

# ИСПИТ ИЗ ЕЛЕКТРОМАГНЕТСКЕ КОМПАТИБИЛНОСТИ

6. јун 2023.

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 табелици. 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)	
/							

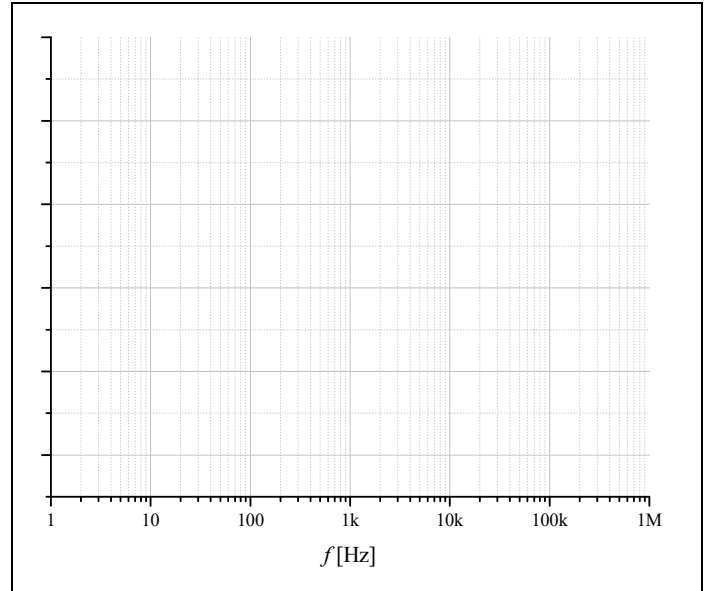
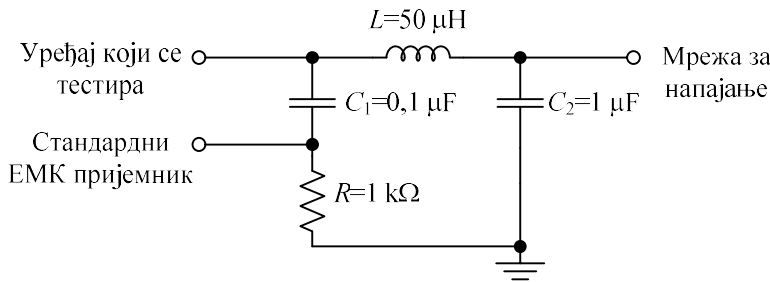
## ПИТАЊА

**1.** Антена је повезана на анализатор спектра, коаксијалним каблом дужине  $L = 4 \text{ m}$ . У главном правцу зрачења антене налази се уређај чија се емисија мери на учестаности  $433 \text{ MHz}$ . Ротацијом антене око главног правца зрачења, пронађено је максимално показивање анализатора спектра које износи  $-27 \text{ dBm}$ . Анализатор спектра има стандардну улазну импедансу од  $50 \Omega$ . Погонско појачање антене, у главном правцу зрачења је  $g_p = 2,5 \text{ dBi}$ . Подужно слабљење кабла је  $0,031 \text{ dB/m}$ . Губици на конекторима су занемарљиви.

- (а) Израчунати антенски фактор ове антене на учестаности на којој се врши мерење.
- (б) Израчунати напон који мери анализатор спектра у  $\text{dB}\mu\text{V}$ .
- (в) Израчунати ефективну вредност електричног поља које ствара уређај на месту антене, у  $\text{V/m}$ .
- (г) Уколико је максимална дозвољена снага коју може да мери анализатор спектра  $20 \text{ dBm}$ , израчунати максималну ефективну вредност електричног поља у  $\text{V/m}$ , на месту пријемне антене, која може да се измери овом поставком, на задатој учестаности.

(а)
(б)
(в)
(г)

**2.** На слици је приказано коло за стабилизацију импедансе (енглески скраћено: LISN). На приложеном графику скицирати модул улазне импедансе која се "види" са стране уређаја који се тестира, у опсегу од  $1 \text{ Hz}$  до  $100 \text{ MHz}$ , уколико се на приступу за мрежу за напајање прикључи потрошач који чине серијски повезани отпорник  $R = 0,1 \Omega$  и калем  $L = 50 \mu\text{H}$ .



**3.** У семианехоичној соби, на одстојању  $3 \text{ m}$  од једног уређаја измерена је ефективна вредност електричног поља  $E = 77 \text{ dB}\mu\text{V/m}$ , на учестаности  $f = 250 \text{ MHz}$ . Гранична вредност за емисију класе којој овај уређај припада је  $47 \text{ dB}\mu\text{V/m}$ . Израчунати одстојање од уређаја на којем је електрично поље овог уређаја једнако задатој граничној вредности.

--

**4.** Такт дигиталног уређаја је напонски сигнал у облику симетричне биполарне поворке правоугаоних импулса учестаности  $f = 10 \text{ MHz}$ , вредности напона  $V_{\text{high}} = 1 \text{ V}$  и  $V_{\text{low}} = -1 \text{ V}$  и трајања успонске и силазне ивице (а)  $20 \text{ ns}$  и (б)  $5 \text{ ns}$ . Уколико сматрамо да је највиша учестаност од интереса у спектру сигнала она после које су све спектралне компоненте за  $40 \text{ dB}$  мање од највеће спектралне компоненте, израчунати највишу учестаност од интереса у спектру овог сигнала.

(а)
(б)

## ЗАДАТАК

1. На слици је приказана лог периодична антена. Димензије антене су  $d_1 = 250 \text{ mm}$ ,  $d_2 = 225 \text{ mm}$ ,  $d_3 = 202,5 \text{ mm}$ ,  $d_4 = 182,25 \text{ mm}$  и  $h_0 = 10 \text{ mm}$ . Антена се напаја генератором који се налази на месту означеном на слици, а полупречници свих жица су  $r = 2 \text{ mm}$ .

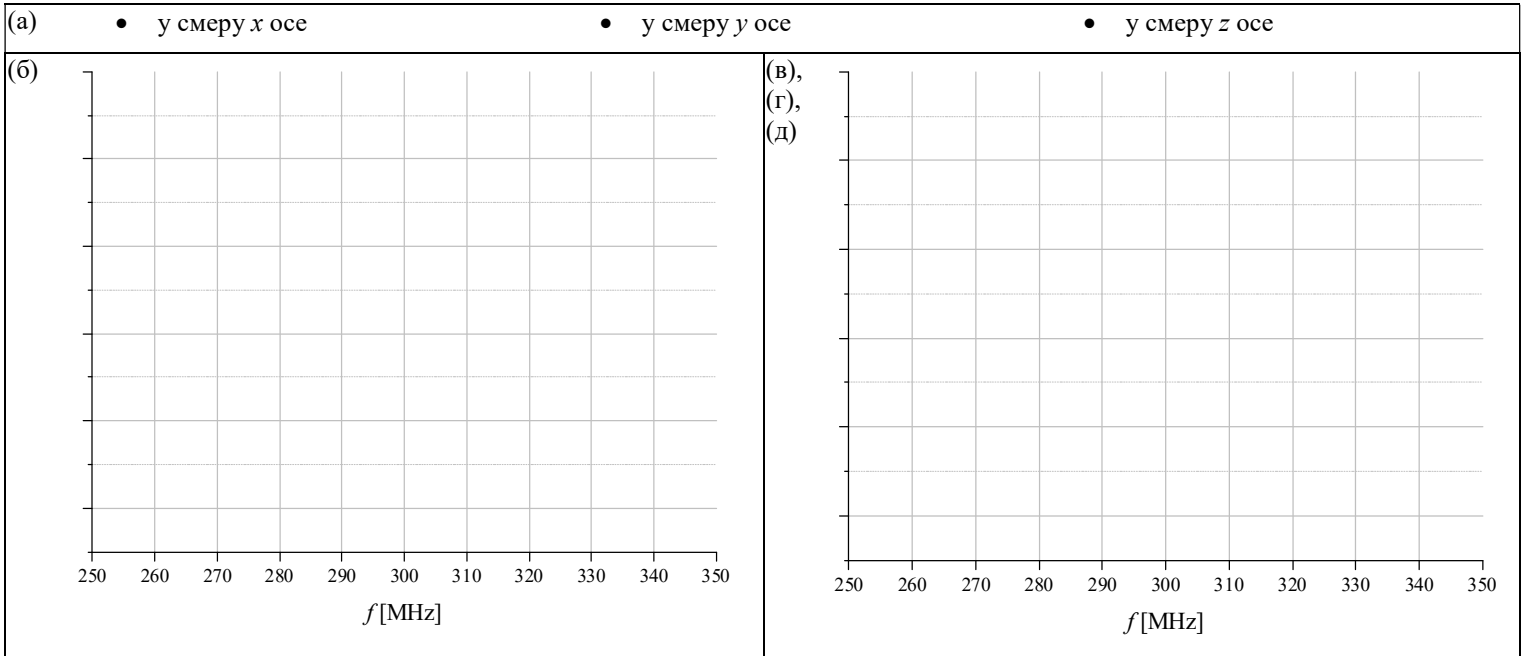
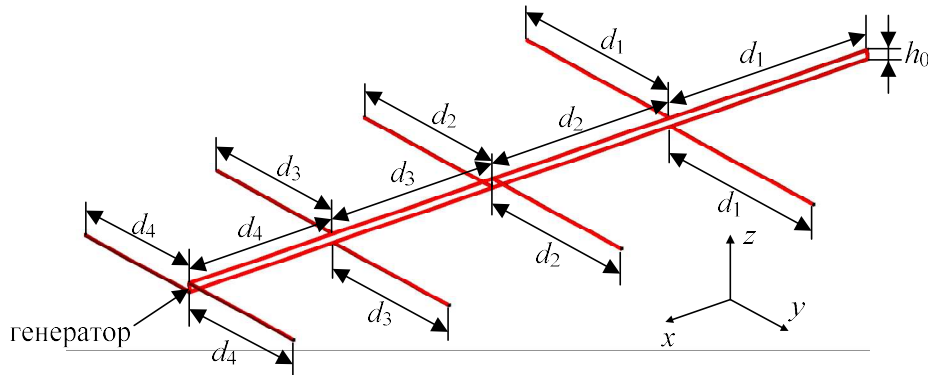
(а) На учестаности  $f = 270 \text{ MHz}$  одредити главни правац зрачења ове антене.

(б) Скицирати усмерено појачање ове антене у главном правцу зрачења у опсегу учестаности од  $250 \text{ MHz}$  до  $350 \text{ MHz}$ .

(в) На растојању  $d = 3 \text{ m}$  од генератора лог периодичне антене (мерено дуж  $x$  осе са слике) у равни у којој се налазе доњи елементи лог периодичне антене, постављена је дипол антена тако да је између ових антена остварен највећи пренос (краци дипол антене су паралелни  $y$  осе са слике). Дужина крака дипол антене је  $l = 250 \text{ mm}$ , а полупречници свих жица су  $r = 2 \text{ mm}$ . Скицирати модуо коефицијента трансмисије у  $\text{dB}$  између ове две антене у опсегу учестаности од  $250 \text{ MHz}$  до  $350 \text{ MHz}$ .

(г) Поновити претходну тачку уколико су лог периодична антена и дипол антена постављене изнад бесконачне савршено проводне равни на висини  $h_1 = h_2 = 2 \text{ m}$  изнад проводне равни.

(д) Поновити претходну тачку уколико је дипол антена на истој висини ( $h_1 = 2 \text{ m}$ ), а лог периодична антена на висини  $h_2 = 3 \text{ m}$  изнад проводне равни.

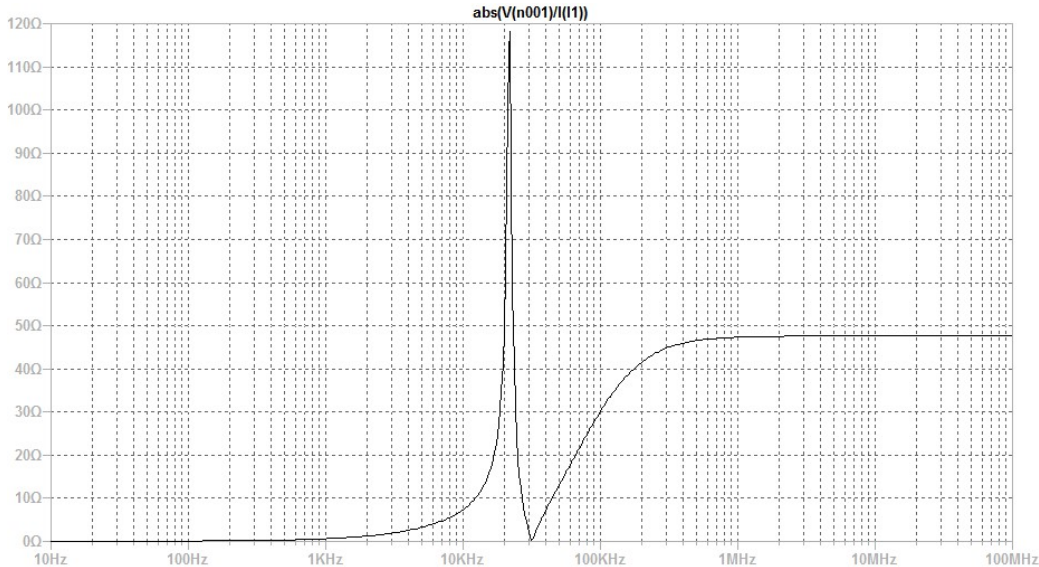


# РЕШЕЊА ПИТАЊА И ЗАДАТАКА СА ИСПИТА ИЗ ЕЛЕКТРОМАГНЕТСКЕ КОМПАТИБИЛНОСТИ ОДРЖАНОГ 6. ЈУНА 2023.

## ПИТАЊА

1. (a)  $AF = 20,44 \text{ dB/m}$ , (б)  $U = 80 \text{ dB}\mu\text{V}$ , (в)  $E = 0,107 \text{ V/m}$  и (г)  $E_{\text{max}} = 23,86 \text{ V/m}$ .

2. Модул тражене импедансе приказан је на слици испод.

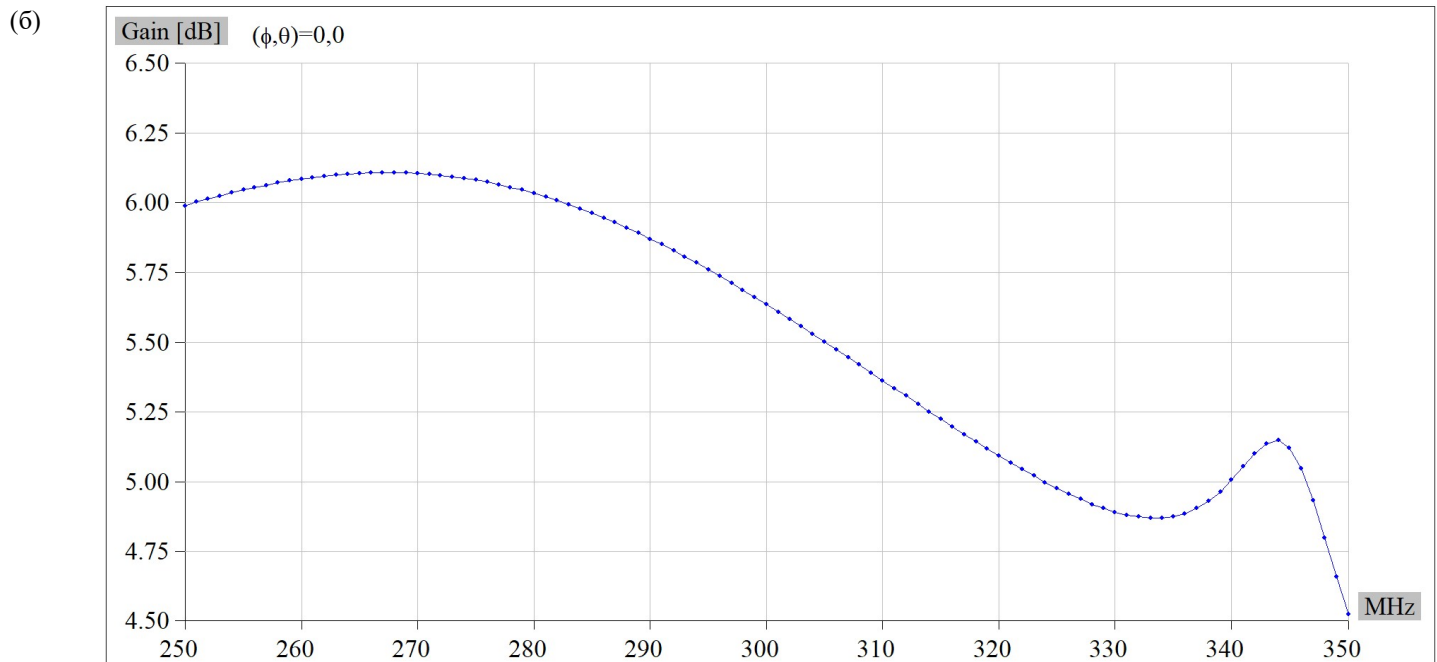


3. Тражено одстојање од уређаја је 95 m.

4. Помоћу транзијентне анализе у програму LTspice у временском интервалу од 100 периода сигнала, коришћењем дискретне Фуријеове трансформације са 65536 одбирака, добија се (a) 90 MHz и (б) 170 MHz. Може се искористи и апроксимативна формула према којој је највиша учестаност од интереса приближно  $\frac{1}{\tau}$ , где је  $\tau$  време успонске и силазне ивице. На овај начин добија се (a) 50 MHz и (б) 200 MHz.

## ЗАДАТАК

1. (a) • у смеру  $x$  осе • у смеру  $y$  осе • у смеру  $z$  осе



(B),  
(Г),  
(Д)

