

# ИСПИТ ИЗ ОСНОВА ЕЛЕКТРОТЕХНИКЕ 2

6. фебруар 2005.

Напомене. Испит траје 240 минута. Није дозвољено напуштање сале 120 минута од почетка испита. Писати искључиво хемијском оловком. Дозвољена је употреба само овога папира и једне вежбанке, који се морају заједно предати. Питања радити искључиво на овоме папиру, а задатке искључиво у вежбанци. Коначне одговоре на питања и тражена извођења уписати у одговарајуће кућице, учртати у дијаграме или заокружити понуђене одговоре. Одговори без извођења се неће признати. Свако питање носи по 5 поена, а задатак по 20 поена.

Попунити податке о кандидату у следећој табели. Исте податке написати и на омоту вежбанке.

| ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ |   |                    |   |               |   | Колоквијум питања |   |   | Укупно питања |                   |  |              |               |  |  |
|--------------------|---|--------------------|---|---------------|---|-------------------|---|---|---------------|-------------------|--|--------------|---------------|--|--|
| Група са предавања |   | Индекс година/број |   | Презиме и име |   |                   |   |   |               | XXXXXX            |  |              |               |  |  |
| П1 П2 РТИ          |   | /                  |   |               |   |                   |   |   |               | Колоквијум задаци |  |              | Укупно задаци |  |  |
|                    |   |                    |   |               |   |                   |   |   |               | XXXXXX            |  |              |               |  |  |
| ПИТАЊА             |   |                    |   |               |   | ЗАДАЦИ            |   |   | ОЦЕНА         |                   |  | Укупно поена |               |  |  |
| 1                  | 2 | 3                  | 4 | 5             | 6 | 1                 | 2 | 3 |               |                   |  |              |               |  |  |
|                    |   |                    |   |               |   |                   |   |   |               |                   |  |              |               |  |  |

### ПИТАЊА

1. Контуре  $C_1$  и  $C_2$  се налазе у вакууму и у њима постоје сталне струје  $I_1$ , односно  $I_2$ . Написати израз за магнетску силу којом један струјни елемент контуре  $C_1$  делује на један струјни елемент контуре  $C_2$ . Скицирати контуре и означити величине које се јављају у томе изразу.

2. Полазећи од израза за магнетску енергију два спрегнута калема, **извести** колика је максимална вредност коефицијента индуктивне спреге.

3. Написати једначине које исказују (а) Фарадејев закон, (б) уопштени Гаусов закон, (в) уопштени Амперов закон, (г) закон о конзервацији магнетског флукса, и (д) једначину континуитета.

|     |  |     |  |
|-----|--|-----|--|
| (а) |  | (б) |  |
| (в) |  | (г) |  |
|     |  | (д) |  |

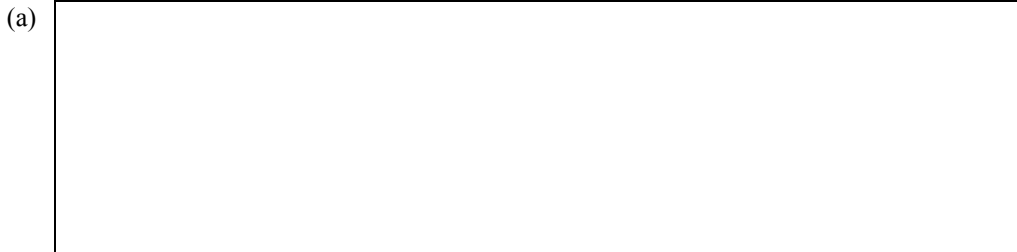
4. Комплексни представник простопериодичног напона је  $\underline{U} = (-1 - j\sqrt{3}) \text{ V}$ , а кружна учестаност је  $\omega = 10^3 \text{ s}^{-1}$ . Одредити израз за (а) тренутну вредност тог напона и (б) комплексни представник интеграла тог простопериодичног напона.

|     |  |
|-----|--|
| (а) |  |
| (б) |  |

5. Тренутна вредност струје пријемника у простопериодичном режиму је  $i(t) = -\sqrt{2} \sin \omega t \text{ A}$ , где је  $\omega = 10^3 \text{ s}^{-1}$ , ефективна вредност напона пријемника је  $U = 5 \text{ V}$ , а напон фазно заостаје за струјом за  $\pi/4$ . Референтни смерови напона и струје су усклађени. Израчунати (а) комплексну импедансу и (б) комплексну адмитансу пријемника.

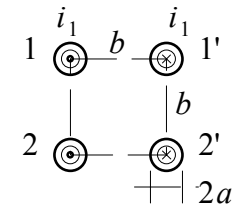
|     |  |
|-----|--|
| (а) |  |
| (б) |  |

6. (а) Скицирати систем за генерисање обртног магнетског поља који се састоји од два идентична калема. Колики је (б) однос амплитуда и (в) разлика фаза струја којима се калемови напајају?

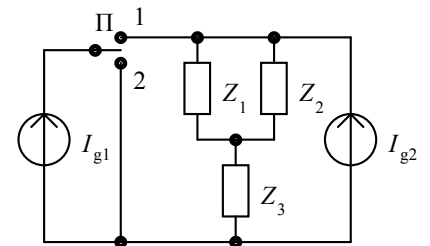


### ЗАДАЦИ

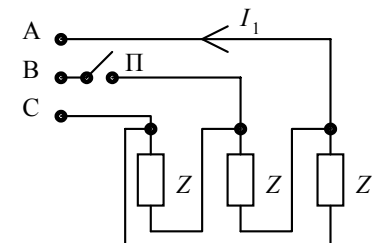
1. На слици 1 је приказан попречни пресек два паралелна ваздушна двожична вода. Дужина водова је  $D = 1 \text{ km}$ . Полупречник свих жица је исти,  $a = 1 \text{ mm}$ , а осе жица су у теменима квадрата стране  $b = 200 \text{ mm}$ . У првом воду (који чине жице 1 и 1') постоји струја  $i_1(t) = 2 \cos \omega t \text{ mA}$ , где је  $\omega = 2 \cdot 10^4 \text{ s}^{-1}$ . Други вод (који чине жице 2 и 2') је кратко спојен на оба краја. Отпорност жица је занемарљиво мала. Израчунати (а) сопствене и међусобну подужну индуктивност водова и (б) јачину струје индуковане у другом воду.



2. Три пријемника комплексних импеданси  $Z_1 = (500 - j500) \Omega$ ,  $Z_2 = (700 + j100) \Omega$  и  $Z_3 = (125 + j375) \Omega$  и два генератора простопериодичних струја ефективних вредности  $I_{g1} = 40 \text{ mA}$  и непознате  $I_{g2}$  образују коло као на слици. Преклопник П је у положају 1. По пребацивању преклопника П у положај 2, привидна снага другог пријемника је  $S_2 = \frac{\sqrt{2}}{2} \text{ VA}$ , а активна снага свих пријемника се повећа два пута у односу на снагу када је преклопник у положају 1. Одредити (а) фазну разлику струја  $I_{g1}$  и  $I_{g2}$  и (б) комплексну привидну снагу трећег пријемника када је преклопник у положају 1.



3. Симетричан трофазни пријемник, чија је импеданса сваке фазе  $Z = 100 \Omega$ , прикључен је на симетричан директан систем линијских напона ефективне вредности  $U = 400 \text{ V}$  и учестаности  $f = 50 \text{ Hz}$ , као на слици. При затвореном прекидачу П, фазна разлика напона  $U_{AB}$  и струје  $I_1$  је  $\frac{5\pi}{6}$ . (а) Израчунати прираштај активне снаге и прираштај реактивне снаге пријемника изазван отварањем прекидача П. (б) Колика је фазна разлика напона  $U_{AB}$  и струје  $I_1$  при отвореном прекидачу П?



# ОДГОВОРИ НА ПИТАЊА И РЕШЕЊА ЗАДАТАКА СА ИСПИТА ИЗ ОСНОВА ЕЛЕКТРОТЕХНИКЕ 2 ОДРЖАНОГ 6. ФЕБРУАРА 2005. ГОДИНЕ

## ПИТАЊА

1.  $d\mathbf{F}_{12} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I_2 d\mathbf{l}_2 \times (I_1 d\mathbf{l}_1 \times \mathbf{r}_{012})}{r^2}$ ,  $r = |\mathbf{r}_{12}|$ ,  $r_{012} = \frac{\mathbf{r}_{12}}{r}$ ,  $\mathbf{r}_{12}$  је вектор положаја елемента  $d\mathbf{l}_2$  у односу на  $d\mathbf{l}_1$ , а оријентације ових елемената се поклапају са референтним смеровима струја.

2.  $W_m = \frac{1}{2} (L_1 I_1^2 + 2L_{12} I_1 I_2 + L_2 I_2^2) \geq 0 \Rightarrow I_1^2 \left( L_1 + 2L_{12} \frac{I_2}{I_1} + L_2 \left( \frac{I_2}{I_1} \right)^2 \right) \geq 0 \Rightarrow L_1 + 2L_{12}x + L_2x^2 \geq 0$ ,  $x = \frac{I_2}{I_1}$ . Минимум је

за  $x = -\frac{L_{12}}{L_2}$  и износи  $L_1 - 2\frac{L_{12}^2}{L_2} + \frac{L_{12}^2}{L_2} \geq 0$ , тј.  $\frac{L_{12}^2}{L_1 L_2} = k^2 \leq 1$ , одакле је  $k \leq 1$ .

3.  $\oint_C \mathbf{E} \cdot d\mathbf{l} = -\frac{d}{dt} \int_S \mathbf{B} \cdot d\mathbf{S}$ ,  $\oint_S \mathbf{D} \cdot d\mathbf{S} = \int_V \rho dv$ ,  $\oint_C \mathbf{H} \cdot d\mathbf{l} = \int_S \mathbf{J} \cdot d\mathbf{S}$ ,  $\oint_S \mathbf{B} \cdot d\mathbf{S} = 0$ ,  $\oint_S \mathbf{J} \cdot d\mathbf{S} = -\frac{d}{dt} \int_V \rho dv$ .

4. (а)  $u(t) = 2\sqrt{2} \cos\left(\omega t - \frac{2\pi}{3}\right) \text{ V}$ , (б)  $\frac{U}{j\omega} = (-\sqrt{3} + j) \cdot 10^{-3} \text{ Vs}$ .

5.  $\underline{I} = j \text{ A}$ ,  $\underline{U} = 5\sqrt{j} \text{ V}$ ,  $\underline{Z} = 5e^{-j\frac{\pi}{4}} \Omega = 2,5\sqrt{2}(1-j)\Omega$ ,  $\underline{Y} = 0,2e^{j\frac{\pi}{4}} \text{ S} = 0,1\sqrt{2}(1+j)\text{ S}$ .

6. Калемови стоје у простору под углом  $\frac{\pi}{2}$ , а напајају се струјама истих амплитуда, фазно помереним за  $\frac{\pi}{2}$ .

## ЗАДАЦИ

1.  $L'_1 = L'_2 = \frac{\mu_0}{\pi} \ln \frac{b}{a} = 2,12 \mu\text{H/m}$ ,  $L'_{12} = \frac{\mu_0}{2\pi} \ln 2 = 139 \text{ nH/m}$ ,  $i_2 = -\frac{L_{12}}{L_2} i_1 = -131 \cos \omega t \mu\text{A}$ .

2. Када је преклопник П у положају 2, ефективна вредност струје другог пријемника је  $I_2 = \sqrt{\frac{S_2}{Z_2}} = 10\sqrt{10} \text{ mA}$ , а ефективна

вредност струје другог струјног генератора је  $I_{g2} = I_2 \frac{|Z_1 + Z_2|}{Z_1} = 40\sqrt{2} \text{ mA}$ . Када је преклопник у положају 1, два струјна

генератора се могу заменити једним еквивалентним генератором струје  $\underline{I}_g = \underline{I}_{g1} + \underline{I}_{g2}$ . Тада је активна снага пријемника два

пута мања него када је преклопник у положају 2, што значи да је  $I_g = \frac{\sqrt{2}}{2} I_{g2} = 40 \text{ mA}$ . Из косинусне теореме се добија

$\cos \alpha = -\frac{\sqrt{2}}{2}$ , где је  $\alpha$  фазна разлика између струја  $I_{g1}$  и  $I_{g2}$ , односно  $\alpha = \pm \frac{3\pi}{4}$ . Тражена комплексна привидна снага

трећег пријемника је  $\underline{S}'_3 = \underline{Z}_3 I_g^2 = (0,2 + j0,6) \text{ VA}$ .

3. Из фазорског дијаграма се добија аргумент комплексне импедансе пријемника  $\phi = -\frac{\pi}{3}$ . Комплексна адмитанса сваке

гране пријемника је  $\underline{Y} = \frac{1}{Z} e^{-j\phi} = 5(1 + j\sqrt{3}) \text{ mS}$ . Када је прекидач П затворен, комплексна привидна снага трофазног

пријемника је  $\underline{S} = 3U^2 \underline{Y}^* = 2,4(1 - j\sqrt{3}) \text{ kVA}$ . Када је прекидач П отворен, комплексна привидна снага трофазног пријемника

је  $\underline{S}' = U^2 \frac{3}{2} \underline{Y}^* = 1,2(1 - j\sqrt{3}) \text{ kVA}$ . Прираштај активне снаге је  $\Delta P = -1,2 \text{ kW}$ , а прираштај реактивне снаге је

$\Delta Q = 1,2\sqrt{3} \text{ kVAr}$ . Када је прекидач П отворен, фазна разлика између напона  $U_{AB}$  и струје  $I_1$  је  $\pi$ .