

ИСПИТ ИЗ ЕЛЕКТРОМАГНЕТИКЕ (ОФ, ОЕ, ОС, ИР)

21. септембар 2020.

Напомене. Испит траје 180 минута и ради се самостално. Није дозвољено напуштање сале 60 минута од почетка испита. Писати искључиво хемијском оловком са плавим или црним мастилом. Дозвољена је употреба непрограмабилних калкулатора. Дозвољена је употреба само овога папира и једне вежбанке, који се морају 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 (попуњава кандидат)							КОЛОКВИЈУМ				
Индекс година/број		Презиме и име									
/							ИСПИТ				
ПИТАЊА					ЗАДАЦИ						
1.	2.	3.	4.	5.	6.	Укупно	1.	2.	Укупно	УКУПНО ПОЕНА	ОЦЕНА

ПИТАЊА

1. Написати везу између електричног скалар–потенцијала и магнетског вектор–потенцијала у брзопроменљивом пољу (Лоренцов услов) у (а) временском домену и (б) фреквенцијском домену. Усвојити потребне величине.

(а)	(б)
-----	-----

2. За линеаран хомоген материјал познати су површинска отпорност R_s и дубина продирања δ на учестаности f . Уколико су параметри материјала константни, на учестаности $f' = 4f$ за исти материјал одредити: (а) површинску отпорност, R'_s , и (б) дубину продирања, δ' .

(а)	(б)
-----	-----

3. Раван униформан простопериодичан кружно поларизован ТЕМ талас, учестаности f , простире се у вакууму у смеру $+x$ -осе. Вектор јачине електричног поља овог таласа има ефективну вредност E_0 , десно је поларизован и у тренутку $t=0$, у координатном почетку, лежи на $+z$ -оси. У Декартовом координатном систему написати израз за комплексни вектор јачине електричног поља овог таласа.

4. Коаксијални вод, унутрашњег полупречника $a=0,5\text{ mm}$ и спољашњег полупречника $b=1,75\text{ mm}$, испуњен је савршеним диелектриком релативне пермитивности $\epsilon_r = 2,25$, а проводници су му пермеабилности μ_0 и специфичне проводности $\sigma = 57\text{ MS/m}$. Израчунати колико пута опадне снага ТЕМ таласа, учестаности $f = 28\text{ GHz}$, при простирању кроз део оваквог коаксијалног вода дужине $d = 700\text{ mm}$.

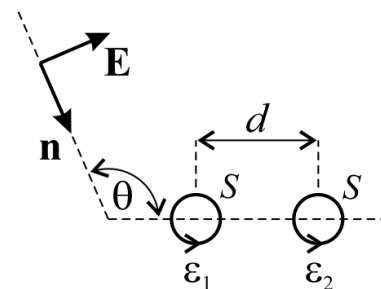
5. На улаз вода без губитака, карактеристичне импедансе $Z_c = 50 \Omega$ и времена простирања кроз вод $\tau = 1 \text{ ns}$, прикључен је напонски генератор прилагођен на вод, чији напон има облик Хевисајдовога импулса амплитуде $E = 5 \text{ V}$, док је на излаз вода прикључена паралелна веза кондензатора капацитивности $C = 120 \text{ pF}$ и отпорника отпорности $R = 75 \Omega$. Одредити израз за напон на улазу у вод и израчунати га у тренутку $t = 3,5 \text{ ns}$.

6. (а) Написати дефинициони израз за усмереност антене. (б) Полазећи од претходног израза и коришћењем општег израза за вектор јачине електричног поља антене у зони зрачења, извести израз за рачунање усмерености антене, у функцији карактеристичне функције зрачења и отпорности зрачења, у односу на изотропни радијатор.

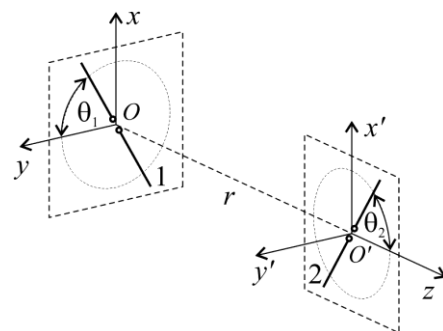
(а)	(б)
-----	-----

ЗАДАЦИ

1. Раван униформан простопериодичан линијски поларизован ТЕМ талас, непознате ефективне вредности електричног поља E и учестаности $f = 400 \text{ MHz}$, простира се кроз вакуум у правцу и смеру орта \mathbf{n} . У пољу овог таласа налазе се две електрички мале контуре, једнаких површина $S = 8 \text{ cm}^2$, чији су центри на растојању $d = 1,8 \text{ m}$. Контуре леже у равни коју граде вектор јачине електричног поља таласа \mathbf{E} и орт \mathbf{n} . Познате су комплексне индуковане електромоторне силе у контурама, $\varepsilon_1 = 1 \text{ mV}$ и $\varepsilon_2 = 0,5(-1 + j\sqrt{3}) \text{ mV}$, у односу на референтне смерове приказане на слици. Израчунати: (а) све могуће вредности угла θ ($\pi/2 \leq \theta \leq \pi$), приказаног на слици, који заклапају правац орта \mathbf{n} и правац на коме леже центри контура, и (б) ефективну вредности електричног поља таласа, E .



2. Примопредајни антенски систем чине два полуталасна дипола, у вакууму, чији су центри на растојању $r = 650 \text{ m}$. Предајни дипол 1 лежи у xu -равни Декартовог координатног система и са y -осом заклапа угао $\theta_1 = 60^\circ$. Пријемни дипол 2 лежи у xz -равни Декартовог координатног система и са z -осом заклапа угао $\theta_2 = 50^\circ$, као на слици. Дипол 1 напаја се простопериодичном струјом учестаности $f = 5,2 \text{ GHz}$ и ефективне вредности $I = 0,2 \text{ A}$. (а) Усвојити референтни смер и почетни фазни став струје дипола 1 и одредити израз за комплексни вектор јачине електричног поља које дипол 1 ствара у центру дипола 2 (тачки O'), \mathbf{E}_1 . (б) Усвојити референтни смер емс индуковане у диполу 2 и одредити израз за карактеристичну функцију зрачења (реч је о вектору) дипола 2 у смеру дипола 1, \mathbf{F}_2 . (в) Израчунати ефективну вредност електромоторне силе индуковане у диполу 2.



**ОДГОВОРИ НА ПИТАЊА И РЕШЕЊА ЗАДАТАКА СА
ИСПИТА ИЗ ЕЛЕКТРОМАГНЕТИКЕ (ОФ, ОЕ, ОС, ИР),
ОДРЖАНОГ 21. СЕПТЕМБРА 2020. ГОДИНЕ**

ПИТАЊА

1. (a) $\operatorname{div} \mathbf{A} = -\varepsilon\mu \frac{\partial V}{\partial t}$. (б) $\operatorname{div} \mathbf{A} = -j\omega\varepsilon\mu V$.

2. (a) $R'_s = 2R_s$. (б) $\delta' = \frac{1}{2}\delta$.

3. $\underline{\mathbf{E}} = \frac{E_0}{\sqrt{2}}(\mathbf{i}_z + j\mathbf{i}_y)e^{-j\beta x}$, $\beta = 2\pi f\sqrt{\varepsilon_0\mu_0}$.

4. Снага опадне 1,286 пута (односно за 1,09 dB).

$$5. u(t) = \begin{cases} 0, & t < 0 \\ 0,5Eh(t), & 0 \leq t < 2\tau \\ 0,5Eh(t) - 0,5Eh(t-2\tau) + \frac{R}{R+Z_c} E \left(1 - e^{-\frac{(t-2\tau)}{C \frac{RZ_c}{R+Z_c}}} \right), & t \geq 2\tau \end{cases}$$

, $u(t=3,5 \text{ ns}) \approx 1 \text{ V}$

6. (a) $D = \frac{I_{zr}}{I_{zr \text{ srednje}}}$. (б) $D = \frac{r^2 E^2 / Z_0}{P_{zr} / 4\pi} = \frac{Z_0 F^2}{\pi R_{zr}}$.

ЗАДАЦИ

1. (a) $\theta = 106,13^\circ$ и $\theta = 133,98^\circ$. (б) $E = 149,2 \frac{\text{mV}}{\text{m}}$.

2. (a) $\underline{\mathbf{E}}_1 = j \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{\mu_0}{\varepsilon_0}} I \frac{e^{-j2\pi f \sqrt{\varepsilon_0\mu_0} r}}{r} (\sin \theta_1 \mathbf{i}_x + \cos \theta_1 \mathbf{i}_y)$, за референтни смер струје ка индексу 1 и почетни фазни став струје

нула. (б) $\mathbf{F}_2 = \frac{\cos\left(\frac{\pi}{2} \cos \theta_2\right)}{\sin \theta_2} \mathbf{i}_x$, за референтни смер емс ка индексу 2.

(в) $\varepsilon_2 = \frac{1}{\pi f \sqrt{\varepsilon_0\mu_0}} \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{\mu_0}{\varepsilon_0}} \frac{I}{r} \frac{\cos\left(\frac{\pi}{2} \cos \theta_2\right)}{\sin \theta_2} \sin \theta_1 \approx 204 \mu\text{V}$.

- РЕЗУЛТАТИ ИСПИТА БИЋЕ ОБЈАВЉЕНИ ДО 28. СЕПТЕМБРА У 23.59 ЧАСОВА НА САЈТУ ЗА ЕЛЕКТРОМАГНЕТИКУ.
- УВИД У ЗАДАТКЕ (У СОБИ 63) ЈЕ 29. СЕПТЕМБРА ОД 14.45 ДО 15.15 ЧАСОВА.

Са предмета Електромагнетика