

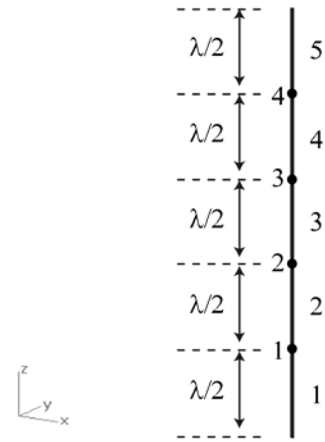
ИСПИТ ИЗ ЕЛЕКТРОМАГНЕТСКЕ КОМПАТИБИЛНОСТИ

27. мај 2009.

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.

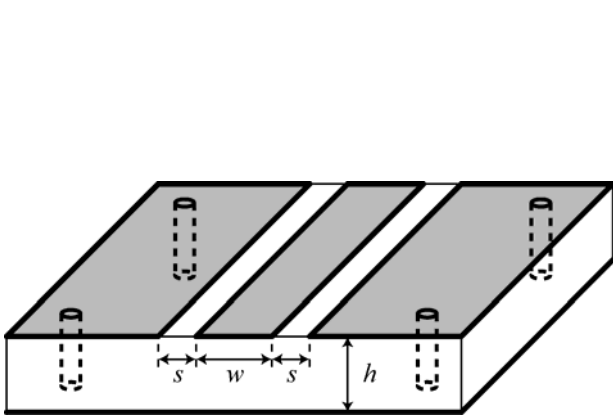
1. У програмском пакету AWAS направити модел ко-ко антене (колинеарног коаксијално напајаног антенског низа) према слици 1. Модел антене се састоји од 5 колинеарно постављених жичаних сегмената. Дужина сваког сегмента је $\lambda/2$, где је λ таласна дужина у слободном простору на радној учестаности. Радна учестаност је $f = 900 \text{ MHz}$. Полупречник жичаних проводника је $r = 1 \text{ mm}$. Између жичаних сегмената налазе се четири струјна генератора, истих ефективних вредности I_0 , референтних смерова и почетних фаза. Сви генератори су укључени истовремено. (а) Скицирати дијаграм зрачења антене ($g/g_{\text{max}} [\text{dB}]$) у равни у којој се налази антена. (б) Израчунати I_0 тако да је укупна израчена снага $P = 16/32/48 \text{ W}$ (образложити како је I_0 рачунато). (в) Скицирати зависност ефективне вредности електричног поља у главном правцу зрачења за $0,1 \leq r \leq 20 \text{ m}$, где је r одстојање од центра антене. (г) Уколико је стандардима електромагнетске компатибилности предвиђено да ефективна вредност електричног поља не сме прећи $E_1 = 20 \text{ V/m}$, односно $E_2 = 3 \text{ V/m}$, за I_0 одређено под (б) израчунати на ком одстојању од антене су задати стандарди задовољени.



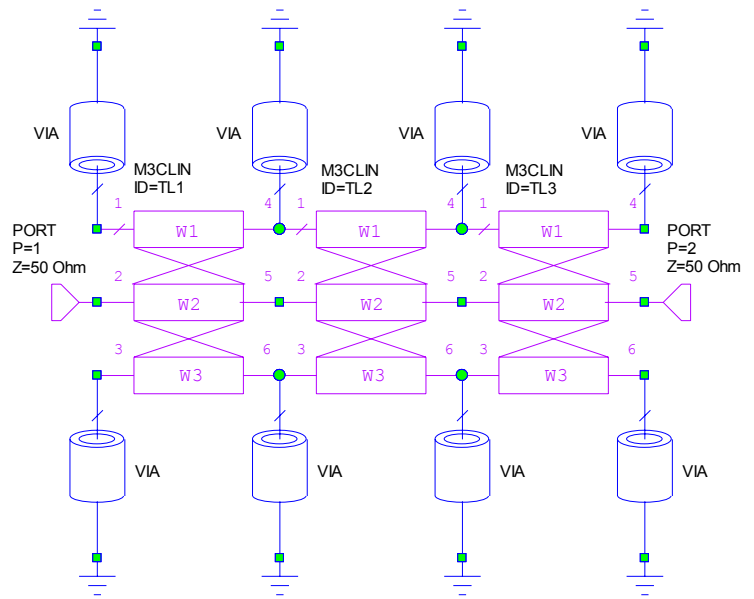
Слика 1.

<p>(а)</p>	<p>(в)</p>
(б)	(г)

2. Дата је подлога FR4 дебљине $h = 0,5 \text{ mm}$, релативне пермитивности $\epsilon_r = 4,4$ и тангенса угла губитака $\text{tg}\delta = 0,02$. Дебљина метализације је $t = 17 \mu\text{m}$. (а) Израчунати ширину траке w уземљеног копланарног вода (grounded coplanar waveguide), слика 2, за одстојање траке од уземљених делова $s = 100 \mu\text{m}$, тако да карактеристична импеданса вода буде $Z_c = 50 \Omega$. (б) Направити модел 50-омског копланарног вода са вијама, у програмском пакету MWO, који се састоји од три секције спрегнутих микротракастих водова (M3CLIN) према слици 3. Дужина сваке секције је $l = 30 \text{ mm}$. Спољашњи водови сваке секције су два пута шири од средишње траке. Пречник вије је $0,6 \text{ mm}$. Израчунати и скицирати преносну карактеристику ($s_{21}[\text{dB}]$) у опсегу учестаности $0,1 \leq f \leq 7 \text{ GHz}$ са кораком 10 MHz или мањим. (в) На основу резултата из претходне тачке одредити до које учестаности се овакав вод може користити за пренос сигнала. Израчунати однос дужине једне секције вода, l , и таласне дужине на воду за најнижу учестаност на којој се сигнал не може пренети водом, λ_g . (г) Уколико је укупна дужина вода $l_{\text{tot}} = 150/175/200 \text{ mm}$, израчунати минималан број идентичних секција тако да се водом може преносити сигнал до учестаности $f_1 = 2 \text{ GHz}$. (д) Направити модел вода са бројем секција израчунатим под (г) и скицирати $s_{21}[\text{dB}]$ на претходно нацртаном графику.



Слика 2.



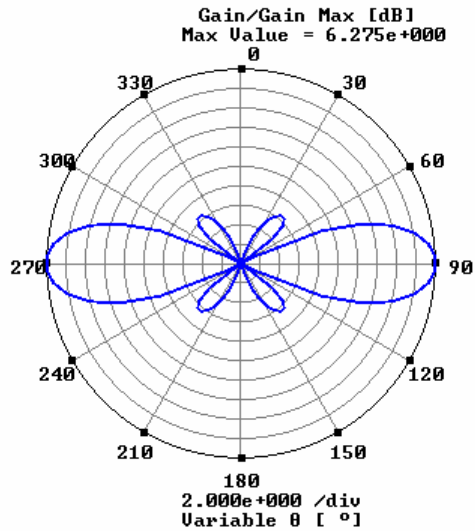
Слика 3.

<p>(а) $w =$</p>	<p style="text-align: center;">(б, д)</p>
<p>(в)</p> <p>$f_{\text{max}} =$</p> <p>$\frac{l}{\lambda_g} =$</p>	
<p>(г) Минималан број секција је $n =$</p>	

РЕШЕЊА ЗАДАТАКА СА ИСПИТА ИЗ ЕЛЕКТРОМАГНЕТСКЕ КОМПАТИБИЛНОСТИ ОДРЖАНОГ 27. МАЈА 2009.

Решење

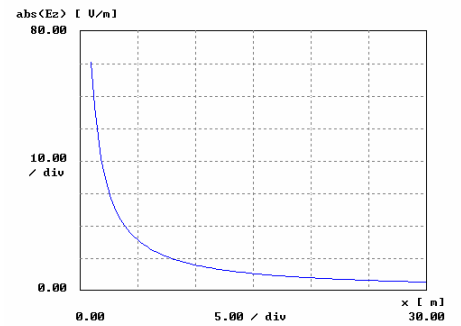
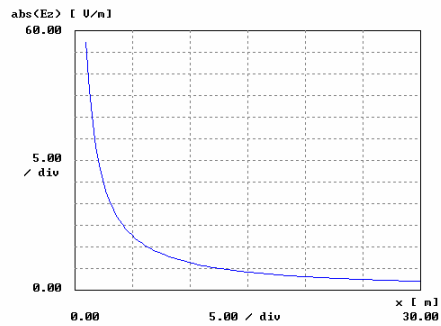
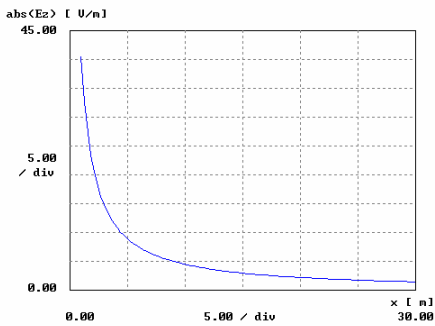
1.



(a) Дијаграм зрачења антене у равни антене.

(б) $I_0 = 68 \text{ mA}$ ($P = 16 \text{ W}$), $I_0 = 96 \text{ mA}$ ($P = 32 \text{ W}$), $I_0 = 118 \text{ mA}$ ($P = 48 \text{ W}$) уколико се узме израчена снага рачуната програмом AWAS. Уколико се снага рачуна као $P \approx 4R_{11}I_0^2$ добијају се око 10% веће ефективне вредности струје.

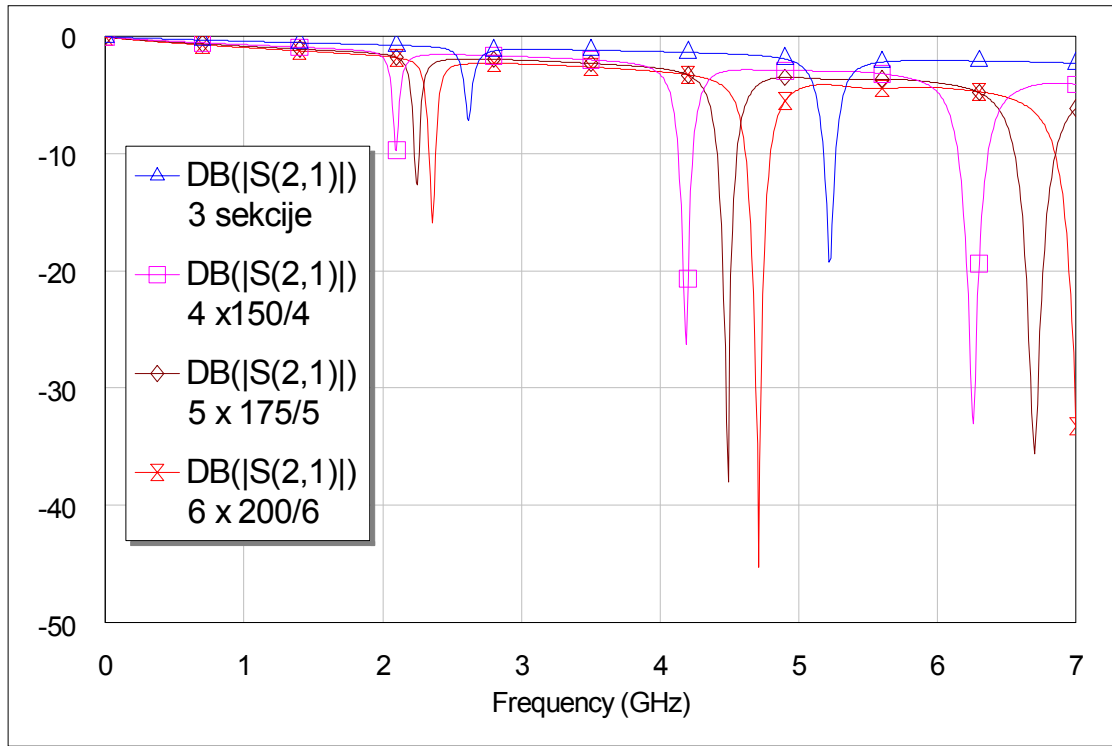
(в) Ефективна вредност електричног поља у функцији растојања је



(г) $P = 16 \text{ W} \Rightarrow r_1 \geq 2,5 \text{ m}, r_2 \geq 15 \text{ m}$, $P = 32 \text{ W} \Rightarrow r_1 \geq 3 \text{ m}, r_2 \geq 20 \text{ m}$, $P = 48 \text{ W} \Rightarrow r_1 \geq 4 \text{ m}, r_2 \geq 27 \text{ m}$.

2. (a) $w = 0,467 \text{ mm}$.

(б, д)



(в) Са слике се види да у случају 3 секције при учестаности $f_{\max} = 2,62 \text{ GHz}$ слабљење постаје велико. $\frac{l}{\lambda_g} = 0,5$.

$$(г) \lambda_g = \frac{c_0}{f \sqrt{\epsilon_{r \text{ eff}}}} \approx 76 \text{ mm}, n_{\min} = \left\lceil 2 \frac{l_{\text{tot}}}{\lambda_g} \right\rceil, l = l_{\text{tot}} / n_{\min} \cdot n_{\min} |_{l_{\text{tot}}=150 \text{ mm}} = 4, n_{\min} |_{l_{\text{tot}}=175 \text{ mm}} = 5, n_{\min} |_{l_{\text{tot}}=200 \text{ mm}} = 6.$$

- РЕЗУЛТАТИ ИСПИТА БИЋЕ ОБЈАВЉЕНИ ДО 27. МАЈА У 14:30 ЧАСОВА.
- УВИД У ЗАДАТКЕ И УПИСИВАЊЕ ОЦЕНА:
27. МАЈА ОД 14:30 ДО 15:00 ЧАСОВА, ЛАБОРАТОРИЈА 63.