

# ИСПИТ ИЗ МИКРОТАЛАСНЕ ТЕХНИКЕ

7. фебруар 2017.

**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.

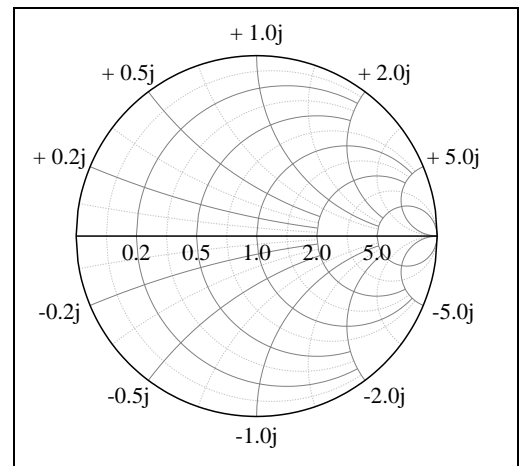
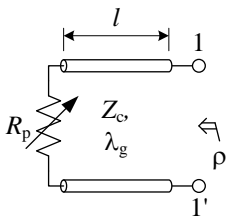
**Попунити податке о кандидату у следећој табели. Исте податке написати и на омоту вежбанке.**

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 ИЕС-R220 (WR-42), дужине  $l = 1 \text{ m}$  и занемарљивих губитака, испуњен ваздухом, побуђује се импулсно модулисаним сигналом. Учестаност носиоца је  $f = 20 \text{ GHz}$ . Израчунати време простирања импулса дуж таласовода.

**2.** Мрежа са једним приступом, приказана на слици, састоји се од отпорника променљиве отпорности  $50 \Omega \leq R_p \leq 250 \Omega$  и вода променљиве дужине  $\lambda_g \leq l \leq 2\lambda_g$  ( $\lambda_g$  је таласна дужина дуж вода). Ако је карактеристична импеданса вода  $Z_c = 50 \Omega$ , у приложеном Смитовом дијаграму скицирати геометријско место тачака комплексног коефицијента рефлексије који се може остварити овом мрежом.



**3.** Унутрашњи полупречник спољашњег проводника коаксијалног вода је  $b = 3,175 \text{ mm}$ , полупречник унутрашњег проводника је  $a = 0,519 \text{ mm}$ , а диелектрик је тefлон ( $\epsilon_r = 2,1$ ). (а) Израчунати карактеристичну импедансу овог вода. (б) У ком опсегу учестаности се дуж овог вода простира само ТЕМ тип таласа?

(а)	(б)
-----	-----

4. Модул  $s$ -матрице усмереног спрежњака је  $|s| = \begin{bmatrix} 0,01 & 0,8 & 0,02 & 0,55 \\ 0,8 & 0,01 & 0,55 & 0,02 \\ 0,02 & 0,55 & 0,01 & 0,8 \\ 0,55 & 0,02 & 0,8 & 0,01 \end{bmatrix}$ . Израчунати (а) унето слабљење, (б) спрегу,

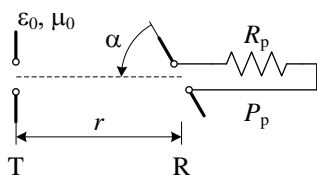
(в) изолацију, (г) неприлагођење и (д) и усмереност (директивност) овог спрежњака.

(а)
(б)
(в)
(г)
(д)

5. (а) Који се полупроводник најчешће употребљава за прављење ган диода? (б) Да ли ова диода може да се направи од силицијума? Образложити одговор.

(а)	(б)
-----	-----

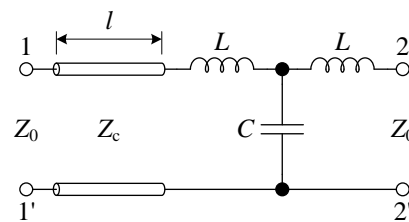
6. Предајни (Т) и пријемни (R) полуталасни диполи налазе се у вакууму на великом међусобном растојању  $r$ , као што је приказано на слици. Диполи леже у равни цртежа, оса предајног дипола управна је на правац према пријемном диполу, а оса пријемног дипола са правцем према предајном диполу заклапа угао  $\alpha = \pi/3$ . На пријемни дипол прикључен је пријемник  $R_p = 50 \Omega$  коме пријемна антена предаје снагу  $P_p = 1 \text{ nW}$ . Ако је могуће мењати оријентацију пријемног дипола ( $0 \leq \alpha \leq \pi$ ), (а) за колико  $\alpha$  ће се пријемнику предати максимална могућа снага? (б) Колика је та снага?



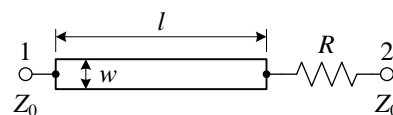
(а)	(б)
-----	-----

### ЗАДАЦИ

1. У мрежи на слици индуктивност калема је  $L = 50 \text{ nH}$ , карактеристична импеданса ваздушног двојичног вода је  $Z_c = 50 \Omega$ , а дужина вода је  $l = 150\pi \text{ mm}$ . Први приступ чине пар крајева 1-1', а други приступ пар крајева 2-2'. Номиналне импедансе приступа су  $Z_0 = 50 \Omega$ , а радна учестаност је  $f = \frac{1}{2\pi} \text{ GHz}$ . (а) Одредити капацитивност кондензатора  $C$  тако да мрежа буде прилагођена, а (б) затим одредити  $s$ -параметре ове мреже.



2. Горња страна мреже реализоване у микротракастој технологији приказана је на слици. Дебљина супстрата је  $h = 0,76 \text{ mm}$ , а релативна пермитивност је  $\epsilon_r = 3,5$ . Микротракасти вод је дугачак  $l = 13,1 \text{ mm}$  и широк  $w = 0,434 \text{ mm}$ . Отпорност отпорника је  $R = 50 \Omega$ . Номиналне импедансе приступа су  $Z_0 = 50 \Omega$ . Израчунати  $s$ -параметре ове мреже на учестаности  $f = 2,4 \text{ GHz}$ . Приступ (порт) мреже чини чвор са одговарајућим индексом и тачка нултог потенцијала (маса). Занемарити утицај дисконтинуитета.



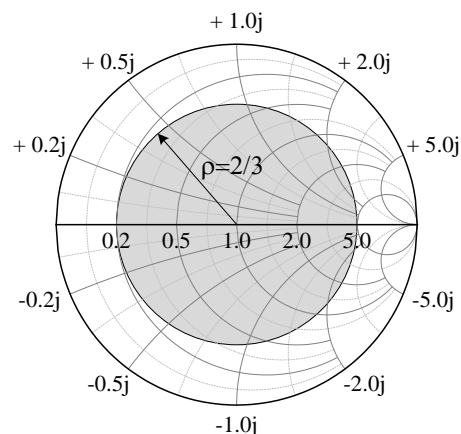
# ОДГОВОРИ НА ПИТАЊА И РЕШЕЊА ЗАДАТКА СА ИСПИТА ИЗ МИКРОТАЛАСНЕ ТЕХНИКЕ, ОДРЖАНОГ 7. ФЕБРУАРА 2017. ГОДИНЕ

## ПИТАЊА

1. Димензије попречног пресека таласовода су (видети уџбеник, табела 5.1)  $a = 10,668 \text{ mm}$  и  $b = 4,318 \text{ mm}$ . У таласоводу се може простирати само доминантни тип таласа, чија је критична учестаност  $f_c = \frac{c_0}{2a} = 14,06 \text{ GHz}$  ( $c_0 \approx 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ ).

Групна брзина је  $c_g = c_0 \sqrt{1 - (f_c/f)^2} = 2,133 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ , па је време простирања импулса  $t = l/c_g = 4,69 \text{ ns}$ .

2. Геометријско место тачака траженог комплексног коефицијента рефлексије осенчено је у Смитовом дијаграму. У питању је круг модула коефицијента рефлексије  $\rho = 2/3$ .



3. (а) Карактеристична импеданса вода је  $Z_c \approx \frac{60 \Omega}{\sqrt{\epsilon_r}} \ln \frac{b}{a} \approx 75 \Omega$ . (б) На основу формуле (6.54) из уџбеника, критична

учестаност  $TE_{11}$  типа таласа је  $f_{cTE_{11}} \approx \frac{c}{\pi(a+b)} \approx 17,83 \text{ GHz}$ , при чему је  $c = c_0/\sqrt{\epsilon_r} \approx 2,07 \cdot 10^8 \text{ m/s}$  брзина простирања

ТЕМ таласа дуж посматраног вода ( $c_0 \approx 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ ). Према томе, коаксијалним водом простире се само ТЕМ тип таласа за учестаности у опсегу  $0 \leq f \leq 17,83 \text{ GHz}$ .

4. За посматрани усмерени спрежњак (а) унето слабљење је  $-20 \log_{10} |s_{12}| \approx 1,94 \text{ dB}$ , (б) спрега је  $-20 \log_{10} |s_{14}| \approx 5,19 \text{ dB}$ , (в) изолација је  $-20 \log_{10} |s_{13}| \approx 33,98 \text{ dB}$ , (г) неприлагођење је  $-20 \log_{10} |s_{kk}| = 40 \text{ dB}$  ( $k = 1,2,3,4$ ), а (д) усмереност (директивност) је  $D = -20 \log_{10} \frac{|s_{13}|}{|s_{14}|} \approx 28,79 \text{ dB}$ .

5. (а) Ган диоде најчешће се праве од галијум арсенида. (б) Силицијум не може да се употреби за њихову производњу јер нема својство негативне диференцијалне покретљивости електрона.

6. (а) Када је  $\alpha = \pi/2$ , (б) снага које се предаје пријемнику је  $P_p^{\max} = \left( \sin \alpha / \cos \left( \frac{\pi}{2} \cos \alpha \right) \right)^2 P_p = 1,5 \text{ nW}$ .

## ЗАДАЦИ

1. (а) Када је капацитивност кондензатора  $C = 20 \text{ pF}$ , (б)  $s$ -параметри мреже су  $s_{11} = s_{22} = 0$  и  $s_{21} = s_{12} = -1$ .

2. Карактеристична импеданса микротракастог вода је  $Z_c \approx 100 \Omega = 2Z_0$ , а таласна дужина је  $\lambda_g \approx 78,6 \text{ mm} = 6l$ .

$S$ -параметри мреже су:  $s_{11} = \frac{1}{3}$ ,  $s_{21} = s_{12} = \frac{1}{3}(1 - j\sqrt{3})$  и  $s_{22} = \frac{1}{12}(7 + j\sqrt{3})$ .