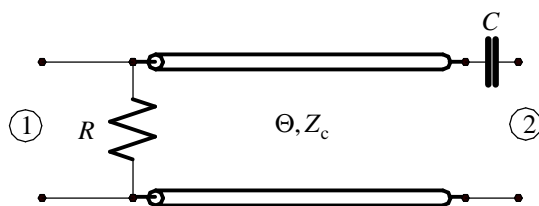


Испит из Микроталасних пасивних кола

јануар 2012

15.1.2012.

1. За микроталасну мрежу са два приступа, приказану на слици, написати систем једначина из којих се могу одредити њени s -параметри и објаснити поступак њиховог одређивања. Номинална импеданса приступа је Z_0 , $Z_0 \neq Z_c$, а Θ означава електричну дужину вода. (10 поена)



2. (а) Користећи се Excel калкулатором (или на други начин), пројектовати идеални Чебишевљев трансформатор импедансе са најмањим бројем секција, који врши трансформацију импедансе $Z = Z_{02} = 190 \Omega$ на $Z_0 = Z_{01} = 50 \Omega$, тако да у опсегу 0,8–3 GHz коефицијент рефлексије буде мањи од $\rho_m = 0,05$. Резултат приказати у програму MWO. По потреби трансформатор подесити (tune) у MWO тако да испуни задату спецификацију. (б) Затим пројектовати овај трансформатор у техници микротракастих водова на подлози параметара $\epsilon_r = 2,5$, $\text{tg } \delta = 0,001$, $h = 1 \text{ mm}$, $t = 18 \mu\text{m}$, $\sigma = 15 \text{ MS/m}$. (в) Трансформацију импедансе извести и помоћу тејперованог микротракастог вода (елемент MTAPER програма MWO) на истој подлози, чије почетне и крајње ширине одговарају ширинама микротракастог вода карактеристичних импеданси Z_{01} и Z_{02} , а дужина је једнака укупној дужини трансформатора из тачке (б). За све три мреже приказати на истом дијаграму $|s_{11}|$ у линеарној размери и, на другом дијаграму, $|s_{21}|$ [dB] у опсегу 1,5–3,5 GHz. (10 поена)

ОКРЕНИТЕ ЛИСТ

3. (а) Помоћу Filter Synthesis Wizard-а програма MWO начинити шему са идеалним елементима филтра пропусника ниских учестаности, Чебишевљеве апроксимације, најнижег непарног реда, тако да му је гранична учестаност $F_p = 3 \text{ GHz}$, максимално слабљење у пропусном опсегу $A_p = 1,5 \text{ dB}$, на учестаности $F_s = 4 \text{ GHz}$ минимално слабљење $A_s = 20 \text{ dB}$, $Z_0 = 50 \Omega$, а први елемент повезан **паралелно**. **(б)** Затим, коришћењем Ричардсове трансформације и Куродиних идентитета трансформисати шему филтра у „commensurate line“ облик (где су сви концентрисани елементи замењени еквивалентним секцијама и огранцима водова), али тако да су огранци само у паралелним гранама лествичасте мреже. Приказати шему филтра и дијаграме $|s_{21}|[\text{dB}]$ за сваки од корака синтезе (све на истом дијаграму) у опсегу 1.) $0-4 \text{ GHz}$, $-20-0 \text{ dB}$ и 2.) $0-18 \text{ GHz}$, $-40-0 \text{ dB}$. **(в)** Колики је период понављања амплитудског одзива филтра под (б)? Комплетан прорачун дати у MWO фајлу. (10 поена)

Испит траје 3h.

Техничко упутство:

Направити радни фолдер „ImeStudenta_BrojIndeksa“ (BrojIndeksa=Godina_Broj) и све MWO фајлове смештати у њега.

MWO фајлове сачувати у верзији 7.0.

Називе MWO фајлова формирати на следећи начин „ImeStudenta_BrojZadatka“ (BrojZadatka=1,2,3). У случају више фајлова називе формирати као „ImeStudenta_BrojZadatka_n“ ($n = 1,2,\dots$).

По могућству направити само по један MWO фајл по задатку.

Све предвиђене прорачуне дати у вежбанци или у „Design Notes“ MWO или у једначинама MWO.

Све коначне резултате написати у вежбанци.

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

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

Решења задатака

1. Означимо интензитете таласа дате мреже који се крећу с лева на десно редом са a_1 , b_{2R} , a_{1v} , b_{2v} , a_{1C} и b_2 , а оних који се крећу с десна на лево редом са a_2 , b_{1C} , a_{2v} , b_{1v} , a_{2R} и b_1 . Матрице расејања паралелног отпорника и редног кондензатора, за номиналну импедансу Z_0 су

$$[s]_R = \frac{1}{2R + Z_0} \begin{bmatrix} -Z_0 & 2R \\ 2R & -Z_0 \end{bmatrix}, \quad [s]_C = \frac{1}{2Z_0 + Z} \begin{bmatrix} Z & 2Z_0 \\ 2Z_0 & Z \end{bmatrix},$$

где је $Z = 1/(j\omega C)$ комплексна импеданса кондензатора. Матрица расејања идеалног вода за номиналну импедансу једнаку Z_c је

$$[s]_v = \begin{bmatrix} 0 & e^{-j\theta} \\ e^{-j\theta} & 0 \end{bmatrix}.$$

„Адаптери номиналних импеданси“ на левом и десном крају вода имају s -матрице (в. стр. 116 уџбеника МПК)

$$[s]_l = \frac{1}{Z_0 + Z_c} \begin{bmatrix} Z_c - Z_0 & 2\sqrt{Z_0 Z_c} \\ 2\sqrt{Z_0 Z_c} & Z_0 - Z_c \end{bmatrix}, \quad [s]_d = \frac{1}{Z_0 + Z_c} \begin{bmatrix} Z_0 - Z_c & 2\sqrt{Z_0 Z_c} \\ 2\sqrt{Z_0 Z_c} & Z_c - Z_0 \end{bmatrix}.$$

Везе између интензитета таласа дате су преко s -матрица као

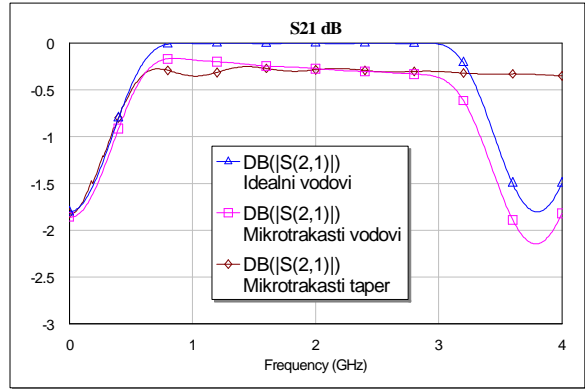
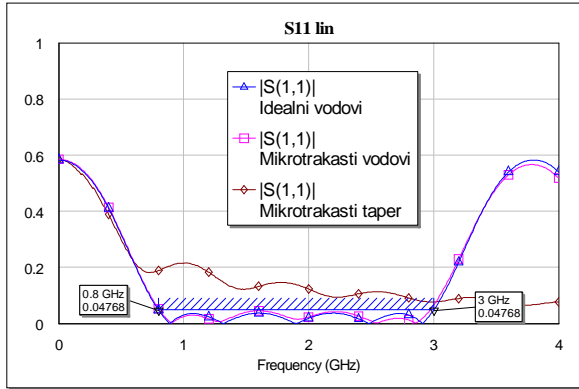
$$\begin{bmatrix} b_1 \\ b_{2R} \end{bmatrix} = [s]_R \begin{bmatrix} a_1 \\ a_{2R} \end{bmatrix}, \quad \begin{bmatrix} a_{2R} \\ a_{1v} \end{bmatrix} = [s]_l \begin{bmatrix} b_{2R} \\ b_{1v} \end{bmatrix}, \quad \begin{bmatrix} b_{1v} \\ b_{2v} \end{bmatrix} = [s]_{\text{vod}} \begin{bmatrix} a_{1v} \\ a_{2v} \end{bmatrix}, \quad \begin{bmatrix} a_{2v} \\ a_{1C} \end{bmatrix} = [s]_l \begin{bmatrix} b_{2v} \\ b_{1C} \end{bmatrix}, \quad \begin{bmatrix} b_{1C} \\ b_2 \end{bmatrix} = [s]_C \begin{bmatrix} a_{1C} \\ a_2 \end{bmatrix}.$$

Ове везе представљају систем од 10 линеарних алгебарских једначина са укупно 12 (непознатих) интензитета таласа. Ако интензитете b_1 и b_2 сматрамо познатим, добијамо систем од 10 алгебарских једначина са 10 непознатих, који има јединствено решење и где ће сваки од преосталих 10 интензитета таласа бити изражен као линеарна хомогена комбинација од b_1 и b_2 . Изражавајући на овај начин a_1 и a_2 , добијамо аутоматски s -параметре читаве дате мреже,

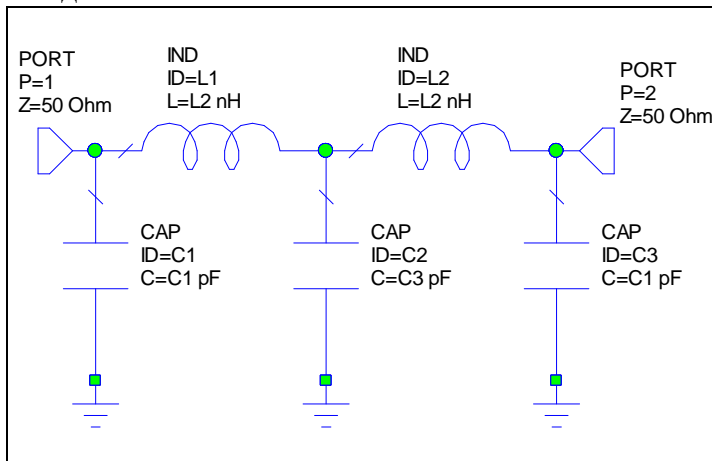
$$\begin{bmatrix} a_1 \\ a_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} s_{11} & s_{12} \\ s_{21} & s_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \end{bmatrix}.$$

2.

Z02=190	Z01=50				
Z1=56.47		f1=0.8	f2=3	f0=(f1+f2)/2	f0: 1.9
Z2=71.05					
Z3=97.47					
Z4=133.7					
Z5=168.2					
	W01=2.818				
L1=27.44	W1=2.328				
L2=27.76	W2=1.611				
L3=28.28	W3=0.8215				
L4=28.73	W4=0.3498				
L5=29.03	W5=0.1516				
	W02=0.08658				
L=L1+L2+L3+L4+L5					

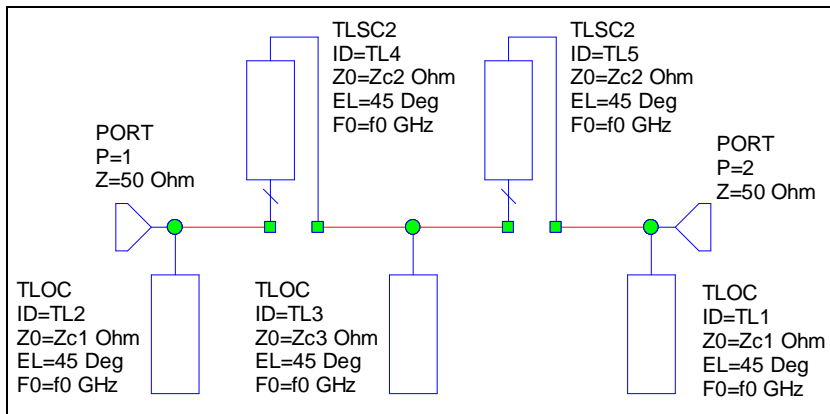


3. Идеална LC шема:

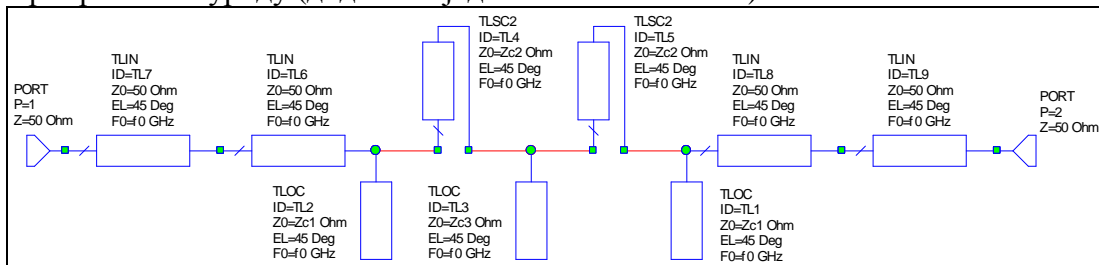


$C1=2.648$
 $L2=2.613$
 $C3=3.609$
 $Z0=50$
 $f0=3$
 $w=2 \cdot \pi \cdot f0$ $w: 18.85$
 $Zc1=1000/(w \cdot C1)$ $Zc1: 20.04$
 $Zc2=w \cdot L2$ $Zc2: 49.25$
 $Zc3=1000/(w \cdot C3)$ $Zc3: 14.7$

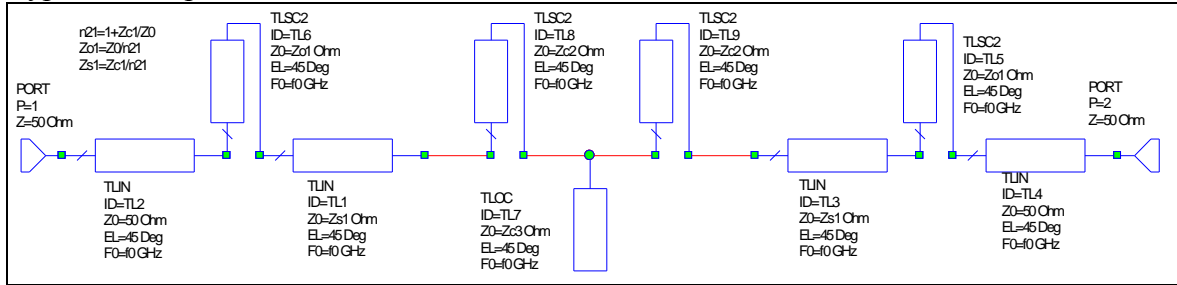
Richards:



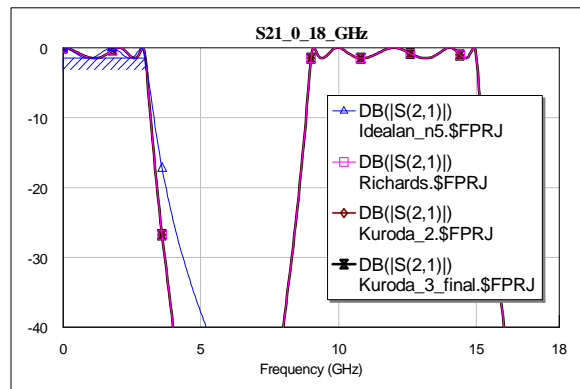
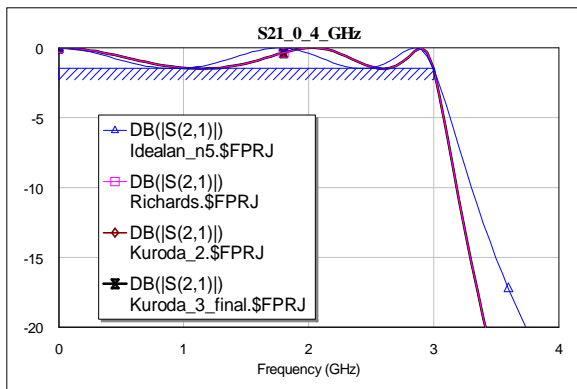
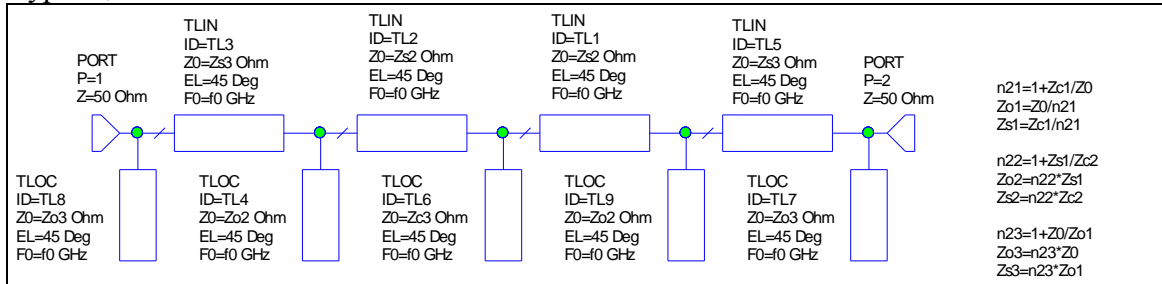
Припрема за Куроду (додавање јединичних елемената):



Курода, 1. корак:



Курода, коначан изглед:



Период понављања амплитудског одзива је $4 \cdot f_0 = 4 \cdot F_p = 12 \text{ GHz}$.