

### פרק (5) – שאלות הכנה (לניסוי 73 במסגרת מעבדות 2-3)

#### שאלה 1 מושגים בסיסיים בקווי תמסורת

##### (1.1) סכום הספקים

קו תמסורת 50 באורך 1 מטר, הפסדים  $3dB/m$  מועמס בקצהו בעומס  $50\Omega$ . בצידו השני מתחברים לקו 2 מקורות RF באותו התדר ובאותה הפאזה וכ"א מפיק הספק של  $+10dBm$  המקורות מסתכמים ב combiner אידיאלי והחיבור מתואם לקו. מהו ההספק הנמדד בעומס?

$$[ 0dBm = 10\log(1mW) ]$$

##### (1.2) עומס הנותן החזר של $3dB$

נתון קו תמסורת בעל אימפדנס אופייני של  $Z_0 = 50\Omega$ . מה עומס שיש לחבר המוצא הקו כדי לקבל

$$\text{החזר של } 3dB \text{ . } (|\Gamma| = \frac{1}{\sqrt{2}})$$

##### (1.3) תכנון מנחת מסוג T

יש לתכנן מנחת מסוג T. עבור קו תמסורת בעל אימפדנס אופייני של  $Z_0 = 50\Omega$  המנחת  $3dB$ .

### שאלה (2) תכנ ומימוש קווי תמסורת

#### 2.1 תכנ כבל קואקסיאלי

יש לתכנן ולחשב תכונות של קו קואקסיאלי : גיד מרכזי ועוטף מנחושת

$$tg(\delta) = 2 \cdot 10^{-4}, \quad \epsilon_r = 2.2$$

א) נדרש  $Z_0 = 50\Omega$  ותדר עבודה מכסימאלי  $f_c = 10GHz$ . מה הם תכונותיו (מידות קיבול השראות, התנגדויות ניחותים)? יש לוודא שתדר הקטעון של האופנים הבלתי רצויים גדול פי 2 מתדר העבודה המכסימאלי.

ב) מהו ההספק המכסימלי שניתן להעביר בכבל הנ"ל בתדר  $10GHz$  (הנח מתח פריצה  $E_m = 30 \frac{KV}{cm}$ ).

ג) תכנן קו קואקסיאלי לקבלת הפסדים מינימאליים בתנאי עבודה עד  $18GHz$ . מה הם תכונותיו?

#### 2.2 תכנ של קו מיקרוסטרפ על מצע

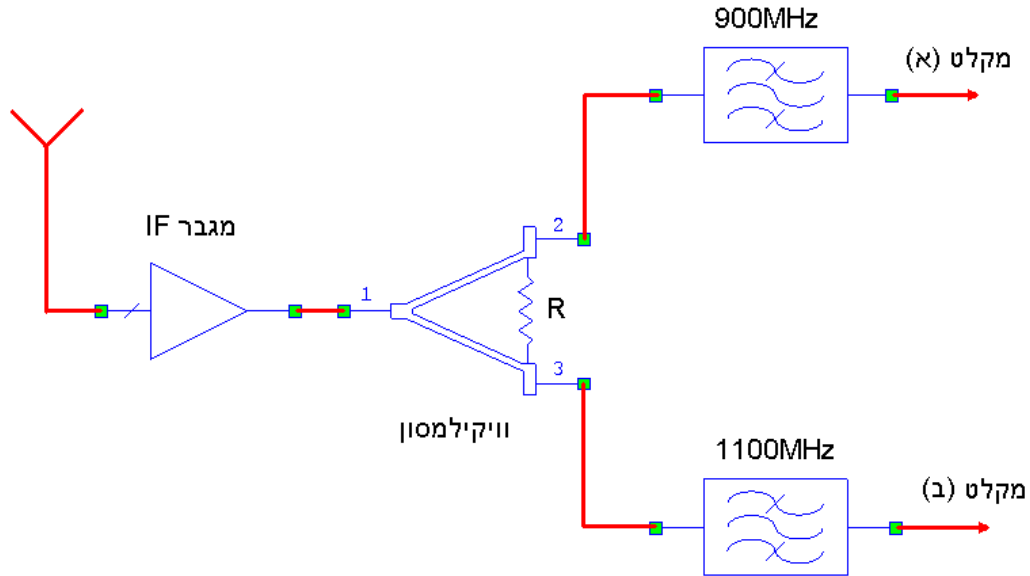
יש לתכנן קו מיקרוסטרפ על מצע דורואיד  $\epsilon = 4$   $tg(\delta) = 4 \cdot 10^{-4}$  מצופה נחושת

$\rho = 1.7 \cdot 10^{-6} \Omega - cm$ . עובי הנחושת  $t = 10\mu m$ . (ללא שימוש במחשבון txline אלא הצבה בנוסחה המתאימה) מהו היחס בין רוחב המצע לגובה המצע. למימוש קו 50 אום.

## שאלה (3) תכנון וסימולציה של מפצלי הספק

**הבעיה**

יש לפצל הספק אות מוצא ממגבר IF בתחום תדרים 900-1100MHz ל-2 מקלטים הקולטים: (א) בתדר 900MHz ו-(ב) בתדר 1100MHz. משתמשים במפצל הספק ווילקניסון המתאים לתחומי התדר הנ"ל.



התכנון בוצע על מצע PCB במבנה של מיקרוסטריופ -  $Z_0 = 50\Omega$ . בסיוע התכנון התברר כי המסננים אינם מהווים עומס של  $50\Omega$  כאשר אינם פועלים בתדר שלהם. ולא קיימים אותות בו זמנית גם למקלט (א) וגם למקלט (ב). לכן כאשר:  $S_{22} = 0$  מתואם כלומר  $S_{22} = 0$  הרי  $S_{33} = -3dB$  ולהיפך כאשר  $S_{33} = 0$  מתואם כלומר  $S_{33} = 0$  הרי  $S_{22} = -3dB$ .

(א) מה יהיה  $S_{11}$  הטוב ביותר שרואה מגבר ה-IF?

(ב) במטרה לשפר את  $S_{11}$  ויש מקום להוסיף מנחתים בין מוצאי (2) ו-(3) של הווילקניסון למסננים, של  $3dB$  כ"א. מה יהיה השיפור ב-  $S_{11}$  שרואה מגבר ה-IF. (מה ערכי הנגדים במנחת)?

(ג) בהנחה שניתן לבצע תכנון חדש ולהחליף את הווילקניסון (וללא המנחתים) במפצל נגדים פשוט של  $6dB$  כמתואר בפרק 3 מה יהיה  $S_{11}$  במקרה זה? השווה התוצאה עם סעיף א ונמק.

(ד) כנ"ל במקום הווילקניסון לבצע פיצול הספק בעזרת מצמד B.Line,  $3dB$ ,  $90^\circ$ . חזור על סעיפים (א) ו (ב) והשווה לשני המפצלים הקודמים.

**שאלה (4) תכנון וסימולציה של מצמד ומסנן קווים צמודים**

**4.1 דרוש לתכנן מצמד קווים צמודים** (מצמד כיווני) הבנוי מזוג קווים צמודים סימטרי בעלי צמוד של 10dB ואימפדנס אופייני של  $50\Omega$ . התדר המרכזי הינו  $5GHz$ .  
 (א) תכנן מצמד כנ"ל.  
 (ב) חשב את מידות האורך והרוחב של הקווים הצמודים עבור מימוש במבנה מיקרוסטרפ על מצע דורואיד ( $\epsilon_r = 3.38$ ). יש לבחור את הגובה  $h$  כך שמרחק ההצמדה בין הקווים לא יהיה פחות מ-  
 $0.5mm$

**4.2 דרוש לתכנן מסנן מעביר פס. קווים צמודים** תכנן מסנן מעביר פס במבנה מיקרוסטרפ על מצע דורואיד ( $\epsilon_r = 3.38$ ). יש לבסס את התכנון על מסנן אב טיפוס בעל ערכים מנורמלים הבאים:

$$\Delta = \frac{\omega_2 - \omega_1}{\omega_0} = 0.1$$

,  $g_1 = 1.5963$ ,  $g_2 = 1.0967$ ,  $g_3 = 1.5963$

(א) חשב את מידות האורך והרוחב של הקווים הצמודים כאשר נתון כי גובה המצע  $h = 10mil$ .