

State of Israel

Ministry of Education

Type of exam: High school matriculation

Date: Summer 2016

Examination Code: 815381

- Appendices: a. Electronics Formulas
b. Electricity Formulas
c. C language Expressions
d. C language Expressions for Arduino UNO kit
e. Connections diagram of Arduino UNO kit

מדינת ישראל

משרד החינוך

סוג הבחינה: בגרות לבתי-ספר על-יסודיים

מועד הבחינה: קיץ תשע"ו, 2016

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)

Electronics & Computers

According to the "Meaningful Learning" reform program

Instructions

- Duration of the exam:** three hours.
- 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.
- Allowed materials:** calculator.
- 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:
 - * Write the appropriate formula.
 - * Enter the values into the formula, using the appropriate units.
 - * Calculate (calculator may be used).
 - * Write the result with the appropriate units of measurement.
 - * Provide a short explanation alongside the computational solution.

Any drafts you wish to write (outlines, calculations, etc.) should be written in the exam booklet only, on separate pages. Write "Draft" at the top of every draft page. Any drafts written on paper outside the exam booklet may disqualify the exam!

This questionnaire consists of 21 pages and 25 pages of appendices.

Good Luck!

Continue to next page ►

אלקטרוניקה ומחשבים

על-פי תכנית הרפורמה ללמידה משמעותית

הוראות לנבחן

- משך הבחינה:** שלוש שעות.
- 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.
- חומר עזר מותר לשימוש:** מחשבון.
- 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 בעמוד חדש.
 - רשום את כל תשובותיך **אך ורק בעט**.
 - הקפד לנסח את תשובותיך כהלכה, ולסרטט את תרשימיך בבהירות.
 - כתוב את תשובותיך בכתב-יד ברור, כדי לאפשר הערכה נאותה שלהן.
 - אם לדעתך חסרים נתונים הדרושים לפתרון שאלה, אתה רשאי להוסיף אותם, אך עליך להסביר מדוע הוספת אותם.
 - בכתיבת פתרונות חישוביים, קבלת מֶרֶב הנקודות מותנית בהשלמת כל המהלכים שלהלן, בסדר שהם רשומים בו:
 - * רישום הנוסחה המתאימה.
 - * הצבה של כל הערכים ביחידות המתאימות.
 - * חישוב (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 **כטייטה** (ראשי פרקים, חישובים וכדומה). רשום "טייטה" בראש כל עמוד טייטה. רישום טיוטות כלשהן על דפים שמחוץ למחברת הבחינה עלול לגרום לפסילת הבחינה!

בשאלון זה 21 עמודים ו-25 עמודי נספחים.

בהצלחה!

המשך מעבר לדף ►

Questions

The following exam includes three chapters with fourteen questions.
Please answer five questions only. You must answer at least one question from each chapter.

Chapter One: Introduction to Electronic Engineering

Answer at least one of questions 1–4 (20 points per question).

Question 1

Figure 1 describes the electric circuit of a transistor amplifier. The capacitors' reactances in the circuit are negligible.

The data of transistor T is: $V_{CE} = 6 \text{ V}$, $V_{BE} = 0.7 \text{ V}$, $h_{ie} = 1 \text{ k}\Omega$, $\beta = h_{fe} = 100$

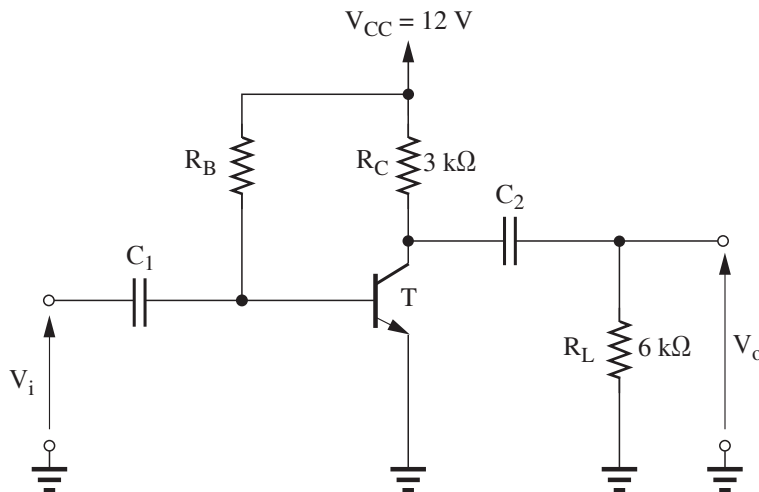


Figure 1

- Calculate the currents I_C and I_B of the transistor T.
- Calculate the value of the resistor R_B .
- Draw the AC equivalent of the given circuit.
- Calculate the voltage amplification of the circuit, $A_V = \frac{V_o}{V_i}$.

Question 2

Figure 2a describes an electric net.

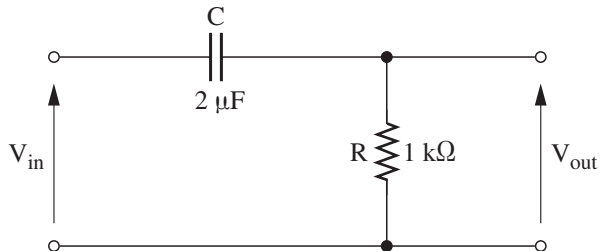


Figure 2a

The signal described in Figure 2b is provided to the net input.

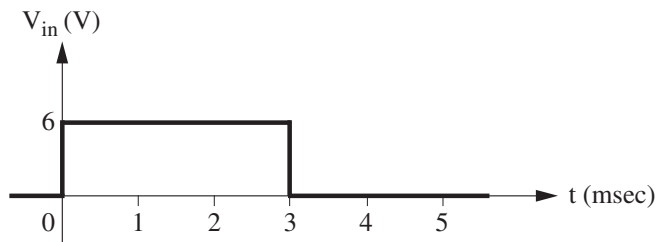


Figure 2b

- a. Copy the input Voltage (V_{in}) to your notebook and draw the output voltage (V_o) beneath it accordingly, as a function of time.
- b. Calculate the output voltage:
 1. When $t = 2$ msec
 2. When $t = 4$ msec

Question 3

Figure 3a describes an electric circuit with an LDR (Light Dependent Resistor) and a LED.

The LED allows indication of the luminance on the LDR. Given: $V_{LED} = 1.5 \text{ V}$.

The operational amplifier in the circuit is ideal.

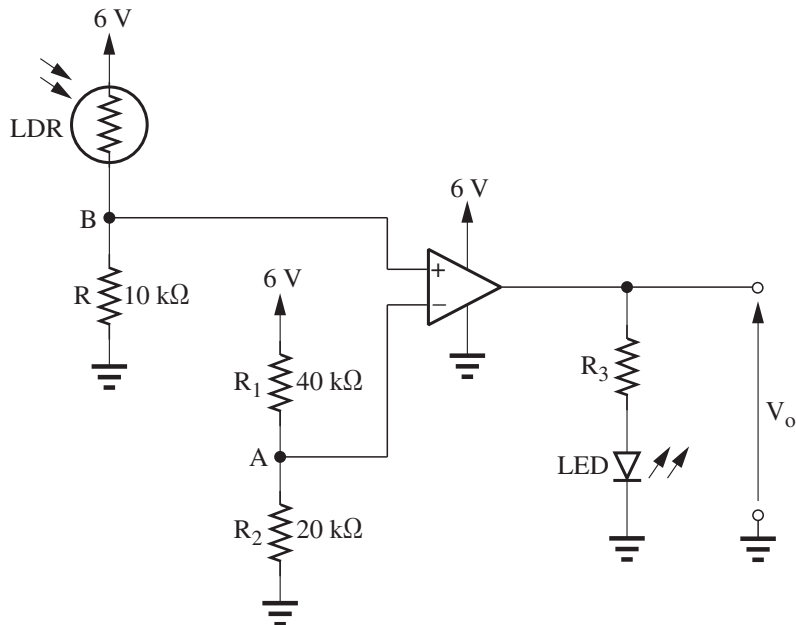


Figure 3a

The resistance of the LDR changes as a function of the luminous intensity on it, as described in figure 3b.

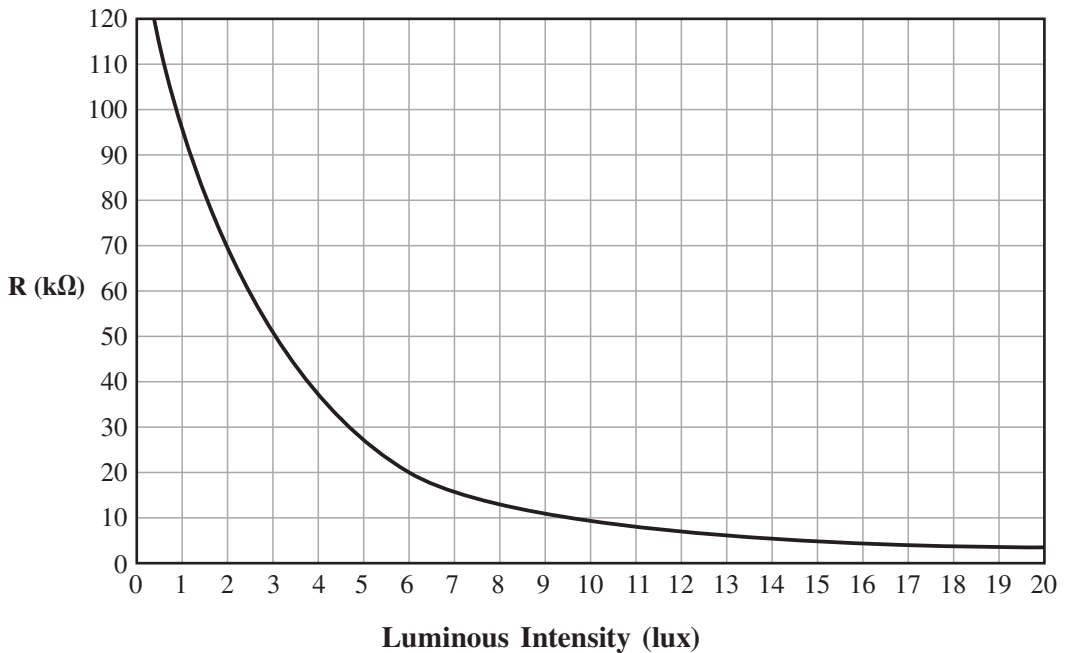


Figure 3b

- What is the range of voltage values in point B when the LED is on?
- Use figure 3b and find the luminous-intensity range (in lux units) when the LED is on.
- Calculate the resistance of the resistor R_3 , if the current in the LED is 10 mA when it is on.

Question 4

Figure 4a describes an electric circuit which includes ideal operational amplifiers.

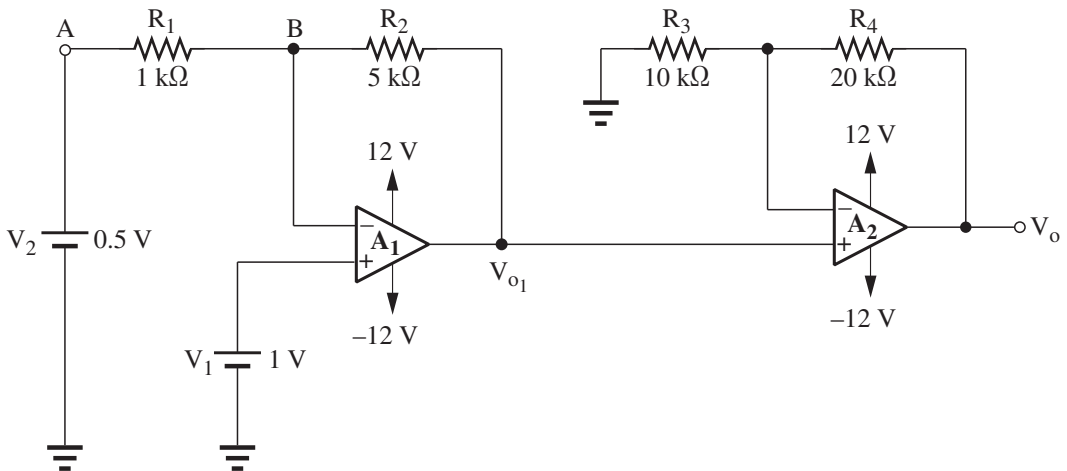


Figure 4a

- Calculate the current through the resistor R_1 and determine its direction (from A to B or from B to A).
- Calculate the voltage in the output of the first operational amplifier – V_{o1} .
- Calculate the output voltage V_o .
- You want to measure the voltage amplification of the part of the circuit marked with a frame, as described in figure 4b.
The input voltage of this part is V_{o1} , and the output voltage is V_o .
You have **three devices**: a dual power supply and two voltmeters.

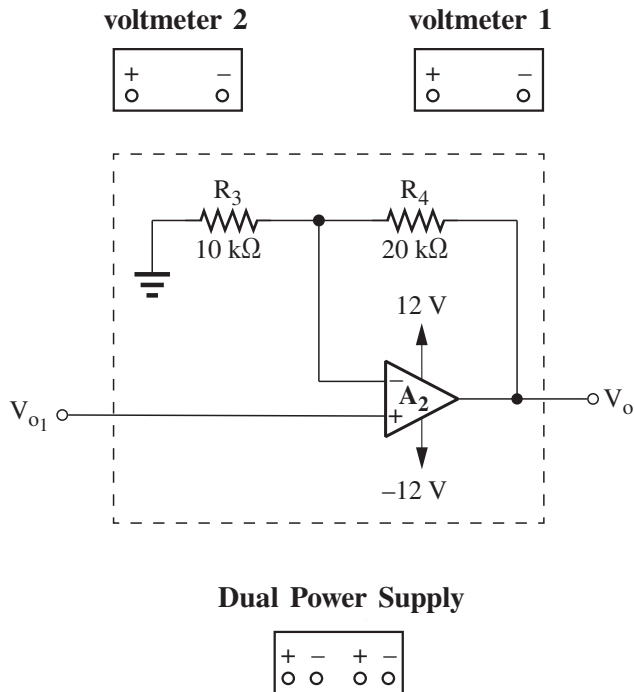


Figure 4b

1. Copy figure 4b to your notebook and connect the three devices to the electric circuit.
2. Explain how you can know the voltage amplification of the marked section of the circuit, according to the readings on the measuring devices.

Chapter Two: Electricity

Answer at least one of questions 5–6 (20 points per question).

Question 5

Figure 5a describes an AC circuit connected to an oscilloscope.

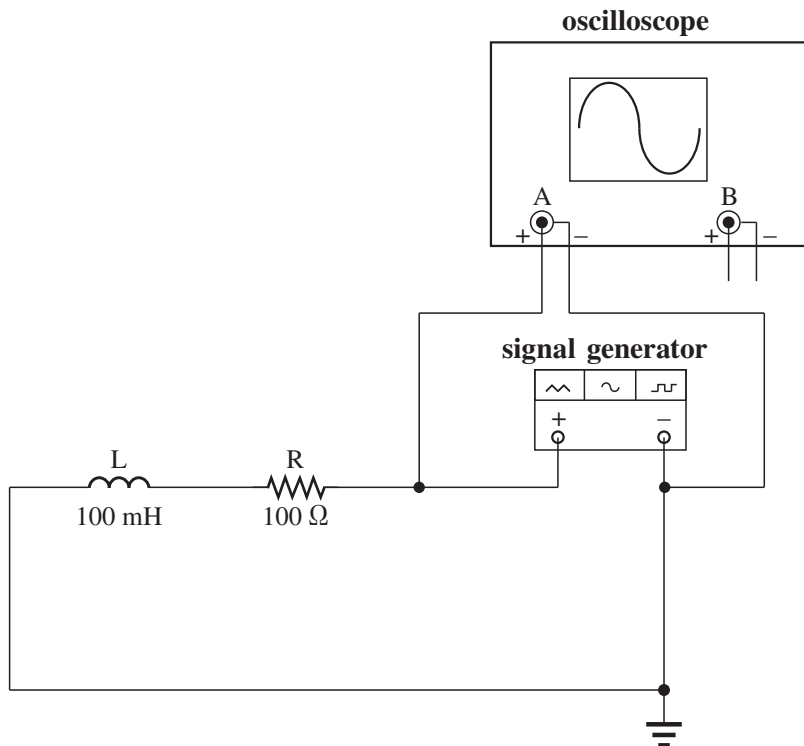


Figure 5a

Figure 5b describes the signal accepted on channel A of the oscilloscope.

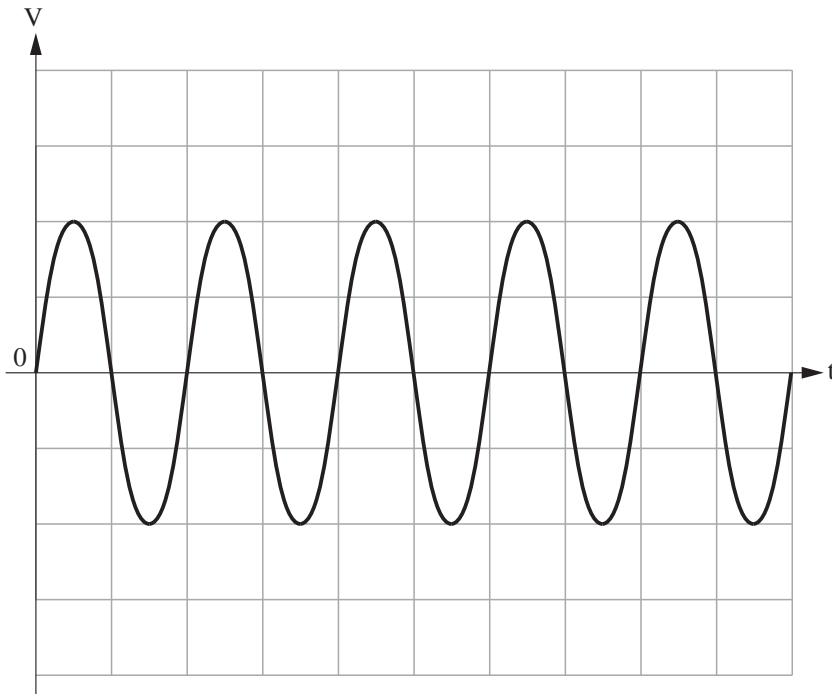


Figure 5b

The position of the knobs in the oscilloscope is:

The Time / div knob : 10 msec / div

The Volt / div knob : 5 V / div

- Use figure 5b and write the maximum signal amplitude ($V_{\max}$) and the time period of the signal.
- Calculate the effective voltage (V_{eff}) and the frequency of the signal.
- Calculate the inductive reactance of the coil L.
- Calculate the impedance of the circuit.

Question 6

Figure 6 describes an electric circuit.

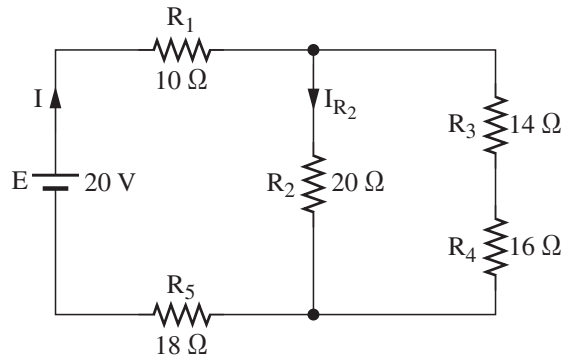


Figure 6

- Calculate the equivalent resistance of the circuit.
- Calculate the current I .
- Calculate the current through the resistor R_2 .
- Calculate the power of the resistor R_2 .

Chapter Three: Introduction to Computer Engineering

Answer at least one of questions 7–14 (20 points per question).

Question 7

The following is a program in C language:

```
1. #include <stdio.h>
2. void main ()
3. {
4.     int arr[12]={3,4,7,1,-1,2,-4,7,4,7,0,-9};
5.     int i,c=0;
6.     printf("arr[12]=");
7.     for (i=0;i<12;i++)
8.     {
9.         printf("%d,",arr[i]);
10.        if(arr[i]>1 && arr[i]<7)
11.            c++;
12.    }
13.    printf("\nc=%d",c);
14. }
```

- a. Explain the instructions in lines 4, 6, 9 and 10.
- b. Explain what the program does.
- c. Write the output of the program.
- d. Add a code-segment at the beginning of the program, so that the content of the "arr" array will be determined by the data typed in by the user, while running the program.

Question 8

Figure 8 describes an input port addressed 200H and an output port addressed 201H. The input pin D_7 is connected to push-button S. The output pins $D_0 \div D_7$ are connected accordingly to $LED_0 \div LED_7$.

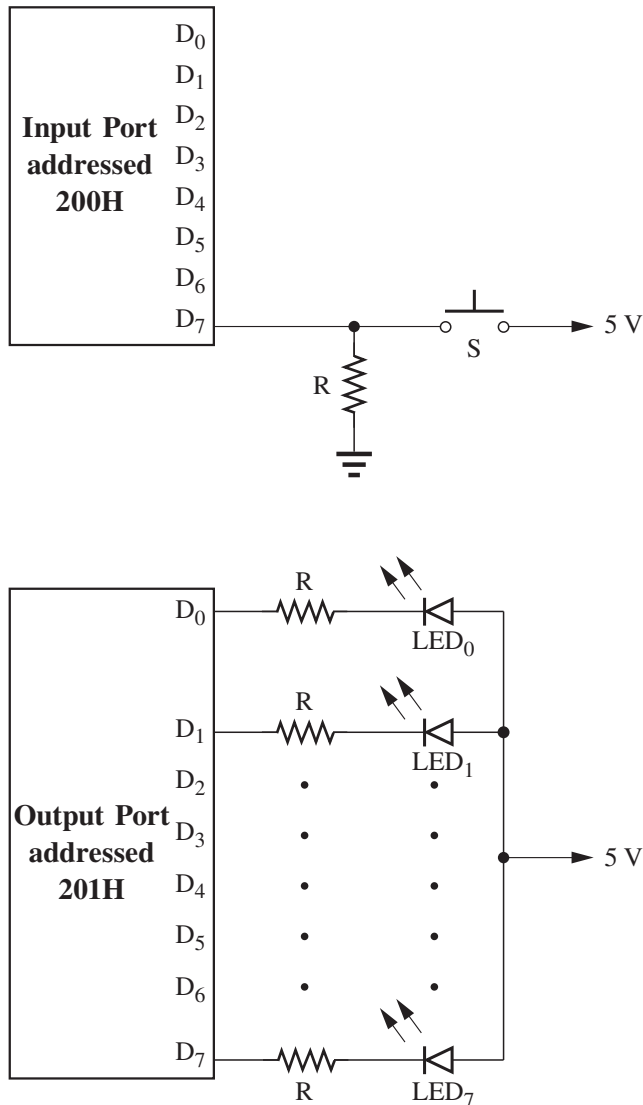


Figure 8

Write a program in C Language, which will perform the following actions in an infinite loop:

Continue to page 13 ►

1. Read the position of the push-button S.
2. If the button is closed, it will light the LEDs connected to the pins $D_0 \div D_3$, and turn off the rest of the LEDs.
3. If the button is open, it will light the LEDs connected to the pins $D_4 \div D_7$, and turn off the rest of the LEDs.

Question 9

Figure 9 describes an input port addressed 300H and an output port addressed 301H.

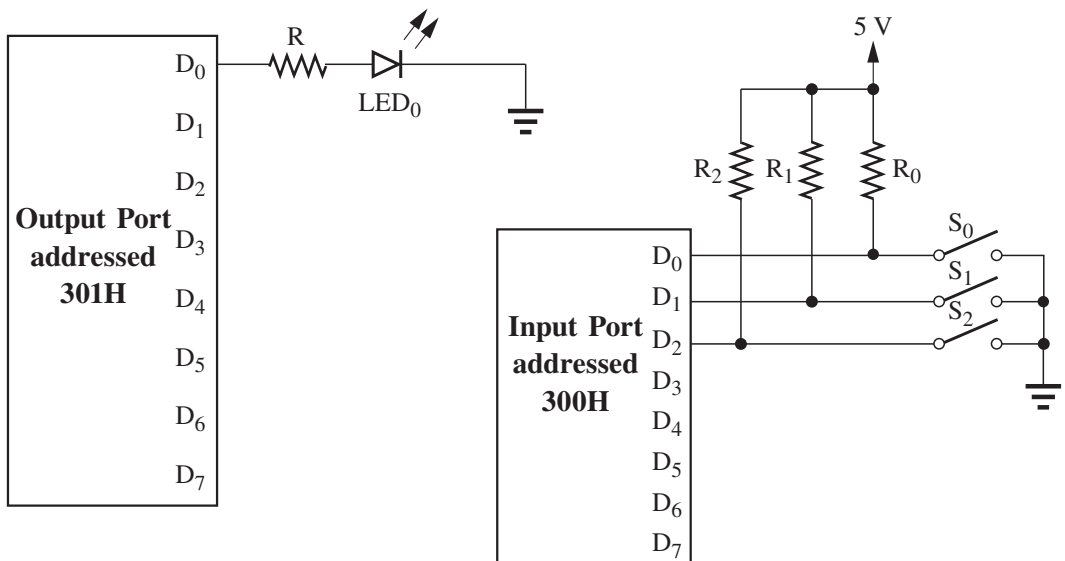


Figure 9

Write a program in C Language, which will perform the following actions:

1. Read a 3-bit number, N, from the input port.
2. Cause the LED, connected to the pin D_0 of the output port, to blink N times.
In every blink, the LED will be on for one second and off for one second.

For example: When switches S_0 and S_2 are closed and switch S_1 is open, the data from the input port will be 2. The program has to cause the LED to blink twice.

Question 10

Figure 10 describes three LEDs, $L_0 \div L_2$, which are connected accordingly to the pins $D_0 \div D_2$ of an output port, addressed $301H$.

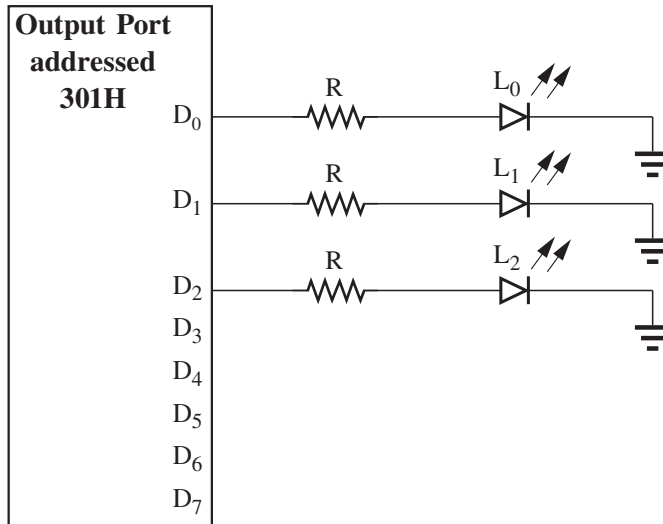


Figure 10

The following is a program in C Language:

```
1. #include <stdio.h>
2. void _stdcall Out32(short PortAddress,short data);
3. void main(void)
4. {
5.     int arr[10] = {7,3,2,5,7,3,4,6,9,8};
6.     int i , sum1 = 0 , sum2 = 0;
```

```
7.         for (i = 0 ; i < 10 ; i++)
8.         {
9.             if (arr[i] % 2 == 0)
10.                sum1++ ;
11.            else
12.                sum2++ ;
13.        }
14.        if (sum1 > sum2)
15.            Out32(0x301,1);
16.        else if (sum2 > sum1)
17.            Out32(0x301,2);
18.        else
19.            Out32(0x301,4);
20. }
```

- a. Explain the instructions in lines 5, 9, 10 and 15.
- b. Which LED will be on after running the program? Explain your answer or use a Follow-Up table for all the variables in the program.
- c. Set new values to the "arr" array, so that L_2 will be on after running the program.

Question 11

Figure 11 describes an Arduino UNO kit. Pins PB_1 and PB_2 of the kit are connected accordingly to a red LED and a yellow LED. Pin A_0 of the kit is connected to a potentiometer. The internal A/D converter in the Arduino processor has 10 bits.

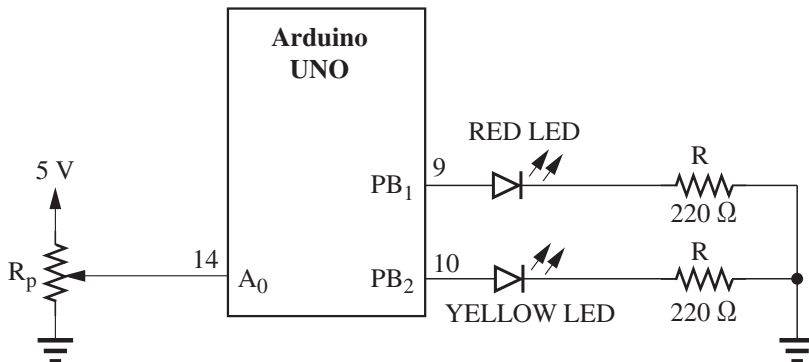


Figure 11

The following is a program in C Language, written for an Arduino UNO kit:

```
1. #define analogPin 0
2. #define LED_R 9
3. #define LED_Y 10
4. int val = 0;
5. void setup()
6. {
7.     pinMode(LED_R, OUTPUT);
8.     pinMode(LED_Y, OUTPUT);
9. }
10. void loop()
```

```
11. {  
12.   val=analogRead(analogPin);  
13.   if (val<512)  
14.   {  
15.       digitalWrite(LED_R,HIGH);  
16.       digitalWrite(LED_Y,LOW);  
17.   }  
18.   else  
19.   {  
20.       digitalWrite(LED_R,LOW);  
21.       digitalWrite(LED_Y,HIGH);  
22.   }  
23. }
```

- a. Explain the instructions in lines 1, 4, 12 and 15.
- b.
 - 1. Which LEDs will be on when the crawler is in the upper edge of the potentiometer? Explain your answer.
 - 2. Which LEDs will be on when the crawler is in the lower edge of the potentiometer? Explain your answer.
- c. Explain what the program segment in lines 5-9 does.
- d. Change the program code, so that the two LEDs will be on when the voltage in pin A_0 is higher than 4 V, and will be off when the voltage in pin A_0 is 4 V or less.

Question 12

Figure 12 describes an Arduino UNO kit. Pins $PD_0 \div PD_7$ of the kit are connected to eight LEDs. Pin PB_1 of the kit is connected to switch SW.

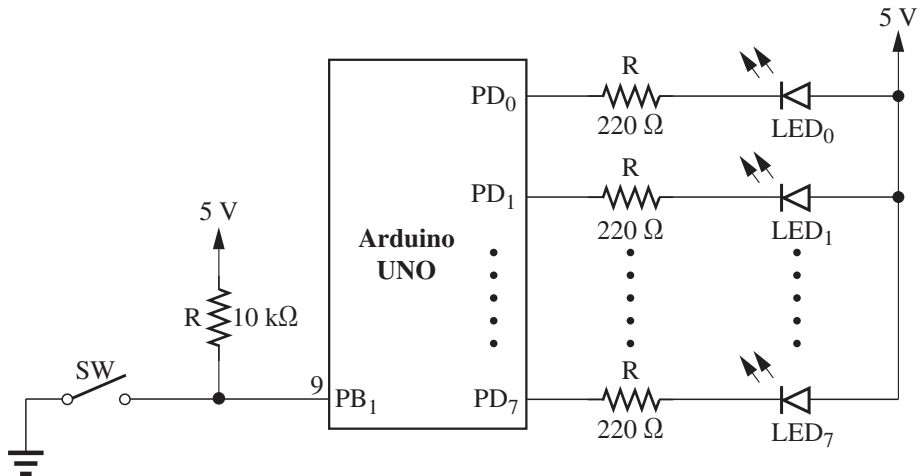


Figure 12

The following is a program in C Language, written for an Arduino UNO kit:

```
1. #define SW 9
2. void setup()
3. {
4.     pinMode(SW, INPUT);
5.     DDRD = B11111111;
6. }
7. void loop()
```

```
8.  {
9.      if(digitalRead(SW)==0)
10.  {
11.          PORTD = B11110000;
12.          delay(500);
13.          PORTD = B00001111;
14.          delay(500);
15.  }
16.  else
17.  {
18.          PORTD = B11111111;
19.  }
20. }
```

- a. Explain the instructions in lines 4, 5, 9 and 11.
- b. Explain what the program does when the SW switch is open, and what it does when the SW switch is closed.
- c. We change the value of PORTD in line 11 to PORTD = B11111111, and in line 13 to PORTD = B00000000. How will the changes affect the action of the electric circuit? Explain your answer.

Question 13

Figure 13a describes an Arduino UNO kit. The internal A/D converter in the Arduino processor has 10 bits. Pins $PB_1 \div PB_3$ of the kit are connected accordingly to LEDs $L_1 \div L_3$. Pin A_4 of the kit is connected to a temperature sensor LM35, which measures the surrounding temperature.

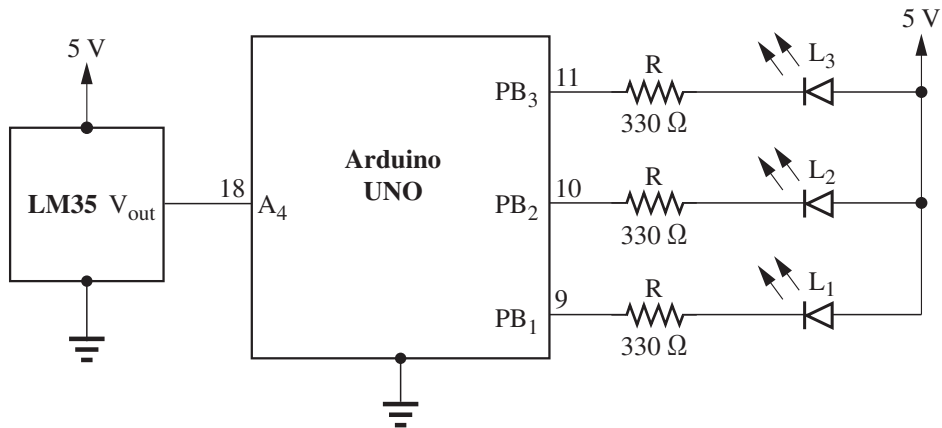


Figure 13a

The sensor provides pin A_4 voltage of 10 mV for every 1 Celsius degree, as described in its characteristic in figure 13b.

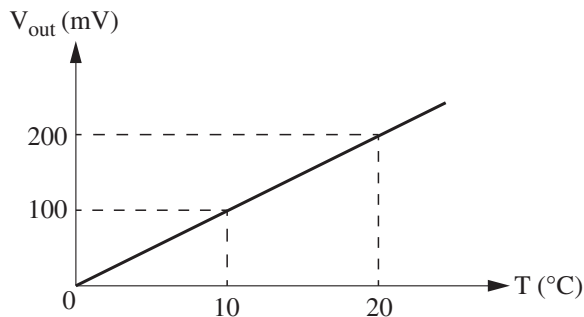


Figure 13b

Write a program in C Language for the Arduino UNO kit, which will perform the following:

- a. Receive the analog voltage in pin A_4 , and calculate the surrounding temperature.
- b. If the temperature is lower than 20°C , only the LED L_1 will be on.
- c. If the temperature is 20°C or more, but less than 40°C , the LEDs L_1 and L_2 will be on.
- d. If the temperature is 40°C or more, the LEDs L_1 , L_2 and L_3 will be on.

Question 14

Figure 14 describes an Arduino UNO kit. Pins $PB_1 \div PB_3$ of the kit are connected accordingly to LEDs $L_1 \div L_3$.

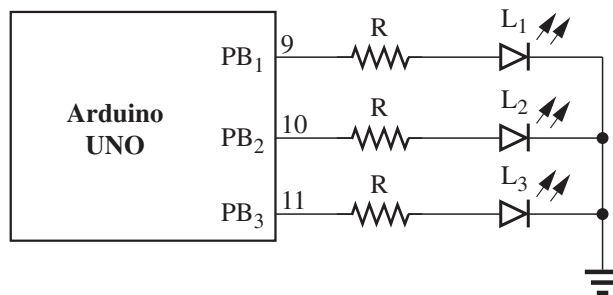


Figure 14

Write a program in C Language for the Arduino UNO kit, which will perform the following:

1. Receive a single symbol into the N variable, while using the command `Serial.read` .
2. If the received symbol is 'A' – the program will turn L_1 on for one second.
3. If the received symbol is 'B' – the program will turn L_2 on for two seconds.
4. If the received symbol is 'C' – the program will turn L_3 on for four seconds.
5. If any other symbol is received, all the LEDs will be off.

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} :

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

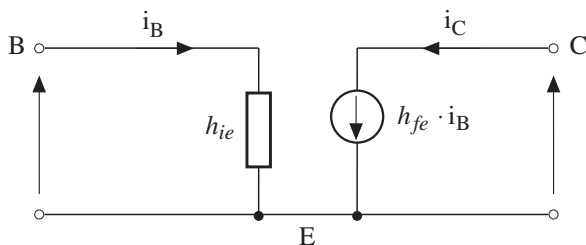
זרם הקולט I_C [A] -

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 $- \tau$ $[sec]$ $\tau = RC$

התנגדות $- R$ $[\Omega]$

קיבול $- C$ $[F]$

תדר חצי הספק עליון של
רשת מעבירת נמוכים $- f_H$ $[Hz]$ $f_H = \frac{1}{2\pi\tau}$

תדר חצי הספק תחתון של
רשת מעבירת גבוהים $- f_L$ $[Hz]$ $f_L = \frac{1}{2\pi\tau}$

זמן עלייה של רשת
מעבירת נמוכים $- t_r$ $[sec]$ $t_r = 2.2\tau$

בהצלחה!

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]

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

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>scanf (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>

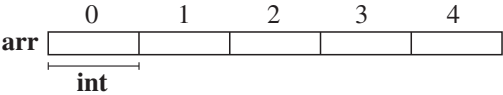
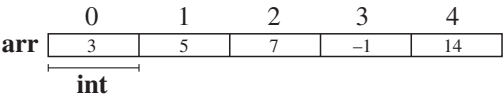
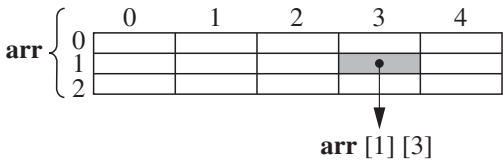
condition – תנאי ; הצהרה – statement

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

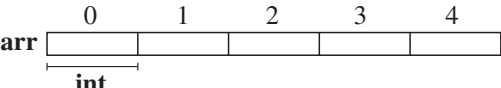
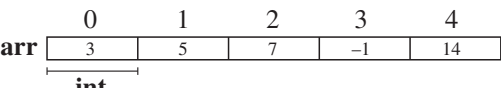
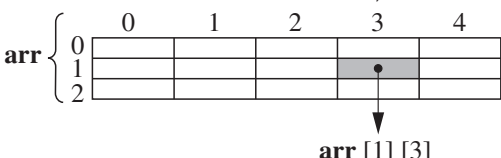
Conditional Structures (מבני בקרה – משפטי תנאי)

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(us)</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

