

ИСПИТ ИЗ МИКРОТАЛАСНЕ ТЕХНИКЕ

12. фебруар 2009.

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. Резонантна шупљина од бакра је у облику паралелепипеда страница $a = 100 \text{ mm}$, $b = 50 \text{ mm}$ и $d = 200 \text{ mm}$. Шупљина је испуњена ваздухом. Израчунати (а) најнижу резонантну учестаност и (б) фактор добротe неоптерећеног резонатора.

(а)

(б)

2. S -матрица једне пасивне мреже са 4 приступа је $[s] = \frac{\sqrt{2}}{2} \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}$. (а) Да ли је ова мрежа реципрочна или није?

(б) Да ли је ова мрежа без губитака или није? (в) Шта представља ова мрежа?

(а)

(б)

(в)

3. (а) Која се диода употребљава у колима за умножавање учестаности? (б) Да ли тада диода ради у режиму малих или великих сигнала?

(а)

(б)

4. Који се процес одиграва код дворезонаторског клистрона у простору (а) између мрежица првог резонатора и (б) између првог и другог резонатора?

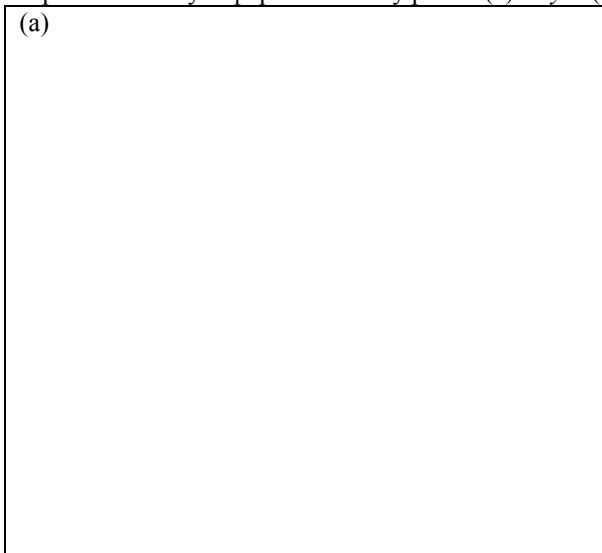
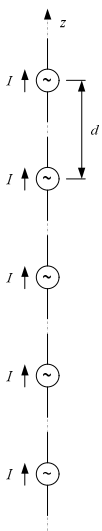
(а)

(б)

5. Потребно је остварити радио везу између предајника и пријемника, који се налазе на фиксним положајима и између којих постоји оптичка видљивост. Пријемна антена је полуталасни дипол. Као предајна антена може се употребити или полуталасни дипол, или јаги антена појачања 10 dBi. Све антене су прилагођене, а губици у антенама су занемарљиви. (а) Скицирати како треба поставити предајну и пријемну антену да би пренос снаге био максималан. (б) За коју од две предајне антене је ефективна вредност напона пријемника већа и колико пута је већа?

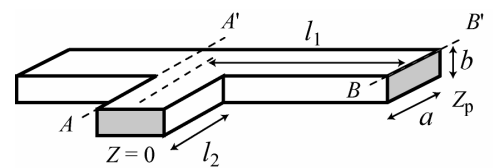


6. Пет полуталасних дипола постављено је дуж z -осе Декартовог система, као на слици. Растојање између прикључака суседних дипола је $d = 0,6 \lambda$. Сви диполи се напајају струјама истих ефективних вредности и у фази. Квалитативно нацртати дијаграм зрачења овог униформног низа у равни (а) Oxy и (б) Oxz .

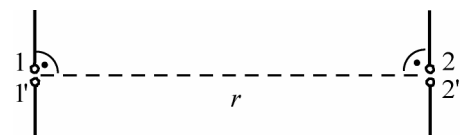


ЗАДАЦИ

1. На слици је приказан правоугаони таласовод димензија попречног пресека $a = 86 \text{ mm}$ и $b = 43 \text{ mm}$ испуњен ваздухом. У таласоводу се простире доминантни тип таласа, на учестаности $f = 3 \text{ GHz}$. Комплексна импеданса потрошача, везаног у пресеку $B - B'$, износи $\underline{Z}_p = (300 - j200) \Omega$. На крају огранка дужине l_2 постављен је кратак спој, а огранак је начињен од истог таласовода. Израчунати све могуће дужине l_1 и l_2 тако да лево од пресека $A - A'$ буде постигнуто прилагођење.



2. Два полуталасна дипола су постављена на међусобном растојању $r = 2 \text{ m}$, као што је приказано на слици. Диполи се налазе у равни цртежа. Радна учестаност је $f = 3 \text{ GHz}$. Мерењем је утврђено да је улазна импеданса једне усамљене антене $\underline{Z}_a = (81,3 + j44,6) \Omega$. Средина је ваздух. (а) Уколико први приступ чине тачке 1 и 1', а други приступ тачке 2 и 2', израчунати s -параметре ове мреже. Номиналне импедансе оба приступа су $Z_0 = 50 \Omega$. Занемарити рефлектовани талас од пријемне антене. (б) На основу претходног резултата израчунати коефицијент рефлексије (s_{11}) и коефицијент трансмисије (s_{21}) у децибелима.



ОДГОВОРИ НА ПИТАЊА И РЕШЕЊА ЗАДАТАКА СА ИСПИТА ИЗ МИКРОТАЛАСНЕ ТЕХНИКЕ, ОДРЖАНОГ 12. ФЕБРУАРА 2009. ГОДИНЕ

ПИТАЊА

1. (а) Најнижу резонантну учестаност има TE_{101} тип осцилација, $f_{r101} = \frac{1}{2\sqrt{\epsilon_0\mu_0}} \sqrt{\left(\frac{1}{a}\right)^2 + \left(\frac{1}{d}\right)^2} = 1,677 \text{ GHz}$. (б) Фактор

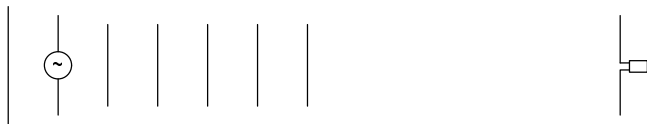
доброте је $Q_0 = \sqrt{\frac{\mu_0}{\epsilon_0}} \frac{\pi}{R_s} \frac{b(a^2 + d^2)^{3/2}}{2b(a^3 + d^3) + ad(a^2 + d^2)} \approx 32567$, где је $R_s = \sqrt{\frac{\pi\mu_0 f_{r101}}{\sigma}} \approx 10,7 \text{ m}\Omega$.

2. (а) S -матрица је симетрична, па је мрежа реципрочна. (б) S -матрица задовољава услов ортонормалности, $[s]^{t*}[s] = [I]$, па је мрежа без губитака. (в) Мрежа је антисиметричан хибридни усмерени спрежњак (на пример, магично Т или хибридни прстен).

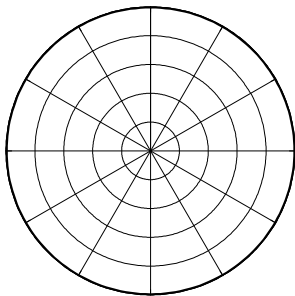
3. (а) Варактор диода. (б) У режиму великих сигнала.

4. (а) Између мрежица првог резонатора настаје брзинска модулација електронског млаза. (б) Између првог и другог резонатора настаје густинска модулација млаза.

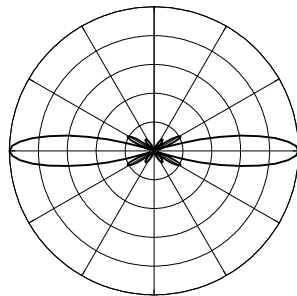
5. (а) Антене је потребно поставити тако да су проводници антена нормални на потег и међусобно паралелни, као на слици. (б) Појачање полуталасног дипола је $2,15 \text{ dBi}$, па је јаги антена усмеренија. На основу Фриисове формуле, пренос је већи када се јаги антена употреби као предајна за $10 - 2,15 = 7,85 \text{ dB}$, односно напон пријемника је већи око 2,5 пута.



6. Дијаграми зрачења низа приказани су на слици.



(а) Раван Oxy



(б) Раван Oxz .

ЗАДАЦИ

1. $f_c = \frac{c_0}{2a} = 1,744 \text{ GHz}$, $Z_T = \frac{Z_0}{\sqrt{1 - \left(\frac{f_c}{f}\right)^2}} \approx 463 \Omega$, $\lambda_g = 122 \text{ mm}$. Први скуп решења је $l_1^{(1)} = 59,9 \text{ mm} + k \frac{\lambda_g}{2}$ и

$l_2^{(1)} = 49,5 \text{ mm} + m \frac{\lambda_g}{2}$, а други скуп решења је $l_1^{(2)} = 22,8 \text{ mm} + k \frac{\lambda_g}{2}$ и $l_2^{(2)} = 11,47 \text{ mm} + m \frac{\lambda_g}{2}$, $k, m \in N_0$.

2. (а) На основу улазне импедансе антене $s_{11} = s_{22} = \frac{Z_a - Z_0}{Z_a + Z_0} = 0,31 + j0,23$. Електрично поље које ствара прва антена на

месту друге антене је $\underline{E} = j \frac{\sqrt{\frac{\mu_0}{\epsilon_0}}}{2\pi} I \frac{e^{-j\beta r}}{r} \mathbf{F}_1\left(\theta = \frac{\pi}{2}\right)$, те је електромоторна сила индукована у другој антени

$\underline{\epsilon} = \frac{\lambda}{\pi} \underline{E} \cdot \mathbf{F}_2\left(\theta = \frac{\pi}{2}\right)$. Друга антена се у односу на прикључке 2-2' може заменити Тевененовим генератором

електромоторне силе $\underline{\epsilon}$ и унутрашње импедансе $Z_T = Z_a$. Одатле се добија $s_{21} = s_{12} = \frac{j6\Omega}{\pi} \frac{Z_0}{(Z_a + Z_0)^2} \approx (3,0 + j3,9) \times 10^{-3}$.

(б) $20 \log_{10} s_{11} = -8,1 \text{ dB}$, $20 \log_{10} s_{21} = -46,1 \text{ dB}$.