

מערכות תקשורת א' סוגי אפנון, רעש מגברים, מסננים תרגיל מספר 1

שאלה 1

אות המידע: $V_m = 3 \cos 2\pi \cdot 1000t (v)$ משודר באמצעות אות נושא: $V_c = 10 \cos 2\pi \cdot 8 \cdot 10^5 t (v)$

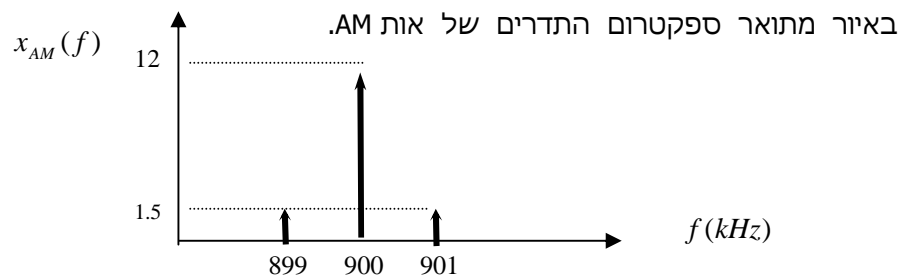
- א. שרטט את ספקטרום התדרים של האותות כאשר הם משודרים: בשיטת AM, בשיטת SSB, ו-DSB.
ב. חשב והשווה בין שיטות AM, SSB ו-DSB מהבחינות הבאות: רוחב הסרט, הספק ונצילות

שאלה 2

אות המשודר ממשדר AM מיוצג ע"י המשוואה הבאה: $x_{AM}(t) = 20 \cdot (1 + 0.3 \cos 6280t) \cos 2\pi \cdot 10^6 t$

- א. שרטט את צורת האות הנתון, חשב את רוחב הפס ואת הספק גל הנושא
ב. חשב את נצילות השידור כאשר התנגדות האנטנה הינה 1Ω .

שאלה 3



חשב את:

- א. מקדם האיפנון ואת רוחב הפס של האות
ב. שרטט את האות המאופנן בתלות בזמן. ציין על השרטוט ערכים חשובים של מתחים וזמני המחזור.
ג. נצילות אות השידור

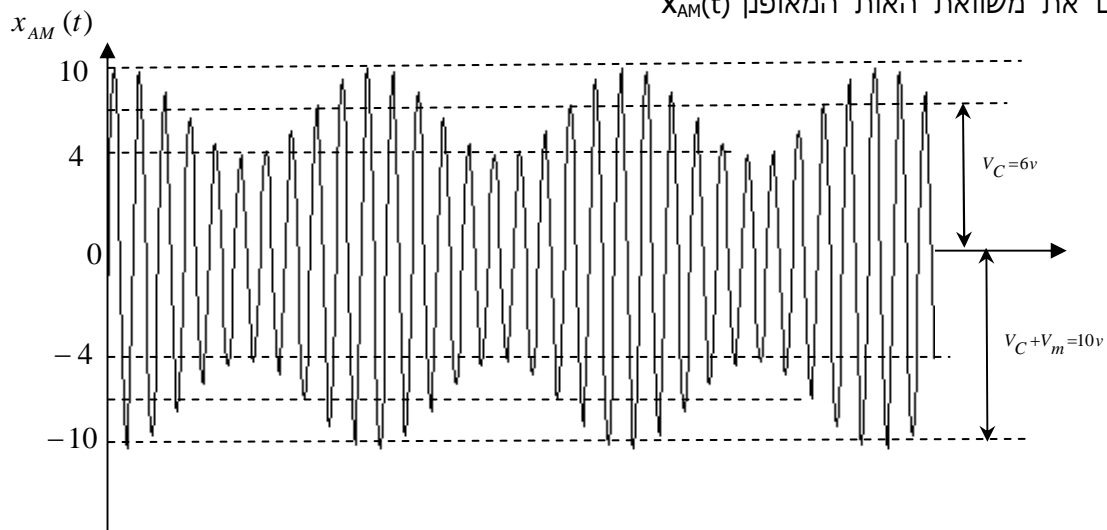
שאלה 4

בציור מתואר אות מאופנן AM בו תדר המעטפת הוא 2KHz ותדר הגל הנושא 1MHz

א. שרטט את ספקטרום התדרים של האות המאופנן.

ב. חשב את נצילות השידור

ג. רשום את משוואת האות המאופנן $x_{AM}(t)$



שאלה 5

מתוארים ספקטרום המתח של האות המאפנן $x(f)$ וספקטרום הנושא $c(f)$. גל באיפנון תנופה

א. רשום את משוואת האות המאופנן $x_{AM}(t)$ בתלות בזמן.

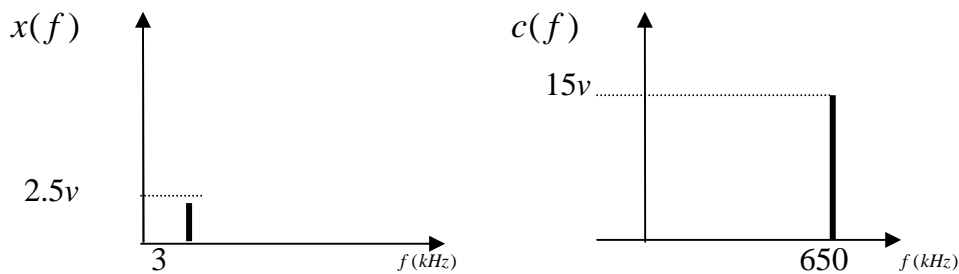
ב. שרטט את האות $x_{AM}(t)$, בתלות בזמן

נתון שעומס האנטנה הוא 8Ω חשב את:

1. רוחב הפס של האות המאופנן

2. הספק גל הנושא

3. נצילות השידור



שאלה 6

נתון גל נושא ואות מאפנן FM: $c(t) = 20 \cos 2\pi \cdot 30 \cdot 10^6 t$, $m(t) = 5 \cos 2\pi \cdot 5 \cdot 10^3 t$

א. רשום את ערכם של המשתנים הבאים: $A_m, A_c, f_c, f_m, \beta, \Delta f$

ב. רשום את משוואת אפנון ה-FM אם המשתנים שבשאלה.

ג. שרטט את ספקטרום התדרים המתקבל כתוצאה מהאפנון. $K_f = 5 \text{ kHz/v}$

ד. חשב את רוחב הסרט BW.

שאלה 7

נתון אות המוצא של אפנון FM: $X_{FM}(t) = 50 \cos (100 \cdot \pi \cdot 10^6 t + 2 \sin (4 \cdot \pi \cdot 10^3 t))$.
ונתון אות מידע: $m(t) = 0.2 \cos (4 \cdot \pi \cdot 10^3 t)$

א. רשום את ערכם של הגדלים הבאים: $A_c, A_m, f_c, f_m, m_f, \Delta f$

ב. חשב את ערכו של k_f ושרטט את פונקציית המעבר של אפנון.

ג. רשום את משוואת התדר הרגעי.

ד. שרטט את הספקטרום קבע את ערכי התדר והעוצמה של הרכיבים ומדוד את רוחב הסרט.

שאלה 8

נתון גל נושא בתדירות של 10 מגהרץ, ומשרעת של 10V. גל זה מאפננים בשיטת FM על ידי אות מידע מסוג סינוס טהור שתדירותו 7.5kHz ומשרעת של 1V. לאפנון מקדם אפנון $K\omega = 15\pi \cdot 10^3 \text{ rad/v}$.

א. חשב את מקדם האפנון $m_f(\beta)$.

ב. רשום את משוואת אפנון התדר בעזרת הנתונים הקיימים

ג. חשב את רוחב הסרט. השתמש בכלל של קרסון.

ד. רשום את חמשת המקדמים הספקטראליים הראשונים $J_0(\beta)$ עד $J_4(\beta)$.

ה. שרטט את הספקטרום ורשום את התדר והעוצמה של כל רכיב.

שאלה 9

- הסבר בקצרה את תפקידי המסננים הבאים ושרטט את עקומי היענות הכללי האידיאלי שלהם:
1. מסנן מעביר נמוכים – LPF
 2. מסנן מעביר גבוהים – HPF
 3. מסנן מעביר פס – BPF
 4. מסנן חוסם פס – BSF

שאלה 10

- נתון אות מאפנן: $f_m = 200\text{kHz}$, $A_m = 1\text{v}$, $K_f = 100\text{kHz/v}$, $f_c = 10\text{MHz}$ (האותות מסוג קוסינוס)
- א) רשום את משוואת האות המאפנן.
 - ב) רשום את משוואת התדר הרגעי.
 - ג) חשב את ערכה של סטיית התדר (Δf).
 - ד) חשב את התדר המרבי והתדר המזערי.
 - ה) חשב את התדר עבור הזמן $t = 625\text{nsec}$. הנח כי האות מתחיל בפאזה 00.
 - ו) חשב את הזמן בו התדר שמאופנן שווה ל- 10.01MHz .

שאלה 11

- אות מאופנן FM עם גל נושא בתדר 100MHz משתנה 100 פעמים בשניה בין התדירותות: 99.999MHz ל- 100.001MHz .
- א. מהי תדירות f_m של אות המידע.
 - ב. חשב את סטיית התדר Δf .
 - ג. חשב את גורם האפנון m_f (β).

שאלה 12

- א. שרטט ותכנן גלאי מעטפת למקלט המכוון לתחנה שספקטרום המשדר שלה נראה כך:

$$X_{AM}(t) = 2 \cos(2\pi \cdot 300k)t + \cos(2\pi \cdot 303k)t + \cos(2\pi \cdot 297k)t$$

- ב. שרטט את התאור בזמן של האות המאופנן ומתחתיו את התאור בזמן של האות ממוצא הגלאי.

- ג. במקלט FM, הסבר את הצורך של הדרגות הבאות .
1. בקרת עוצמה אוטומטית (AGC)
 2. בקרת תדר אוטומטית (AFC)
 3. קדם הבלט (PRE-EMPHASIS)
 4. פוג הבלט (DE-EMPHASIS)

שאלה 13

- נתונה מערכת תקשורת בעלת הנתונים הבאים:
- הספק אות בכניסה $P_{s, in} = -84\text{dbm}$, יחס אות לרעש $\text{SNR}_{in} = 18\text{dB}$
- הגבר הספק של הערכת $G = 25\text{dB}$ הרעש העצמי (הפנימי) המתקבל במוצא המערכת כשהכניסה מקוצרת: $N_a = 120\text{ }\mu\text{W}$

- חשב את סיפרת הרעש NF של המערכת

שאלה 14

נתונה מערכת הכוללת אנטנה ומגבר לתדר רדיו (ת"ר), המתואמים זה לזה. הספק האות המגיע לאנטנה הוא -94 dBm .

נתוני המערכת: האנטנה - רוחב הפס: $BW = 100 \text{ MHz}$, טמפרטורת הסביבה: $T = 10^\circ \text{C}$
 המגבר - רוחב הפס: $BW = 5 \text{ MHz}$, ההגבר: $G = 30 \text{ dB}$, ספרת הרעש: $NF = 3 \text{ dB}$

חשב את:

- יחס אות לרעש (SNR) במוצא האנטנה ובכניסת המגבר.
- ההספק הכולל (הספק האות והספק הרעש), ב- dBm ו- Watt , בכניסה למגבר
- הספק הרעש ואת יחס האות לרעש במוצא המגבר.

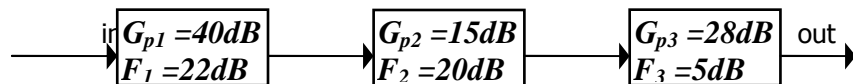
שאלה 15

הספק אות המגיע לאנטנה הוא -104 dBm . האנטנה מחוברת למקלט ברוחב פס 200 MHz .

- מה יהיה יחס אות לרעש לתחום הטמ"פ שבין $0 - 50^\circ \text{C}$
- מהו ההספק הכולל המתפתח באנטנה?

שאלה 16

נתונה מערכת תקשורת:



- חשב את סיפרת הרעש הכוללת של המערכת;
- ע"י שינוי מיקום היחידות ניתן לשפר את סיפרת הרעש הכוללת, מהו השינוי ומהי התוצאה?

שאלה 17

דרגת ההגברה במקלט היא בעלת הנתונים הבאים: הגבר המתח $AV = 20 \text{ dB}$; ספרת הרעש $NF = 4 \text{ dB}$; בכניסת הדרגה נמדד אות כניסה בעל עוצמה של $100 \mu\text{V}$ ורעש בעוצמה של $10 \mu\text{V}$.

חשב את יחס אות לרעש במוצא של דרגת הגברה.

שאלה 18

- הנח כי מתח של 5 V יוצר סטיית מופע בן 2 rad באפנון PM.
 - חשב את קבוע האפנון
 - חשב את סטיית המופע עבור 2 V
 - כתוב את משוואת אות ה- PM