



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



ДВАДЕСЕТ ЧЕТВРТО РЕГИОНАЛНО 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	4 -1	6 -2	4 -1	10	9	7	8	13	13	9	11	100 -4

мај 2018.



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. Уколико такмичар изостави јединицу у резултату, одузима се 1 бод. 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. Просто електрично коло садржи генератор наизменичне електромоторне силе $\underline{E} = E e^{-j\pi/4}$. У ком тренутку ($t > 0$) ће електромоторна сила први пут постићи максималну вредност, ако је $f = 50 \text{ Hz}$?

Временски облик дате електромоторне силе је:

$$e(t) = E\sqrt{2} \sin\left(\omega t - \frac{\pi}{4}\right). \quad 1.5 \text{ бодова}$$

Она достиже свој максимум када је $\sin\left(\omega t - \frac{\pi}{4}\right) = 1$. 1.5 бодова

Одатле је:

$$\omega t - \frac{\pi}{4} = \frac{\pi}{2} \quad \Rightarrow \quad \omega t = \frac{3\pi}{4} \quad \Rightarrow \quad t = \frac{3\pi}{4(2\pi f)} = 0.0075 \text{ s} = 7.5 \text{ ms.}$$

1.5 бодова 1.5 бодова

2. Ради поправке фактора снаге пријемника у коло се прикључује кондензатор:

а) редно са пријемником

б) паралелно са пријемником $4/-1$

в) редно или паралелно са пријемником, зависно од врсте пријемника

г) редно или паралелно са пријемником, зависно од капацитета кондензатора

3. Два идеална калема индуктивности L вежу се најпре редно, а затим паралелно и прикључе на исти простопериодичан напон. Реактивна снага редне везе ова два калема је Q_1 , а реактивна снага паралелне везе ова два калема је Q_2 . Важи:

а) $Q_1 = Q_2$

б) $Q_1 > Q_2$

в) $Q_1 < Q_2$ $6/-2$

Одговор образложити.

Реактивна снага редне везе два дата калема износи $Q_1 = \frac{1}{2\omega L} U^2$, док је реактивна снага паралелне везе ова два калема $Q_2 = \frac{2}{\omega L} U^2$. Може се закључити да је $Q_1 < Q_2$.



4. Учестаност струје идеалног калема у колу простопериодичне струје је:

а) једнака

б) два пута мања од $4/-1$

в) два пута већа од

г) четири пута мања од

д) четири пута већа од

ђ) осам пута мања од

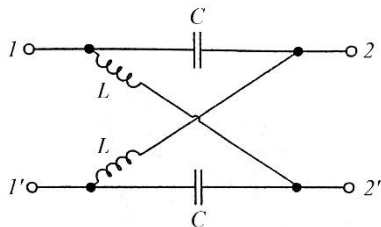
е) осам пута већа од

учестаности тренутне снаге тог калема.

5. Одредити комплексну улазну импедансу између прикључака 1 и 1' за мрежу простопериодичне струје са слике, када су прикључци 2 и 2':

а) у празном ходу (Z_0) и

б) у кратком споју (Z_{ks}).

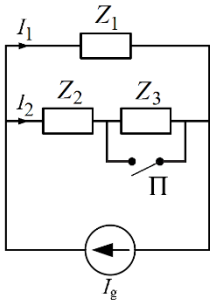


а) $Z_0 = \frac{1}{2}j(\omega L - \frac{1}{\omega C})$ 5 бодова

б) $Z_{ks} = -\frac{2j\omega L}{\omega^2 LC - 1}$ 5 бодова



6. За коло простопериодичне струје на слици одредити комплексну струју другог пријемника када се затвори прекидач П, $I_2^{(3)}$. Комплексна струја првог пријемника при отвореном прекидачу П износи $I_1^{(o)} = j10 \text{ A}$, а важи да је $Z_1 = Z_2 = Z_3 = (10 + j10)\Omega$.



Када је прекидач П отворен, важи:

$$I_1^{(o)} = I_g \frac{Z_2 + Z_3}{Z_1 + Z_2 + Z_3} = \frac{2}{3} I_g, \text{ одакле је } I_g = \frac{3}{2} I_1^{(o)} = j15 \text{ A.}$$

2.5 бодова 1 бод 2 бода

При затвореном прекидачу П важи:

$$I_2^{(3)} = I_g \frac{Z_1}{Z_1 + Z_2} = \frac{1}{2} I_g = j7.5 \text{ A.}$$

2.5 бодова 1 бод



7. Одредити сусцептансу редног RC кола у функцији параметара R, C и кружне учестаности ω .

Реактивна отпорност (реактанса) овог кола је:

$$X = X_L - X_C = -\frac{1}{\omega C}. \quad 2 \text{ бода}$$

Реактивна проводност (сусцептанса) овог кола је:

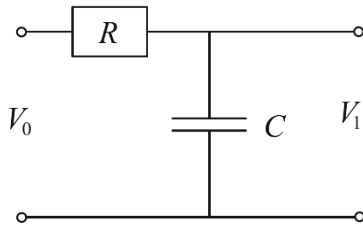
$$B = -\frac{X}{R^2 + X^2} = -\frac{-\frac{1}{\omega C}}{R^2 + \left(-\frac{1}{\omega C}\right)^2} = \frac{\frac{1}{\omega C}}{\frac{\omega^2 R^2 C^2 + 1}{\omega^2 C^2}} = \frac{\omega C}{\omega^2 R^2 C^2 + 1}.$$

2 бода 2 бода + 1 бод





8. На слици је приказано електрично коло са отпорником $R = 600 \Omega$ и кондензатором, које се на левом крају побуђује простопериодичним наизменичним напоном фреквенције $f = 5000/(2\pi) \text{ Hz}$, ефективне вредности V_0 . Излазни напон има ефективну вредност V_1 . Ако је $(V_1/V_0)^2 = 0.1$, одредити капацитивност кондензатора C .



Излазни напон V_1 , тј. напон на кондензатору C износи:

$$V_1 = V_0 \frac{\frac{1}{\omega C}}{\sqrt{R^2 + (\frac{1}{\omega C})^2}}, \text{ па је } 3 \text{ бода}$$

$$\frac{V_1}{V_0} = \frac{1}{\omega C \sqrt{R^2 + (\frac{1}{\omega C})^2}} = \frac{1}{\sqrt{(\omega CR)^2 + 1}}. \text{ 1 бод}$$

Уколико квадрирамо обе стране једнакости, добија се:

$$\left(\frac{V_1}{V_0}\right)^2 = \frac{1}{(\omega CR)^2 + 1} = 0.1. \text{ 1 бод}$$

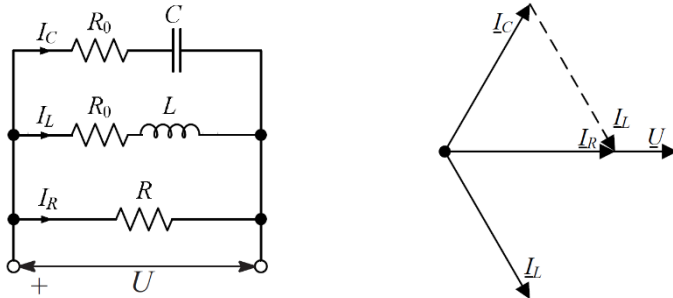
Одавде је:

$$(\omega CR)^2 + 1 = 10 \Rightarrow (2\pi f CR)^2 = 9 \Rightarrow C = 1 \mu F. \\ \text{1 бод} + \text{1 бод} + \text{1 бод}$$





9. У мрежи приказаној на слици успостављен је простопериодичан режим кружне учестаности ω . Фазори струја I_R , I_L и I_C формирају једнакостраничан троугао. Отпорност R_0 је позната. Одредити изразе за R , L и C . Резултат изразити у функцији ω и R_0 .



Фазорски дијаграм ове мреже дат је на слици. 2 бода

За грану са калемом L и отпорником R_0 важи:

$$\phi_L = \pi/3 = \arctg \frac{\omega L}{R_0}, \text{ одакле је: } 2 \text{ бода}$$

$$\frac{\omega L}{R_0} = \sqrt{3}, \text{ тј. } L = \frac{R_0 \sqrt{3}}{\omega}. \quad 2 \text{ бода}$$

За грану са кондензатором C и отпорником R_0 важи:

$$\phi_C = -\pi/3 = \arctg \frac{-\frac{1}{\omega C}}{R_0}, \text{ одакле је: } 2 \text{ бода}$$

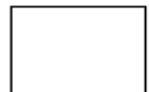
$$\frac{-\frac{1}{\omega C}}{R_0} = -\sqrt{3}, \text{ тј. } C = \frac{1}{\omega R_0 \sqrt{3}}. \quad 2 \text{ бода}$$

Како фазори струја I_R , I_L и I_C формирају једнакостраничан троугао, важи да је:

$$I_R = I_L = I_C, \text{ тј.}$$

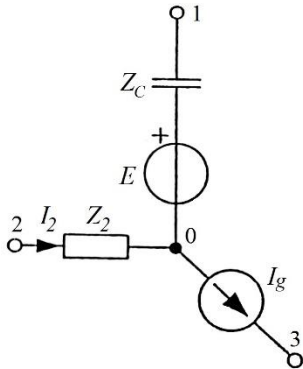
$$\frac{U}{R} = \frac{U}{\sqrt{R_0^2 + (\omega L)^2}} \Rightarrow R^2 = R_0^2 + (\omega L)^2 = R_0^2 + \omega^2 \left(\frac{R_0 \sqrt{3}}{\omega} \right)^2 = R_0^2 + 3R_0^2 = 4R_0^2$$

$$\Rightarrow R = 2R_0 \quad 1 \text{ бод} + 1 \text{ бод} + 1 \text{ бод}$$





10. За део кола прстопериодичне струје приказан на слици познате су ефективне вредности $E = 10\text{ V}$, $I_g = 2\sqrt{3}\text{ A}$ и $I_2 = 2\text{ A}$. Импеданса кондензатора је $Z_C = 5\ \Omega$. Струја I_g фазно предњачи електромоторној сили E за $2\pi/3$, а електромоторна сила E фазно заостаје за струјом I_2 за $\pi/2$. Израчунати ефективну вредност напона између тачака 1 и 0, U_{10} .



Можемо усвојити да је почетна фаза електромоторне силе $\theta = 0$, па је $\underline{E} = 10\text{ V}$ (1 бод). Тада је почетна фаза струје струјног генератора $\psi_{I_g} = 2\pi/3$ (1 бод), па је $\underline{I}_g = 2\sqrt{3} e^{j2\pi/3}\text{ A} = (-\sqrt{3} + j3)\text{ A}$ (1.5 бодова). Почетна фаза струје I_2 је $\psi_2 = \pi/2$ (1 бод), па је $\underline{I}_2 = 2 e^{j\pi/2}\text{ A} = j2\text{ A}$ (1.5 бодова).

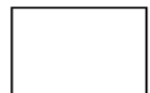
На основу првог Кирхофовог закона је:

$$\underline{I}_{10} = \underline{I}_g - \underline{I}_2 = (-\sqrt{3} + j)\text{ A}. \quad 2 \text{ бода} + 0.5 \text{ бодова}$$

Комплексна импеданса кондензатора је $\underline{Z}_C = Z_C e^{-j\pi/2} = -jZ_C = -j5\ \Omega$, па је: 1 бод

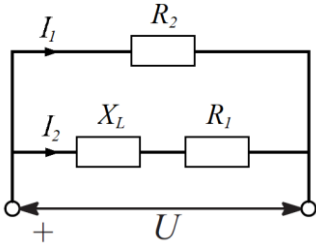
$$\underline{U}_{10} = \underline{E} + \underline{Z}_C \underline{I}_{10} = (15 + j5\sqrt{3})\text{ V}. \quad 2 \text{ бода} + 0.5 \text{ бодова}$$

Ефективна вредност тог напона је: $U_{10} = |\underline{U}_{10}| = 10\sqrt{3}\text{ V}$. 1 бод





11. У колу простопериодичне струје познато је $X_L = 8 \Omega$, $R_1 = 6 \Omega$ и $R_2 = 5 \Omega$. Укупна активна снага кола је $P = 3744 W$. Израчунати колике се активне снаге развијају на отпорницима R_1 и R_2 .



Укупна активна снага кола је:

$$P = R_1 I_1^2 + R_2 I_2^2 \quad (1) \quad 2 \text{ бода}$$

Импеданса прве гране је $Z_1 = \sqrt{R_1^2 + X_L^2} = 10 \Omega$. 1 бод

Важи:

$$Z_1 I_1 = R_2 I_2, \text{ одакле је } 1 \text{ бод}$$

$$I_2 = 2 I_1 \quad (2) \quad 1 \text{ бод}$$

Заменом (2) у (1), добије се да је $I_1 = 12 A$ и $I_2 = 24 A$. 1 бод + 1 бод

Тражене активне снаге су:

$$P_1 = R_1 I_1^2 = 864 W \text{ и } P_2 = R_2 I_2^2 = 2880 W. \quad 1 \text{ бод} + 1 \text{ бод}$$





12. Између крајева редне везе отпорника, калема и кондензатора прикључен је простопериодичан напон кружне учестаности ω . Уколико је $W_{L\ max}$ максимална енергија магнетског поља калема, а $W_{C\ max}$ максимална енергија електричног поља кондензатора, одредити реактивну снагу Q ове редне везе. Резултат изразити у функцији ω , $W_{L\ max}$ и $W_{C\ max}$.

Нека је I_m амплитуда, а I ефективна вредност струје дате редне везе.

Максимална енергија магнетског поља калема је:

$$W_{L\ max} = \frac{1}{2} L I_m^2 = L I^2, \text{ где је } L \text{ индуктивност калема. } \quad 2 \text{ бода}$$

Максимална енергија електричног поља кондензатора је:

$$W_{C\ max} = \frac{1}{2} C U_{Cm}^2 = C U_C^2 = C \left(\frac{I}{\omega C} \right)^2 = \frac{I^2}{\omega^2 C}, \text{ где је } C \text{ капацитивност кондензатора.}$$

2 бода 2 бода

Реактивна снага дате редне везе је:

$$Q = X I^2 = \left(\omega L - \frac{1}{\omega C} \right) I^2, \text{ што можемо записати и на следећи начин: } \quad 2 \text{ бода}$$

$$Q = \omega \left(L I^2 - \frac{I^2}{\omega^2 C} \right) = \omega (W_{L\ max} - W_{C\ max}). \quad 3 \text{ бода}$$





www.viser.edu.rs

ОСНОВЕ ЕЛЕКТРОТЕХНИКЕ, ДВАДЕСЕТ ЧЕТВРТО РЕГИОНАЛНО ТАКМИЧЕЊЕ, мај 2018.

www.viser.edu.rs



www.viser.edu.rs

ОСНОВЕ ЕЛЕКТРОТЕХНИКЕ, ДВАДЕСЕТ ЧЕТВРТО РЕГИОНАЛНО ТАКМИЧЕЊЕ, мај 2018.

www.viser.edu.rs