

אלקטרוניקה ומחשבים

על-פי תכנית הרפורמה ללמידה משמעותית

הוראות לנבחן

א. משך הבחינה: שלוש שעות.

ב. מבנה השאלון ומפתח ההערכה: בשאלון זה ארבע-עשרה שאלות בשלושה פרקים. עליך לענות על חמש שאלות, שאלה אחת לפחות מכל פרק. לכל שאלה – 20 נקודות. סך הכול – 100 נקודות.

ג. חומר עזר מותר לשימוש: מחשבון.

ד. הוראות מיוחדות:

1. ענה על מספר השאלות הנדרש בשאלון. המעריך יקרא ויעריך את מספר התשובות הנדרש בלבד, לפי סדר כתיבתן במחברתך, ולא יתייחס לתשובות נוספות.

2. התחל כל תשובה לשאלה בעמוד חדש.

3. רשום את כל תשובותיך אך ורק בעט.

4. הקפד לנסח את תשובותיך כהלכה, ולסרטט את תרשימיך בבהירות.

5. כתוב את תשובותיך בכתב-יד ברור, כדי לאפשר הערכה נאותה שלהן.

6. אם לדעתך חסרים נתונים הדרושים לפתרון שאלה, אתה רשאי להוסיף אותם, אך עליך להסביר מדוע הוספת אותם.

7. בכתיבת פתרונות חישוביים, קבלת מֶרב הנקודות מותנית בהשלמת כל המהלכים שלהלן, בסדר שהם רשומים בו:

* רישום הנוסחה המתאימה.

* הצבה של כל הערכים ביחידות המתאימות וחישוב (אפשר באמצעות מחשבון).

* רישום התוצאה המתקבלת, ולצדה יחידות המידה המתאימות.

* ליווי הפתרון החישובי בהסבר קצר.

כתוב במחברת הבחינה בלבד, בעמודים נפרדים, כל מה שברצונך לכתוב כטיוטה (ראשי פרקים, חישובים וכדומה).

רשום "טיוטה" בראש כל עמוד טיוטה. רישום טיוטות כלשהן על דפים שמחוץ למחברת הבחינה עלול לגרום לפסילת הבחינה!

בשאלון זה 19 עמודים ו-25 עמודי נספחים.

ההנחיות בשאלון זה מנוסחות בלשון זכר,

אך מכוונות הן לנבחנות והן לנבחנים.

השאלות

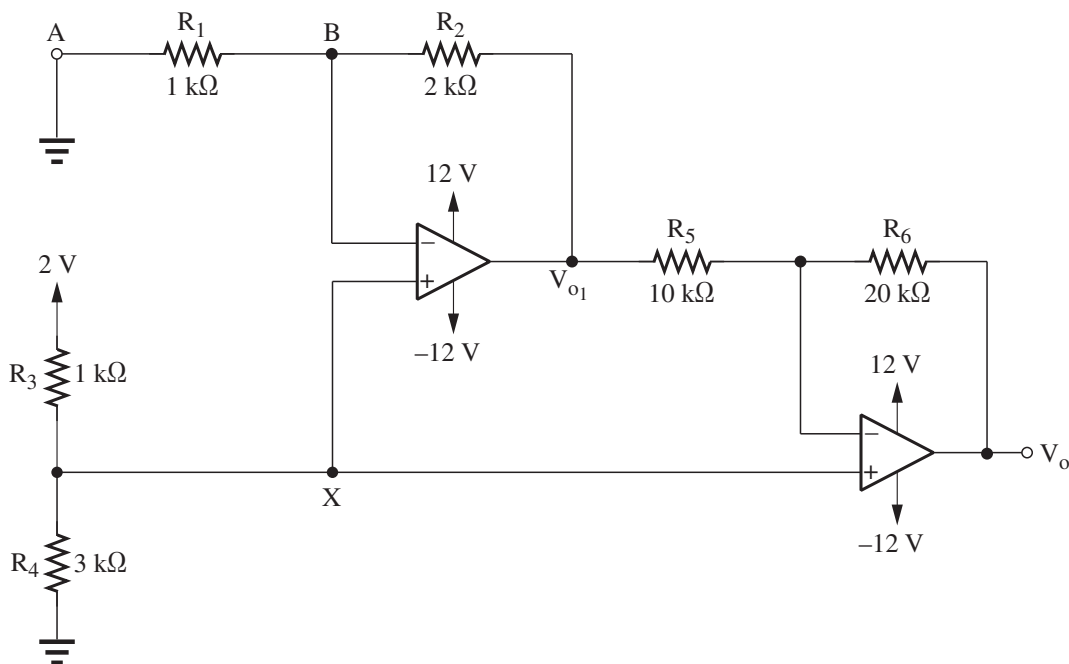
בשאלון זה שלושה פרקים ובהם ארבע-עשרה שאלות. עליך לענות על חמש שאלות,
שאלה אחת לפחות מכל פרק.

פרק ראשון: מבוא להנדסת אלקטרוניקה

ענה על שאלה אחת לפחות מבין השאלות 1-4 (לכל שאלה – 20 נקודות).

שאלה 1

באיור לשאלה 1 מתואר מעגל חשמלי, הכולל מגברי-שרת אידאליים.

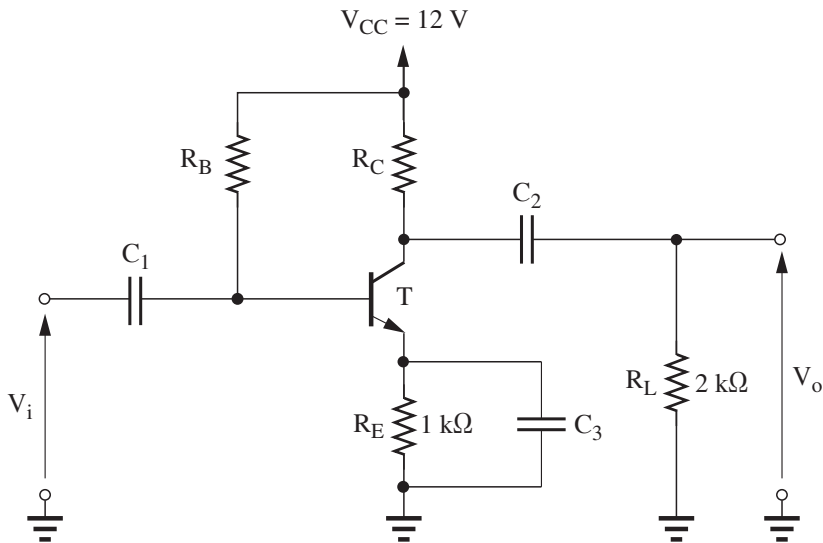


איור לשאלה 1

- א. חשב את המתח בנקודה X.
- ב. חשב את הזרם בנגד R_1 וקבע את כיוונו (מ- A ל- B או מ- B ל- A).
- ג. חשב את המתח במוצא מגברי-השרת הראשון, V_{o1} .
- ד. חשב את מתח-המוצא V_o .

שאלה 2

באיור לשאלה 2 נתון המעגל החשמלי של מגבר טרנזיסטורי. היגבי הקבלים במעגל – זניחים.
נתוני הטרנזיסטור T הם: $\beta = h_{fe} = 50$, $h_{ie} = 1.5 \text{ k}\Omega$, $V_{BE} = 0.7 \text{ V}$, $V_{CE} = 6 \text{ V}$.



איור לשאלה 2

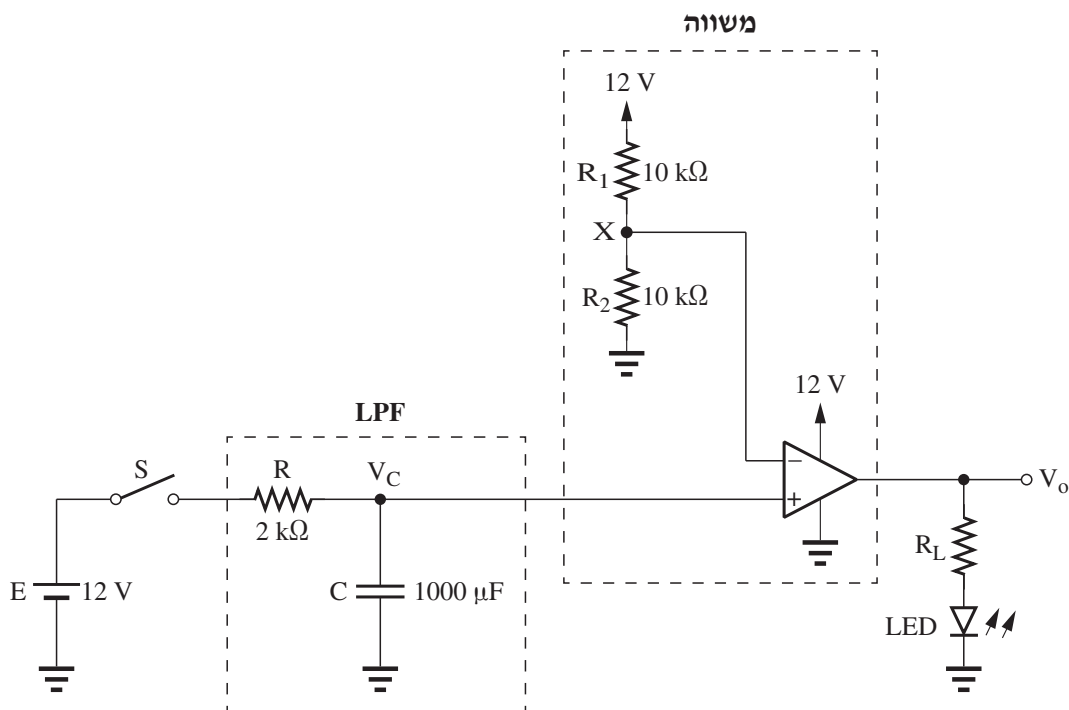
- א. חשב ערך הנגד R_B , אם זרם הבסיס (I_B) של הטרנזיסטור T הוא $10 \mu\text{A}$.
- ב. חשב את ערך הנגד R_C .
- ג. סרטט את מעגל התמורה לאות חילופין של המעגל הנתון.
- ד. חשב את הגבר המתח של המעגל, $A_V = \frac{V_o}{V_i}$.

שאלה 3

באיור לשאלה 3 נתון מעגל חשמלי, הכולל מסנן LPF ומשווה. מגבר־השרת שבמעגל – אידיאלי.

$$I_{LED} = 10 \text{ mA}, \quad V_{LED} = 1.5 \text{ V}$$

נתוני נורית ה-LED הם:



איור לשאלה 3

המתח על הקבל C הוא 0 V . ברגע $t = 0$ סוגרים את המפסק S .

א. חשב את המתח בנקודה X .

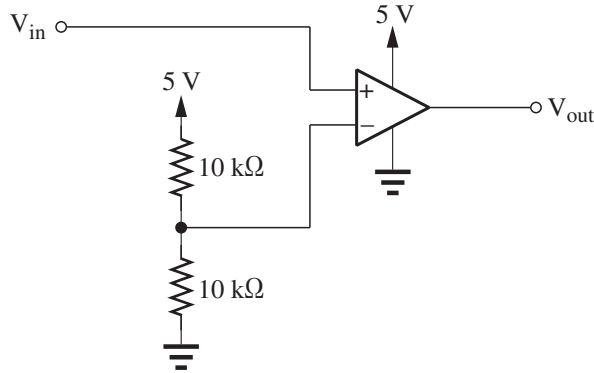
ב. סרטט, זה מתחת לזה בהתאמה, את המתח על הקבל (V_C) ואת מתח־המוצא (V_o) כפונקציה של הזמן, החל מהרגע $t = 0$.

ג. כעבור כמה זמן מרגע סגירת המפסק תידלק נורית ה-LED ?

ד. חשב את ההתנגדות של הנגד R_L .

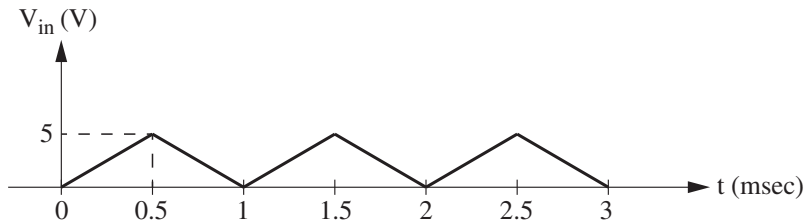
שאלה 4

באיור א' לשאלה 4 נתון מעגל חשמלי הכולל מגבר-שרת אידיאלי.



איור א' לשאלה 4

למבוא המעגל מסופק אות משולש מחזורי, המתואר באיור ב' לשאלה.



איור ב' לשאלה 4

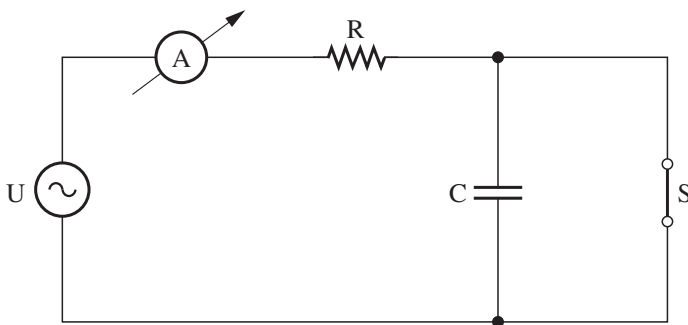
- א. לרשותך **שלושה מכשירים**: מחולל-אותות, משקף-תנודות דו-ערוצי וספק-מתח. העתק את המעגל החשמלי למחברתך, והוסף לו מערך-מדידה הכולל מכשירים אלו, כך שאפשר יהיה למדוד את אות-המבוא V_{in} ואת אות-המוצא V_{out} . ציין בסרטוטך את הדק ה- (+) ואת הדק ה- (-) של כל אחד מהמכשירים.
- ב. מה צריך להיות ערכו של הבורר Time / div במשקף-התנודות, כדי לקבל שני מחזורים של אות המבוא על מלוא רוחב המסך? נמק את תשובתך.
- ג. סרטוט, זה מתחת לזה בהתאמה, שני מחזורים של אות-המבוא V_{in} ושל אות-המוצא V_{out} .

פרק שני: תורת החשמל

ענה על שאלה אחת לפחות מבין השאלות 5–6 (לכל שאלה – 20 נקודות).

שאלה 5

באיור לשאלה 5 נתון מעגל זרם חילופין, שאליו חובר מד-זרם (אמפרמטר) אידיאלי. מקור-המתח U מספק למעגל מתח חילופין בעל תנופה **מרבית** של 311.13 V ותדר של 1 kHz.

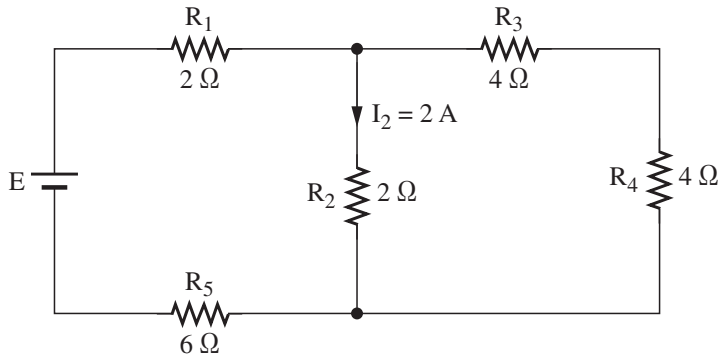


איור לשאלה 5

- א. חשב את המתח היעיל (V_{eff}) של מקור-המתח U .
- ב. קריאת האמפרמטר כאשר המפסק S סגור היא $I_{\text{eff}} = 5.5 \text{ A}$. חשב את התנגדות הנגד R .
- ג. **פותחים את המפסק S** . קריאת האמפרמטר עתה היא $I_{\text{eff}} = 4.4 \text{ A}$. חשב את ההיגב של הקבל C .
- ד. חשב את קיבולו של הקבל C .

שאלה 6

באיור לשאלה 6 נתון מעגל חשמלי. הזרם העובר בנגד R_2 הוא $I_2 = 2 \text{ A}$.



איור לשאלה 6

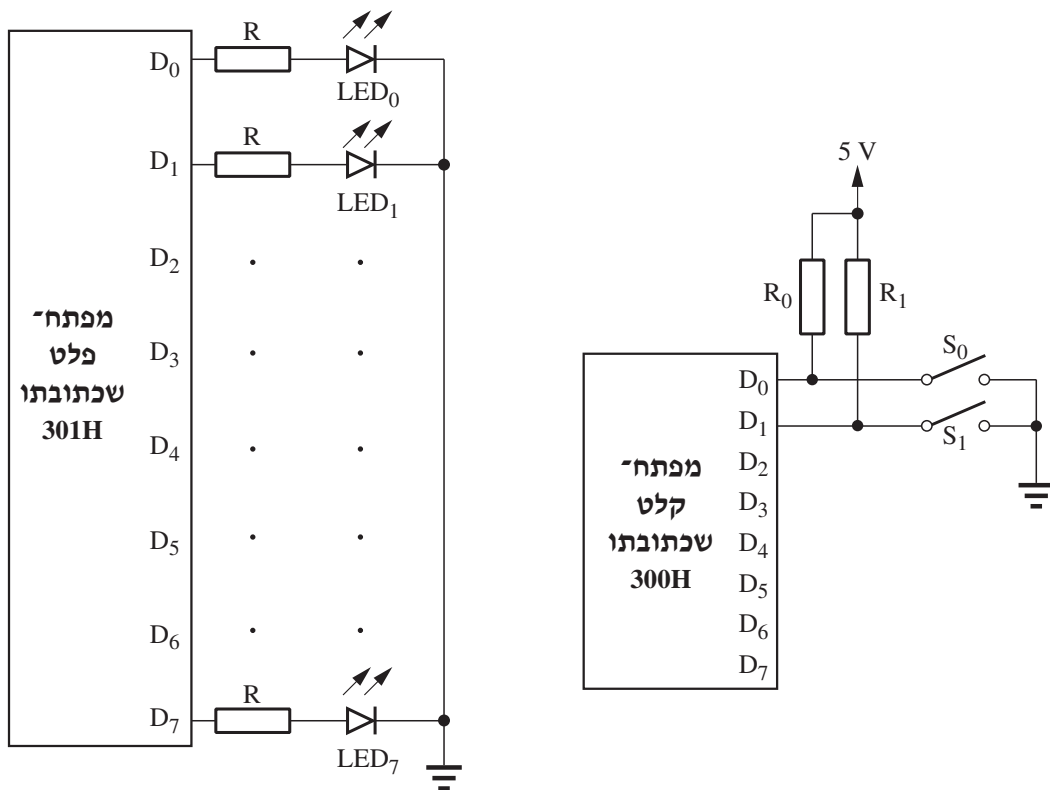
- א. חשב את הזרם העובר בנגד R_4 .
- ב. חשב את הזרם שמספק מקור המתח E למעגל.
- ג. חשב את ההתנגדות השקולה של המעגל.
- ד. חשב את מתח המקור E.
- ה. 1. חשב את ההספק על כל אחד מהנגדים במעגל.
2. הראה שסכום ההספקים על הנגדים במעגל שווה להספק המקור E.

פרק שלישי: מבוא להנדסת מחשבים

ענה על שאלה אחת לפחות מבין השאלות 7-14 (לכל שאלה – 20 נקודות).

שאלה 7

באיור לשאלה 7 נתון תרשים של מפתח־פלט שכתובתו 301H ומפתח־קלט שכתובתו 300H.



איור לשאלה 7

כתוב תכנית בשפת C, שתבצע את ההוראות הבאות בלולאה אינסופית:

1. תקלוט את מצב שני המפסקים המחוברים למפתח־הקלט, תוך כדי מיסוך שאר המבואות $(D_2 \div D_7)$ של מפתח־הקלט.
2. תבדוק את מצב שני המפסקים:
 - i. כאשר שני המפסקים פתוחים, כל הנוריות $LED_0 \div LED_7$ דולקות.
 - ii. כאשר שני המפסקים סגורים, כל הנוריות $LED_0 \div LED_7$ כבויות.
 - iii. כאשר אחד המפסקים סגור והמפסק האחר פתוח, כל הנוריות $LED_0 \div LED_7$ יהבהבו עשר פעמים בהשהיה של שנייה בין כל הדלקה וכיבוי.

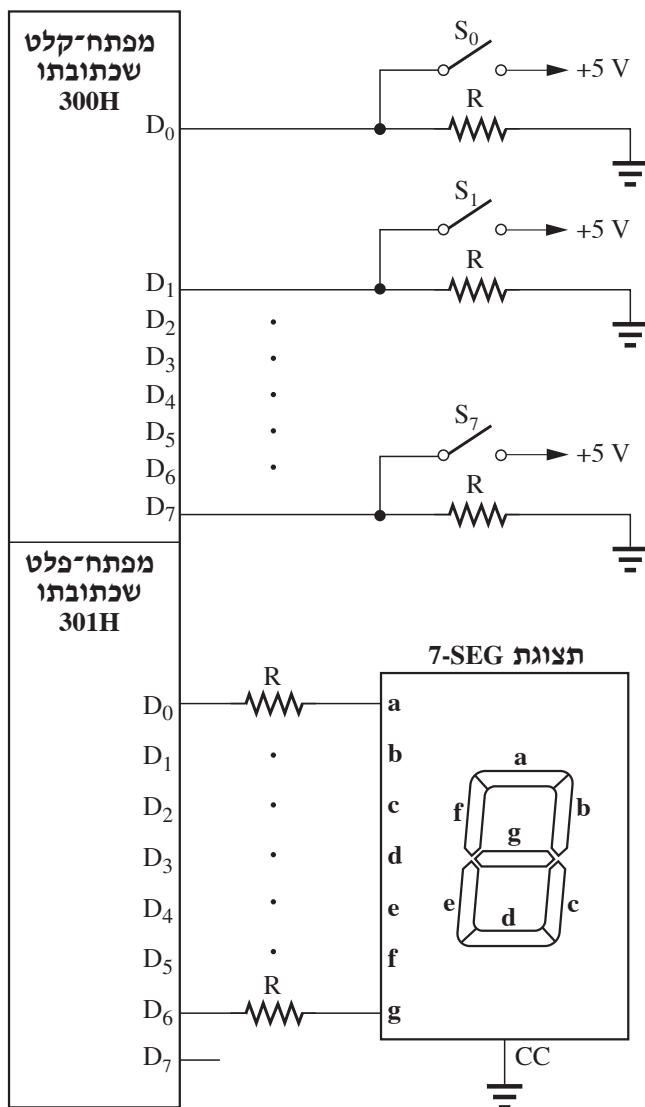
שאלה 8

כתוב תכנית בשפת C, שתבצע את הפעולות האלה:

1. תגדיר מערך בעל עשרה איברים מטיפוס int (שלם).
2. תקלוט מהמקלדת, תוך שימוש בלולאה, את עשרת האיברים ותציב אותם במערך.
3. תדפיס בשורה אחת את ערכי המערך הנקלט, כך שבין כל שני איברים סמוכים יהיה רווח אחד, באופן הזה: arr
4. תדפיס בטור, זה מתחת לזה, את האיברים הנמצאים במקומות האי־זוגיים.
5. תחשב את סכומם של האיברים הנמצאים במקומות האי־זוגיים, ותדפיס אותו בתחתית הטור, באופן הזה: sum ez =

שאלה 9

באיור לשאלה 9 נתונים שמונה מפסקים המחוברים למפתח-קלט שכתובתו 300H, ותצוגת 7-seg בחיבור קתודה משותפת (CC) המחוברת למפתח-פלט שכתובתו 301H.



איור לשאלה 9

להלן קטע-קוד מתכנית הכתובה בשפת C :

```
1. void main(void)
2. {
3.     int arr[]={0x3F,0x06,0x5B,0x4F,0x66,0x6D,0x7D,0x07,0x7F};
4.     int i,in,t;
5.     while (1)
6.     {
7.         t = 0;
8.         in = Inp32(0x300);
9.         for (i = 0;i < 8;i++)
10.        {
11.            if ((in & 1) == 1) t = t + 1;
12.            in = in >> 1;
13.        }
14.        Out32(0x301,arr[t]);
15.    }
16. }
```

א. הסבר את ההוראות שבשורות 8, 11, 12 ו-14.

ב. מה יופיע על-גבי תצוגת שבעת המקטעים, אם תוך כדי ביצוע התכנית - המפסקים S_1, S_3, S_5 ו- S_7 יהיו סגורים, וכל שאר המפסקים יהיו פתוחים?

ג. מחליפים את תצוגת שבעת המקטעים בחיבור קתודה משותפת (CC) בתצוגת שבעה מקטעים בחיבור אנודה משותפת (CA). שנה את קוד התכנית, כך שהפלט שלה לא ישתנה כתוצאה מהחלפה זו.

שאלה 10

להלן קטע-קוד מתכנית הכתובה בשפת C :

```
1. #include <stdio.h>
2. void main(void)
3. {
4.     int arr1[10],arr2[10];
5.     int cnt = 0,i;
6.     while (cnt < 10)
7.     {
8.         scanf("%d", &i);
9.         if ((i >= 0) && (i < 100))
10.        {
11.            arr1[cnt] = i;
12.            cnt++;
13.        }
14.    }
15.    for (i = 0; i < 10; i++)
16.    {
17.        arr2[i] = (arr1[i] / 10) + ((arr1[i] % 10) * 10);
18.        printf("%d-->%d\n", arr1[i], arr2[i]);
19.    }
20. }
```

א. הסבר את ההוראות שבשורות 4, 6, 9 ו-17.

ב. מה יהיה פלט התכנית, אם המשתמש יקליד את רצף המספרים שלהלן (משמאל לימין):

73 , 14 , 256 , 23 , 0 , 10 , 1 , 50 , 45 , 145 , 21 , 16

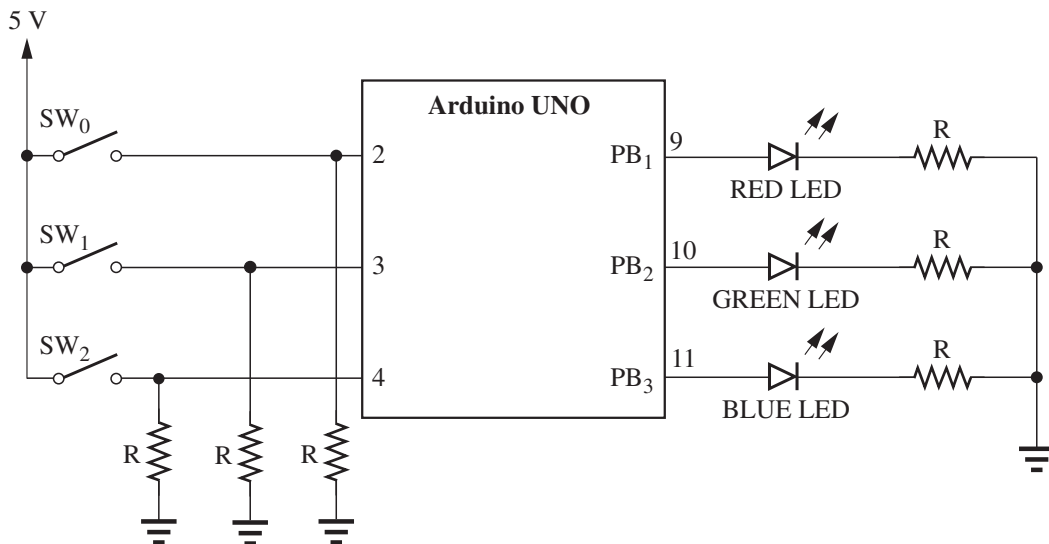
נמק את תשובתך.

ג. הוסף קטע-קוד בסוף התכנית, שיציג את האיבר בעל הערך הגדול ביותר במערך arr2.

◀ המשך בעמוד 13

שאלה 11

באיור לשאלה 11 נתונה ערכת Arduino UNO. להדקים 2, 3 ו-4 של הערכה מחוברים, בהתאמה, המפסקים SW_0 , SW_1 ו- SW_2 . ההדקים $PB_1 \div PB_3$ בערכה מחוברים, בהתאמה, לנורית LED אדומה, נורית LED ירוקה ונורית LED כחולה.



איור לשאלה 11

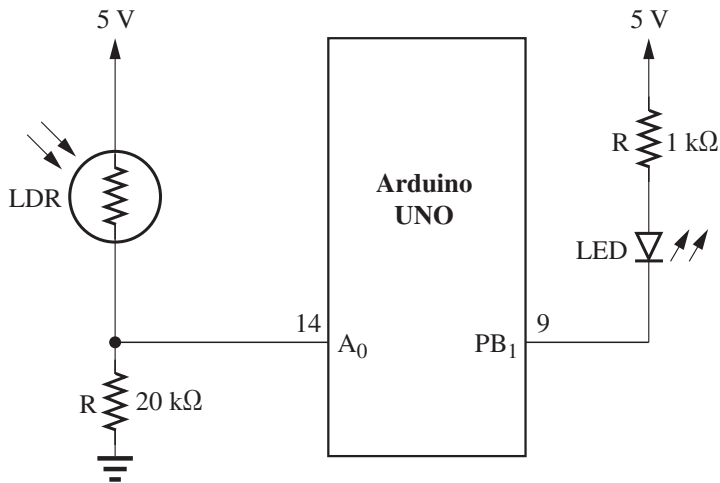
כתוב תכנית בשפת C לערכת Arduino UNO, שתבצע את הפעולות שלהלן:

1. תקלוט את מצב המפסקים $SW_0 \div SW_2$.
2. אם המפסק SW_0 פתוח (ללא תלות במצב של יתר המפסקים) – שלוש נוריות ה-LED תהיינה כבויים.
3. אם המפסק SW_0 סגור – נוריות ה-LED ידלקו בהתאם לטבלת-המצבים של המפסקים SW_1 ו- SW_2 :

נוריות ה-LED שידלקו	מצב המפסק SW_2	מצב המפסק SW_1
RED	פתוח	פתוח
GREEN	סגור	פתוח
BLUE	פתוח	סגור
RED , GREEN , BLUE	סגור	סגור

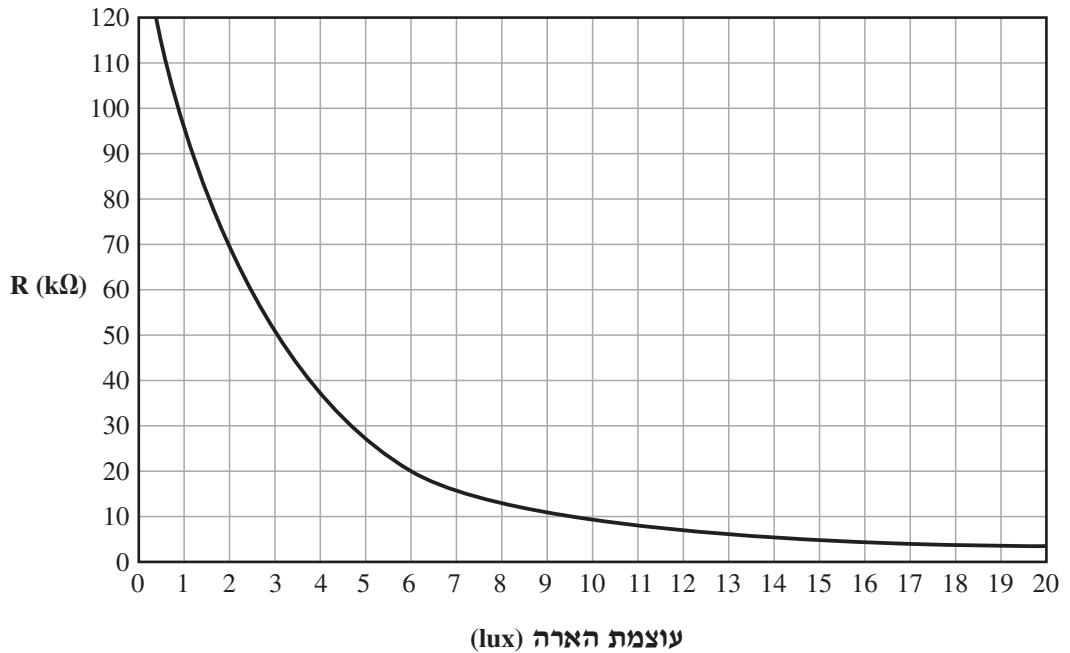
שאלה 12

באיור א' לשאלה 12 נתון מעגל חשמלי הכולל ערכת Arduino UNO. לממיר ה-A/D הפנימי במעבד של ה-Arduino יש 10 סיביות.



איור א' לשאלה 12

ההדק PB₁ מחובר לנורית LED. להדק A₀ של הערכה מחובר נגד LDR. התנגדותו של ה-LDR משתנה כפונקציה של עוצמת ההארה עליו, כמתואר באיור ב' לשאלה.

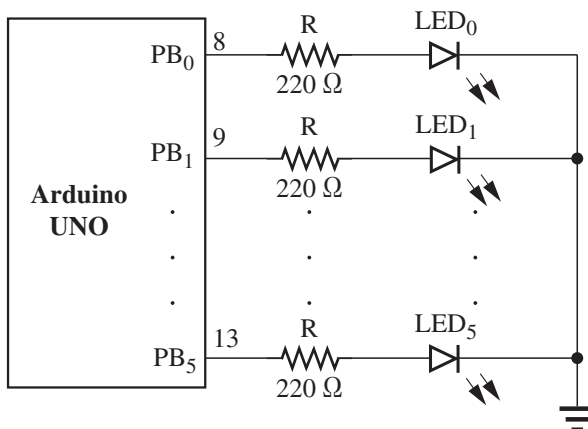


איור ב' לשאלה 12

- א. חשב את המתח שיתקבל בהדק A_0 , כאשר עוצמת ההארה על ה-LDR היא 6 lux.
- ב. כתוב תכנית בשפת C לערכת Arduino UNO, שתבצע את הפעולות שלהלן:
1. תקלוט את המתח האנלוגי בהדק A_0 .
 2. אם עוצמת ההארה על ה-LDR גדולה מ-6 lux, הנורית תידלק.
- אם עוצמת ההארה על ה-LDR שווה ל-6 lux או קטנה מ-6 lux, הנורית תכבה.

שאלה 13

באיור לשאלה 13 נתונה ערכת Arduino UNO. להדקים $PB_0 \div PB_5$ (הדקים 8 ÷ 13) של הערכה מחוברות שש נוריות LED.



איור לשאלה 13

להלן תכנית בשפת C הכתובה לערכת Arduino UNO :

```

1.  byte c,out;
2.  void setup()
3.  {
4.      Serial.begin(9600);
5.      DDRB = 0x3F;
6.      out = 1;
7.      PORTB = out;
8.  }
9.  void loop()
10. {
11.     if (Serial.available()>0)

```



```
12.    {
13.        c = Serial.read();
14.        if (c == '+') out = out << 1;
15.        if (out == 0x20) out = 1;
16.        PORTB = out;
17.    }
18. }
```

א. הסבר את ההוראות שבשורות 4, 5, 11 ו-15.

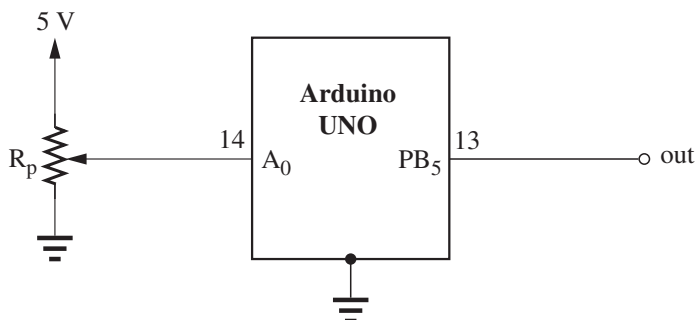
ב. המשתמש לוחץ פעם אחר פעם על הסימן "+" במקלדת, ומעביר תו זה לבקר דרך ערכת התקשורת הטורית. ערוך טבלת מעקב אחר המשתנה OUT, ורשום בה איזו נורית תידלק בעקבות כל אחת מן הלחיצות.

לחיצות על הסימן "+"	OUT	הנורית הדולקת
לפני התחלת הלחיצות		
לאחר הלחיצה הראשונה		
לאחר הלחיצה השנייה		
לאחר הלחיצה השלישית		
לאחר הלחיצה הרביעית		
לאחר הלחיצה החמישית		
לאחר הלחיצה השישית		

ג. האם ניתן לגרום לכך שהנורית LED₅ תידלק בעקבות מספר כלשהו של לחיצות על הסימן "+" במקלדת? אם כן, נמק את תשובתך. אם לא, שנה את קוד התכנית, כך שהנורית LED₅ תידלק כתוצאה מלחיצות על הסימן "+".

שאלה 14

באיור לשאלה 14 נתונה ערכת Arduino UNO. להדק A_0 של הערכה מחובר פוטנציומטר.



איור לשאלה 14

להלן תכנית בשפת C הכתובה לערכת Arduino UNO :

```

1.  #define analogPin A0
2.  #define outPin 13
3.  int analogValue;
4.  void setup()
5.  {
6.      pinMode(outPin,OUTPUT);
7.  }
8.  void loop()
9.  {
10.     analogValue=analogRead(analogPin)/100;
11.     digitalWrite(outPin,HIGH);
12.     delay(analogValue);
13.     digitalWrite(outPin,LOW);
14.     delay(10 - analogValue);
15. }
```

- א. הסבר את ההוראות בשורות 2, 6, 10 ו-12.
- ב. מהו תחום הערכים שמקבל המשתנה analogValue במערכת הנתונה?
- ג. סרטט את צורת הגל בהדק 13 כפונקציה של הזמן, כאשר המתח בהדק A_0 הוא:
1. 1.25 V
 2. 2.5 V
 3. 3.75 V

בהצלחה!

זכות היוצרים שמורה למדינת ישראל.
אין להעתיק או לפרסם אלא ברשות משרד החינוך.

אין להעביר את הנוסחאון
לנבחן אחר

נוסחאון באלקטרוניקה

(4 עמודים)

1. נוסחאות באלקטרוניקה תקבילית

חישובי הגבר

הגבר מתח $- A_V$
מתח מוצא $- V_o$ [V]
מתח מבוא $- V_i$ [V]

$$A_V = \frac{V_o}{V_i}$$

הגבר מתח בדציבלים $- A_V$ [dB]

$$A_V = 20 \log \frac{V_o}{V_i}$$

הגבר זרם $- A_I$
זרם מוצא $- I_o$ [A]
זרם מבוא $- I_i$ [A]

$$A_I = \frac{I_o}{I_i}$$

הגבר זרם בדציבלים $- A_I$ [dB]

$$A_I = 20 \log \frac{I_o}{I_i}$$

הגבר הספק $- A_P$
הספק מוצא $- P_o$ [W]
הספק מבוא $- P_i$ [W]
התנגדות נגד העומס $- R_L$ [Ω]
התנגדות מבוא $- R_i$ [Ω]

$$A_P = \frac{P_o}{P_i} = A_V \cdot A_I = A_I^2 \cdot \frac{R_L}{R_i} = A_V^2 \cdot \frac{R_i}{R_L}$$

הגבר הספק בדציבלים $- A_P$ [dB]

$$A_P = 10 \log \frac{P_o}{P_i}$$

הגבר כולל של N דרגות
המחוברות בשרשרת (קסקדה) - A_{VT}

$$A_{VT} = A_{V1} \cdot A_{V2} \cdot A_{V3} \cdot \dots \cdot A_{VN}$$

$$A_{VT}[\text{dB}] = A_{V1}[\text{dB}] + A_{V2}[\text{dB}] + A_{V3}[\text{dB}] + \dots + A_{VN}[\text{dB}]$$

הגבר כולל בדציבלים של
N דרגות המחוברות בשרשרת
(קסקדה) - $A_{VT} [\text{dB}]$

מאזן הספקים

הספק מבוא - $P_I [\text{W}]$
הספק נצרך מהספקים - $P_{CC} [\text{W}]$
הספק העומס - $P_L [\text{W}]$
הספק מבוזבז - $P_{diss} [\text{W}]$

$$P_I + P_{CC} = P_L + P_{diss}$$

משוב שלילי

הגבר עם משוב (בחוג סגור) - $A_f [A]$
הגבר ללא משוב - A
(הגבר חוג פתוח)
מקדם משוב - b

$$A_f = \frac{A}{1 + \beta A}$$

משוב מתח טורי

התנגדות מבוא עם משוב - $R_{if} [\Omega]$
התנגדות מבוא ללא משוב - $R_i [\Omega]$
התנגדות מוצא עם משוב - $R_{of} [\Omega]$
התנגדות מוצא ללא משוב - $R_o [\Omega]$

$$R_{if} = R_i (1 + \beta A)$$

$$R_{of} = \frac{R_o}{1 + \beta A}$$

טרנזיסטור דו-נושאי (בתחום הפעיל)

בהזנחת זרם הזליגה I_{CO} :

$$I_C = \beta I_B, \quad I_E = (\beta + 1) I_B, \quad I_E = I_C + I_B$$

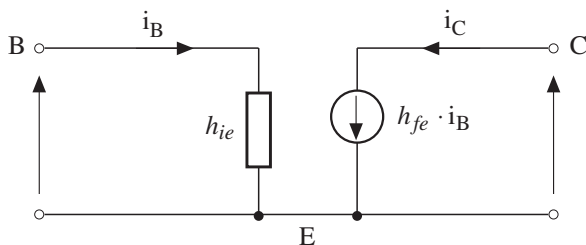
זרם הקולט I_C [A] -

זרם הפולט I_E [A] -

זרם הבסיס I_B [A] -

$$\alpha = \frac{I_C}{I_E} = \frac{\beta}{\beta + 1}, \quad \beta = \frac{\alpha}{1 - \alpha}$$

תרשים תמורה מקורב מסוג h של טרנזיסטור דו-נושאי



טרנזיסטור בחיבור פולט (אמיטר) משותף

	ללא נגד R_E	עם נגד R_E
A_I	h_{fe}	h_{fe}
R_i	h_{ie}	$h_{ie} + (1 + h_{fe}) \cdot R_E$
A_V	$-\frac{h_{fe} \cdot R_L}{h_{ie}}$	$-\frac{h_{fe} \cdot R_L}{R_i}$
R_o	∞	∞

מגברי שרת

מגבר מהפך

$$A_V = - \frac{R_f}{R_1}$$

נגד המשוב $- R_f$ $[\Omega]$
הנגד המחובר לכניסה המהפכת $- R_1$ $[\Omega]$

מגבר עוקב

$$A_V = 1 + \frac{R_f}{R_1}$$

נגד המשוב $- R_f$ $[\Omega]$
הנגד היוצא מהכניסה המהפכת
לאדמה $- R_1$ $[\Omega]$

2. נוסחאות באלקטרוניקה ספרתית

הערך הרגעי של המתח $- v(t)$ $[V]$
הערך שאליו המתח שואף
להגיע כאשר $t \rightarrow \infty$ $- V_\infty$ $[V]$
הערך ההתחלתי של המתח $- V_{0+}$ $[V]$

$$v(t) = V_\infty - (V_\infty - V_{0+})e^{-\frac{t}{\tau}}$$

$$t = -\tau \cdot \ln\left(\frac{V_\infty - v(t)}{V_\infty - V_{0+}}\right)$$

קבוע זמן $- \tau$ $[sec]$
התנגדות $- R$ $[\Omega]$
קיבול $- C$ $[F]$

$$\tau = RC$$

תדר חצי הספק עליון של
רשת מעבירת נמוכים $- f_H$ $[Hz]$
תדר חצי הספק תחתון של
רשת מעבירת גבוהים $- f_L$ $[Hz]$
זמן עלייה של רשת
מעבירת נמוכים $- t_r$ $[sec]$

$$f_H = \frac{1}{2\pi\tau}$$

$$f_L = \frac{1}{2\pi\tau}$$

$$t_r = 2.2\tau$$

אין להעביר את הנוסחאון
לנבחן אחר

נוסחאון בתורת החשמל (4 עמודים)

(הגדלים בנוסחאון מופיעים ביחידות SI)

1. זרם ישר

זרם חשמלי

$$I \text{ [A]} - \text{זרם}$$

$$Q \text{ [C]} - \text{מטען}$$

$$t \text{ [sec]} - \text{זמן}$$

$$I = \frac{Q}{t}$$

$$J \text{ [A} \cdot \text{m}^2] - \text{צפיפות הזרם}$$

$$A \text{ [m}^2] - \text{שטח החתך}$$

$$J = \frac{I}{A}$$

הספק בזרם ישר

$$P \text{ [W]} - \text{הספק}$$

$$U \text{ [V]} - \text{מתח}$$

$$I \text{ [A]} - \text{זרם}$$

$$R \text{ [\Omega]} - \text{התנגדות}$$

$$P = UI$$

$$P = I^2 R$$

$$P = \frac{U^2}{R}$$

אנרגיה בזרם ישר

$$W \text{ [W} \cdot \text{sec או J]} - \text{אנרגיה}$$

$$t \text{ [sec]} - \text{זמן}$$

$$W = P \cdot t$$

כא"מ של מקור מתח

הכא"מ	-	E	[V]
מתח ההדקים	-	U	[V]
התנגדות פנימית	-	r	[Ω]
זרם	-	I	[A]

$$E = U + I \cdot r$$

2. אלקטרוסטטיקה

קבל

קיבול הקבל	-	C	[F]
קבוע דיאלקטרי	-	ϵ	[F / m]
המתח על הקבל	-	U	[V]
מטען הקבל	-	Q	[C]
המרחק בין לוחות הקבל	-	d	[m]
שטח החתך של לוחות הקבל	-	A	[m ²]
האנרגיה האגורה בקבל	-	W	[J או W · sec]

$$C = \frac{\epsilon A}{d}$$

$$C = \frac{Q}{U}$$

$$W = \frac{1}{2} \cdot C U^2$$

קבוע דיאלקטרי של הריק	-	ϵ_0	[F / m]
-----------------------	---	--------------	---------

$$\epsilon_0 = \frac{1}{36\pi \cdot 10^9} = 8.85 \cdot 10^{-12}$$

קבוע דיאלקטרי יחסי	-	ϵ_r	
--------------------	---	--------------	--

$$\epsilon = \epsilon_0 \cdot \epsilon_r$$

3. מגנטיות ואלקטרומגנטיות

כא"מ מושרה	-	E	[V]	
שינוי שטף	-	$\Delta\Phi$	[V · sec או Wb]	$E = -N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$
משך זמן השינוי	-	Δt	[sec]	
מספר כריכות הסליל	-	N		$L = N \frac{\Delta\Phi}{\Delta I}$
שינוי הזרם	-	ΔI	[A]	
השראות הסליל	-	L	[H]	$E = -L \frac{\Delta I}{\Delta t}$

4. זרם חילופין

ערך רגעי של הזרם	-	i	[A]	$i = I_{\max} \sin(\omega t + \alpha)$
ערך מרבי של הזרם	-	$I_{\max}$	[A]	
זווית מופע	-	α	[rad]	$u = U_{\max} \sin(\omega t + \alpha)$
זמן	-	t	[sec]	
ערך רגעי של המתח	-	u	[V]	$I_{\text{eff}} = \frac{1}{\sqrt{2}} I_{\max}$
ערך מרבי של המתח - תנופת המתח	-	$U_{\max}$	[V]	
ערך יעיל של הזרם	-	I_{eff}	[A]	$U_{\text{eff}} = \frac{1}{\sqrt{2}} U_{\max}$
ערך יעיל של המתח	-	U_{eff}	[V]	

זמן המחזור	-	T	[sec]	$T = \frac{1}{f}$
תדירות זוויתית	-	ω	[rad / sec]	
תדירות	-	f	[Hz , cycles / sec]	$\omega = 2\pi f$

היגב השראותי	-	X_L	[Ω]	$X_L = \omega L$
היגב קיבולי	-	X_C	[Ω]	$X_C = \frac{1}{\omega C}$

מעגל RLC

טורי:

היגב המעגל $- X \quad [\Omega]$

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{X}{R}$$

$$X = X_L - X_C$$

עכבה $- Z \quad [\Omega]$

$$Z = R \pm jX$$

$$|Z| = \sqrt{R^2 + X^2}$$

מקבילי:

הזרם הכללי $- I \quad [A]$

$$I = I_R + j(I_L - I_C)$$

הזרם בנגד $- I_R \quad [A]$

הזרם בסליל $- I_L \quad [A]$

$$|I| = \sqrt{I_R^2 + (I_L - I_C)^2}$$

הזרם בקבל $- I_C \quad [A]$

בהצלחה!

אין להעביר את הנוסחאון
לנבחן אחר

נוסחאון בשפת C

(8 עמודים)

נוסחאון זה מתאים למהדר Microsoft Visual C++ 2010 Express Edition.
חלקים ממנו מתאימים גם למהדרים אחרים.

Data Types (טיפוסי נתונים)

Name	Description	תאור	Size*	Range*
char	Character or small integer	תו בודד	1 byte	-128 to 127
unsigned char	Unsigned small integer	תו בודד ללא סימן	1 byte	0 to 255
short	Short Integer	מספר שלם קטן	2 bytes	-32768 to 32767
unsigned short	Unsigned short integer	מספר שלם קטן ללא סימן	2 bytes	0 to 65535
int	Integer	מספר שלם	4 bytes	-2147483648 to 2147483647
unsigned int	Unsigned integer	מספר שלם ללא סימן	4 bytes	0 to 4294967295
float	Floating point number	מספר ממשי	4 bytes	+/- 3.4e +/- 38 (~7 digits)
double	Double floating point number	מספר ממשי ארוך	8 bytes	+/- 1.7e +/- 308 (~15 digits)

*הערכים של עמודות אלו תלויים במבנה המחשב שבו נעשה הידור התוכנית.

דוגמאות:

```
char a;
```

```
float number;
```

```
int b, c;
```

```
unsigned short NewNumber;
```

המשך בעמוד 2

Preprocessor directives (הנחיות לקדם-מהדר)

Description	Syntax	Example
macro definitions	#define identifier replacement	#define ArrSize 100

identifier – מזהה ; replacement – תחליף

Operators (אופרטורים)

Description	תאור	Operator
Assignment	השמה	=

Initialization of variables (אתחול משתנים)

```
int 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 שווה מ.	>=
Less than or equal to	קטן שווה מ.	<=

Logical operators (אופרטורים לוגיים בין ביטויים)

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

Bitwise Operators (אופרטורים על סיביות)

Description	תאור	ASM equivalent	Operator
AND	וגם	AND	&
Inclusive OR	או כולל	OR	
Exclusive OR	או מוציא	XOR	^
Bit inversion	היפוך	NOT	~
Shift Left	הזזה שמאלה	SHL	<<
Shift Right	הזזה ימינה	SHR	>>

Basic Input/Output (קלט/פלט בסיסי)

Description	Syntax	Example
Standard Output	<code>int putchar (int character);</code>	<code>int a='G' ;</code> <code>putchar(a) ;</code>
Standard Input	<code>int getchar (void);</code>	<code>int c;</code> <code>c=getchar() ;</code>

Formatted Input/Output (פלט לפי תבנית)

Description	Syntax	Example
Formatted output	<code>printf(format[,arg1,arg2,...]);</code>	<code>int num=10;</code> <code>printf("num=%d\n",num) ;</code>
Formatted Input	<code>scanf(format [,arg1,arg2,...]);</code>	<code>int num;</code> <code>scanf ("%d" , &num) ;</code>

Specifier	Operator	פלט	Example
<code>%c</code>	Character	תו בודד	a
<code>%d</code>	Signed decimal integer	עשרוני שלם	133
<code>%e</code>	Scientific notation	עשרוני כולל נקודה וחזקה של 10	3.012e+4
<code>%f</code>	Decimal floating point	עשרוני כולל נקודה עשרונית	123.45
<code>%s</code>	String of characters	מחרוזת תווים	Hello
<code>%x</code>	Unsigned hexadecimal integer	הקסדצימלי ללא סימן	3fe

Conditional Structures (מבני בקרה – משפטי תנאי)

Description	Syntax	Example
if	<pre>if (condition) { statements ; }</pre>	<pre>if (d == 100) { printf("d is 100"); }</pre>
if .. else	<pre>if (condition) statement1; else statement2 ;</pre>	<pre>if (d == 100) printf("d is 100"); else printf("d is not 100");</pre>
if .. else if .. else	<pre>if (condition) statement1 ; else if (condition) statement2 ; else statement3 ;</pre>	<pre>if (d > 0) printf("d is positive"); else if (d < 0) printf("d is negative"); else printf("d is 0");</pre>

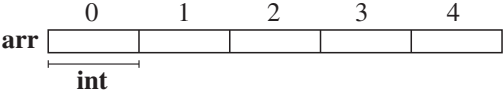
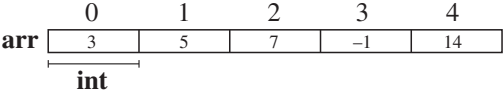
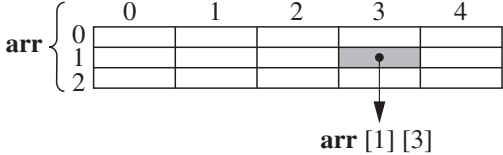
condition – תנאי ; הצהרה – statement

Iteration Structures (מבני בקרה - לולאות)

Description	Syntax	Example
while loop	<pre>while (expression) { statements ; }</pre>	<pre>while (n>0) { printf(" %d \n",n); n--; }</pre>
do-while loop	<pre>do { statements ; } while (condition);</pre>	<pre>do { printf("Enter 0 to end: "); scanf ("%d",&n); }while (n != 0);</pre>
for loop	<pre>for (initialization; condition; increase) { statements ; }</pre>	<pre>for (i=0; i<10; i++) { printf(" %d \n",i); }</pre>

תנאי - condition ; הצהרה - statement

Arrays (מערכים)

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

elements – פרטים ; ערך – value

Structure of a program (מבנה כללי של תוכנית)

```
#include <stdio.h>

void main(void)
{

}
```

Hardware Input/Output (קלט/פלט בסיסי מחומרה)

Description	Syntax	Example
Hardware Output	Out32(hardware address, value);	Out32 (0x378, 0xAA) ;
Hardware Input	Inp32(hardware address);	int dataIN; dataIN=Inp32 (0x379) ;

hardware address – כתובת חומרה ; value – ערך

```
#include <stdio.h>

short _stdcall Inp32(short PortAddress);

void _stdcall Out32(short PortAddress, short data);

void main(void)
{
    int dataIN;

    Out32 (0x378, 0xAA) ;

    dataIN=Inp32 (0x379) ;
}
```

Sleep Function (פונקציית השהיה)

Description	Syntax	Example
Suspends the execution of the current thread until the time-out interval elapses	void Sleep (dword dwMilliseconds);	Sleep(2000);

*For windows 32-bit registry a DWORD is a 4-bytes unsigned int.

```
#include <windows.h>

void main(void)
{
    Sleep(2000) ;
}
```

בהצלחה!

אין להעביר את הנוסחאון
לנבחן אחר

נוסחאון בשפת C לערכת Arduino UNO (8 עמודים)

הנוסחאון מתאים לבקר Arduino UNO. חלקים מנוסחאון זה מתאימים גם לבקרים אחרים ממשפחת Arduino.

Data Types (טיפוסי נתונים)

Name	Description	תאור	Size	Range
Boolean	holds one of two values, true or false	בייט אחד	1 byte	true / false
char	Character or small integer.	תו בודד או בייט אחד	1 byte	-128 to 127
unsigned char	Unsigned small integer.	בייט אחד ללא סימן	1 byte	0 to 255
byte	8-bit unsigned number	בייט 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	64-bit integer	מספר שלם ארוך	4 bytes	-2147483648 to 2147483647
unsigned long	64-bit unsigned integer	מספר שלם ארוך ללא סימן	4 bytes	0 to 4294967295
Float / double	Floating point number	מספר ממשי	4 bytes	-3.4028235E+38 to 3.4028235E+38
String	String object	מחרוזת	--	--

דוגמאות:

```
unsigned char num1;  
  
int num2,num3;  
  
float pi = 3.1416;  
  
String NyString = "Hello String";
```

Constants (קבועים)

Description	Example
HIGH, 1	digitalWrite (ledPin, HIGH);
LOW, 0	digitalWrite (ledPin, LOW);
INPUT	pinMode (inPin, INPUT);
OUTPUT	pinMode (ledPin, OUTPUT);
INPUT_PULLUP	pinMode (2, INPUT_PULLUP);

Preprocessor directives (הנחיות לקדם־מהדר)

Description	Syntax	Example
macro definitions	#define identifier replacement	#define LED 7

Operators (אופרטורים)

Description	תאור	Operator
Assignment	השמה	=

Initialization of variables (אתחול משתנים):

```
byte num1=75;           // decimal  
  
int num2=0x45f;         // hexadecimal  
  
byte num3=B10010;       // binary
```

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 שווה מ-	>=
Less than or equal to	קטן שווה מ-	<=

Logical operators (אופרטורים לוגיים)

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	או מוציא	^
Byte inversion	היפוך בית	~
Shift Left	הזזה שמאלה	<<
Shift Right	הזזה ימינה	>>

port registers (קלט/פלט)

register	תאור	Example
DDRD	The Port D Data Direction Register – read/write	DDRD = B11111111; //All pins in PORTD are outputs DDRD = B00000000; //All pins in PORTD are inputs
PORTD	The Port D Data Register - read/write	PORTD = B11111111; //All pins in PORTD are high
PIND	The Port D Input Pins Register - read only	char my_var = 0; my_var = PIND; //Read the PORTD

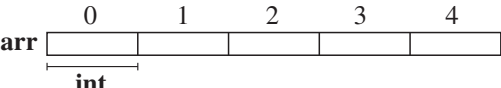
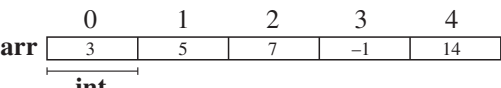
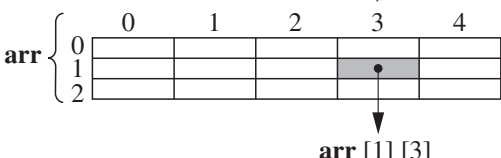
Conditional Structures (מבני בקרה – משפטי תנאי)

Description	Syntax	Example
if	if (condition) statement	if (d == 100) { //..... }
if .. else	if (condition) statement1 else statement2	if (d == 100) //..... else //.....
if .. else if .. else	if (condition) statement1 else if (condition) statement2 else statement3	if (d > 0) //..... else if (d < 0) //..... else //.....

Iteration Structures (מבני בקרה – לולאות)

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

Arrays (מערכים)

Description	Syntax	Example
הגדרת מערך חד מימדי 	type name [elements];	byte arr[5];
אתחול והצבת ערכים במערך 	type name [elements] = {value1,..valueN};	char arr[5] = {3,5,7,-1, 14};
הגדרת מערך דו מימדי 	type name [elements] [elements];	byte arr[3][5];
הגדרת מערך תווים (מחרוזת)	char name [elements] = "string";	char message[6] = "hello";

Structure of a program (מבנה כללי של תכנית)

```
void setup()
{
    // ...
}

void loop()
{
    // ...
}
```

Serial Functions (פונקציות קלט/פלט לתקשורת טורית)

Description	Syntax	Example
Sets the data rate in bits per second (baud) for serial data transmission.	Serial.begin(speed)	Serial.begin(9600);
Get the number of bytes (characters) available for reading from the serial port.	Serial.available()	if (Serial.available()) int inByte = Serial.read();
Reads incoming serial data.	Serial.read()	int inByte = Serial.read();
Prints data to the serial port as human-readable ASCII text.	Serial.print(val) Serial.print(val, format)	int x = 10; // print as an ASCII encoded decimal Serial.print(x); //print as an ASCII encoded hexadecimal Serial.print(x, HEX);
Prints data to the serial port as human-readable ASCII text followed by a carriage return character (ASCII 13, or 'r') and a newline character (ASCII 10, or 'n')	Serial.println(val) Serial.println(val, format)	int x = 10; // print as an ASCII encoded decimal Serial.println(x); //print as an ASCII encoded hexadecimal Serial.println(x, HEX);

Analog And Digital I/O Functions (פונקציות קלט/פלט)

Description	Syntax	Example
Configures the specified pin to behave either as an input or an output.	pinMode (pin, mode)	pinMode (ledPin, OUTPUT);
Write a HIGH or a LOW value to a digital pin.	digitalWrite(pin, value)	digitalWrite(ledPin, HIGH);
Reads the value from a specified digital pin, either HIGH or LOW.	digitalRead(pin)	int val = digitalRead(7);
Configures the reference voltage used for analog input	analogReference(type) type: DEFAULT INTERNAL EXTERNAL	analogReference(INTERNAL); INTERNAL: an built-in reference, equal to 1.1 volts on the ATmega168 or ATmega328 and 2.56 volts on the ATmega8
Reads the value from the specified analog pin(10-bit analog to digital converter)	analogRead(pin)	int val = analogRead(3);
Writes an analog value (PWM wave) to a pin	analogWrite(pin, value)	pinMode(9, OUTPUT); analogWrite(9, 128);
Generates a square wave of the specified frequency (and 50% duty cycle) on a pin	tone(pin, frequency) OR tone(pin, frequency, duration)	tone(12, 261); delay(2000); noTone(12); OR tone(12, 261, 2000);

Servo Functions (פונקציות להפעלת מנוע סרוו)

Description	Syntax	Example
Creates a variable of type Servo	Servo name;	Servo myservo;
Attach the Servo variable to a pin	servo.attach(pin) servo.attach(pin, min, max)	myservo.attach(9);
Read the current angle of the servo	servo.read()	int angle = myservo.read();
Writes a value to the servo	servo.write(angle)	myservo.write(90);

Time Functions (פונקציות שעות)

Description	Syntax	Example
Pauses the program for the amount of time in milliseconds	<code>delay(ms)</code>	<code>delay(1000);</code>
Pauses the program for the amount of time in microseconds	<code>delayMicroseconds(μs)</code>	<code>delayMicroseconds(50);</code>
Reads a pulse (either HIGH or LOW) on a pin.	<code>pulseIn(pin, value)</code> <code>pulseIn(pin, value, timeout)</code>	<code>unsigned long duration;</code> <code>pinMode(pin, INPUT);</code> <code>duration = pulseIn(7, HIGH);</code>

LiquidCrystal Functions (פונקציות להפעלת צג מבוסס טקסט)

Description	Syntax	Example
Creates a variable of type LiquidCrystal.	<code>LiquidCrystal(rs, enable, d4, d5, d6, d7)</code> <code>LiquidCrystal(rs, rw, enable, d4, d5, d6, d7)</code>	<code>LiquidCrystal lcd</code> <code>(12, 11, 10, 5, 4, 3, 2);</code>
Initializes the interface to the LCD screen, and specifies the dimensions (width and height) of the display.	<code>lcd.begin(cols, rows)</code>	<code>lcd.begin(16,1);</code>
Prints text to the LCD.	<code>lcd.print(data)</code> <code>lcd.print(data, BASE)</code> <code>base: BIN,OCT,HEX</code>	<code>lcd.print("hello, world!");</code>
Position the LCD cursor	<code>lcd.setCursor(col, row)</code>	<code>lcd.setCursor(0, 1);</code>
Clears the LCD screen and positions the cursor in the upper-left corner.	<code>lcd.clear()</code>	<code>lcd.clear();</code>

תרשים חיבורים של ערכת Arduino UNO

