

# ИСПИТ ИЗ МИКРОТАЛАСНЕ ТЕХНИКЕ

16. јануар 2013.

**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. Коначне одговоре на питања и тражена извођења уписати у одговарајуће кућице, учртати у дијаграме или заокружити понуђене одговоре. Одговори без извођења се неће признати. Вежбанка и овај папир се морају заједно предати. 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)							КОЛОКВИЈУМ				
Индекс година/број		Презиме и име									
/							ЛАБОРАТОРИЈА		УКУПНО ПОЕНА		
ПИТАЊА						ЗАДАЦИ			ИСПИТ	ОЦЕНА	
1.	2.	3.	4.	5.	6.	Укупно	1.	2.			Укупно

## ПИТАЊА

**1.** ТЕМ талас се простире дуж система за вођење са хомогеним диелектриком без губитака. Показати да је, у временском домену, интензитет Поинтинговог вектора у произвољној тачки диелектрика једнак производу укупне густине електричне и магнетске енергије и брзине простирања таласа.

**2.** (а) Шта је то таласна импеданса, а шта карактеристична импеданса вода? (б) Под којим условом су те две импедансе нумерички једнаке за коаксијални вод?

(а)

(б)

**3.** Ваздушни вод дужине 250 mm, карактеристичне импедансе 50 Ω и занемарљивих губитака напајан је на једном крају генератором учестаности 2 GHz, а на другом крају је завршен резистивним пријемником отпорности 200 Ω. Ефективна вредност напона инцидентног таласа је 2 V. (а) На којим растојањима од пријемника се налазе максимуми, а на којим минимуми стојећег таласа? (б) Колике су ефективне вредности напона у максимумима, односно минимумима стојећег таласа?

(а)

(б)

**4.** На супстрату FR-4, релативне пермитивности  $\epsilon_r = 4,6$  и дебљине  $h = 0,8 \text{ mm}$ , потребно је направити микротракасти вод карактеристичне импедансе  $Z_c = 50 \Omega$  и дужине  $D = \lambda_g / 4$  на учестаности  $f = 1 \text{ GHz}$ . Израчунати ширину и дужину траке вода.

$w \approx$

$D \approx$

5. (а) У каквом су фазном односу високофреквентне компоненте напона и струје код IMPATT диоде која ради као осцилатор? За какве референтне смерове то важи? (б) Захваљујући којим појавама се остварује такав фазни однос?

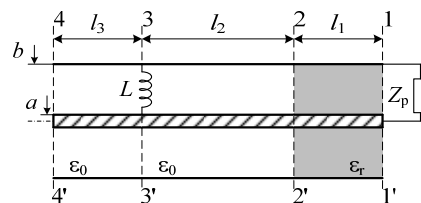
(а)

(б)

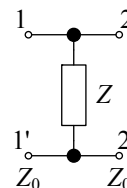
6. У каквим су релацијама усмереност, појачање, погонско појачање и ефективна површина једне антене?

### ЗАДАЦИ

1. Коаксијални систем на слици је без губитака. Полупречник унутрашњег проводника је  $a = 1 \text{ mm}$ , унутрашњи полупречник спољашњег проводника је  $b = a e^{5/6}$  (где је  $e$  основа природних логаритама), а дужине су  $l_1 = 7,8 \text{ mm}$ ,  $l_2 = 25 \text{ mm}$  и  $l_3 = 17,6 \text{ mm}$ . Један одсечак коаксијалног система испуњен је неферомагнетским диелектриком релативне пермитивности  $\epsilon_r = 4$ , а остатак ваздухом. У коаксијални вод оточно је уметнут калем индуктивности  $L = 1,33 \text{ nH}$ . Израчунати комплексну импедансу потрошача ( $Z_p$ ) на учестаности  $f = 3 \text{ GHz}$  ако је измерена улазна импеданса  $Z_{44'} = 50(1 - j) \Omega$  (у пресеку  $44'$  гледано ка потрошачу).



2. Израчунати комплексну импедансу оточно везаног елемента уколико је познат један елемент  $s$ -матрице мреже приказане на слици,  $s_{11} = -\frac{1}{5}(2 + j)$ . Приступ 1 чине тачке  $1-1'$ , а приступ 2 тачке  $2-2'$ . Номиналне импедансе оба приступа су  $Z_0 = 50 \Omega$ . Одредити остале елементе  $s$ -матрице ове мреже.



# ОДГОВОРИ НА ПИТАЊА И РЕШЕЊА ЗАДАТАКА СА ИСПИТА ИЗ МИКРОТАЛАСНЕ ТЕХНИКЕ, ОДРЖАНОГ 16. ЈАНУАРА 2013. ГОДИНЕ

## ПИТАЊА

1. Код ТЕМ таласа је, у временском домену,  $|\mathbf{E}| = \sqrt{\frac{\mu}{\epsilon}} |\mathbf{H}|$ , па је  $w_e = \frac{1}{2} \epsilon |\mathbf{E}|^2 = w_m = \frac{1}{2} \mu |\mathbf{H}|^2$  и  $w_{\text{tot}} = w_e + w_m = \mu |\mathbf{H}|^2$ .

Са друге стране је  $|\mathcal{P}| = |\mathbf{E}| |\mathbf{H}| = \sqrt{\frac{\mu}{\epsilon}} |\mathbf{H}|^2 = \frac{w_{\text{tot}}}{\sqrt{\epsilon \mu}} = c w_{\text{tot}}$ , где је  $c = \frac{1}{\sqrt{\epsilon \mu}}$ .

2. (а) Таласна импеданса је количник интензитета (трансверзалног) електричног и магнетског поља прогресивног таласа, а карактеристична импеданса је количник напона и струје прогресивног таласа. (б) Импедансе су једнаке ако је  $\frac{b}{a} = \exp(2\pi)$ . Напоменимо да је такав однос полупречника проводника нереално велики.

3. (а) Максимуми се налазе на растојањима 0, 75 mm, 150 mm и 225 mm, а минимуми на 37,5 mm, 112,5 mm и 187,5 mm. (б) Ефективна вредност напона у максимума је 3,2 V, а у минимумима је 0,8 V.

4. Ширина траке је  $w \approx 1,48 \text{ mm}$ , а дужина  $D \approx 40,3 \text{ mm}$ .

5. (а) У односу на референтне смерове усклађене гледано према диоди, напон и струја су у противфазу. (б) Део тог фазног помераја (приближно, једна половина) потиче од тога што максимум струје лавинског ефекта касни приближно за четвртину периода за напонем диоде. Друга половина помераја потиче од коначног времена кретања носилаца кроз тело диоде.

6. Релације између усмерености ( $D$ ), појачања ( $G$ ), погонског појачања ( $G_p$ ) и ефективне површине ( $S_{\text{eff}}$ ) антене гласе:

$G = \eta D$ ,  $G_p = (1 - |\rho|^2) G$  и  $S_{\text{eff}} = \frac{\lambda^2}{4\pi} G$ , где је  $\eta$  коефицијент корисног дејства антене,  $\rho$  коефицијент рефлексије на приступу антене, а  $\lambda$  таласна дужина у слободном простору при радној учестаности.

## ЗАДАЦИ

1. Решавањем у Смитовом дијаграму, као на слици, комплексна импеданса потрошача је  $\underline{Z}_p = 2,5(1 + j)\Omega$ .

2. Елемент прве врсте и прве колоне матрице расејања је  $\underline{s}_{11} = -\frac{Z_0}{Z_0 + 2\underline{Z}}$ , одакле је  $\underline{Z} = -Z_0 \frac{\underline{s}_{11} + 1}{2\underline{s}_{11}} = 25(1 - j)\Omega$ . Даље, елемент друге врсте и прве колоне матрице расејања је  $\underline{s}_{21} = \frac{2\underline{Z}}{Z_0 + 2\underline{Z}} = \frac{1}{5}(3 - j)$ . Пошто је мрежа симетрична,  $\underline{s}_{22} = \underline{s}_{11}$ , а пошто је мрежа реципрочна,  $\underline{s}_{12} = \underline{s}_{21}$ .

