

ИСПИТ ИЗ ЕЛЕКТРОМАГНЕТСКЕ КОМПАТИБИЛНОСТИ

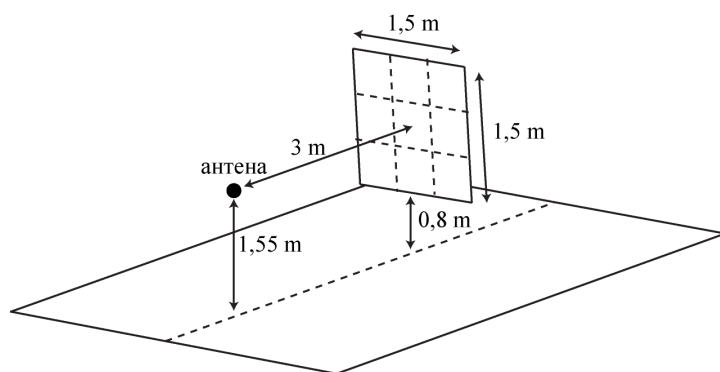
30. мај 2011.

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.

Подаци о кандидату		
Индекс година/број	Презиме и име	
/		
	Питање/Задатак	Укупно
	1.	2.

1. При тестирању имуности уређаја на електромагнетске сметње, предња страна уређаја поставља се на 3 m од предајне антене. Стандардом је прописано да електрично поље мора бити максимално униформно у вертикалној равни, у делу простора на висини 0,8 m од пода 1,5 m у висину и 1,5 m у ширину, као што је приказано на слици 1. Као предајна антена користи се симетрична дипол антена, укупне дужине $l = 1\text{ m}$ и полупречника $r = 5\text{ mm}$. Антена је постављена хоризонтално/вертикално, а њен центар се налази на висини 1,55 m, у односу на под. Мерења је потребно извршити у опсегу учестаности $80\text{ MHz} \leq f \leq 150\text{ MHz}$, са кораком $\Delta f = 10\text{ MHz}$. Задатак решити коришћењем програма AWAS или WIPL-D.

(а) Одредити и скицирати активну снагу генератора потребну да се на растојању 3 m од антене, у слободном простору, у главном правцу зрачења, оствари ефективна вредност електричног поља $E = 3\text{ V/m}$. Снагу рачунати као $P = GU^2$, где је $G = \text{Re}(Y)$, Y је улазна адмитанса антене, а U је ефективна вредност напона идеалног напонског генератора који напаја антену. (б) Израчунати блиско електрично поље у делу простора који је прописан стандардом и одредити максималну и минималну ефективну вредност електричног поља, у слободном простору, на учестаности $f = 100\text{ MHz}$, за електромоторну силу одређену под (а). (в) Поновити претходну тачку, уколико се под моделује савршено проводном равни. (г) Предложити начин за смањивање рефлексije од пода.

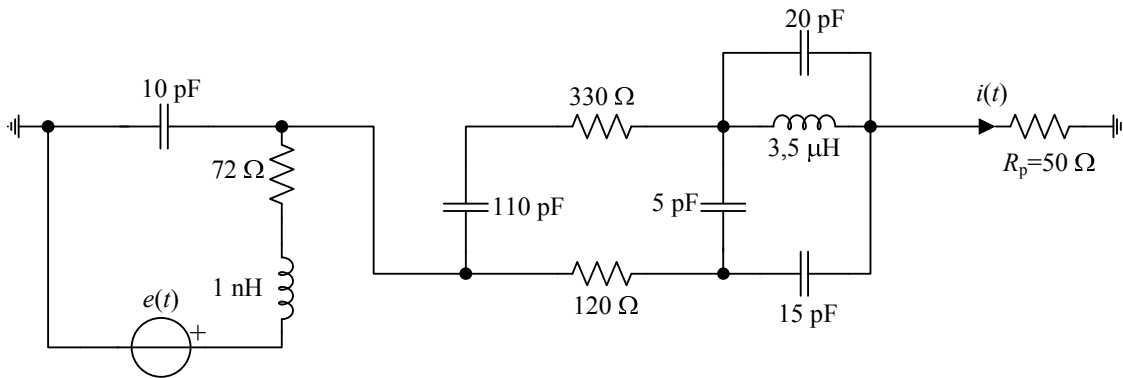


Слика 1.

<p>(а)</p> <div style="text-align: center;"> </div>	<p>(б)</p> <hr/> <p>(в)</p> <hr/> <p>(г)</p>
---	--

2. На слици 2 приказана је еквивалентна електрична шема уређаја (ESD пиштоља) који се користи за генерисање импулса при тестирању имуности на електростатичко пражњење. Напонски генератор, $e(t)$, ствара поворку трапеза успонске ивице $t_r = 1 \text{ ps}$, силазне ивице $t_f = 1 \text{ ps}$, трајања импулса $t_w = 200 \text{ ns}$, периоде $t_{\text{per}} = 500 \text{ ns}$, минималне емс $e_{\text{min}} = 0$ и максималне емс e_{max} . Направити одговарајући модел у програмском пакету pSPICE или MWO. Уколико се користи програм MWO, подесити симулацију са 2000 хармоника. (а) За $e_{\text{max}} = 4 \text{ kV}$, израчунати и скицирати струју кроз потрошач $R_p = 50 \Omega$ који је везан између излаза уређаја и масе за првих 100 ns од почетка импулса. (б) За $e_{\text{max}} = \{2 \text{ kV}, 4 \text{ kV}, 6 \text{ kV}, 8 \text{ kV}\}$, израчунати максималну струју потрошача, i_{max} , време протекло од почетка импулса до тренутка максималне струје, t_{max} , струју потрошача после 30 ns од почетка импулса, $i(t = 30 \text{ ns})$, и струју потрошача после 60 ns од почетка импулса, $i(t = 60 \text{ ns})$. Добијене резултате уписати у приложу табелу. (в) Коришћењем програмског пакета MATLAB израчунати идеализовани облик струјног импулса за

$e_{\text{max}} = 4 \text{ kV}$, дат изразом $i(t) = \frac{I_1}{k_1} \frac{\left(\frac{t}{\tau_1}\right)^n \exp\left(-\frac{t}{\tau_2}\right)}{1 + \left(\frac{t}{\tau_1}\right)^n} + \frac{I_2}{k_2} \frac{\left(\frac{t}{\tau_3}\right)^n \exp\left(-\frac{t}{\tau_4}\right)}{1 + \left(\frac{t}{\tau_3}\right)^n}$, где је $\tau_1 = 1,1 \text{ ns}$, $\tau_2 = 2 \text{ ns}$, $\tau_3 = 12 \text{ ns}$, $\tau_4 = 37 \text{ ns}$, $I_1 = 16,6 \text{ A}$, $I_2 = 9,3 \text{ A}$, $n = 1,8$, $k_1 = \exp\left(-\frac{\tau_1}{\tau_2} \left(n \frac{\tau_2}{\tau_1}\right)^{\frac{1}{n}}\right)$ и $k_2 = \exp\left(-\frac{\tau_3}{\tau_4} \left(n \frac{\tau_4}{\tau_3}\right)^{\frac{1}{n}}\right)$. Упоредити израчунату струју са резултатима из претходних тачака и израчунати апсолутно одступање Δi_{max} , Δt_{max} , $\Delta i(t = 30 \text{ ns})$ и $\Delta i(t = 60 \text{ ns})$.



Слика 2.

(а)

(б)

e_{max} [kV]	i_{max} [A]	t_{max} [ns]	$i(t = 30 \text{ ns})$ [A]	$i(t = 60 \text{ ns})$ [A]
2				
4				
6				
8				

(в)

$\Delta i_{\text{max}} =$

$\Delta t_{\text{max}} =$

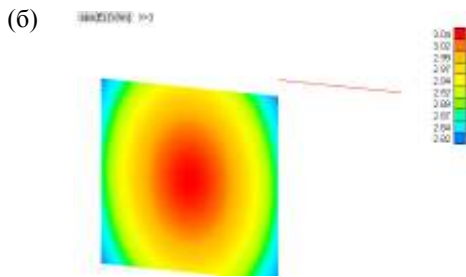
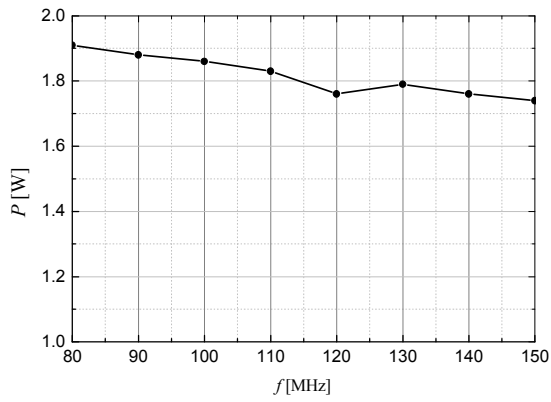
$\Delta i(t = 30 \text{ ns}) =$

$\Delta i(t = 60 \text{ ns}) =$

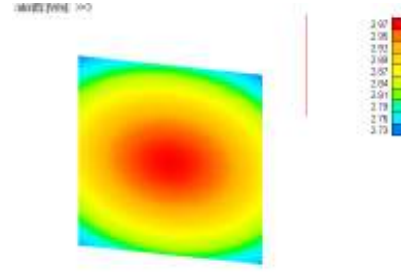
РЕШЕЊА ЗАДАТАКА СА ИСПИТА ИЗ ЕЛЕКТРОМАГНЕТСКЕ КОМПАТИБИЛНОСТИ ОДРЖАНОГ 30. МАЈА 2011.

Решење

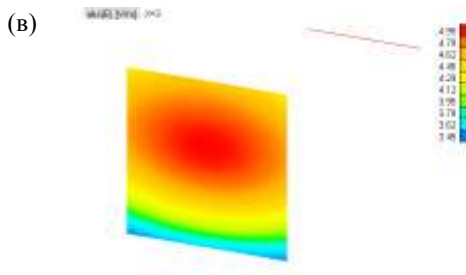
1. (a)



За хоризонтално постављену антену, у слободном простору,
 $E_{\max} \approx 3 \text{ V/m}$, $E_{\min} \approx 2,7 \text{ V/m}$.

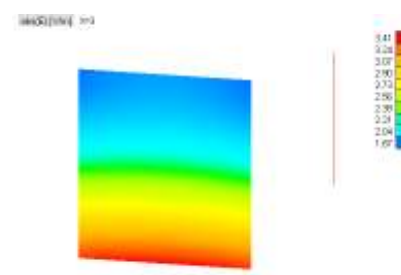


За вертикално постављену антену, у слободном простору,
 $E_{\max} \approx 3 \text{ V/m}$, $E_{\min} \approx 2,7 \text{ V/m}$.



За хоризонтално постављену антену, изнад проводног пода,
WIPL-D: $E_{\max} \approx 5 \text{ V/m}$, $E_{\min} \approx 3,5 \text{ V/m}$,

AWAS: $E_{\max} \approx 5,6 \text{ V/m}$, $E_{\min} \approx 3,9 \text{ V/m}$.

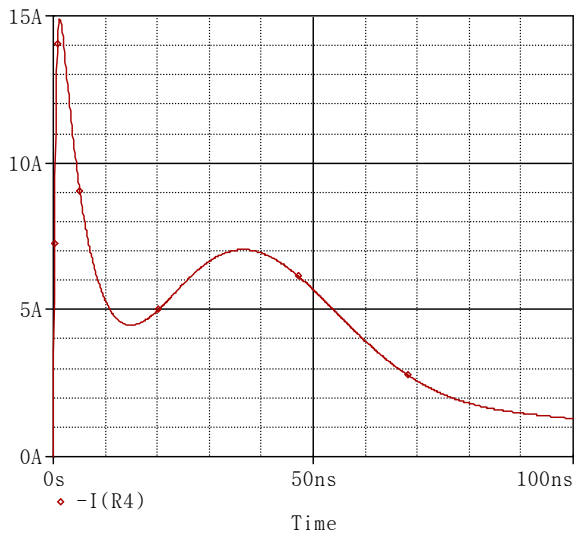


За вертикално постављену антену, изнад проводног пода,
WIPL-D: $E_{\max} \approx 3,4 \text{ V/m}$, $E_{\min} \approx 1,9 \text{ V/m}$,

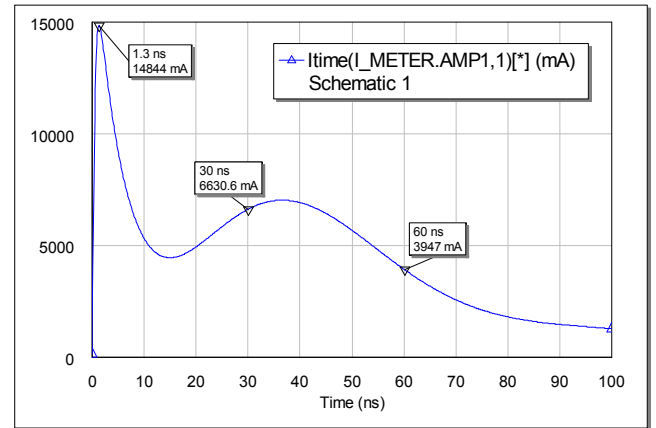
AWAS: $E_{\max} \approx 3,6 \text{ V/m}$, $E_{\min} \approx 1,6 \text{ V/m}$.

(г) Рефлектовани талас је могуће ослабити додавањем апсорбера на поду.

2. (a)



Резултат добијен коришћењем програма рSpice.



Резултат добијен коришћењем програма MWO.

(б)

e_{\max} [kV]	i_{\max} [A]	t_{\max} [ns]	$i(t = 30 \text{ ns})$ [A]	$i(t = 60 \text{ ns})$ [A]
2	7,44	1,3	3,32	1,97
4	14,87	1,3	6,64	3,94
6	22,31	1,3	9,97	5,91
8	29,76	1,3	13,30	7,86

(в)

$$\Delta i_{\max} = 0,04 \text{ A ,}$$

$$\Delta t_{\max} = 0,2 \text{ ns ,}$$

$$\Delta i(t = 30 \text{ ns}) = 1,395 \text{ A ,}$$

$$\Delta i(t = 60 \text{ ns}) = 0,095 \text{ A .}$$

