

ИСПИТ ИЗ МИКРОТАЛАСНЕ ТЕХНИКЕ

5. јул 2019.

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.

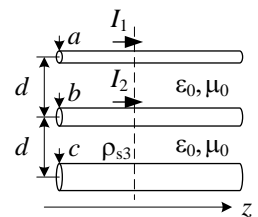
Попунити податке о кандидату у следећој табели. Исте податке написати и на омоту вежбанке.

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. Диелектрик металног таласовода је ваздух, а губици су занемарљиви. Дуж таласовода се простире један ТЕ талас и један ТМ талас, који имају исту учестаност, а и критичне учестаности су им једнаке. Ако је таласна импеданса ТМ таласа $Z_{TM} = 304,7 \Omega$, израчунати таласну импедансу ТЕ таласа.

2. Полупречници проводника танког ваздушног тројичног вода приказаног на слици су $a = 1 \text{ mm}$, $b = 2 \text{ mm}$ и $c = 3 \text{ mm}$, а растојање између оса проводника је d ($d \gg a, b, c$). Губици у проводницима су занемарљиви, а водом се у смеру z -осе простире ТЕМ тип таласа. Ако су у једном попречном пресеку вода струје прва два проводника $I_1 = 10 \text{ mA}$ и $I_2 = 25 \text{ mA}$, израчунати површинску густину наелектрисиња трећег проводника у истом попречном пресеку.



3. Димензије попречног пресека униформног правоугаоног таласовода су $a = 20 \text{ mm}$ и $b = 10 \text{ mm}$. Таласовод је испуњен ваздухом, има занемарљиво мале губитке, а таласоводом се простире доминантни тип таласа. На једном свом крају таласовод је затворен потрошачем тако да је коефицијент стојећег таласа $\sigma = 5,69$. Ако је највећи дозвољени тренутни интензитет електричног поља E_{max} једнак половини критичног поља за ваздух ($E_{max} = E_{kr}/2$, $E_{kr} = 3 \text{ MV/m}$), израчунати максималну снагу која се овим таласоводом може предати овом потрошачу на учестаности $f = 10 \text{ GHz}$.

4. На располагању су два циркулатора са по три приступа. (а) Нацртати шему везе којом се реализује циркулатор са четири приступа. (б) Нумерисати приступе тог циркулатора и написати његову s -матрицу.

(а)	(б)
-----	-----

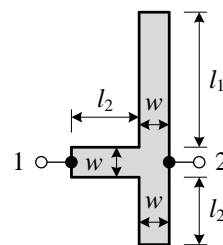
5. (а) Колики је коефицијент искоришћења, а колико појачање дворезонаторског клистрона? (б) Како се може повећати појачање дворезонаторског клистрона и колико је максимално појачање које се на овај начин може остварити? (в) Да ли се дворезонаторски клистрон може користити и као умножач учестаности? Образложити одговоре.

(а)	(б)	(в)
-----	-----	-----

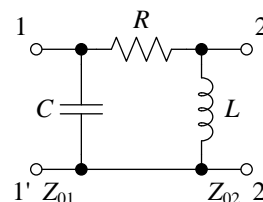
6. Израчунати минималну површину отвора рефлектора рефлекторске антене уколико антена треба да има усмерено појачање бар 40 dBi у главном правцу зрачења. Радна учестаност је $f = 10 \text{ GHz}$. Сматрати да је ефективна површина антене једнака једној половини геометријске површине отвора антене.

ЗАДАЦИ

1. Микроталасна мрежа са два приступа реализована је у техници микротракастих водова на супстрату дебљине $h = 0,13 \text{ mm}$ и релативне пермитивности $\epsilon_r = 3$. Мрежа се састоји од два огранка дужина $l_1 = 9,64 \text{ mm}$ и $l_2 = 4,82 \text{ mm}$, отворена на својим крајевима, и одсечка дужине l_2 . Ширина одсечка и огранка је $w = 0,329 \text{ mm}$. Номиналне импедансе приступа су $Z_{01} = Z_{02} = 50 \Omega$, а губици и паразитни ефекти на споју водова могу се занемарити, као и зрачење отворених крајева огранка. (а) Израчунати све учестаности у опсегу $0 \leq f \leq 40 \text{ GHz}$ за које је $|s_{21}| = 0$. (б) На учестаности $f = 20 \text{ GHz}$ израчунати s_{21} .



2. За двопортну мрежу, приказану на слици, на радној учестаности познато је $\omega L = \frac{1}{\omega C} = 50 \Omega$. Номиналне импедансе приступа су $Z_{01} = Z_{02} = 50 \Omega$. (а) Израчунати отпорност отпорника R тако да је $s_{21} = 0,2$. (б) Израчунати s -матрицу ове мреже у том случају.



ОДГОВОРИ НА ПИТАЊА И РЕШЕЊА ЗАДАТКА СА ИСПИТА ИЗ МИКРОТАЛАСНЕ ТЕХНИКЕ, ОДРЖАНОГ 5. ЈУЛА 2019. ГОДИНЕ

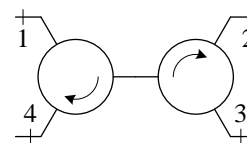
ПИТАЊА

1. $Z_{TE} = 465,6 \Omega$.

2. $\rho_{s3} = -6,194 \text{ nC/m}^2$.

3. $P_{p \max} = 34,74 \text{ kW}$.

4. (а) Шема везе којом се реализује циркулатор са четири приступа приказана је на слици десно.



(б) S -матрица циркулатора са четири приступа је $[S] = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}$.

5. (а) Коefицијент искоришћења дворезонаторског клистрона је до око 50%, а појачање је између 10 dB и 15 dB.

(б) Појачање се може повећати ако се на путу електронског млаза, између улазног и излазног резонатора, постави још неколико неоптерећених резонатора, који побољшавају пакетирање млаза. Сваки додатни резонатор повећава појачање за двадесетак dB, али је због самоосциловања тешко остварити појачања преко 80 dB. (в) Дворезонаторски клистрон може се користити и као умножач учестаности, када се резонантна учестаност излазног резонатора подеси на неки виши хармоник улазног сигнала.

6. На основу везе између ефективне површине и појачања антене, $S_{\text{eff}} = \frac{\lambda^2}{4\pi} G$, површина отвора рефлекторске антене је

$$S = 1,43 \text{ m}^2.$$

ЗАДАЦИ

1. (а) Учестаности у опсегу $0 \leq f \leq 40 \text{ GHz}$ на којима је $|s_{21}| = 0$ су $f \in \{5, 10, 15, 25, 30, 35\} \text{ GHz}$. (б) Када је $f = 20 \text{ GHz}$, $s_{21} = -1$.

2. (а) $R = 200 \Omega$. (б) $s_{11} = -j0,8$, $s_{21} = 0,2$, $s_{12} = 0,2$ и $s_{22} = j0,8$.

Са предмета Микроталасна техника