

ИСПИТ ИЗ ОСНОВА ЕЛЕКТРОТЕХНИКЕ 1

10. фебруар 2007.

Напомене: Испит траје 180 минута за студенте који полажу по новом систему, а 240 минута за студенте који полажу по старом систему. Није дозвољено напуштање сале 120 минута од почетка испита. Писати искључиво хемијском оловком. Дозвољена је употреба непрограмабилних калкулатора. Дозвољена је употреба само овога папира и једне вежбанке, који се морају заједно предати. Вежбанку ставити у овај папир. Питања радити искључиво на овоме папиру, а задатке искључиво у вежбанци. Коначне одговоре на питања и тражена извођења уписати у одговарајуће кућице, уцртати 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	Укупно питања
Група са предавања	Индекс година/број		Презиме и име							
П1 П2 П3 РТИ	/									Укупно задаци
ПИТАЊА						ЗАДАЦИ			ОЦЕНА	Укупно поена
1	2	3	4	5	6	1	2	3		

ПИТАЊА

1. Наелектрисање Q равномерно је расподељено у вакууму по површи диска полупречника a . Одредити електростатички потенцијал у центру диска (у односу на референтну тачку у бесконачности).

2. Површина електрода плочастог кондензатора приказаног на слици је S , растојање између њих је d , а ивични ефекти занемарљиви. Диелектрик кондензатора је линеаран и хомоген, пермитивности ϵ . У кондензатору постоји хомогено електрично поље, а вектор E је познат. Одредити: (а) вектор електричне индукције и (б) вектор поларизације у диелектрику кондензатора, (в) слободно наелектрисање горње електроде и (г) површинску густину везаног наелектрисања уз ту электроду кондензатора.

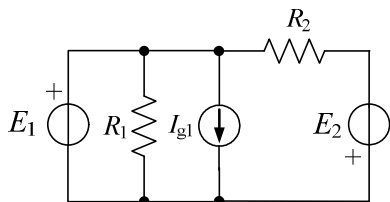


(а) (б) (в) (г)

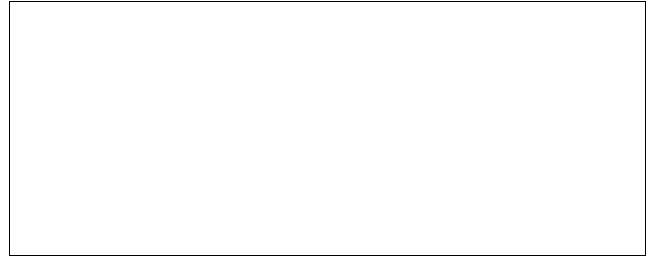
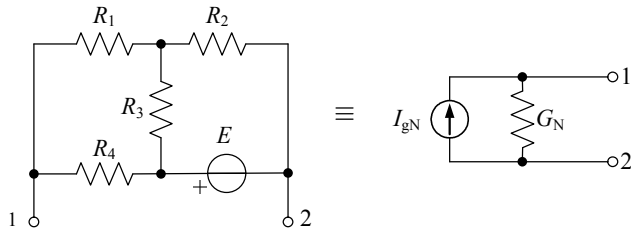
3. (а) Написати основне интегралне једначине за стационарно струјно поље. (б) Написати одговарајуће граничне услове који следе из тих једначина. (в) Написати одговарајуће једначине теорије кола које следе из тих интегралних једначина.

(а) (б) (в)

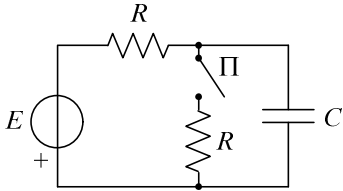
4. У колу сталне струје на слици је $E_1 = E_2 = 10 \text{ V}$, $I_{g1} = 20 \text{ mA}$ и $R_1 = R_2 = 1 \text{ k}\Omega$. Израчунати снаге свих идеалних генератора и отпорника.



5. За мрежу сталне струје на слици је $E = 30 \text{ V}$ и $R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = 1 \text{ k}\Omega$. Израчунати параметре еквивалentног Нортоновог генератора.



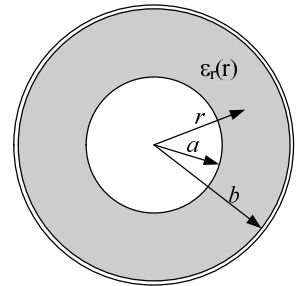
6. У колу на слици је $E = 12 \text{ V}$, $R = 1 \text{ k}\Omega$ и $C = 100 \mu\text{F}$. Прекидач П је затворен и у колу је успостављено стационарно стање. Израчунати прираштај електричне енергије кондензатора од момента отварања прекидача до успостављања новог стационарног стања.



$$\Delta W_C =$$

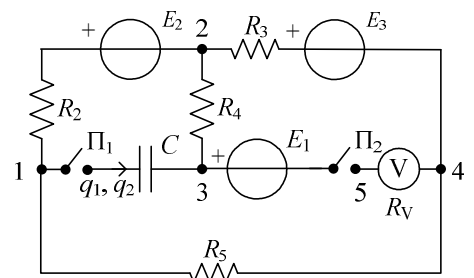
ЗАДАЦИ

1. САМО ЗА СТУДЕНТЕ КОЈИ ПОЛАЖУ ПО СТАРОМ СИСТЕМУ. Коаксијални кабл са слике, полупречника $a = 3 \text{ mm}$ и $b = 6 \text{ mm}$, има линеаран нехомоген диелектрик релативне пермитивности $\epsilon_r(r) = R \frac{m + |n - r|}{r^2}$, где је $m = 6 \text{ mm}$, $n = 5 \text{ mm}$ и $R = 6 \cdot 10^{-3}$. Диелектрична чврстоћа диелектрика је $E_{kr} = 100 \text{ kV/cm}$ и иста је у целом диелектрику. Израчунати напон између електрода кабла при коме настаје пробој диелектрика.



2. Од $n = 30$ једнаких струјних генератора, сваки струје $I_g = 60 \text{ mA}$ и унутрашње проводности $G_g = 0,1 \text{ mS}$, везано је по p у паралелу, а затим су ове паралелне групе генератора везане редно и прикључене на пријемник отпорности $R = 9 \text{ k}\Omega$. Израчунати (а) p тако да напон пријемника буде највећи и (б) снагу пријемника при околностима одређеним под (а).

3. За коло сталне струје на слици познато је $E_1 = 6 \text{ V}$, $E_3 = 5 \text{ V}$, $C = \frac{5}{7} \mu\text{F}$, $R_2 = 100 \Omega$, $R_3 = 100 \Omega$, $R_4 = 50 \Omega$ и $R_5 = 300 \Omega$. Прекидачи су отворени. Прво се затвори прекидач П₁, а до успостављања новог стационарног стања кроз кондензатор протекне $q_1 = 3 \mu\text{C}$. Затим се затвори и прекидач П₂, а до успостављања новог стационарног стања кроз кондензатор протекне $q_2 = -0,5 \mu\text{C}$. У том стационарном стању волтметар V показује напон $U_{45} = 1,5 \text{ V}$. Израчунати: (а) унутрашњу отпорност R_V волтметра, (б) емс E_2 и (в) оптерећеност кондензатора (Q_0) пре затварања оба прекидача.



ОДГОВОРИ НА ПИТАЊА И РЕШЕЊА ЗАДАТАКА СА ИСПИТА ИЗ ОСНОВА ЕЛЕКТРОТЕХНИКЕ 1 ОДРЖАНОГ 10. ФЕБРУАРА 2007. ГОДИНЕ

ПИТАЊА

- $V = \frac{Q}{2\pi\epsilon_0 a}$.
- (а) $\mathbf{D} = \epsilon\mathbf{E}$, (б) $\mathbf{P} = (\epsilon - \epsilon_0)\mathbf{E}$, (в) $Q = \epsilon ES$, (г) $\rho_{ps} = -(\epsilon - \epsilon_0)E$.
- (а) $\oint_S \mathbf{J} \cdot d\mathbf{S} = 0$, $\oint_C \mathbf{E} \cdot d\mathbf{l} = 0$, (б) $J_{n1} = J_{n2}$, $E_{t1} = E_{t2}$, (в) $\sum I = 0$, $\sum U = 0$.
- $P_{E_1} = 500 \text{ mW}$, $P_{E_2} = 200 \text{ mW}$, $P_{I_{g1}} = -200 \text{ mW}$, $P_{R_1} = 100 \text{ mW}$, $P_{R_2} = 400 \text{ mW}$.
- $I_{gN} = 40 \text{ mA}$, $G_N = \frac{5}{3} \text{ mS}$.
- $\Delta W_C = 5,4 \text{ mJ}$.

ЗАДАЦИ

- Најјаче електрично поље је уз спољашњу электроду ($r = b$). Из услова пробоја се добија $Q'_{\max} = 3,894 \mu\text{C/m}$. Одговарајући напон је $U_{\max} = 23,45 \text{ kV}$.
- Еквивалентни Нортонов генератор за p паралелно везаних реалних струјних генератора има параметре $I_{gN_p}(p) = pI_g$ и $G_{N_p}(p) = pG_g$. Укупно $r = 30/p$ таквих Нортонових генератора везано је на ред, при чему су r и p цели бројеви. Параметри Тевененовог генератора еквивалентног тој редној вези су $E_T = rI_g / G_g = \frac{18}{p} \text{ kV}$ и $R_T = r / (pG_g) = \frac{r}{p} 10 \text{ k}\Omega = \frac{300}{p^2} \text{ k}\Omega$. Струја пријемника је $I = \frac{E_T}{R_T + R}$. Формално, овај израз има максимум када је $p = 10\sqrt{3}/3 \approx 5,77$. Најближи могући цели бројеви су $p_1 = 5$ и $p_2 = 6$. У првом случају је $I_1 = 171,4 \text{ mA}$, а у другом $I_2 = 173,1 \text{ mA}$, па је решење $p_2 = 6$. Одговарајућа снага пријемника је $P = 269,6 \text{ W}$.
- (а) Проток q_2 је последица успостављања струје у грани са волтметром. Применом теорема компензације и суперпозиције, одатле се добија струја волтметра када је прекидач Π_2 затворен, $I_{45} = 10 \text{ mA}$, па је $R_V = 150 \Omega$. (б) Анализом кола када је прекидач R_V затворен, добија се $E_2 = 4 \text{ V}$. (в) Проток q_1 је последица затварања прекидача Π_1 (када је прекидач Π_2 отворен, односно када нема струје у грани са волтметром), одакле је $Q_0 = -\frac{10}{7} \mu\text{C}$.