

ИСПИТ ИЗ ЕЛЕКТРОМАГНЕТСКЕ КОМПАТИБИЛНОСТИ

11. јун 2021.

Напомена. Испит траје 120 минута. Дозвољена је употреба литературе и рачунара. Коначне одговоре уписати у одговарајуће кућице, уцртати у дате дијаграме или заокружити један од понуђених одговора. Попунити податке о кандидату у следећој табели. Сваки задатак носи по 10 поена.

Подаци о кандидату		Питање/Задатак				Укупно
Индекс година/број	Презиме и име	(1)	(2)	(3)	(4)	
/						

1. Правоугаона левак антена (енглески: horn antenna) постављена је у простору у којем постоји раван униформан линеарно поларизован простопериодичан ТЕМ талас учестаности 900 MHz. Антена је оријентисана тако да је пријем максималан. Максимално погонско појачање антене је 9 dBi на учестаности 900 MHz. Антена је повезана на мерни пријемник, унутрашње отпорности $R_p = 50 \Omega$, коаксијалним водом дужине $L = 3 \text{ m}$, подужног слабљења $a = 0,2 \text{ dB/m}$ и карактеристичне импедансе $Z_c = 50 \Omega$. Губици на конекторима су занемарљиви. Мерним пријемником измерена је средња снага $P = -55 \text{ dBm}$.

- (a) Израчунати антенски фактор дате антене.
- (б) Израчунати ефективну вредност интензитета електричног поља на месту пријемне антене.
- (в) Израчунати показивање мерног пријемника, уколико се за описано мерење користи левак антена максималног погонског појачања 11 dBi, док су сви остали наведени подаци о мерној поставци непромењени.

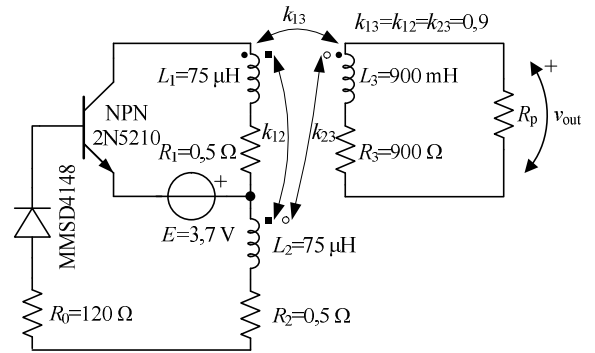
(a)
(б)
(в)

2. На слици 2.1 приказана је шема уређаја за генерисање поворке импулса високог напона. Идеални напонски генератор E има сталну електромоторну силу $3,7 \text{ V}$, укључује се у тренутку $t_1 = 100 \mu\text{s}$, а искључује се у тренутку $t_2 = 5 \text{ s}$. Направити одговарајући модел у програму LTspice. Параметри свих елемената дати су на шеми.

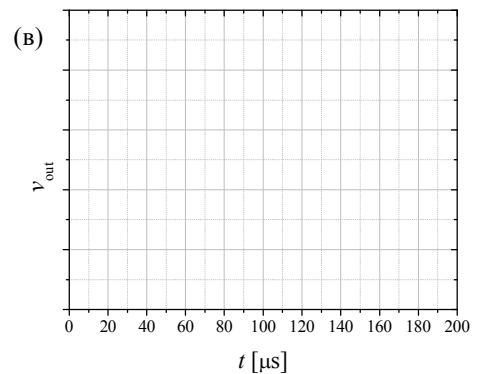
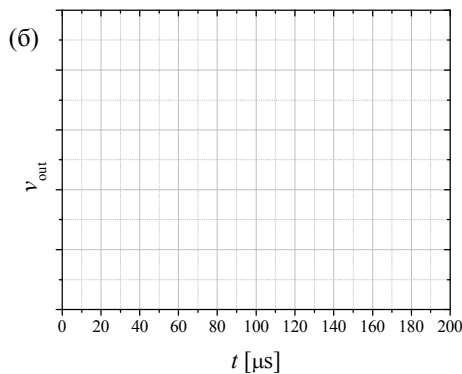
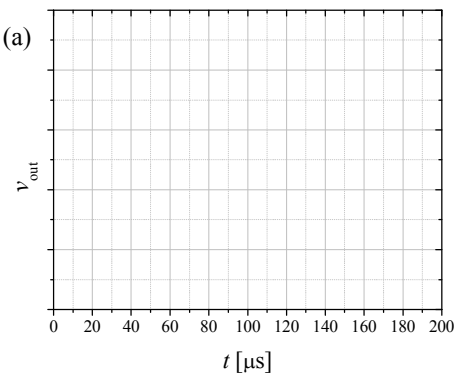
- (a) Уколико су крајеви на излазу уређаја отворени ($R_p \geq 1 \text{ G}\Omega$) израчунати напон на излазу $v_{\text{out}}(t)$ у интервалу $0 \leq t \leq 200 \mu\text{s}$, скицирати тај напон, на графику означити максималну вредност напона и учестаност појављивања импулса.

- (б) Поновити претходну тачку уколико је $R_p = 50 \Omega$.

- (в) Поновити тачку (a) уколико се смер мотања жице од које је начињен калем L_1 промени. Сматрати да су сва три калема намотана на исто језгро.



Слика 2.1.

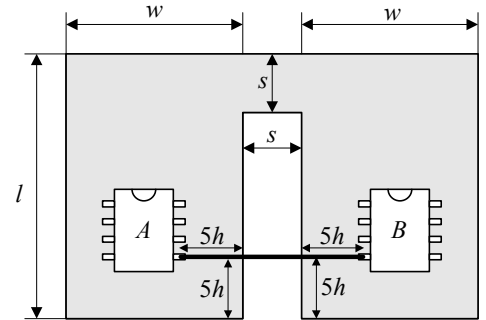


3. Два чипа, A и B , имају пинове који су спојени проводником који прелази изнад процепа у проводној равни, као што је приказано на слици 3.1. Димензије кола су $l = 50 \text{ mm}$, $w = 40 \text{ mm}$, $s = 1 \text{ mm}$, а висина (супстрата) на којој су постављени чипови и проводник за повезивање је $h = 1 \text{ mm}$. Сматрати да је пермитивност супстрата једнака пермитивности ваздуха. Направити модел проводне равни и проводника који спаја чипове у програму WIPL-D (није потребно моделовати чипове). Поставити генератор између проводне равни и пина чипа A , а кратак спој између проводне равни и краја проводника код пина чипа B . Радна учестаност је 200 MHz . Проводник и спојеве ка проводној равни моделовати жицама полупречника $r_w = 0,1 \text{ mm}$. Сви проводници у моделу имају специфичну проводност 58 MS/m . У програму подесити Edit>Options>Advanced {Precision>double, Minimum order=3}.

(а) Израчунати 3D дијаграм зрачења и са њега очитати максимално усмерено појачање.

(б) Попунити процеп проводником, израчунати 3D дијаграм зрачења и очитати максимално усмерено појачање.

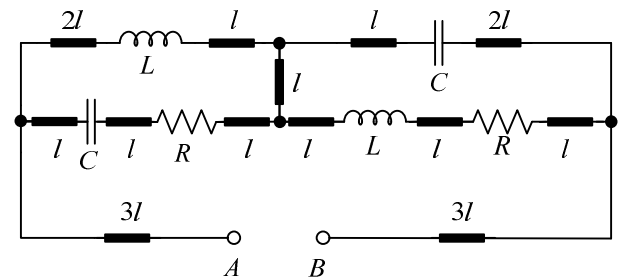
(в) Уколико процеп у проводној равни мора да постоји, предложити и скицирати решење којим се максимално зрачење смањује за бар 10 dB у односу на тачку (а), направити одговарајући WIPL-D модел, израчунати 3D дијаграм зрачења и очитати максимално усмерено појачање.



Слика 3.1.

(а)	(б)	(в)
-----	-----	-----

4. У мрежи приказаној на слици 4.1 познато је $R = 10 \Omega$, $L = 5 \mu\text{H}$ и $C = 100 \text{ nF}$. Мрежа је направљена на подлози висине $h = 0,5 \text{ mm}$ и релативне пермитивности $2,94$. Проводници за повезивање елемената, приказани на слици дебљим линијама, представљају "врући" проводник микротракастог вода карактеристичне импедансе $Z_c = 50 \Omega$. Дужине проводника су l , $2l$ и $3l$. Направити модел кола у програму MWO.



Слика 4.1.

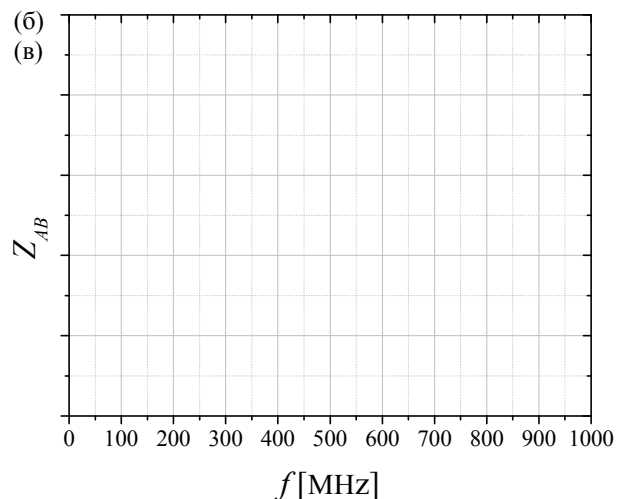
(а) Израчунати ширину трага проводника за повезивање, w .

(б) Уколико је $l = 0$, израчунати модул комплексне импедансе мреже $Z_{AB}(f)$ у функцији учестаности f , где је $0 \leq f \leq 1 \text{ GHz}$. Скицирати ту комплексну импедансу на приложеном графику.

(в) Уколико је $l = 1 \text{ mm}$, поновити тачку (б) и скицирати резултат на истом графику.

(г) На основу разлике резултата под (б) и (в) проценити учестаност изнад које Кирхофови закони више не важе за ово коло. Критеријум је да се импедансе разликују за више од 10% .

(а)
(г)



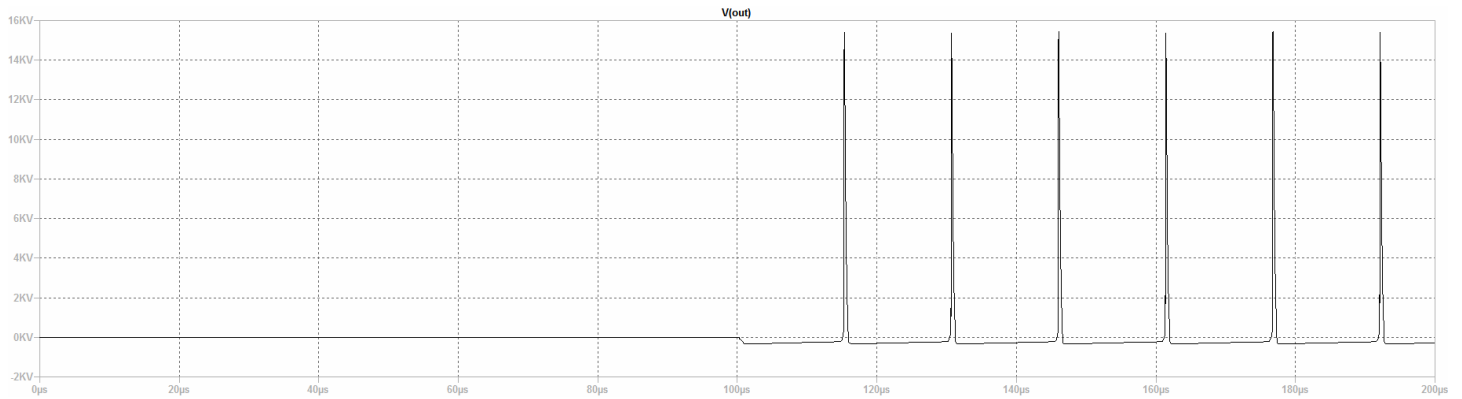
РЕШЕЊА ЗАДАТАКА СА ИСПИТА ИЗ ЕЛЕКТРОМАГНЕТСКЕ КОМПАТИБИЛНОСТИ ОДРЖАНОГ 11. ЈУНА 2021.

1. (a) $AF = 20,29 \text{ dB(1/m)}$ на учестаности 900 MHz .

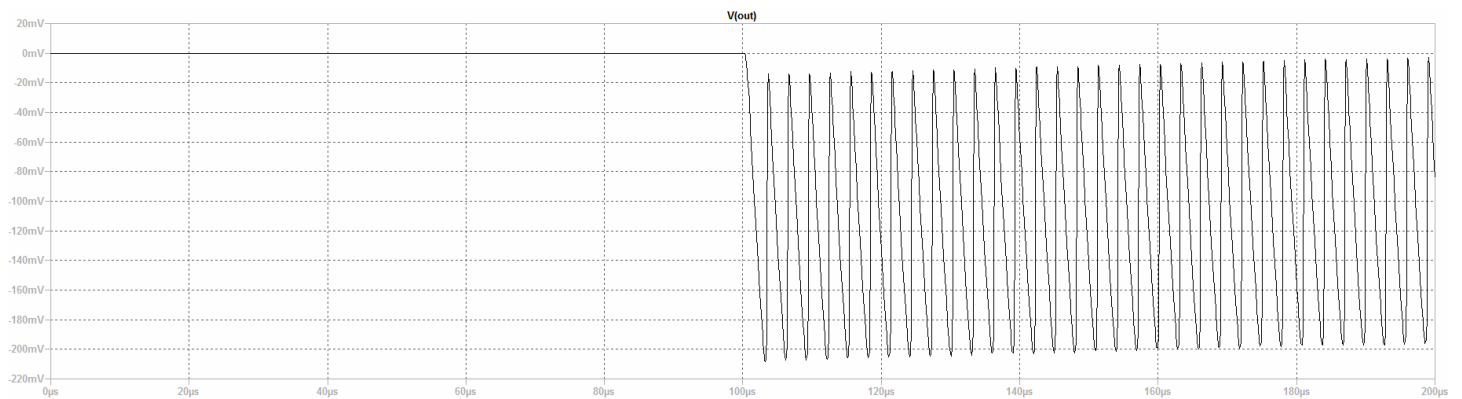
(б) $E = 4,41 \text{ mV/m}$ или $E = 72,88 \text{ dB}\mu\text{V/m}$.

(в) $P' = -53 \text{ dBm}$.

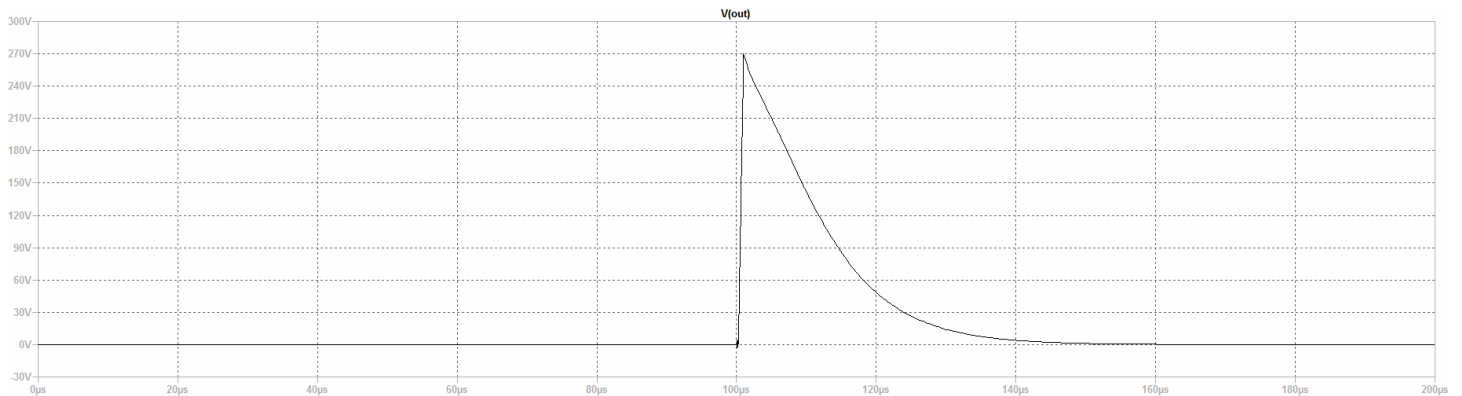
2. (a) Максимална вредност напона је око $15,5 \text{ kV}$, а учестаност импулса је око 65 kHz . Тренутна вредност напона на излазу је приказана на слици испод.



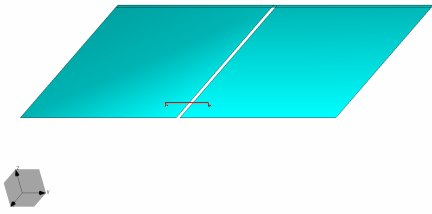
(б) Максимална вредност напона је око 0 V , а учестаност импулса је око 340 kHz и уређај не генерише импулсе високог напона. Тренутна вредност напона на излазу је приказана на слици испод.



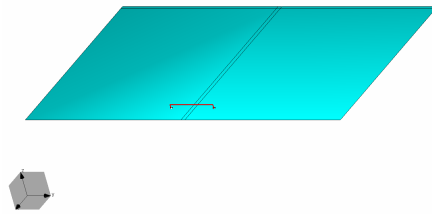
(в) Максимална вредност напона је око 270 V , а уређај генерише само један импулс те се не може дефинисати учестаност. Тренутна вредност напона на излазу је приказана на слици испод.



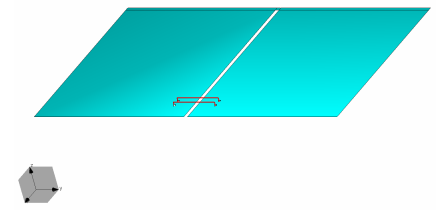
3. WIPL-D модели су приказани на сликама испод. У тачки под (в) једно могуће решење је да се направи прелаз (кратак спој) између делова масе преко процепа (енглески: bridge) близу проводника који спаја пинове чипова.



Модел за тачку (а).

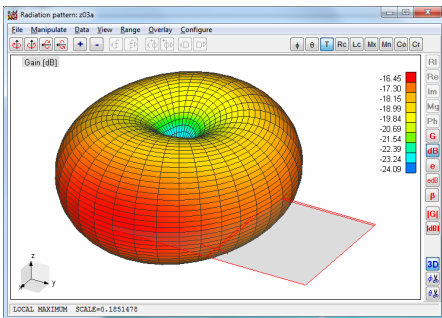


Модел за тачку (б).

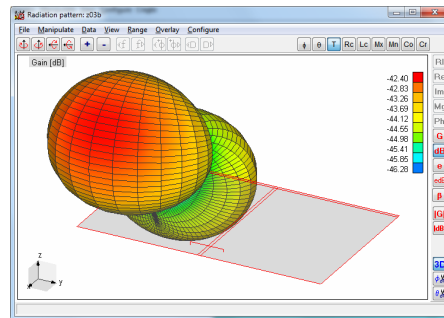


Модел за тачку (в).

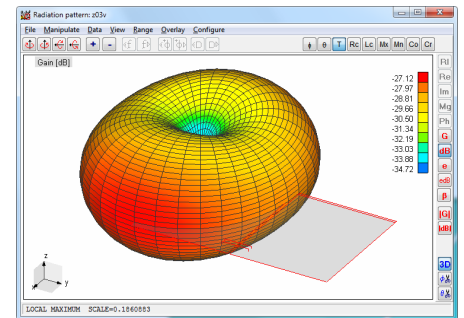
Дијаграми зрачења су приказани на сликама испод. Максималне вредности усмереног појачања у случајевима (а), (б) и (в) су редом $-16,45 \text{ dBi}$, $-42,40 \text{ dBi}$ и $-27,12 \text{ dBi}$.



Дијаграм зрачења модела за тачку (а).



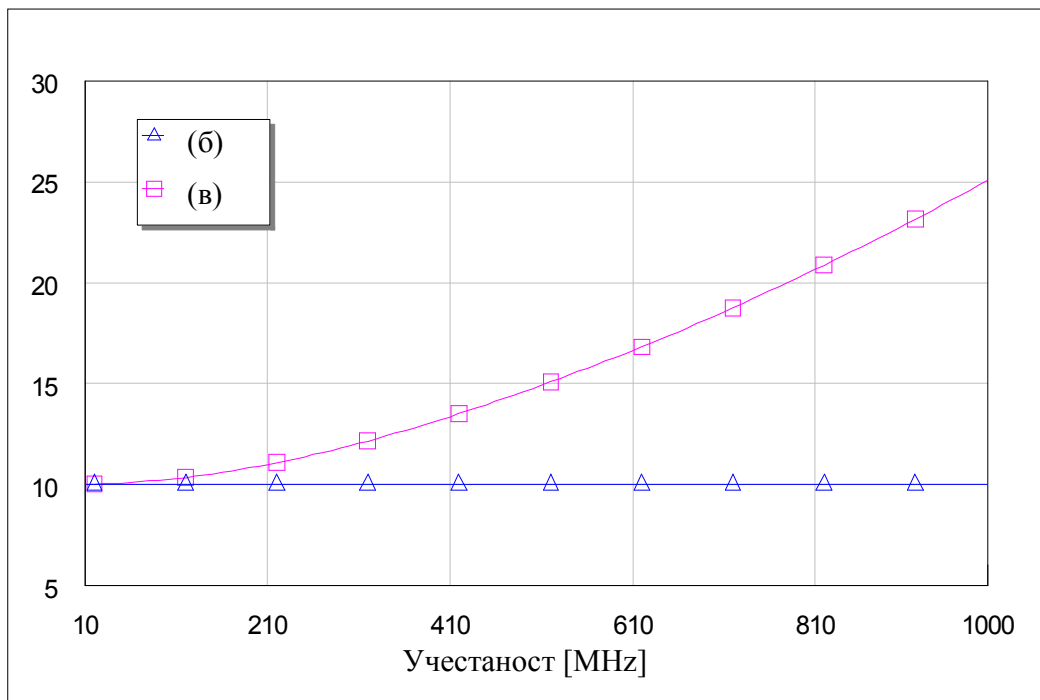
Дијаграм зрачења модела за тачку (б).



Дијаграм зрачења модела за тачку (в).

4. (а) $w = 1,237 \text{ mm}$.

(б) и (в) Резултати су приказани на слици испод.



(г) Изнад 210 MHz Кирхофови закони више не важе за ово коло.