

# כפר הנוער ע"ש מוסינזון

רח' עלית הנוער 1 הוד-השרון. ת.ד. 123 מיקוד 45101

טל' 09-7757000 פקס 09-7405285

סמל בית-הספר 470138

הצעת נושא לעבודת גמר

**למילוי חלקי של הדרישות לקבלת  
תואר טכנאי במגמת חשמל - אלקטרוניקה**

בהתמחות : מערכות אלקטרוניות

**שם הנושא :** מערבב משקאות אלקטרוני

תואר : מהנדס

שם המנחה : גרשוני רון

בהתייחס לנאמר בחוברת "פרוייקט ועבודת גמר במסלול על-תיכוני (כיתות  
י"ג-י"ד) במגמת חשמל-אלקטרוניקה (תמוז התשנ"ד - יוני 1994)"

**אופי עבודת הגמר הוא:**

2.1 אחזקת מערכת, ע"פ הנאמר בפרק ג' סעיף ☐

2.2 תכנון ובניה, ע"פ הנאמר בפרק ג' סעיף ☒

2.3 תכנון בהיקף מוגבל על פי הנאמר בפרק ג' סעיף ☐

מכללה ☒

**מקום ביצוע :**

צה"ל ☐

תעשייה ☐

**תאריך הגשת ההצעה :** \_\_\_\_\_ **חתימת המנחה :** \_\_\_\_\_

**שם מרכז המגמה :** גרשוני רון **חתימת המרכז וחותמת המכללה :** \_\_\_\_\_

הצהרת הסטודנט : לאחר שעיינתי בחוברת נוהלי ביצוע של עבודות גמר/פרוייקטים  
לטכנאים והנדסאים ובהצעה ולאחר הסברי המנחה, הנני מאשר בזאת שההצעה על כל  
חלקיה, מובנת לי ומחייבת אותי.

**חתימת הסטודנט :** \_\_\_\_\_ **תאריך :** \_\_\_\_\_

## **תאור הנושא:**

המערבב יכלול שלושה בקבוקים בעלי תכולה שונה, המשתמש יבחר את סוג המשקה המוצג על גבי מסך ה LCD בעזרת לוח מקשים וכעבור מספר שניות המשקה יהיה מוכן.

## **מפרט טכני:**

- מיקרו בקר 89c51.
- תצוגת LCD.
- 3 משאבות.
- לוח מקשים.

## **פירוט הדרישות מהמבצע:**

1. איסוף חומר הנדסי ולמוד הנושא
2. תכנון מעגל חשמלי.
3. בניית המעגל החשמלי.
4. איתור תקלות.
5. כתיבת תיק עבודת גמר.

## **ביבליוגרפיה:**

1. וילי רוזנבלום "אלקטרוניקה תעשייתית" הוצאת אורט ישראל 1986.
2. נחום א. "יסודות הבקר הזעיר" הוצאת אס.אי.אס תל אביב 1987.
3. רוני גרשוני "משפחת המיקרו מעבדים 8051-חומרה תוכנה ופרוייקטים" 2011.
4. שימוש באינטרנט.

**נספחים:** 1\* תרשים המלבנים של המערכת/המתקן/המכשיר.

2. תרשים חשמלי של מערכת/מכשיר נתון.

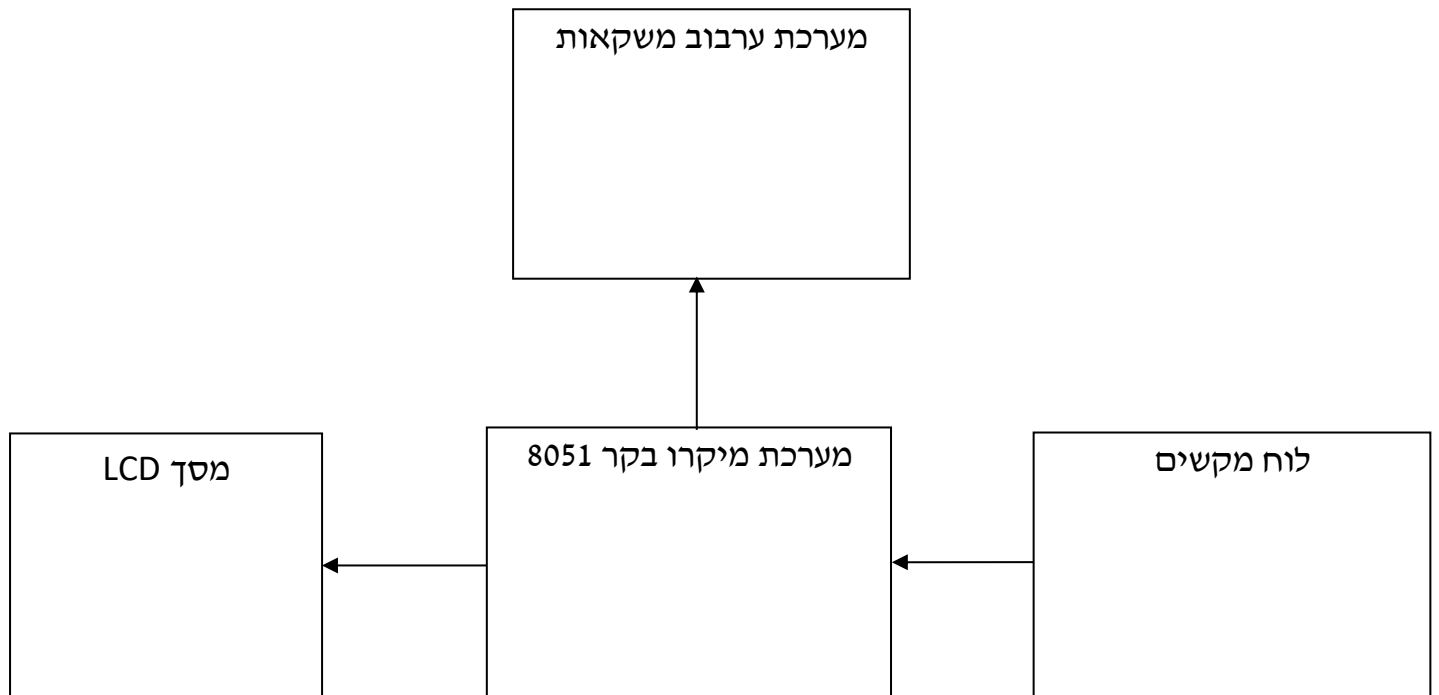
שם הסטודנט: קאופמן דוד אלכסנדר ת.ז. : 308304476

החלטת הצוות המאשר: הנושא אושר לביצוע.

שם וחתימת ראש הצוות המאשר

תאריך

## סכמת מלבנים



## תוכן עניינים:

5.....	1 הצהרת הסוּטדנט
6.....	2 תודות
7.....	3 מבוא
8.....	4 הוראות הפעלה
8.....	5 בטיחות
9.....	6 רשימת הרכיבים
	7 סכמת מלבנים
10.....	7.1 הסבר סכמת מלבנים
	8 סכמה חשמלית
12.....	8.1 הסבר סכמה חשמלית
	9 הסבר הרכיבים
15.....	9.1 מיקרו בקר 89c51
27.....	9.2 מפענח מקלדת 74c922
28.....	9.3 תצוגת ה-LCD
29.....	9.4 משאבות
30.....	9.5 דוחפי זרם L293D
31.....	9.6 ממסרים 5V/240V SPDT
	10 התוכנה
32.....	10.1 תרשים זרימה
33.....	10.2 תוכנה בשפת C
34.....	11 ביבליוגרפיה

## **1. הצהרת הסטודנט:**

אני קאופמן דוד אלכסנדר 308304476, מצהיר בזאת שכל עבודת הגמר המוגשת בחוברת זו הנה פרי עבודתי בלבד, על בסיס הנחייתו של המנחה ותוך הסתמכות על מקורות הידע והמידע האחרים המצויים בביבליוגרפיה המובאת בסיום חוברת זו. אני מודע לאחריות שהנני מקבל על עצמי ע"י חתימתי על הצהרה זו.

חתימת מגיש החוברת: \_\_\_\_\_

אישור המנחה:

הריני מאשר הגשת חוברת זו להערכה: \_\_\_\_\_

## **2. תודות:**

ברצוני להודות לכל אלו שעזרו לי בהכנת פרוייקט זה :

להורי שתמכו בי ועזרו לי לכל אורך הדרך.

לרוני, אלי ולכל מורי המגמה.

### 3. מבוא:

הפרוייקט הוא מערכת אלקטרונית לערבוב משקאות.  
תפריט המשקאות מוצג על-גבי המסך ובלחיצת כפתור ניתן לקבל את המשקה הרצוי.  
הפרוייקט מכיל מערכת משאבות הנשלטות ע"י מערכת המיקרו-בקר, הבקר שולט על כמות הנוזל  
הנשאב ע"י שינוי הזמן, ובצורה זו מתקבל המשקה הרצוי.

ניתן להרחיב את המעגל כך שיאפשר להכין מגוון רב יותר של משקאות ע"י הוספת משאבות  
נוספות. נוסף על כך, ניתן להשתמש במשאבות מבוססות מנועי צעד על-מנת לקבל שליטה  
מדויקת יותר על כמות הנוזל הנשאב.



#### **4. הוראות הפעלה:**

יש לחבר לחשמל את:

- מעגל המיקרו.
- קופסאת הממסרים.
- את הספק החיצוני להפעלת דוחפי הזרם.

על המסך יוצג תפריט המשקאות.

ניתן לעבור בין התפריטים השונים ע"י לחיצה על # ו-\*. לבחירת המשקה יש ללחוץ על המספר המתאים באמצעות המקלדת, ולהמתין עד סיום ההכנה.

#### **5. בטיחות:**

אין לפתוח את קופסאת הממסרים, או לגעת במשאבות הטבולות בזמן פעולת המכשיר עקב חשש להתחשמלות.

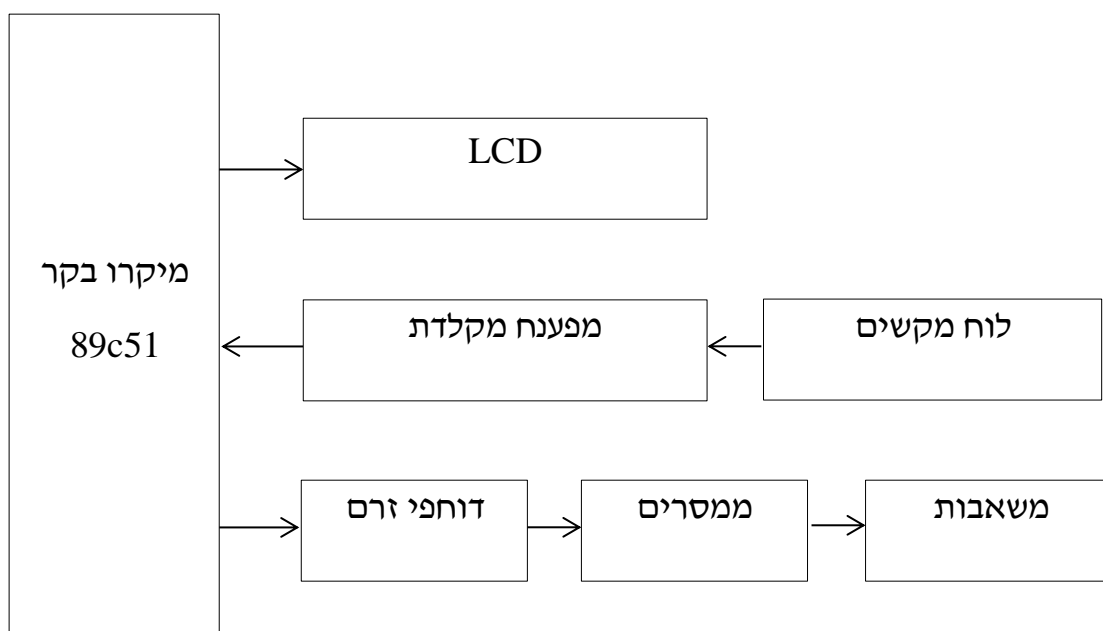




## **6.רשימת רכיבים:**

1. מיקרו בקר 89c51.
2. תצוגת LCD.
3. מפענח מקלדת 74c922.
4. 2 דוחפי זרם L293D.
5. 3 ממסרים 5V/240V SPDT.
6. לוח מקשים 4X4.
7. 3 משאבות טבולות 220V.

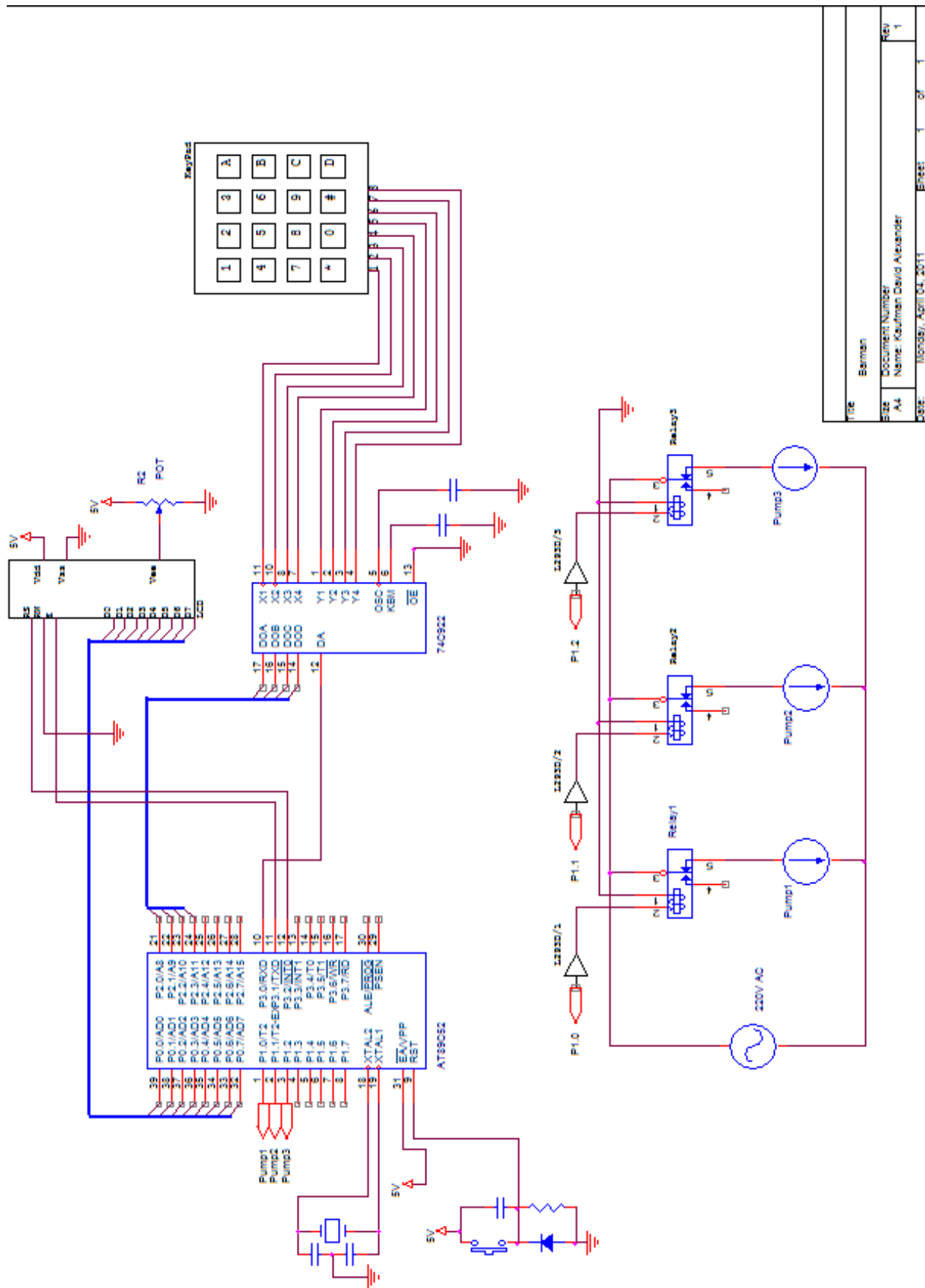
## 7. סכמת מלבנים:



## 7.1 הסבר סכמת מלבנים:

על תצוגת ה LCD מוצג תפריט המשקאות. המשתמש בחר את המשקה הרצוי ע"י הקשה על המספר התואם בלוח המקשים. לחיצה זו מומרת למילה בינארית ע"י מפענח המקלדת, ומועברת למעבד. ע"פ מילה זו מפעיל המעבד את המשאבות לקבלת המשקה הרצוי דרך דוחפי זרם וממסרים, על מנת לספק את הזרם המתאים לממסר ולאפשר מיתוג של מתח 220V.

## 8. סכמה חשמלית:



## 8.1 הסבר סכמה חשמלית:

### מערכת הקלט:

מערכת הקלט של הפרוייקט היא המקלדת בה נעזר המשתמש לבחירת המשקה הרצוי מן התפריט. המקלדת בנויה מ 16 מקשים, 4 שורות ו 4 עמודות. מחבר המקלדת בנוי מ-8 רגליים, כאשר כל רגל מייצגת שורה או עמודה. רגלי המקלדת מחוברות לרגלי כניסת המפענח :

• עמודות: X1-X4.

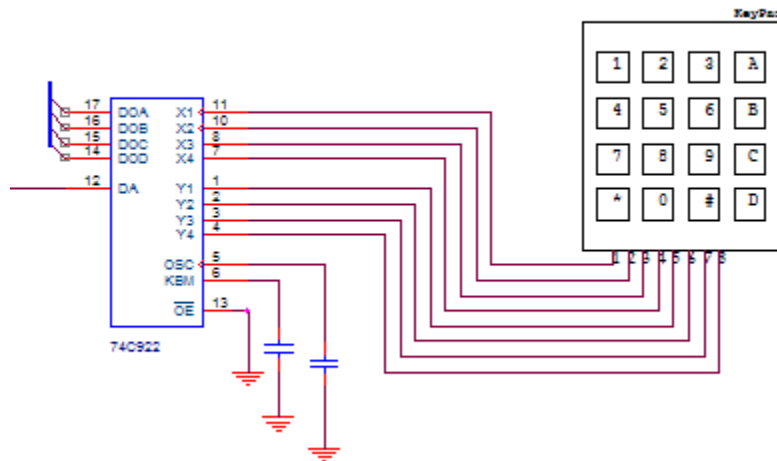
• שורות: Y1-Y4.

כאשר נלחץ מקש נוצר קצר בין שורה ועמודה מסויימים. קצר זה יוצר צרוף המומר למספר בינארי ע"י המפענח.

יש לשים לב, כי מקשי המקלדת הם מבנים מכניים קפיצים ומגעים. כאשר נלחץ מקש, המקש רוטט כלומר יש ניתוק ונגיעה בין המגעים מספר פעמים עד שהמצב מתייצב, כך גם בשחרור המקש.

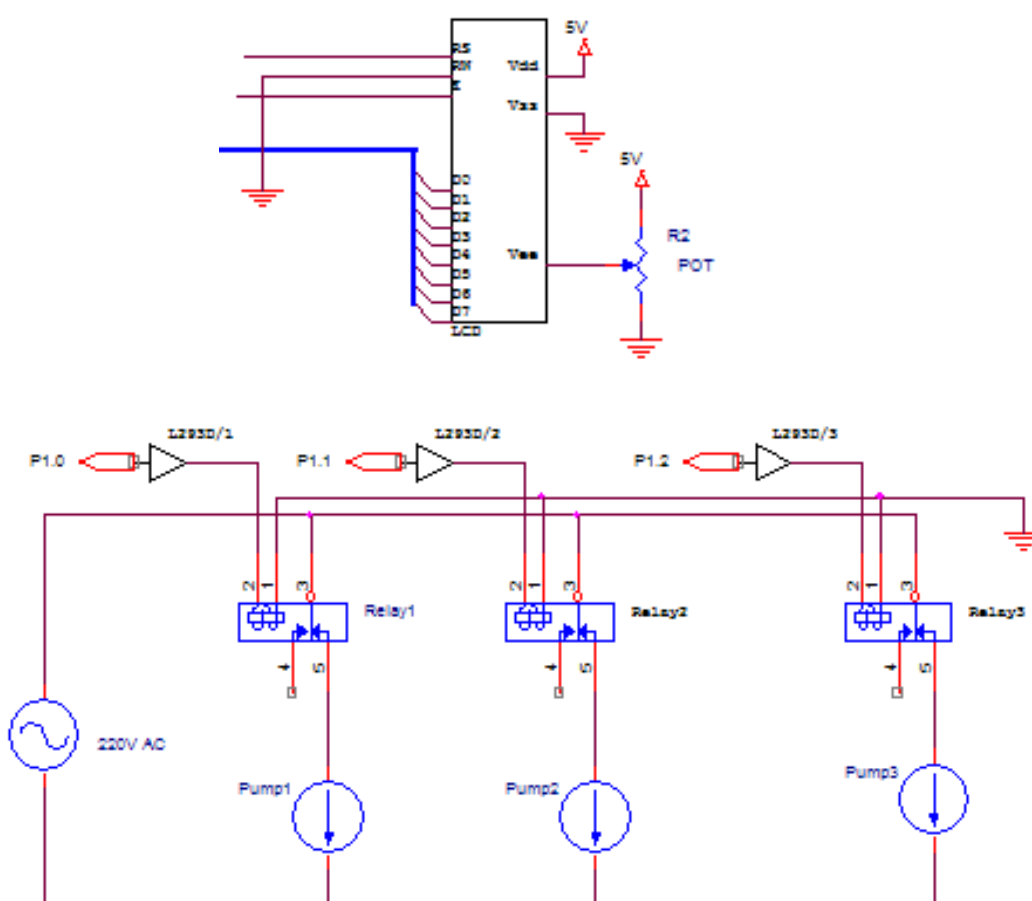
כדי להתגבר על בעיה זו יש לבצע השהייה של כמה מילי שניות כאשר מקש נלחץ או משוחרר. המפענח עושה זאת עבורנו בצורה אוטומטית על מנת שנקבל ערך נכון של המקש הנלחץ בקלות.

המספר הבינארי במוצא המפענח נשלח דרך רגליים D0A-D0D למעבד בפורט P2.0-P2.3 בהתאמה.



## מערכת הפלט:

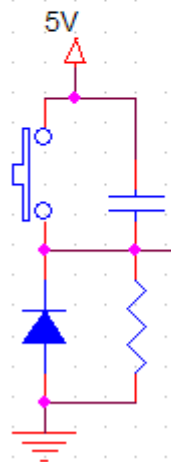
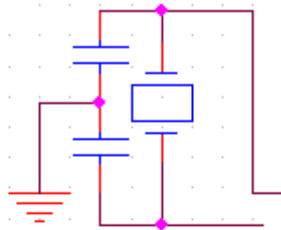
מערכת הפלט של הפרוייקט היא מערכת המשאבות ומסך ה-LCD. המשאבות מחוברות ל P1.0-P1.2 דרך דוחפי זרם וממסרים. לדוחפי הזרם יש 4 כניסות ויציאות. רגליים 2,7,10,15 משמשות ככניסות (מחוברות למעבד) ורגליים 3,6,11,14 משמשות כיציאות (מחוברות לממסרים). בנוסף יש רגלי איפשור 1,9 וחיבור לספק חיצוני דרך רגל 8 (VS). הממסרים ממתגים את מתח ההפעלה של המשאבות (220V), הם נמצאים במצב סגור עד אשר מתקבל "1" ואז הם עוברים למצב פתוח ומעבירים את המתח למשאבות. מסך ה-LCD משמש גם הוא כמערכת פלט המחוברת למעבד דרך פורט P0.0-P0.7. ברגליים אלו נשלחים הנתונים והפקודות מן המעבד. רגל האפשור (E) מחוברת בפורט P3.1 ורגל בקרת הוראות/נתונים (RS) מחוברת בפורט P3.2.



## מערכת הבקרה:

ישנם שני מעגלי בקרה לבקר עצמו:

- **מתנד הגביש:** הגביש משמש כשעון עבור המעבד. תדר הגביש הוא 24Mhz. הגביש עצמו מחובר למעבד דרך לרגליים X1,X2.
- **Reset:** תפקיד מעגל זה הוא לאתחל את הבקר בפקודת המשתמש. כאשר הלחצן נלחץ, הקבל מתפרק דרך הלחצן, ומתח Vcc מועבר לרגל ה-reset. כאשר הלחצן משוחרר הקבל נטען תוך 5 קבועי זמן, המתח ברגל יורד לאפס ומסתיים תהליך ה-reset.



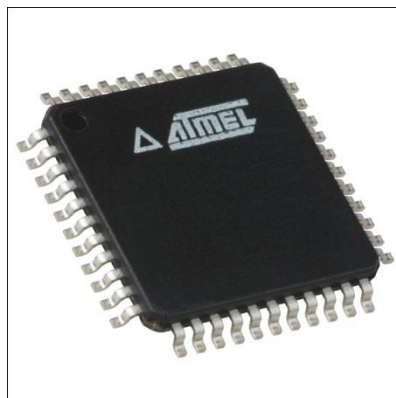
## 9. הסבר הרכיבים:

### 9.1 מיקרו בקר 89c51:

רכיב זה שייך למשפחת ה-8051 הכוללת מספר מעבדים בעלי ארכיטקטורה זהה (8051, 8031, 8751, 8052 ועוד).  
רכיב זה הינו מיקרו מחשב בפיסה אחת (Single Chip Computer) הכולל את כל מרכיבי המחשב הבסיסיים:

- **קלט/פלט:** 32 רגליים המחולקות ל-4 פורטים.
- **זיכרון RAM:** גודלו 128 בתים והוא משמש לקריאה/כתיבה של נתונים, משתנים ותוצאות.
- **זיכרון EEPROM:** משמש לקריאה/צריבה של התוכנית, טבלאות וקבועים. גודלו 4K מסוג Flash.
- **י"ע"מ (CPU):** או בשמו המלא, "יחידת עיבוד מרכזית", משמש לבקרה והפעלה של מעגל הבקר כולו.

הרכיב הוא מסוג CMOS, ביכולתו לפנות למרחב זיכרון חיצוני ולזיכרון נתונים בגודל 64K. עצם היותו של רכיב זה מערכת מחשב בסיסית, הניתנת לצריבה ללא צורך ברכיבי זיכרון נוספים ניתנת לנו האפשרות לבנות מערכת פשוטה בעלת מספר רכיבים קטן וחיבורים מעטים, המשמשת בעיקר לפיתוח אבי טיפוס לצורכי רובוטיקה, בקרה תעשייתית ומכשור.



### הסבר על רגלי הרכיב:

קלט/פלט גם כאשר עובדים עם זיכרון חיצוני.	Port 1	1-8
כניסת Reset למעבד.	Reset	9
קלט/פלט או רגלי בקרה מיוחדות.	Port 3	10-17
כניסת גביש לקביעת תדר פעולת הרכיב.	XLAT 2	18
	XLAT 1	19
הארקה 0V.	Ground	20
קלט/פלט או ערוץ כתובות לא מרובב A8-A15.	Port 2	21-28
Program Store Enable – אות קריאה מזיכרון תוכנית חיצוני. EEPROM ל-Read	PSEN	29
Address Latch Enable – תזמון נעילת הכתובות בנועל חיצוני להפרדה בין ערוץ הכתובות לנתונים. Program Pulse Input – בזמן צריבת ה-EEPROM	ALE/PROG	30
External Enable – קביעה האם יש שימוש ב-Rom חיצוני או לא. Vpp – בזמן צריבה מספוק לרגל זו 12V.	EA/Vpp	31
קלט/פלט או ערוץ מרובב כתובות ונתונים AD0-AD7.	Port 0	32-39
מתח הפעלה 5V.	Vcc	40



**Port 3 – רגלי בקרה מיוחדות:**

Port Pin	Alternate Function
P3.0	RXD (serial input port)
P3.1	TXD (serial output port)
P3.2	$\overline{\text{INT0}}$ (external interrupt)
P3.3	$\overline{\text{INT1}}$ (external interrupt)
P3.4	T0 (Timer/Counter 0 external input)
P3.5	T1 (Timer/Counter 1 external input)
P3.6	$\overline{\text{WR}}$ (external data memory write strobe)
P3.7	$\overline{\text{RD}}$ (external data memory read strobe)

## היחידות המרכיבות את המיקרו-בקר:

**זיכרון התוכנית EPROM פנימי** – Flash Programmable and Erasable Read Only Memory - זיכרון לקריאה של התוכנית, טבלאות וקבועים בגודל 4K, ניתן לצרוב אותו בטכנולוגיית Flash.

**זיכרון נתונים Ram פנימי** – מכיל ארבעה בנקים של שמונה אוגרים כל אחד (R0-R7), זיכרון נתונים, סיביות בודדות הניתנות למיעון וקבוצת אוגרים יעודיים. גודלו 128K.

**אוגרי קלט/פלט** – ארבעה אוגרים 8 סיביות כל אחד, המספקים ביחד 32 קווי קלט/פלט לקישור המחשב אל העולם החיצון. כל הארבעה ניתנים למיעון אוגר (בית) והן למיעון סיבית (ביט). אוגרים Port0 ו-Port1 משמשים גם לצורך הרחבת הזיכרון (העברת כתובות ונתונים), ו-Port3 מכיל אותות בקרה הנדרשים לצורכי קריאה כתיבה וכו'.

**מפענח הוראות (Instruction Decoder)** – כל הוראה או פקודה, מפוענחת ביחידה זו ומתורגמת לאותות ופונקציות בקרה הנדרשות למעבד. אותות אלו יכולים לנתב מידע וכן להפעיל את היחידה האריתמטית לוגית בהתאם לצורך.

**מונה התוכנית (Program Counter)** – מונה בגודל 16 סיביות. תפקידו להצביע על ההוראה הבאה לביצוע. בכל קריאה לפרוצדורה, מונה זה מוכנס למחסנית ומוצא ממנה בסוף הפרוצדורה.

**יחידה אריתמטית לוגית ALU** – מבצעת פעולות אריתמטיות, פעולות BCD, פעולות השוואה ופעולות לוגיות. כל הפעולות מבוצעות של משתנים בני 8 סיביות ומשתתפים בהם האוגרים: A,B,PSW.

## אוגרים מיוחדים SFR – Special Function Registers:

נמצאים ב-RAM החיצוני באזור ה-SFR:

- **אוגר A** – הצובר (Accumulator), מקבל את תוצאות הפעולות האריתמטיות והלוגיות.
- **אוגר B** – משמש כיעד או מקור בפעולות כפל וחילוק בשיתוף עם אוגר A.
- **מצביע המחסנית (Stack Pointer)** – אוגר בגודל 8 סיביות, מכיל את כתובת הבית האחרון במחסנית. מכתובת זו יישלף גם הבית הראשון. (המחסנית פועלת בשיטת LIFO – Last In First Out).
- **מצביע הנתונים (Data Pointer)** – האוגר היחיד ב- 8051 שגודלו 16 סיביות. מורכב משני חלקים: DPH (החלק הגבוה), DPL (החלק הנמוך). כל חלק בגודל 8 סיביות. אוגר זה משמש בעיקר בפנייה למשתנים בזיכרון נתונים חיצוני ובשל כך גודלו 16 סיביות ( $2^{16} = 64K$ ).
- **אוגרי פורטים Port0-Port3** – משמשים כאוגרי קלט/פלט (32 רגליים), או בתפקידי בקרה והעברת נתונים מיוחדים.
- **אוגר הדגלים PSW:**

Cy	Carry - דגל הנשא.
Ac	Auxiliary Carry – נשא עזר.
F0	ביט ממוען (לקביעת המשתמש).
RS1	קובעים את הבנק הפעיל.
RS2	סה"כ 4 בנקים.
Ov	Over Flow - גדל הגלישה (פעולות חשבוניות).
P	Parity - דגל הזוגיות (בדיקת שגיאות-לתקשורת).
Sp	Stack Pointer - מצביע המחסנית

## מערכת הפסיקות ב- 8051:

כל הפסיקות ב- 8051 הם פסיקות ממוסכות וקטוריות. כלומר צריך לאשר כל פסיקה כדי שתתקבל, ואם קבלתה המעבד קופץ לכתובת ידועה.

תהליך ביצוע הפסיקה:

בתחילת ביצוע כל פקודה, המעבד בודק האם ישנה פסיקה הממתינה לביצוע. במידה ויש, המעבד מסיים את ביצוע הפקודה הנוכחית, ואחריה הוא בודק אם יש אישור לביצוע הפסיקה. אם הפסיקה מאושרת, המעבד שולח למחסנית את תוכן מונה התוכנית וקפץ לכתובת פרוצדורת הפסיקה. בסיום פרוצדורת הפסיקה המעבד שולף מן המחסנית את כתובת החזרה.

- פסיקת חומרה היא תהליך חיצוני, ולא חלק אינטגרלי מן התוכנית ומשום כך לא ניתן לדעת מתי תתרחש. בהינתן אות פסיקה חיצוני, יש לדאוג כי לא ישתנה שום נתון או אוגר ע"י דחיפתם למחסנית ושליפתם חזרה לאחר סיום פרוצדורת הפסיקה.

**פסיקות החומרה:**

מקור	תאור	עדיפות	כתובת
IE0	פסיקה חיצונית 0	1 – גבוהה ביותר	03H
TF0	פסיקת טיימר 0	2	0BH
IE1	פסיקה חיצונית 1	3	13H
TF1	פסיקת טיימר 1	4	1BH
SINT	פסיקת תקשורת טורית	5 – נמוכה ביותר	23H

- הקדימות משמשת לקבלת פסיקה במקרה בו מתקבלות שתי פסיקות בו זמנית. לא ניתן להפסיק פסיקה באמצע ביצועה אלא אם היתקבלה פסיקה בעלת עדיפות גבוהה יותר.

## אוגרי הפסיקות:

### **אוגר IE – Interrupt Enable:**

מאפשר את הפסיקות השונות.

MSB - 7	EA	Enable All – אפשר כללי
6	-	-
5	-	-
4	ES	אפשר Serial Interrupt
3	ET1	אפשר Timer Interrupt 1
2	EX1	אפשר External Interrupt 1
1	ET0	אפשר Timer Interrupt 0
LSB -0	EX0	אפשר External Interrupt 0

### **אוגר IP – Interrupt Priority:**

ה-8051 מאפשר לכל פסיקה לקבל עדיפות. במצב הרגיל כל הפסיקות נמצאות בעדיפות נמוכה. אוגר זה מאפשר את קביעת עדיפות הפסיקות ע"י שינוי בתוכנה.

MSB - 7	-	-
6	-	-
5	-	-
4	PS	עדיפות פסיקת תקשורת טורית
3	PT1	עדיפות פסיקת טיימר 1
2	PX1	עדיפות פסיקה חיצונית 1
1	PT0	עדיפות פסיקת טיימר 0
LSB -0	PX0	עדיפות פסיקה חיצונית 0

### אוגר Timer Control – TCON (חציו התחתון):

חציו בתחתון של אוגר זה קשור לבקרת הפסיקות.

Interrupt Edge 1 - מוצא פליפלופ 1	IE1	3
Interrupt Type 1 – צורת דרבון (1 - דרבון קצה, 0 - דרבון רמה).	IT1	2
Interrupt Edge 0 - מוצא פליפלופ 0	IE0	1
Interrupt Type 0 - צורת דרבון (1 - דרבון קצה, 0 - דרבון רמה).	IT0	LSB - 0

## טיימרים:

הטיימרים הם מונים הבנויים בתוך המעבד, אך עובדים באופן עצמאי. המעבד שולט על פעולתם (מפעיל ומפסיק אותם), ויכול אף לקרוא ולכתוב אליהם. ב- 8051 ישנם שני טיימרים בעלי 16 סיביות כל אחד, בכל טיימר יש אפשרות לפנות לכל 8 סיביות בנפרד (TH, TL). תפקידי הטיימרים הם:

- ספירת אותות חיצוניים דרך רגלי הבקר (T0-P3.4, T1-P3.5) במצב זה הם נקראים מונים (Counters).
- ספירת תדר הגביש (24Mhz), במצב זה הם נקראים זמננים (Timers).
- קביעת קצב התקשורת הטורית (Baud Rate Generator).

במקרה של הצפה (Overflow) דגל הטיימר (TF) עולה ל-1. תכנות הטיימרים נעשה בעזרת האוגרים הבאים:

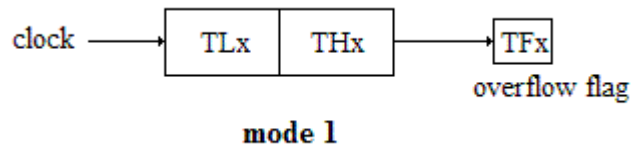
### **אוגר TMD – Timer Mode:**

אוגר זה קובע את אופן פעולת הטיימרים. הוא אינו ממוען סיבית ולכן יש לשלוח אליו מילים שלמות.

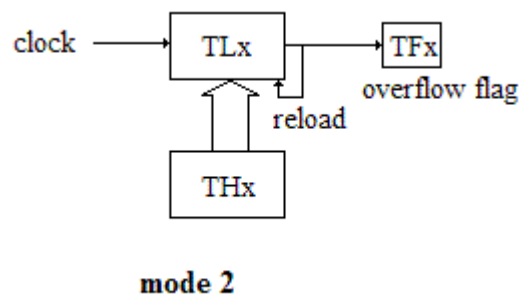
אפשרות הפעלת הטיימר ע"י רגל חיצונית.	Gate	Timer 1	MSB - 7
בחירה בין Counter ל- Timer.	C/T		6
קביעת מצב העבודה (Mode)	M1		5
Mode0, Mode1, Mode2, Mode3	M2		4
אפשרות הפעלת הטיימר ע"י רגל חיצונית.	Gate	Timer 0	3
בחירה בין Counter ל- Timer.	C/T		2
קביעת מצב העבודה (Mode)	M1		1
Mode0, Mode1, Mode2, Mode3	M2		LSB - 0

**Mode 0** – תאימות ל-8048, בקר זעיר מיושן יותר. זהו גם מצב בררת המחדל.

**Mode 1** – טיימר 16 ביט, TH, TL סופרים ו-TF דגל הגלישה.



**Mode 2** – טעינה אוטומטית. טיימר 8 ביט. TL-טיימר, TH- מאכסן את הערך הנטען מחדש ל-TL, דגל הגלישה TF מחובר לאפשר טעינת ערך חדש ל-TL.



**Mode 3** – נועד רק לטיימר 0, ומחלק אותו לשני טיימרים שונים. האחד טיימר 8 ביט רגיל והשני ומקבל את הבקורות של טיימר 1. מצב זה נועד לתקשורת הטורית המשתמש בטיימר 1, וכך ניתן לקבל 2 טיימרים גם בתקשורת טורית.

### אוגר TCON – Timer Control (חציו העליון):

רק החצי העליון של אוגר זה קשור לבקרת הטיימרים.

7 - MSB	TF1	Timer Flag 1 – דגל הגלישה של טיימר 1.
6	TR1	Timer Run 1 – הפעלת טיימר 1 (תוכנה).
5	TF0	Timer Flag 0 – דגל הגלישה של טיימר 0.
4	TR0	Timer Run 0 – הפעלת טיימר 0 (תוכנה).



## תקשורת טורית UART

### Universal Asynchronous Receiver Transmitter

רכיב זה מאפשר קליטה ושידור בו זמנית (Full Duplex) ומורכב ממסדר ומקלט. המקלט דוגם את המידע באמצע כל ביט כדי לקבוע מה ערכו (ע"פ תוצאת הרוב).  
דיוק התדר : לקבלת תקשורת נאמנה דיוק התדר חייב להיות  $\pm 5\%$ .

#### **:Serial Buffer – SBUF**

אוגר המכיל למעשה שני אוגרים, 8 ביט כל אחד, הנמצאים באותה הכתובת. אוגר אחד מיועד לכתיבה בלבד, בו רושמים את הבית הנועד לשידור, ואוגר שני לקריאה בלבד שבו רושם ה-UART את המילה שהתקבלה במקלט. אוגר זה מאפשר למקלט להתחיל לקלוט מילה חדשה, עוד לפני שהמעבד קרא את המילה הקודמת.

#### **:Serial Control – SCON**

0	RI	Receive Interrupt – עולה ל-1' אם התקבלה מילה במקלט. יש לאפסו בתוכנה.
1	TI	Transmit Interrupt – עולה ל-1' כאשר הסתיים השידור. יש לאפסו בתוכנה.
2	RB8	Receive Bit 8 – הביט ה-9 שנקלט, בד"כ ביט זוגיות.
3	TB8	Transmit Bit 8 – הביט ה-9 שמשודר, בד"כ ביט זוגיות.
4	REN	Receive Enable – אפשרור המקלט.
5	SM2	אפשרור תקשורת מיוחדת בין מחשבים של משפחת ה-8051 בצורת Master-Slave.
6	SM1	קביעת מצב העבודה (Mode)
7	SM0	Mode0, Mode1, Mode2, Mode3

**Mode 0 - ה-UART משמש כאוגר הזזה, 8 ביט, הפועל בקצב של תדר הגביש חלקי 12, ללא קשר לתקשורת.** נועד למעשה, לאפשרות הרחבת הקלט/פלט.

**Mode 1 - UART, 8 ביט, בקצב משתנה הנקבע ע"י הטיימר.**

**Mode 2 - UART, 9 ביט, בקצב קבוע הנקבע ע"י תדר הגביש חלקי 64.**

**Mode 3 - UART, 9 ביט, בקצב משתנה הנקבע ע"י הטיימר.**

הנוסחא המקשרת בין המספר אותו צריך לספור הטיימר, קצב השידור הדרוש ותדר הגביש הוא:

$$N = \frac{\text{תדר הגביש}}{12 * 32 * BR}$$

### **הגביש:**

תדר אות הגביש מחובר לרגלי ה-CLK של המעבד, וקובע את תדר פעולת המעבד. על מנת לבצע פעולות מדויקות יש להשתמש בגביש מדויק. גביש מדויק נקבע ע"י:

- **יציבות התדר:** שינוי תדר המתנד כתוצאה משינויי טמפרטורה או התיישנות הרכיב.
- **ניקיון התדר:** מתנד אידיאלי מספק תדר יחיד, אולם לא קיים מתנד כזה ולכן, התדר במוצא מלווה בהרמוניות של תדר הבסיס, והן עלולות לגרום להפרעות.

מתנדים גבישיים הם היציבים ביותר. הגביש עצמו הוא בד"כ קוורץ בעל תכונות פיאו-אלקטרויות. כלומר, יצירת מתח חשמלי ע"י הפעלת לחץ מכני. ליצירת רציפות הנידנודים המתח הנוצר על פני הגביש מוזן חזרה אליו דרך מגבר משוב חיובי.

### **מעגל ה-Reset:**

למעדל זה שלושה תפקידים:

1. **אתחול בהדלקה** – בהדלקה כל המתח נופל על הנגד והמעבד מקבל את Reset. כעבור 5 קבועי זמן הקבל שבטור לנגד ניטען, ואז המתח ברגל יורד לאפס וניגמר תהליך ה-reset. זמן פעולה זו נקבע ע"י ערכי הנגד והקבל.
2. **אתחול ע"י לחיצה על מפסק** - כאשר המפסק נילחץ, רגלי הקבל מקוצרות והקבל ניפרק. בעזיבת המפסק מתחיל תהליך הטעינה שוב, וגורר עימו reset.
3. **אתחול בעת נפילת המתח החשמלי** - כאשר יש נפילת מתח קצרה, מתח המקור יורד לאפס, ירידה זו מועברת לרגל האיפוס בה מורגש מתח של 5V-, במצב זה הדיודה מוליכה ופורקת את הקבל במהירות. כאשר המתח חוזר מתבע תהליך ה-reset שוב. ללא הדיודה הקבל היה נפרק דרך הנגד בצורה איטית, ובהינתן זמן הפרעה של מילי שניה הקבל לא היה נפרק ולא היתה מתבצעת פעולת האיפוס.

## **9.2 מפענח המקלדת – 74c922:**

תפקיד מפענח המקלדת הוא לתרגם את האותות שהוא מקבל מהמקלדת לאות בינארי, לשלוח אותם דרך רגליים D0A-D0D.

לוח המקשים הוא התקן פרימיטיבי בעל שני צירים (אנכי, אופקי) ולחצנים שהם מבנים מכניים המכילים קפיצים ומגעים.

לכל לחצן יש שתי רגליים אחד על הציר האופקי ואחד על הציר האנכי. כאשר נלחץ מקש, המקש רוטט כלומר יש ניתוק ונגיעה בין המגעים מספר פעמים עד שהמצב מתייצב, כך גם בשחרור המקש.

כדי להשתמש בלוח המקשים יש לדאוג לפעולת סריקה הנעשת באופן קבוע, ולדאוג לביצוע השהייה של כמה מילי שניות כאשר מקש נלחץ או משוחרר כל פעם. דבר זה מסבך את התוכנה, ומכביד על המעבד.

לכן, כדי ליעל את עבודתנו ולאפשר למעבד להתייחס לדברים החשובים יותר, הומצא מפענח המקלדת. המפענח מפשט לנו את פעולת העבודה עם התקן פרימיטיבי מסוג לוח המקשים.

המפענח דואג לפעולת סריקה קבועה ע"י מעגל מתנד פנימי המורכב ממהפך עם כניסת שמיט, ונגד של 10K. כל שנותר לנו לעשות הוא לחבר קבל חיצוני המתאים לקצב הסריקה הרצוי.

נוסף על כך, המפענח דואג לבצע פעולת השהייה אוטומטית כאשר לחצן כלשהו נלחץ או משוחרר, ממיר את הערך נקלט לאות בינארי ומודיע למעבד כי המידע מוכן לקריאה. בצורה זו אנו נקבל תמיד את הערך הנכון והרצוי של המקש.

### **הסבר הרגלים:**

**רגלים 1-4:** כניסות עבור הציר האנכי.

**רגל OSC (5)** – קובע את תדר הסריקה ל-600Hz ע"י קבל של  $0.01\mu F$ , תדר מספיק גבוה כדי לא להחמיץ אפילו לחיצה קצרה.

**רגל KBM (6)** – קובע את זמן ההשהייה למניעת הריטוטים. לפי המלצת היצרן יש לחבר קבל הגדול פי-10 מערך קבל ה-OSC ולכן, ערכו יהיה  $0.1\mu F$  לקבלת זמן השהייה של 10mSec.

**רגלים 7-8:** כניסות עבור הצירים האופקיים מס' 3,4.

**רגל 9:** הארקה לוגית.

**רגלים 10-11:** כניסות עבור הצירים האופקיים מס' 1,2.

**רגל 12:** רגל המסמנת שהמידע זמין לקריאה במוצא.

**רגל 13:** רגל אפשר המוצא (פעיל בנמוך).

**רגל 14-17:** רגלי המוצא אשר מוציאות את האות הבינארי ומתחברות למעבד.

**רגל 18:** מתח הזנה.

### **9.3 תצוגת ה-LCD:**

תצוגת LCD כוללת בתוכה בקר השולט על התצוגה, המתקשר עם המיקרו בתקשורת מקבילית. התצוגה עצמה מורכבת מ – 2 שורות של 16 סיביות כל אחת.

#### **תפקידי הרגליים:**

- רגל 1 – מתח הזנה 5V.
- רגל 2 – הארקה לוגית.
- רגל 3- קביעת הניגודיות של המסך.
- רגל RS (4) – קובע האם המידע הנקלט הוא פקודות או נתונים.
  - '1' לוגי – נתונים לתצוגה.
  - '0' לוגי – פקודות לבקר התצוגה.
- רגל RW (5) – בחירת מצב קריאה מהתצוגה או כתיבה לתצוגה. רגל זו מחוברת באופן קבוע לאדמה לצורך קביעת מצב העבודה ככתיבה לתצוגה.
- רגל E (6) – הדק אפשרור הנועל הפנימי של ה-LCD. כדי לאפשר כניבת נתונים יש לתת דופק חיובי ברגל זו.
- רגליים 7-14 – קווי המידע היכולים לשמש גם כקווי נתונים וגם כקווי פקודות.

#### **תפקידי האוגרים:**

- **אוגר הנתונים:** אוגר זמני בו מאוכסנים הנתונים שיוצגו על התצוגה. הנתונים מוצגים בקוד ASCII.
- **אוגר הוראות:** תפקידו לאכסן הוראות הקובעות את אופן פעולת התצוגה. הוראות אלו יכולות להיות ניקוי מסך, הזזת סמן, כיבוי/הדלקה וכו'.

**Busy Flag** – דגל זה מראה אם התצוגה מוכנה לקבל את ההוראה הבאה.

- '1' לוגי – התצוגה עובדת בצורה פנימית ולא יכולה לקבל כרגע הוראות.
- '0' לוגי – ההוראה הבאה יכולה להיכתב.

**מחולל התווים (CG RAM):** משמש ליצירת התווים לתצוגה מתוך הנתונים שניקלטו.

**מונה הכתובות (AC)** – מכיל את כתובת התא הבא.

#### 9.4 משאבה חשמלית:

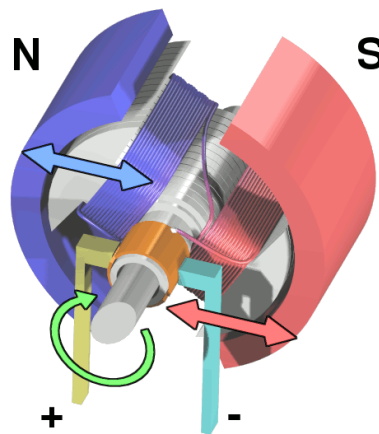
משאבה חשמלית היא בעצם מנוע חשמלי המסובב שתיים או יותר "כפות" על מנת למשוך את המים מצד אחד לשני. המשאבה שואבת את המים ע"י יצירת הפרש לחצים בין שתי הפיות כך שלפי חוק כלים שלובים הלחצים ישאסו להשתוות ולכן המים ישאבו.

#### **עקרון פעולת המנוע החשמלי:**

המנוע יוצר תנועה ע"י יצירת כוח דחייה בין מגנט קבוע לאקטרומגנט. כאשר מועבר זרם באלקטרומגנט, נוצר שינוי זרם בסלילים העוטפים אותו. שינוי זה גורר יצירת קטבים מגנטיים הנדחים ע"י המגנט הקבוע וכך נוצרת תנועה סיבובית. עלינו לדאוג לשינוי קוטביות הזרם באופן קבוע כאשר הציר מתהפך כדי ליצור תנועה סיבובית מתמשכת.

#### **שימוש במנוע החשמלי כמשאבה:**

ציר המנוע מחובר לכפות שדוחפות מים אל מחוץ למיכל. פעולה זו יוצרת לחץ גדול יותר מלחץ הסביבה בתוך המיכל. לפי עקרון כלים שלובים שלפיו דברים שואפים להשתוות, עוד ועוד מים נשאבים החוצה בדרכם לנסות להשוות את הפרש הלחצים.



### 9.5 דוחפי זרם L293D:

תפקיד דוחפי הזרם הוא לשמש כמגבר לאות המוצא של המעבד. המעבד אינו מסוגל להפעיל את הממסרים ישירות לכן, אנו משתמשים בדוחפים אלה כדי לספק את דרישות הממסרים.

לרכיב זה יש 4 כניסות ויצאות:

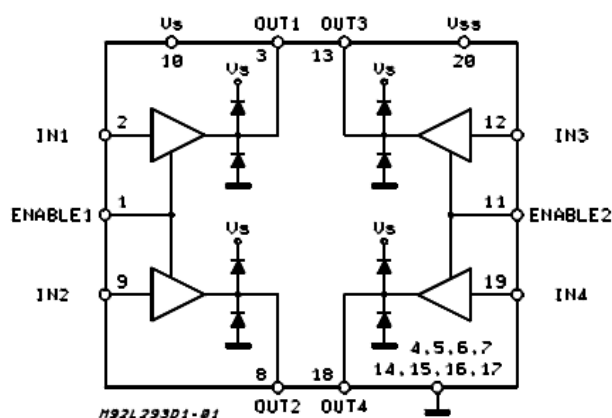
- **רגליים 2,7,10,15** - משמשות ככניסות (מחוברות למעבד).
- **רגליים 3,6,11,14** - משמשות כציאות (מחוברות לממסרים).

**רגליים 1,9 – רגלי אפסור למוצאים ולמבואות.**

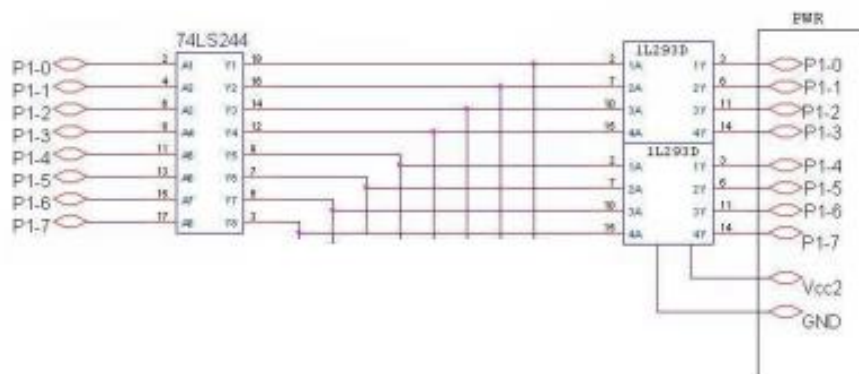
**רגליים 4,5,12,13 – אדמה משותפת לכל ארבעת המגברים.**

**רגל 16 – מתח הזנה 5V לפעולת הרכיב.**

כידוע מגברים זקוקים למתחי הזנה לצורך הגברת האות. מתחים אלה מגיעים מספק חיצוני המחובר לרכיב, בנוסף למתחי ההזנה המשמשים לפעולת הרכיב. ספק זה מחובר ברגל 8 (VS).



## אופן חיבור הדוחפים:

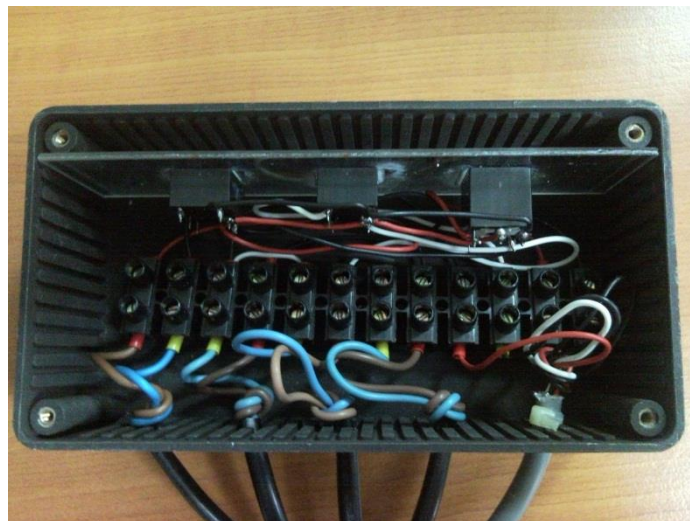


## 9.6 ממסרים 5V/240V SPDT

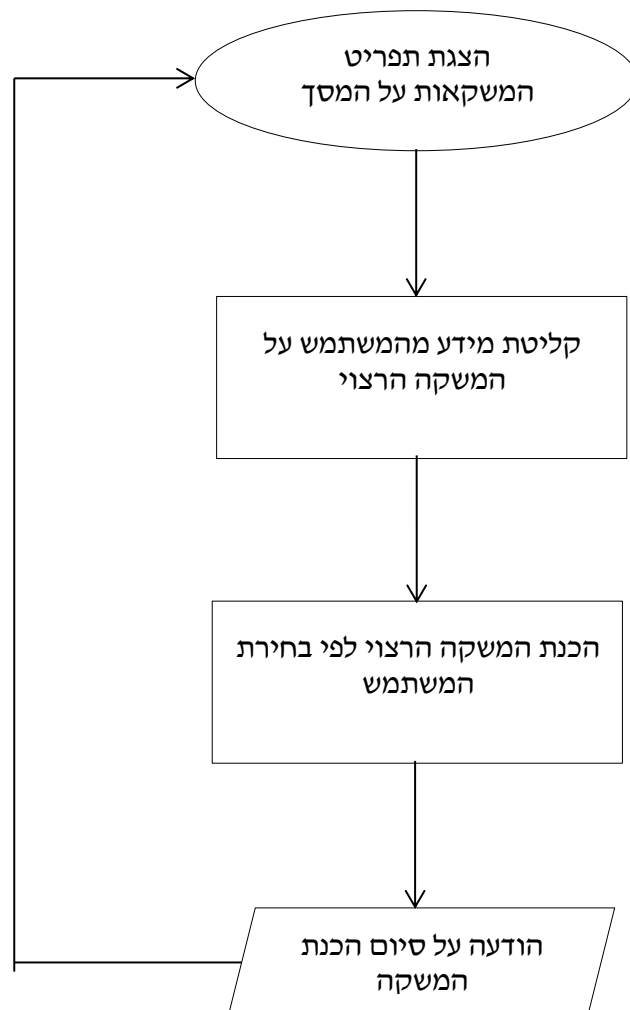
תפקיד הממסרים הוא למתג את מתח הרשת 220V. המשאבות המחוברות לפרוייקט פעולות על מתח הרשת, ולכן יש למתג מתח זה כדי לשלוט עליהם. הממסרים מאפשרים לעשות פעולה זו בצורה פשוטה ללא רכיבי TRIAC וכו'.

הממסרים הם רכיב פשוט המורכב מאלקטרומגנט ומתג. במצב הרגיל המתג מחובר למתח הרשת ונמצא במצב Normally Close. כאשר הממסר מקבל '1' לוגי, נוצר סביב האלקטרומגנט שדה מגנטי הדוחה את המתג למצב Normally Open, ומתח הרשת מועבר אל המשאבות. כאשר הממסר מקבל '0' לוגי, השדה המגנטי סביב האלקטרומגנט נעלם, והמתג חוזר למצבו הרגיל Normally Close.

יש לשים לב כי אנו עושים מיתוג של מתח הרשת העלול לגרום להתחשמלות. לכן, הממסרים נמצאים בקופסא סגורה. אין לפתוח קופסא זו בזמן פעולת המכשיר.



## 10.1 תרשים זרימה:





## **10.2 תוכנית בשפת C:**

הדפים מצורפים.

## **11. ביבליוגרפיה:**

1. וילי רוזנבלום "אלקטרוניקה תעשייתית" הוצאת אורט ישראל 1986.
2. נחום א. "יסודות הבקר הזעיר" הוצאת אס.אי.אס תל אביב 1987.
3. רוני גרשוני "משפחת המיקרו מעבדים 8051-חומרה תוכנה ופרוייקטים" 2011.
4. שימוש באינטרנט.