

סוג הבחינה: גמר לבתי-ספר לטכנאים ולהנדסאים

מועד הבחינה: אביב תשע"ה, 2015

סמל השאלון: 711921

נספחים: א. נוסחאון בתורת הבקרה לכיתה י"ג

ב. נוסחאון במיקרו-בקר 8051

לכיתה י"ג

ג. מילון מונחים

מערכות מחשוב ובקרה ט'

למתמחים במערכות מחשוב ובקרה 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 הכל – 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 בהירות.
 - כתוב את תשובותיך בכתב-יד ברור, כדי לאפשר הערכה נאותה של תשובותיך.
 - 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 8 עמודים ו-25 עמודי נספחים.

ההנחיות בשאלון זה מנוסחות בלשון זכר, אך מכוונות הן לנבחנות והן לנבחנים.

השאלות

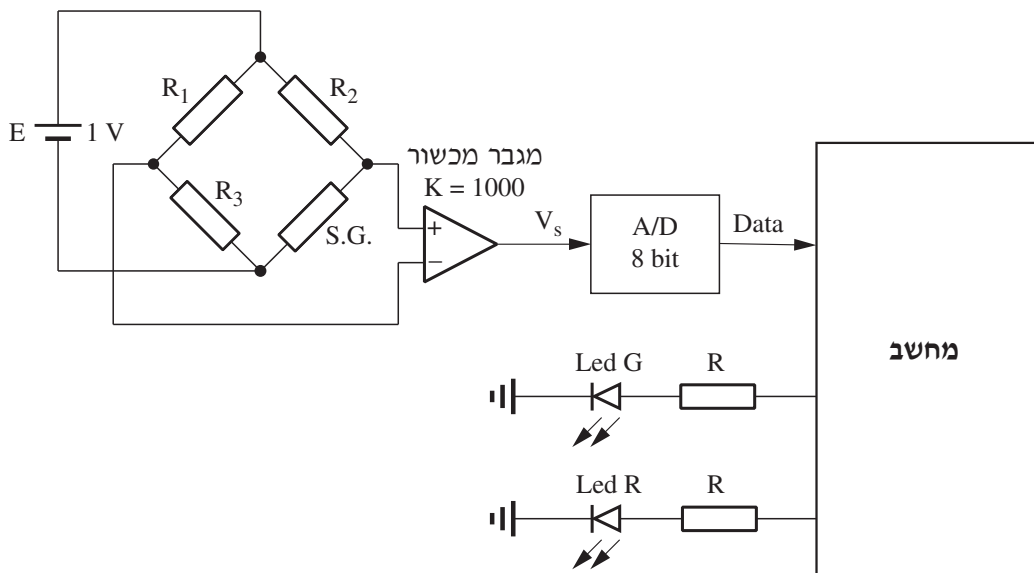
ענה על ארבע מבין השאלות 1-8. עליך לענות על שאלה אחת לפחות מכל פרק.

פרק ראשון: תורת הבקרה ומערכות מחשוב ובקרה

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

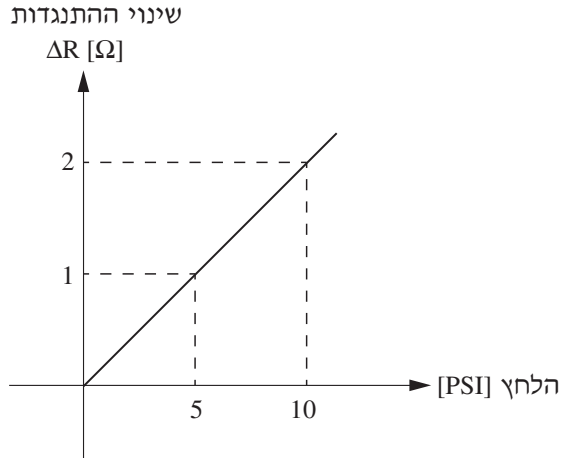
שאלה 1

באיור א' לשאלה 1 נתונה מערכת לבקרת לחץ (נמוך או גבוה) באמצעות מד-מעוות (S.G.).
התנגדות מד-המעוות ללא עומס היא 100Ω . כמו-כן נתון: $R_1 = R_2 = R_3 = 100 \Omega$.



איור א' לשאלה 1

באיור ב' לשאלה נתון אופייין המתאר את הקשר בין הלחץ ובין השינוי בהתנגדות מד-המעוות.



איור ב' לשאלה 1

- א. מדוע משתמשים במגבר מכשור במערכת הזו?
- ב. מהו ערכו של המתח V_s כאשר הלחץ נמוך (5 PSI), ומהו ערכו כאשר הלחץ גבוה (10 PSI)?
- ג. כושר ההבחנה של הממיר הוא 50 mV. מהו הערך הבינארי (8 סיביות) המתקבל במוצא של ממיר ה-A/D בכל אחד מהלחצים הללו?
- ד. סרטט תרשים זרימה המתאר את פעולת המערכת:
כאשר הלחץ גבוה מ-10 PSI – תידלק נורית ה-LED האדומה (Led R), וכאשר הוא נמוך מ-5 PSI – תידלק הנורית הירוקה (Led G). כאשר הלחץ נמצא בין שני הערכים הללו – שתי נוריות ה-LED תהיינה כבויים.

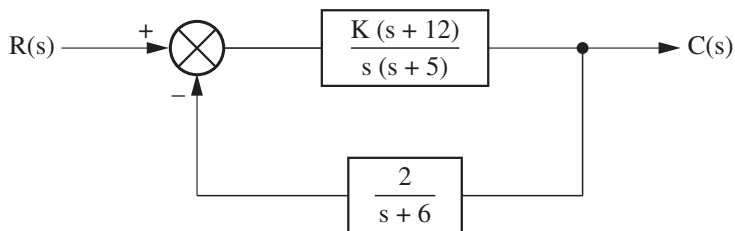
שאלה 2

נתונה מערכת בקרה בחוג פתוח, שפונקציית התמסורת שלה היא: $\frac{C}{R}(s) = \frac{0.4s+1}{s^2+5s+6}$.

- א. מצא את תפוקת המערכת $C(t)$, עבור אות-מבוא הלם, $R(t) = \delta(t)$.
- ב. מהו הערך ההתחלתי ומהו הערך הסופי במוצא המערכת?
- ג. חשב את הערך במוצא המערכת כאשר $t = 1 \text{ sec}$, וסרטט גרף המתאר את תפוקת המערכת $C(t)$.

שאלה 3

באיור לשאלה 3 נתון תרשים מלבנים של מערכת בקרה.

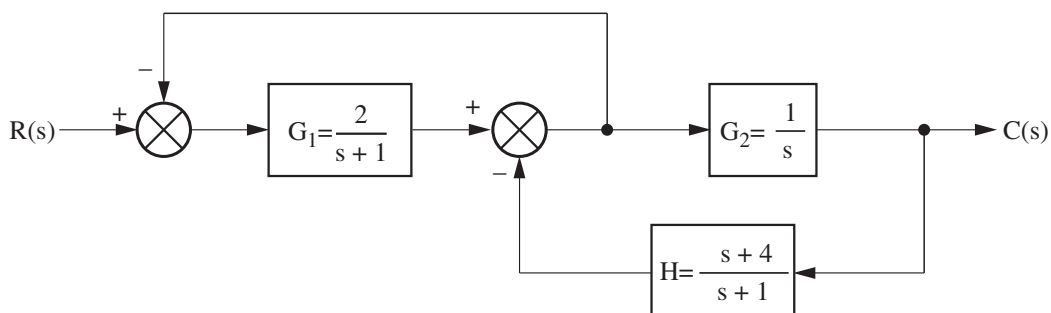


איור לשאלה 3

- א. מצא את פונקציית התמסורת, $\frac{C}{R}(s)$, של מערכת הבקרה הזו.
- ב. מהו תחום הערכים של K שעבורו מערכת הבקרה הזו תהיה יציבה?
- ג. מספקים למערכת אות־מבוא של יחידת מהירות. חשב את השגיאה במצב המתמיד כאשר $K = 10$.

שאלה 4

באיור לשאלה 4 נתון תרשים מלבנים של מערכת בקרה.



איור לשאלה 4

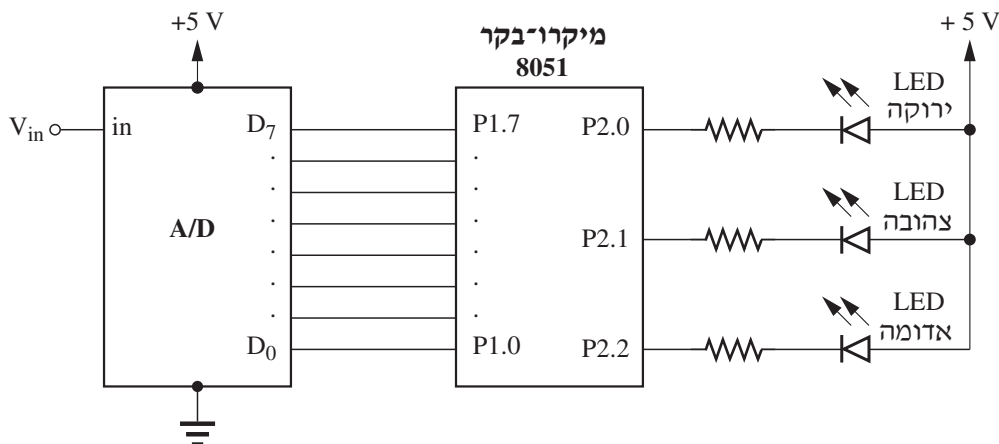
- א. בטא את פונקציית התמסורת של המערכת, $\frac{C}{R}$, באמצעות האותיות G_1 , G_2 ו- H .
- ב. מצא את פונקציית התמסורת של המערכת, $\frac{C}{R}(s)$.
- ג. מספקים למערכת אות־מבוא של מדרגת יחידה. חשב את תגובת המערכת במצב המתמיד, C_{ss} .

פרק שני: מערכות בקרה מבוססות מיקרו־בקר

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

שאלה 5

באיור לשאלה 5 נתונה מערכת מיקרו־בקר 8051 המחוברת לממיר אות תקבילי לאות ספרתי (A/D). כושר ההבחנה של הממיר הוא 0.02 V , כלומר: כאשר המתח במבוא הממיר הוא 0 V – המספר במוצא הממיר יהיה 00000000, וכל תוספת של 0.02 V תגדיל את המספר במוצא הממיר ב-1. למיקרו־בקר חוברו שלוש נוריות LED: נורית LED אדומה להדק P2.2, נורית LED צהובה להדק P2.1, ונורית LED ירוקה להדק P2.0.



איור לשאלה 5

כתוב תכנית בשפת C של המיקרו־בקר 8051 שתבצע את הפעולות שלהלן:

1. תקלוט את דגימת המתח מממיר ה-A/D לתוך משתנה מתאים.
2. I. אם דגימת המתח שווה ל- 4.5 V או גדולה יותר – תידלק הנורית הירוקה.
 II. אם דגימת המתח גדולה מ- 4.0 V וקטנה מ- 4.5 V , תידלק הנורית הצהובה.
 III. אם דגימת המתח שווה ל- 4.0 V או קטנה יותר – תידלק הנורית האדומה.

שאלה 6

להלן תכנית בשפת C של המיקרו־בקר 8051 (תדר הגביש של המיקרו־בקר הוא 11.0592 MHz).

```
1. #include <8051.h>
2. char tav;
3. unsigned char i = 7;
4. char msg[7] _at_ 0x40;
5. void main ()
6. {
7.     TMOD = 0x20;
8.     SCON = 0x50;
9.     TH1 = 0xfd;
10.    TL1 = 0xfd;
11.    TR1=1;
12.    while(i)
13.    {
14.        i--;
15.        RI=0;
16.        while (!RI);
17.        tav = SBUF;
18.        msg[i]=tav;
19.    }
20. }
```

א. הסבר את ההוראות שבשורות 4, 11, 12 ו־18.

ב. הסבר את המשמעות של ההוראות שבשורות 8 ÷ 7. היעזר בדף הנוסחאות של המיקרו־בקר לצורך ניתוח מילות הבקרה.

ג. הסבר מה מבצעת התכנית.

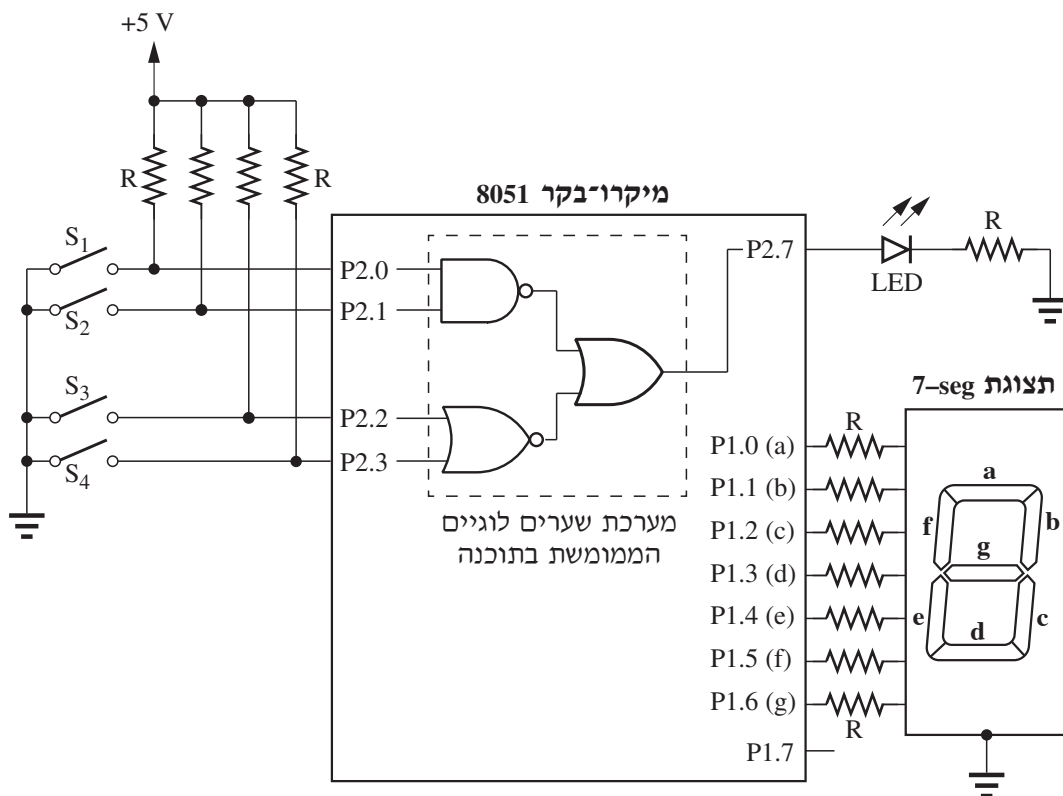
ד. חשב את קצב העברת הנתונים של רכיב ה־UART.

שאלה 7

באיור לשאלה 7 נתונה מערכת של שערים לוגיים הממומשת בתוכנה על-ידי המיקרו־בקר 8051. המערכת מופעלת באמצעות המתגים $S_1 \div S_4$, היכולים לספק לה את כל הצירופים האפשריים.

פונקציית המוצא של מערכת השערים הלוגיים מתקבלת בהדק P2.7. נורית ה־LED המחוברת להדק P2.7 נדלקת או נכבית בהתאם לערך המתקבל במוצא של מערכת השערים הלוגיים.

ההדקים P1.0 \div P1.7 מחוברים לתצוגת שבעה מקטעים (7-seg) מסוג CC.



איור לשאלה 7

כתוב תכנית בשפת־הסף של המיקרו־בקר 8051 או תכנית בשפת C שלו, שתבצע את הפעולות שלהלן:

1. תממש בתוכנה את הפונקציה הלוגית המתוארת באיור.
2. תפיק את הרמה הלוגית במוצא ההדק P2.7, בהתאם לערך המתקבל במוצא של מערכת השערים הלוגיים.
3. תציג בתצוגת שבעת המקטעים (7-seg) 0 או 1, בהתאם לרמה שהתקבלה בהדק P2.7.

שאלה 8

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

```
1.      MOV DPTR, #1000H
2.      MOV R7, #0AH
3.  AGAIN: MOV R1, #30H
4.      MOVX A, @DPTR
5.      ADD A, R1
6.      MOV R1, A
7.      INC @R1
8.      INC DPTR
9.      DJNZ R7, AGAIN
10.     RET
```

א. הסבר את ההוראות שבשורות 3, 4, 6 ו־8.

ב. התוכן של כל אחד מתאי הזיכרון הפנימי שכתובותיהם $30H \div 39H$, לפני ביצוע התת־שגרה, הוא 0.

בטבלה שלהלן נתונים התכנים בקוד BCD של תאי־הזיכרון שכתובותיהם $1000H \div 1009H$ בזיכרון החיצוני של המיקרו־בקר, לפני ביצוע התת־שגרה.

1009H	1008H	1007H	1006H	1005H	1004H	1003H	1002H	1001H	1000H	כתובת התא
09H	02H	05H	00H	03H	06H	02H	00H	03H	02H	תוכן התא

מה יהיו תוכני התאים שכתובותיהם $30H \div 39H$ לאחר ביצוע התת־שגרה הזו?

ג. הסבר מה מבצעת התת־שגרה.

בהצלחה!

אין להעביר את הנוסחאון
לנבחן אחר

מקום לנספח בקת נבחן

נוסחאון בתורת הבקרה לכיתה י"ג

התמחות מחשוב ובקרה

(8 עמודים)

התמרת לפלס

הגדרה:

$$\mathcal{L}[f(t)] = \int_0^{\infty} f(t) e^{-st} dt = F(s)$$

$$\mathcal{L}[D^n f(t)] = s^n F(s) - s^{n-1} f(0) - s^{n-2} Df(0) - \dots - D^{n-1} f(0)$$

המרת נגזרת של פונקציה:

$$\mathcal{L}\left[\int_0^t f(\tau) d\tau\right] = \frac{1}{s} F(s) + \frac{1}{s} F(0)$$

המרת אינטגרל של פונקציה:

$$\int_{-\infty}^0 f(\tau) d\tau \quad : \text{כאשר } F(0) \text{ הוא ערך האינטגרל בזמן } t = 0$$

$$\lim_{s \rightarrow 0} sF(s) = \lim_{t \rightarrow \infty} f(t)$$

משפט הערך הסופי:

$$\lim_{s \rightarrow \infty} sF(s) = \lim_{t \rightarrow 0} f(t)$$

משפט הערך ההתחלתי:

$$A_{q(r-k)} = \left\{ \frac{1}{k!} \frac{d^k}{ds^k} \left[(s-s_q)^r \frac{P(s)}{Q(s)} \right] \right\}_{s_q}$$

פירוק לשברים חלקיים עם קטבים ממשיים:
r - מספר השורשים הכפולים
k = 0, 1, 2 ... r - 1

כאשר r = 1 (אין שורשים כפולים):

$$A_q = (s-s_q) \frac{P(s)}{Q(s)}$$

s_q - השורש

$$F(s) = \frac{20}{(s^2 + 2s + 4)(s + 2)} = \frac{As + B}{s^2 + 2s + 4} + \frac{C}{s + 2}$$

דוגמה לפירוק לשברים חלקיים
עם קוטב מרוכב:

טבלת התמרות לפלס		
	$F(s)$	$f(t)$ $t \geq 0$
1.	1	$u_0(t)$ $t_0 = 0$ הלם של יחידה בזמן
2.	$\frac{1}{s}$	1 or $u_{-1}(t)$ $t_0 = 0$ מדרגת יחידה המתחילה בזמן
3.	$\frac{1}{s^2}$	$tu_{-1}(t)$ שיפוע של יחידה
4.	$\frac{1}{s^n}$	$\frac{1}{(n-1)!} t^{n-1}$ $n =$ שלם חיובי
5.	$\frac{1}{s} e^{-as}$	$u_{-1}(t-a)$ $t_0 = a$ מדרגת יחידה המתחילה בזמן
6.	$\frac{1}{s} (1 - e^{-as})$	$u_{-1}(t) - u_{-1}(t-a)$ דופק ריבועי
7.	$\frac{1}{s+a}$	e^{-at}
8.	$\frac{1}{(s+a)^n}$	$\frac{1}{(n-1)!} t^{n-1} e^{-at}$ $n =$ שלם חיובי
9.	$\frac{1}{s(s+a)}$	$\frac{1}{a} (1 - e^{-at})$
10.	$\frac{1}{s(s+a)(s+b)}$	$\frac{1}{ab} \left(1 - \frac{b}{b-a} e^{-at} + \frac{a}{b-a} e^{-bt} \right)$ $a \neq b$
11.	$\frac{\omega}{s^2 + \omega^2}$	$\sin \omega t$
12.	$\frac{s}{s^2 + \omega^2}$	$\cos \omega t$
13.	$\frac{s + \alpha}{s^2 + \omega^2}$	$\frac{\sqrt{\alpha^2 + \omega^2}}{\omega} \sin(\omega t + \phi)$ $\phi = \tan^{-1} \frac{\omega}{\alpha}$

14.	$\frac{s \sin \theta + \omega \cos \theta}{s^2 + \omega^2}$	$\sin (\omega t + \theta)$	
15.	$\frac{1}{s(s^2 + \omega^2)}$	$\frac{1}{\omega^2} (1 - \cos \omega t)$	
16.	$\frac{s + \alpha}{s(s^2 + \omega^2)}$	$\frac{\alpha}{\omega^2} - \frac{\sqrt{\alpha^2 + \omega^2}}{\omega^2} \cos (\omega t + \phi)$	$\phi = \tan^{-1} \frac{\omega}{\alpha}$
17.	$\frac{1}{(s+a)(s^2 + \omega^2)}$	$\frac{e^{-at}}{a^2 + \omega^2} + \frac{1}{\omega \sqrt{a^2 + \omega^2}} \sin (\omega t + \phi)$	$\phi = \tan^{-1} \frac{\omega}{a}$
18.	$\frac{1}{(s+a)^2 + b^2}$	$\frac{1}{b} e^{-at} \sin bt$	
19.	$\frac{1}{s^2 + 2 \zeta \omega_n s + \omega_n^2}$	$\frac{1}{\omega_n \sqrt{1 - \zeta^2}} e^{-\zeta \omega_n t} \sin \left(\omega_n \sqrt{1 - \zeta^2} t \right)$	
20.	$\frac{s+a}{(s+a)^2 + b^2}$	$e^{-at} \cos bt$	
21.	$\frac{s+\alpha}{(s+a)^2 + b^2}$	$\frac{\sqrt{(\alpha-a)^2 + b^2}}{b} e^{-at} \sin (bt + \phi)$	$\phi = \tan^{-1} \frac{b}{\alpha - a}$
22.	$\frac{1}{s \left[(s+a)^2 + b^2 \right]}$	$\frac{1}{a^2 + b^2} + \frac{1}{b \sqrt{a^2 + b^2}} e^{-at} \sin (bt - \phi)$	$\phi = \tan^{-1} \frac{b}{-a}$
23.	$\frac{1}{s(s^2 + 2 \zeta \omega_n s + \omega_n^2)}$	$\frac{1}{\omega_n^2} - \frac{1}{\omega_n^2 \sqrt{1 - \zeta^2}} e^{-\zeta \omega_n t} \sin \left(\omega_n \sqrt{1 - \zeta^2} t + \phi \right)$	$\phi = \cos^{-1} \zeta$

טבלת קבועי השגיאה למערכת עם משוב יחידה

$$GH(s) = \frac{K \cdot B_1(s)}{s^\ell \cdot B_2(s)}$$

את פונקציית התמסורת בחוג פתוח אפשר לרשום באופן כללי כך:

כאשר: K – הגבר

ℓ – סוג המערכת

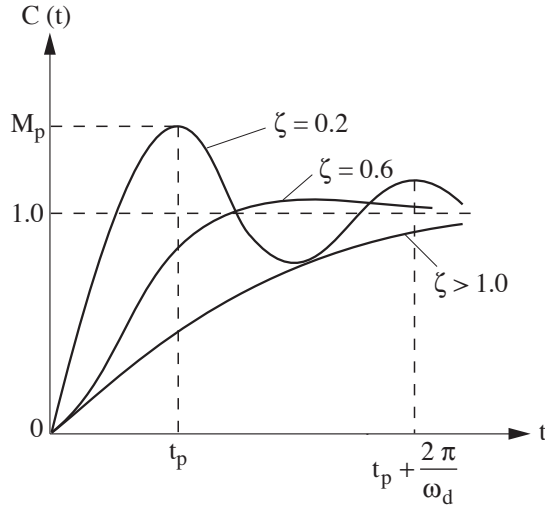
$B_1(s)$, $B_2(s)$ – פולינומים

$$B_1(s) = a_0 \cdot s^m + a_1 \cdot s^{m-1} + \dots + a_{m-1} \cdot s + a_m$$

$$B_2(s) = b_0 \cdot s^n + b_1 \cdot s^{n-1} + \dots + b_{n-1} \cdot s + b_n$$

יחידת תאוצה $r(t) = r_3 \cdot t^2$		יחידת מהירות $r(t) = r_2 \cdot t$		מדרגת יחידה $r(t) = r_1$		מבוא סוג המערכת
שגיאת המצב המתמיד	k_a	שגיאת המצב המתמיד	k_v	שגיאת המצב המתמיד	k_p	
∞	0	∞	0	$\frac{r_1}{1 + k_p}$	$\frac{K \cdot B_1(0)}{B_2(0)}$	סוג 0
∞	0	$\frac{r_2}{k_v}$	$\frac{K \cdot B_1(0)}{B_2(0)}$	0	∞	סוג 1
$\frac{2 \cdot r_3}{k_a}$	$\frac{K \cdot B_1(0)}{B_2(0)}$	0	∞	0	∞	סוג 2

**תגובת מערכת מסדר שני, בעלת הגבר סטטי של 1, לאות־מבוא של מדרגת יחידה,
כפונקציה של מקדם הריסון**

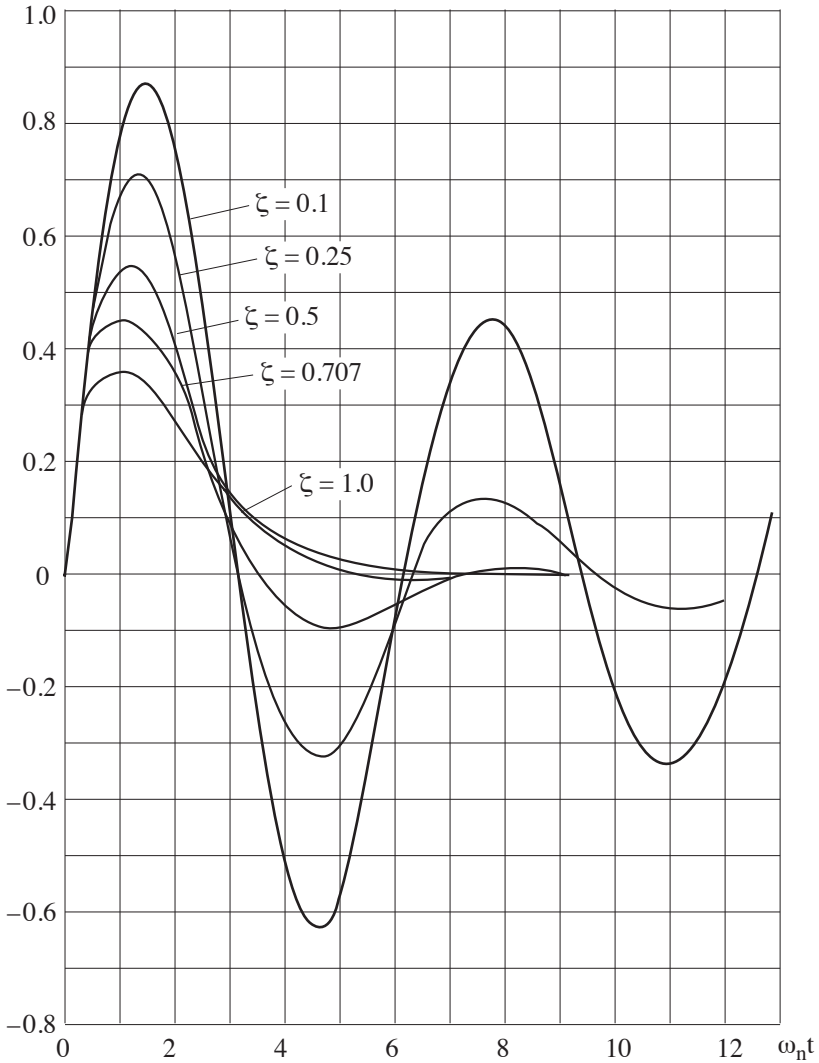


$$t_p = \frac{\pi}{\omega_n \sqrt{1-\xi^2}} \quad ; \quad M_p = 1 + e^{-\frac{\xi\pi}{\sqrt{1-\xi^2}}} \quad ; \quad \omega_d = \omega_n \sqrt{1-\xi^2}$$

כאשר:

- M_p - הערך המרבי של תגובת היתר
- t_p [sec] - זמן תגובת היתר המרבית
- ω_d [rad / sec] - התדירות הזוויתית של התנודה המרוסנת

תגובת מערכת מסדר שני, בעלת הגבר סטטי של 1, לאות-מבוא הים של יחידה,
כפונקציה של מקדם הריסון



טבלת ראוט

המשוואה האופיינית $Q(s)$:

$$Q(s) = b_n s^n + b_{n-1} s^{n-1} + b_{n-2} s^{n-2} + \dots + b_1 s + b_0 = 0$$

s^n	b_n	b_{n-2}	b_{n-4}	b_{n-6}	\dots
s^{n-1}	b_{n-1}	b_{n-3}	b_{n-5}	b_{n-7}	\dots
s^{n-2}	c_1	c_2	c_3	\dots	
s^{n-3}	d_1	d_2	\dots		
s^1	j_1				
s^0	k_1				

$$c_1 = \frac{b_{n-1} b_{n-2} - b_n b_{n-3}}{b_{n-1}}$$

$$c_2 = \frac{b_{n-1} b_{n-4} - b_n b_{n-5}}{b_{n-1}}$$

$$c_3 = \frac{b_{n-1} b_{n-6} - b_n b_{n-7}}{b_{n-1}}$$

$$d_1 = \frac{c_1 b_{n-3} - b_{n-1} c_2}{c_1}$$

$$d_2 = \frac{c_1 b_{n-5} - b_{n-1} c_3}{c_1}$$

$$d_3 = \frac{c_1 b_{n-7} - b_{n-1} c_4}{c_1}$$

בקרים

משוואת בקר יחסי:

$$m_P \% = K \cdot e \% + M \%$$

m_P - מוצא הבקר

e - שגיאה

M - מוצא הבקר עבור $e = 0$

K - הגבר

התחום היחסי (PB):

$$PB \% = \frac{100}{K}$$

משוואת בקר PI:

m_{PI} - מוצא הבקר PI

$$m_{PI} \% = K \left(e \% + R \int e \% dt \right) + M \%$$

בהצלחה!

נוסחאון במיקרו-בקר 8051 לכיתה י"ג

סוג הבחינה: גמר לבתי-ספר לטכנאים ולהנדסאים
מועד הבחינה: אביב תשע"ה, 2015
נספח לשאלונים: 711921, 711911

(15 עמודים)

אין להעביר את הנוסחאון
לנבחן אחר

מקום למחברות נבחן

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	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,#data	Load Data Pointer with a 16-bit constant	3	2				

INSTRUCTIONS THAT AFFECT FLAG SETTINGS'

INSTRUCTION	FLAG			INSTRUCTION	FLAG		
	C	OV	AC		C	OV	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

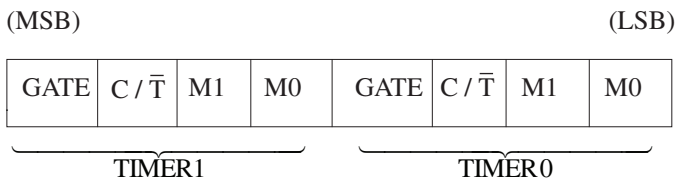
(MSB)

(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.
WR	P3.6	Write data control output. Active low pulse generated by hardware when external data memory is written.	INT0	P3.2	Interrupt 0 input pin. Low-level or falling-edge triggered.
T1	P3.5	Timer/counter 1 external input or test pin.	TXD	P3.1	Transmit Data pin for serial port in UART mode. Clock output in shift register mode.
T0	P3.4	Timer/counter 0 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.

TMOD-Timer/Counter Mode Register



		M1	M0	
		0	0	Operating Mode MCS-48 Timer "TLx" serves as five bit prescaler.
		0	1	16-bit timer/counter. "THx" and "TLx" are cascaded; there is no prescaler.
		1	0	8-bit auto-reload timer/counter. "THx" holds a value which is to be reloaded into "TLx" each time it overflows.
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	(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.
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	(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 1 או 3 Mode:

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

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>

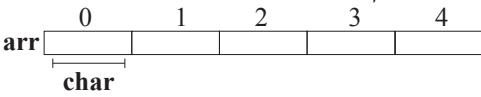
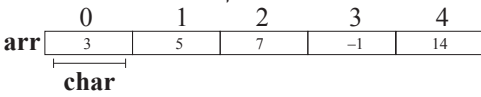
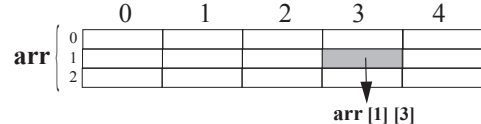
הצהרה – statement ; תנאי – condition

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>

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

Arrays (מערכים)

Description	Syntax	Example
<p>הגדרת מערך חד מימדי</p>  <p>arr [0] [1] [2] [3] [4] char</p>	<p>type name [number of elements];</p>	<p>char arr[5];</p>
<p>אתחול והצבת ערכים במערך</p>  <p>arr [0] [1] [2] [3] [4] 3 5 7 -1 14 char</p>	<p>type name [number of elements] = {value1,..valueN};</p>	<p>char arr[5] = {3,5,7,-1, 14};</p>
<p>הגדרת מערך דו מימדי</p>  <p>arr [0] [1] [2] [3] [4] [0] [1] [2] [3] [4] [1] [2] [3] [4] [2] [3] [4] arr [1] [3]</p>	<p>type name [number of elements] [number of elements];</p>	<p>char arr[3][5];</p>

elements - פרטים ; value - ערך

(מבנה כללי של תוכנית) Structure of a program

```
#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>

parameter – טיעון ; argument – טיפוס ; type – הצהרה ; statement – 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 (2 עמודים)

לשאלון 711921, אביב תשע"ה

תרגום המונח			המונח
אנגלית	רוסית	ערבית	
crystal	Кристалл	بلّور / كريستال	גביש
voltage sample	Устройство многократного измерения уровня сигнала	معاينة الجهد	דגימת מתח
external memory	Температура	لذاكرة الخارجية	זיכרון חיצוני
velocity unit	Единица скорости	وحدة سرعة	יחידת מהירות
resolution	Резолюция	دقة التبيين	כושר הבחנה
instrumentation amplifier	Измерительный усилитель	مُضخّم فارقيّ (جهازِيّ)	מגבר מכשור
strain gauge	Пьезо датчик	مقياس إجهاد / تشوّء	מד-מעוות
step unit	Единичный ступенчатый сигнал	وحدة درجيّة	מדרגת יחידה
microcontroller	Аналого-дигитальный преобразователь	مُتحكّم دقيق	מיקרו־בקר
analog to digital converter	Фильтр	مُغيّر رقميّ - تمثيليّ	ממיר אות תקבילי לאות ספרתי
open loop control system	Система контроля без обратной связи	نظام تحكّم دائرة مفتوحة	מערכת בקרה בחוג פתוח
pressure control system	Система контроля давления	نظام ضبط الضغط	מערכת לבקרת לחץ
steady state	Устойчивое состояние	حالة الاستقرار	מצב מתמיד
initial value	Начальное значение	قيمة ابتدائيّة	ערך התחלתי
final value	Конечное значение	قيمة نهائيّة	ערך סופי

תרגום המונח			המונח
אנגלית	רוסית	ערבית	
logic function	Дешифровка	دالة منطقيّة	פונקציה לוגית
transmission function	Передаточная функция	دالة الإرسال	פונקציית תמסורת
program code	Кодирование	كود البرنامج	קוד התכנית
baud rate	Полоса пропускания	سرعة نقل البيانات	קצב העברת נתונים
logic level	Помехи	مستوى منطقيّ	רמה לוגית
steady state error	Ошибка в устоявшемся режиме	خطأ في حالة الاستقرار	שגיאה במצב המתמיד
logic gates	Ячейка памяти	بوابات منطقيّة	שערים לוגיים
memory cells	Среда	خليّة ذاكرة	תאי זיכרון
system output	Выходные данные системы	إنتاج النظام	תפוקת המערכת
seven-segment display	Блок-схема	عرض سبعة القطاعات	תצוגת שבעה מקטעים
flow chart	Алгоритм	مُخطّط جريان	תרשים זרימה
block diagram	Блок-схема	مُخطّط صندوقيّ / مستطيلات	תרשים מלבניים
subroutine	Сигнал	روتين فرعيّ	תת־שגרה