

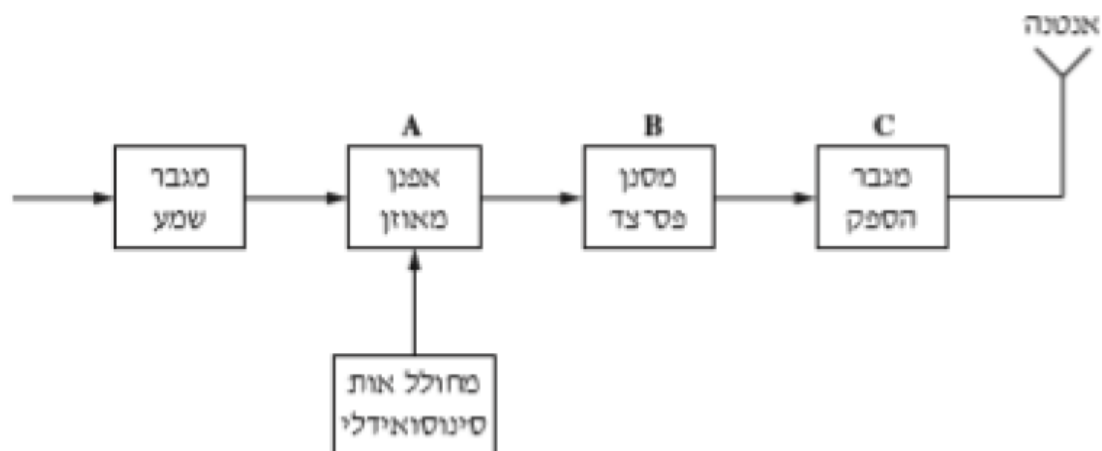
פתרון מבחן מערכות תקשורת א' תשע"ז - 2017 - עריכה ופתרון של המרצה משה סימסולו

פרק ראשון: מערכות תקשורת א'

ענה על שאלה אחת לפחות מבין השאלות 1-4 (לכל שאלה – 25 נקודות).

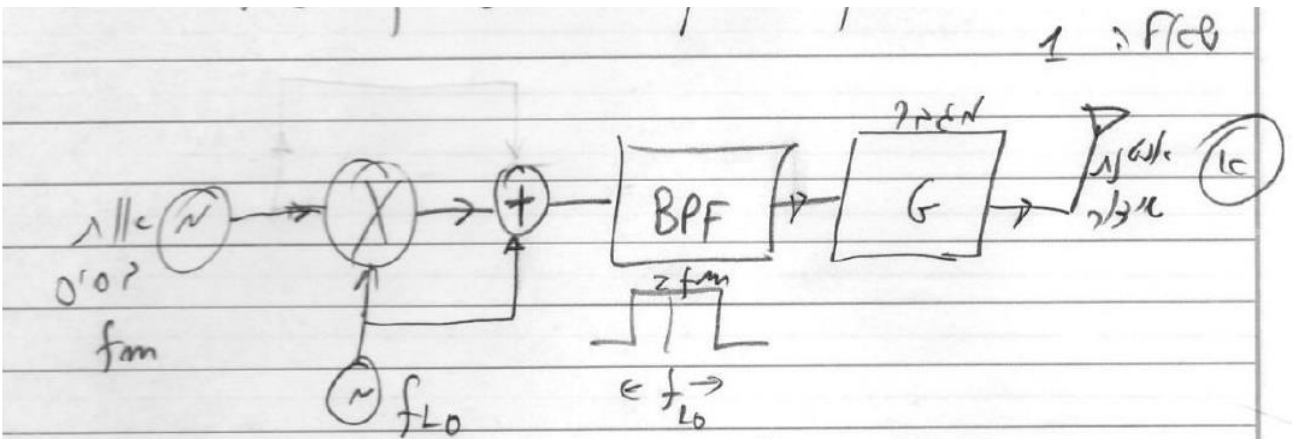
שאלה 1

- א. סרטט תרשים מלבנים של משדר AM.
- ב. להלן נתוניו של אות המופק ממשדר AM:
עוצמת הגל הנושא – 10 V ; תדר הגל הנושא – 1 MHz ; רוחב הפס – 4 kHz ;
מקדם האפנון – 0.9 .
התנגדות האנטנה של המשדר היא 75Ω .
חשב את הספק השידור ואת נצילות השידור של האות.
- ג. כדי לשפר את נצילות השידור של האות שנתוניו מוצגים בסעיף ב' משתמשים במשדר SSB .
תרשים המלבנים של המשדר נתון באיור לשאלה 1.



איור לשאלה 1

1. הסבר את תפקידיהן של היחידות A , B , C שבתרשים המלבנים.
2. חשב את הספק השידור של האות.
3. ציין חיסרון אחד של שידור בשיטת SSB לעומת שידור בשיטת AM .



$E_c = 10V$
 $f_c = 1MHz$
 $BW = 4kHz$
 modulation index $m = 0.9$
 load resistance $R = 75\Omega$

$$P_T = \frac{E_c^2}{2R} + \frac{(m \cdot E_c)^2}{4R} = \frac{10^2}{2 \cdot 75} + \frac{(0.9 \cdot 10)^2}{4 \cdot 75} = 0.667W + 0.27W = 0.94W$$

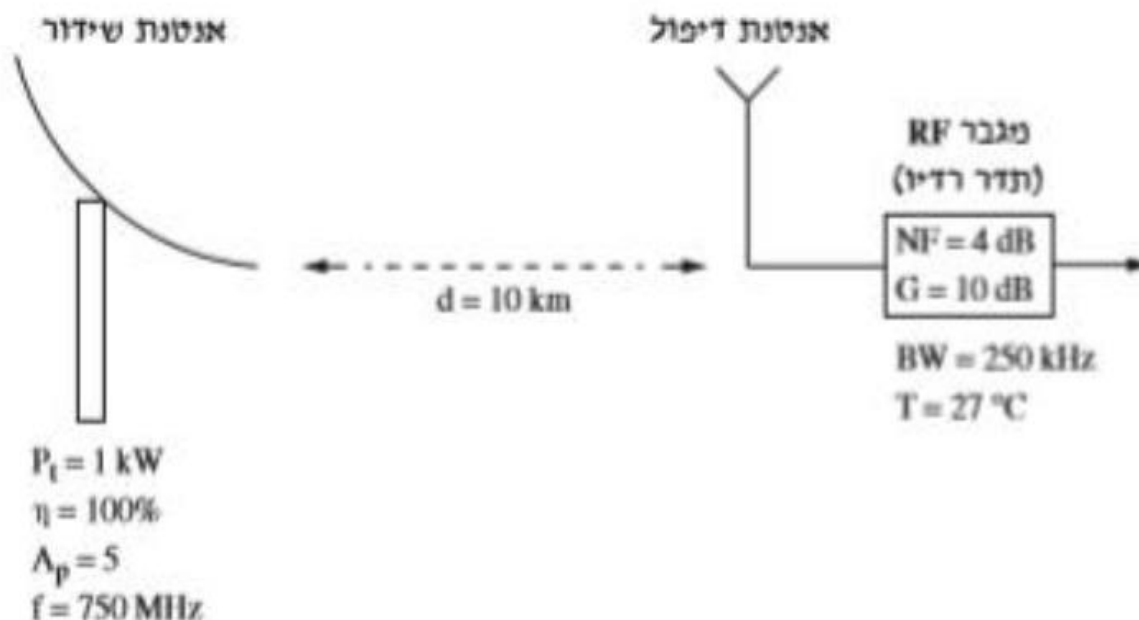
$$P_{SSB} = \frac{P_m}{2} = \frac{(m \cdot E_c)^2}{8R} = \frac{0.27W}{2} = 0.135W$$

$$\text{modulation efficiency} = \frac{P_m}{P_T} = \frac{0.27W}{0.94W} = 0.29$$

. הפלט של ה BPF, $f_{LO} - A$ (1) (E)
 . הפלט של ה BPF, $f_{LO} - B$ (2) (E)
 . הפלט של ה BPF, $f_{LO} - C$ (3) (E)

שאלה 2

באיור לשאלה 2 מתואר מערך תקשורת. אנטנת השידור מכוונת כך שהיא משדרת הספק מרבי בכיוון אנטנת הדיפול.



איור לשאלה 2

- א. חשב את צפיפות ההספק המתקבלת באנטנת הדיפול.
- ב. חשב את האורך של אנטנת הדיפול, הנדרש לקליטה מיטבית של האות מאנטנת השידור.
- ג. סרטט, ללא ערכים, את התפלגות גל המתח ואת התפלגות גל הזרם לאורך אנטנת הדיפול.
- ד. חשב את יחס האות לרעש הנדרש במבוא של מגבר ה-RF, כדי שבמוצאו יתקבל יחס אות לרעש של 20.
- ה. חשב את הספק הרעש שמייצר מגבר ה-RF.

שאלה 3

נתון קו תמסורת שעכבתו האופיינית היא $Z_0 = 50 \Omega$. הקו מוזן ממקור מתח המתואם לקו, ומועמס על ידי צרכן שעכבתו $Z_L = 150 \Omega$. התדר של מקור המתח הוא 433 MHz , והספק האות שהוא משדר הוא 10 W .

- א. מדוע חשוב שקו התמסורת יהיה מתואם למקור המתח ולצרכן?
- ב. חשב את יחס הגלים העומדים בקו התמסורת.
- ג. חשב את ההפסדים בקו התמסורת, ואת ההספק הנמסר לצרכן.
- ד. חשב את אורכו ואת עכבתו האופיינית של שנאי $\frac{\lambda}{4}$, הנדרש לתיאום הקו לצרכן.
- ה. סרטט מעגל חשמלי, הכולל את מקור המתח, את קו התמסורת, את השנאי $\frac{\lambda}{4}$, ואת הצרכן.

ע"פ ח"ב 3

הנלקט התיאום צרכן נלקט מתח מתואם:

- 1) תיאום מתח מתואם.
- 2) אורך התקף מתח מתואם עם צרכן מתואם.
- 3) הספק א"י המתח.
- 4) צימוד מתח מתואם מתח מתואם.

$$VSWR = \frac{1 + \rho}{1 - \rho} = \frac{1 + 0.5}{1 - 0.5} = \frac{1.5}{0.5} = 3$$

$$\rho = \frac{Z_L - Z_0}{Z_L + Z_0} = \frac{150 - 50}{150 + 50} = \frac{100}{200} = \frac{1}{2}$$

המקרה 3

התקלה (ב) =

התקלה היא תאורה של 10W

התקלה היא תאורה של 10W

התקלה היא תאורה של 10W

התקלה היא תאורה של 10W

$$P_{R_L} = \left(\frac{V_S}{R_S + R_L} \right)^2 \cdot R_L$$

$$P_{R_S} = \left(\frac{V_S}{R_S + R_L} \right)^2 \cdot R_S$$

$$P_{R_L} + P_{R_S} = 10W = K \cdot (R_L + R_S) = 200K$$

$$K = 0.05$$

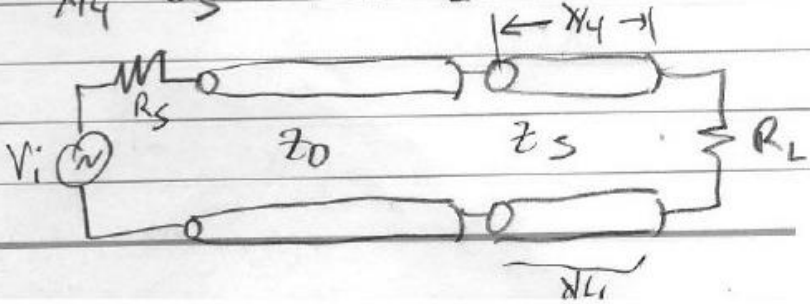
$$P_{R_L} = K \cdot R_L = 0.05 \cdot 150 = \boxed{7.5W}$$

התקלה היא תאורה של 10W

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \cdot 10^8 \frac{m}{s}}{433 \cdot 10^6 \frac{1}{s}} = 0.693m$$

$$l = \frac{\lambda}{4} = \boxed{0.23m}$$

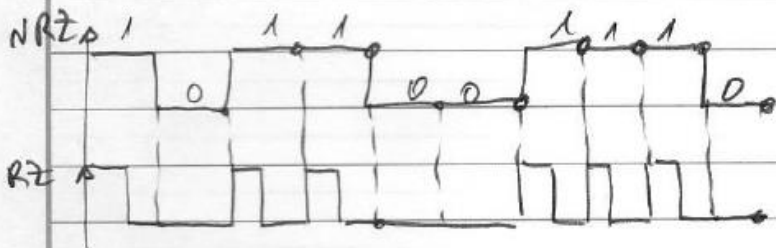
$$Z_S = \sqrt{Z_0 \cdot Z_L} = \sqrt{50 \cdot 150} = 86.6 \Omega$$



שאלה 4

- א. 1. ציין שתי שיטות של קידוד אות ספרתי לקן, והסבר כל אחת מהן.
2. סרטט, זה מתחת לזה בהתאמת, את האות הספרתי 1011001110 ואת הקידוד שלו בכל אחת מן השיטות שציינת בתשובתך לסעיף א'1.
- ב. מעוניינים לרבב אותות אנלוגיים, שתחום התדרים של כל אחד מהם הוא $0 + 5 \text{ kHz}$, בשיטת TDMA בערוץ תקשורת יחיד. תדר הדגימה של כל אחד מן האותות הוא תדר הדגימה המזערי על פי חוק נייקוויסט. משך הזמן של כל דגימה הוא $0.3 \mu\text{sec}$, והפרש הזמן בין כל שתי דגימות עוקבות הוא $0.2 \mu\text{sec}$.
1. מהו תדר הדגימה המזערי של כל אחד מהאותות?
 2. חשב את מספר האותות שניתן לרבב בערוץ הזה.
 3. מהו רוחב הפס הנדרש מהערוץ להעברת האותות הספרתיים שנדגמו, ומהו הקצב הסרבי להעברת האותות הספרתיים בערוץ הזה?

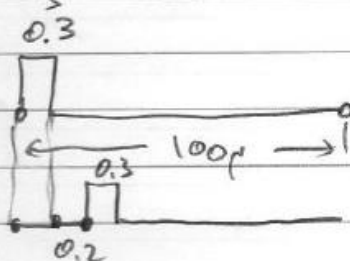
פתרון שאלה 4



NRZ-I, RZ (1) (2)

תזמון הדימום הוא 10K sample/sec כל 100ns

$$T_s = \frac{1}{10K} = 100 \mu s$$



הזמן של 100 מיקרוסניות הוא קבוע לזרימה
 (0.3+0.2) מיקרוסניות

$$N = \frac{100 \mu s}{0.5 \mu s} = 200$$

הקו נעשה זוגי באופן של 0.3 מיקרוסניות
 קנה הזוגיות הנתונה היא 200 באופן של 100 מיקרוסניות

$$R = 10K \cdot 200 = 2 \text{ Mbps}$$

88 כי מספר ה"ק"א וזמנה משתנה 2 מיקרוסניות

$$R = 2W \cdot \log_2 M$$

$$W = \frac{R}{2} = \frac{2 \text{ Mbps}}{2} = 1 \text{ MHz}$$