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

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 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, ולצִדה 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 21 עמודים ו־25 עמודי נספחים.

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

בהצלחה!

המשך מעבר לדף

השאלות

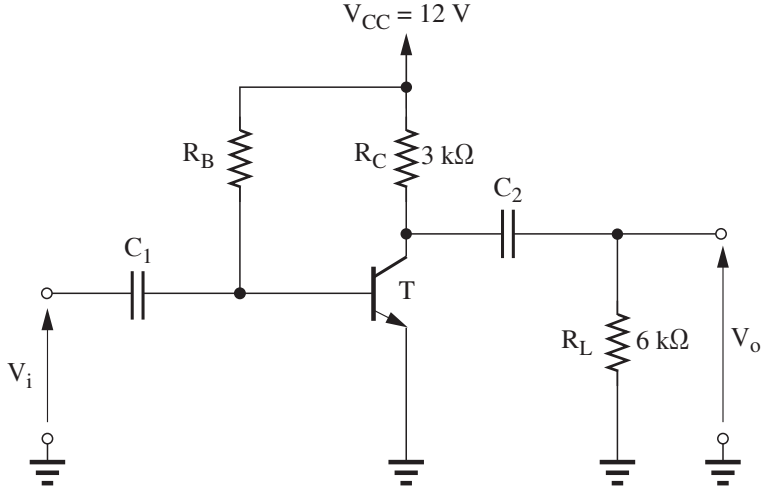
בשאלון זה שלושה פרקים ובהם ארבע־עשרה שאלות. עליך לענות על חמש שאלות, שאלה אחת לפחות מכל פרק.

פרק ראשון: מבוא להנדסת אלקטרוניקה

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

שאלה 1

באיור לשאלה 1 נתון המעגל החשמלי של מגבר טרנזיסטורי. היגבי הקבלים במעגל – זניחים.
נתוני הטרנזיסטור T הם: $\beta = h_{fe} = 100$, $h_{ie} = 1\ k\Omega$, $V_{BE} = 0.7\ V$, $V_{CE} = 6\ V$.



איור לשאלה 1

א. חשב את הזרמים I_C ו־I_B של הטרנזיסטור T .

ב. חשב את ערך הנגד R_B .

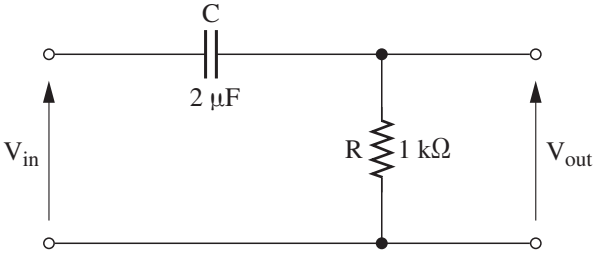
ג. סרטט את מעגל התמורה לאות חילופין של המעגל הנתון.

ד. חשב את הגבר המתח של המעגל, $A_V = \frac{V_o}{V_i}$.

המשך בעמוד 3

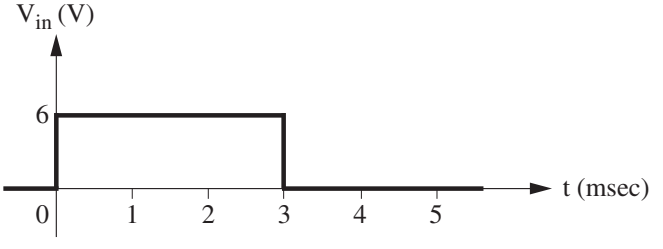
שאלה 2

באיור א' לשאלה 2 מתוארת רשת חשמלית.



איור א' לשאלה 2

למבוא הרשת מספקים את האות המתואר באיור ב' לשאלה.



איור ב' לשאלה 2

א. העתק למחברתך את מתח המבוא (V_{in}) , וסרטט מתחתיו, בהתאמה, את מתח המוצא (V_o) , כפונקציה של הזמן.

ב. חשב את מתח המוצא:

1. בזמן $t = 2$ msec
2. בזמן $t = 4$ msec

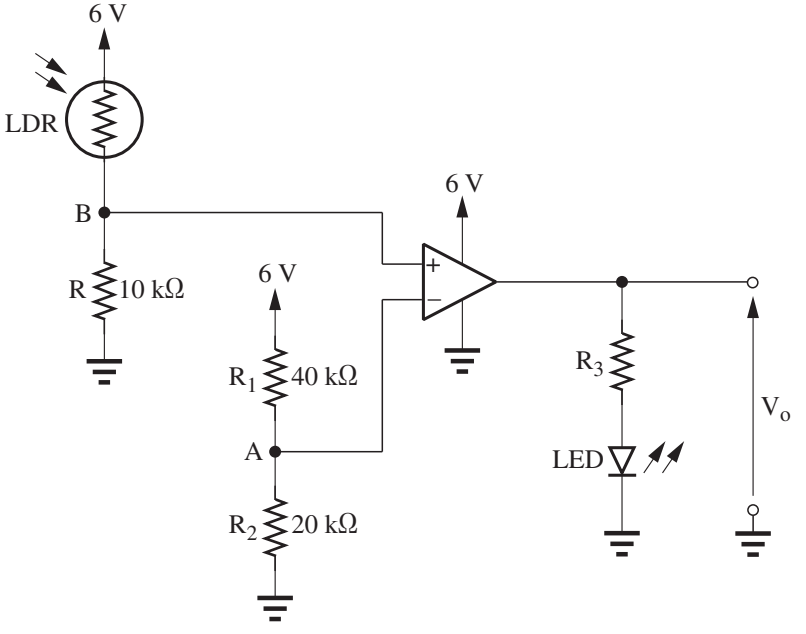
המשך בעמוד 4

שאלה 3

באיור א' לשאלה 3 נתון מעגל חשמלי הכולל נגד תלוי־אור (LDR – Light Dependent Resistor) ונורית LED .

נורית ה־LED מאפשרת חיווי של ההארה על ה־LDR . נתון: $V_{LED} = 1.5\ V$.

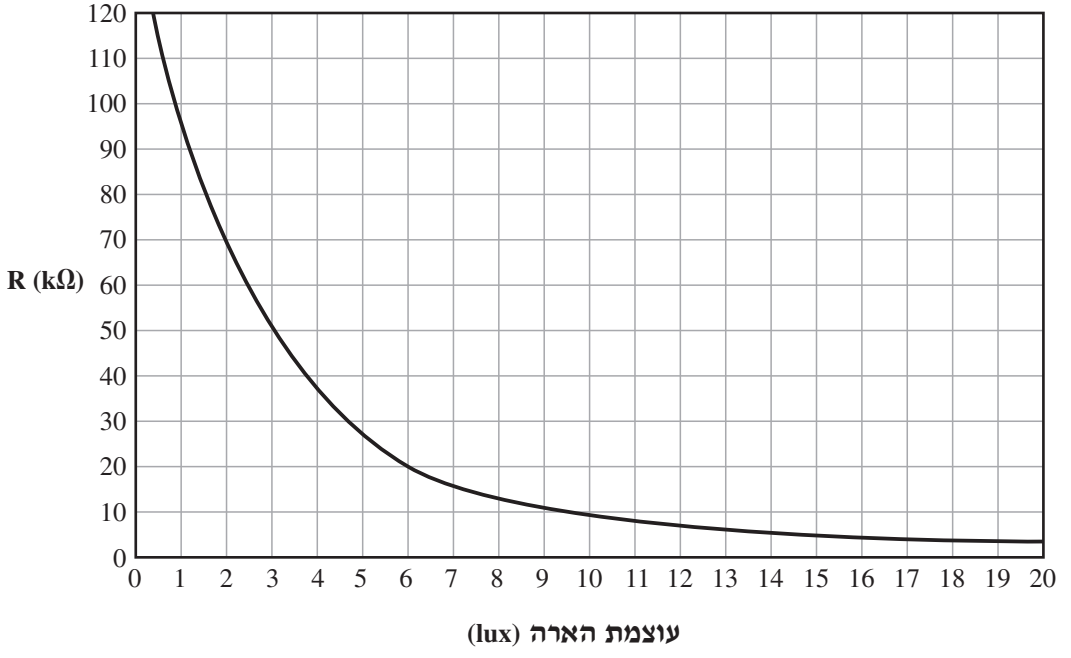
מגבר־השרת שבמעגל – אידיאלי.



איור א' לשאלה 3

המשך בעמוד 5

התנגדותו של ה־LDR משתנה כפונקציה של עוצמת ההארה עליו, כמתואר באיור ב' לשאלה.



איור ב' לשאלה 3

א. מהו תחום ערכי המתח בנקודה B שעבורו נורית ה־LED דולקת?

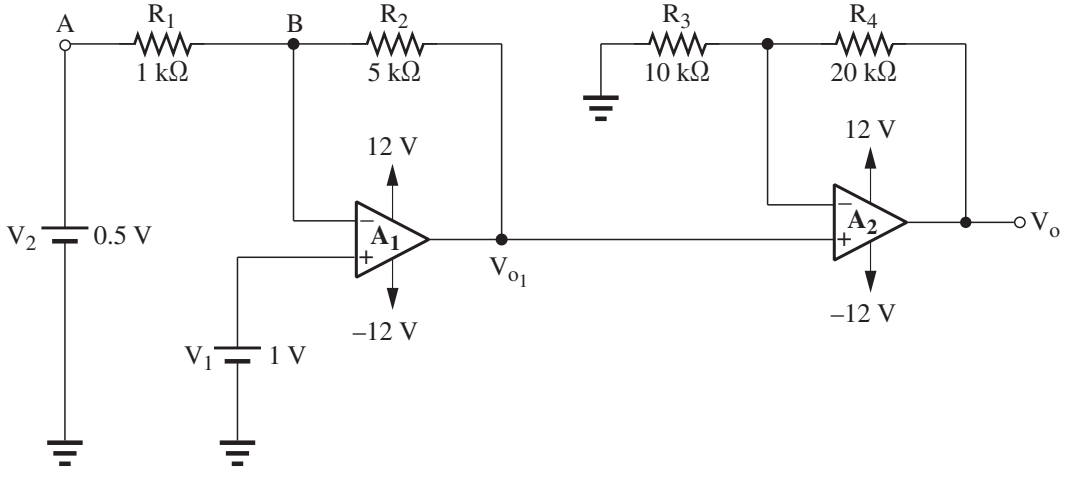
ב. היעזר באיור ב', ומצא באיזה תחום ערכים של עוצמת ההארה (ביחידות lux) נורית ה־LED דולקת.

ג. חשב את ההתנגדות של הנגד R_3 , אם הזרם בנורית ה־LED כאשר היא דולקת הוא 10 mA .

המשך בעמוד 6

שאלה 4

באיור א' לשאלה 4 מתואר מעגל חשמלי, הכולל מגברי־שרת אידיאליים.



איור א' לשאלה 4

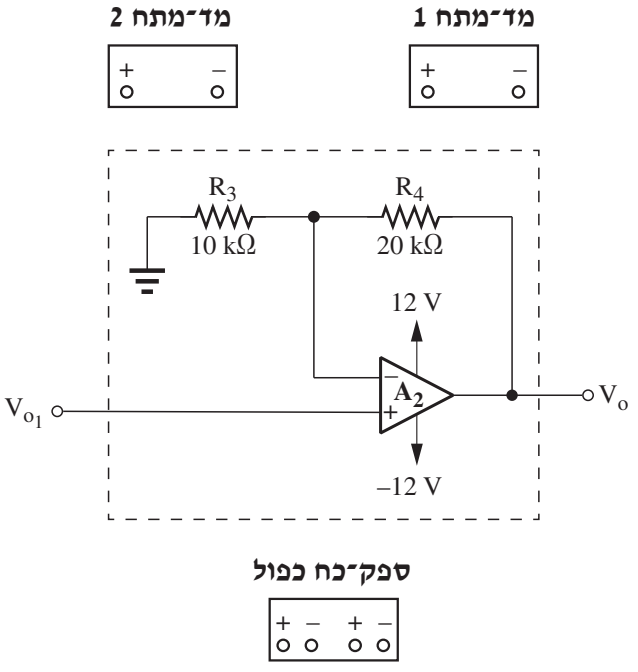
א. חשב את ערכו של הזרם העובר בנגד R_1 וקבע את כיוונו (מ־A ל־B או מ־B ל־A).

ב. חשב את המתח במוצא מגבר־השרת הראשון, V_{o_1} .

ג. חשב את מתח־המוצא V_o .

ד. מעוניינים למדוד את הגבר המתח של חלק המעגל החשמלי המוקף במסגרת מקווקוות באיור ב' לשאלה. מתח־המבוא של החלק הזה הוא V_{o_1} ומתח המוצא שלו הוא V_o .
לרשותך **שלושה מכשירים**: ספק מתח כפול ושני מדי־מתח.

המשך בעמוד 7



איור ב' לשאלה 4

1. העתק את איור ב' למחברתך, וחבר בו את שלושת המכשירים למעגל החשמלי.
2. הסבר כיצד ניתן לדעת את הגבר המתח של חלק המעגל החשמלי המוקף במסגרת מקווקוות על־פי התוצאות שהתקבלו במכשירי־המדידה.

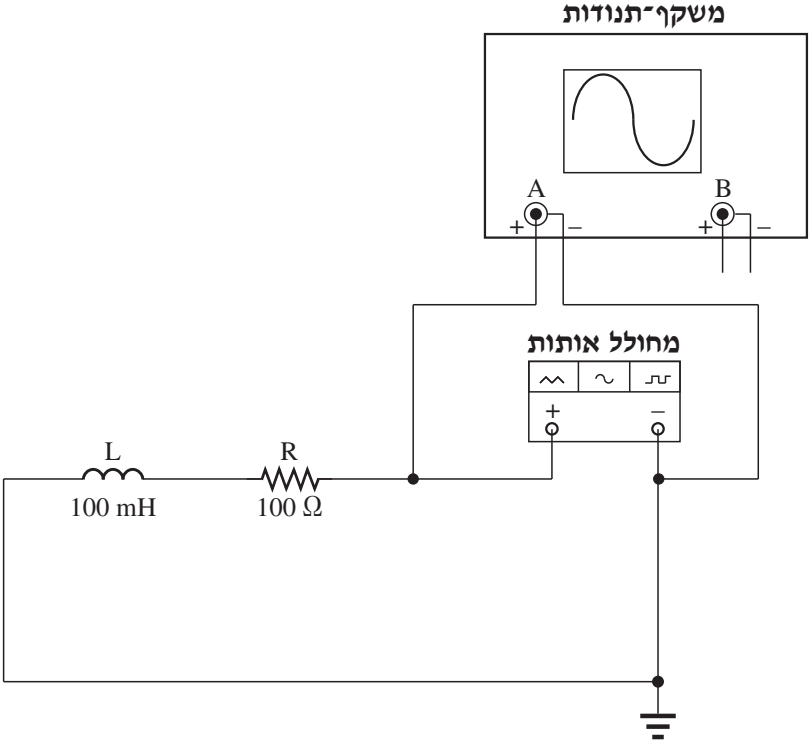
המשך בעמוד 8

פרק שני: תורת החשמל

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

שאלה 5

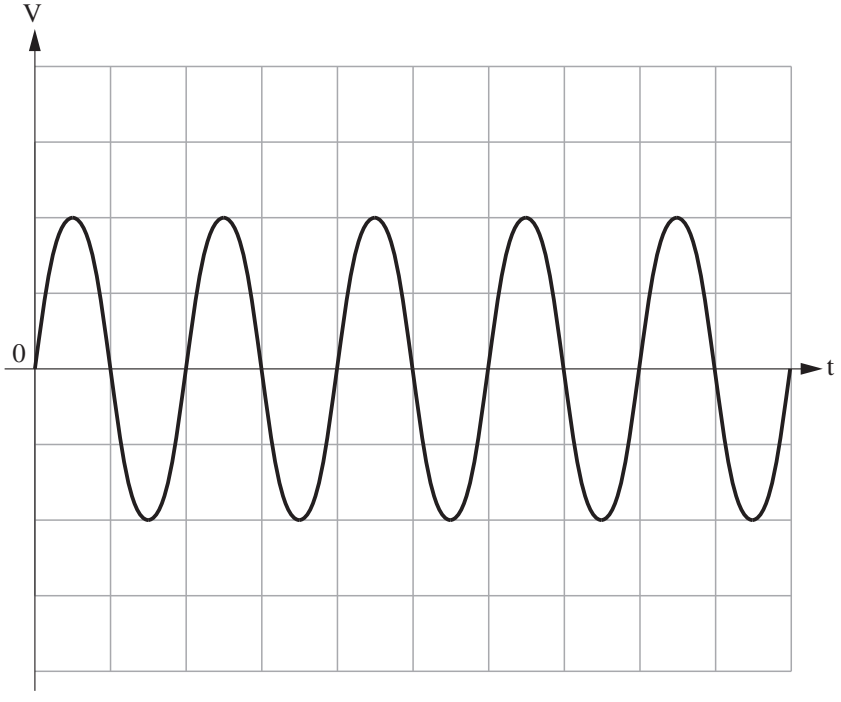
באיור א' לשאלה 5 נתון מעגל זרם חילופין, שאליו חובר משקף־תנודות.



איור א' לשאלה 5

המשך בעמוד 9

באיור ב' לשאלה מוצג האות המתקבל בערוץ A של משקף־התנודות.



איור ב' לשאלה 5

מצב הבוררים במשקף־התנודות הוא:

הבורר Time / div – 10 msec / div

הבורר Volt / div – 5 V / div

א. היעזר באיור ב', ורשום את תנופת האות המרבית (V_{max}) ואת זמן־המחזור של האות.

ב. חשב את עוצמת האות היעילה (V_{eff}) ואת תדר האות.

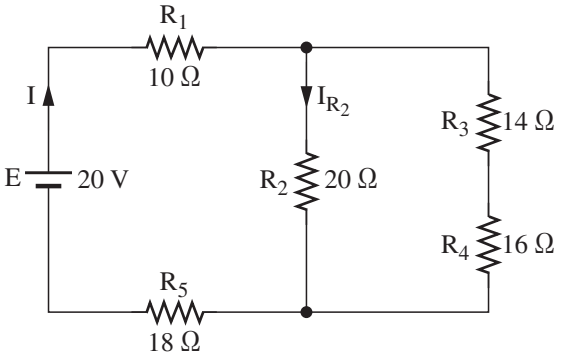
ג. חשב את ההיגב ההשראותי של הסליל L .

ד. חשב את עכבת המעגל.

המשך בעמוד 10

שאלה 6

באיור לשאלה 6 נתון מעגל חשמלי.



איור לשאלה 6

א. חשב את ההתנגדות השקולה של המעגל.

ב. חשב את הזרם I .

ג. חשב את הזרם העובר בנגד R_2 .

ד. חשב את ההספק של הנגד R_2 .

המשך בעמוד 11

פרק שלישי: מבוא להנדסת מחשבים

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

שאלה 7

להלן תכנית בשפת C :

```
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. }
```

א. הסבר את ההוראות שבשורות 4 , 6 , 9 ו־10 .

ב. הסבר מה מבצעת התכנית.

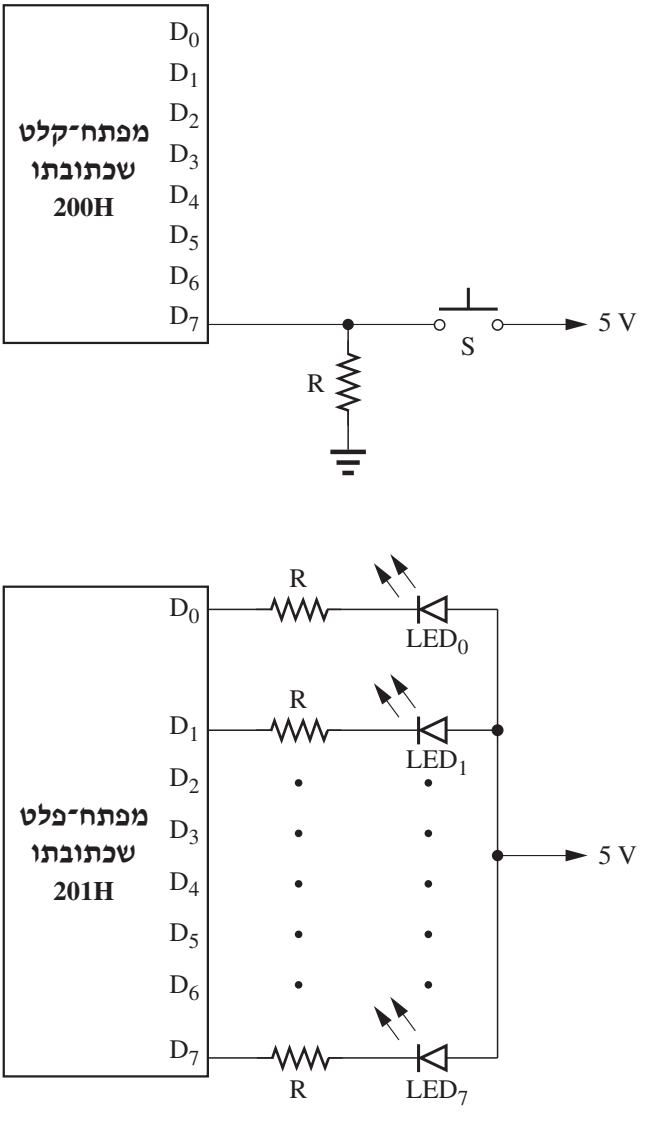
ג. רשום את הפלט של התכנית.

ד. הוסף קטע־קוד בתחילת התכנית, כך שתוכן המערך arr ייקבע על־ידי נתונים שהמשתמש יקליד תוך כדי הרצת התכנית.

המשך בעמוד 12

שאלה 8

באיור לשאלה 8 נתון תרשים של מפתח־קלט שכתובתו 200H ותרשים של מפתח־פלט שכתובתו 201H . ההדק D_7 של מפתח־הקלט מחובר ללחצן S . ההדקים $D_0 \div D_7$ של מפתח־הפלט מחוברים, בהתאמה, לנוריות $LED_0 \div LED_7$.



איור לשאלה 8

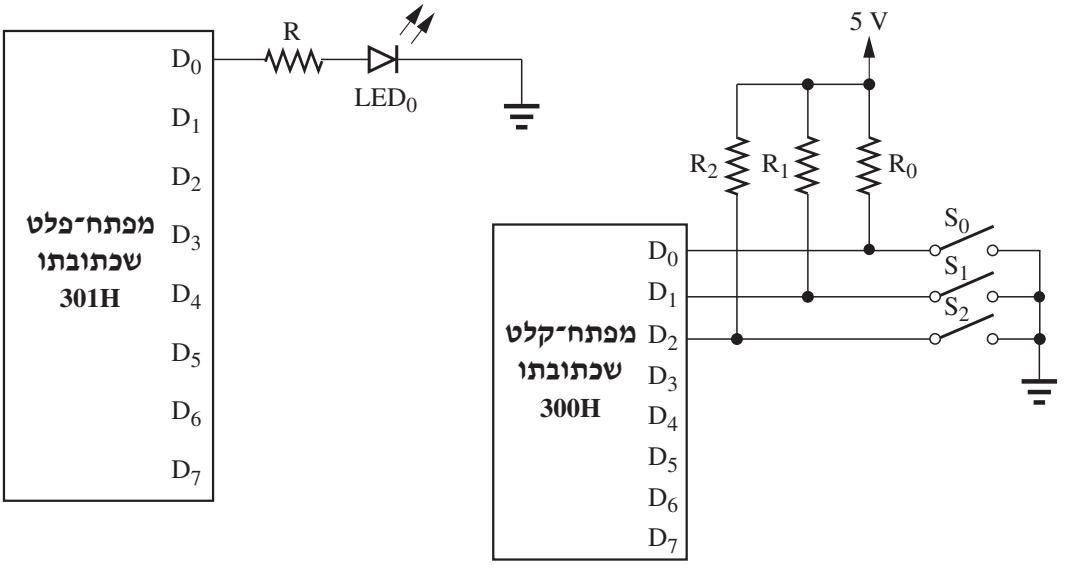
המשך בעמוד 13

כתוב תכנית בשפת C שתבצע את הפעולות שלהלן בלולאה אינסופית:

1. תקלוט את מצבו של הלחצן S .
2. אם הלחצן סגור – היא תדליק את נוריות ה־LED המחוברות להדקים $D_0 \div D_3$, ותכבה את יתר הנוריות.
3. אם הלחצן פתוח – היא תדליק את נוריות ה־LED המחוברות להדקים $D_4 \div D_7$, ותכבה את יתר הנוריות.

שאלה 9

באיור לשאלה 9 נתונים מפתח־קלט שכתובתו 300H ומפתח־פלט שכתובתו 301H .



איור לשאלה 9

כתוב תכנית בשפת C , המבצעת את הפעולות שלהלן:

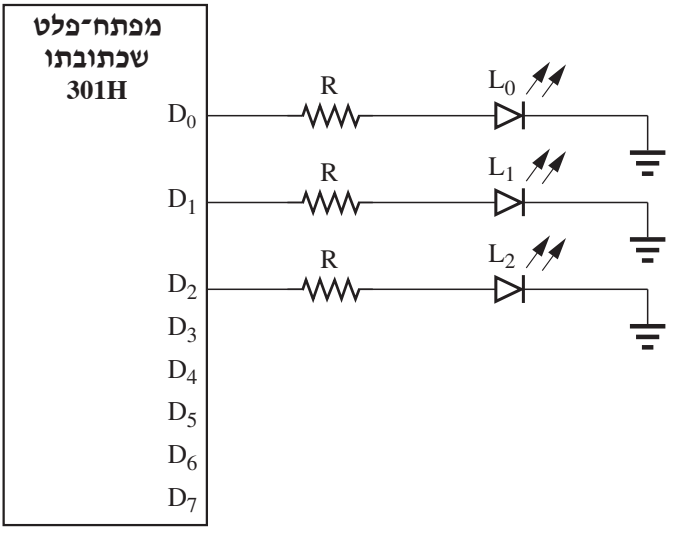
1. קוראת נתון מספרי בן שלוש סיביות, N , ממפתח־הקלט.
2. גורמת להבהוב של נורית ה־LED , המחוברת להדק D_0 של מפתח־הפלט, N פעמים.
   בכל הבהוב נורית ה־LED תדלק למשך שנייה ותכבה למשך שנייה.

לדוגמה: כאשר המפסקים S_0 ו־S_2 סגורים והמפסק S_1 פתוח – הנתון שייקרא ממפתח־הקלט יהיה 2 . על התכנית לגרום לנורית ה־LED להבהב פעמיים.

המשך בעמוד 14

שאלה 10

באיור לשאלה 10 מחוברות, בהתאמה, שלוש נוריות LED , $L_0 \div L_2$, להדקים $D_0 \div D_2$ של מפתח־פלט שכתובתו 301H .



איור לשאלה 10

להלן תכנית בשפת C :

```
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;
```

המשך בעמוד 15

```
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(0×301,1);
16.         else if (sum2 > sum1)
17.                 Out32(0×301,2);
18.         else
19.                 Out32(0×301,4);
20. }
```

א. הסבר את ההוראות שבשורות 5 , 9 , 10 ו־15 .

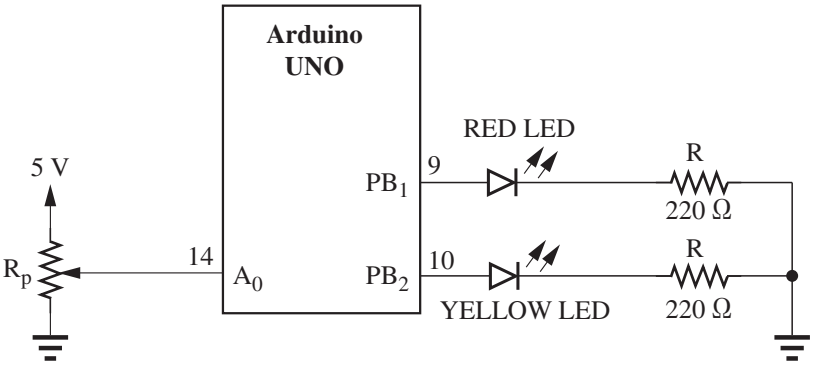
ב. איזו נורית תידלק בסיום הרצת התכנית? נמק את תשובתך או היעזר בטבלת־מעקב אחר כל המשתנים בתכנית.

ג. קבע ערכים חדשים למערך arr , כך שבסיום הרצת התכנית הנורית L_2 תידלק.

המשך בעמוד 16

שאלה 11

באיור לשאלה 11 נתונה ערכת Arduino UNO . ההדקים PB_1 ו־PB_2 של הערכה מחוברים, בהתאמה, לנורית LED אדומה ולנורית LED צהובה. להדק A_0 של הערכה מחובר פוטנציומטר. לממיר ה־A/D הפנימי במעבד של ה־Arduino יש 10 סיביות.



איור לשאלה 11

להלן תכנית בשפת C הכתובה לערכת Arduino UNO :

```
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()
```

המשך בעמוד 17

```
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. }
```

א. הסבר את ההוראות שבשורות 1, 4, 12 ו–15 .

ב. 1. אילו נוריות ידלקו כאשר הזחלן נמצא בקצהו העליון של הפוטנציומטר? נמק את תשובתך.

2. אילו נוריות ידלקו כאשר הזחלן נמצא בקצהו התחתון של הפוטנציומטר? נמק את תשובתך.

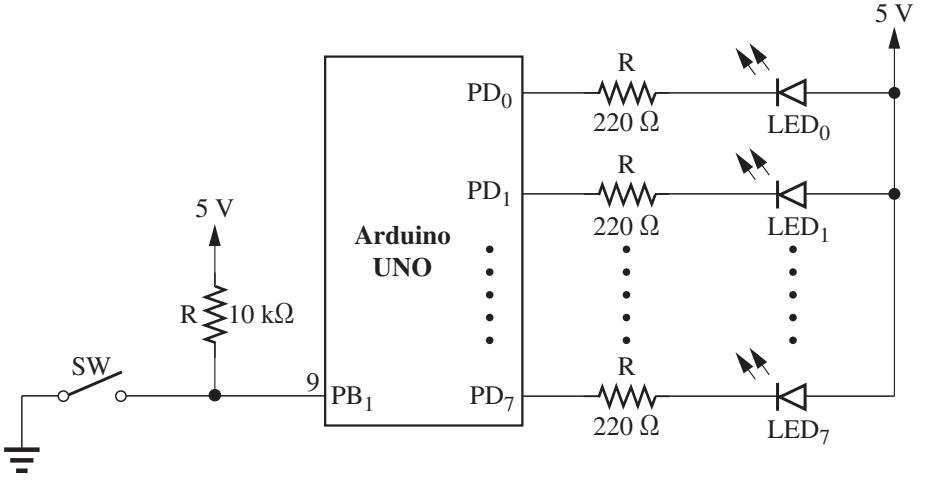
ג. הסבר מה מבצע קטע התכנית שבין השורות 5 ל־9 .

ד. שנה את קוד התכנית, כך ששתי הנוריות ידלקו כאשר המתח בהדק A_0 יהיה גדול מ־4 V , ויהיו כבויות כאשר המתח בהדק A_0 יהיה 4 V או פחות.

המשך בעמוד 18

שאלה 12

באיור לשאלה 12 נתונה ערכת Arduino UNO . להדקים $PD_0 \div PD_7$ של הערכה מחוברות שמונה נוריות LED . להדק PB_1 של הערכה מחובר מפסק SW .



איור לשאלה 12

להלן תכנית בשפת C הכתובה לערכת Arduino UNO :

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

המשך בעמוד 19

```
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. }
```

א. הסבר את ההוראות שבשורות 4 , 5 , 9 ו־11 .

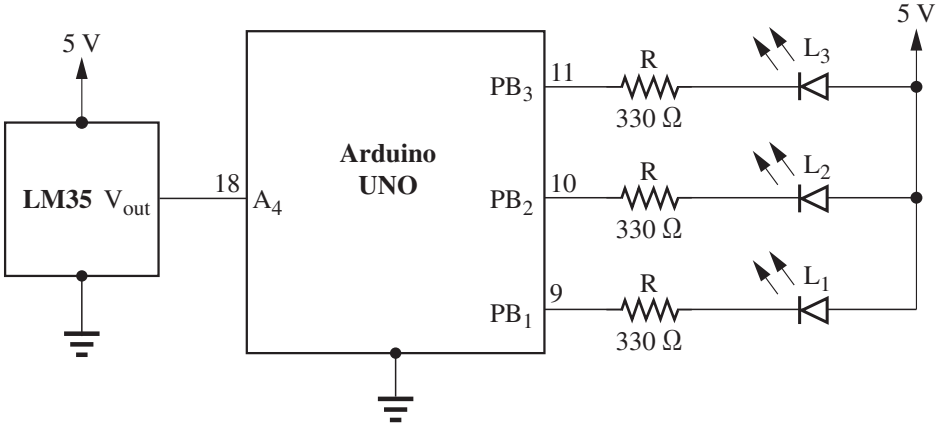
ב. הסבר מה מבצעת התכנית כאשר המפסק SW פתוח, ומה היא מבצעת כאשר המפסק SW סגור.

ג. משנים את ערכו של PORTD בשורה 11 לערך PORTD = B11111111 , ובשורה 13 לערך PORTD = B00000000 . כיצד ישפיעו השינויים הללו על פעולת המעגל החשמלי? נמק את תשובתך.

המשך בעמוד 20

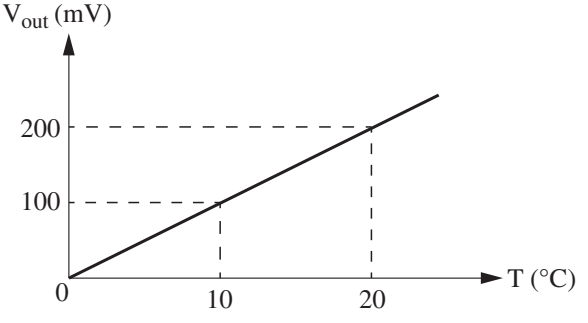
שאלה 13

באיור א' לשאלה 13 נתונה ערכת Arduino UNO . לממיר ה־A/D הפנימי במעבד של ה־Arduino יש 10 סיביות. ההדקים $PB_1 \div PB_3$ בערכה מחוברים, בהתאמה, לנוריות ה־LED $L_1 \div L_3$. להדק A_4 של הערכה מחובר חיישן טמפרטורה LM35 , המודד את טמפרטורת הסביבה.



איור א' לשאלה 13

החיישן מספק להדק A_4 מתח של 10 mV לכל מעלת צלזיוס, כמתואר באופיין שלו באיור ב'.



איור ב' לשאלה 13

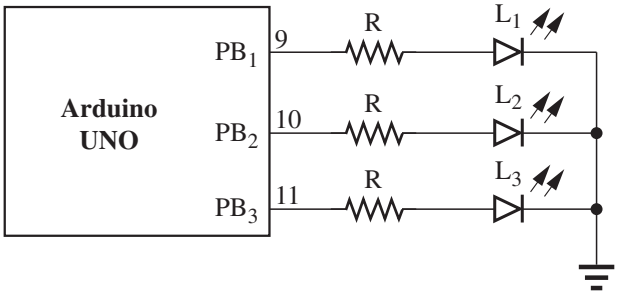
כתוב תכנית בשפת C לערכת Arduino UNO , שתבצע את הפעולות שלהלן:

1. תקלוט את המתח האנלוגי בהדק A_4 , ותחשב את טמפרטורת הסביבה.
2. אם הטמפרטורה קטנה מ־20 °C , תידלק הנורית L_1 בלבד.
3. אם הטמפרטורה גדולה או שווה ל־20 °C וקטנה מ־40 °C , יידלקו הנוריות L_1 ו־L_2 .
4. אם הטמפרטורה גדולה או שווה ל־40 °C , יידלקו הנוריות L_1 , L_2 ו־L_3 .

המשך בעמוד 21

שאלה 14

באיור לשאלה 14 נתונות שלוש נוריות LED , המחוברות למפתח B של ערכת Arduino UNO .



איור לשאלה 14

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

1. תקלוט ממקלדת המחשב תו בודד לתוך המשתנה N , תוך שימוש בפקודה Serial.read .
2. אם נקלט התו 'A' – על התכנית להדליק את הנורית L_1 למשך שנייה אחת.
3. אם נקלט התו 'B' – על התכנית להדליק את הנורית L_2 למשך שתי שניות.
4. אם נקלט התו 'C' – על התכנית להדליק את הנורית L_3 למשך ארבע שניות.
5. אם נקלט כל תו אחר – כל הנוריות תהיינה כבויות.

בהצלחה!

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

מדינת ישראל
משרד החינוך

סוג הבחינה: בגרות לבתי־ספר על־יסודיים
מועד הבחינה: קיץ תשע"ו, 2016
נספח לשאלון: 815381

אין להעביר את הנוסחאון לנבחן אחר

נוסחאון באלקטרוניקה

(4 עמודים)

1. נוסחאות באלקטרוניקה תקבילית

חישובי הגבר

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

A_V – הגבר מתח
V_o [V] – מתח מוצא
V_i [V] – מתח מבוא

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

A_V [dB] – הגבר מתח בדציבלים

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

A_I – הגבר זרם
I_o [A] – זרם מוצא
I_i [A] – זרם מבוא

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

A_I [dB] – הגבר זרם בדציבלים

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

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

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

A_P [dB] – הגבר הספק בדציבלים

המשך בעמוד 2

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

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

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

A_{VT} [dB] – הגבר כולל בדציבלים של N דרגות המחוברות בשרשרת (קסקדה)

מאזן הספקים

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

P_I [W] – הספק מבוא

P_{CC} [W] – הספק נצרך מהספקים

P_L [W] – הספק העומס

P_{diss} [W] – הספק מבוזבז

משוב שלילי

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

A_f [A] – הגבר עם משוב (בחוג סגור)

A – הגבר ללא משוב (הגבר חוג פתוח)

β – מקדם משוב

משוב מתח טורי

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

R_{if} [Ω] – התנגדות מבוא עם משוב

R_i [Ω] – התנגדות מבוא ללא משוב

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

R_{of} [Ω] – התנגדות מוצא עם משוב

R_o [Ω] – התנגדות מוצא ללא משוב

המשך בעמוד 3

טרנזיסטור דו־נושאי (בתחום הפעיל)

בהזנחת זרם הזליגה I_{CO} :

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

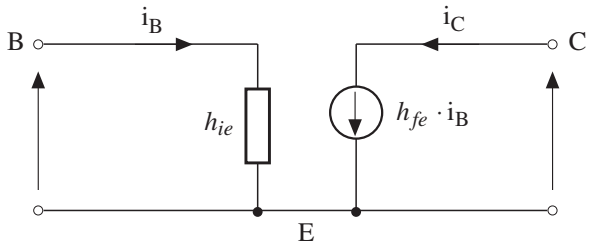
$$\alpha = \frac{I_C}{I_E} = \frac{\beta}{\beta + 1}, \quad \beta = \frac{\alpha}{1 - \alpha}$$

I_C [A] – זרם הקולט

I_E [A] – זרם הפולט

I_B [A] – זרם הבסיס

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	∞	∞

המשך בעמוד 4

מגברי שרת

מגבר מהפך

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

R_f [Ω] – נגד המשוב

R_1 [Ω] – הנגד המחובר לכניסה המהפכת

מגבר עוקב

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

R_f [Ω] – נגד המשוב

R_1 [Ω] – הנגד היוצא מהכניסה המהפכת לאדמה

2. נוסחאות באלקטרוניקה ספרתית

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

$v(t)$ [V] – הערך הרגעי של המתח

V_∞ [V] – הערך שאליו המתח שואף להגיע כאשר $t \to \infty$

V_{0+} [V] – הערך ההתחלתי של המתח

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

$$\tau = RC$$

τ [sec] – קבוע זמן

R [Ω] – התנגדות

C [F] – קיבול

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

f_H [Hz] – תדר חצי הספק עליון של רשת מעבירת נמוכים

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

f_L [Hz] – תדר חצי הספק תחתון של רשת מעבירת גבוהים

$$t_r = 2.2\tau$$

t_r [sec] – זמן עלייה של רשת מעבירת נמוכים

בהצלחה!

מדינת ישראל
משרד החינוך

סוג הבחינה: בגרות לבתי־ספר על־יסודיים
מועד הבחינה: קיץ תשע"ו, 2016
נספח לשאלון: 815381

אין להעביר את הנוסחאון לנבחן אחר

נוסחאון בתורת החשמל (4 עמודים)

(הגדלים בנוסחאון מופיעים ביחידות SI)

1. זרם ישר

זרם חשמלי

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

זרם	–	I	[A]
מטען	–	Q	[C]
זמן	–	t	[sec]

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

צפיפות הזרם	–	J	$[A / m^2]$
שטח החתך	–	A	$[m^2]$

הספק בזרם ישר

$$P = UI$$

$$P = I^2R$$

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

הספק	–	P	[W]
מתח	–	U	[V]
זרם	–	I	[A]
התנגדות	–	R	[Ω]

אנרגיה בזרם ישר

$$W = P \cdot t$$

אנרגיה	–	W	[W · sec או J]
זמן	–	t	[sec]

המשך בעמוד 2

כא"מ של מקור מתח

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

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

2. אלקטרוסטטיקה

קבל

$$C = \frac{Q}{U} \qquad C = \frac{\varepsilon A}{d}$$

$$W = \frac{1}{2} \cdot CU^2$$

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	[W · sec או J]	
קבוע דיאלקטרי של הריק	ε_o	[F / m]	
קבוע דיאלקטרי יחסי	ε_r		

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

$$\varepsilon = \varepsilon_o \cdot \varepsilon_r$$

המשך בעמוד 3

3. מגנטיות ואלקטרומגנטיות

$$E = -N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$

$$L = N\frac{\Delta\Phi}{\Delta I}$$

$$E = -L\frac{\Delta I}{\Delta t}$$

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

4. זרם חילופין

$$i = I_{max}\sin(\omega t + \alpha)$$

$$u = U_{max}\sin(\omega t + \alpha)$$

$$I_{eff} = \frac{1}{\sqrt{2}}I_{max}$$

$$U_{eff} = \frac{1}{\sqrt{2}}U_{max}$$

ערך רגעי של הזרם	–	i	[A]
ערך מרבי של הזרם	–	I_{max}	[A]
זווית מופע	–	α	[rad]
זמן	–	t	[sec]
ערך רגעי של המתח	–	u	[V]
ערך מרבי של המתח – תנופת המתח	–	U_{max}	[V]
ערך יעיל של הזרם	–	I_{eff}	[A]
ערך יעיל של המתח	–	U_{eff}	[V]

$$T = \frac{1}{f}$$

$$\omega = 2\pi f$$

זמן המחזור	–	T	[sec]
תדירות זוויתית	–	ω	[rad / sec]
תדירות	–	f	[Hz , cycles / sec]

$$X_L = \omega L$$

$$X_C = \frac{1}{\omega C}$$

היגב השראותי	–	X_L	[Ω]
היגב קיבולי	–	X_C	[Ω]

המשך בעמוד 4

מעגל RLC

טורי:

$$X = X_L - X_C$$

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

היגב המעגל – X [Ω]

עכבה – Z [Ω]

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

$$Z = R \pm jX$$

מקבילי:

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

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

הזרם הכללי – I [A]

הזרם בנגד – I_R [A]

הזרם בסליל – I_L [A]

הזרם בקבל – I_C [A]

בהצלחה!

מדינת ישראל
משרד החינוך

סוג הבחינה: בגרות לבתי־ספר על־יסודיים
מועד הבחינה: קיץ תשע"ו, 2016
נספח לשאלון: 815381

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	%

המשך בעמוד 3

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	>>

המשך בעמוד 4

Basic Input/Output (קלט/פלט בסיסי)

Description	Syntax	Example
Standard Output	int putchar (int character);	`int a='G';` `putchar(a);`
Standard Input	int getchar (void);	`int c;` `c=getchar();`

Formatted Input/Output (פלט לפי תבנית)

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

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

המשך בעמוד 5

Conditional Structures (מבני בקרה – משפטי תנאי)

Description	Syntax	Example

if	if (condition)
	{
	statements ;
	}
		`if (d == 100)`
		`{`
		`printf("d is 100");`
		`}`

if .. else	scanf (condition)
	statement1;
	else
	statement2 ;
		`if (d == 100)`
		`printf("d is 100");`
		`else`
		`printf("d is not 100");`

if .. else if .. else	if (condition)
	statement1 ;
	else if (condition)
	statement2 ;
	else
	statement3 ;
		`if (d > 0)`
		`printf("d is positive");`
		`else if (d < 0)`
		`printf("d is negative");`
		`else`
		`printf("d is 0");`

condition – תנאי ; statement – הצהרה

המשך בעמוד 6

Iteration Structures (מבני בקרה - לולאות)

Description	Syntax	Example

while loop	while (expression)
	{
	statements ;
	}
		while (n>0)
		{
		printf(" %d \n",n);
		n--;
		}

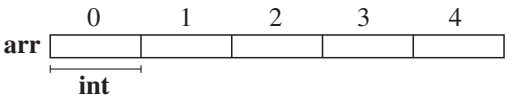
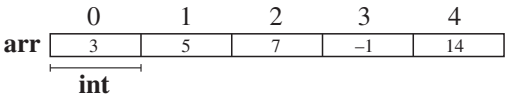
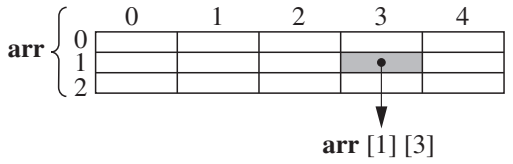
do-while loop	do
	{
	statements ;
	} while (condition);
		do
		{
		printf("Enter 0 to end: ");
		scanf("%d",&n);
		}while (n != 0);

for loop	for (initialization; condition; increase)
	{
	statements ;
	}
		for (i=0; i<10; i++)
		{
		printf(" %d \n",i);
		}

condition – תנאי ; statement – הצהרה

המשך בעמוד 7

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 ; value – ערך

Structure of a program (מבנה כללי של תוכנית)

```
#include <stdio.h>

void main(void)

{


}
```

המשך בעמוד 8

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!

מדינת ישראל
משרד החינוך

סוג הבחינה: בגרות לבתי־ספר על־יסודיים
מועד הבחינה: קיץ תשע"ו, 2016
נספח לשאלון: 815381

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	--	--

המשך בעמוד 2

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
```

המשך בעמוד 3

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	>>

המשך בעמוד 4

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
		//……

המשך בעמוד 5

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 0 1 2 3 4 arr int	type name [elements];	byte arr[5];
אתחול והצבת ערכים במערך 0 1 2 3 4 arr 3 5 7 –1 14 int	type name [elements] = {value1,..valueN};	char arr[5] = {3,5,7,-1, 14};
הגדרת מערך דו מימדי 0 1 2 3 4 arr 0 1 2 arr [1] [3]	type name [elements] [elements];	byte arr[3][5];
הגדרת מערך תווים (מחרוזת)	char name [elements] = "string";	char message[6] = "hello";

המשך בעמוד 6

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);

המשך בעמוד 7

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);

המשך בעמוד 8

Time Functions (פונקציות שעון)

Description	Syntax	Example
Pauses the program for the amount of time in miliseconds	delay(ms)	delay(1000);
Pauses the program for the amount of time in microseconds	delayMicroseconds(us)	delayMicroseconds(50);

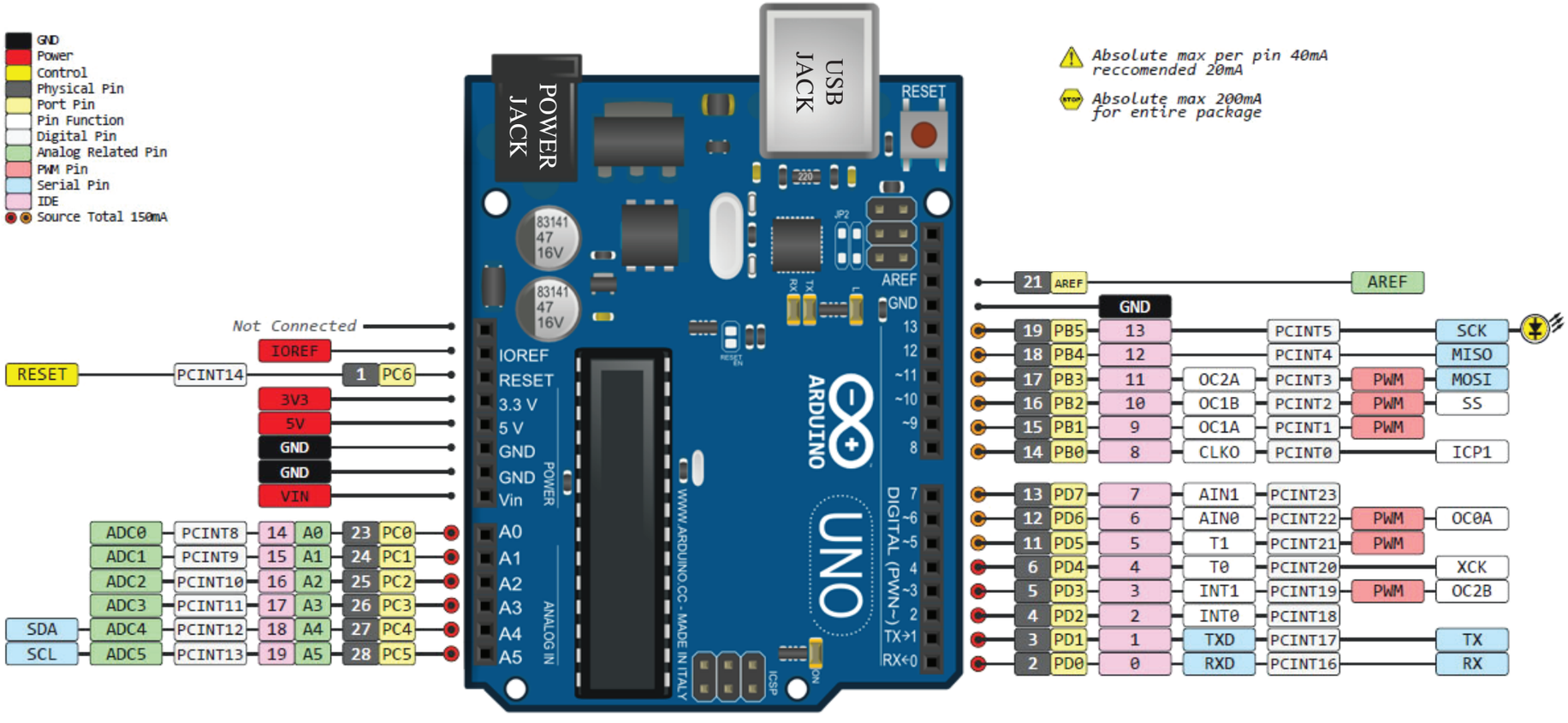
Reads a pulse (either HIGH or LOW) on a pin.	pulseIn(pin, value)
	pulseIn(pin, value, timeout)
		unsigned long duration;
		pinMode(pin, INPUT);
		duration = pulseIn(7, HIGH);

LiquidCrystal Functions (פונקציות להפעלת צג מבוסס טקסט)

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

בהצלחה!

נספח

לשאלון 815381, קיץ תשע"ו

תרשים חיבורים של ערכת Arduino UNO