

Колоквијум из Микроталасних пасивних кола

7.12.2006.

1. Рачунски или оптимизацијом у MWO, синтетизовати атенуатор унетог слабљења 10 dB у виду отпорничке T-мреже за 50-омски систем. Прорачун дати у вежбанци или у „Design Notes“ MWO. (5 поена)

2. Користећи се TXline-ом одредити (а) матричну карактеристичну импедансу, $[Z_c]$ и (б) карактеристичну импедансу парног (Z_e) и непарног (Z_o) мода, за два спрегнута тракаста вода (Coupled Stripline) параметара $\epsilon_r = 4,6$, $\text{tg } \delta = 0,02$, $\sigma = 15 \text{ MS/m}$, $B = 2 \text{ mm}$, $W = 1,1 \text{ mm}$, $S = 0,25 \text{ mm}$, $T = 24 \mu\text{m}$, на учестаности $f_0 = 1 \text{ GHz}$.

Затим (в) одредити дужину овог вишепроводничког вода и номиналну импедансу система (Z_0) тако да овај вод представља усмерени спрежњак. (г) За овај спрежњак одредити неприлагођење, спрегу, унето слабљење, изолацију и усмереност (све у dB и на учестаности f_0). (д) Нацртати дијаграме s_{11} , s_{21} , s_{31} и s_{41} (у dB) у опсегу $0 - 2f_0$. (ђ) Шта треба променити код овог вода и на који начин да би се добио **хибридни** спрежњак? (10 поена)

3. Одредити који елемент се добија када се један приступ идеалног циркулатора (а) заврши прилагођеним потрошачем, (б) кратко споји? Написати s -матрице идеалног циркулатора и елемената добијених под (а) и (б).

Приложити извођење у вежбанци или MWO фајл. (5 поена)

4. (а) У техници микротракастих водова начинити прилагођење вода карактеристичне импедансе $Z_{02} = 25 \Omega$ на вод карактеристичне импедансе $Z_{01} = 50 \Omega$ помоћу биномијалног трансформатора импедансе са $N = 3$ секције, на централној учестаности $f_0 = 2 \text{ GHz}$. Пројектовати и уводнике (карактеристичних импеданси Z_{01} и Z_{02}), тако да се коло смести на штампану плочицу димензија $80 \times 20 \text{ mm}$. У MWO моделу узети у обзир и дисконтинуитете (промене ширине водова). Прорачун димензија водова обавити у програму TXline, за FR-4 супстрат следећих параметара: $\epsilon_r = 4,6$, $\text{tg } \delta = 0,02$, $\sigma = 15 \text{ MS/m}$, $H = 0,5 \text{ mm}$, $T = 36 \mu\text{m}$. (б) На дијаграму приказати s_{11} , s_{21} и s_{22} у линеарној размери у опсегу $0 - 4 \text{ GHz}$. (в) Прецизно конструисати комплетан изглед штампане плочице, опцијама „View – New Layout View – Ctrl-A – Edit – Snap All Together“, програма MWO.

Прорачун карактеристичних импеданси секција дати у вежбанци или у „Design Notes“ MWO. (10 поена)

Колоквијум траје 3h.

Техничко упутство за колоквијум и испит из Микроталасних пасивних кола:

На Desktop-у направити радни фолдер „ImeStudenta_BrojIndeksa“ (BrojIndeksa=Godina_Broj) и све MWO фајлове смештати у њега.

Називе MWO пројекат фајлова формирати на следећи начин „Imestudenta_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.

По завршетку колоквијума предају се начињени MWO фајлови (преношењем на флеш меморију) и вежбанка.

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

Није дозвољена размена литературе између кандидата.

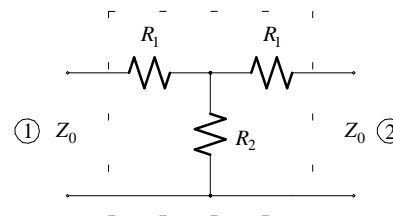
Није дозвољена комуникација између кандидата, укључујући и електронску комуникацију. Није дозвољено покретање ни коришћење било каквих програма за комуникацију (e-mail-era, Internet Explorer-a,...), као ни приступ другим фолдерима, осим радном фолдеру и фолдерима на донетим електронским медијумима (CD,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

Трајање колоквијума и испита је 3h.

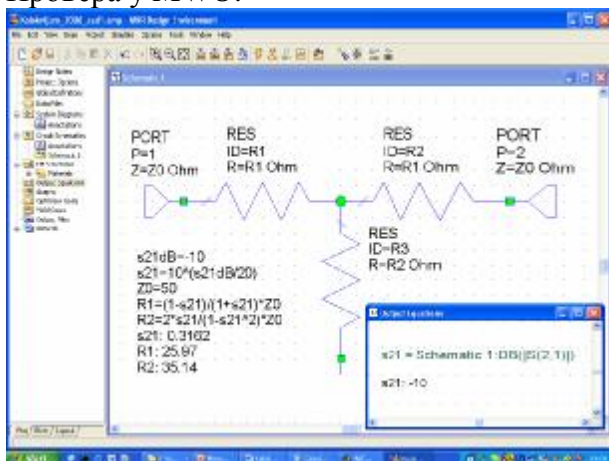
Решење задатака са колоквијума из Микроталасних пасивних кола

7.12.2006.

1. $s_{21} = -10 \text{ dB} = 10^{-\frac{10}{20}} = 0,316$
 $R_1 = \frac{1-s_{21}}{1+s_{21}} Z_0 = 25,97 \Omega, \quad R_2 = \frac{2s_{21}}{1-s_{21}^2} Z_0 = 35,14 \Omega$



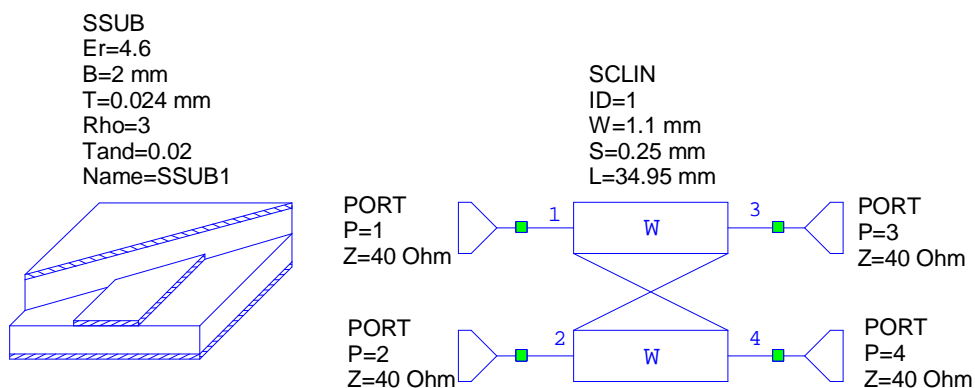
Провера у MWO:



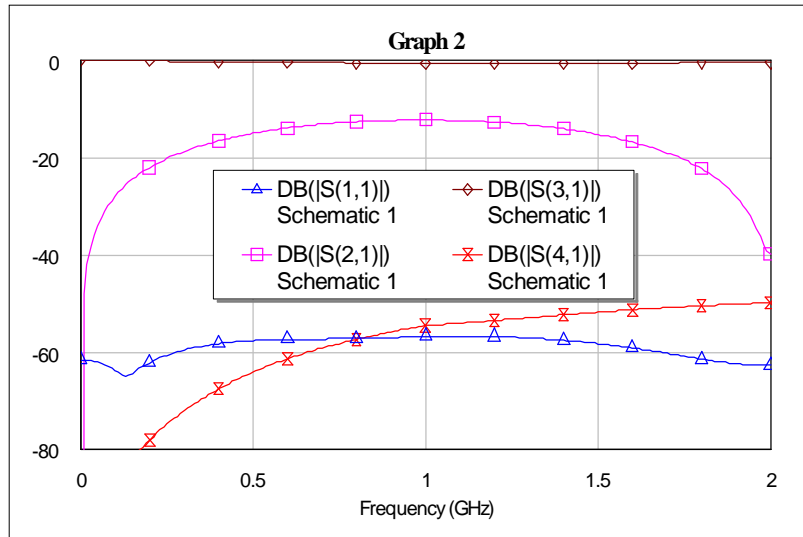
2. TXLine даје $Z_e = 51,76 \Omega$, $Z_o = 30,97 \Omega$ и $\beta = 2575 \text{ }^\circ/\text{m}$. Из $Z_{e,o} = Z_s \pm Z_m$ добија се $Z_{s,m} = (Z_e \pm Z_o)/2 = 41,36; 10,40 \Omega$, па је матрична карактеристична импеданса

$$\mathbf{Z} = \begin{bmatrix} 41,36 & 10,40 \\ 10,40 & 41,36 \end{bmatrix} \Omega.$$

Дужина вода је $l = \frac{\lambda_g}{4} = \frac{360^\circ}{\beta} = 34,95 \text{ mm}$, а номинална импеданса система $Z_0 = \sqrt{Z_e Z_o} \approx 40 \Omega$. Модел спрежњака у MWO:



Тражени дијаграми:



Са дијаграма се читава неприлагођење, усмереност, унето слабљење и изолација: $RL = 56 \text{ dB}$. $C = 12 \text{ dB}$, $A = 0,5 \text{ dB}$ и $I = 54 \text{ dB}$, а усмереност је $D = I - C = 42 \text{ dB}$.

Да би се добио хибридни спрежњак треба повећати спрегу, нпр. смањењем растојања између трака, или (што је много ефикасније) постављањем проводника један изнад другог (Broadside Coupling).

3. Нека се дати елементи прикључују на приступ 3. Инцидентни талас на приступу 1 преноси се без промене (без слабљења и промене фазе) на приступ 2, па је $s_{21} = 1$. Инцидентни талас на приступу 2 преноси се без промене на приступ 3, $b_3 = a_2$. Инцидентни талас на приступу 3 је $a_3 = b_3 \cdot \Gamma$ и $b_1 = a_3$, па је $s_{12} = b_1 / a_2 = \Gamma$. Такође је $s_{11} = s_{22} = 0$. (а) За прилагођени потрошач $s_{12} = \Gamma_{\text{pril.pot.}} = 0$, па је

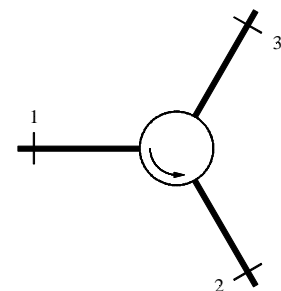
$$\mathbf{S}_a = \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 1 & 0 \end{bmatrix} \quad \text{Добија се изолатор.}$$

(б) За кратак спој $s_{12} = \Gamma_{\text{k.s.}} = -1$, па је

$$\mathbf{S}_b = \begin{bmatrix} 0 & -1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix} \quad \text{Добија се жиратор.}$$

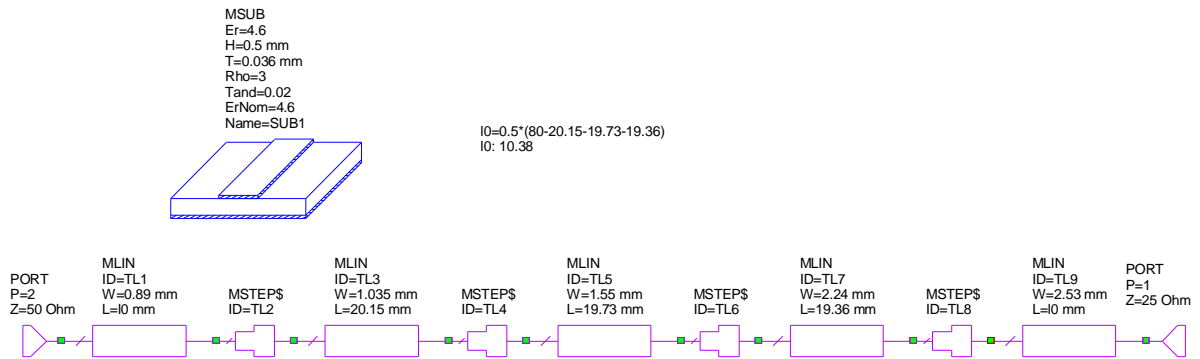
Матрица циркулатора је

$$\mathbf{S} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$



4. Нормализоване импедансе су $z = Z_{02} / Z_{01} = 0,5$ и $z_0 = 1$. Применом формуле $\ln \frac{z_{n+1}}{z_n} = 2^{-N} C_n^N \ln z$, $n = 0, 1, 2$ добија се $Z_{1,2,3} = 45,85; 35,36; 27,26 \Omega$. TXline-ом се добијају ширине и дужине $\lambda_g / 4$ секција микротракастих водова $W_{1,2,3} = 1,035; 1,55; 2,24 \text{ mm}$, $l_{1,2,3} = 20,15; 19,73; 19,36 \text{ mm}$. Уводници су параметара

$Z_{01,02} = 50; 25 \Omega$, $W_{01,02} = 0,89; 2,53 \text{ mm}$, $l_{01} = l_{02} = 10,38 \text{ mm}$. MWO модел (Schematic) је приказан на слици:



Тражени дијаграми и Layout:

