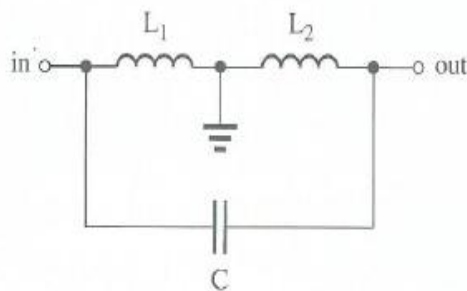


פתרון מערכות תקשורת א 2022 תשפב - של המרצה קנדוב פנחס

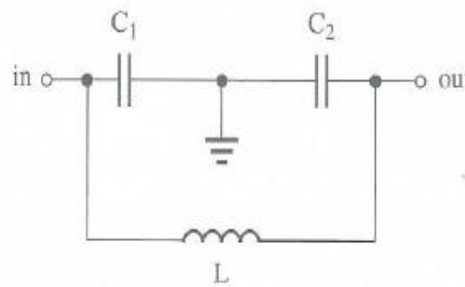
מערכות תקשורת א'

שאלה 1

א. באיורים א' ו-ב' לשאלה 1 נתונים מעגלים חשמליים של מתנד קולפיץ ושל מתנד הרטלי. (6 נק')



איור ב' לשאלה 1



איור א' לשאלה 1

1. ציינו איזה סוג מתנד מוצג באיור א', וציינו יתרון אחד וחסרון אחד של מתנד זה. (3 נק')

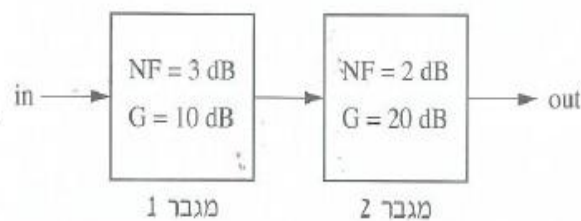
2. ציינו איזה סוג מתנד מוצג באיור ב', וציינו יתרון אחד וחסרון אחד של מתנד זה. (3 נק')

ב. (6 נק')

1. הסבירו את שני התנאים להיווצרות של תנודות במתנד. (3 נק')

2. חשבו את מקדם המשוב אם נתון שהגבר המתנד הוא: $A = 2 / \frac{1}{3} \pi$. (3 נק')

ג. באיור ג' לשאלה 1 נתונה מערכת הכוללת שני מגברים המחוברים זה לזה. (6 נק')



איור ג' לשאלה 1

האם צורת החיבור של המגברים תבטיח ספרת רעש אופטימלית (מיטבית)? אם כן, חשבו אותה. אם לא, הציעו דרך לקבל ספרת רעש אופטימלית, וחשבו אותה.

ד. עבור המעגל המופיע באיור ג' התקבלו המדידות האלה: (7 נק')

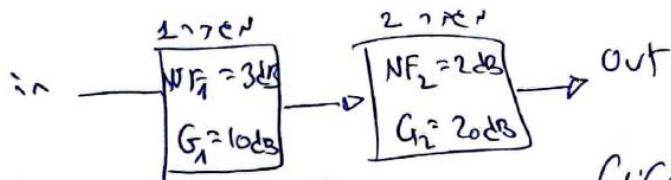
הספק הרעש במבוא המערכת הוא -120 dBm וטמפרטורת הסביבה היא 27°C . חשבו את רוחב הפס של המערכת.

כהיכנס

β ו A 3 מתן (1) (2)
 β ו A 3 מתן (2)

תנאי תנאים $|\beta A| \geq 1$ (1) (2)
 שווה $\beta A = 0$

$A = 2 \angle \frac{\pi}{3} \rightarrow \beta = \frac{1}{2} \angle -\frac{\pi}{3}$ (2)



תפקידם של ה- NF (Noise Figure) הוא להגדיר את רמת הריעורור הנכנסת לבלוק. ה- NF של בלוק הוא היחס בין ה- NF של הבלוק לבין ה- NF של הבלוק הקודם.

$F_n = F_2 + \frac{F_1 - 1}{G_2} = 1.58 + \frac{2-1}{100} = 1.59$

$NF = 10 \log 1.59 = 2.01 \text{ dB}$

$P_n = -120 \text{ dBm}$
 $T = 29^\circ\text{C} \rightarrow 300 \text{ K}$
 $P_{ni} = BW \cdot k T \Rightarrow 1 \cdot 10^{-12} = BW \cdot 1.38 \cdot 10^{-23} \cdot 300$ (3)
 $BW = 241 \text{ KHz}$

$P_n = 10 \log P_n$
 $P_n = 1 \cdot 10^{-12} \text{ W}$

שאלה 2

א. (5 נק') נתון האות המאופנן הזה:

$$X(t) = 3 \cdot \cos(2\pi \cdot 605 \cdot 10^3 t) + 3 \cdot \cos(2\pi \cdot 615 \cdot 10^3 t)$$

קבעו מהו סוג האפנון של האות הנתון, וסרטטו את ספקטרום התדרים עבור אות זה.

ב. (8 נק') סרטטו תרשים מלבנים של מקלט סופר-הטרודיין, והסבירו את התפקיד של כל אחד מהמרכיבים בו.

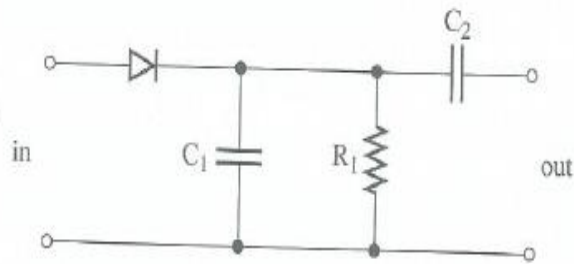
ג. (7 נק') במבוא של מקלט סופר-הטרודיין נקלטו התדרים האלה:

$$F_{RF1} = 1,000 \text{ kHz} \quad , \quad F_{RF2} = 600 \text{ kHz}$$

ידוע כי תדר הביניים של המקלט הוא 455 kHz ושתחום התדרים הנקלט הוא 1,600 ÷ 540 kHz.

חשבו את תדר הבבואה עבור כל אחד מהתדרים F_{RF1} ו- F_{RF2} , וקבעו איזה מהם יכול להוות הפרעה עבור המקלט.

ד. (5 נק') באיור לשאלה 2 מתואר מעגל.



איור לשאלה 2

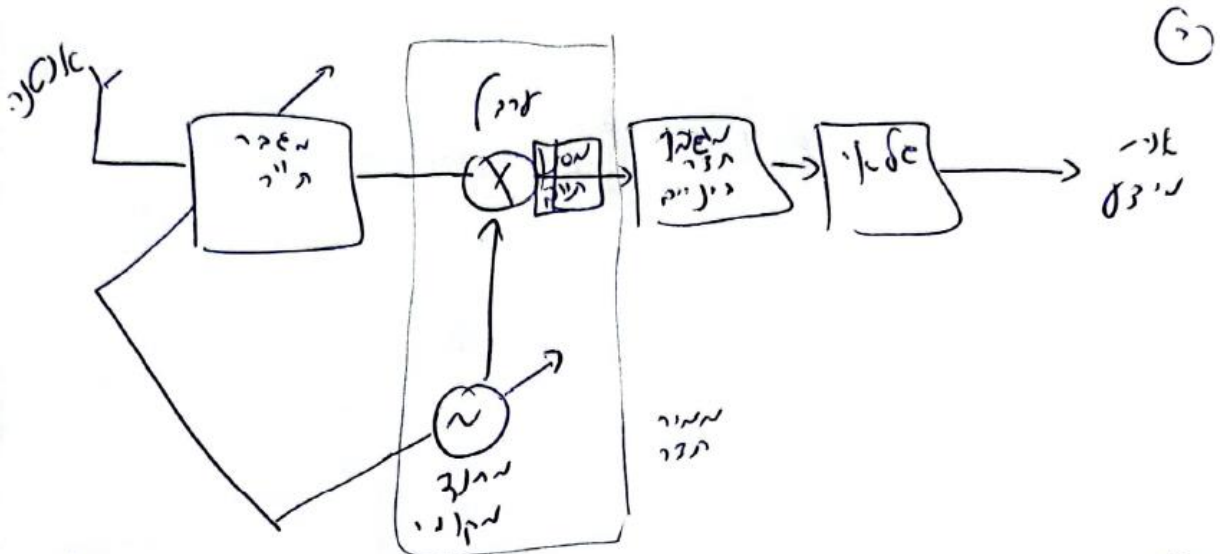
ציינו מהו המעגל המתואר באיור, והסבירו למה הוא משמש.

$$X(t) = 3 \cos(2\pi 6.5 kt) + 3 \cos(2\pi 61.5 kt)$$

פתיחה 2

DSB

אלו-גאנון (ט)



$f_{RF1} = 1000 \text{ kHz}$

$f_{RF2} = 600 \text{ kHz}$

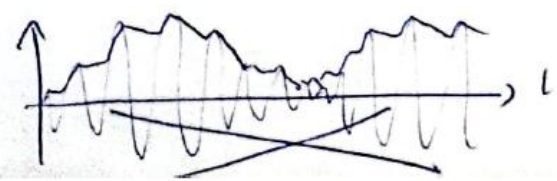
$f_{IF} = 455 \text{ kHz}$

$f_{IM} = f_{RF} + 2f_{IF}$

$f_{IF} = 455 \text{ kHz}$

f_{RF2} יכולה להיות הפכה לבין שהיא בתוך תחום 1000-1600

(3) שני אלו-גאנון - הסיבה מסוג א זה
היזע התהווה על האלו-גאנון AM הכוללת וזקוק-עצ
נא לא להסתובב עם משהו האלו-גאנון עם עצמו



שאלה 3

נתון ביטוי המתאר אות מאופנון, המשודר באפנון FM כפונקצייה של הזמן:

$$X_{FM}(t) = 30 \cdot \cos(2\pi \cdot 90 \cdot 10^6 t + 4 \cdot \sin(2\pi \cdot 8 \cdot 10^3 t))$$

- 9) (נק') א. חשבו את רוחב הפס, את התדר המרבי ואת התדר המזערי של האות הנתון.
- 5) (נק') ב. כתבו ביטוי המתאר את התדר הרגעי של האות הנתון כפונקצייה של הזמן $F_{FM}(t)$.
- 6) (נק') ג. סרטטו תרשים מלבנים של משדר FM הכולל מתנד מבוקר מתח (V.C.O.).
- 5) (נק') ד. הסבירו למה משמש מגבל (Limiter). ציינו באיזה מכשיר הוא מותקן, ובין אילו רכיבים במכשיר הוא ממוקם.

$$X_{FM}(t) = 30 \cos(2\pi \cdot 90 \cdot 10^6 t + 4 \sin(2\pi \cdot 8 \cdot 10^3 t))$$

כתיבין 3

$$BW = 2(\beta + 1) \cdot f_m = 2(4 + 1) \cdot 8 \cdot 10^3 = 80 \text{ kHz}$$

$\beta = 4$ (כ)

$f_m = 8 \cdot 10^3 \text{ Hz}$

(ג)

$$F_{FM}(t) = f_c + K_f \cdot A_m \cos(\omega_m t)$$

$f_c = 90 \cdot 10^6 \text{ Hz}$

$\Delta f_c = A_m \cdot K_f = \beta \cdot f_m$

$$F_{FM} = 90 \cdot 10^6 + 4 \cdot 8 \cdot 10^3 (2\pi \cdot 8 \cdot 10^3 t)$$



(ד)

המסגרת לשמש להסרת רעשי בסיס א' (א)
 מסלול אל מודול ה-VCO. המודול מיוקם בין
 המסגרת והמגבר תדר.

שאלה 4

- א. הסבירו את משפט הדגימה של נייקוויסט.
 ב. אות מידע אנלוגי, בתדר של 10 kHz, נדגם על-פי משפט נייקוויסט. חשבו מהו זמן המחזור של האות הדגום.
 ג. סרטטו תרשים מלבנים של מעגל דגימה ושמירה (Sample and Hold), והסבירו את אופן פעולתו.
 ד. ציינו את שלושת השלבים הדרושים להמרת אות אנלוגי לאות דיגיטלי, והסבירו כל אחד מהם.
 ה. הסבירו מהי שגיאת כימוי, וכיצד אפשר לצמצם אותה.

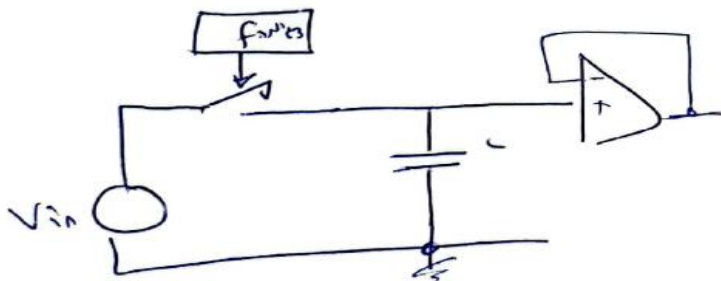
פתרון 4

א. לפי משפט נייקוויסט, צפייה א נייקוויסט תצב
 הצפייה צריכה להיות - מסתו - ס' 2.
 ממשך היא/וא'.

ב. $f = 10 \text{ kHz}$

לפי נייקוויסט $f = 2 \cdot 10 = 20 \text{ kHz}$

$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{20 \text{ k}} = 0.05 \text{ msec}$



ג. צפייה נשמירה - $5 \mu\text{s}$
 מסתו - $2 \cdot 3 \cdot 3 \cdot 10^{-6}$
 הגוי האנלוגי

ד. כימוי - מקבוצת הכבים
 מקבוצת הכבים
 מקבוצת הכבים

ה. קיצוץ - מקבוצת הכבים
 כימוי - כימוי

ו. שגיאת כימוי - מקבוצת הכבים
 מקבוצת הכבים
 מקבוצת הכבים