

מערכות אלקטרוניות ומחשבים ט'

למתמחים במערכות אלקטרוניות במגמת הנדסת אלקטרוניקה ומחשבים

(כיתה י"ג)

הוראות לנבחן

א. משך הבחינה: ארבע שעות.

ב. מבנה השאלון ומפתח ההערכה: בשאלון זה שני פרקים, ובהם שמונה שאלות.
יש להשיב על ארבע שאלות בלבד, שאלה אחת לפחות מכל פרק.

לכל שאלה – 25 נקודות, סך-הכול – 100 נקודות.

ג. חומר עזר מותר לשימוש: מחשבון.

ד. הוראות מיוחדות:

- ענה על מספר השאלות הנדרש בשאלון. המעריך יקרא ויעריך את מספר השאלות הנדרש בלבד, לפי סדר כתיבתן במחברתך, ולא יתייחס לתשובות נוספות.
- התחל כל תשובה לשאלה חדשה בעמוד חדש.
- רשום את כל תשובותיך אך ורק בעט.
- הקפד לנסח את תשובותיך כהלכה ולסרטט את תרשימיך בבהירות.
- כתוב את תשובותיך בכתב-יד ברור, כדי לאפשר הערכה נאותה שלהן.
- אם לדעתך חסרים נתונים הדרושים לפתרון שאלה, אתה רשאי להוסיף אותם, בתנאי שתנמק מדוע הוספת אותם.
- בכתיבת פתרונות חישוביים, קבלת מֶרֶב הנקודות מותנית בהשלמת כל המהלכים שלהלן, בסדר שבו הם רשומים:
 - * רישום הנוסחה המתאימה.
 - * הצבה של כל הערכים ביחידות המתאימות.
 - * חישוב (אפשר באמצעות מחשבון).
 - * רישום התוצאה המתקבלת, יחד עם יחידות המידה המתאימות.
 - * ליווי הפתרון החישובי בהסבר קצר.
- לנוחותך, לשאלון זה מצורף מילון מונחים בשפות עברית, ערבית, אנגלית ורוסית. תוכל להיעזר בו בעת הצורך.

בשאלון זה 9 עמודים ו-27 עמודי נספחים.

ההנחיות בשאלון זה מנוסחות בלשון זכר,

אך מכוונות הן לנבחנות והן לנבחנים.

◀ המשך מעבר לדף

בהצלחה!

השאלות

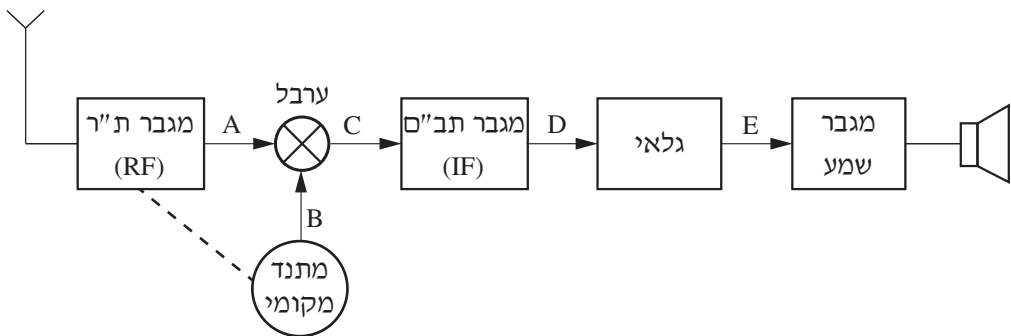
ענה על ארבע מבין השאלות 1-8. עליך לענות על שאלה אחת לפחות מכל פרק.

פרק ראשון: מערכות תקשורת א'

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

שאלה 1

באיור לשאלה 1 נתון תרשים מלבנים של מקלט AM.



איור לשאלה 1

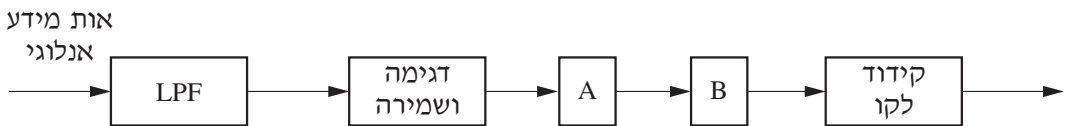
- א. הסבר את עקרון הפעולה של המקלט.
- ב. תדר ה-IF במקלט הוא 455 kHz, ותחום הקליטה של המקלט הוא 500 ÷ 1500 kHz.
- הנח שתדר המתנד המקומי גבוה מהתדר הנקלט באנטנה, וחשב את תחום השתנות התדר של המתנד המקומי.
- ג. תדר האות הנקלט במקלט הוא 820 kHz, ותדר האות המאפנן הוא 2 kHz.
- עוצמת האות המאפנן במוצא מגבר ה-RF היא 3 V, ומקדם האפנון שלו הוא 0.25.
1. מהו התדר המתקבל בכל אחת מן הנקודות A, B, C, D ו-E בתרשים? אם בנקודה מסוימת מתקבל יותר מתדר אחד – רשום את כל התדרים המתקבלים בנקודה זו.
2. רשום את המשוואה של האות במוצא מגבר ה-RF כפונקצייה של הזמן.

שאלה 2

- א. הסבר את עקרון הפעולה של גלאי FM. לווה את הסברך בסרטוט מתאים.
- ב. המשוואה של אות מאופנן FM היא: $X_{FM}(t) = 5 \cdot \cos [\pi \cdot 10^8 \cdot t + 5 \cdot \sin (\pi \cdot 10^5 \cdot t)]$.
חשב את:
1. מקדם האפנון של האות.
 2. סטיית התדר המרבית של האות.
 3. רוחב-הפס של האות.
- ג. הסבר מהי **השתקה** במקלט FM, ומדוע היא נחוצה.

שאלה 3

באיור לשאלה 3 נתון תרשים מלבנים של מערכת לשידור אות ספרתי בשיטת PCM.

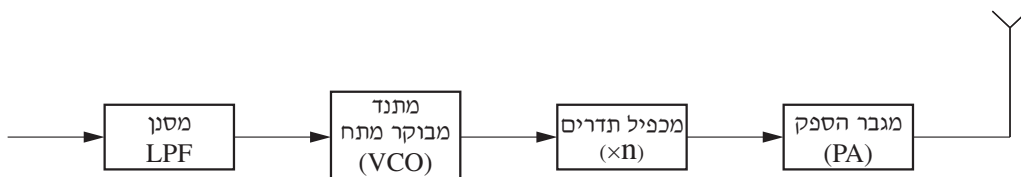


איור לשאלה 3

- א. תדר הדגימה במערכת הוא $f_s = 6 \text{ kHz}$. מהו תדר מחצית ההספק המרבי הנדרש ממסנן LP- כדי למנוע עיוותים של האות?
- ב. סרטט את המעגל החשמלי העקרוני של יחידת הדגימה ושמירה, והסבר את עקרון הפעולה שלה.
- ג. איזו יחידה במערכת מיוצגת על-ידי המלבן A ? ציין את תפקידה.
- ד. אות המידע המתקבל במוצא היחידה B הוא (משמאל לימין) 10110010.
1. איזו יחידה במערכת מיוצגת על-ידי המלבן B ? ציין את תפקידה.
 2. סרטט, זה מתחת לזה בהתאמה, את צורת האות המתקבל במוצא המערכת בקידוד NRZ ובקידוד RZ, כפונקצייה של הזמן.

שאלה 4

באיור א' לשאלה 4 מתואר תרשים מלבנים של משדר FM.



איור א' לשאלה 4

האות במוצא המשדר נתון על-ידי הביטוי:

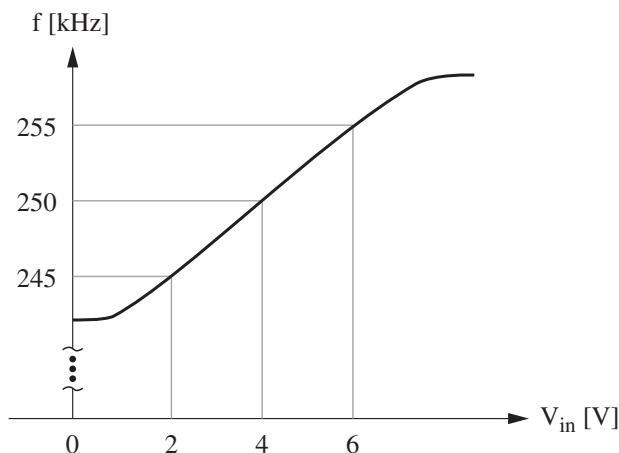
$$X_{FM}(t) = 12 \cdot \cos(2\pi \cdot 10^7 \cdot t + 5 \cdot \sin(2\pi \cdot 10^4 \cdot t)) \text{ [V]}$$

א. מהו תדר הגל הנושא של האות, ומהו תדר הגל המאפנן של האות?

ב. חשב את התדר המרבי, $f_{\max}$, ואת התדר המזערי, $f_{\min}$, של האות.

ג. חשב את רוחב-הפס של האות.

ד. באיור ב' לשאלה מתואר אופיין המעבר של ה-VCO.



איור ב' לשאלה 4

חשב את גורם ההכפלה n של מכפיל התדרים.

פרק שני: מיקרו־בקרים ושפה עילית

ענה על שאלה אחת לפחות מבין השאלות 5–8 (לכל שאלה – 25 נקודות).

שאלה 5

להלן תוכנית המודדת את הרוחב של דופק חיובי המתקבל בהדק $P_{2.0}$ של המיקרו־בקר 8051, ומאחסנת את הערך הנמדד במשתנה PulseWidth. תדר הגביש במיקרו־בקר הוא 12 MHz.

```
#include<8051.h>
```

```
① sbit P2_0 = P2 ^ 0;

unsigned int PulseWidth;

void main(void)
{
    ② TMOD = 0x01;
      while(1)
      {
          TH0 = 0;
          TL0 = 0;

          ③ while (P2_0 == 0);
            TR0 = 1;
            while(P2_0 == 1);
            TR0 = 0;

          ④ PulseWidth = (TH0 << 8) + TL0;

      }
}
```

א. הסבר את ההוראות המסומנות בספרות ①, ②, ③, ו-④.

ב. חשב את ערך המשתנה PulseWidth, כאשר רוחב הדופק החיובי הוא:

1. 100 μ sec

2. 12 msec

3. 100 msec

הערה: בחישוביך הזנח את זמני הפקודות בתוכנית.

ג. מהו רוחב הדופק המרבי שניתן למדוד באמצעות התוכנית הזו? נמק את תשובתך.

שאלה 6

להלן תת-שגרה הכתובה בשפת-הסף של המיקרו-בקר 8051 :

```

1.      START:      MOV    DPTR, #1000H
2.                      MOV    R7, #8H
3.      NEXT:       MOV    R0, #40H
4.                      MOVX   A, @DPTR
5.                      ANL    A, #03H
6.                      ADD    A, R0
7.                      MOV    R0, A
8.                      INC    @R0
9.                      INC    DPTR
10.                     DJNZ   R7, NEXT
11.                     RET

```

א. הסבר את ההוראות שבשורות 4, 5, 8 ו-10.

ב. בטבלה שלהלן נתונים תוכני התאים שכתובותיהם $1000H \div 1007H$ בזיכרון החיצוני של המיקרו-בקר, לפני ביצוע התת-שגרה.

1007H	1006H	1005H	1004H	1003H	1002H	1001H	1000H	כתובת התא בזיכרון החיצוני
A0H	0AH	30H	20H	10H	03H	02H	01H	תוכן התא

תוכני התאים $40H \div 43H$ שבזיכרון הפנימי, לפני ביצוע התת-שגרה, הם 0.

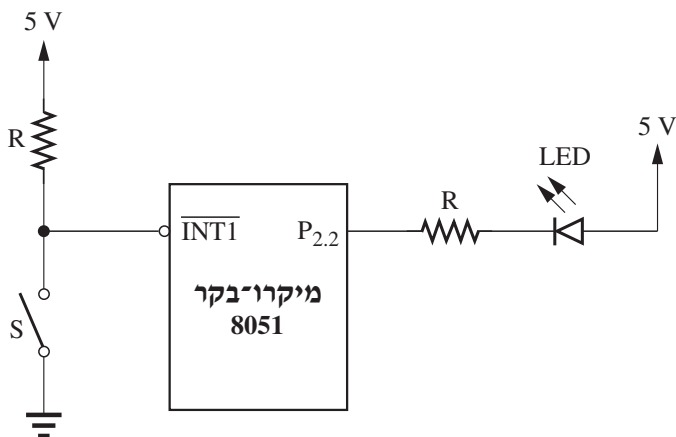
מה יהיו תוכני התאים, שכתובותיהם בזיכרון הפנימי של המיקרו-בקר הן $40H \div 43H$, לאחר ביצוע התת-שגרה? נמק את תשובתך במילים או הצג טבלת-מעקב אחר כל האוגרים בתת-השגרה.

ג. משנים את קוד התוכנית, כך שהוראה 5 :
 5. ANL A, #03H
 5. ANL A, #0FH
 מוחלפת בהוראה:

כיצד ישפיע השינוי הזה על תוכני התאים $40H \div 43H$?

שאלה 7

באיור לשאלה 7 נתונים נורית LED המחוברת להדק $P_{2.2}$ של המיקרו־בקר 8051 ומפסק המחובר להדק הפסיקה $\overline{INT1}$ שלו.



איור לשאלה 7

כתוב תוכנית הכוללת פונקציית main ותוכנית פסיקה, שהמבנה שלה יהיה:

```
#include <8051.h>
```

```
void main (void)
```

```
{
```

```
}
```

```
void int1 interrupt 2
```

```
{
```

```
}
```

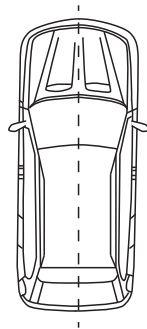
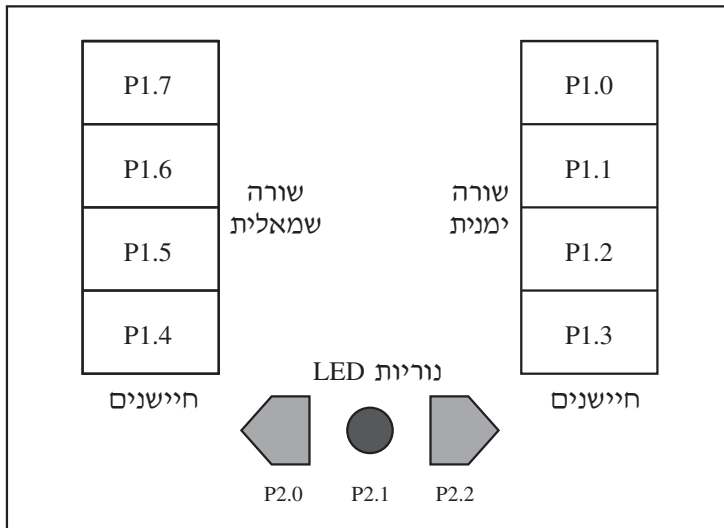
הדרישות מן התוכנית:

1. בפונקציית main נדרש לבצע את הפעולות האלה:
 - איפשור פסיקה במבוא $\overline{INT1}$ בירידת השעון
 - כיבוי נורית ה־LED
 2. תוכנית הפסיקה תגרום לנורית ה־LED להידלק למשך שנייה אחת בכל אחת מ־10 הפסיקות הראשונות. לאחר 10 פסיקות תיחסם תוכנית הפסיקה.
- הערה:** לרשותך פונקציית השהיה המקבלת ערך במילי־שניות – `delay (int msec)`.

שאלה 8

במגרש חניה יש שתי שורות של חניות, שבכל אחת מהן ארבעה מקומות, כמתואר באיור לשאלה 8.
מעל כל מקום חניה מותקן חיישן, המספק '1' כאשר מקום החניה תפוס ו-'0' כאשר הוא פנוי.

מגרש חניה



איור לשאלה 8

ארבעת החיישנים בשורה הימנית מחוברים להדקים $P_{1.0} \div P_{1.3}$ של מיקרו־בקר 8051 , וארבעת החיישנים בשורה השמאלית מחוברים להדקים $P_{1.4} \div P_{1.7}$ שלו.

בכניסה למגרש החניה ישנן שלוש נוריות LED , המחוברות להדקים $P_{2.0} \div P_{2.2}$ של המיקרו־בקר. הן משמשות כנוריות חיווי לרכב המבקש לחנות במגרש, ונדלקות כאשר המיקרו־בקר מספק להן 'I' :

- נורית ה־LED הירוקה השמאלית מחוברת להדק $P_{2.0}$, ונדלקת כאשר יש מקום חניה פנוי בשורה השמאלית.
- נורית ה־LED הירוקה הימנית מחוברת להדק $P_{2.2}$, ונדלקת כאשר יש מקום חניה פנוי בשורה הימנית.
- נורית ה־LED האדומה מחוברת להדק $P_{2.1}$, ודולקת כאשר אין מקום חניה פנוי במגרש.

כתוב תוכנית בשפת C של המיקרו־בקר 8051 למימוש מערכת החניה הזו.

בהצלחה!

אין להעביר את הנוסחאון
לנבחן אחר

מקום לנכתוב תשובה

נוסחאון במערכות תקשורת א' לכיתה י"ג

(11 עמודים)

נוסחאות עזר בטריגונומטריה

$$\sin \alpha \cdot \cos \beta = \frac{\sin(\alpha + \beta) + \sin(\alpha - \beta)}{2}$$

$$\cos \alpha \cdot \cos \beta = \frac{\cos(\alpha + \beta) + \cos(\alpha - \beta)}{2}$$

$$\sin \alpha \cdot \sin \beta = \frac{\cos(\alpha - \beta) - \cos(\alpha + \beta)}{2}$$

אפנון תנופה (AM)

$$X_{AM}(t) = A_c [1 + m_a \cos \omega_m t] \cos \omega_c t$$

$$X_{AM}(t) = A_c \cos \omega_c t + \frac{m_a A_c}{2} \cos(\omega_c + \omega_m)t + \frac{m_a A_c}{2} \cos(\omega_c - \omega_m)t$$

ערך רגעי של מתח – $X_{AM}(t) [V]$

בגל מאופנן AM

$$\omega_m = 2\pi f_m$$

תנופת הגל הנושא – $A_c [V]$

מקדם אפנון – m_a

$$\omega_c = 2\pi f_c$$

תדר הגל המאפנן – $f_m [Hz]$

מהירות זוויתית (תדר זוויתי) של הגל המאפנן – $\omega_m \left[\frac{rad}{sec} \right]$

$$m_a = \frac{A_m}{A_c}$$

תדר הגל הנושא – $f_c [Hz]$

מהירות זוויתית (תדר זוויתי) של הגל הנושא – $\omega_c \left[\frac{rad}{sec} \right]$

תנופת הגל המאפנן – $A_m [V]$

$V_{USB(max)}$ [V] – התנופה של פס הצד העליון

$$V_{USB(max)} = \frac{A_m}{2}$$

$V_{LSB(max)}$ [V] – התנופה של פס הצד התחתון

$$V_{LSB(max)} = \frac{A_m}{2}$$

$$f_{USB} = f_c + f_m$$

f_{USB} [Hz] – התדר של פס הצד העליון

f_{LSB} [Hz] – התדר של פס הצד התחתון

$$f_{LSB} = f_c - f_m$$

BW [Hz] – רוחב פס של גל מאופנן AM

$$BW = 2f_m$$

P_c [W] – הספק הגל הנושא

R [Ω] – התנגדות העומס

$$P_c = \frac{A_c^2}{2R}$$

P_{AM} [W] – הספק של גל מאופנן AM

P_{USB} [W] – ההספק של פס הצד העליון

$$P_{AM} = P_c + P_{USB} + P_{LSB}$$

P_{LSB} [W] – ההספק של פס הצד התחתון

$$P_{USB} = P_{LSB} = P_c \cdot \frac{m_a^2}{4}$$

$$P_{AM} = P_c \left(1 + \frac{m_a^2}{2} \right)$$

η – נצילות שידור ב-AM

$$\eta = \frac{1}{1 + \frac{2}{m_a^2}}$$

אפנון תדר (FM)

ערך רגעי של מתח בגל מאופנן FM	-	$X_{FM}(t)$ [V]
תדר הגל הנושא	-	f_c [Hz]
תדר הגל המאפנן	-	f_m [Hz]
מהירות זוויתית (תדר זוויתי) של הגל הנושא	-	ω_c $\left[\frac{\text{rad}}{\text{sec}} \right]$
מהירות זוויתית (תדר זוויתי) של הגל המאפנן	-	ω_m $\left[\frac{\text{rad}}{\text{sec}} \right]$
מקדם האפנון FM	-	$m_f = \beta$
סטיית התדר המרבית	-	$\Delta f_c (\text{max})$ [Hz]

$$X_{FM}(t) = A_c \cos(\omega_c t + \beta \sin \omega_m t)$$

$$\beta = m_f = \frac{\Delta f_c (\text{max})}{f_m}$$

$$B_{FM} = 2(\beta + 1) \cdot f_m$$

$$P_{FM} = P_c = \frac{A_c^2}{2R}$$

רוחב פס של גל מאופנן FM	-	B_{FM} [Hz]
הספק של גל מאופנן FM	-	P_{FM} [W]
התנגדות העומס	-	R [Ω]

אפנון מופע (PM)

ערך רגעי של מתח בגל מאופנן PM	-	$X_{PM}(t)$ [V]
קבוע אפנון מופע	-	K_p $\left[\frac{\text{rad}}{\text{V}} \right]$
סטייה מרבית של המופע	-	γ [rad]
רוחב פס של גל מאופנן PM	-	BW [Hz]

$$X_{PM}(t) = A_c \cdot \cos(\omega_c t + K_p \cdot A_m \cos \omega_m t)$$

$$\gamma = K_p \cdot A_m$$

$$BW = 2(\gamma + 1) \cdot f_m$$

מתנדים

מתנד קלאפ (Clapp)

$$f_0 = \frac{1}{2\pi \sqrt{L \cdot \frac{1}{\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}}}}$$

- f_0 [Hz] תדר התנודות במתנד
- C_1, C_2, C_3 [F] הקיבולים של קבלי מעגל התהודה
- L [H] השראות הסליל במעגל התהודה

מתנד קולפיץ

$$f_0 = \frac{1}{2\pi \sqrt{L \cdot \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2}}}$$

- f_0 [Hz] תדר התנודות במתנד
- C_1, C_2 [F] הקיבולים של קבלי מעגל התהודה
- L [H] השראות הסליל במעגל התהודה

מתנד הרטלי

$$f_0 = \frac{1}{2\pi \sqrt{C \cdot (L_1 + L_2)}}$$

- f_0 [Hz] תדר התנודות במתנד
- L_1, L_2 [H] ההשראויות של סלילי מעגל התהודה
- C [F] קיבול הקבל במעגל התהודה

מקלטים

עבור $f_{LO} > f_{RF}$:	$f_{IF} = f_{LO} - f_{RF}$	– f_{IF} [Hz]	תדר הביניים
	$f_{IM} = f_{RF} + 2 \cdot f_{IF}$	– f_{LO} [Hz]	תדר המתנד המקומי
עבור $f_{LO} < f_{RF}$:	$f_{LO} = f_{RF} - f_{IF}$	– f_{RF} [Hz]	תדר התחנה הנקלטת
	$f_{IM} = f_{RF} - 2 \cdot f_{IF}$	– f_{IM} [Hz]	תדר הבבואה

מגברי תדר ביניים (IF) ומגברי ת"ר (RF)

BW [Hz]	–	רוחב הפס
f_0 [Hz]	–	תדר התהודה
Q	–	מקדם הטיב
L [H]	–	השראות
C [F]	–	קיבול
R [Ω]	–	התנגדות שקולה במקביל למעגל התהודה
ω_0 $\left[\frac{\text{rad}}{\text{sec}} \right]$	–	מהירות זוויתית (תדר זוויתי)

$$BW = \frac{f_0}{Q}$$

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

$$Q = \frac{R}{\omega_0 L} = R\sqrt{\frac{C}{L}}$$

גלאי מעטפת

$R \cdot C$ [sec]	–	קבוע הזמן
ω_c $\left[\frac{\text{rad}}{\text{sec}} \right]$	–	מהירות זוויתית (תדר זוויתי) של הגל הנושא
ω_m $\left[\frac{\text{rad}}{\text{sec}} \right]$	–	מהירות זוויתית (תדר זוויתי) של הגל המאפנן
m_a	–	מקדם אפנון

$$\frac{2\pi}{\omega_c} < R \cdot C < \frac{\pi}{\omega_m} \cdot \frac{1}{\ln \frac{1+m_a}{1-m_a}}$$

מרכיב תדרים

$$f_r = \frac{f_{out}}{N}$$

תדר הייחוס	-	f_r	[Hz]
גורם חלוקה	-	N	
התדר במוצא	-	f_{out}	[Hz]
מרכיב התדרים			

רעש

$$V_n = \sqrt{4 \cdot K \cdot T \cdot BW \cdot R}$$

מתח הרעש האפקטיבי (מתח תרמי)	-	V_n	[V]
קבוע בולצמן	-	$K = 1.38 \cdot 10^{-23}$	$\left[\frac{J}{^\circ K} \right]$
טמפרטורה	-	T	[°K]
התנגדות	-	R	[Ω]
רוחב הפס	-	BW	[Hz]
הספק הרעש (הספק תרמי) הנמסר על-ידי נגד R לרשת מתואמת	-	P_{nr}	[W]
יחס אות לרעש	-	$S.N.R$	[dB]

$$P_{nr} = K \cdot T \cdot BW$$

$$S.N.R = 10 \cdot \log \frac{P_s}{P_n}$$

הספק האות	-	P_s	[W]
הספק הרעש	-	P_n	[W]
ספרת הרעש של מגבר	-	NF	
הספק האות במבוא	-	P_{si}	[W]
הספק הרעש במבוא	-	P_{ni}	[W]
הספק האות במוצא	-	P_{so}	[W]
הספק הרעש במוצא	-	P_{no}	[W]

$$NF = \frac{\frac{P_{si}}{P_{ni}}}{\frac{P_{so}}{P_{no}}} = \frac{1}{G} \cdot \frac{P_{no}}{P_{ni}}$$

הגבר ההספק של

$$\left(\frac{P_{so}}{P_{si}} \right) \text{ המגבר } - G$$

הספק הרעש שיוצר
המגבר כאשר יש
תיאום במבוא

– P_n [W]

$$P_n = (NF - 1) G \cdot K \cdot T \cdot BW$$

$$NF_T = NF_1 + \frac{NF_2 - 1}{G_1} + \frac{NF_3 - 1}{G_1 \cdot G_2} + \dots + \frac{NF_N - 1}{G_1 \cdot G_2 \dots G_{N-1}}$$

ספרת הרעש הכוללת
של N מגברים
המחוברים בקסקדה

– NF_T

תקשורת ספרתית

משפט נייקוויסט

קצב העברת האות
הספרתי

– D [baud]

$$D \leq 2 \cdot W$$

הקצב להעברת נתונים
בקו תקשורת

– R [bps]

$$R = D \cdot \log_2 M$$

רוחב הפס של הקו

– W [Hz]

מספר הערכים השונים
של האות הספרתי

– M

$$M = 2^N$$

מספר הסיביות
המוצפנות

– N

משפט שאנון

הקצב המרבי להעברת
נתונים בקו תקשורת

– C [bps]

יחס ההספקים של
אות לרעש

– $\frac{P_s}{P_n}$

$$C = W \cdot \log_2 \left(1 + \frac{P_s}{P_n} \right)$$

קווי תמסורת

$$\lambda = \frac{c}{f}$$

$$Z_0 = \sqrt{\frac{L^*}{C^*}}$$

$$v = \sqrt{\frac{1}{L^* \cdot C^*}}$$

עבור $Z_L > Z_0$

$$\Gamma = \frac{Z_L - Z_0}{Z_L + Z_0}$$

עבור $Z_0 > Z_L$

$$\Gamma = \frac{Z_0 - Z_L}{Z_0 + Z_L}$$

$$S.W.R = \frac{1 + |\Gamma|}{1 - |\Gamma|}$$

עבור $Z_L > Z_0$

$$S.W.R = \frac{Z_L}{Z_0}$$

עבור $Z_0 > Z_L$

$$S.W.R = \frac{Z_0}{Z_L}$$

אורך הגל	-	λ	[m]
תדר הגל	-	f	[Hz]
מהירות האור	-	$c = 3 \cdot 10^8$	$\left[\frac{m}{sec} \right]$
עכבה אופיינית של קו חסר הפסדים	-	Z_0	[Ω]
השראות הקו ליחידת אורך	-	L^*	$\left[\frac{H}{m} \right]$
קיבול הקו ליחידת אורך	-	C^*	$\left[\frac{F}{m} \right]$
מהירות ההתקדמות של גלי הזרם והמתח בקו	-	v	$\left[\frac{m}{sec} \right]$
מקדם החזרה	-	Γ	
עכבת העומס	-	Z_L	[Ω]
יחס גלים עומדים	-	S.W.R	

שנאי רבע-גל $\left(\frac{\lambda}{4}\right)$

עכבה אופיינית של הקו	-	Z_0	$[\Omega]$
עכבת העומס	-	Z_L	$[\Omega]$
עכבה אופיינית של הקו המהווה שנאי רבע-גל	-	Z_S	$[\Omega]$

$$Z_0 = \frac{Z_S^2}{Z_L}$$

$$Z_S = \sqrt{Z_0 \cdot Z_L}$$

אנטנות

צפיפות הספק במרחק R ממקור איזוטרופי	-	P^*	$\left[\frac{W}{m^2}\right]$
הספק מקור השידור	-	P	$[W]$

$$P^* = \frac{P}{4\pi R^2}$$

נצילות האנטנה	-	η	
התנגדות הקרינה	-	R_r	$[\Omega]$
התנגדות ההפסדים	-	R_d	$[\Omega]$

$$\eta = \frac{R_r}{R_r + R_d}$$

כיווניות האנטנה	-	D	
ההספק המוקרן בכיוון מועדף	-	P	$[W]$

$$D = \frac{P}{P_t}$$

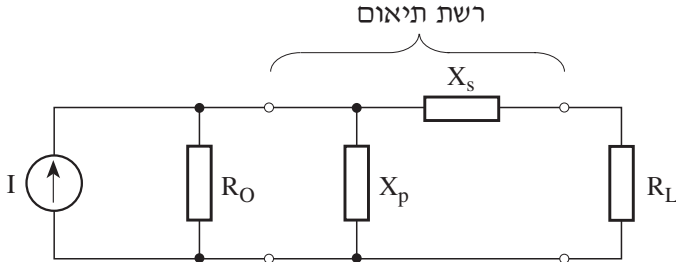
ההספק המוקרן על-ידי אנטנה איזוטרופית	-	P_t	$[W]$
--------------------------------------	---	-------	-------

הגבר ההספק של האנטנה	-	A_p	
----------------------	---	-------	--

$$A_p = \eta \cdot D$$

רשתות תיאום

רשת תיאום מסוג L



עכבה טורית - Z_s [Ω]

עכבה מקבילית - Z_p [Ω]

התנגדות מוצא של דרגה - R_O [Ω]

קודמת (מקור)

התנגדות העומס (מייצגת)

את ההתנגדות האופיינית - R_L [Ω]

של קו התמסורת)

גורם הטיב - Q

היגב טורי - X_s [Ω]

היגב מקבילי - X_p [Ω]

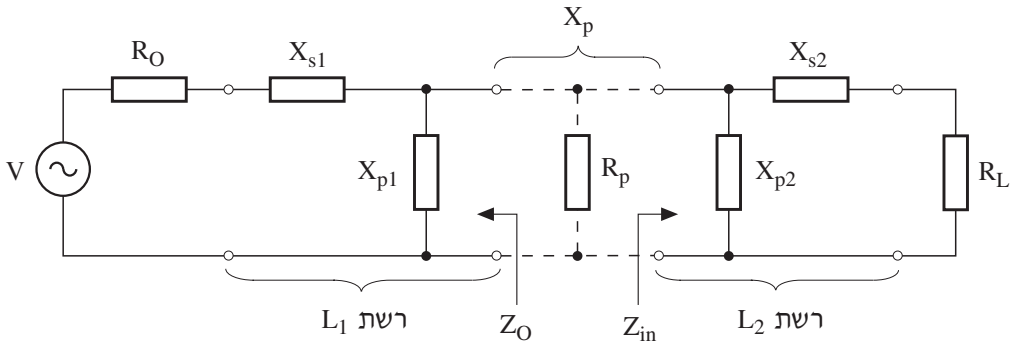
$$Z_p = Z_s$$

$$\frac{R_O}{R_L} = Q^2 + 1$$

$$X_s = Q \cdot R_L$$

$$X_p = \frac{R_O}{Q}$$

רשת תיאום מסוג T



התנגדות מוצא של דרגה קודמת (מקור)	-	R_O	$[\Omega]$
התנגדות העומס	-	R_L	$[\Omega]$
היגבים טוריים	-	X_{s2}, X_{s1}	$[\Omega]$
היגבים מקביליים	-	X_{p2}, X_{p1}	$[\Omega]$
עכבת מבוא	-	Z_{in}	$[\Omega]$
עכבת מוצא	-	Z_O	$[\Omega]$

$$Z_{in} = Z_O = R_p$$

$$R_p = R_O (Q_1^2 + 1)$$

$$Q_2^2 = \frac{R_p}{R_L} - 1$$

$$X_{s1} = R_O \cdot Q_1$$

$$X_{s2} = R_L \cdot Q_2$$

$$X_{p1} = \frac{R_p}{Q_1}$$

$$X_{p2} = \frac{R_p}{Q_2}$$

$$X_p = \frac{X_{p1} \cdot X_{p2}}{X_{p1} + X_{p2}}$$

נוסחאון במיקרו-בקר 8051 לכיתה י"ג

(15 עמודים)

אין להעביר את הנוסחאון
לנבחן אחר

מקום למחברות נא

נוסחאון בשפת ASM-51

ARITHMETIC OPERATIONS				DATA TRANSFER (cont.)			
Mnemonic	Description	Byte	Cyc	Mnemonic	Description	Byte	Cyc
ADD A,Rn	Add register to Accumulator	1	1	MOVC A,@A+DPTR	Move Code byte relative to DPTR to A	1	2
ADD A,direct	Add direct byte to Accumulator	2	1	MOVC A,@A+PC	Move Code byte relative to PC to A	1	2
ADD A,@Ri	Add indirect RAM to Accumulator	1	1	MOVX A,@Ri	Move External RAM (8-bit addr) to A	1	2
ADD A,#data	Add immediate data to Accumulator	2	1	MOVX A,@DPTR	Move External RAM (16-bit addr) to A	1	2
ADDC A,Rn	Add register to Accumulator with Carry	1	1	MOVX @Ri,A	Move A to External RAM (8-bit addr)	1	2
ADDC A,direct	Add direct byte to A with Carry flag	2	1	MOVX @DPTR,A	Move A to External RAM (16-bit addr)	1	2
ADDC A,@Ri	Add indirect RAM to A with Carry flag	1	1	PUSH direct	Push direct byte onto stack	2	2
ADDC A,#data	Add immediate data to A with Carry flag	2	1	POP direct	Pop direct byte from stack	2	2
SUBB A,Rn	Subtract register from A with Borrow	1	1	XCH A,Rn	Exchange register with Accumulator	1	1
SUBB A,direct	Subtract direct byte from A with Borrow	2	1	XCH A,direct	Exchange direct byte with Accumulator	2	1
SUBB A,@Ri	Subtract indirect RAM from A w/Borrow	1	1	XCH A,@Ri	Exchange indirect RAM with A	1	1
SUBB A,#data	Subtract immed. data from A w/Borrow	2	1	XCHD A,@Ri	Exchange low-order Digit ind. RAM w/A	1	1
INC A	Increment Accumulator	1	1	BOOLEAN VARIABLE MANIPULATION			
INC Rn	Increment register	1	1	Mnemonic	Description	Byte	Cyc
INC direct	Increment direct byte	2	1	CLR C	Clear Carry flag	1	1
INC @Ri	Increment indirect RAM	1	1	CLR bit	Clear direct bit	2	1
DEC A	Decrement Accumulator	1	1	SETB C	Set Carry flag	1	1
DEC Rn	Decrement register	1	1	SETB bit	Set direct Bit	2	1
DEC direct	Decrement direct byte	2	1	CPL C	Complement Carry flag	1	1
DEC @Ri	Decrement indirect RAM	1	1	CPL bit	Complement direct bit	2	1
INC DPTR	Increment Data Pointer	1	2	ANL C,bit	AND direct bit to Carry flag	2	2
MUL AB	Multiply A & B	1	4	ANL C,/bit	AND complement of direct bit to Carry	2	2
DIV AB	Divide A by B	1	4	ORL C,bit	OR direct bit to Carry flag	2	2
DA A	Decimal Adjust Accumulator	1	1	ORL C,/bit	OR complement of direct bit to Carry	2	2
LOGICAL OPERATION				MOV C,bit	Move direct bit to Carry flag	2	1
Mnemonic	Destination	Byte	Cyc	MOV bit,C	Move Carry flag to direct bit	2	2
ANL A,Rn	AND register to Accumulator	1	1	PROGRAM AND MACHINE CONTROL			
ANL A,direct	AND direct byte to Accumulator	2	1	Mnemonic	Description	Byte	Cyc
ANL A,@Ri	AND indirect RAM to Accumulator	1	1	ACALL addr11	Absolute Subroutine Call	2	2
ANL A,#data	AND immediate data to Accumulator	2	1	LCALL addr16	Long Subroutine Call	3	2
ANL direct,A	AND Accumulator to direct byte	2	1	RET	Return from subroutine	1	2
ANL direct,#data	AND immediate data to direct byte	3	2	RETI	Return from interrupt	1	2
ORL A,Rn	OR register to Accumulator	1	1	AJMP addr11	Absolute Jump	2	2
ORL A,direct	OR direct byte to Accumulator	2	1	LJMP addr16	Long Jump	3	2
ORL A,@Ri	OR indirect RAM to Accumulator	1	1	SJMP rel	Short Jump (relative addr)	2	2
ORL A,#data	OR immediate data to Accumulator	2	1	JMP @A+DPTR	Jump indirect relative to the DPTR	1	2
ORL direct,A	OR Accumulator to direct byte	2	1	JZ rel	Jump if Accumulator is Zero	2	2
ORL direct,#data	OR immediate data to direct byte	3	2	JNZ rel	Jump if Accumulator is Not Zero	2	2
XRL A,Rn	Exclusive-OR register to Accumulator	1	1	JC rel	Jump if Carry flag is set	2	2
XRL A,direct	Exclusive-OR direct byte to Accumulator	2	1	JNC rel	Jump if No Carry flag	2	2
XRL A,@Ri	Exclusive-OR indirect RAM to A	1	1	JB bit,rel	Jump if direct Bit set	3	2
XRL A,#data	Exclusive-OR immediate data to A	2	1	JNB bit,rel	Jump if direct Bit Not set	3	2
XRL direct,A	Exclusive-OR Accumulator to direct byte	2	1	JBC bit,rel	Jump if direct Bit is set & Clear bit	3	2
XRL direct,#data	Exclusive-OR immediate data to direct	3	2	CJNE A,direct,rel	Compare direct to A & Jump if Not Equal	3	2
CLR A	Clear Accumulator	1	1	CJNE A,#data,rel	Comp. immed. to A & Jump if Not Equal	3	2
CPL A	Complement Accumulator	1	1	CJNE Rn,#data,rel	Comp. immed. to reg & Jump if Not Equal	3	2
RL A	Rotate Accumulator Left	1	1	CJNE @Ri,#data,rel	Comp. immed. to ind. & Jump if Not Equal	3	2
RLC A	Rotate A Left through the Carry flag	1	1	DJNZ Rn,rel	Decrement register & Jump if Not Zero	2	2
RR A	Rotate Accumulator Right	1	1	DJNZ direct,rel	Decrement direct & Jump if Not Zero	3	2
RRC A	Rotate A Right through Carry flag	1	1	NOP	No operation	1	1
SWAP A	Swap nibbles within the Accumulator	1	1	Notes on data addressing modes:			
DATA TRANSFER				Rn	-Working register R0-R7		
Mnemonic	Description	Byte	Cyc	direct	-128 internal RAM locations, any I/O port, control or status register		
MOV A,Rn	Move register to Accumulator	1	1	@Ri	-Indirect internal RAM location addressed by register R0 or R1		
MOV A,direct	Move direct byte to Accumulator	2	1	#data	-8-bit constant included in instruction		
MOV A,@Ri	Move indirect RAM to Accumulator	1	1	#data16	-16-bit constant included as bytes 2 & 3 of instruction		
MOV A,#data	Move immediate data to Accumulator	2	1	bit	-128 software flags, any I/O pin, control or status bit		
MOV Rn,A	Move Accumulator to register	1	1	Notes on program addressing modes:			
MOV Rn,direct	Move direct byte to register	2	2	addr16	-Destination address for LCALL & LJMP may be anywhere within the 64-Kilobyte program memory address space.		
MOV Rn,#data	Move immediate data to register	2	1	addr11	-Destination address for ACALL & AJMP will be within the same 2-Kilobyte page of program memory as the first byte of the following instruction.		
MOV direct,A	Move Accumulator to direct byte	2	1	rel	-SJMP and conditional jumps include an 8-bit offset byte. Range is +127/-128 bytes relative to first byte of the following instruction.		
MOV direct,Rn	Move register to direct byte	2	2				
MOV direct,direct	Move direct byte to direct	3	2				
MOV direct,@Ri	Move indirect RAM to direct byte	2	2				
MOV direct,#data	Move immediate data to direct byte	3	2				
MOV @Ri,A	Move Accumulator to indirect RAM	1	1				
MOV @Ri,direct	Move direct byte to indirect RAM	2	2				
MOV @Ri,#data	Move immediate data to indirect RAM	2	1				
MOVDPTR,#data16	Load Data Pointer with a 16-bit constant	3	2				

INSTRUCTIONS THAT AFFECT FLAG SETTINGS'

INSTRUCTION	FLAG	INSTRUCTION	FLAG
	C 0V AC		C 0V AC
ADD	X X X	CLR C	0
ADDC	X X X	CPL C	X
SUBB	X X X	ANL C,bit	X
MUL	0 X	ANL C,/bit	X
DIV	0 X	ORL C,bit	X
DA	X	ORL C,/bit	X
RRC	X	MOV C,bit	X
RLC	X	CJNE	X
SETB C	1		

Special Function Registers

P3-Alternate Special Functions of Port 3

(MSB)

(LSB)

RD	WR	T1	T0	INT1	INT0	TXD	RXD
----	----	----	----	------	------	-----	-----

Symbol	Position	Name and Significance	Symbol	Position	Name and Significance
RD	P3.7	Read data control output. Active low pulse generated by hardware when external data memory is read.	INT1	P3.3	Interrupt 1 input pin. Low-level or falling-edge triggered.
			INT0	P3.2	Interrupt 0 input pin. Low-level or falling-edge triggered.
WR	P3.6	Write data control output. Active low pulse generated by hardware when external data memory is written.	TXD	P3.1	Transmit Data pin for serial port in UART mode. Clock output in shift register mode.
T1	P3.5	Timer/counter 1 external input or test pin.	RXD	P3.0	Receive Data pin for serial port in UART mode. Data I/O pin in shift register mode.
T0	P3.4	Timer/counter 0 external input or test pin.			

TMOD-Timer/Counter Mode Register

(MSB)				(LSB)			
GATE	C / $\bar{T}$	M1	M0	GATE	C / $\bar{T}$	M1	M0
TIMER1				TIMER0			
						M1	M0
						0	0
						0	1
						1	0
GATE	Gating control. When set, Timer/counter "x" is enabled only while "INTx" pin is high and "TRx" control bit is set. When cleared, timer/counter is enabled whenever "TRx" control bit is set.					1	1
C / $\bar{T}$	Timer or Counter Selector. Cleared for Timer operation (input from internal system clock). Set for Counter operation (input from "Tx" input pin).					1	1

Operating Mode

MCS-48 Timer "TLx" serves as five bit prescaler.

16-bit timer/counter. "THx" and "TLx" are cascaded; there is no prescaler.

8-bit auto-reload timer/counter. "THx" holds a value which is to be reloaded into "TLx" each time it overflows.

(Timer 0) TL0 is an eight-bit timer/counter controlled by the standard Timer 0 control bits. TH0 is an eight-bit timer only controlled by Timer 1 control bits.

(Timer 1) Timer/counter 1 stopped.

TCON-Timer/Counter Control/Status Register

(MSB)

(LSB)

TF1	TR1	TF0	TR0	IE1	IT1	IE0	IT0
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Symbol	Position	Name and Significance	Symbol	Position	Name and Significance
TF1	TCON.7	Timer 1 overflow Flag. Set by hardware on timer/ counter overflow. Cleared when interrupt processed.	IE1	TCON.3	Interrupt 1 Edge flag. Set by hardware when external interrupt edge detected. Cleared when interrupt processed.
TR1	TCON.6	Timer 1 Run control bit. Set/cleared by software to turn timer/counter on/off.	IT1	TCON.2	Interrupt 1 Type control bit. Set/cleared by software to specify falling edge/low level triggered external interrupts.
TF0	TCON.5	Timer 0 overflow Flag. Set by hardware on timer/ counter overflow. Cleared when interrupt processed.	IE0	TCON.1	Interrupt 0 Edge flag. Set by hardware when external interrupt edge detected. Cleared when interrupt processed.
TR0	TCON.4	Timer 0 Run control bit. Set/cleared by software to turn timer/counter on/off.	IT0	TCON.0	Interrupt 0 Type control bit. Set/cleared by software to specify falling edge/low level triggered external interrupts.

SCON-Serial Port Control/Status Register

(MSB)				(LSB)			
SM0	SM1	SM2	REN	TB8	RB8	TI	RI

Symbol	Position	Name and Significance	Symbol	Position	Name and Significance
SM0	SCON.7	Serial port Mode control bit 0. Set/cleared by software (see note).	RB8	SCON.2	Receive Bit 8. Set/cleared by hardware to indicate state of ninth data bit received.
SM1	SCON.6	Serial port Mode control bit 1. Set/cleared by software (see note).	TI	SCON.1	Transmit Interrupt flag. Set by hardware when byte transmitted. Cleared by software after servicing.
SM2	SCON.5	Serial port Mode control bit 2. Set by software to disable reception of frames for which bit 8 is zero.	RI	SCON.0	Receive Interrupt flag. Set by hardware when byte received. Cleared by software after servicing.
REN	SCON.4	Receiver Enable control bit. Set/cleared by software to enable/disable serial data reception.			
TB8	SCON.3	Transmit Bit 8. Set/cleared by hardware to determine state of ninth data bit transmitted in 9-bit UART mode.			

Note — the state of (SM0, SM1) selects:

- (0,0) — Shift register I/O expansion.
- (0,1) — 8 bit UART, variable data rate.
- (1,0) — 9 bit UART, fixed data rate.
- (1,1) — 9 bit UART, variable data rate.

קצב העברת הנתונים ב־UART באופני־פעולה Mode 1 או Mode 3:

$$\text{Baud Rate} = \frac{\text{Clock Frequency}}{12 \cdot 32 \cdot (256 - \text{TH1})}$$

Baud Rate [baud] – קצב העברת הנתונים

Clock Frequency [Hz] – תדר השעון

TH1 – תוכן הבית העליון של Timer 1 (בבסיס 10)

IE-Interrupt Enable Register

(MSB)

(LSB)

EA	—	—	ES	ET1	EX1	ET0	EX0
----	---	---	----	-----	-----	-----	-----

Symbol	Position	Name and Significance	Symbol	Position	Name and Significance
EA	IE.7	Enable All control bit. Cleared by software to disable all interrupts, independent of the state of IE.4-IE.0.	EX1	IE.2	Enable External interrupt 1 control bit. Set/cleared by software to enable/disable interrupts from INT1.
—	IE.6	(reserved)	ET0	IE.1	Enable Timer 0 control bit. Set/cleared by software to enable/disable interrupts from timer/counter 0.
—	IE.5	(reserved)	EX0	IE.0	Enable External interrupt 0 control bit. Set/cleared by software to enable/disable interrupts from INT0.
ES	IE.4	Enable Serial port control bit. Set/cleared by software to enable/disable interrupts from TI or RI flags.			
ET1	IE.3	Enable Timer 1 control bit. Set/cleared by software to enable/disable interrupts from timer/counter 1.			

IP-Interrupt Priority Control Register

(MSB)	—	—	—	PS	PT1	PX1	PT0	PX0	(LSB)
Symbol	Position	Name and Significance			Symbol	Position	Name and Significance		
—	IP.7	(reserved)			PX1	IP.2	External interrupt 1		
—	IP.6	(reserved)					Priority control bit. Set/cleared by software to specify high/low priority interrupts for INT1.		
—	IP.5	(reserved)							
PS	IP.4	Serial port Priority control bit. Set/cleared by software to specify high/low priority interrupts for Serial port.			PT0	IP.1	Timer 0 Priority control bit. Set/cleared by software to specify high/low priority interrupts for timer/counter 0.		
PT1	IP.3	Timer 1 Priority control bit. Set/cleared by software to specify high/low priority interrupts for timer/counter 1.			PX0	IP.0	External interrupt 0 Priority control bit. Set/cleared by software to specify high/low priority interrupts for INT0.		

Register	Address	Function
P0	80H*	Port 0
SP	81H	Stack Pointer
DPL	82H	Data Pointer (Low)
DPH	83H	Data Pointer (High)
TCON	88H*	Timer register
TMOD	89H	Timer Mode register
TL0	8AH	Timer 0 Low byte
TL1	8BH	Timer 1 Low byte
TH0	8CH	Timer 0 High byte
TH1	8DH	Timer 1 High byte
P1	90H*	Port 1
SCON	98H*	Serial Port Control register
SBUF	99H	Serial Port data Buffer
P2	0A0H*	Port 2
IE	0A8H*	Interrupt Enable register
P3	0B0H*	Port 3
IP	0B8H*	Interrupt Priority register
PSW	0D0H*	Program Status Word
ACC	0E0H*	Accumulator (direct address)
B	0F0H*	B register

Interrupt Source	Service Routine Starting Address
(Reset)	0000H
External 0	0003H
Timer/Counter 0	000BH
External 1	0013H
Timer/Counter 1	001BH
Serial Port	0023H

*=bit addressable register

נוסחאון בשפת C של המיקרו־בקר 8051

נוסחאון זה מתאים למהדר Keil uVision3. חלקים ממנו מתאימים גם למהדרים אחרים.

Data Types (טיפוסי נתונים)

Name	Description	תאור	Size	Range
bit	One Bit	ביט בודד	1 bit	0 to 1
char	Character or small integer	תו בודד או בית	1 byte	-128 to 127
unsigned char	Unsigned small integer	בית אחד ללא סימן	1 byte	0 to 255
int	Integer	מספר שלם	2 bytes	-32768 to 32767
unsigned int	Unsigned integer	מספר שלם ללא סימן	2 bytes	0 to 65535
long	Long integer	מספר שלם ארוך	4 bytes	-2147483648 to 2147483647
unsigned long	Unsigned long integer	מספר שלם ארוך ללא סימן	4 bytes	0 to 4294967295
float	Floating point number	מספר ממשי	4 bytes	+/- 1.175494E-38 to +/- 3.402823E+38
sbit	Special Bit	ביט מיוחד	1 bit	0 to 1
sfr	8 bits special Function Registers	בית מיוחד	1 byte	0 to 255
sfr16	16 bits special Function Registers	בית כפול מיוחד	2 bytes	0 to 65535

דוגמאות:

```
unsigned char a;
int b, c;
sfr P1=0x90;
sbit P1_7 = 0x97;
```

Memory Areas (אזורי הזיכרון)

Name	Description	Example
data	places the variable in directly addressable RAM in the micro core	unsigned int data dnum;
xdata	places the variable in external RAM	unsigned char xdata xnum_at_0x8000; *
idata	places the variable in indirectly addressable memory within the micro core	int idata inum;
code	places the variable in program memory	unsigned char code cnum=0xAA;

* _at_ – places the variable in absolute address.

Absolute Memory Access Macros (גישה לזיכרון באמצעות פקודות מקרו)

Syntax	Description	Example
XBYTE[addr]	XBYTE macro accesses individual bytes in the xdata memory.	XBYTE[0x8000]=0x34;
DBYTE[addr]	DBYTE macro accesses individual bytes in the data/idata memory.	DBYTE[0x40]=0x34;

Preprocessor-directives (הנחיות לקדם-מהדר)

Description	Syntax	Example
macro definitions	#define identifier replacement	#define LED P 1_7

identifier – מזהה ; replacement – תחליף

Operators (אופרטורים)

Description	תאור	Operator
Assignment	השמה	=

Initialization of variables (אתחול משתנים)

```
unsigned char d=0;
d=75;           // decimal number
d=0x4B;         // hexadecimal number
```

Arithmetic Operators (אופרטורים חשבוניים)

Description	תאור	Operator
addition	חיבור	+
subtraction	חיסור	-
multiplication	כפל	*
division	חילוק	/
modulo	שארית	%

Relational and equality operators (אופרטורים להשוואה ויחסים)

Description	תאור	Operator
Equal to	שווה	= =
Not equal to	שונה	! =
Greater than	גדול מ־	>
Less than	קטן מ־	<
Greater than or equal to	גדול מ־ / שווה	> =
Less than or equal to	קטן מ־ / שווה	< =

Logical operators (אופרטורים לוגיים בין ביטויים)

Description	תאור	Operator
NOT	היפוך	!
AND	וגם	&&
OR	או	

Bitwise Operators (אופרטורים על סיביות)

Description	תאור	Operator
AND	וגם	&
Inclusive OR	או כולל	
Exclusive OR (XOR)	או מוציא	^
Byte inversion	היפוך בית	~
Bit inversion	היפוך סיבית	!
Shift Left	הזזה שמאלה	<<
Shift Right	הזזה ימינה	>>

Conditional Structures (מבני בקרה – משפטי תנאי)

Description	Syntax	Example
if	<pre> if (condition) { statements ; } </pre>	<pre> if (d == 100) { P1 = 0xFF; } </pre>
if .. else	<pre> if (condition) statement ; else statement ; </pre>	<pre> if (d == 100) P1 = 0xFF; else P1=0; </pre>
if .. else if .. else	<pre> if (condition) statement ; else if (condition) statement ; else statement ; </pre>	<pre> if (d > 0) P1=4; else if (d < 0) P1=2; else P1=1; </pre>

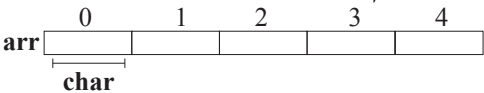
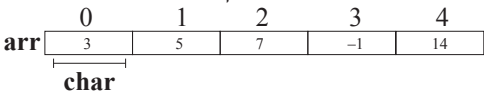
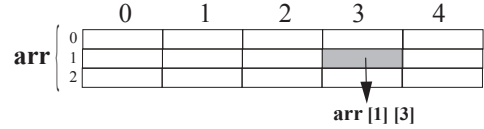
הצהרה – statement ; תנאי – condition

Iteration Structures (מבני בקרה - לולאות)

Description	Syntax	Example
while loop	<pre>while (expression) { statements ; }</pre>	<pre>while (n>0) { P1=n; n- -; }</pre>
do-while loop	<pre>do { statements ; } while (condition);</pre>	<pre>do { n=P1; } while (n != 0);</pre>
for loop	<pre>for (initialization; condition; increase) { statements ; }</pre>	<pre>for (i=0; i<10; i++) { P1=i; }</pre>

קידום - increase ; אתחול - initialization ; הצהרה - statement ; תנאי - condition

Arrays (מערכים)

Description	Syntax	Example
הגדרת מערך חד מימדי 	type name [number of elements];	char arr[5];
אתחול והצבת ערכים במערך 	type name [number of elements] = {value1,..valueN};	char arr[5] = {3,5,7,-1, 14};
הגדרת מערך דו מימדי 	type name [number of elements] [number of elements];	char arr[3][5];

elements – פרטים ; ערך – value

Structure of a program (מבנה כללי של תוכנית)

```
#include <8051.h>           //including headers for the SFR definitions
                             of your microcontroller

void main()
{
    while(1)
    {
        //Your code
    }
}
```

Functions (פונקציות)

Description	Syntax	Example
Functions with no type and no argument	<pre>void name (void) { statements; }</pre>	<pre>void OutData(void) { P1=0xAB; } void main() { OutData(); }</pre>
Functions with no type	<pre>void name (parameter1, parameter2, ...) { statements; }</pre>	<pre>void OutData(unsigned char a, unsigned char b) { P0=a; P1=b; } void main() { OutData(0xF,0xF0); }</pre>
Functions with type and argument	<pre>type name (parameter1, parameter2, ...) { statements; }</pre>	<pre>unsigned char InOutData(unsigned char a) { P1=a; return P0; } void main() { unsigned char r; r = InOutData(63); P2=r; }</pre>

argument – טיעון ; type – טיפוס ; statement – הצהרה ; parameter – ערך המועבר לפונקציה

Interrupt Service Routines (שגרות לטיפול בפסיקות)		
Interrupt Number	Description	Address
0	External INT 0	0003h
1	Timer 0	000Bh
2	External INT 1	0013h
3	Timer 1	001Bh
4	Serial port	0023h

דוגמה:

```
void int2sub () interrupt 2
{
    // Interrupt code
}
```

נספח: מילון מונחים

לשאלון 711911, אביב תשע"ח

תרגום המונח			המונח
אנגלית	רוסית	ערבית	
transfer characteristic	Переходная характеристика	الْمُنْحَنِي الْاِنْتِقَالِي الْمُمَيِّز	אופייין מעבר
signal	Сигнал	إشارة	אות
modulation	Модулятор	تضمين / مُضمَّن	אפנון
crystal	Кристалл	بلور / كريستال	גביש
interrupt pin	Ножка прерывания	طرفية المقاطعة	הדק פסיקה
external memory	Внешняя память	الذاكرة الخارجية	זיכרון חיצוני
internal memory	Внутренняя память	الذاكرة الداخلية	זיכרון פנימי
microcontroller	Микроконтроллер	مُتحكَّم دقيق	מיקרו־בקר
switch	Выключатель	مفتاح	מפסק
receiver	Приемник	مُستقبل	מקלט
transmitter	Передатчик	جهاز الإرسال	משדר
oscillator	Осциллятор	مُذبذب	מתנד
sampling frequency	частота дискретизации	تردد الاعتيان	תדר דגימה
half power frequency	Частоты полумощности	تردد نصف القدرة	תדר מחצית ההספק
subroutine	Подпрограмма	روتين فرعي	תת־שגרה