

הצעה לפתרון מלא — אלקטרוניקה ומחשבים

בגרות · קיץ תשע"ח 2018 · שאלון 815381 · שאלות 1-22

בנוי על ידי פהד גאנם

על המסמך: הצעה לפתרון מלא לשאלון 815381 — אלקטרוניקה ומחשבים, קיץ תשע"ח 2018. השאלון בנוי משני חלקים. **חלק א'** (לפי תוכנית הלימודים החדשה): פרק ראשון — תורת החשמל (1-2, עונים על אחת), פרק שני — אלקטרוניקה תקבילית וספרתית (3-5, עונים על שתיים), פרק שלישי — תכנות בשפת C (8-6, עונים על שתיים). **חלק ב'** (לפי תוכנית הלימודים הישנה): פרק רביעי (9-12), פרק חמישי (13-14) ופרק שישי — מבוא להנדסת מחשבים, תכנות בשפות C ו-Arduino (22-15). **שימו לב:** חלק ב' חוזר על שאלות החשמל והאלקטרוניקה של חלק א' — שאלה 9=3, 10=4, 12=5, 13=1, 14=2 — למעט שאלה 11 (ממיר A/D) שהיא חדשה. כאן פתורות כל השאלות, לנוחות הלימוד.

שאלה 1 — מעגל עם ארבעה מדי-זרם ומקור מתח

$$E = 200V \cdot A_1 = 20A \cdot A_2 = 5A \cdot A_3 = 2.5A \cdot A_4 = 2.5A \text{ נתונים:}$$

מבנה המעגל: כל ארבעת הנגדים R_1 – R_4 מחוברים **במקביל** אל מקור המתח E . מדי-הזרם A_1 מודד את זרם המקור הכולל, A_2 את הזרם דרך A_3 , R_2 , את הזרם דרך R_3 ו- A_4 את הזרם דרך R_4 . כל נגד נמצא תחת אותו מתח $E = 200V$.

סעיף א — ההתנגדות השקולה R_T

A_1 מודד את הזרם הכולל שהמקור מספק. לפי חוק אוהם על כל המעגל:

$$R_T = \frac{E}{A_1} = \frac{200}{20}$$

$$R_T = 10 \Omega$$

סעיף ב — הזרם דרך R_1

לפי חוק הזרמים של קירכהוף בצומת העליון, הזרם הכולל מתחלק בין ארבעת הנגדים:

$$I(R_1) = A_1 - A_2 - A_3 - A_4 = 20 - 5 - 2.5 - 2.5$$

$$I(R_1) = 10 A$$

סעיף ג — ההתנגדות של כל אחד מהנגדים

על כל נגד יש את אותו מתח מקור $E = 200V$, ולכן:

$$R_1 = \frac{200}{10} = 20 \, \Omega \quad R_2 = \frac{200}{5} = 40 \, \Omega$$

$$R_3 = \frac{200}{2.5} = 80 \, \Omega \quad R_4 = \frac{200}{2.5} = 80 \, \Omega$$

$$R_1 = 20 \, \Omega ; R_2 = 40 \, \Omega ; R_3 = 80 \, \Omega ; R_4 = 80 \, \Omega$$

סעיף ד — מאזן ההספקים

נחשב את ההספק שמספק המקור ואת סכום ההספקים על הנגדים:

$$P_{\text{מקור}} = E \cdot A_1 = 200 \times 20 = 4000 \, \text{W}$$

$$\Sigma P_{\text{נגדים}} = 200 \times 10 + 200 \times 5 + 200 \times 2.5 + 200 \times 2.5$$

$$= 2000 + 1000 + 500 + 500 = 4000 \, \text{W}$$

$$\text{סכום ההספקים על הנגדים} = 4000 \, \text{W} = P_{\text{מקור}} \quad \checkmark$$

שאלה 2 — מעגל RC טורי במשקף-תנודות

נתונים: $R = 1 \text{ k}\Omega$ · Time/div = 0.1 msec · Volt/div = 5 V

קריאת המסך:  ערוץ CH_1 (העקום העבה) מודד את מתח-המקור U, וערוץ CH_2 (העקום הדק) מודד את המתח על הנגד R. מספירת המשבצות: CH_1 בעל משרעת של 2 משבצות, CH_2 בעל משרעת של 1 משבצת אחת, וזמן-המחזור שווה ל-2 משבצות אופקיות.

סעיף א — קריאה מהמסך

- 1) $U_{\max} = 2 \text{ div} \times 5 \text{ V/div} = 10 \text{ V}$
- 2) $T = 2 \text{ div} \times 0.1 \text{ msec/div} = 0.2 \text{ msec}$
- 3) $U_{R(\max)} = 1 \text{ div} \times 5 \text{ V/div} = 5 \text{ V}$

$$U_{\max} = 10 \text{ V} ; T = 0.2 \text{ msec} ; U_{R(\max)} = 5 \text{ V}$$

סעיף ב — הערך היעיל של המקור והתדר

$$U_{\text{eff}} = \frac{U_{\max}}{\sqrt{2}} = \frac{10}{1.414} = 7.07 \text{ V}$$

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0.2 \times 10^{-3}} = 5000 \text{ Hz}$$

$$U_{\text{eff}} \approx 7.07 \text{ V} ; f = 5 \text{ kHz}$$

סעיף ג — הערך היעיל של הזרם

בחיבור טורי הזרם משותף לכל הרכיבים. נחשב אותו ממתח הנגד (הערך היעיל):

$$U_{R(\text{eff})} = \frac{5}{\sqrt{2}} = 3.54 \text{ V}$$

$$I = \frac{U_{R(\text{eff})}}{R} = \frac{3.54}{1000} = 3.54 \text{ mA}$$

$$I \approx 3.54 \text{ mA (י ע י ל)}$$

סעיף ד — עכבת המעגל Z

$$Z = \frac{U_{\text{eff}}}{I} = \frac{7.07}{3.54 \times 10^{-3}} = 2000 \text{ } \Omega$$

$$\sqrt{(U_R^2 + U_C^2)} = \sqrt{(5^2 + 8.66^2)} = |X_C|, \chi_C = \sqrt{(Z^2 - R^2)} = \sqrt{(2000^2 - 1000^2)} \approx 1732 \text{ } \Omega \text{ בדיקה: } \sqrt{10V} = U_{\text{max}}$$

$$Z = 2 \text{ k}\Omega$$

שאלה 3 — משווים עם LDR ושתי נוריות LED

נתונים: $V_{CC}=6V$ · $R_1=10k\Omega$ · $R_2=20k\Omega$ · $R_3=5k\Omega$ · $R_4=5k\Omega$ · $R_5=R_6=1k\Omega$

מבנה המעגל: ה-LDR עם R_1 יוצרים מחלק מתח שנותן את מתח הצומת C. שני המגברים משמשים כמשווים: מתח C מחובר לכניסה החיובית של שני המשווים. $R_2-R_3-R_4$ הם מחלק מתח קבוע שנותן את הייחוסים A (לכניסה השלילית של המשווה העליון, LED1) ו-B (לכניסה השלילית של המשווה התחתון, LED2). נורית נדלקת כאשר V_C עולה מעל מתח הייחוס שלה.

סעיף א — המתח בנקודות A ו-B

A ו-B נקבעים ממחלק המתח $R_2-R_3-R_4$ שבין 6V לאדמה:

$$V_A = 6 \cdot \frac{R_3 + R_4}{R_2 + R_3 + R_4} = 6 \cdot \frac{10}{30} = 2 \text{ V}$$

$$V_B = 6 \cdot \frac{R_4}{R_2 + R_3 + R_4} = 6 \cdot \frac{5}{30} = 1 \text{ V}$$

$$V_A = 2 \text{ V} ; V_B = 1 \text{ V}$$

סעיף ב — תחום המתח ב-C שבו שתי הנוריות דולקות

LED1 נדלקת כאשר $V_A = 2V < V_C$, ו-LED2 נדלקת כאשר $V_B = 1V < V_C$. שתיהן דולקות יחד רק כאשר מתקיים התנאי החזק יותר:

$$2 \text{ V} < V_C < 6 \text{ V} \quad (\text{שתי הנוריות דולקות})$$

סעיף ג — תחום ההארה (lux) שבו LED2 דולקת ו-LED1 כבויה

מצב זה מתקיים כאשר $1V < V_C < 2V$. נמצא את התנגדות ה-LDR בגבולות התחום מתוך מחלק המתח $V_C = 6 \cdot R_1 / (LDR + R_1)$

$$V_c = 1V \rightarrow LDR = \frac{6 \cdot 10}{1} - 10 = 50 \text{ k}\Omega$$

$$V_c = 2V \rightarrow LDR = \frac{6 \cdot 10}{2} - 10 = 20 \text{ k}\Omega$$

מהגרף (איור ב'): התנגדות $50 \text{ k}\Omega$ מתקבלת בעוצמת הארה של כ- 3 lux , והתנגדות $20 \text{ k}\Omega$ בכ- 6 lux . הארה חזקה יותר מקטינה את ההתנגדות, ולכן:

$$3 \text{ lux} < \text{עוצמת הארה} < 6 \text{ lux}$$

סעיף ד — האם ייתכן ש-LED1 דולקת ו-LED2 כבויה?

כדי ש-LED1 תדלוק דרוש $V_c > 2V$, וכדי ש-LED2 תכבה דרוש $V_c < 1V$. שני התנאים סותרים זה את זה. מכיוון שסף ההדלקה של LED1 ($2V$) גבוה מזה של LED2 ($1V$), בכל פעם ש-LED1 דולקת בהכרח גם LED2 דולקת.

לא ייתכן — אין מצב כזה

שאלה 4 — מגבר טרנזיסטור במוצא משותף (CE)

נתונים: $\beta = h_{fe}$, $h_{ie} = 1k\Omega$, $V_{BE} = 0.7V$ · מגרף המוצא: $I_B = 15\mu A$, $V_{CE} = 3V$, $I_C = 3mA$

סעיף א — V_{CC} והתנגדות R_C

קו העבודה חותך את ציר V_{CE} ב-12V (שם $I_C = 0$), ולכן $V_{CC} = 12V$. הקו חותך את ציר I_C ב-4mA (שם $V_{CE} = 0$), ומכאן:

$$R_C = \frac{V_{CC}}{I_{C(max)}} = \frac{12}{4 \times 10^{-3}}$$

$$V_{CC} = 12 V ; R_C = 3 k\Omega$$

סעיף ב — מקדם ההגבר β

בנקודת העבודה Q נתונים $I_C = 3mA$ ו- $I_B = 15\mu A$:

$$\beta = \frac{I_C}{I_B} = \frac{3 \times 10^{-3}}{15 \times 10^{-6}}$$

$$\beta = 200$$

סעיף ג — הגבר המתח A_V

בזרם חילופין הקבלים מקצרים, והעומס במוצא הוא R_C בלבד (אין נגד עומס חיצוני):

$$A_V = \frac{V_o}{V_{in}} = - \frac{\beta \cdot R_C}{h_{ie}} = - \frac{200 \times 3000}{1000}$$

$$A_V = -600 \text{ (מהפך, } |A_V| = 600 \text{)}$$

סעיף ד — מצב הטרנזיסטור על עקום $I_{B4}=20\mu A$

בנקודה Q הטרנזיסטור נמצא במצב פעיל (הגברה ליניארית). אילו נקודת העבודה הייתה על עקום $I_{B4}=20\mu A$, הזרם הדרוש היה $I_C = \beta \cdot I_{B4} = 200 \times 20\mu = 4mA$ — ערך השווה לזרם המרבי של קו העבודה ($V_{CE} \approx 0$). לכן הטרנזיסטור היה נכנס לרוויה.

ב-Q: פעיל · על I_{B4} : רוויה

שאלה 5 — שני מגברי שרת בטור (מפחית ומהפך)

נתונים: $V_1=2V$ · $V_2=3V$ · $R_1=5k\Omega$ · $R_2=10k\Omega$ · $R_3=10k\Omega$ · $R_4=20k\Omega$ · $R_5=10k\Omega$ · $R_6=20k\Omega$

מבנה המעגל:  המגבר הראשון בחיבור לא-מהפך (כניסה + אל V_1 דרך שרשרת). המגבר השני בחיבור מהפך-מסכם, כשכניסתו החיובית מוזנת ממחלק המתח R_5 – R_6 שעל V_2 .

סעיף א — המתח בנקודות A ו-B

בכניסות המגברים האידיאליים מתקיים "קצר וירטואלי" — מתח הכניסה השלילית שווה למתח הכניסה החיובית:

$$V_A = V_1 = 2 \text{ V}$$

$$V_B = V_2 \cdot \frac{R_6}{R_5 + R_6} = 3 \cdot \frac{20}{30} = 2 \text{ V}$$

$$V_A = 2 \text{ V} ; V_B = 2 \text{ V}$$

סעיף ב — המתח במוצא המגבר הראשון V_{o1}

חיבור לא-מהפך עם הגבר $1 + R_2/R_1$. הזרם דרך R_1 (מ-A לאדמה) שווה לזרם דרך R_2 :

$$V_{o1} = V_1 \left(1 + \frac{R_2}{R_1} \right) = 2 \left(1 + \frac{10}{5} \right) = 2 \times 3$$

$$V_{o1} = 6 \text{ V}$$

סעיף ג — מתח-המוצא V_o

חוק הזרמים בצומת B ($V_B=2V$, אין זרם לכניסת המגבר):

$$\frac{V_{o1} - V_B}{R_3} + \frac{V_o - V_B}{R_4} = 0$$

$$\frac{6 - 2}{10} + \frac{V_o - 2}{20} = 0 \rightarrow V_o - 2 = -8$$

$$V_o = -6 \text{ V}$$

סעיף ד — מתח-המוצא לאחר ניתוק R_4

ללא R_4 אין משוב, והמגבר השני הופך למשווה. אין זרם דרך R_3 , ולכן $V_B = V_{o1} = 6\text{V}$, מאחר ש- $V_+ = 2 > V_- = 6$, המוצא נצמד לרוויה השלילית:

$$V_o = -12 \text{ V}$$

שאלה 6 (#C) — הפעולה IsTwoDigits והספרה הגדולה

הפעולה: IsTwoDigits מחזירה true אם המספר דו-ספרתי, אחרת false

סעיף א — מעקב אחר קטע הקוד עבור הקלט 71

המספר 71 דו-ספרתי, ולכן `IsTwoDigits(71)=true` ונכנסים לגוף ה-`if`. מחשבים את ספרת האחדות `y` ואת ספרת העשרות `z`, ומדפיסים את הגדולה מביניהן:

```
x = 71 → IsTwoDigits(71) = true
y = 71 % 10 = 1      (ספרת האחדות)
z = 71 / 10 = 7      (ספרת העשרות)
if (y > z) → 1 > 7 = false → else: Console.WriteLine(z)
```

x	y	z	פלט
71	1	7	7

7

סעיף ב — דוגמה שפלטת "Bad number"

כל מספר שאינו דו-ספרתי גורם ל-`IsTwoDigits` להחזיר `false`, ולכן מודפסת ההודעה. למשל מספר חד-ספרתי או תלת-ספרתי:

```
x = 5      // חד-ספרתי → Bad number!
x = 123    // תלת-ספרתי → Bad number!
```

סעיף ג — מה מבצע קטע הקוד

הקוד קולט מספר שלם. אם הוא דו-ספרתי — מדפיס את הספרה הגדולה מבין שתי ספרותיו (האחדות מול העשרות; בשוויון מדפיס את ספרת העשרות). אם אינו דו-ספרתי — מדפיס "Bad number".

סעיף ד — מימוש הפעולה IsTwoDigits

```
public static bool IsTwoDigits(int num)
{
    return num >= 10 && num <= 99;
}
```

שאלה 7 (#C) — מכונת מכירת סוללות אוטומטית

נתונים: מחיר סוללה = 2.5 ₪ · כל קונה רוכש 1-10 סוללות · הקליטה נעצרת כשנותרו במכונה פחות מ-10

התוכנית קולטת את כמות הסוללות ההתחלתית במכונה, ואז בלולאה קולטת לכל קונה את הכמות המבוקשת, מציגה את המחיר, מפחיתה מהמלאי וסופרת. הקליטה מסתיימת כשהמלאי יורד אל מתחת ל-10. בסיום מוצגים מספר הקונים והסכום הכולל:

```
const double PRICE = 2.5;
int stock = int.Parse(Console.ReadLine()); // מלאי התחלתי במכונה
Console.WriteLine("Batteries in machine: " + stock);

int customers = 0;
double revenue = 0;

while (stock >= 10) // עוד יש לפחות 10 סוללות
{
    int qty = int.Parse(Console.ReadLine()); // כמות מבוקשת 1..10
    double toPay = qty * PRICE;
    Console.WriteLine("Pay: " + toPay);
    stock = stock - qty; // עדכון המלאי
    customers++; // ספירת קונה
    revenue = revenue + toPay; // צבירת ההכנסה
}

Console.WriteLine("Customers: " + customers);
Console.WriteLine("Total revenue: " + revenue);
```

ההנחה בשאלה: הקלט תקין (כל כמות בין 1 ל-10). התנאי `stock >= 10` נבדק לפני כל קונה, ולכן ברגע שהמלאי יורד מתחת ל-10 הלולאה נעצרת. 💡

שאלה 8 (#C) — המחלקה TrafficLight

המחלקה: רמזור עם שלוש תכונות בוליאניות (redLight, yellowLight, greenLight)

סעיף א — הפלט של קטע הקוד

שני הרמזורים נוצרים באדום (הבנאי). t1 מועבר לצהוב. בכל סיבוב נבדק אם שני הרמזורים באותו צבע:

```
t1 = new TrafficLight() → red=T, yellow=F, green=F
t2 = new TrafficLight() → red=T, yellow=F, green=F
t1.SetYellowLight() → t1: red=F, yellow=T, green=F (t2 אדום)

i=0: אדום&אדום? F&T=F | צהוב&צהוב? T&F=F | ירוק&ירוק? F&F=F → "Error"
      t1.SetGreenLight(); t2.SetGreenLight() → שניהם ירוקים
i=1: אדום&אדום? F | צהוב&צהוב? F | ירוק&ירוק? T&T=T → "Go"
```

Error
Go

סעיף ב1 — הגדרת רמזור נוסף t3

```
TrafficLight t3 = new TrafficLight();
```

סעיף ב2 — זיהוי צבע הרמזור t3 והדפסת הודעה

```
if (t3.GetRedLight())
    Console.WriteLine("Red");
else if (t3.GetYellowLight())
    Console.WriteLine("Yellow");
else if (t3.GetGreenLight())
    Console.WriteLine("Green");
```

סעיף ג — האם ייתכן עצם עם שתי תכונות true בו-זמנית?

לא ייתכן מבלי לשנות את קוד המחלקה. הבנאי מדליק רק את redLight, וכל אחת מהפעולות Set מדליקה תכונה אחת בלבד ומכבה את השתיים האחרות. התכונות פרטיות (private), ואין דרך הממשק הנתון להציב שתי תכונות ל-true בו-זמנית. זהו מבנה נכון, שכן ברמזור אמיתי לעולם לא נדלקות שתי נוריות יחד.

חלק ב' — מיועד לנבחני תוכנית הלימודים הישנה 📄



הערה על חלק ב': פרק רביעי (9–12) ופרק חמישי (13–14) חוזרים על שאלות החשמל והאלקטרוניקה של חלק א' — **שאלה 9 זהה ל-3, 10 זהה ל-4, 12 זהה ל-5, 13 זהה ל-1, 14 זהה ל-2**. ראו את הפתרונות המלאים לעיל. השאלה החדשה היחידה בפרקים אלה היא שאלה 11 (ממיר A/D), הפתורה כאן במלואה. פרק שישי (15–22) הוא פרק תכנות בשפות C ו-Arduino ופתור אף הוא במלואו.

שאלות 9, 10, 12 — זהות לשאלות 3, 4, 5

שאלה בחלק ב'	זהה לשאלה	נושא	תשובות עיקריות
9	3	משווים עם LDR	בלבד LED1 אין מצב ; 3-6 lux ; $V_A=2V, V_B=1V$
10	4	CE מגבר	$R_C=3k\Omega, \beta=200, A_V=-600$, I_{B4} -רוויה ב
12	5	מגברי שרת	$V_A=V_B=2V, V_{o1}=6V, V_o=-6V$, ואחרי ניתוק R_4 : -12V

הפתרונות המלאים והמנומקים מופיעים בפרק השני של חלק א' (שאלות 3, 4, 5).

שאלה 11 — ממיר אנלוגי-לספרתי (A/D) בעל 8 סיביות

נתונים: ממיר A/D בעל 8 סיביות $\cdot 01100100_{(2)} \cdot V_i=2V \Rightarrow 0 \cdot V_i=0V \Rightarrow$

סעיף א — כושר ההבחנה (הרזולוציה)

המילה הבינארית עבור 2V היא 100 = $01100100_{(2)}$ (בעשרוני). הרזולוציה = המתח לכל "צעד" ספרתי:

$$01100100_{(2)} = 64 + 32 + 4 = 100$$

$$\text{Resolution} = \frac{2000 \text{ mV}}{100} = 20 \text{ mV}$$

לצעד 20 mV = כושר ההבחנה

סעיף ב — המילה הבינארית עבור מתחי המבוא

$$1) V_i = 200 \text{ mV} \rightarrow \frac{200}{20} = 10 \rightarrow 00001010_{(2)}$$

$$2) V_i = 5.1 \text{ V} = 5100 \text{ mV} \rightarrow \frac{5100}{20} = 255 \rightarrow 11111111_{(2)}$$

$200 \text{ mV} \rightarrow 00001010_{(2)}$; $5.1 \text{ V} \rightarrow 11111111_{(2)}$

סעיף ג — מתח המבוא עבור המילה $10101001_{(2)}$

$$10101001_{(2)} = 128 + 32 + 8 + 1 = 169$$

$$V_i = 169 \times 20 \text{ mV} = 3380 \text{ mV}$$

$$V_i = 3.38 \text{ V}$$

⚡ חלק ב' · פרק חמישי — תורת החשמל (13–14)

שאלות 13, 14 — זהות לשאלות 1, 2

שאלה בחלק ב'	זהה לשאלה	נושא	תשובות עיקריות
13	1	ארבעה מדי-זרם	$R_T=10\Omega$, $I(R_1)=10A$, $R=20/40/80/80\Omega$, $\Sigma P=4000W$
14	2	במשקף-RC תנודות	$U_{\max}=10V$, $T=0.2ms$, $f=5kHz$, $I\approx 3.54mA$, $Z=2k\Omega$

הפתרונות המלאים מופיעים בפרק הראשון של חלק א' (שאלות 1, 2).

שאלה 15 (C) — המרת שעה למספר דקות מתחילת היממה

הקלט: מספר שלם בפורמט HHMM · הפלט: c = מספר הדקות שחלפו מתחילת היום

סעיף א — הסבר השורות 7, 8, 9

```
7: a = time / 100;      // חלוקה שלמה → מפרידה את השעות (HH)
8: b = time % 100;      // שארית → מפרידה את הדקות (MM)
9: c = (a * 60) + b;     // המרה למספר דקות כולל מתחילת היממה
```

סעיף ב — הפלט עבור כל אחד מהקלטים

time	a=time/100	b=time%100	c=a*60+b
0	0	0	0
37	0	37	37
817	8	17	497
2259	22	59	1379

```
c=0
c=37
c=497
c=1379
```

סעיף ג — תוספת: כמה דקות נותרו עד חצות הלילה

היממה כולה מונה $1440 = 24 \times 60$ דקות. מספר הדקות שנותרו מהשעה הנוכחית עד חצות:

```
int rem;
rem = 1440 - c;
printf("rem=%d", rem);
```

דוגמאות: עבור 22:59 ($c=1379$) נותרו 61 דקות ; עבור 08:17 ($c=497$) נותרו 943 דקות. 💡

שאלה 16 (C) — מפתח-קלט (300H), מפתח-פלט (301H) ונורית LED

חומרה: 8 מפסקים S_0-S_7 במבוא 300H · נורית LED על D_0 של מפתח-הפלט 301H

סעיף א — הסבר השורות 4, 5, 8, 9

```
4: dataIN = Inp32(0x300); // 300H הקלט ממפתח-הקלט 8 המפסקים
5: dataIN = dataIN & 0x03; // מיסוד: משאיר רק 2 הביטים התחתונים (D0,D1)
8: Out32(0x301, 1); // LED כתיבת 1 למפתח-הפלט → הדלקת הנורית
9: Sleep(dataIN * 50); // מילישניות (זמן הדלקה)  $dataIN \times 50$  השהיה של
```

סעיף ב — אילו מפסקים משפיעים על פעולת המעגל

בגלל המיסוך $0x03$ & נשמרים רק הביטים D_0 ו- D_1 , ולכן רק המפסקים S_0 ו- S_1 משפיעים. S_2-S_7 אינם משנים דבר.

S_0 , S_1 משפיעים רק

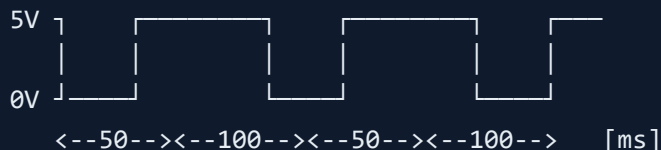
סעיף ג — צורת האות במוצא D_0

מפסק סגור נותן '1' (5V), מפסק פתוח נותן '0'. הנתון: S_0, S_2, S_4, S_6 פתוחים ו- S_1, S_3, S_5, S_7 סגורים. לכן, $D_1=1$, $D_0=0$, כלומר $dataIN = 10_{(2)} = 2$ (וגם לאחר המיסוך $= 2$):

$$\text{זמן הדלקה} = dataIN \times 50 = 2 \times 50 = 100 \text{ msec}$$

$$150 = 50 \text{ msec} = 150 - 100 = (dataIN \times 50) - \text{זמן כיבוי}$$

האות במוצא D_0 הוא גל מרובע מחזורי: **100ms במצב גבוה (LED דולק)** ו-**50ms במצב נמוך (LED כבוי)**, זמן-מחזור כולל 150ms.



שאלה 17 (C) — הצגת מספר המפסקים הפתוחים בתצוגת seg-7

חומרה: 3 מפסקים S_0-S_2 במבוא 300H · תצוגת 7-seg (CC) · הצגת מספר המפסקים הפתוחים

סעיף א — הקוד להצגת הספרות 0, 1, 2, 3 בתצוגת 7-seg (CC)

בחיבור קתודה משותפת (CC) מקטע נדלק כאשר המוצא '1'. מיפוי: $D_0=a, D_1=b, D_2=c, D_3=d, D_4=e, D_5=f, D_6=g$.

הקסה	קוד (gfedcba בינארי)	מקטעים דולקים	ספרה
0x3F	0111111	a b c d e f	0
0x06	0000110	b c	1
0x5B	1011011	a b d e g	2
0x4F	1001111	a b c d g	3

סעיף ב — קריאת מצב כל מפסק בנפרד

```
// dataIN = Inp32(0x300);  
mask0 = dataIN & 0x01; // מצב S0 (D0 הביט)  
mask1 = dataIN & 0x02; // מצב S1 (D1 הביט)  
mask2 = dataIN & 0x04; // מצב S2 (D2 הביט)
```

סעיף ג — התוכנית המלאה

מפסק פתוח נותן '0'. סופרים כמה מהביטים D_0, D_1, D_2 אפסיים, ומציגים את הספרה בתצוגה:

```

int codes[4] = {0x3F, 0x06, 0x5B, 0x4F}; // קודי הספרות 3..0

void main(void)
{
    int dataIN, count;
    while (1)
    {
        dataIN = Inp32(0x300);
        count = 0;
        if ((dataIN & 0x01) == 0) count++; // S0 פתוח
        if ((dataIN & 0x02) == 0) count++; // S1 פתוח
        if ((dataIN & 0x04) == 0) count++; // S2 פתוח
        Out32(0x301, codes[count]); // הצגת מספר הפתוחים
    }
}

```


שאלה 18 (C) — מערך שעות עבודה חודשי ושכר

נתונים: מערך של 31 שלמים · כל איבר = מספר שעות עבודה ביום · תעריף 28.49 ₪ לשעה

סעיפים 1-4 — התוכנית המלאה

מגדירים מערך של 31 שלמים, קולטים בלולאה את שעות העבודה לכל יום, סופרים את ימי העבודה ואת סך השעות (יום עם 0 שעות אינו יום עבודה), ולבסוף מחשבים את השכר:

```
#include <stdio.h>

void main(void)
{
    int hours[31];
    int i, days = 0, total = 0;
    double salary;

    for (i = 0; i < 31; i++)          // 2) קליטת שעות לכל יום בחודש
        scanf("%d", &hours[i]);

    for (i = 0; i < 31; i++)          // 3) ספירת ימי העבודה וסך השעות
        if (hours[i] > 0)
        {
            days++;
            total += hours[i];
        }

    printf("Days worked: %d\n", days);
    printf("Total hours: %d\n", total);

    salary = total * 28.49;           // 4) חישוב השכר החודשי
    printf("Salary: %.2f\n", salary);
}
```

לדוגמת השאלה (8,0,6,8,...,0,5,8): כל איבר גדול מ-0 נספר כיום עבודה ומצטבר לסך השעות. השכר = $\text{total} \times 28.49$ 💡

שאלה 19 (Arduino) — מונה שניות לחיצה בתצוגת 7-CC seg

חומרה: תצוגת 7-CC seg על PD_0-PD_6 · לחצן PB_1 (הדק 9) עם נגד מעלה (משוחרר=1, לחוץ=0)

סעיף א — הסבר השורות 5, 11, 12, 20

```
5: pinMode(SW, INPUT);           // הגדרת הדק 9 כמבוא
11: while (digitalRead(SW)==1);    // המתנה ריקה כל עוד הלחצן משוחרר
12: while (digitalRead(SW)==0)     // כל עוד הלחצן לחוץ - ספירה
20: PORTD = arr[cnt];             // cnt של הספרה seg הצגת קוד ה-7
```

סעיף ב — הערך המוצג לפי משך הלחיצה

בכל סיבוב של הלולאה בשורה 12 מבוצע `delay(1000)` ואז `cnt++`, כלומר `cnt` סופר את מספר השניות המלאות שהלחצן היה לחוץ. אם `cnt > 9` מוצג הקוד המיוחד `0x76` (`0xB01110110`) — צורת האות 'H'.

המוצג	cnt	משך לחיצה
"1" (<code>arr[1]=0x06</code>)	1	שנייה 0.5
"4" (<code>arr[4]=0x66</code>)	4	שניות 3.5
<code>0x76</code> → 'H' (<code>cnt > 9</code>)	20	שניות 20

0.5s → "1" ; 3.5s → "4" ; 20s → 'H'

שאלה 20 (Arduino) — פוטנציומטר המדליק זוגות נוריות LED

חומרה: פוטנציומטר R_p (מחלק 5V–0) אל A_0 · שש נוריות L_2 – L_7 על PD_2 – PD_7 · ממיר A/D בעל 10 סיביות

התוכנית המלאה (סעיפים 1–4)

ממיר 10 סיביות נותן ערך 0–1023 עבור 0–5V. מחשבים את המתח, ולפי התחום מדליקים את זוג הנוריות המתאים. סף $205 \approx 1V$ יחידות, סף $614 \approx 3V$ יחידות.

```
void setup()
{
    DDRD = B11111111;          // PD0..PD7 כמוצאים
}

void loop()
{
    float v = analogRead(A0) * 5.0 / 1023;    // 1) A0-קריאת המתח ב

    if (v <= 1)                    // 2)  $v \leq 1V$ 
        PORTD = B10000100;        // L2 , L7 (PD2,PD7)
    else if (v < 3)                // 3)  $1V < v < 3V$ 
        PORTD = B01001000;        // L3 , L6 (PD3,PD6)
    else                           // 4)  $v \geq 3V$ 
        PORTD = B00110000;        // L4 , L5 (PD4,PD5)
}
```

$v \leq 1V$ L2,L7 · $v < 3V > 1$ L3,L6 · $v \geq 3V$ L4,L5

שאלה 21 (Arduino) — הצגת H/L בתצוגת 7-seg לפי לחצן

חומרה: תצוגת 7-seg על PD₀-PD₆ · לחצן PB₁ (הדק 9) עם נגד מעלה

בחיבור אנודה משותפת (CA) מקטע נדלק כאשר המוצא '0' (הפוך מ-CC). מיפוי: PD₀=a ... PD₆=g. 💡

סעיף א — אתחול האוגרים

```
#define PB1 9

void setup()
{
    DDRD = B01111111;    // PD0..PD6 כמוצאים (a..g למקטעים)
    pinMode(PB1, INPUT); // (PB1) הדק 9 כמבוא ללחצן
}
```

סעיף ב — הלולאה האינוסופית (הצגת H או L)

קוראים את הרמה הלוגית ב-PB₁. עבור CA: להצגת 'H' (מקטעים b,c,e,f,g) → B00001001; להצגת 'L' (מקטעים d,e,f) → B01000111.

```
void loop()
{
    if (digitalRead(PB1) == HIGH) // PB1 = '1'
        PORTD = B00001001;        // 'H' בתצוגת CA
    else // PB1 = '0'
        PORTD = B01000111;        // 'L' בתצוגת CA
}
```

:'PB₁'='1' H (B00001001) · :'PB₁'='0' L (B01000111)

שאלה 22 (Arduino) — חישה טמפרטורה LM35 ושורת נוריות LED

חומרה: LM35 (10 mV/°C) אל 8 · A₄ נוריות L₀–L₇ על PD₀–PD₇ · ממיר A/D בעל 10 סיביות

סעיף א — הסבר השורות 4, 11, 15, 16

```
4:  DDRD = B11111111;           // PD0..PD7 (8 הנוריות) כמוצאים
11: Tvalue = analogRead(analogPin)/10; // חלקי 10 (0..1023) מ-A/D קריאת
15: Leds = (Leds << 1) | 0x01;   // הזזה שמאלה + הצבת '1' בביט הנמוך
16: PORTD = Leds;                // הוצאת תבנית "שורת" הנוריות
```

שורות 14–15 בונות שורת נוריות: לאחר Tvalue סיבובים נדלקות Tvalue הנוריות הנמוכות (0x01, 0x03, 0x07) (...).

סעיף ב — הנוריות הדולקות בכל טמפרטורה

LM35 נותן 10mV/°C. ערך ה-A/D = $T \times 2.046 = V_{out}/5V \times 1023 \approx Tvalue - 10$.

T	V _{out}	analogRead	Tvalue	נוריות דולקות
2 °C	20 mV	4	0	אף נורית (PORTD=0)
22 °C	220 mV	45	4	L ₀ , L ₁ , L ₂ , L ₃ (B00001111)

L₀–L₃ 22°C : · אף נורית 2°C :

סעיף ג — מאיזו טמפרטורה כל הנוריות דולקות?

כל שמונה הנוריות דולקות כאשר $Tvalue \geq 8$ (בענף ה-if שורת 8 נוריות מלאה = 0xFF, ובענף ה-else עבור $Tvalue > 8$ גם 0xFF). $Tvalue = 8$ מחייב $analogRead \geq 80$, כלומר:

$$V_{out} = \frac{80}{1023} \times 5V \approx 391 \text{ mV} \rightarrow T = \frac{391}{10} \approx 39 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

ומעלה 39 °C $T \approx$ כל הנוריות דולקות מ-