

# Колоквијум из Микроталасних пасивних кола

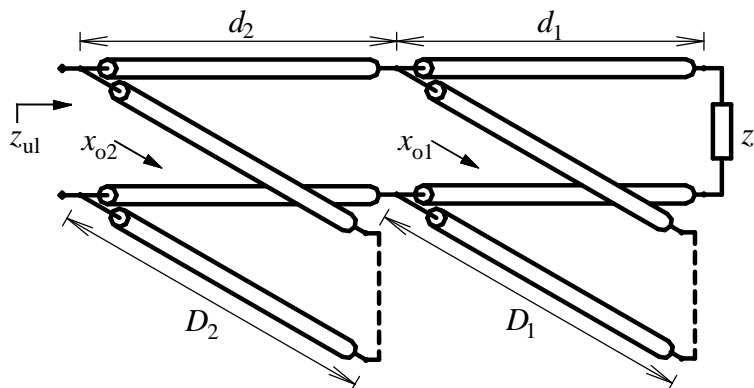
14.12.2009.

1. Један реални SMD отпорник димензија 1206, дебљине  $T = 0,5 \text{ mm}$ , декларисане отпорности  $R_1 = 10 \Omega$  у колу израђеном у микротракастој техници на супстрату параметара  $\epsilon_r = 10$ ,  $\text{tg } \delta = 5 \cdot 10^{-4}$ ,  $H = 1 \text{ mm}$ , уземљен је на једном свом крају. На учестаности  $f_{\text{max}} = 8 \text{ GHz}$  измерена је његова импеданса,  $Z_1 = (11 + j160) \Omega$ . У програму MWO формирати еквивалентна кола овог отпорника у виду (а) редне везе идеалног отпорника  $R_1 = 10 \Omega$  и секције микротракастог вода чије су све три димензије једнаке димензијама отпорника, а  $\sigma = 15 \text{ MS/m}$ , (б) паралелне везе истог идеалног отпорника и кондензатора и (в) редне везе истог идеалног отпорника и калема. Капацитивност кондензатора и индуктивност калема подесити (*tune*) тако да импеданса на  $f_{\text{max}}$  буде што ближе измереној. Приказати Смитов дијаграм за сва три кола. Која од ова три еквивалентна кола могу моделовати овај отпорник?

Поновити симулацију и одговоре на питања за отпорник  $R_2 = 500 \Omega$  чија импеданса на учестаности  $f_{\text{max}}$  износи  $Z_1 = (19 - j95,5) \Omega$ , а сви остали параметри су исти као за отпорник  $R_1$ . (10 поена)

2. У програму MWO, користећи се програмом TXline, пројектовати спрежњак у виду два спрегнута симетрична микротракаста вода на подлози параметара  $\epsilon_r = 4,6$ ,  $\text{tg } \delta = 0,02$ ,  $H = 1 \text{ mm}$ ,  $T = 18 \mu\text{m}$ ,  $\sigma = 15 \text{ MS/m}$ , на учестаности  $f_0 = 1 \text{ GHz}$ , тако да спрега износи  $C = 15 \text{ dB}$ . (а) За дату спрегу одредити карактеристичне импедансе модова. (б) У TXline-у приближно пројектовати спрегнуте тракасте водове потребних карактеристика, заокружујући димензије водова на десети део милиметра. Дужину водова одредити тако да буде четвртина таласне дужине за **парни мод**. (в) У MWO начинити модел таквог спрежњака користећи се супстратом MSUB и елементом MCLIN. На почетак и крај водова, између врућих крајева, прикључити два кондензатора једнаких капацитивности, за еквилизацију модалних брзина. Подесити, а затим оптимизовати њихову капацитивност тако да се оствари најбоља изолација на учестаности  $f_0$ . (г) Нацртати дијаграме  $|s_{11}|$ ,  $|s_{21}|$ ,  $|s_{31}|$  и  $|s_{41}|$  (нумерација приступа одговара нумерацији приступа елемента MCLIN) у опсегу  $0 - 2f_0$ ,  $-80 - 0 \text{ dB}$  и одредити усмереност овог спрежњака на учестаности  $f_0$ . (д) Затим, на новом Schematic-у, оптимизовати дужину и ширину водова, ширину процепа и капацитивност кондензатора тако да се постигне  $C = 15 \text{ dB}$ ,  $|s_{11}| < -50 \text{ dB}$  и  $|s_{41}| < -50 \text{ dB}$ . (е) За овако оптимизовани спрежњак приказати исте резултате као под тачком (г). (10 поена)

3. Помоћу програма MWO пројектовати прилагођење потрошача у облику паралелне RC везе отпорности  $R = 150 \Omega$  и капацитивности  $C = 3 \text{ pF}$  на вод карактеристичне импедансе  $Z_c = 50 \Omega$  на учестаности  $f_0 = 2 \text{ GHz}$  помоћу мреже са два огранка, као на слици. Дужине секција водова на учестаности  $f_0$  су  $d_1 = \lambda_g / 4$  и  $d_2 = \lambda_g / 8$ , а карактеристичне импедансе  $Z_{c1} = Z_{c2} = 50 \Omega$ . Карактеристична импеданса огранака је  $Z_{co} = 100 \Omega$ . (а) Нацртати забрањени круг на Смитовом дијаграму и показати да је прилагођење са 2 огранка могуће. (б) Приближно подесити а затим оптимизовати дужине огранака тако да се оствари прилагођење. Користити отворене и кратко спојене огранке краће од четвртине таласне дужине. (в) На Смитовом дијаграму нацртати ручно све кораке поступка. (г) У програму MWO одредити радни опсег ове мреже ако је специфициран максимални коефицијент стојећих таласа,  $\sigma_{\text{max}} = 2$  и приказати дијаграм зависности  $\sigma(f)$ . У случају да постоји више решења, приказати их сва и упоредити њихове радне опсеге. (10 поена)



Колоквијум траје 3h.

### Техничко упутство за колоквијум и испит из Микроталасних пасивних кола:

На сопственом простору на диску направити радни фолдер „MPKIDstudenta“ и све MWO и WIPL-D Microwave фајлове смештати у њега.

Називе MWO и WIPL-D пројекат фајлова формирати на следећи начин „MPKIDstudenta\_BrojZadatka\_BrojFajla“ (BrojZadatka=1,2,3,..., BrojFajla=1,2,...).

Писати искључиво у вежбанци.

Све предвиђене прорачуне дати у вежбанци или у „Design Notes“ MWO или у једначинама MWO или у симболима WIPL-D.

По завршетку колоквијума предаје се комплетан радни фолдер „Imestudenta“ са свим припадајућим фајловима и евентуалним под-фолдерима (преношењем на флеш меморију) и вежбанка.

Дозвољена је неограничена употреба литературе коју кандидат донесе са собом на колоквијум (укључујући електронске документе и MWO/WIPL пројекат-фајлове).

Није дозвољена размена литературе ни других помагала између кандидата.

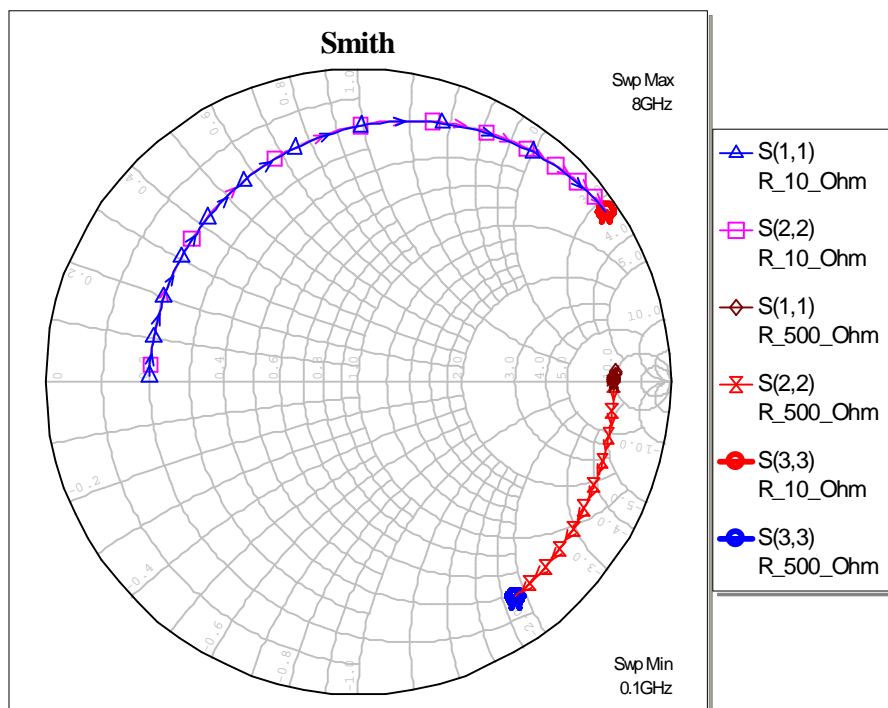
Није дозвољена комуникација између кандидата, укључујући и електронску комуникацију. Није дозвољено покретање ни коришћење било каквих програма за комуникацију (e-mail-era, Internet Explorer-a,...), као ни приступ другим фолдерима, осим радном фолдеру и фолдерима на донетим електронским медијумима (CD, flash,...).

Трајање колоквијума и испита је 3h.

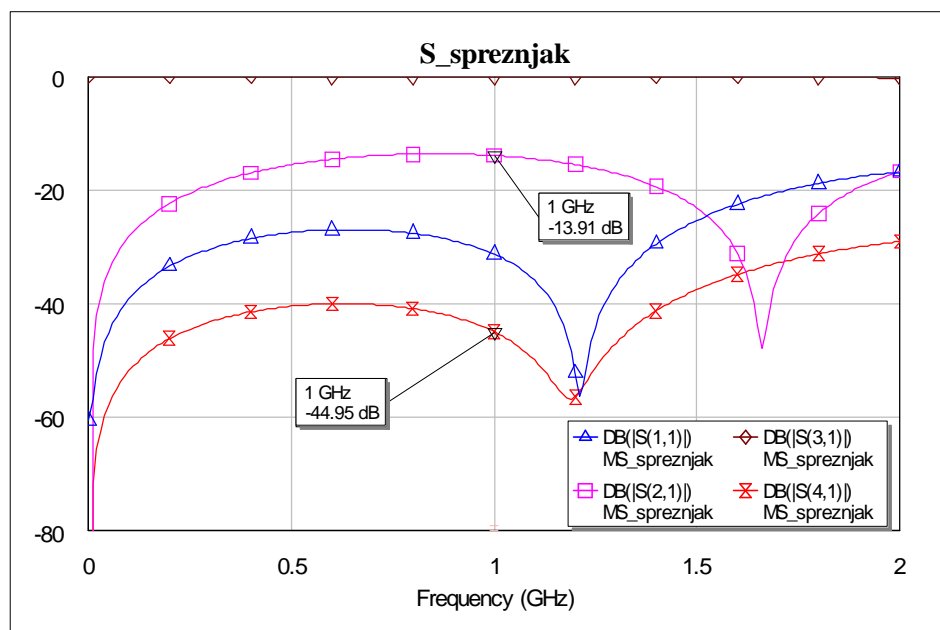
# Решење задатака са колоквијума из Микроталасних пасивних кола

14.12.2009.

1. Први реалан отпорник  $R_1 = 10 \Omega$  могу успешно моделовати еквивалентна кола 1. са секцијом вода и 2. са калемом индуктивности  $L_1 \approx 3,15 \text{ nH}$ . Други реалан отпорник  $R_2 = 500 \Omega$  може успешно моделовати само еквивалентно коло са кондензатором капацитивности  $C_2 \approx 0,2 \text{ pF}$ .

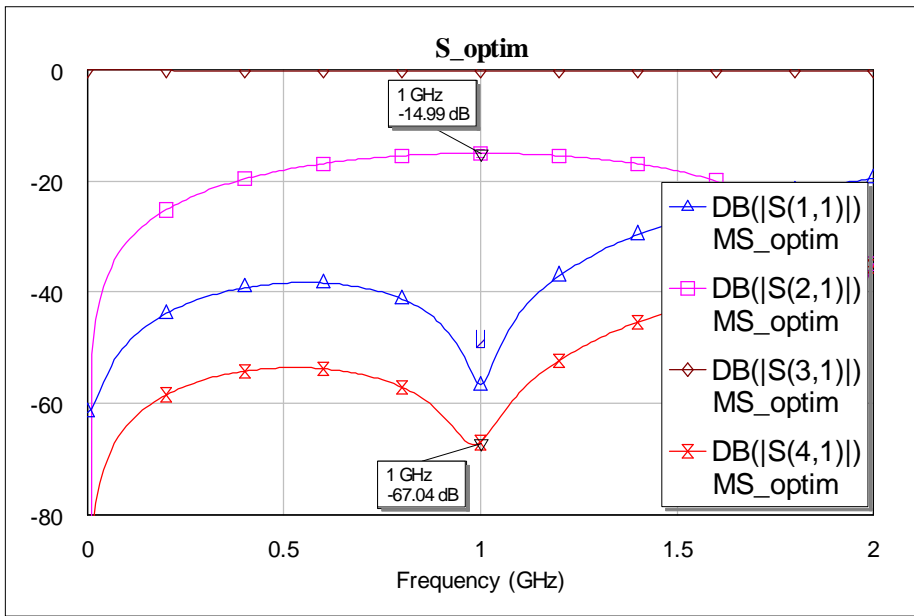


2. (a)  $Z_e = 59,85 \Omega$ ,  $Z_o = 41,77 \Omega$ , (б)  $w_1 = 1,7 \text{ mm}$ ,  $s_1 = 0,5 \text{ mm}$ ,  $l_1 = 39,0 \text{ mm}$ , (в)  $C_1 \approx 0,295 \text{ pF}$ , (г)  $D_1 = 31,04 \text{ dB}$

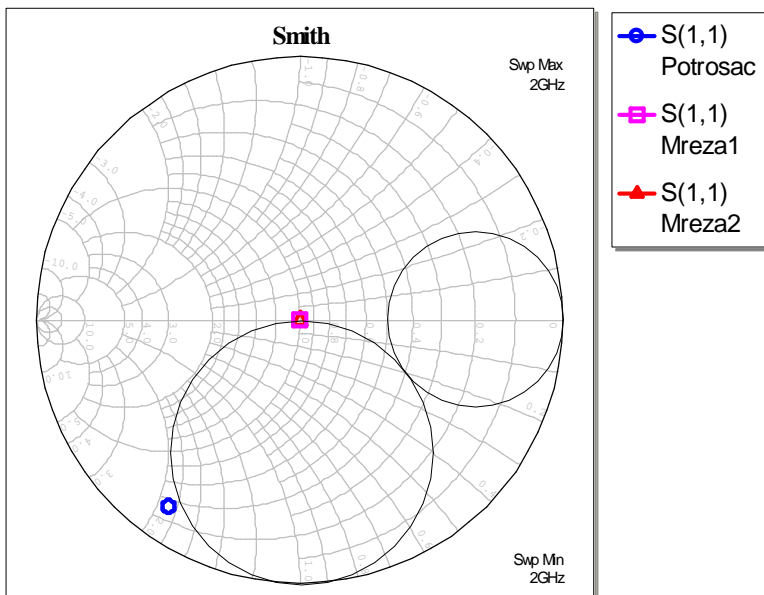


(д) За  $w_2 = 1,62 \text{ mm}$ ,  $s_2 = 0,68 \text{ mm}$ ,  $l_2 = 32,8 \text{ mm}$  и  $C_2 = 0,22 \text{ pF}$  добија се  $D_2 = 52 \text{ dB}$

(h)



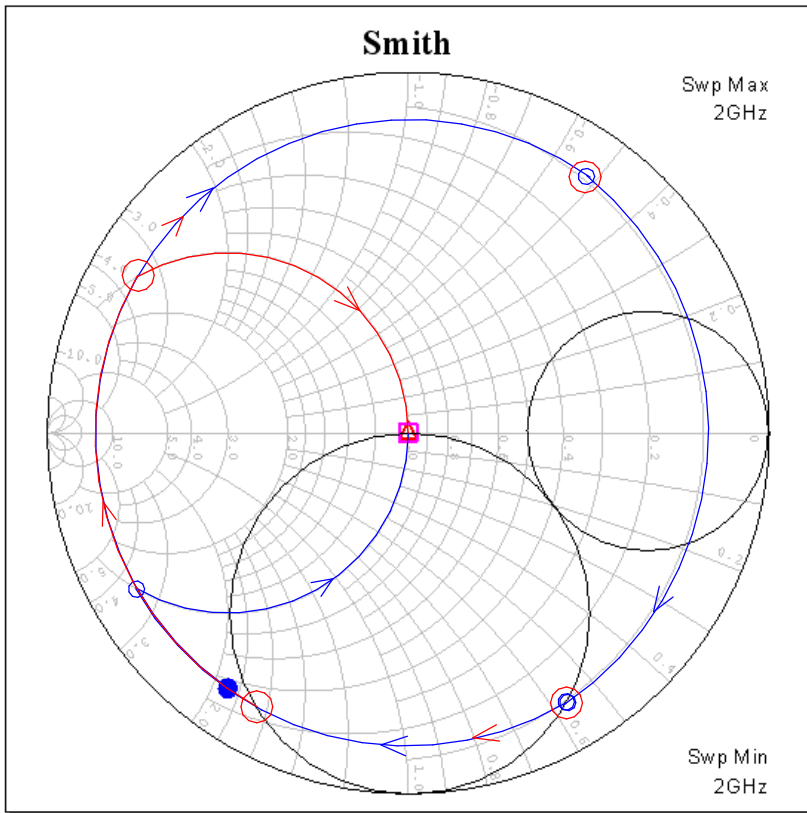
3. (a)



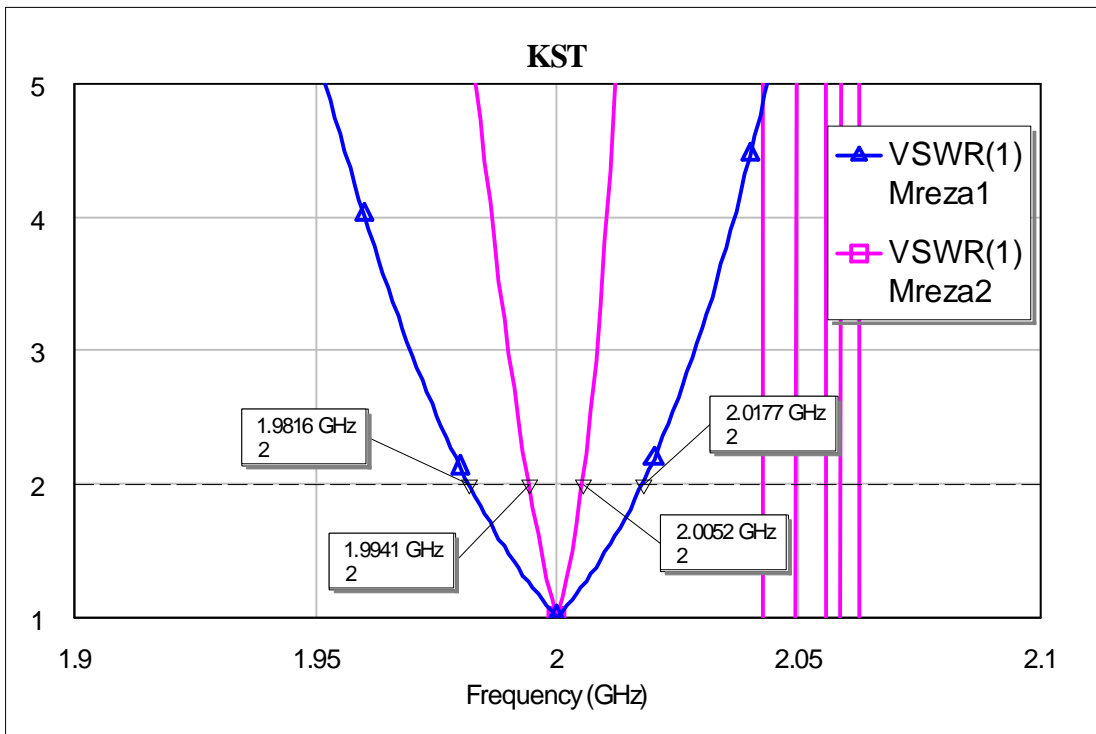
(б) Прво решење: први огранак (ближи потрошачу) је отворен, електричне дужине  $\varphi_1^{(1)} = 65,51^\circ$ , а други (ближи приступу) је кратко спојен, електричне дужине  $\varphi_2^{(1)} = 7,95^\circ$ .

Друго решење: оба огранка су отворена, електричних дужина  $\varphi_1^{(2)} = 75,48^\circ$  и  $\varphi_2^{(2)} = 84,88^\circ$ .

(в) Кретање у Смитовом дијаграму за прву и другу мрежу дато је плавом и црвеном бојом, респективно:



(г) За прву мрежу радни опсег је 1,9816–2,0177 GHz, а за другу 1,9941–2,0052 GHz.



\*\*\*\*\*