

פתרון מוצע לבחינת משה"ח במערכות אלקטרוניות ט' 711911

אביב תשע"ח, מרס 2018

מחברים: סהר גבי ופרחי רוני, מכללת אורט הרמלין נתניה

פרק א' - מערכות תקשורת א'

שאלה מס' 1

סעיף א'

עקרון פעולת מקלט ה-AM שבאיור המצורף – מדובר על מקלט סופר הטרודיין. מקלט זה הוא מקלט רדיו שיש בו שלב אחד של המרת תדר. התדר הנקלט באנטנה מומר לתדר קבוע שנקרא תדר ביניים ונמוך בדרך כלל מהתדר הנקלט. מיד אחרי האנטנה יש את מגבר תדר רדיו/מגבר RF שתפקידו להגביר את האות הנקלט מהאנטנה ובכך לשפר את רגישות הקליטה. אחרי המגבר יש את הערבל שתפקידו ליצור את תדר הביניים שהוא תדר ההפרש בין התדר הנקלט לתדר המתנד המקומי המשתנה לצורך מעבר בין תחנות. הערבל מבצע הכפלה בין שני תדרי המבוא שלו. לאחר ביצוע המרת התדר בערבל שתוצאתה היא סכום והפרש תדרי הכניסה מסונן רק תדר הביניים. אות זה עובר הגברה במגבר תדר הביניים, גילוי ע"י גלאי מעטפת והגברת המידע במגבר השמע ולרמקול. לפני שני המגברים שהופיעו בהסבר יש מסנן מעביר פס. בראשון הפילטר מתכוון לתדר התחנה הנקלטת ובשני לתדר קבוע שהוא תדר הביניים. רוחב הפס של כל אחד משני הפילטרים תלוי ב-Q שלהם וכן בתדר המרכזי אותו הם נדרשים להעביר.

סעיף ב'

$$F_{IF} = 455\text{k[Hz]}$$

$$BW_{RF} = 500 \div 1,500\text{k[Hz]}$$

$$F_{LO} > F_{RF}$$

$$F_{LO-\min} = F_{RF-\min} + F_{IF} = (500 + 455) \cdot 10^3 = 955\text{k[Hz]}$$

$$F_{LO-\max} = F_{RF-\max} + F_{IF} = (1,500 + 455) \cdot 10^3 = 1,955\text{k[Hz]}$$

$$F_{LO} = 955 - 1,955\text{k[Hz]}$$

$$F_{RF} = F_C = 820\text{k[Hz]}, \quad F_m = 2\text{k[Hz]}$$

$$A_m = 3\text{[V]}, \quad m = 0.25[-]$$

סעיף ג' – סעיף משנה 1

התדרים בנקודה A

$$F_C = 820\text{k[Hz]}$$

$$F_{LSB} = F_C - F_m = (820 - 2) \cdot 10^3 = 818\text{k[Hz]}$$

$$F_{USB} = F_C + F_m = (820 + 2) \cdot 10^3 = 822\text{k[Hz]}$$

התדר בנקודה B

$$F_{LO} = F_C + F_{IF} = (820 + 455) \cdot 10^3 = 1,275\text{k[Hz]}$$

התדרים בנקודה C

$$F_{LO} - F_C = F_{IF} = 455\text{k[Hz]}$$

$$F_{LO} - F_{LSB} = (1,275 - 818) \cdot 10^3 = 457\text{k[Hz]}$$

$$F_{LO} - F_{USB} = (1,275 - 822) \cdot 10^3 = 453\text{k[Hz]}$$

$$F_{LO} + F_C = (1,275 + 820) \cdot 10^3 = 2,095\text{k[Hz]}$$

$$F_{LO} + F_{LSB} = F_{IF} = (1,275 + 818) \cdot 10^3 = 2,093\text{k[Hz]}$$

$$F_{LO} + F_{USB} = F_{IF} = (1,275 + 822) \cdot 10^3 = 2,097\text{k[Hz]}$$

הסבר - נקודה C הינה מוצא הערבול.
 הערבול מבצע פעולת כפל על התדרים שבמבוא שלו. לכן, מתקבל סכום והפרש של כל אחד מתדרים אלו.
 קבוצת התדרים הראשונה המתקבלת הינה קבוצת תדרי ההפרש וזו קבוצת התדרים שתעבור הלאה לגילוי בגלל פילטר F_{IF} שנמצא במוצא הערבול.
 קבוצת התדרים השנייה (הנוצרת כתוצאה מסכום תדרי הכניסה) אינה ממשיכה איתנו בגלל שפילטר F_{IF} מונע את המעבר שלה.

התדרים בנקודה D

$$F_{LO} - F_C = F_{IF} = 455\text{k[Hz]}$$

$$F_{LO} - F_{LSB} = (1,275 - 818) \cdot 10^3 = 457\text{k[Hz]}$$

$$F_{LO} - F_{USB} = (1,275 - 822) \cdot 10^3 = 453\text{k[Hz]}$$

התדר בנקודה E

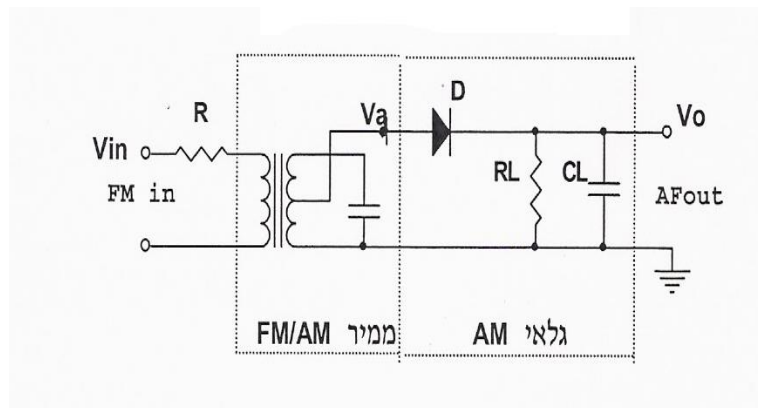
$$F_E = 2\text{k[Hz]}$$

סעיף ג' – סעיף משנה 2

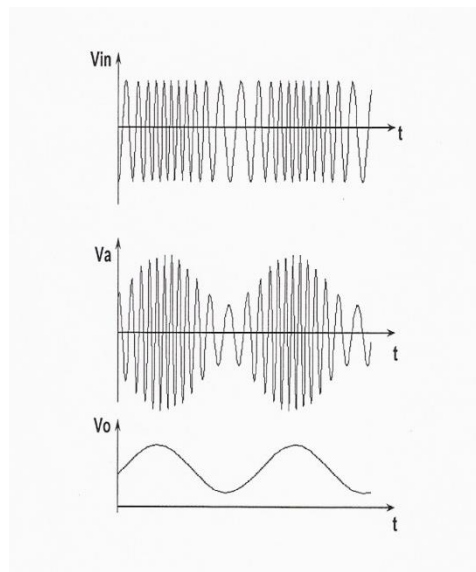
$$X_{AM}(t) = 12 \cos(1,640\pi \cdot 10^3 t) + 3 \cos(4\pi \cdot 10^3 t) \cos(1,640\pi \cdot 10^3 t)$$

שאלה מס' 2

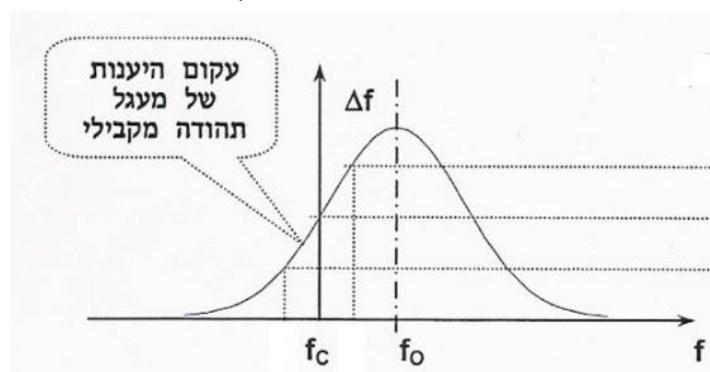
א. גלאי FM – לא צוין סוג הגלאי שנדרש להסביר, לכן, אסביר את גלאי השיפוע לצורך העניין. הגלאי כולל מעגל תהודה מקבילי המכוון כך שתדר מרכז המדרון השמאלי של עקום ההיענות יהיה שווה בדיוק ל- F_{IF} , הכנסת אות מאופנן למעגל תהודה כזה גורמת לכך שמתח המוצא משתנה באופן ישיר לתדר הכניסה. כאשר התדר גדול מ- F_{IF} מתח המוצא יגדל ולהיפך. ממוצא המעגל המכוון נקבל תדרים השווים בדיוק לתדרי הכניסה אליו אך המתח יהיה שונה, כלומר מאות מאופנן FM קיבלנו אות מאופנן AM ו-FM. כעת בעזרת גלאי מעטפת נגלה את אות המידע. פונקצית המעבר של הגלאי היא בצורת האות S.



המעגל של גלאי ה FM עם גלאי המעטפת.



האות העליון מייצג את מה שיש בכניסה לגלאי, האות במרכז מייצג את מוצא גלאי ה-FM ולמטה את מוצא גלאי המעטפת.



עקום הענות של מעגל התהודה המקבילי כאשר במרכז השיפוע השמאלי שלו נמצא תדר הביניים או כל תדר אחר שעליו רוכב השמע. יש לקחת את החלק הליניארי של העקומה כדי שיהיה ביטוי נכון לשינוי המתח במבוא.

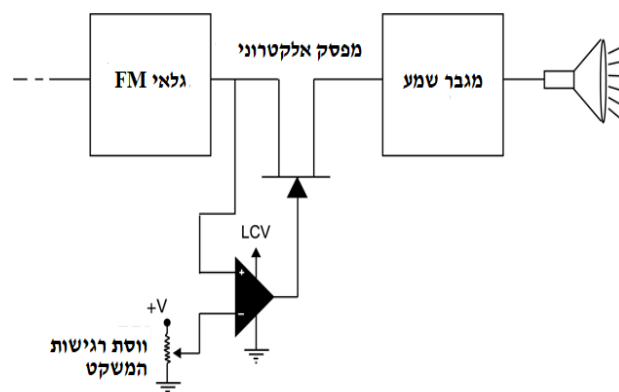
ב. $X_{FM}(t) = 5 \cos[\pi 10^8 t + 5 \sin(\pi 10^5 t)]$
 $A_c = 5[V], F_c = 50M[Hz], \beta = 5[-], f_m = 50k[Hz]$

1. $\beta = 5[-]$ מתוך משוואת הגל-

2. $\Delta F_{max} = \beta \cdot f_m = 5 \cdot 50 \cdot 10^3 = 250k[Hz]$

3. $BW = 2f_m(\beta + 1) = 2 \cdot 50 \cdot 10^3(5 + 1) = 600k[Hz]$

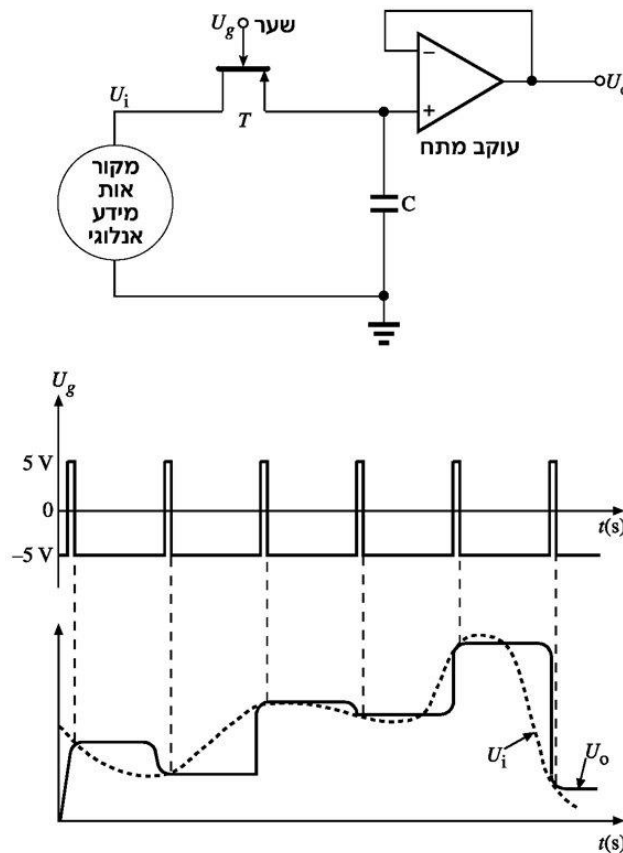
ג. השתקה מתבצעת ע"י המשתק. תפקיד המשתק לחסום את מעבר הרעש למגבר השמע כשאין תחנה נקלטת. מיקום - במקלט ה-FM לפני מגבר השמע. הסבר - בהיעדר תחנה בכניסה למקלט כתוצאה מהפסקה בשידור או לחילופין בזמן כיוון המקלט לתחנה אחרת, קיים רק רעש במוצא הגלאי. מקלטי ה-FM שהם כידוע בעלי רוחב פס גדול מפיקים רעש בעוצמה רבה פי 20 בערך ממקלט ה-AM. מימוש - המעגל מבוסס על טרנזיסטורים הנכנסים לקיטעון כשיש אות כניסה קטן/רעש ואינם מעבירים אותו הלאה או על מגבר שרת המתפקד כמגבר משווה ומעביר למוצאו רק אות שגבוה מאות הייחוס.



שאלה מס' 3

א. תדר מחצית ההספק המירבי הנדרש ממסנן ה LPF הוא 3kHz .

ב.



עקרון הפעולה של מעגל הדגימה והשמירה.

טרנזיסטור FET משמש כרכיב מיתוג – מפסק.

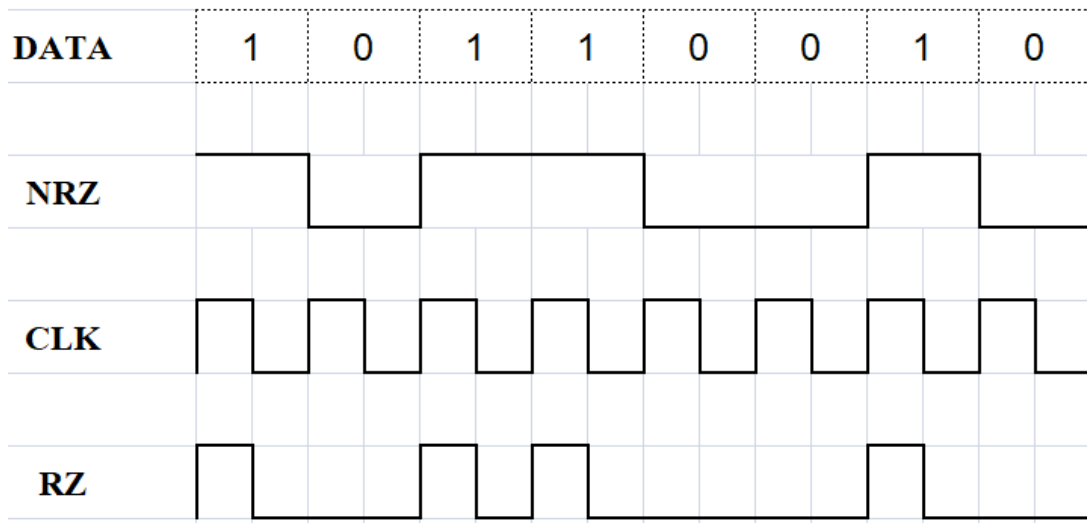
התנגדות ה FET במצב הולכה נמוכה מאוד לעומת זאת בקטעון ההתנגדות גבוהה מאוד. הטרנזיסטור מופעל ע"י דפקי הדגימה בתדר $F_s \geq 2f_a$ המסופקים לשער/GATE של ה FET.

כאשר FET בהולכה נטען הקבל C למתח אות המידע בזמן הדגימה (זמן טעינת הקבל חייב להיות מהיר כדי שיגיע למתח האות במשך זמן פולס הדגימה). בין הדגימות הקבל שומר על המתח הטעון בו היות ואין לו מעגל פריקה (ה FET - בקטעון והתנגדות הכניסה למגבר השרת גבוהה מאוד). מגבר השרת משמש כמגבר חוצץ כך שמוצאו שווה בדיוק למתח הקבל שהוא ערך הדגימה.

ג. יחידה A - הינה יחידת הכימוי. תפקידה הוא לתת מספר סופי של M רמות מתח ולקרב כל דגימה של האות לאחת מרמות מתח אלו. אם כל דגימה מיוצגת ע"י n ביטים אזי מספר רמות המתח השונות יהיה $M=2^n$.

ד. 1. יחידה B – הינה יחידת הקידוד, יחידה זו מתרגמת, עבור כל דגימה את אחת מ M רמות המתח שנקבעו ביחידת הכימוי לאות בינארי המורכב מ – n ביטים.

2.



שאלה מס' 4

$$X_{FM}(t) = 12 \cos[2\pi 10^7 + 5 \sin(2\pi 10^4 t)] [V]$$

$$\text{א. } F_C = 10^7 [\text{Hz}] = 10 \text{M}[\text{Hz}]$$

$$F_m = 10^4 [\text{Hz}] = 10 \text{k}[\text{Hz}]$$

$$\text{ב. } F_{\max} = F_C + \Delta F_{\max}$$

$$F_{\min} = F_C - \Delta F_{\max}$$

$$\Delta F_{\max} = \beta \cdot F_m = 5 \cdot 10^4 = 50 \text{k}[\text{Hz}]$$

$$F_{\max} = 10^7 + 5 \cdot 10^4 = 10.05 \text{M}[\text{Hz}]$$

$$F_{\min} = 10^7 - 5 \cdot 10^4 = 9.95 \text{M}[\text{Hz}]$$

$$\text{ג. } BW = 2F_m(\beta + 1) = 2 \cdot 10^4(5 + 1) = 120 \text{k}[\text{Hz}]$$

$$\text{ד. } F_{VCO-CENTER} = 250 \text{k}[\text{Hz}]$$

$$n = \frac{F_C}{F_{VCO-CENTER}} = \frac{10^7}{250 \cdot 10^3} = 40 [-]$$

פרק ב' - מקרומחשבים ושפה עילית

שאלה 5

א.

sbir P2_0=P2^0; - הפקודה מגדירה משתנה בשם P2_0, מסוג ביט של אוגר מיוחד, הממוקם בכתובת של ביט 0 באוגר מיוחד P2 .

TMOD=0X01; - הצבת המספר 1H בתוך המשתנה TMOD (הערה-TMOD אוגר

מיוחד

המגדיר את אופן עבודת הטיימרים ובמקרה זה מוגדר טיימר 1 כקוצב זמן באופן עבודה 1 שהוא מונה 16 ביט)

while (P2_0 == 0); - לולאה שמתבצעת כל עוד הערך של המשתנה P2_0 שווה לאפס.

הלולאה מתבצעת "במקום" עקב ה- ; בקצה.

PulseWidth=(TH0<<8)+TL0; - הפקודה מעבירה למעשה ערך של 16 ביט המאוחסן ב-2

משתנים בגודל byte (TH0,TL0) אל תוך משתנה אחד(PulseWidth)

בגודל 16 ביט. הפעולה מתבצעת ע"י הזזת ה-byte בעל המשקל

הגבוה 8 הזזות שמאלה (שקול להכפלה ב-256) והוספה של ה-

byte הנמוך.

ב. עבור תדר גביש של 12MHz מתקבל בכניסת הטיימר תדר מחולק ב-12 השווה ל-1MHz.

זמן המחזור של תדר זה הוא 1 uSec = 1/T. כלומר כל 1uSec הטיימר יקודם ב-1 במידה ומאופשר.

עבור רוחב דופק 100uSec המשתנה PulseWidth שווה ל-100.

עבור רוחב דופק 12mSec המשתנה PulseWidth שווה ל-12000.

עבור רוחב דופק 100mSec המשתנה PulseWidth שווה ל-0x86A0H. (16 הביט הנמוכים של הערך העשרוני 100000). מאחר והטיימר הוא בגודל של 16 ביט הוא אינו מסוגל להכיל את מלוא המספר אלא רק את 16 הביט הנמוכים (הטיימר מתאפס לאחר הגיעו לערך 0xFFFF ומתחיל ספירה מחדש).

שאלה 6

א. MOVX A,@DPTR - העתק את תוכן הכתובת בזיכרון הנתונים החיצוני ש DPTR מצביע עליה אל תוך אוגר A.

ANL A,#03H - ביצוע פעולת AND בין התוכן של אוגר A לבין המספר 3H והכנסת התוצאה אל אוגר A. פעולה זאת למעשה מאפסת את כל הביטים של אוגר A למעט 2 הביטים הנמוכים.

INC @R0 - הוסף 1 לתוכן התא הממוקם בכתובת שאוגר R0 מצביע עליה. לדוגמה, אם בתוך R0 יש את הערך 42H ובתוך כתובת 42H קיים המספר 7, לאחר ביצוע הפקודה יהיה 8 בתוך כתובת 42H.

DJNZ R7,NEXT - חסר 1 מהתוכן של אוגר R7, במידה ותוכן R7 לאחר החיסור שונה מ-0 קפוץ אל הפקודה המסומנת בתווית NEXT.

ב. התכנית פועלת על בלוק בזיכרון הנתונים החיצוני המתחיל בכתובת 1000H וגודלו 8 בתים. התכנית בודקת לגבי כל נתון בבלוק את 2 הביטים הנמוכים בבלבד ובהתאם למספר המתקבל מביטים אלה (0..3) משתנים הערכים בתוך כתובות 43H..40H המשמשים כמונים של הספרות 0..3 בהתאמה.

כלומר התא בכתובת 40H משמש כמונה הסופר כמה פעמים מופיע הערך 0 בשני הביטים הנמוכים של התאים בבלוק. התאים בכתובות 43H..41H משמשים כמונים עבור כמה פעמים מופיעים הערכים 1..3 בבלוק.

בהתאם למספרים הנתונים בשאלה, בסיום התכנית נקבל בארבעת המונים את הערכים הבאים: 40H - 4 41H - 1 42H - 2 43H - 1

ג. במידה וישונה המיסוך ל-4 ביטים נמוכים נקבל בארבעת המונים את הערכים הבאים :
 $40H - 4$ $41H - 1$ $42H - 1$ $43H - 1$ (שינוי בתוכן כתובת 42H)

בלבד

(לעומת המצב הקודם)

שאלה 7

```
#include <reg51.h>
void delay (int msec);
sbit P2_2=P2^2;
char count=0;
void main()
{
    IE=0x84;
    IT1=1;
    P2_2=1;
    while (1); // נדרש לא בשאלון לא נדרש
}
void int1() interrupt 2 // בשאלון חסר סוגריים עקב טעות
{
    P2_2=0;
    delay (1000);
    P2_2=1;
    count++;
    If (count==10)
        IE=0;
}
```

שאלה 8

```
#include <reg51.h>
sbit P2_0=P2^0;
sbit P2_1=P2^1;
sbit P2_2=P2^2;
void main()
{
    unsigned char x;
    while (1)
    {
        x=P1;
        if (x==0xff)
            P2_1=1;
        else
            P2_1=0;

        if ((x & 0x0f) != 0x0f)
            P2_2=1;
        else
            P2_2=0;

        if ((x & 0xf0) != 0xf0)
            P2_0=1;
        else
            P2_0=0;
    }
}
```