење за активну, реактивну и привидну снагу ове паралелне везе. Ако се повећа учестаност генератора:

- a) активна снага остаје непромењена, док се реактивна и привидна снага мењају
- б) реактивна снага остаје непромењена, док се активна и привидна снага мењају
- в) привидна снага остаје непромењена, док се активна и реактивна снага мењају
- г) активна снага се мења, док реактивна и привидна снага остају непромењене
- д) реактивна снага се мења, док активна и привидна снага остају непромењене
- ђ) привидна снага се мења, док активна и рекативна снага остају непромењене
- е) све наведене снаге остају непромењене
- ж) све наведене снаге се мењају 3/-1



2. За редно RLC коло скицирати фазорски дијаграм свих напона и струја на кружној учестаности:

- a) $\omega < 1/\sqrt{LC}$
- б) $\omega > 1/\sqrt{LC}$
- в) $\omega = 1/\sqrt{LC}$

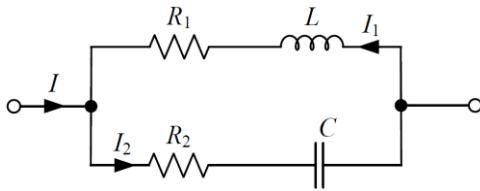


2 бода + 2 бода + 2 бода



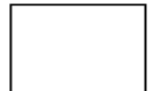


3. У мрежи простопериодичне струје приказаној на слици ефективне вредности струја су једнаке, $I_1 = I_2 = I$. Фазна разлика струја I_1 и I_2 ($\psi_1 - \psi_2$) износи:

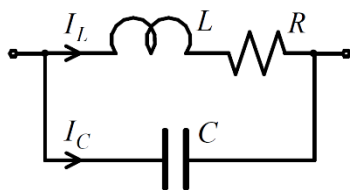


- а) $\pi/6$
б) $-\pi/6$
в) $\pi/3$ $7/-2$
г) $-\pi/3$
д) $2\pi/3$
ђ) $-2\pi/3$
е) ниједан од понуђених одговора није тачан

Одговор образложити.



4. У делу кола простопериодичне струје на слици позната је импеданса калема, $Z_L = 100 \Omega$ и ефективна струја калема, $I_L = 0.5 A$, а еквивалентна импеданса је чисто резистивна. Израчунати реактивну снагу калема.



Како је еквивалентна импеданса чисто резистивна, то је укупна реактивна снага овог дела кола:

$$Q = Q_L + Q_C = 0. \quad 4 \text{ бода}$$

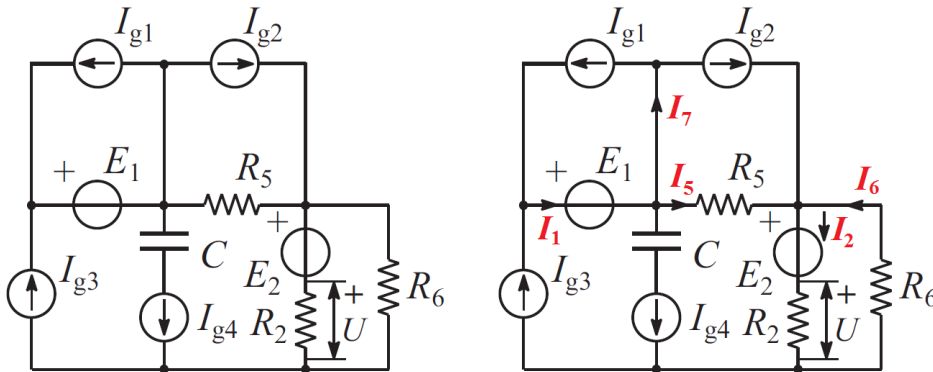
Дакле,

$$Q_C = -Q_L = -X_L I_L^2 = -Z_L I_L^2 = -25 \text{ VA}_r. \quad 4 \text{ бода}$$





5. У колу простопериодичне струје приказаном на слици познато је $I_{g3} = j2 \text{ mA}$, $I_{g4} = 0.5 \text{ mA}$, $\underline{E}_2 = 1 \text{ V}$ и $R_2 = R_6 = 2 \text{ k}\Omega$. Израчунати комплексни напон \underline{U} .



$$I_7 = I_{g1} + I_{g2} \quad 1 \text{ бод}$$

$$I_1 = I_{g1} + I_{g3} \quad 1 \text{ бод}$$

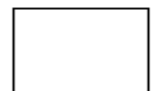
$$I_5 = I_1 - I_7 - I_{g4} = (I_{g1} + I_{g3}) - (I_{g1} + I_{g2}) - I_{g4} = I_{g3} - I_{g2} - I_{g4} \quad 1 \text{ бод} + 1 \text{ бод}$$

$$I_6 = I_2 - I_5 - I_{g2} = I_2 - (I_{g3} - I_{g2} - I_{g4}) - I_{g2} = I_2 - I_{g3} + I_{g4} \quad 1 \text{ бод} + 1 \text{ бод}$$

$$R_2 I_2 + \underline{E}_2 + R_6 I_6 = 0 \quad \Rightarrow \quad R_2 I_2 + \underline{E}_2 + R_6 (I_2 - I_{g3} + I_{g4}) = 0 \quad 1 \text{ бод} + 1 \text{ бод}$$

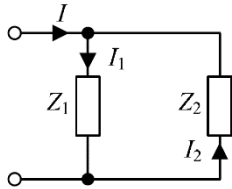
Како је $R_2 I_2 = R_6 I_2 = \underline{U}$, следи:

$$\underline{U} = \frac{-\underline{E}_2 - R_6 (-I_{g3} + I_{g4})}{2} = (-1 + j2) \text{ V} \quad 2 \text{ бода}$$





6. У мрежи простопериодичне струје приказаној на слици, струја i_2 фазно касни за струјом i_1 за $3\pi/4$. У тренуцима у којима је струја i_2 минимална, струја i_1 расте и у тим тренуцима тренутна вредност струје i_1 износи $\sqrt{2} A$. Та вредност је два пута мања од максималне вредности струје i_1 . Израчунати ефективну вредност струје напојне гране, I .



Ефективна вредност струје прве гране је $I_1 = 2 A$ (1 бод). Фазна разлика струје напојне гране и струје друге гране је $\psi - \psi_2 = 3\pi/4$, а фазна разлика струје прве и друге гране је $\psi_1 - \psi_2 = 2\pi/3$ (4 бода). На основу фазорског дијаграма струја за ову мрежу, добија се:

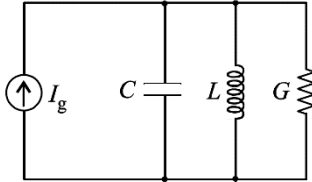
$$\frac{I_1}{\sin(\pi - (\psi - \psi_2))} = \frac{I}{\sin(\psi_1 - \psi_2)} \quad 4 \text{ бода}$$

$$\text{Тј. } \frac{I_1}{\sin 45^\circ} = \frac{I}{\sin 120^\circ}, \text{ па је } I = \frac{\sin 120^\circ}{\sin 45^\circ} I_1 = \sqrt{6} A. \quad 1 \text{ бод} + 1 \text{ бод}$$





7. За коло прстопериодичне струје приказано на слици је $\omega = 10^4 \text{ s}^{-1}$, $G = 200 \text{ mS}$, $L = 1 \text{ mH}$ и $C = 20 \mu\text{F}$. Тренутна вредност напона при коме долази до пробоја у кондензатору је $U_{max} = 100 \text{ V}$. Израчунати највећу ефективну вредност струје струјног генератора тако да не дође до пробоја кондензатора.



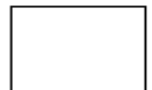
За ефективне вредности напона и струје ове паралелне везе важи:

$$U = \frac{I_g}{\sqrt{G^2 + (\omega C - \frac{1}{\omega L})^2}} = \frac{I_g}{0.1\sqrt{5} \text{ S}} = I_g 2\sqrt{5} \Omega \quad 1 \text{ бод} + 1 \text{ бод}$$

Тренутна вредност напона при коме долази до пробоја у кондензатору је $U_{max} = 100 \text{ V}$, па је највећа ефективна вредност напона при коме долази до пробоја $U = \frac{U_{max}}{\sqrt{2}} = 50\sqrt{2} \text{ V}$.
1 бод

Дакле, највећа ефективна вредност струје струјног генератора тако да не дође до пробоја кондензатора је:

$$I_g = \frac{U}{2\sqrt{5} \Omega} = \frac{50\sqrt{2} \text{ V}}{2\sqrt{5} \Omega} = 5\sqrt{10} \text{ A} = 15.81 \text{ A}. \quad 3 \text{ бода}$$





8. Два пријемника су везана паралелно, па прикључена на простопериодични напон ефективне вредности $U = 120 \text{ V}$. Активна и реактивна отпорност првог пријемника су $R_1 = 100 \Omega$ и $X_1 = 50 \Omega$. Ефективна вредност струје напојне гране је $I = 1 \text{ A}$. Одресити активну и реактивну отпорност другог пријемника тако да фактор снаге целог кола буде најмањи. Одредити тај фактор снаге.

Активна снага целог кола је:

$$UI \cos \varphi = U^2 \frac{R_1}{R_1^2 + X_1^2} + U^2 \frac{R_2}{R_2^2 + X_2^2} \quad 2 \text{ бода}$$

Из претходног израза се закључује да ће фактор снаге целог кола бити најмањи када је активна отпорност другог пријемника једнака нули, тј. $R_2 = 0$. 2 бода

$$\text{Фактор снаге целог кола је тада: } \cos \varphi = \frac{R_1}{R_1^2 + X_1^2} \frac{U}{I} = 0.96. \quad 1 \text{ бод}$$

Реактивна снага целог кола је:

$$UI \sin \varphi = U^2 \frac{X_1}{R_1^2 + X_1^2} + U^2 \frac{1}{X_2} \quad 2 \text{ бода}$$

Из претходног је реактивна отпорност другог пријемника:

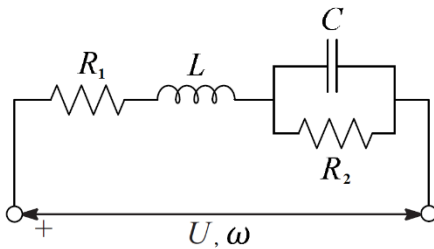
$$X_2 = \frac{U}{I \sin \varphi - U \frac{X_1}{R_1^2 + X_1^2}} \quad 1 \text{ бод}$$

па је $X_2' = -600 \Omega$ и $X_2'' = -157.89 \Omega$. 1 бод + 1 бод





9. У колу простопериодичне струје приказаном на слици је $U = 50 V$, $R_1 = 5 \Omega$, $R_2 = 6 \Omega$, $L = 300 \mu H$ и $C = 250 \mu F$. Одредити учестаност фазне резонанције датог кола, ω_r .



Комплексна импеданса кола је:

$$\underline{Z} = R_1 + j\omega L + \frac{R_2}{1+j\omega CR_2} = R_1 + \frac{R_2}{1+(\omega CR_2)^2} + j\omega(L - \frac{CR_2^2}{1+(\omega CR_2)^2}) \quad 1 \text{ бод} + 2 \text{ бода}$$

При фазној резонанцији реактивна отпорност кола је једнака нули (3 бода), па се за кружну учестаност генератора простопериодичног напона при фазној резонанцији добија:

$$\omega_r = \sqrt{\frac{1}{LC} - \frac{1}{C^2 R_2^2}} = 3590 \text{ s}^{-1} \quad 2 \text{ бода}$$



10. Пропусни опсег осцилаторног кола је већи ако је:

а) већа резонантна учестаност и већи фактор добротe

б) већа резонантна учестаност и мањи фактор добротe 3/-1

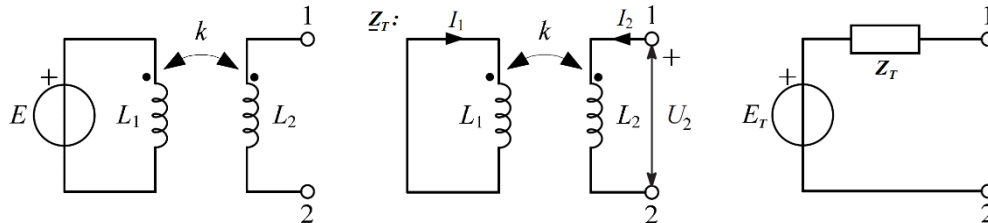
в) мања резонантна учестаност и већи фактор добротe

г) мања резонантна учестаност и мањи фактор добротe





11. За мрежу простопериодичне струје приказану на слици је $E = 10 \text{ mV}$, $\omega = 10^7 \text{ s}^{-1}$, $L_1 = 10 \mu\text{H}$, $L_2 = 40 \mu\text{H}$ и $k = 0.75$. Почетна фаза електромоторне силе је $\theta_E = \pi/2$. Скицирати Тевененов генератор еквивалентан овој мрежи гледано у секундар мреже и одредити његове параметре.



Еквивалентна импеданса гледано у секундар може се одредити из следећих једначина (видети слику):

$$\underline{U}_2 = j\omega L_2 \underline{I}_2 + j\omega L_{12} \underline{I}_1 \quad 1.5 \text{ бодова}$$

$$0 = j\omega L_1 \underline{I}_1 + j\omega L_{12} \underline{I}_2 \quad 1.5 \text{ бодова}$$

где је $L_{12} = k\sqrt{L_1 L_2}$. 1 бод

Добија се: $\underline{U}_2 = j\omega L_2 \underline{I}_2 + j\omega L_{12} \left(-\frac{L_{12}}{L_1} \underline{I}_2\right) = j\omega \left(L_2 - \frac{L_{12}^2}{L_1}\right) \underline{I}_2$, 1 бод

одакле је:

$$\underline{Z}_e = \underline{Z}_T = \frac{\underline{U}_2}{\underline{I}_2} = j\omega \left(L_2 - \frac{L_{12}^2}{L_1}\right) = j\omega L_2 (1 - k^2) = j175 \Omega. \quad 1 \text{ бод} + 1 \text{ бод}$$

Напон празног хода секундара може се одредити из следећих једначина:

$$\underline{U}_{02} = j\omega L_{12} \underline{I}_1 \quad 1.5 \text{ бодова}$$

$$\underline{E} = j\omega L_1 \underline{I}_1 \quad 1.5 \text{ бодова}$$

јер је у овом случају $\underline{I}_2 = 0$. 1 бод

Добија се:

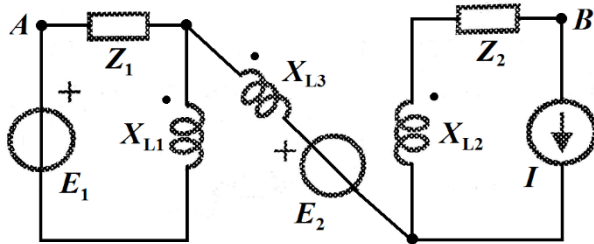
$$\underline{U}_{02} = \underline{E}_T = \underline{E} \frac{L_{12}}{L_1} = \underline{E} k \sqrt{\frac{L_2}{L_1}} = j15 \text{ mV}. \quad 1 \text{ бод}$$

Тевененов генератор је приказан на слици. 1 бод





12. Три спрегнута калема повезана су према шеми приказаној на слици. Одредити напон између тачака A и B , \underline{U}_{AB} . Познато је $\underline{E}_1 = \underline{E}_2 = 2\text{ V}$, $\underline{I} = (1 - j)\text{ A}$, $X_{L1} = X_{L2} = X_{L3} = 2\ \Omega$, $X_{12} = X_{13} = X_{23} = 1\ \Omega$, $\underline{Z}_1 = (2 - j3)\ \Omega$ и $\underline{Z}_2 = 2(1 + j)\ \Omega$.



Како кроз калем L_3 не протиче струја (1 бод), непозната струја у контури са електромоторном силом \underline{E}_1 лако се може одредити из једначине

$$(\underline{Z}_1 + jX_{L1})\underline{I}_1 - jX_{12}\underline{I} = \underline{E}_1 \quad 2 \text{ бода}$$

и износи $\underline{I}_1 = (1 + j)\text{ A}$. 1 бод

Иако кроз калем L_3 не протиче струја, за одређивање напона између тачака A и B калем има утицаја јер се у њему индукују напони као последица струја кроз калемове L_1 и L_2 . 1 бод

Напон \underline{U}_{AB} износи:

$$\underline{U}_{AB} = \underline{Z}_2\underline{I} + \underline{U}_{L2} + \underline{E}_2 + \underline{U}_{L3} + \underline{Z}_1\underline{I}_1, \quad 2 \text{ бода}$$

где су

$$\underline{U}_{L2} = jX_{L2}\underline{I} - jX_{12}\underline{I}_1 \quad 2 \text{ бода}$$

и

$$\underline{U}_{L3} = jX_{13}\underline{I}_1 - jX_{23}\underline{I}. \quad 2 \text{ бода}$$

Коначно, добија се $\underline{U}_{AB} = 12\text{ V}$. 1 бод



