

ИСПИТ ИЗ ЕЛЕКТРОМАГНЕТСКЕ КОМПАТИБИЛНОСТИ

4. јун 2024.

Напомена. Испит траје 120 минута. Дозвољена је употреба литературе и рачунара. Коначне одговоре уписати у одговарајуће кућице, учртати у дате дијаграме или заокружити један од понуђених одговора. Попунити податке о кандидату у следећој табели. Сваки питање носи по 5 поена, а задатак носи 20 поена.

Подаци о кандидату		Питање/Задатак					Укупно
Индекс година/број	Презиме и име	(П1)	(П2)	(П3)	(П4)	(31)	
/							

ПИТАЊА

1. Ради испитивања импулсног генератора, тај генератор је повезан преко атенуатора (снаге) од 67 dB на осцилоскоп. Максимална тренутна вредност напона отворених крајева генератора је 1 kV, а унутрашња отпорност генератора је занемарљива. Улаз и излаз атенуатора су прилагођени на номиналне импедансе од 50 Ω, а унето слабљење не зависи од учестаности. Отпорности свих краткоспојника су занемарљиве. Израчунати: (а) слабљење напона које уноси овај атенуатор и (б) максималну тренутну вредност напона коју показује осцилоскоп, уколико је улаз осцилоскопа подешен на 50 Ω. (в) Уколико је максималан дозвољени напон на улазу осцилоскопа 5 V, израчунати минимално слабљење атенуатора тако да разматрани импулсни генератор може да се испита на овом осцилоскопу.

(а)
(б)
(в)

2. Импулс струје при електростатичком пражњењу дат је изразом

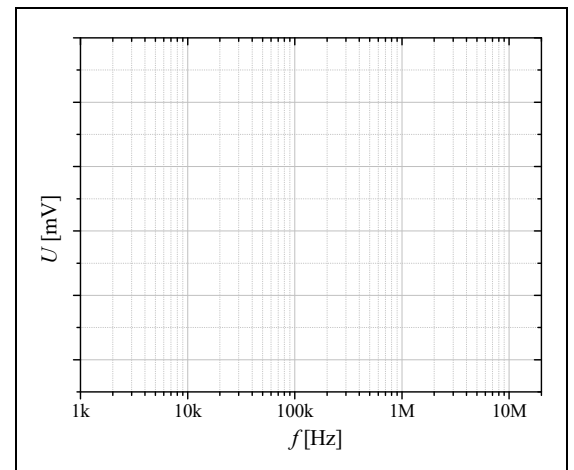
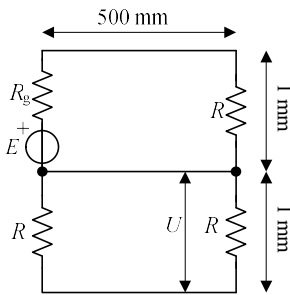
$$i(t) = \frac{I_1}{k_1} \frac{\left(\frac{t}{\tau_1}\right)^n \exp\left(-\frac{t}{\tau_2}\right)}{1 + \left(\frac{t}{\tau_1}\right)^n} + \frac{I_2}{k_2} \frac{\left(\frac{t}{\tau_3}\right)^n \exp\left(-\frac{t}{\tau_4}\right)}{1 + \left(\frac{t}{\tau_3}\right)^n}, \text{ где је } \tau_1 = 1,1 \text{ ns}, \tau_2 = 2 \text{ ns}, \tau_3 = 12 \text{ ns}, \tau_4 = 37 \text{ ns},$$

$$I_1 = 16,6 \text{ A}, I_2 = 9,3 \text{ A}, n = 1,8, k_1 = \exp\left(-\frac{\tau_1}{\tau_2} \left(n \frac{\tau_2}{\tau_1}\right)^{\frac{1}{n}}\right) \text{ и } k_2 = \exp\left(-\frac{\tau_3}{\tau_4} \left(n \frac{\tau_4}{\tau_3}\right)^{\frac{1}{n}}\right). \text{ Одредити после које}$$

учестаности спектралне компоненте постану за 60 dB мање од највеће спектралне компоненте у амплитудском спектру задатог импулса.

--

3. На слици је приказано коло које се састоји од идеалног напонског генератора ефективне вредности емс 10 V, променљиве учестаности f и унутрашње отпорности $R_g = 50 \Omega$, и три отпорника отпорности $R = 10 \Omega$. Сви проводници су начињени од савршеног проводника, а моделују се жицама полупречника 0,1 mm. Израчунати и скицирати напон $|U(f)|$ за $1 \text{ kHz} \leq f \leq 20 \text{ MHz}$.



4. Човек се налази у електромагнетском пољу равнoг униформног линијски поларизованог простопериодичног таласа учестаности 2,4 GHz и интензитета вектора јачине електричног поља $E = 97,1 \text{ dB}\mu\text{V/m}$. Густина једног дела ткива људске главе је $\rho = 1,7 \text{ g/cm}^3$, а специфична проводност је $0,4 \text{ S/m}$. Сматрати да је вектор јачине електричног поља истог интензитета у ткиву као и ван ткива. (а) Израчунати SAR (енглески: specific absorption rate) у посматраном ткиву и (б) максималну вредност електричног поља у $\text{dB}\mu\text{V/m}$ тако да SAR буде мањи или једнак од $0,4 \text{ W/kg}$.

(а)
(б)

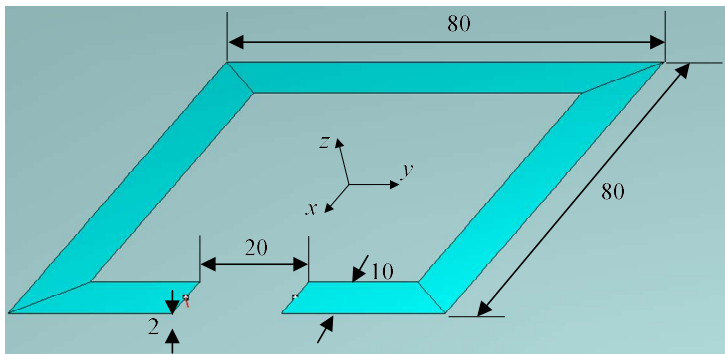
ЗАДАТАК

1. Модел штампаног трага на штампаној плочи приказан је на слици 1. Ширина трага је 10 mm, а траг је постављен на висини 2 mm изнад бесконачне савршено проводне равни. Димензије трага означене на слици 1 дате су у милиметрима. На једном крају штампаног трага постављен је генератор ефективне вредности електромоторне силе E , а на другом крају је постављен отпорник отпорности R . Спојеве ка проводној равни на којима су генератор и отпорник моделовати жицама полупречника попречног пресека $r_w = 0,1 \text{ mm}$. Сви проводници у моделу имају специфичну проводност 58 MS/m .

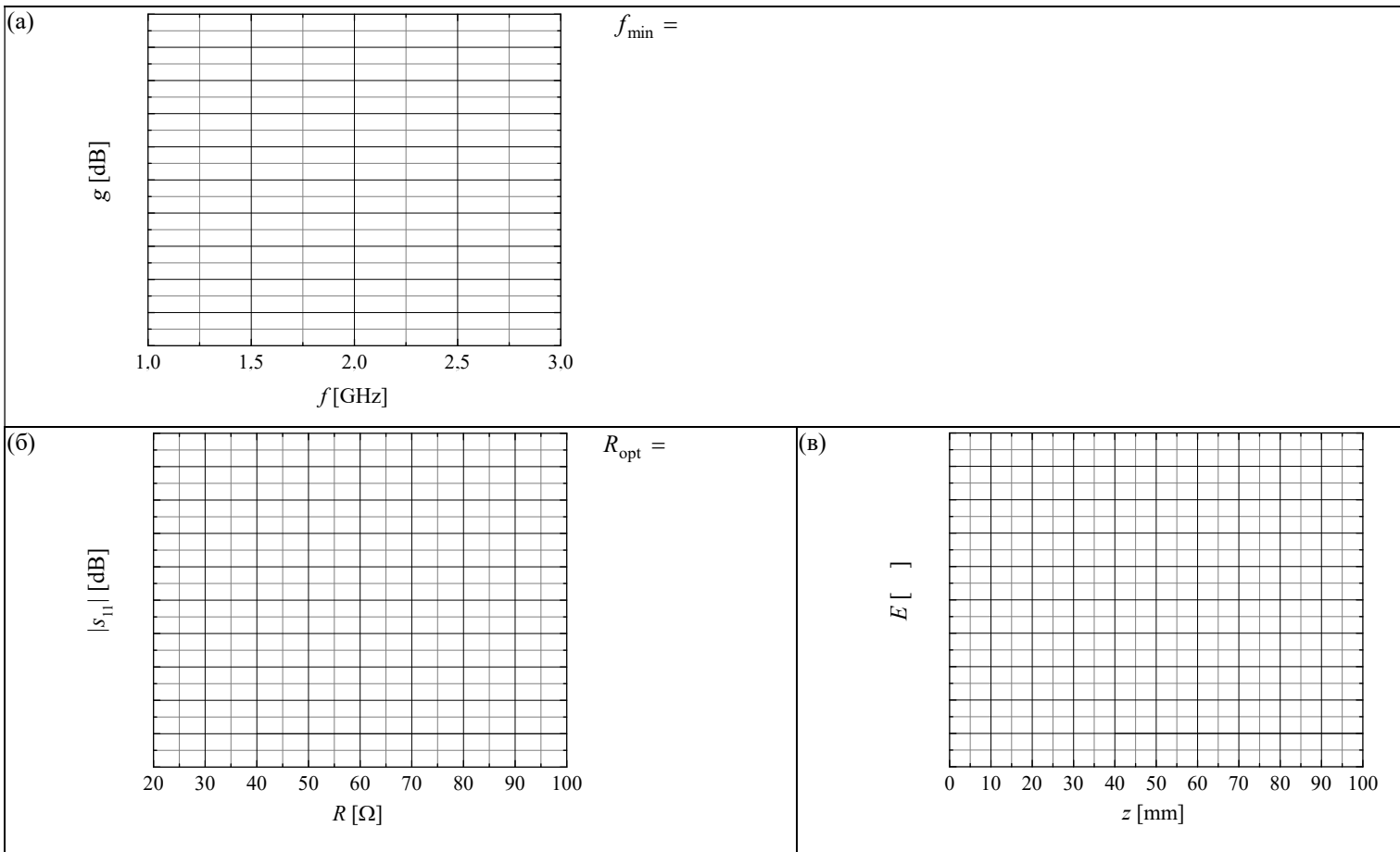
(a) У правцу нормалном на раван у којој је штампана плоча (у правцу z осе на слици 1) израчунати и скицирати усмерено појачање у опсегу учестаности $1 \text{ GHz} \leq f \leq 3 \text{ GHz}$ ако је $R = 50 \Omega$. Одредити учестаност f_{\min} на којој је зрачење најмање.

(б) На учестаности f_{\min} израчунати и скицирати модул коефицијента рефлексије ($|s_{11}|$) за $20 \Omega \leq R \leq 100 \Omega$ са кораком 5Ω или мање. Одредити R_{opt} за које је модул коефицијента рефлексије најмањи.

(в) Ако је $E = 1 \text{ V}$ и $R = R_{\text{opt}}$ на учестаности f_{\min} скицирати интензитет електричног поља изнад центра штампаног трага за $x = 0$, $y = 0$ и $5 \text{ mm} \leq z \leq 100 \text{ mm}$, при чему се координатни почетак z осе налази на месту проводне равни.



Слика 1

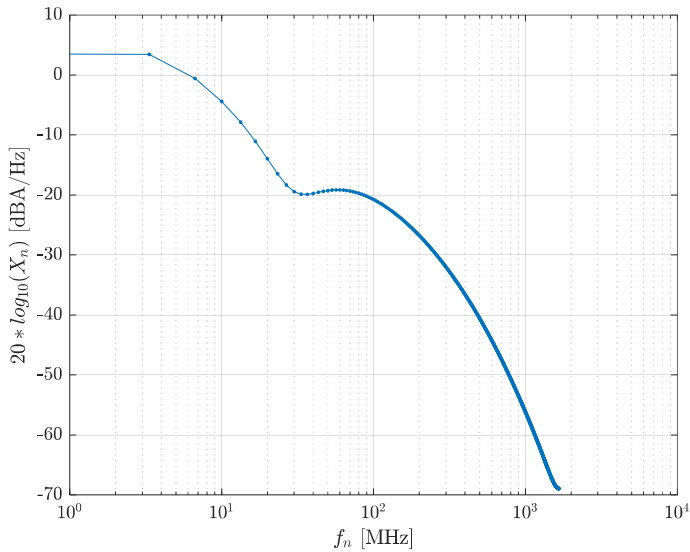


РЕШЕЊА ПИТАЊА И ЗАДАТАКА СА ИСПИТА ИЗ ЕЛЕКТРОМАГНЕТСКЕ КОМПАТИБИЛНОСТИ ОДРЖАНОГ 4. ЈУНА 2024.

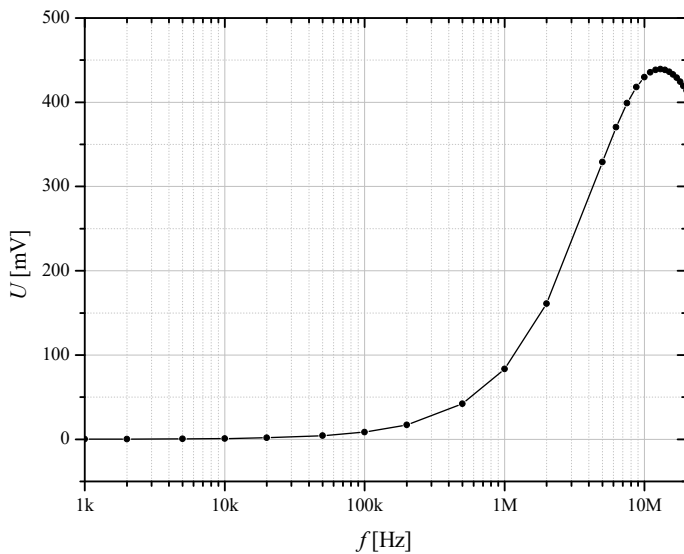
ПИТАЊА

1. (a) $A = 67 \text{ dB}$, (б) $U_{\text{max}} \approx 447 \text{ mV}$ и (в) $A_{\text{min}} \approx 46 \text{ dB}$.

2. На слици је приказан амплитудски спектар ове струје са кога се види да су након учестаности (око) 1 GHz све спектралне компоненте бар за 60 dB мање од максималне вредности.



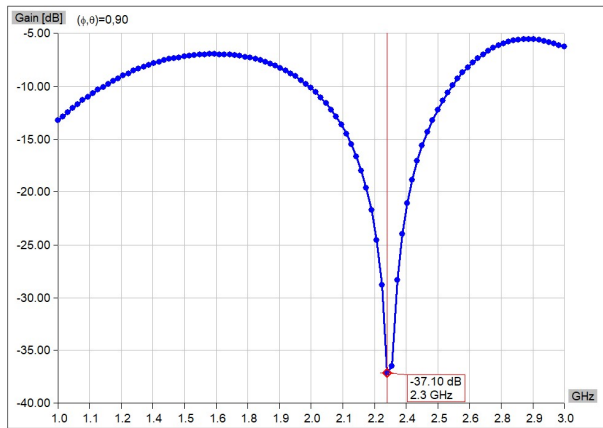
3. На слици испод приказана је зависност напона $U(f)$.



4. (a) $\text{SAR} = 1,22 \mu\text{W/kg}$ и (б) $E_{\text{max}} = 152,3 \text{ dB}\mu\text{V/m}$.

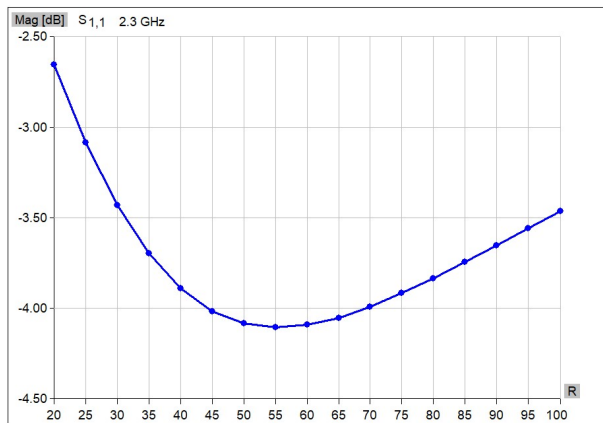
ЗАДАТАК

1. (a)



$$f_{\min} = 2,3 \text{ GHz}$$

(б)



$$R_{\text{opt}} = 55 \Omega$$

(в)

