

State of Israel

Ministry of Education

Type of exam: High school matriculation

Date: Summer 2017

Examination Code: 815381

Appendices: a. Electronics formula page

b. Electricity formula page

c. C formula page

d. C formula page for
Arduino UNO kit

e. Connections scheme for
Arduino UNO kit

מדינת ישראל

משרד החינוך

סוג הבחינה: בגרות לבתי-ספר על-יסודיים

מועד הבחינה: קיץ תשע"ז, 2017

סמל השאלון: 815381

נספחים:

א. נוסחאון באלקטרוניקה

ב. נוסחאון בתורת החשמל

ג. נוסחאון בשפת C

ד. נוסחאון בשפת C

לערכת Arduino UNO

ה. תרשים חיבורים של ערכת

Arduino UNO

תרגום לאנגלית (3)

אלקטרוניקה ומחשבים

על-פי תכנית הרפורמה ללמידה משמעותית

Electronics & Computers

In compliance with the Meaningful Learning reform program

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:

- ענה על מספר השאלות הנדרש בשאלון. המעריך יקרא ויעריך את מספר התשובות הנדרש בלבד, לפי סדר כתיבתן במחברתך, ולא יתייחס לתשובות נוספות.
- התחל כל תשובה לשאלה בעמוד חדש.
- רשום את כל תשובותיך **אך ורק בעט**.
- הקדד 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, אך עליך להסביר מדוע הוספת אותם.
- בכתיבת פתרונות חישוביים, קבלת מרב 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.

Instructions

a. Duration of the exam: three hours.

b. Structure of the exam and evaluation key: This exam has three chapters, containing fourteen questions. **You have to answer five questions, at least one from each chapter.** Each question is 20 points, with a total of 100 points for the whole exam.

c. Allowed materials: calculator.

d. Special instructions:

- Answer the required number of questions. The evaluator will read and check only the required number of answers, in the order they appear in your notebook, and will disregard any additional answers.
- Begin each answer on a new page.
- Write your answers in **pen only**.
- Make sure your answers are well formulated and your drawings are clear.
- Make sure your handwriting is clear, to allow proper evaluation of your answers.
- If you think any further data is necessary in order to answer a question, you may add it, but must explain why it was necessary.
- When writing computational solutions, the following steps must be completed (in this order) to receive full credit:
 - * Writing the appropriate formula.
 - * Substitution of all the values in their appropriate units and calculation (a calculator may be used).
 - * Writing the result along with the appropriate units.
 - * Accompanying the computational result with a short explanation.

Write **all your drafts** (outlines, calculations and so forth) in the exam booklet only, on separate pages. Write **"Draft"** at the top of each draft page. Writing drafts on any paper other than the test booklet can disqualify your exam!

This questionnaire consists of 19 pages and 25 appendix pages.

Good Luck!

Continue to next page ►

בהצלחה!

המשך מעבר לדף ►

The Questions

**This questionnaire consists of fourteen questions in three sections.
You have to answer five questions, at least one from each section.**

Section 1: Introduction to Electronic Engineering

Please answer at least one of questions 1-4 (each question is 20 points).

Question 1

Figure 1 shows an electrical circuit which includes ideal amplifiers.

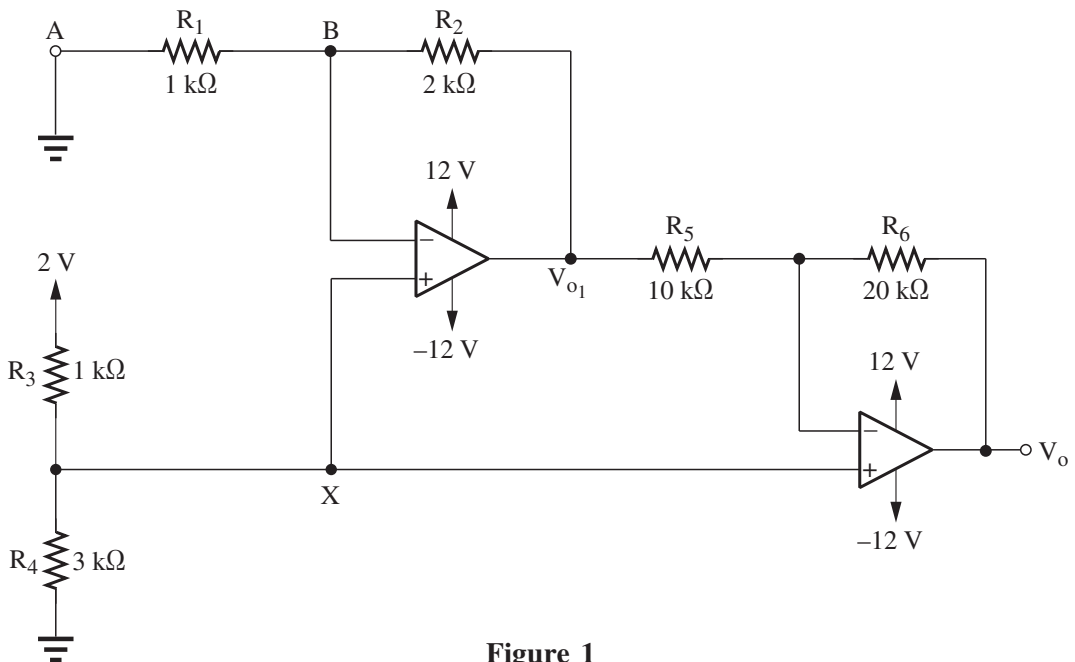


Figure 1

- Calculate the voltage at point X.
- Calculate the current passing through the resistor R_1 and determine its direction (from A to B or from B to A).
- Calculate the voltage at the first amplifier output, V_{o_1} .
- Calculate the output voltage V_o .

Continue to page 3 ►

Question 2

Figure 2 shows the electrical circuit of a transistor-based amplifier. The reactances of the capacitors in the circuit are negligible.

The transistor data are: $\beta = h_{fe} = 50$, $h_{ie} = 1.5 \text{ k}\Omega$, $V_{BE} = 0.7 \text{ V}$, $V_{CE} = 6 \text{ V}$.

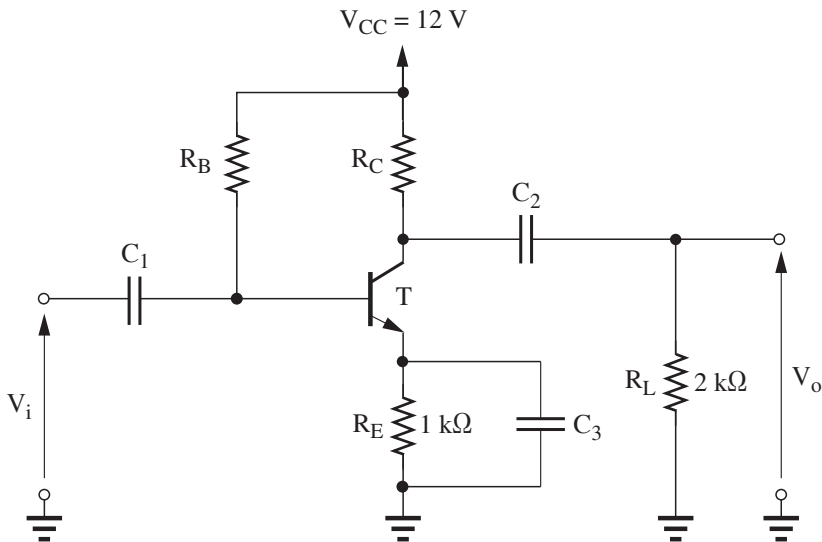


Figure 2

- Calculate resistance R_B , if the base current (I_B) of transistor T is $10 \mu\text{A}$.
- Calculate resistance R_C .
- Draw the alternative circuit (for AC signals) of the given circuit.
- Calculate the voltage amplification of the circuit, $A_V = \frac{V_o}{V_i}$.

Question 3

Figure 3 shows an electrical circuit which includes an LPF and a comparator.
The operational amplifier in the circuit is ideal.
The LED data are: $I_{LED} = 10 \text{ mA}$, $V_{LED} = 1.5 \text{ V}$.

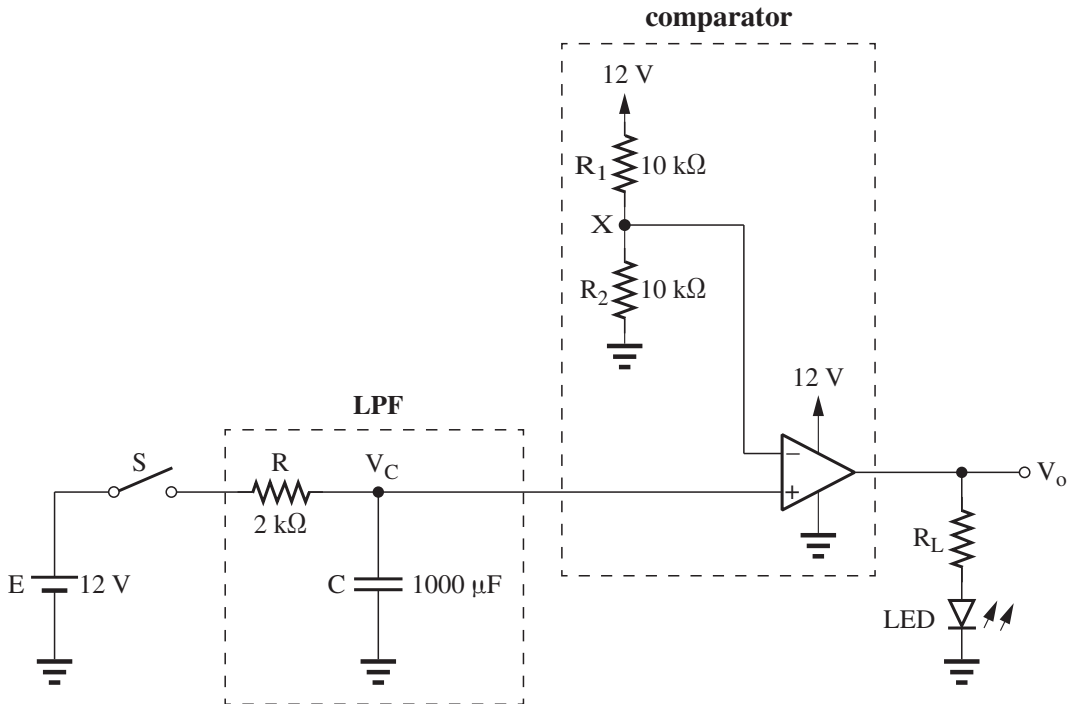


Figure 3

The voltage on the capacitor C is 0 V . At the moment $t = 0$, switch S has been closed.

- Calculate the voltage at point X .
- Draw the voltage on the capacitor (V_C) and the output voltage (V_o) one under the other, accordingly, as a function of time, starting from moment $t = 0$.
- How long after the switch is turned off will the LED turn on?
- Calculate the resistance R_L .

Question 4

Figure 4a shows an electrical circuit which includes an ideal operational amplifier.

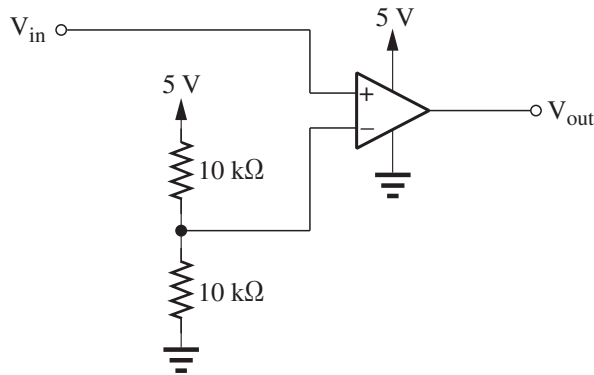


Figure 4a

The circuit input receives a periodic rectangle signal, as described in figure 4b.

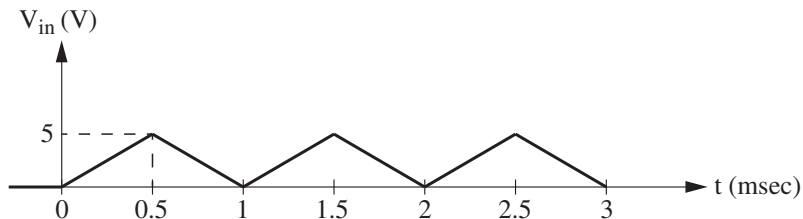


Figure 4b

- You have **three instruments**: a signal generator, a dual oscilloscope and a voltage generator.
Copy the electrical circuit to your notebook and add a measurement device which includes these instruments, so that the input signal V_{in} and the output signal V_{out} can be measured.
Mark the (+) terminal pin and the (−) terminal pin of each instrument.
- What should the value of the Time / div selector in the oscilloscope be, in order to receive two cycles of the input signal on the full width of the screen? Explain your answer.
- Draw two cycles of the input signal (V_{in}) and the output signal (V_o) one under the other, accordingly.

Continue to page 6 ►

Section 2: Electricity

Please answer at least one of questions 5-6 (each question is 20 points).

Question 5

Figure 5 shows an AC circuit with an ideal amperemeter connected to it.

Voltage source U supplies AC voltage with an amplitude of 311.13 V and a frequency of 1 kHz to the circuit.

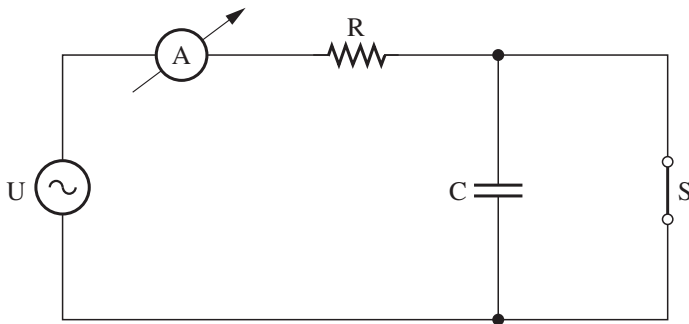


Figure 5

- Calculate the effective voltage (V_{eff}) of the voltage source U .
- When switch S is closed, the amperemeter shows $I_{\text{eff}} = 5.5 \text{ A}$.
Calculate the resistance of resistor R .
- Switch S has been opened.** The amperemeter now shows $I_{\text{eff}} = 4.4 \text{ A}$.
Calculate the reactance of the capacitor C .
- Calculate the capacitance of capacitor C .

Question 6

Figure 6 shows an electrical circuit. The current passing through the resistor R_2 is $I_2 = 2 \text{ A}$.

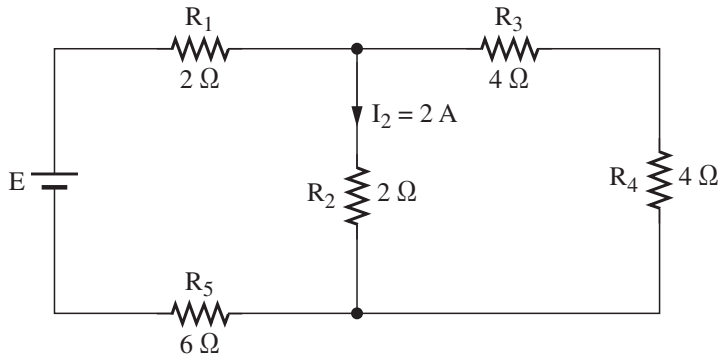


Figure 6

- a. Calculate the current passing through the resistor R_4 .
- b. Calculate the current supplied to the circuit by the voltage source E .
- c. Calculate the equal resistance of the circuit.
- d. Calculate the source voltage E .
- e.
 1. Calculate the power delivered to each of the resistors in the circuit.
 2. Show that the sum of the powers delivered to the resistors in the circuit is equal to the power of the source E .

Section 3: Introduction to Computer Engineering

Please answer at least one of questions 7-14 (each question is 20 points).

Question 7

Figure 7 shows a diagram of an output port at address 301H and an input port at address 300H .

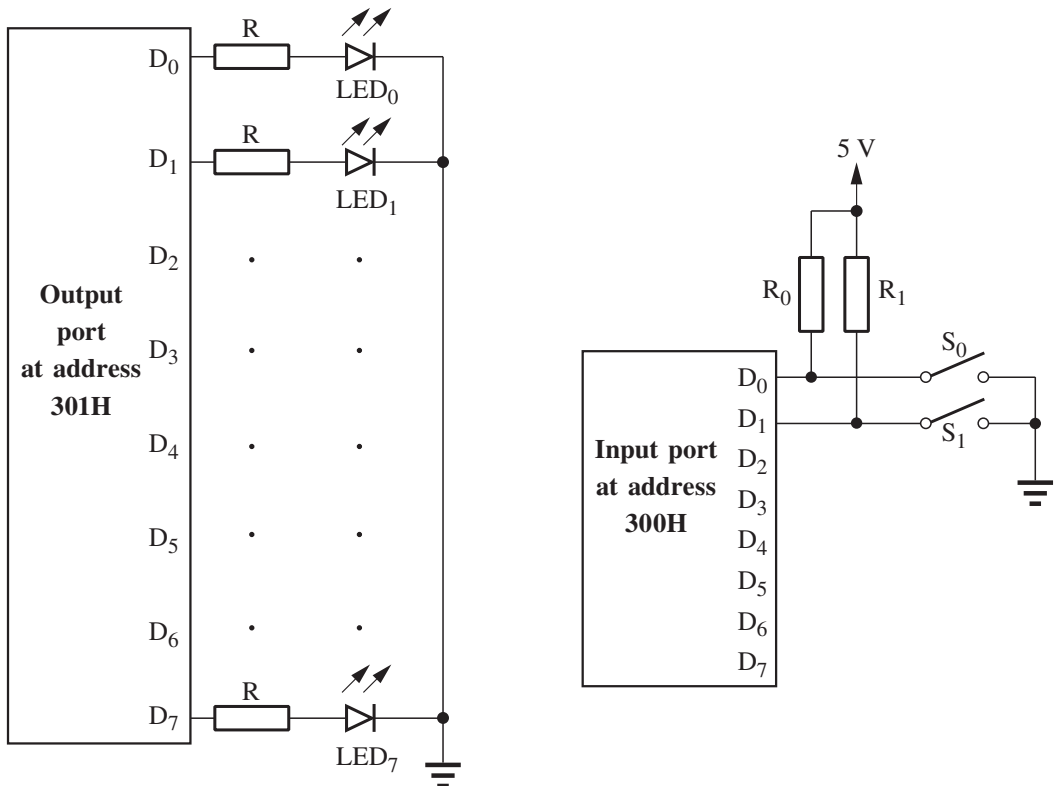


Figure 7

Write a program in C language which performs the following instructions in an infinite loop:

1. Receives the situation of the two switches connected to the input port, while screening the rest of the inputs ($D_2 \div D_7$).
2. Checks the situation of the two switches:
 - i. When both switches are open, all of the light bulbs $LED_0 \div LED_7$ will be turned on.
 - ii. When both switches are closed, all of the light bulbs $LED_0 \div LED_7$ will be turned off.
 - iii. When one switch is open and the other switch is closed, all of the light bulbs $LED_0 \div LED_7$ will flash ten times with an interval of one second between each turning off and turning on of the light.

Question 8

Write a program in C language which performs the following actions:

1. Defines an array with ten items of type int (integer).
2. Receives the ten items from the keyboard, using a loop, and places them in the array.
3. Prints the values of the received array in a single row, so that there is a single space between each two adjacent items, this way: arr :
4. Prints the items which are in the odd-numbered places in a column, one under the other.
5. Calculates the sum of the items which are in the odd-numbered places, and print it at the bottom of the column, this way: sum ez = ...

Question 9

Figure 9 shows eight switches connected to an input port at address 300H , and a 7-seg display in common cathode (CC) connection which is connected to an output port at address 301H .

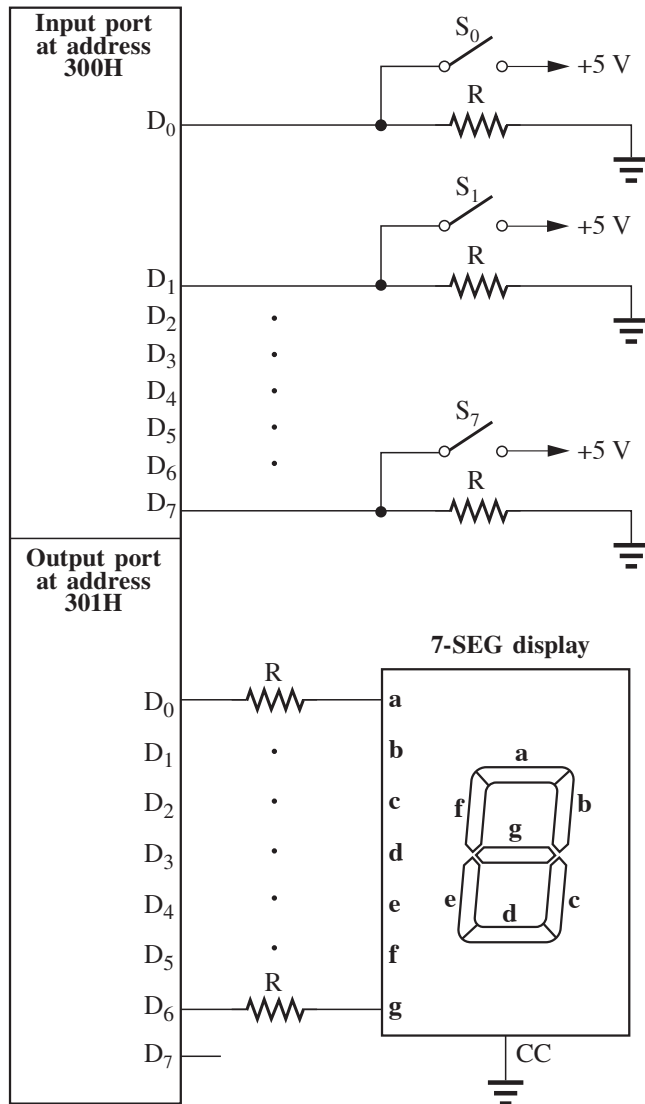


Figure 9

Below is part of a program code written in C language:

```
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. }
```

- a. Explain the instructions in lines 8, 11, 12 and 14.
- b. What will appear on the 7-seg display if while running the program switches S_1 , S_3 , S_5 and S_7 are closed and the rest of the switches are open?
- c. The 7-seg display in a common cathode connection is replaced with a 7-seg display in a common anode (CA) connection. Change the code of the program so that its output does not change as a result of this replacement.

Question 10

Below is part of a program code written in C language:

```
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. }
```

- a. Explain the instructions in lines 4, 6, 9 and 17.
- b. What will the output be if the user types the following sequence of numbers (from left to right)?

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

Explain your answer.

- c. Add another code segment at the end of the program which displays the number with the highest value in array arr2.

Question 11

Figure 11 shows an Arduino UNO kit. Switches SW_0 , SW_1 and SW_2 are connected to terminal pins 2, 3 and 4, accordingly. Terminal pins $PB_1 \div PB_3$ are connected to a red LED, a green LED and a blue LED, accordingly.

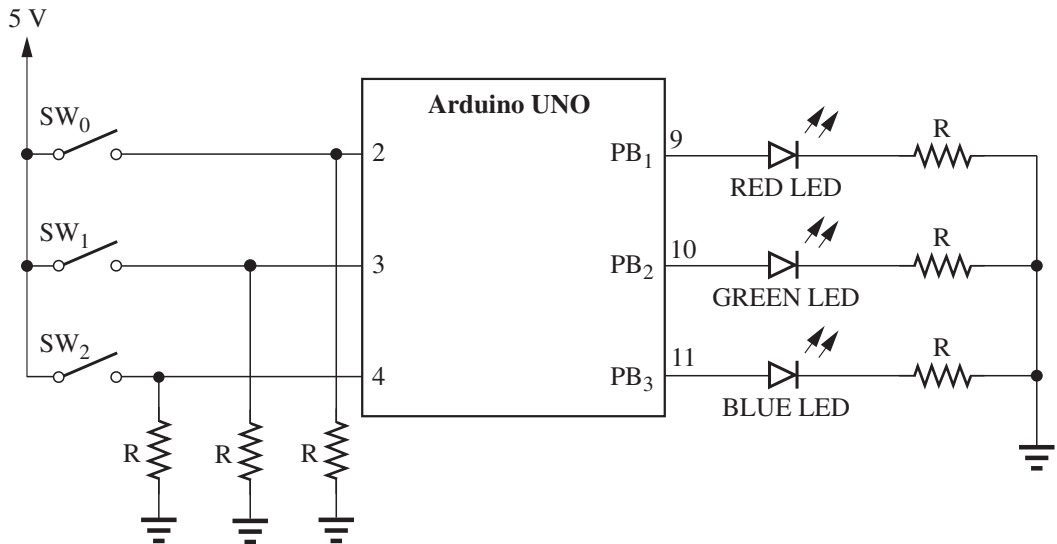


Figure 11

Write a program in C language for Arduino UNO kit, which performs the following actions:

1. Receives the situation of the switches $SW_0 \div SW_2$.
2. If switch SW_0 is open (regardless of the situation of the other switches), the three LEDs will be turned off.
3. If switch SW_0 is closed, the LEDs will turn on according to the situation table for switches SW_1 and SW_2 :

Situation of switch SW_1	Situation of switch SW_2	The LEDs which will turn on
open	open	RED
open	closed	GREEN
closed	open	BLUE
closed	closed	RED, GREEN, BLUE

Question 12

Figure 12a shows an electrical circuit which includes an Arduino UNO kit.
The internal A/D converter in the kit processor has 10 bits.

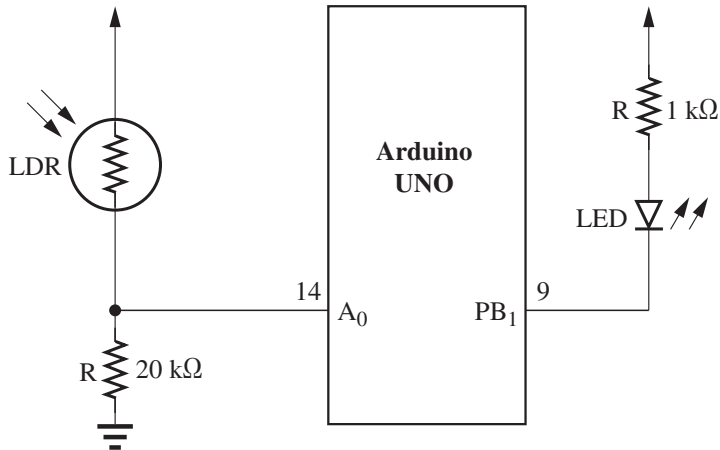


Figure 12a

Terminal pin PB₁ is connected to a LED .

An LDR resistor is connected to terminal pin A₀ . The resistance of the LDR changes as a function of the illumination intensity on it, as described in Figure 12b .

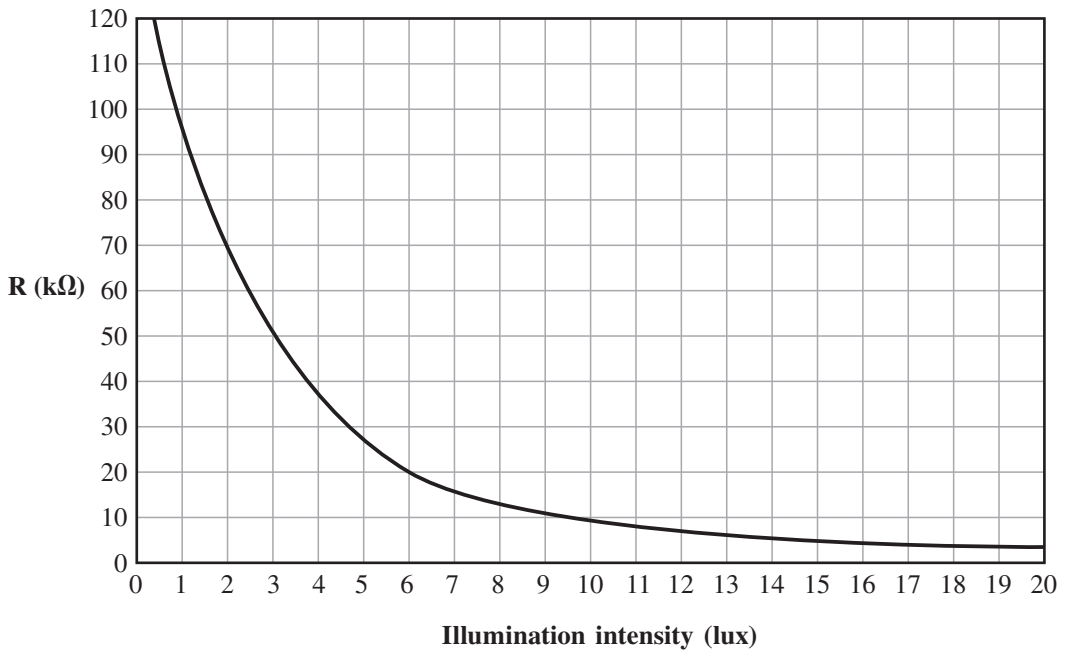


Figure 12b

- a. Calculate the voltage received in terminal pin A_0 when the illumination intensity on the LDR is 6 lux.
- b. Write a program in C language for Arduino UNO kit, which performs the following actions:
 1. Receives the analog voltage at terminal pin A_0 .
 2. If the illumination intensity on the LDR is larger than 6 lux, the LED will turn on.

If the illumination intensity on the LDR is equal to or smaller than 6 lux, the LED will turn off.

Question 13

Figure 13 shows an Arduino UNO kit. Terminal pins $PB_0 \div PB_5$ (Terminal pins 8 $\div$ 13) are connected to six LEDs.

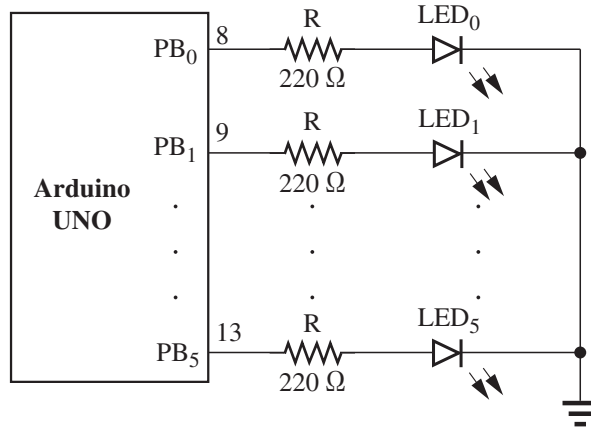


Figure 13

Below is a program written in C language for Arduino UNO kit:

```
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. }
```


- a. Explain the instructions in lines 4, 5, 11 and 15.
- b. The user presses the sign “+” on the keyboard again and again, and transfers this character to the controller through the serial communication kit. Create a table which tracks the variable OUT, and write in it which LED will turn on following each time the “+” sign is pressed.

Pressing on the “+” sign	OUT	LED turned on
before pressings begin		
after 1 st pressing		
after 2 nd pressing		
after 3 rd pressing		
After 4 th pressing		
after 5 th pressing		
after 6 th pressing		

- c. Is it possible to make LED₅ turn on following a certain number of pressings on the “+” sign? If so, explain your answer. If not, change the program code so that LED₅ turns on as a result of pressing the “+” sign.

Question 14

Figure 14 shows an Arduino UNO kit. Terminal pin A_0 is connected to a potentiometer.

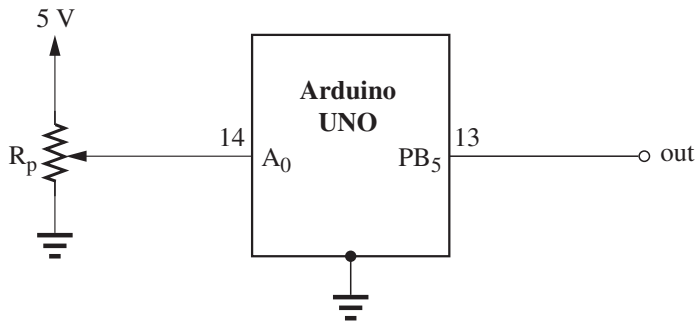


Figure 14

Below is a program written in C language for Arduino UNO kit:

```
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. }
```

- a. Explain the instructions in lines 2, 6, 10 and 12.
- b. What range of values does the variable analogValue receive in the given system?
- c. Draw the waveform in terminal pin 13 as a function of time, when the voltage at terminal pin A_0 is:
 - 1. 1.25 V
 - 2. 2.5 V
 - 3. 3.75 V

Good luck!

All copyrights are reserved to the State of Israel.

No part of this examination may be reproduced, or published, without the prior permission of the Ministry of Education.

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} :

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

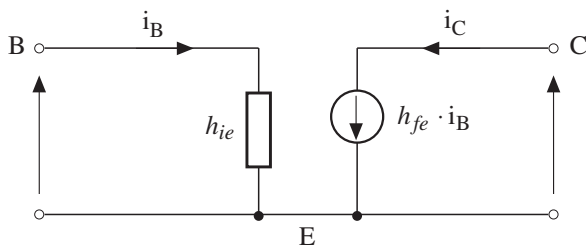
זרם הקולט I_C [A] -

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

זרם - I [A]

מטען - Q [C]

זמן - t [sec]

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

צפיפות הזרם - J [A / m²]

שטח החתך - A [m²]

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

הספק בזרם ישר

הספק - P [W]

מתח - U [V]

זרם - I [A]

התנגדות - R [Ω]

$$P = UI$$

$$P = I^2 R$$

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

אנרגיה בזרם ישר

אנרגיה - W [W · sec או J]

זמן - t [sec]

$$W = P \cdot t$$

כא"מ של מקור מתח

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

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

אלקטרוסטטיקה .2

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	-	$U_{\max}$	[V]	
תנופת המתח				$U_{\text{eff}} = \frac{1}{\sqrt{2}} U_{\max}$
ערך יעיל של הזרם	-	I_{eff}	[A]	
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 $[\Omega]$

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

$$X = X_L - X_C$$

עכבה - Z $[\Omega]$

$$Z = R \pm jX$$

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

מקבילי:

הזרם הכללי - I $[A]$

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

הזרם בנגד - I_R $[A]$

הזרם בסליל - I_L $[A]$

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

הזרם בקבל - I_C $[A]$

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>

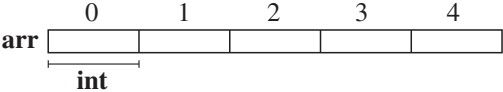
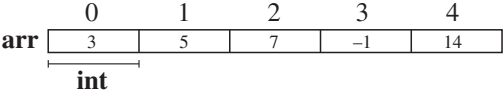
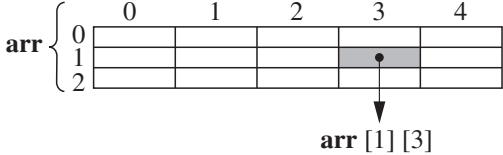
condition – תנאי ; statement – הצהרה

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

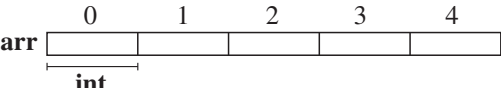
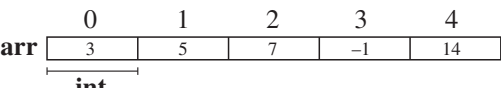
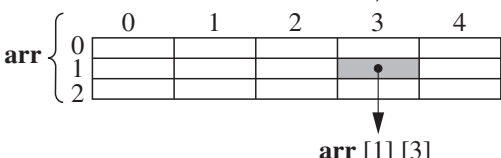
Conditional Structures (מבני בקרה – משפטי תנאי)

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

