

סוג הבחינה : בגרות לבתי-ספר על-יסודיים
מועד הבחינה : קיץ תשפ"ג, 2023
מספר השאלון : 815282
נספחים : נוסחאון בשפת C
לערכת Arduino UNO
הכולל תרשים חיבורים של
הבקר.

אלקטרוניקה ומחשבים - מוגבר

הוראות לנבחן

- א. משך הבחינה: שעהיים.
- ב. מבנה השאלון ומפתח ההערכה: בשאלון זה שש שאלות בשני פרקים. יש לענות על שלוש שאלות, **שאלה אחת מפרק ראשון ושתי שאלות מפרק שני**
לכל שאלה – $33\frac{1}{3}$ נקודות. סך הכול – 100 נקודות.
- ג. חומר עזר מותר לשימוש: כל חומר עזר מותר לשימוש, פרט למחשב הניתן לתכנות.
- 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 קרב 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 כטיוטה (ראשי פרקים, חישובים וכדומה).
רשום "טיוטה" בראש כל עמוד טיוטה. רישום טיוטות כלשהן על דפים שמחוץ למחברת הבחינה עלול לגרום לפסילת הבחינה:

ההנחיות בשאלון זה מנוסחות בלשון זכר ומכוונות לנבחנות ולנבחנים כאחד.

/המשך בעמוד הבא/

בהצלחה!

השאלות

בשאלון זה שש שאלות בשני פרקים. יש לענות על שלוש שאלות, שאלה אחת מפרק ראשון ושתי
שאלות מפרק שני.

פרק ראשון: מערכות ספרתיות

ענה על שאלה אחת מבין השאלות 1-3 (לכל שאלה - $33\frac{1}{3}$ נקודות).

שאלה 1

א. נתונה הפונקציה: $F_1(X, Y, Z) = X + \bar{X} \cdot Y + (\bar{X} + Y) \cdot Z$. (11 נק')

פשט את הפונקציה $F_1(X, Y, Z)$ באמצעות חוקי האלגברה הבוליאנית.

ב. נתונה הפונקציה: $F_2(X, Y, Z, W) = X \cdot \bar{W} + \bar{X} \cdot \bar{Y} + \bar{Z} \cdot W + \bar{X} \cdot \bar{Z} + \bar{Y} \cdot W$. (11 נק')

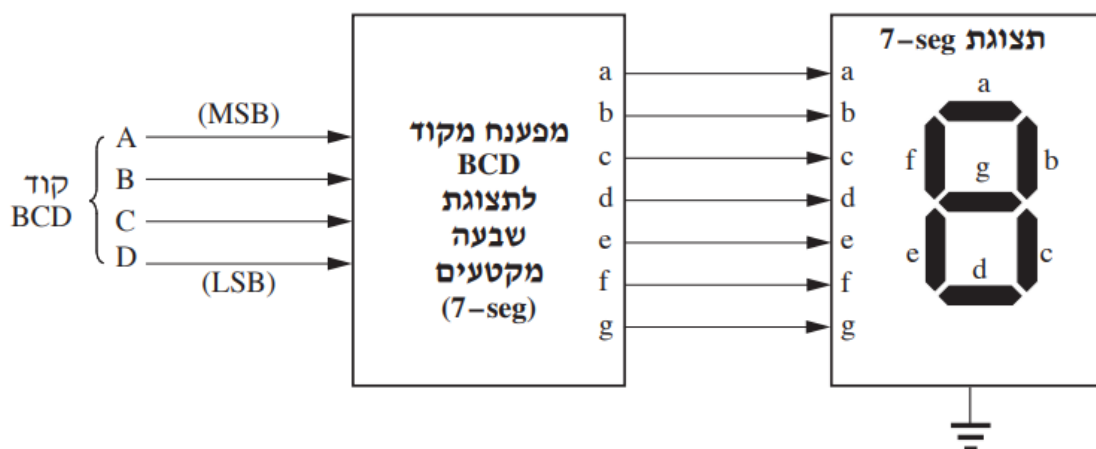
פשט את הפונקציה $F_2(X, Y, Z, W)$ באמצעות חוקי האלגברה הבוליאנית.

ג. ממש את הפונקציה המפושטת F_2 באמצעות מספר מזערי (מינימלי) של שערים לוגיים

מסוג AND, OR ו-NOT בלבד.

שאלה 2

באיור לשאלה, מתואר מפענח מקוד BCD, המחובר לתצוגת שבעה מקטעים (7-seg).
הדלקת כל אחד מהמקטעים a ÷ g בתצוגת ה-7-seg מתבצעת על-ידי אספקת '1'
למבוא המתאים בתצוגה.



איור לשאלה 2

/המשך בעמוד הבא/

למבואות ABCD של המפענח מוזנים רק צירופים שהם ערכים חוקיים בקוד BCD.
הטבלה שלהלן מציגה את צירופי המוצאים $a + g$ במפענח, הנדרשים להצגת הספרות
 $0+9$.

המספר בבסיס 10	המספר בקוד BCD				הצירוף הספרתי המועבר למקטעים $a + g$ בתצוגה							הספרה המוצגת 7-seg בתצוגת
	A	B	C	D	a	b	c	d	e	f	g	
0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0
1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1
2	0	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	2
3	0	0	1	1								3
4	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	4
5	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	5
6	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	6
7	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	7
8	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	8
9	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	9

11 נק') א. רשום את הערך הלוגי של כל אחד ממוצאי המפענח $a + g$, הנדרש לקבלת הספרה 3 בתצוגה.

11 נק') ב. רשום את הפונקציה של המקטע $f(A, B, C, D) - f$ כסכום של מכפלות במינימום ליטרלים.

11 נק') ג. ממש את הפונקציה $f(A, B, C, D)$ באמצעות מרבב $16 \rightarrow 1$.

שאלה 3

במועצת המנהלים של חברה מכהנים ארבעה מנהלים, המסומנים באותיות A, B, C ו-D. המנהלים מתכנסים לישיבה כדי להכריע אם לקבל הצעה המונחת לפניהם. באיור לשאלה 3 מתואר מנגנון ההצבעה בישיבה: העברת המפסק למצב '1' על-ידי אחד המנהלים (A, B, C או D) – מצביעה על כך שהוא מסכים להצעה.



איור לשאלה 3

מערכת הצירופים סופרת את מספר מבואות ה-'1' שהתקבלו מן המנהלים. אם מספר ה-'1' הכולל הוא 3 או 4 – ההחלטה מתקבלת, וערך הפונקציה F הוא '1'. אחרת, ערך הפונקציה F יהיה '0'.

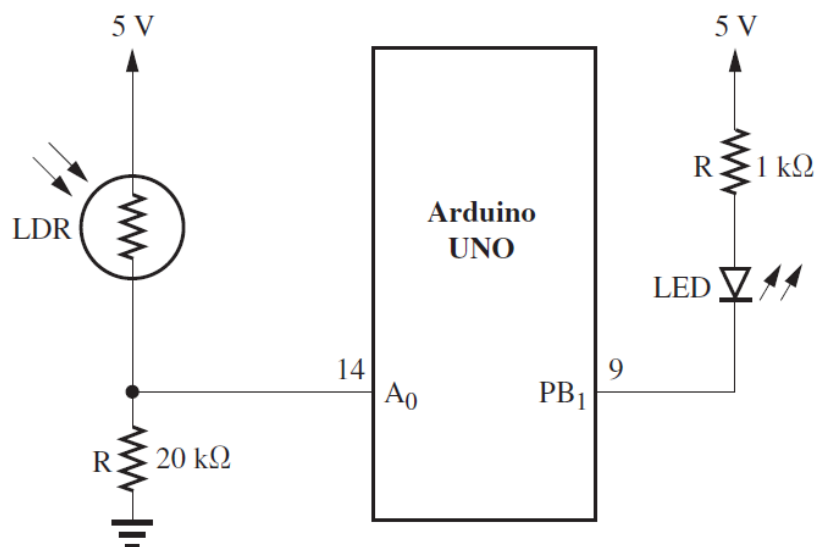
- א. הצג את טבלת האמת של הפונקציה $F(A, B, C, D)$. (11 נק')
- ב. צמצם את הפונקציה F באמצעות מפת קרנו, ובטא אותה כסכום של מכפלות במינימום ליטרלים. (11 נק')
- ג. ממש את הפונקציה F המצומצמת באמצעות שערים לוגיים. (11 נק')

פרק שני : מבוא להנדסת מחשבים

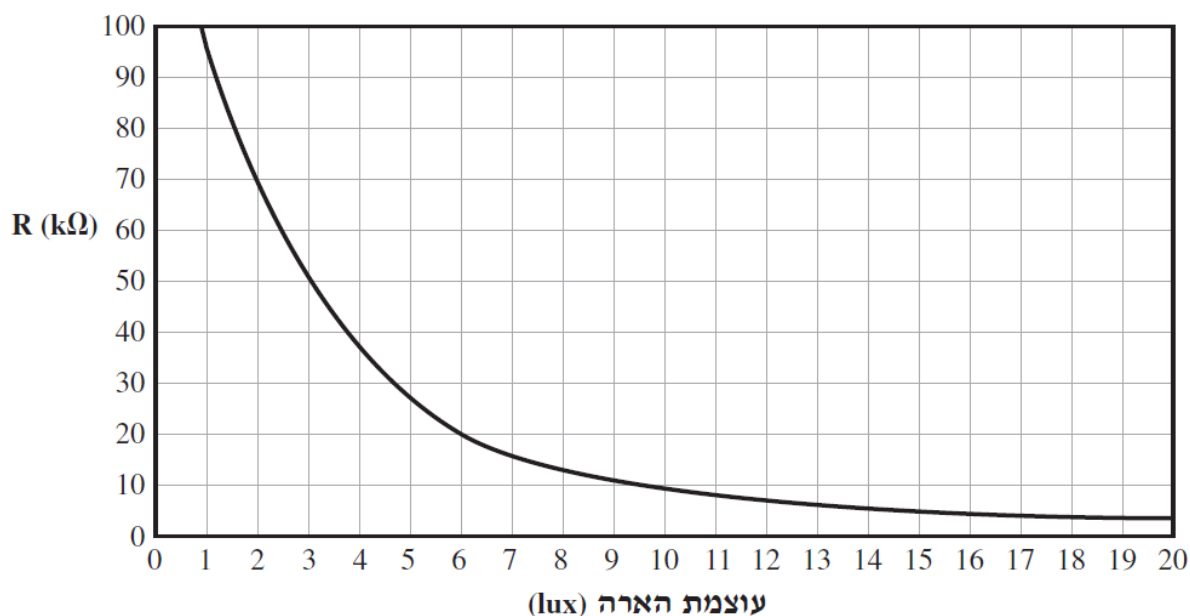
ענה על שתי שאלות מבין השאלות 4-6 (לכל שאלה - $33\frac{1}{3}$ נקודות).

שאלה 4

באיור א' לשאלה 4 נתון מעגל חשמלי הכולל ערכת Arduino UNO. לממיר ה-A/D הפנימי במעבד של ה-Arduino יש 10 סיביות. ההדק PB₁ מחובר לנורית LED. להדק A₀ של הערכה מחובר נגד LDR. התנגדותו של ה-LDR משתנה כפונקציה של עוצמת ההארה עליו, כמתואר באיור ב' לשאלה.



איור א' לשאלה 4



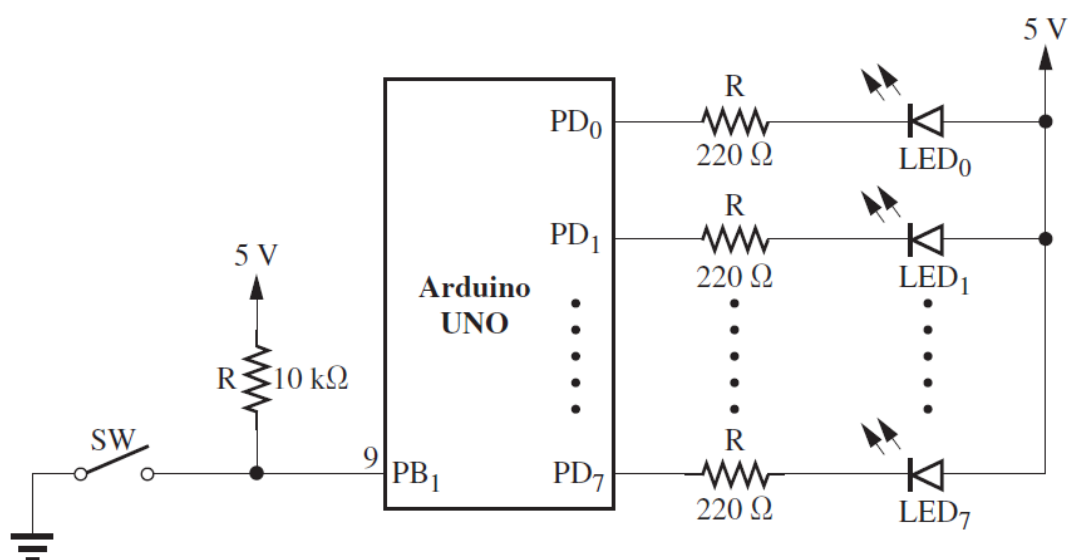
איור ב' לשאלה 4

/המשך בעמוד הבא/

- (11 נק') א. חשבו את המתח שיתקבל בהדק A_0 , כאשר עוצמת ההארה על ה-LDR היא 6 lux.
- ב. כתבו תכנית בשפת C לערכת Arduino UNO, שתבצע את הפעולות שלהלן:
1. תקלוט את המתח האנלוגי בהדק A_0 . (11 נק')
 2. אם עוצמת ההארה על ה-LDR גדולה מ-6 lux, הנורית תכבה. (11 נק')
- אם עוצמת ההארה על ה-LDR שווה ל-6 lux או קטנה מ-6 lux, הנורית תידלק.

שאלה 5

באיור לשאלה 5 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 5

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()
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. }
```

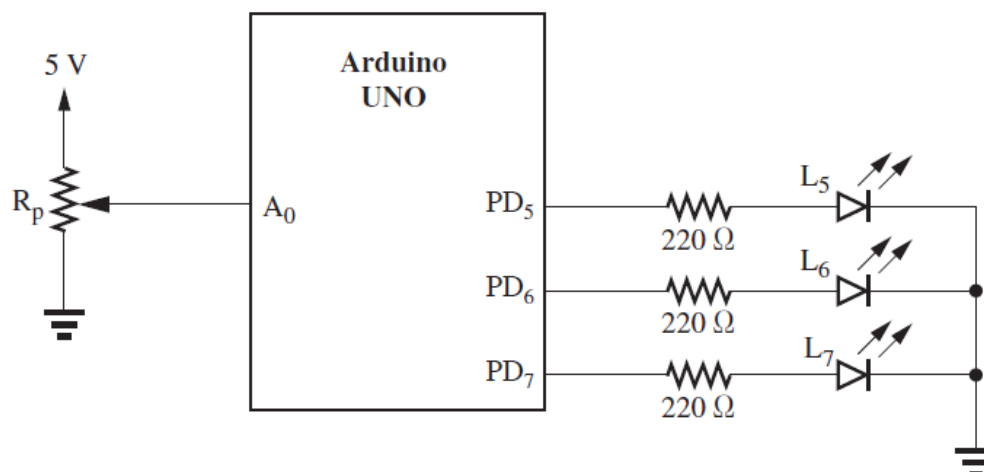
(11 נק') א. הסבירו את ההוראות שבשורות 4, 5, 9 ו-11.

(11 נק') ב. כתבו מה מבצעת התכנית כאשר המפסק SW פתוח, ומה היא מבצעת כאשר המפסק SW סגור.

(11 נק') ג. משנים את ערכו של PORTD בשורה 11 לערך $PORTD = B11111111$, ובשורה 13 לערך $PORTD = B00000000$. כיצד ישפיעו השינויים הללו על פעולת המעגל החשמלי? נמקו את תשובתכם.

שאלה 6

באיור לשאלה 6 נתונה ערכת Arduino UNO. להדקים $PD_5 \div PD_7$ שבערכה מחוברות שלוש נוריות LED. הפוטנציומטר R_p משמש כמחלק מתח בין 0 V ל- 5 V , ומחובר להדק A_0 של הערכה. לממיר ה-A/D הפנימי במעבד של ה-Arduino יש 10 סיביות.



איור לשאלה 6

כתבו תוכנית בשפת C לערכת Arduino UNO, שתבצע את הפעולות שלהלן:

1. (9 נק') תקלוט את ערכו של המתח בהדק A_0 .
2. (8 נק') אם המתח בהדק A_0 קטן מ- 1 V או שווה לו – היא תדליק את נורית ה-LED L_7 בלבד.
3. (8 נק') אם המתח בהדק A_0 גדול מ- 1 V וקטן מ- 3 V – היא תדליק את נורית ה-LED L_6 בלבד.
4. (8 נק') אם המתח בהדק A_0 גדול מ- 3 V או שווה לו – היא תדליק את נורית ה-LED L_5 בלבד.

בהצלחה!

זכות היוצרים שמורה למדינת ישראל

אין להעתיק או לפרסם אלא ברשות משרד החינוך

נוסחאון בשפת C לערכת Arduino UNO (9 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	--	--

```
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

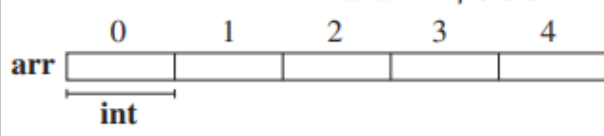
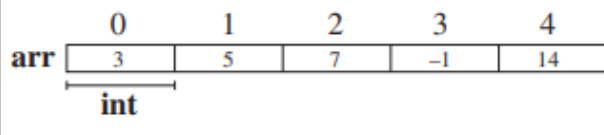
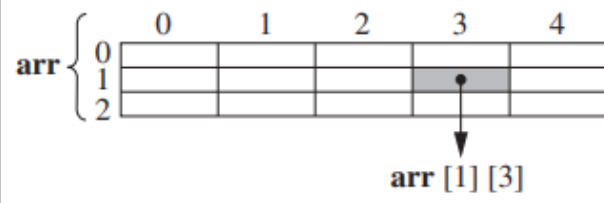
Conditional Structures (מבני בקרה – משפטי תנאי)

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	delay(ms)	delay(1000);
Pauses the program for the amount of time in microseconds	delayMicroseconds(μ s)	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();

Pinout diagram of the ATmega328P microcontroller. The diagram shows a 28-pin package with pins numbered 1 to 28. The pins are color-coded and labeled: Pin 1 (black) is GND; Pin 2 (red) is Power; Pin 3 (yellow) is Control; Pin 4 (blue) is Physical Pin; Pin 5 (green) is Port Pin; Pin 6 (light blue) is Pin Function; Pin 7 (light green) is Digital Pin; Pin 8 (light yellow) is Analog Related Pin; Pin 9 (light orange) is PWM Pin; Pin 10 (orange) is Serial Pin; Pin 11 (dark orange) is IDE; Pin 12 (brown) is Source; Pin 13 (dark brown) is Total; Pin 14 (black) is 150mA.

