

ИСПИТ ИЗ МИКРОТАЛАСНЕ ТЕХНИКЕ

21. јануар 2015.

Напомене. Испит траје 180 минута. Није дозвољено напуштање сале 60 минута од почетка испита. Писати искључиво хемијском оловком. Дозвољена је употреба литературе и непрограмабилних калкулатора. Питања радити искључиво на овоме папиру, а задатке искључиво у вежбанци и евентуално у Смитовим дијаграмима, који се морају заједно предати. Коначне одговоре на питања и тражена извођења уписати у одговарајуће кућице, учртати у дијаграме или заокружити понуђене одговоре. Одговори без извођења се неће признати. Свако питање носи по 5 поена, а задатак по 20 поена.

Попунити податке о кандидату у следећој табели. Исте податке написати и на омоту вежбанке.

ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ (попуњава кандидат)												
Индекс година/број		Презиме и име										
/											ПРЕДИСПИТНО	УКУПНО ПОЕНА
ПИТАЊА						ЗАДАЦИ			ИСПИТ	ОЦЕНА		
1.	2.	3.	4.	5.	6.	Укупно	1.	2.			Укупно	

ПИТАЊА

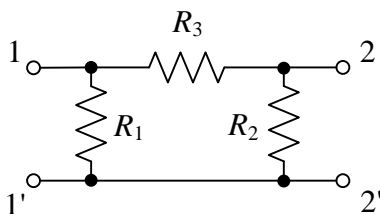
1. Правоугаони таласовод 153 IEC-R100, дужине $l=1\text{ m}$ и занемарљивих губитака, испуњен ваздухом, побуђује се импулсно модулисаним сигналом. Учестаност носиоца је $f=10\text{ GHz}$. Израчунати време простирања импулса дуж таласовода.

2. (а) Које Декартове компоненте има Поинтингов вектор доминантног типа таласа у правоугаоном таласоводу? (б) Какве су те компоненте (чисто реалне, чисто имагинарне или комплексне) ако је радна учестаност изнад критичне? (в) Какве су те компоненте ако је радна учестаност испод критичне? Губици у таласоводу су занемарљиви, а таласовод је испуњен ваздухом.

(а)	(б)	(в)
-----	-----	-----

3. Димензије таласоводне резонантне шупљине у облику паралелепипеда су $a=6\text{ m}$, $b=5\text{ m}$ и $d=8\text{ m}$. Средина је ваздух. Израчунати најнижу резонантну учестаност ове шупљине.

4. (а) Израчунати параметре расејања резистивног π -четворопола приказаног на слици ако је $R_1=R_2=300\ \Omega$ и $R_3=200\ \Omega$, а номиналне импедансе приступа су $Z_0=150\ \Omega$. (б) Шта представља ова мрежа?



(а)	(б)
-----	-----

5. Које се полупроводничке диоде могу употребити у конструкцији микроталасних осцилатора?

6. Микроталасни линк на учестаности $f = 5,5 \text{ GHz}$ остварен је помоћу идентичних антена чије је појачање $g = 23 \text{ dBi}$. Антене су постављене на растојању од $r = 10 \text{ km}$ тако да је пренос снаге максималан. Предајна антена се напаја снагом $P_0 = 1 \text{ W}$. Израчунати снагу пријемника прилагођеног на пријемну антену.

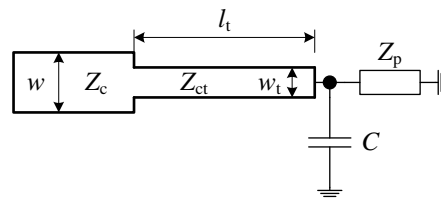
ЗАДАЦИ

1. Дат је микротракасти вод ширине траке $w = 1,86 \text{ mm}$, дебљине подлоге $h = 0,6 \text{ mm}$ начињене од тefлона, релативне пермитивности $\epsilon_r = 2,2$,

као на слици. Вод је везан за потрошач импедансе $Z_p = \frac{250}{13}(1 + j5) \Omega$

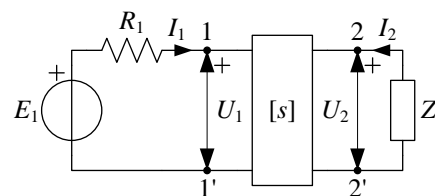
преко кола за прилагођење које се састоји од четвртталасног трансформатора и кондензатора везаног паралелно потрошачу. Радна учестаност је $f = 1,2 \text{ GHz}$. (а) Израчунати капацитивност кондензатора.

(б) Израчунати карактеристичну импедансу (Z_{ct}), ширину траке (w_t) и дужину (l_t) четвртталасног трансформатора.



2. Параметри расејања симетричне и реципрочне мреже са два приступа су $s_{11} = -0,2(2 + j)$ и $s_{21} = 0,2(3 - j)$. Номиналне импедансе оба приступа су $Z_0 = 50 \Omega$.

На први приступ је прикључен реални напонски генератор комплексне електромоторне силе $\underline{E}_1 = 1 \text{ V}$ и унутрашње отпорности $R_1 = 10 \Omega$, а на други приступ је прикључен пријемник импедансе $Z_2 = -j25 \Omega$, као на слици. Израчунати комплексну струју другог приступа, \underline{I}_2 .



ОДГОВОРИ НА ПИТАЊА И РЕШЕЊА ЗАДАТКА СА ИСПИТА ИЗ МИКРОТАЛАСНЕ ТЕХНИКЕ, ОДРЖАНОГ 21. ЈАНУАРА 2015. ГОДИНЕ

ПИТАЊА

1. Димензије попречног пресека таласовода су (видети уџбеник, таблица 5.1) $a = 22,86 \text{ mm}$ и $b = 10,16 \text{ mm}$. У таласоводу се може простирати само доминантни тип таласа, чија је критична учестаности $f_c = \frac{c}{2a} = 6,557 \text{ GHz}$ (видети уџбеник,

одељак 5.2.1). Групна брзина је $c_g = c \sqrt{1 - \left(\frac{f_c}{f}\right)^2} = 2,2635 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ (видети уџбеник, одељак 2.3), па је време простирања модулисаног сигнала $t = l/c_g = 4,418 \text{ ns}$.

2. (а) Електрично поље има само y -компоненту (E_y), а магнетско има x -компоненту (H_x) и z -компоненту (H_z). Компоненте H_x и E_y дају z -компоненту Поинтинговог вектора (\mathcal{P}_z), а H_z и E_y дају x -компоненту Поинтинговог вектора (\mathcal{P}_x). Компоненте H_z и E_y су увек у квадратури, па је \mathcal{P}_x увек чисто имагинарно. (б) Компоненте H_x и E_y су у фази, па је \mathcal{P}_z чисто реално, што одговара преносу снаге дуж таласовода изнад критичне учестаности. (в) Компоненте H_x и E_y су у квадратури, па је \mathcal{P}_z чисто имагинарно. Талас се не простира, већ експоненцијално слаби, па нема преноса снаге дуж таласовода. Видети уџбеник, одељак 5.2.1.

3. Најнижа резонантна учестаност је $f_{\text{tmp}} = \frac{1}{2\sqrt{\epsilon\mu}} \sqrt{\left(\frac{m}{a}\right)^2 + \left(\frac{n}{b}\right)^2 + \left(\frac{p}{d}\right)^2} = 31,23 \text{ MHz}$ за $m = p = 1$ и $n = 0$. Видети уџбеник, поглавље 7.

4. (а) Матрица расејања је $[s] = \frac{1}{3} \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix}$. (б) Мрежа је прилагођени атенуатор, слабљења $9,54 \text{ dB}$.

5. Као главни елементи микроталасних осцилатора могу се употребити тунел диода, ган диода и IMPATT диода. Видети уџбеник, поглавље 10.

6. На основу Фриисове формуле (видети уџбеник, одељак 12.5.2), ниво снаге пријемника је $10 \log_{10} P_p [\text{dBm}] = 10 \log_{10} P_0 [\text{dBm}] - 22 \text{ dB} - 20 \log_{10} \frac{r}{\lambda} \text{ dB} + 2g [\text{dBi}] = -51,3 \text{ dBm}$, односно $P_p = 7,5 \text{ nW}$.

ЗАДАЦИ

1. (а) Капацитивност кондензатора је $C = -\frac{B_p}{2\pi f} = 1,33 \text{ pF}$, где је $B_p = -10 \text{ mS}$ сусцептанса пријемника. (б) На основу формула за анализу микротракастог вода, карактеристична импеданса вода је $Z_c = 50 \Omega$, одакле је карактеристична импеданса четвртталасног трансформатора $Z_{ct} = \sqrt{Z_c/G_p} = 50\sqrt{10} \Omega$, где је $G_p = 2 \text{ mS}$ кондуктанса пријемника. Користећи се формулама за синтезу микротракастог вода, добија се ширина траке четвртталасног трансформатора $w_t = 0,154 \text{ mm}$, одакле се, помоћу формула за анализу микротракастог вода, одређују ефективна релативна пермитивност $\epsilon_{\text{ret}} = 1,7$, таласна дужина $\lambda_{\text{gt}} = 191,6 \text{ mm}$ и дужина $l_t = \lambda_{\text{gt}}/4 = 47,9 \text{ mm}$ четвртталасног трансформатора.

2. Импедансни параметри двопортне, симетричне и реципрочне мреже су $\underline{z}_{11} = \underline{z}_{22} = 25(1-j) \Omega$ и $\underline{z}_{12} = \underline{z}_{21} = 25(1-j) \Omega$ (y -матрица мреже је сингуларна). Решавањем система једначина $\underline{U}_1 = \underline{z}_{11}\underline{I}_1 + \underline{z}_{12}\underline{I}_2$, $\underline{U}_2 = \underline{z}_{21}\underline{I}_1 + \underline{z}_{22}\underline{I}_2$, $\underline{U}_1 = \underline{E}_1 - R_1\underline{I}_1$ и $\underline{U}_2 = -\underline{Z}_2\underline{I}_2$, по \underline{U}_1 , \underline{U}_2 , \underline{I}_1 и \underline{I}_2 , одређујемо $\underline{I}_2 = -\frac{40}{3}(1+j2) \text{ mA}$.

- РЕЗУЛТАТИ ИСПИТА ЋЕ БИТИ ОБЈАВЉЕНИ ДО 21. ЈАНУАРА У 16:30 ЧАСОВА.
- УВИД У ЗАДАТКЕ И УПИС ОЦЕНА ЈЕ 21. ЈАНУАРА ОД 16:30 ДО 17:00 ЧАСОВА, У СОБИ 95.

Са предмета Микроталасна техника