



פרוייקט גמר

למילוי חלקי של הדרישות לקבלת התואר
הנדסאי אלקטרוניקה ומחשבים
בהתמחות: מערכות אלקטרוניות

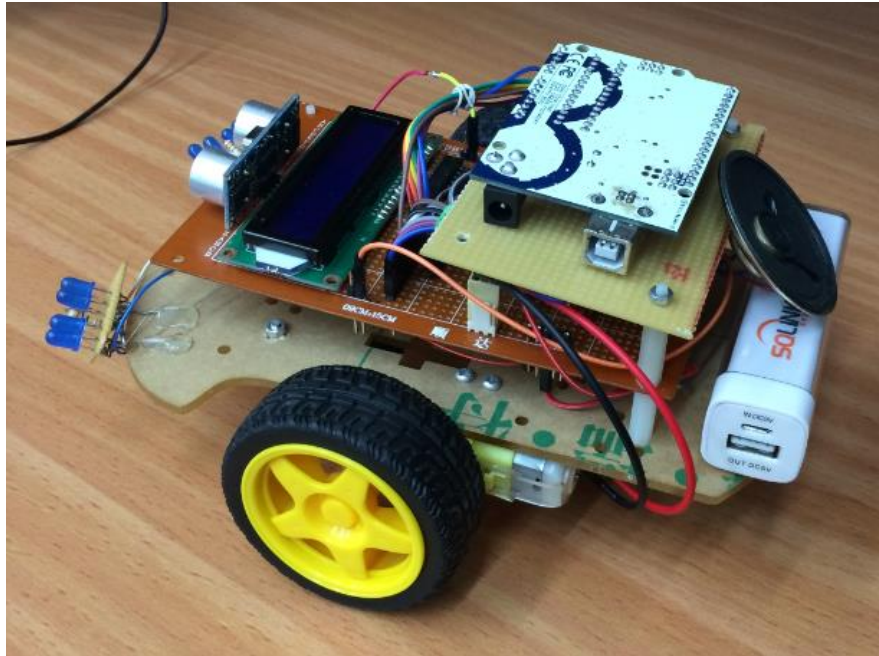
שם הסטודנט : עדן קנטור

שם המנחה : ענת אלבלינג

שם הפרוייקט : רובוט ממונע המופעל ע"י פלאפון אלחוטי

שנת לימוד : תשע"ז - 2017

מבוא



ככה תגיע אליכם הפיצה בעתיד

דומינו'ס בנתה רכב רובוטי שמביא את הפיצה ללקוח בלי שליח ואפילו שומר עליה חמה בדרך (מאתר mako)

בחרתי בפרויקט זה כי מאז ומתמיד עניין וסיקרן אותי תחום הרובוטיקה. מהו בעצם הרובוט? רובוט הוא מכונה אוטומטית בעלת יכולת תנועה הנשלטת על ידי בקר ממוחשב.

הפרויקט המוצג הינו כלי רכב ממנוע המופעל ע"י תקשורת בלוטוס בעזרת טלפון סלולארי וכולל בתוכו את הרכיבים : חיישן מרחק אולטרה סוני, משדר מקלט hc-05 Bluetooth , רמקול, 2 דוחפי זרם L293D, מערכת תצוגת LCD, מערכת איתות הבנויה מלדים וחוצץ 74ls245.

בפרוייקט השתמשתי במיקרו בקר הנמצא במערכת פיתוח מסוג ארדואינו אנו, משמש לפקח על כל תהליכי הפרוייקט.

הרובוט ינוע קדימה ואחורה ימינה ושמאלה בהתאם להוראות שישלחו לו דרך אפליקציה בטלפון הסלולארי. בעת נסיעה אחורה לרובוט יש חיישן מרחק אולטרה סוני אשר בעזרתו הרובוט יעצור 10 סנטימטרים לפני עצם כלשהו ותיווצר התראה קולית משתנה באמצעות רמקול. המרחק מהחפץ יופיע ביחידות סנטימטרים על גבי לוח תצוגת lcd.

תודות

ברצוני להודות למנחה ענת ולמנחה יגאל אשר ליוו אותי במהלך הפרויקט. ענת ויגאל כאחד גרמו לי לבחור בדרך הקשה שמשמעותה היא- להתאמץ, לנסות להתמודד עם דברים בעצמי ורק לאחר שהם בטוחים שעשיתי כל שביכולתי הם נכנסו לתמונה ותרמו לי מהידע והיצירתיות שלהם.

התחום של בניית פרויקטים זהו תחום אשר טיפה חששתי ממנו, אך צעד אחרי צעד בדרך איטית ובטוחה יגאל וענת תרמו להעלאת הבטחון שלי בתחום הזה וגרמו לי להבין שזה לא כל כך נורא ואף יותר מזאת גרמו לי ליהנות מבניית הפרויקט.

thank you!

תוכן עניינים

רשימת איורים.....	עמוד 7.
רשימת טבלאות.....	עמוד 7.
סכימת מלבנים.....	עמוד 8.
הסבר תרשים מלבנים.....	עמוד 9.
תרשים חשמלי.....	עמוד 10.
תרשים חשמלי לדים רובוט.....	עמוד 11.
Arduino uno.....	עמוד 12.
מערכת ההנעה.....	עמוד 16.
מנוע dc.....	עמוד 16.
L293d motor driver.....	עמוד 19.
רוחב פולס pwm.....	עמוד 21.
LCD תצוגת.....	עמוד 24.
חיישן מרחק us.....	עמוד 30.
חוצץ 74ls245.....	עמוד 33.
Bluetooth hc-06.....	עמוד 36.
מגבר שמע lm 386.....	עמוד 39.
תרשים זרימה.....	עמוד 41.
תוכנה.....	עמוד 44.
מידדות.....	עמוד 47.
מהלך יצירת הפרויקט.....	עמוד 49.
הוראות הפעלה.....	עמוד 52.
איתור תקלות.....	עמוד 53.

סיכום.....	עמוד 55.
רשימת רכיבים.....	עמוד 56.
ביבליוגרפיה.....	עמוד 57.
נספחים.....	עמוד 58.

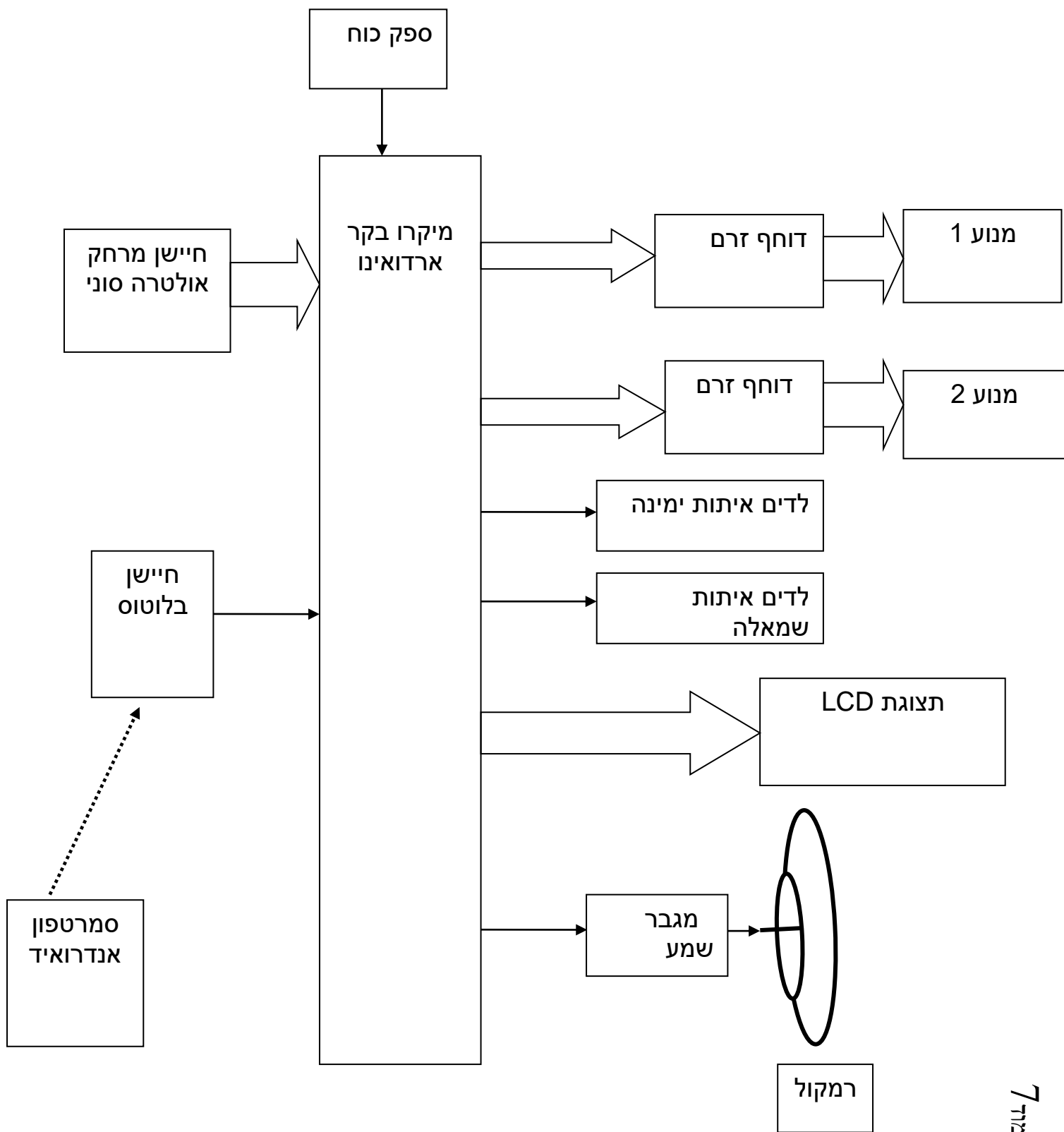
רשימת איורים:

מספר איור	שם	מספר עמוד
1	תרשים חשמלי	10
1	תרשים חשמלי לדים	11
2	תמונה של ה-arduino uno	12
3	כרטיס הארדואינו אוננו עם הסברים	13
4	מבנה המנוע	17
5	רכיבי הפנים של המנוע	17
6	מבנה הרכיב l293d	19
7	סכימה חשמלית של high bridge	20
8	אופן אפנון רוחב הפולס	22
9	lcd	24
10	רגלי ה-lcd	26
11	חיישן מרחק us	30
12	חיבור רגליים של hc-sr04	32
13	מעגל הלוגי של הרכיב 74ls245	33
14	רגלי ההדקים של הרכיב 74ls245	34
15	Bluetooth	36
16	דוגמא למבנה תקשורת UART	37
17	תיאור חיבור מגבר השמע	39

רשימת טבלאות:

מספר איור	שם	מספר עמוד
1	סיכום אופן פעולת קווי בקרת המנוע לקביעת כיוון הסיבוב	20
2	טבלת רגלי ה-LCD	26
3	טבלת האמת של החוצץ הדו כיווני	34
4	טבלת פירוט מספר הדקים בתוכנית	42

סכימת מערכת מכשירים



הסבר תחשיבים מלבנים

מערכת ארדואינו אונו: מערכת המיקרו-בקר היא מערכת המאפשרת פיקוח על תהליכים נדרשים, ביצוע תהליכים חישוביים, עיבוד ושמירת מידע. המערכת מבוססת על מיקרו-בקר שבנוי בארכיטקטורה AVR ומיוצר על ידי חברת atmel.

תצוגת lcd: באמצעות התצוגה ניתן להציג תוצאות מדידת מרחק.

חיישן מרחק אולטרה סוני: חיישן המודד מרחק על פי עיקרון שליחת אות אולטרה סוני ומדידת הזמן עד החזרת ההד. (מתוך ידיעת הזמן ומהירות הקול ניתן לחשב את המרחק)

דוחפי זרם L293D: הגברת זרם עבור שימוש התקנים חיצוניים.

מגבר שמע: מגבר שמע בנוי מרכיב lm386 ותפקידו להפיק צליל בהתאם למרחק הרובוט מעצם כלשהו. (צליל מהיר יותר ככל שהמרחק מהעצם קטן יותר) הצליל מופק מהרמקול.

משדר מקלט בלוטוס hc-05: מקלט המקבל נתונים מהפלאפון הנייד בצורה אלחוטית ומעביר את המידע בצורה טורית.

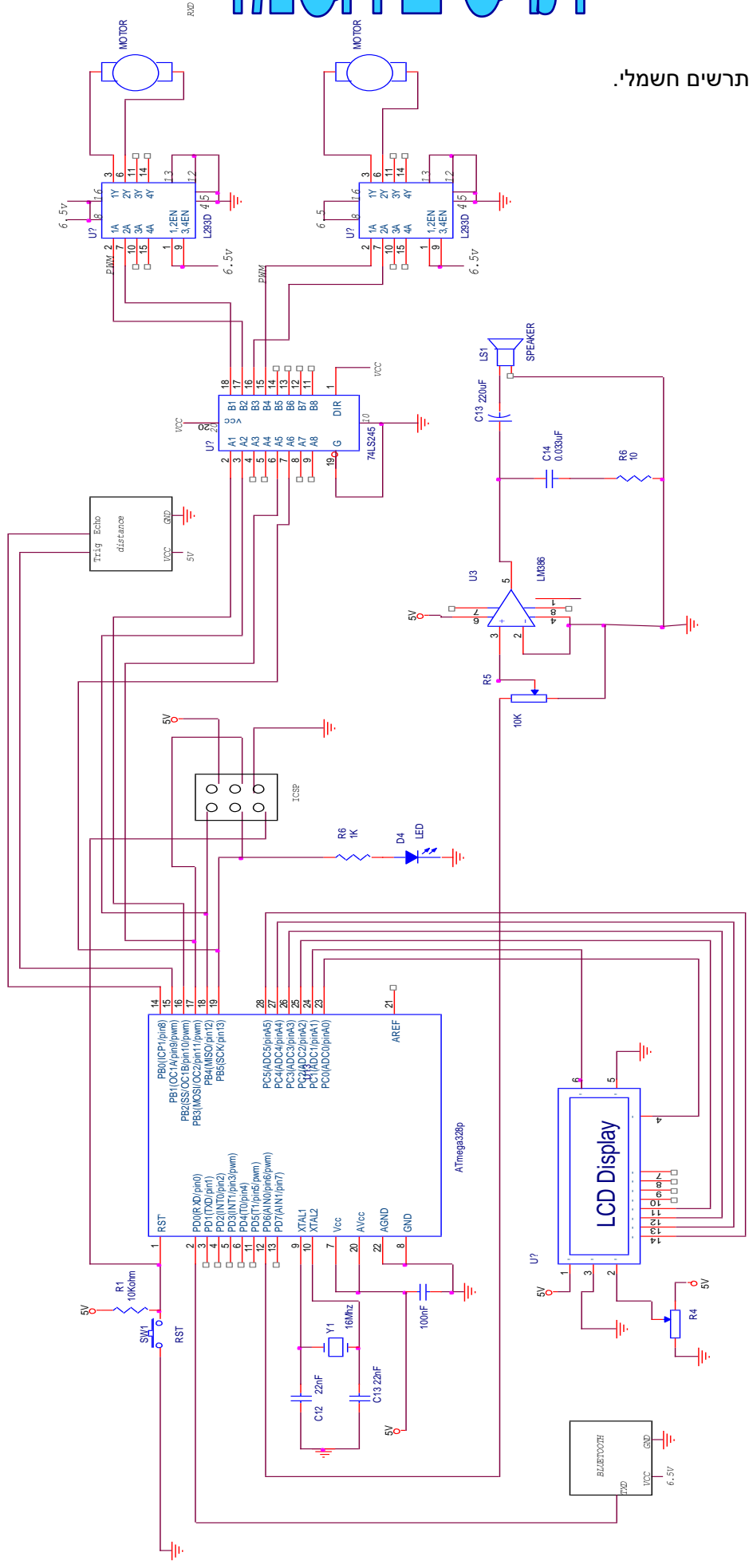
מנועי dc: זהו רכיב אשר ממיר אנרגיה חשמלית לאנרגיה מכנית סיבובית, דבר המאפשר את תזוזת הרכב בעזרת מקור אנרגיה חשמלית, בפרויקט שלי למשל בעזרת 2 מנועי dc מתאפשרת תזוזה של רכב.

לדים: משמשים כמערכת מאותתים כמו ברכב אמיתי, כלומר משמשים כמערכת היבהוב לכיוון הרצוי.

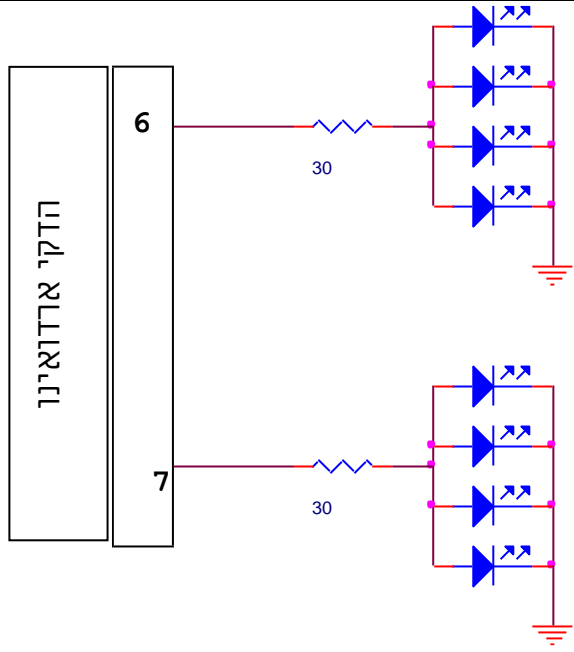
ספק כוח: ספק כוח חיצוני המחובר לבקר ארדואינו המהווה מקור לאנרגיה חשמלית.

תוכנית חשמל

איור 1: תרשים חשמלי.

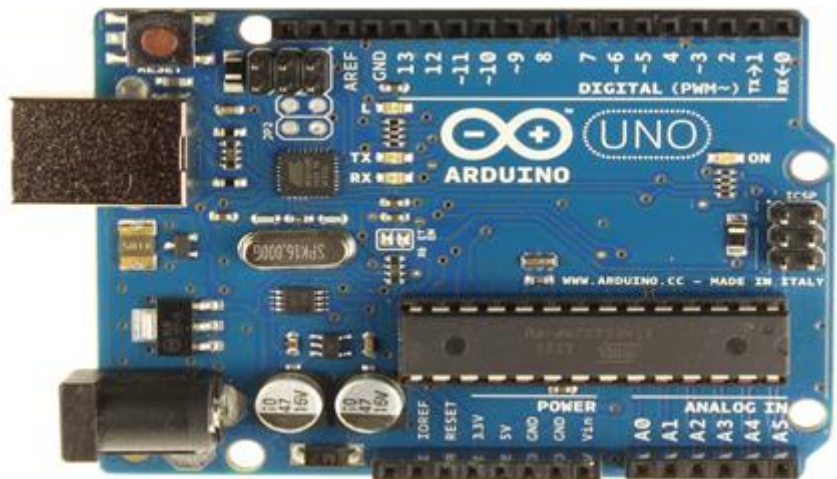


תרשים חשמלי לדיום לרובוט



arduino uno

ארדואינו הוא מערכת פיתוח עם סביבת קוד פתוח, אשר מטרתה ליצור סביבה נוחה וזולה לפיתוח פרויקטים המשלבים תוכנה עם רכיבי אלקטרוניקה. היא מיועדת לאמנים, מתכננים, בעלי תחביבים ולכל אחד המתעניין ביצירת אובייקטים אינטראקטיביים וסביבתיים. "פלטפורמת אב טיפוס" הוא שם כולל לכרטיס אלקטרוניקה - לוח פיתוח בו יש מיקרו בקר ומערכת המשלבת תוכנה וחומרה - IDE (Integrated Development Environment). היתרון בסביבת קוד פתוח של מערכת הארדואינו הוא שישנו קהילת משתמשים גדולה ומדריכים מקוונים המסייעים להשתלב בתחום הפיתוח המשלב חומרה ותוכנה. קיים מבחר גדול של לוחות כרטיסי פיתוח מסדרת AVR של חברת ATMEGA (יש למעלה מ-20 כרטיסים שונים מסוגים שונים ומדגמים שונים בכל סוג). הלוח היותר נפוץ ושימושי למתחילים נקרא Arduino Uno.



איור מספר 2: תמונה של ה-arduino uno.

הארדואינו הינו מוצר פיזי – לוח אלקטרוניקה אשר ממנו ניתן להתחבר עם מחשב אישי. ללוח הפיתוח של הארדואינו ניתן לחבר רכיבי קלט (למשל בפרוייקט שלי ישנו חיישן מרחק ובלוטוס) ורכיבי פלט (לדים, תצוגת LCD, מנועים, רמקול, דוחפי זרם למנועים ומגבר שמע) ובעזרת סביבת הפיתוח בונים יישומים ופרוייקטים מגוונים.

מערכת הפיתוח של הארדואינו משתמשת במיקרו-בקר בן 8 סיביות מסדרת AVR של חברת ATMEGA, המעבד נקרא ATMEGA328.

AVR - הוא ראשי תיבות של: Alf (Egil Bogen) and Vegard (Wollan)'s RISC processor - modified Harvard architecture - ארכיטקטורת הרווארד מותאמת - שבה התכנית והנתונים מאוחסנים בשני אזורי זיכרון פיזיים שונים, במרחבי כתובות שונים, אבל יש להם יכולת לקרוא נתונים מזיכרון התכנית עם הוראות קריאה ספציפיות.

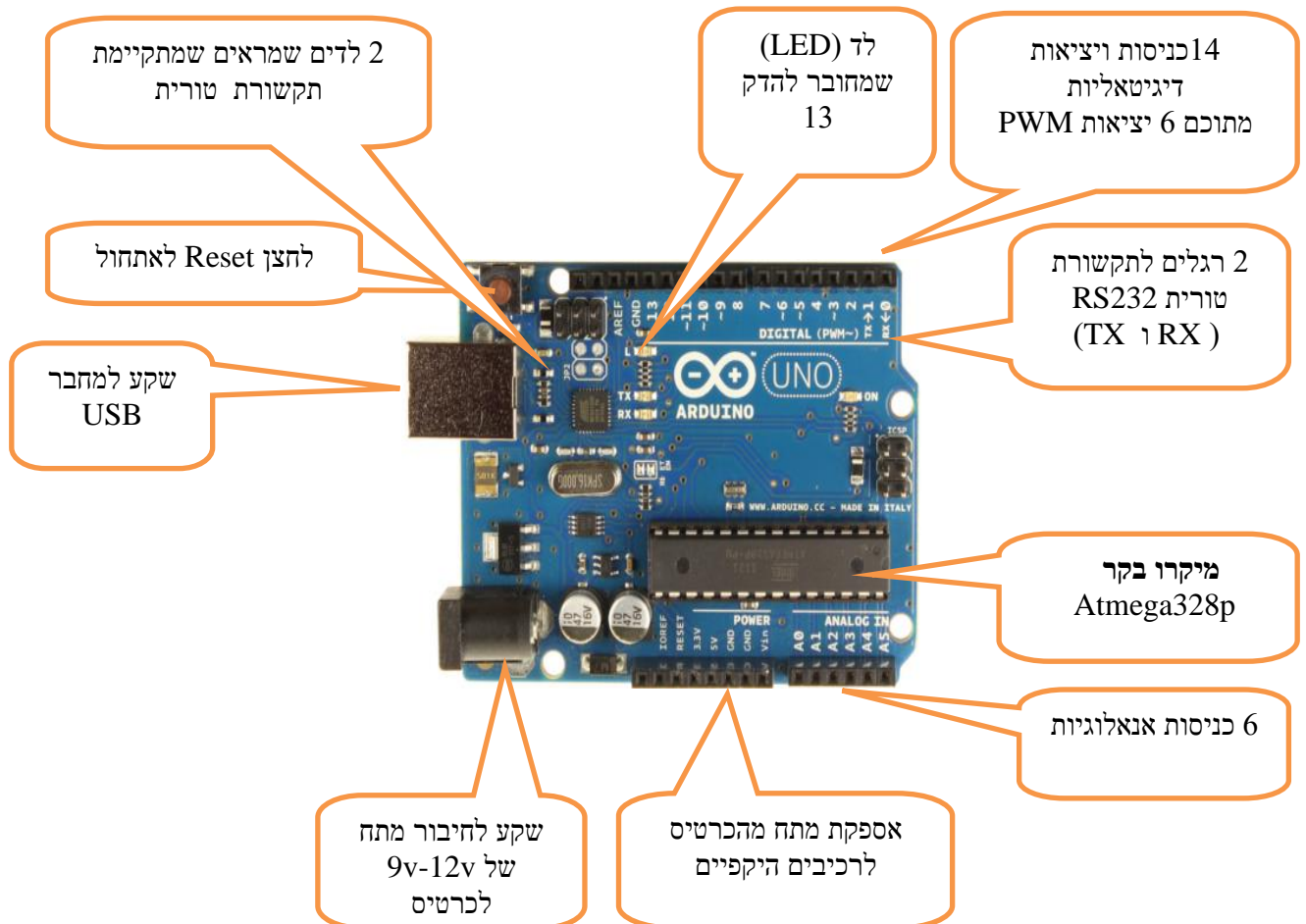
ארכיטקטורת הרווארד משתמשת במושג RISC - Reduced Instructions Set Computer - מחשב עם סט פקודות מופחת, כך שיחידת הפענוח של הפקודות קטנה יותר ומהירות העבודה גדולה יותר.

אין הכוונה שסט הפקודות הוא בהכרח קטן, אלא שסט הפקודות שהמעבד תומך בו הוא כזה שהמהדר (Compiler - תפקידו לתרגם בין שפת מחשב לשפת מכונה) אכן משתמש בהן בפועל.

פקודות שבהן לא משתמש המהדר, או כאלו שמשמש בהן מעט מאד לא ימומשו בחומרה ובמקומן ייעשה שימוש בשגרות תוכנה.

ערכת הארדואינו אונו

איור מספר 3: כרטיס הארדואינו אונו עם הסברים.



תפקידי ההדקים בארדואינו אונו

- 2 הדקים טוריים - הדקים 0 (RX) ו-1 (TX). משמשים לקליטה ושידור טוריים (ברמות מתח של 5v או 3.3v). 2 הדקים אלו מחוברים לרכיב ATmega8U2 שהוא רכיב תקשורת טורית להעברה מ USB ל- TTL ולהפך.
- הדקי פסיקות חיצוניות - הדקים 2 ו 3. הדקים אלו יכולים לתכנת להפעלת פסיקה ברמה נמוכה ('0'), בעליה (מ 0 ל 1), בירידה מ 1 ל 0 או שינוי ברמת המתח. כאשר רוצים שהדקים אלו ישמשו לפסיקה נעזרים בפונקציה (attachInterrupt).
- Pulse Width Modulation - PWM - אפנון רוחב דופק. 6 הדקים אלו הם 3, 5, 6, 9, 10, 11. כאשר נרצה להשתמש בהדקים אלו ב PWM נעזר בפונקציה (analogWrite().
- Serial Peripheral Interface - SPI - תקשורת טורית מקבילית. הדק 10 (SS - Slave Select), 11 (Master Out Slave In - MOSI), 12 (MISO - Master In Slave Out), 13 (Serial Clock - SCK). כאשר נרצה להשתמש בהדקים אלו בתקשורת טורית SPI נעזר בספריה SPI library.

5. LED – 13 . בערכה יש לד המתחבר להדק 13 (שהוא הדק פיזי מספר 19). כאשר נוציא להדק זה – נרשום - HIGH (או '1') יצא כ- 5 וולט בהדק והלד דולק. אם נרשום LOW (או '0') יצא להדק כ- 0 וולט והלד יכבה.
6. לארדואינו אונו 6 כניסות אנאלוגיות המסומנות A0 עד A5 כשמכל כניסה ניתן לקבל רזולוציה של 10 ביט (1024 ערכים שונים). ברירת המחדל היא מדידה בין 0 ל 5 וולט. ניתן לשנות את הגבול העליון של התחום בעזרת שימוש בהדק AREF ובפונקציה () analogReference . בנוסף לכך למספר הדקים אנאלוגיים אלו יש אפשרות תפקוד נוסף.
7. Two Wire Interface - TWI – ממשק שני חוט (שנקרא גם I2C). הדק A4 יכול להיות הדק SDA -Serial Data – נתון טורי והדק A5 יכול להיות הדק SCL – Serial Clock – שעון טורי. תקשורת זו נתמכת על ידי הספרייה Wire library.

סקירת לוחות פיתוח שונים:

קרטריין	ארדואינו NANO	ארדואינו UNO	ארדואינו MEGA
מספר הדקים	דיגטליות: 14 יציאות/כניסות, מתוכם 6 מהיציאות הן משמשות יציאות PWM. אנלוגיות: 8 יציאות.	דיגטליות: 14 יציאות/כניסות, מתוכם 6 מהיציאות הן משמשות יציאות PWM. אנלוגיות: 6 כניסות.	דיגטליות: 54 יציאות/כניסות, מתוכם 15 מהיציאות הן משמשות יציאות PWM. אנלוגיות: 16 כניסות.
גודל זיכרון	Clock speed -16MHZ, SPAM-2KB, EEPROM – 1KB	Clock speed -16MHZ, SPAM-2KB, EEPROM – 1KB	Clock speed -16MHZ, SPAM-8KB, EEPROM – 4KB
מספר UART	1 כלומר זוג המורכב מהדק RX והדק TX.	1 כלומר זוג המורכב מהדק RX והדק TX.	4 כלומר 4 זוגות המורכבים מהדק RX והדק TX.
מספר ממשקי I2C	1 כלומר זוג המורכב מהדקי SDA ו- SCL.	1 כלומר זוג המורכב מהדקי SDA ו- SCL.	1 כלומר זוג המורכב מהדקי SDA ו- SCL.
מספר ממשקי SPI	1 כלומר זוג המורכב מהדקים 10 (SS), 11 (MOSI), 12(MISO), 13 (SCK)	1 כלומר זוג המורכב מהדקים 10 (SS), 11 (MOSI), 12(MISO), 13 (SCK)	1 כלומר זוג המורכב מהדקים 53 (SS), 51 (MOSI), 50(MISO), 52 (SCK)
גודל	אורך – 45 מ"מ. רוחב – 18 מ"מ. משקל – 5 גרם.	אורך – 68.6 מ"מ. רוחב – 53.4 מ"מ. משקל – 25 גרם.	אורך – 101.52 מ"מ. רוחב – 53.3 מ"מ. משקל – 37 גרם.

בחירת הארדואינו בפרוייקט

בחרתי בארדואינו UNO לפרוייקט וזאת מאחר שלפי הסקירה הוא הכי מתאים לפרוייקט בכך שעונה על כל הדרישות בו בצורה הכי יעילה (מספר ההדקים וגודל הזיכרון מתאימים וגודלו הפיזי מתאים ונוח למרכב על שילדת הפרוייקט).

המאפיינים העיקריים של ערכת ארדואינו אונו - Arduino uno

1. תדר גביש חיצוני 16MHZ.
2. מתח עבודה 5v- אם מחברים ליציאת USB במחשב או אספקת מתח מומלץ מספק/מטען בין 7 ל 9 וולט. (הגבולות בין 6 ל 20 וולט אך מומלץ לחבר מקסימום עד 12v על מנת לא לגרום להתחממות יתר).
3. כל הדק I/O יכול לספק או לקבל זרם של עד 40mA.
4. זיכרון תכנית (flash) בגודל 32K בתיים.
5. זיכרון נתונים (ram) בגודל 2K בתיים.
6. זיכרון נתונים נוסף מסוג EEPROM בגודל 1K בתיים.
7. 14 כניסות ויציאות דיגיטליות מתוכן 6 יציאות שיכולות לתת PWM (אפנון רוחב דופק).
8. 6 כניסות אנאלוגיות ברזולוציה של 10 סיביות.
9. ממשק תקשורת טורית מגוונת (rs232 , i2c , spi).
10. לארדואינו אונו יש שני מקורות פסיקה חיצוניים:
interrupt 0 - בהדק 2 (פסיקה מספר 0 מתחברת להדק דיגיטלי 2 - D2).
interrupt 1 - בהדק 3 (פסיקה מספר 1 מתחברת להדק דיגיטלי 3 - D3).

שימוש הארדואינו בפרוייקט:

להפעלת מנועי הרובוט:

- כל מנוע מחובר לשני רגליים, כאשר רגל אחת מסוגלת לספק את pwm ורגל שניה משמשת כרגל הקובעת את כיוון תנועת המנוע.
- מנוע אחד מחובר לרגליים: 10 (pwm) ו-12
- מנוע שני מחובר לרגליים: 11 (pwm) ו-13
- חיישן הבלוטוס מחובר לרגל 0 – רגל זו משמשת לקליטת מידע טורי.
- רגל 6,7 שישמו אותנו להפעלת הוינקרים של הרובוט.
- לארדואינו סיפקנו מתח חיצוני של 5v.

מערכת ההנעה

מערכת ההנעה מורכבת ממנועי DC ודרייבים למנועים I293d ומשתמשת בשיטת PWM הקובעת את אופן פועלת וויסות מהירות וכיוון המנועים.

מנועים:

המנועים החשמליים מוכרים לנו מחיי היום יום. כמעט כל תזוזה מכנית בבית מתבצעת על ידי מנוע חשמלי. לדוגמה: מאוורר התנור, המיקסר, במקרר שני מנועים (אחד במדחס השני במאוורר שבתוך המקרר ובתא ההקפאה), מייבש השער, במקדחה החשמלית, וכן הלאה. מנוע חשמלי היא מכונה חשמלית הממירה אנרגיה חשמלית לאנרגיה מכנית סיבובית.

סקירת סוגי מנוע שונים:

מנוע צעד:

מנוע צעד הוא מנוע חשמלי שמופעל באמצעות מספר קווים המקבלים צירופים בינאריים משתנים. הצירופים הדיגיטליים מתורגמים לתזוזה של ציר המנוע. הפולס הוא בעצם מתן מילה בינארית בהדקי המנוע המייצרים שדה מגנטי משתנה בתוך הסטטור ובכך מצליחים לסובב את הרוטור שעליו מגנט קבוע. כל סיבוב זקוק למספר נתון של פולסים, כל פולס שווה לצעד של המנוע, שהוא רק חלק מסיבוב שלם לכן מספר קבוע של הפולסים יגרום למנוע להסתובב באותו מספר של צעדים (עד לסיבוב שלם).

מנוע סרוו:

מנוע סרוו הוא מנוע DC הפועל בחוג סגור. שינוי מיקום ציר המנוע מושג על ידי מתן פולס מתח חיובי בהדק הבקרה לזמן מוגדר. בתהליך התנועה הסיבובית משתנה מיקום נגד משתנה המקושר לציר המנוע המשמש כחיישן מיקום סיבובי.

מנוע DC:

מנוע זרם ישיר הוא למעשה כריכה של חומר מוליך שזורם דרכה זרם חשמלי והיא מסתובבת בשדה מגנטי עקב הכוחות הפועלים עליה לפי כלל יד שמאל במקום שכוון הזרם הוא לתוך השדה הניצב, יפעל כוח בניצב למישור הכריכה כלפי מעלה ואילו במקום שהזרם יוצא מהשדה יפעל כוח דומה בכוון ניצב וכלפי מטה, מה שיוצר מומנט הגורם לסיבוב. בנוסף לכך קיים המחלק (Commutator), שתפקידו להחליף את קוטביות ההדקים בכל חצי סיבוב, בכדי שהסיבוב ימשיך להתבצע.

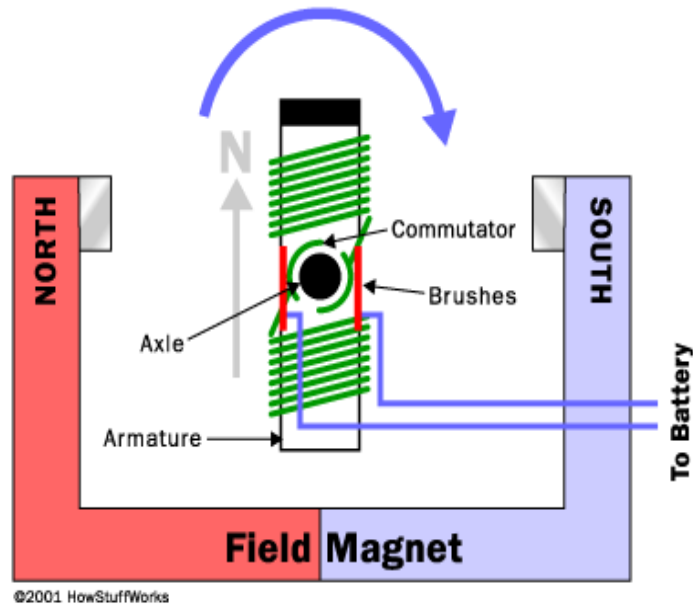
מנוע לזרם ישיר בנוי משני חלקים עיקריים:

1. סטטור: מערכת סלילים המלוכפים סביב ליבה המקובעת למקומה. הסטטור יכול להיות מורכב גם משני מגנטים רבי עוצמה. המגנטים מסודרים כך שקוטביהם (צפון ודרום) המופנים לכיוון הרוטור מנוגדים.

2. רוטור: ציר העובר בתוך הסטטור עליו נמצאים מגנטים. ציר זה חופשי להסתובב, כאשר זורם זרם חשמלי דרך הסלילים שברוטור, נוצר שדה מגנטי סביבם (דרך הליבה). שדה מגנטי זה מפעיל כוח על הציר העובר דרכו, וזה מסתובב עקב המומנט (כוח סיבובי).

מנוע לזרם ישר בנוי לפי התרשים הבא:

איור מספר 4: מבנה המנוע:



כל מנוע חשמלי כולל את החלקים הבאים:

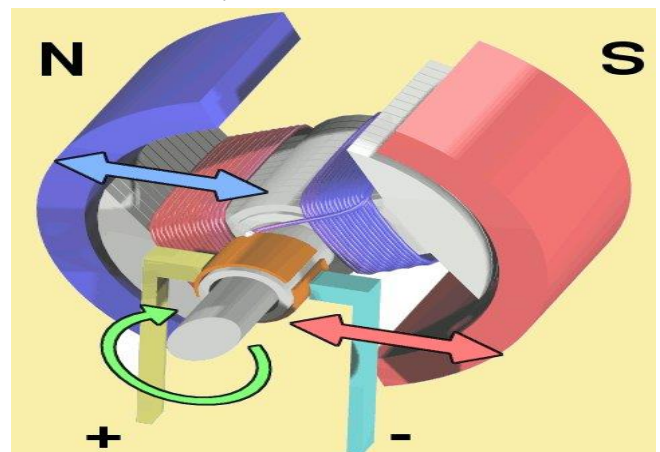
- א. הרוטור (Armature).
- ב. קומוטטור.
- ג. מברשות (Brushes).
- ד. ציר (Axle).
- ה. שדה מגנטי (Field Magnet).
- ו. אספקת מתח ממקור זרם ישר.

לפי איור 5 למערכת זוג קטבים מגנטיים (סטטור) המייצרים קווי שדה מגנטי היוצאים מקוטב צפון אל קוטב דרום. ניתן לייצר שדה מגנטי זה באמצעות –מגנטים קבועים או באמצעות מערכת סלילים נייחים.

בחלל בין המגנטים נמצא התקן סיבובי (רוטור) הכולל סלילים המחוברים למקור זרם באמצעות מחלף (קומוטטור) וזוג פחמים. מהירות הסיבוב תלויה בשדה המגנטי הנוצר בסטטור, במספר ליפופי הסטטור ובזרם המוזרם לסלילי הרוטור.

הזרם העובר בתוך סלילי הרוטור מכונן כך שסביב הסלילים המסתובבים ייוצר שדה אלקטרו-מגנטי בעל קוטביות משתנה בכל חצי מחזור.

איור מספר 5:רכיבי הפנים של המנוע.



מערכת הבקרה במנועי ה-DC עובד בחוג פתוח וזאת מכיוון שההנעה היא ישירה אין לו בקרה על המהירות והכיוון שבו הוא עובד למשל בפרוייקט כאשר הרובוט נוסע ישר הוא ימשיך כל הזמן עד שיתקע במכשול בדרך, רק כאשר יש התערבות חיצונית של האדם המסוגל לתקן את הרובוט מהמיקום שהוא נוסע אז המערכת תהיה בחוג סגור כי תקבל משוב תמידי מהאדם.

בחירת המנוע בפרוייקט:

לפרוייקט בחרתי במנוע DC (מנוע זרם ישר). מנוע זה שימושי לרכב ממנוע ועונה על כל הדרישות ליישום הפרוייקט (ישנם 2 גלגלים ברכב שלהם מתחברים שני מנועים הצריכים להסתובב במהירות ומספיק שינועו רק בשני כיוונים קדימה ואחורה) כך שמנוע DC עונה על דרישות אלה.

מנוע הצעד ומנוע הסרוו גם עשויים להתאים ואף בעלי בקרה טובה יותר (בעל תנועה מבוקרת) אך המנועים יקרים יותר ממנוע ה-DC. מכאן שהשיקול העיקרי בבחירת מנוע DC הוא יותר שיקול כספי, המנוע הוא הזול ביותר מבין האחרים ובנוסף כאשר רכשתי את הערכה של הרובוט המנועים היו כלולים יחד.

L293D Motor Driver:

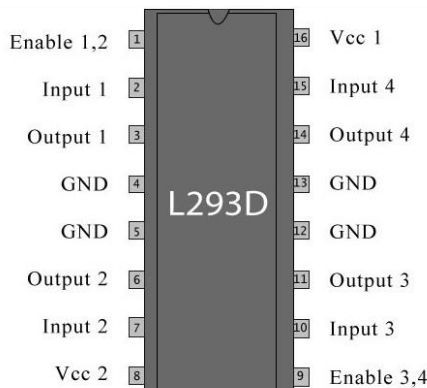
שימוש בדוחף הזרם הוא חיוני משום שלא ניתן לחבר ליציאות המיקרו-בקר את המנוע בגלל צריכת זרם גבוהה. המיקרו-בקר מסוגל להוציא זרמים בערכי מילי אמפרים (40mA מכל הדק) מנועי ה-DC בהם אנחנו משתמשים צורכים עד מאה מילי אמפר, ולכן יש להשתמש בדוחף זרם.

במערכת שלנו יש שימוש בדוחף זרם מסוג L293D אשר תפקידו לבקר את שני המנועים לפי דרישת המיקרו-בקר באותו הזמן ובנפרד (כלומר הפעלת 2 מנועים יחד או כל מנוע בנפרד לסרוגין), בנוסף ניתן לקבוע את כיוון הסיבוב של כל אחד מהמנועים, באופן בלתי תלוי בכיוון הסיבוב של המנוע האחר.

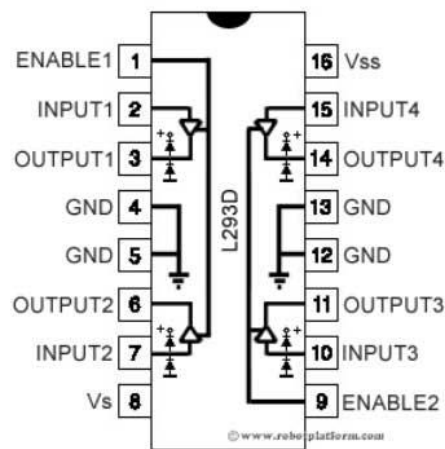
זרם ההתנעה מגיע עד 1.2A זרם זה מספיק להפעלת המנועים והוא בפרק זמן קצר בעוד שזרם העבודה קטן יותר מ 600mA.

מבנה הרכיב:

איור מספר 6: מבנה הרכיב L293d



ציור ב'



ציור א'

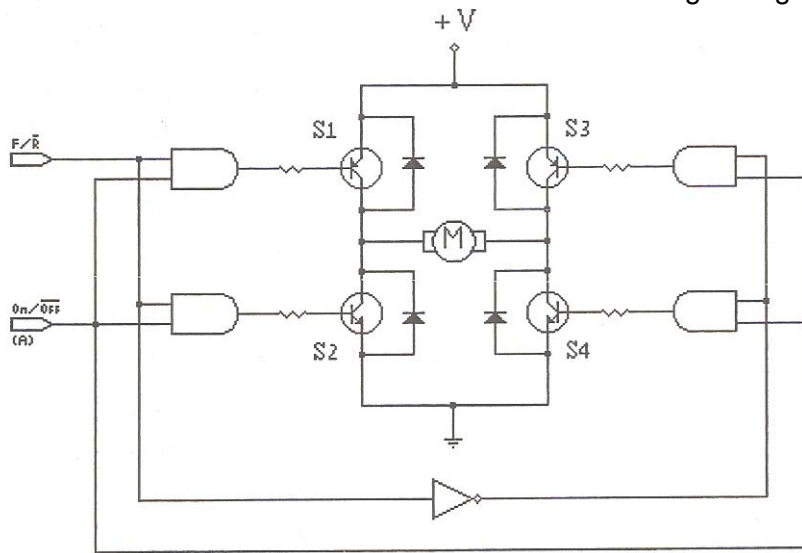
קיימות 2 רגלי אפשרור הפועלות ב'1' לוגי, כל רגל אפשרור מאפשרת זוג טרנזיסטורים וכל זוג טרנזיסטורים מפעיל מנוע אחד (בעזרת הפרש פוטנציאלים).

כאשר אנו רוצים להפעיל מנוע יש לשלוח '1' לוגי ברגל האפשרור המתאימה (לכן רגלי האפשרור בפרויקט מחוברים ל'1' באופן קבוע מכיוון שאנו משתמשים בשני המנועים) וכאשר נשלח '1' לוגי ב input המתאים יתקבל '1' לוגי ב output התואם לכניסה.

חשוב לציין שעל מנת שהמנוע יסתובב יש ליצור הפרש פוטנציאלים בין הנקודות שבהם המנוע מחובר (בפרויקט שלי 1 output ו- 2 output מחוברים למנוע מס' 1 ו- 3 output ו- 4 output מחוברים למנוע מס' 2).

למשל כאשר נשלח '1' להדק הכניסה ברגל 2 ו-'0' להדק הכניסה ברגל 7, המנוע מסתובב בכיוון אחד וכאשר נשלח לסרוגין '1' להדק הכניסה ברגל 7 ו-'0' להדק הכניסה ברגל 2, המנוע יסתובב בכיוון המנוגד.

דחיפת הזרם מתבצעת באמצעות טרנזיסטורים הנמצאים בתוך הרכיב אשר מאפשרים להגביר את הזרם בעזרת מתח מספק חיצוני של 5V וכך הזרם הנצרך ע"י המנוע אינו מגיע מהבקר.



המעגל באיור מתאר מעשה ארכיטקטורה פשוטה של מעגל בקרת מנועים. המעגל מורכב למעשה משני חלקים: חלק לוגי צירופי, H-BRIDGE. תחומי העבודה של הטרנזיסטורים במעגל זה הם תחומי הרוויה והקטעון, כך שהם משמשים כמתגים.

הטרנזיסטורים ב-H-BRIDGE משנים את תחומי העבודה שלהם באופן כזה שיפעיל את המתח על המנוע בקוטביות מסוימת, שתגרום למנוע להסתובב בכיוון אחד, או בקוטביות הפוכה, שתסובב את המנוע בכיוון ההפוך. לדוגמא, כאשר הטרנזיסטורים S1 ו-S4 באיור מצויים בתחום הרוויה, (ומשמשים מתגים סגורים) ואילו הטרנזיסטורים S2 ו-S3 מצויים בתחום הקטעון (ומשמשים כמתגים פתוחים), הזרם יעבור במנוע משמאל לימין כלומר המנוע יסתובב עם כיוון השעון.

כאשר הטרנזיסטורים S1 ו-S4 באיור בתחום הקטעון, והטרנזיסטורים S2 ו-S3 בתחום הרוויה, הזרם יעבור במנוע מימין לשמאל כלומר המנוע יסתובב נגד כיוון השעון. כאשר קצוות המנוע מקוצרות יחדיו כלומר הטרנזיסטורים S1 ו-S3 בתחום הרוויה והטרנזיסטורים S2 ו-S4 בתחום הקטעון או הפוך לסרוגין, במצב זה סיבוב המנוע יוצר מתח שמנסה לכפות על המנוע להפוך את כיוון הסיבוב. הדבר מביא לעצירה מהירה של המנוע. מצב זה נקרא בלימה.

אם כל הטרנזיסטורים בתחום הקטעון המנוע יסתובב בחופשיות, ללא בלימה עד לעצירה כתוצאה מכוחות החיכוך המשפיעים עליו.

טבלה מספר 1: סיכום אופן פעולת קווי בקרת המנוע לקביעת כיוון הסיבוב

מצב לוגי של קו האפשר	מצב לוגי של קו הכיוון	פעולת המנוע
1	1	סיבוב לכיוון אחד.
1	0	סיבוב לכיוון שני.
0	X	עצירת המנוע

הטרנזיסטורים S1 ו-S3 הם מסוג npn ואילו הטרנזיסטורים S2 ו-S4 הם מסוג pnp. למעגל הלוגי נכנסים שני קווי קלט: קו האפשר, וקו הכיוון. המעגל המורכב מ-4 שערי AND ושער NOT אחד, המספקים את פונקציית הבסיס לכל אחד מהטרנזיסטורים ב-h-bridge, כך שיפעלו בהתאם לטבלה שלמטה. כאשר קו האפשר במצב לוגי '0' הפלט ביציאה של כל שערי ה-AND יהיה '0' ולא יעבור זרם ב-h-bridge (משמע עצירת המנוע).

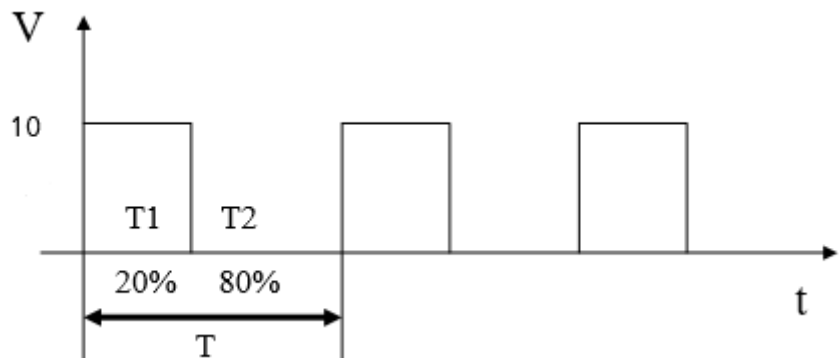
כאשר קו האפשרות במצב לוגי '1', זוג הטרנזיסטורים שימצאו בתחום הרוויה תלויים בערך המצוי בקו הכיוון (סיבוב המנוע לסרוגין).

אפנון רוחב פולס (pwm)

כדי לווסת את מהירות מנועי ה- dc ואת הכיוון בהם ינועו נדרש לייצר אות ספרתי שמתורגם ע"י הדרייברים לאות דיגיטלי.

השיטה שנבחרה לעשות זאת היא שיטת pwm – אפנון רוחב פולס. הרעיון בשיטה זו היא לשלוט על הרמה הלוגית לפרקי זמן מסויימים כך שהממוצע הוא זה שיקבע את מהירות המנוע.

כדי לייצר אות pwm מחוללים גל מרובע עם שתי דרגות חופש: זמן מחזור ו- $duty\ cycle$ ($duty\ cycle$), ורוצים לקבל מתח ממוצע שפועל על המנוע. האפנון מתבצע בצורה כזו כך שמהירות סיבוב המנוע הוא ביחס ישר ל- $duty\ cycle$ של הגל המרובע הנוצר עקב אפנון ה- pwm . לדוגמה לפי התרשים הבא:



V - מתח המסופק למנוע הבקר.

$T1$ (20%) – שליחת "1" למנוע

$T2$ (80%) שליחת "0" למנוע.

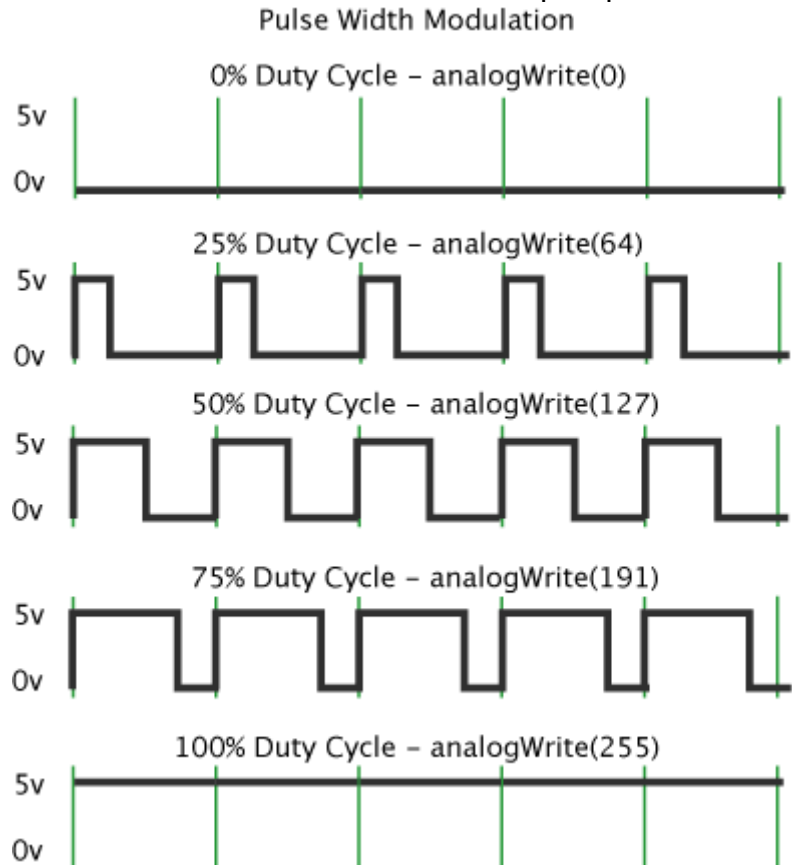
$duty\ cycle$ נמדד באחוזים, האחוזים מתארים את הזמן שבו האות הדיגיטלי חיובי ביחס לזמן הכולל של המחזור (לפי הנוסחה $D.C = t_{on} / (t_{on} + t_{off})$).

מזמן מחזור זה נקבל מתח ממוצע של $2V$ לפי הנוסחה: $V = V_{max} * D.C$ (מתח ממוצע) אם האות הדיגיטלי נמצא בחצי מהזמן בחלק החיובי וחצי השני נמצא ב-0 אפשר להגיד שהאות הדיגיטלי יש $duty\ cycle$ של 50% (שזה מדמה גל ריבועי אידאלי).

אם אחוז ה- $duty\ cycle$ גבוה יותר מ-50% האות הדיגיטלי נמצא יותר זמן ברמה גבוה (בחלק החיובי) מאשר ברמה נמוכה (על ציר ה-0) ולהפך אם ה- $duty\ cycle$ נמוך יותר מ-50% האות הדיגיטלי נמצא יותר זמן ברמה נמוכה מאשר ברמה גבוה.

האיור הבא ממחיש 5 תרחישים של אפנון PWM:

איור מספר 8: אופן אפנון רוחב הפולס:



duty cycle של 100% יהיה אותו דבר כמו לספק 5v קבוע ו-duty cycle של 0% יהיה אותו דבר כמו אדמה.

על ידי שפת תוכנה ניתן לשלוט על ה duty cycle של האות ועל ידי כך על מהירות המנוע המחובר לרגלי PWM המתאימים.

סביבת העבודה של הארדואינו מכילה פקודה שלפיה נקבע את ה- `pwm`.

`analogWrite(11, 0-255);`

בפקודה זו לדוגמא –נשלח לרגל 11 (רגל PWM) נתון מספרי שני בין 0 ל-255, הקובע את ה- duty cycle של האות הריבועי ומשפיע על עוצמת המהירות למנועים.

לפי האיור ניתן לראות שקביעת רוחב הפולס נעשת כאשר נשלח `analogWrite(11,255)` נבקש 100% מה- d.c כך שנקבל את המהירות המקסימלית למנועים.

אם נשלח `analogWrite(11,127)` נבקש 50% מה duty cycle כך שנקבל שמהירות המנועים תרד בחצי. מכאן שרוחב הפולס נקבע לפי הנתון המספרי שנשלח לו.

התדרים האופייניים במערכת הארדואינו הם:

- התדר הבסיסי של ההדקים 3, 9, 10 ו-11 הוא 31250Hz.

- התדר הבסיסי של הדקים 5 ו-6 הוא 62500Hz.

כאשר משתמשים בפונקציה `analogWrite` תדרי העבודה משתנים (ישנו מספר מחלק פנימי נתון שמחלק את התדר הבסיסי בכל הדק כך שמקבלים תדרי עבודה קטנים יותר).

- תדר העבודה של ההדקים 3, 9, 10 ו-11 הופכים ל- 490Hz.

- התדר העבודה של הדקים 5 ו-6 הופכים ל- 980Hz.

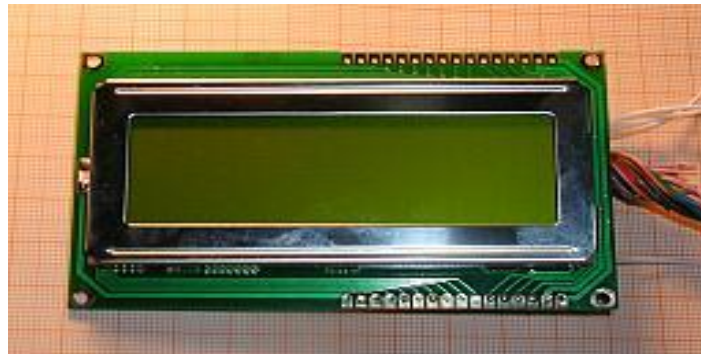
תדרי pwm בארדואינו מחולקים לקבוצות של הדקים כל קבוצה מוצמדת לtimer
האחראי על יצירת pwm.

שם הטיימר	גודל טיימר	חיבור הדקים
Timer 0	8 bit	הדקים 5 ו-6
Timer 1	16 bit	הדקים 9 ו-10
Timer 2	8 bit	הדקים 3 ו-11

אם נשנה את התדר בהדק אחד מכל קבוצה ההדק האחר מאותה קבוצה ישתנה גם
לאותו התדר.

תצוגות led

איור מספר 9: lcd



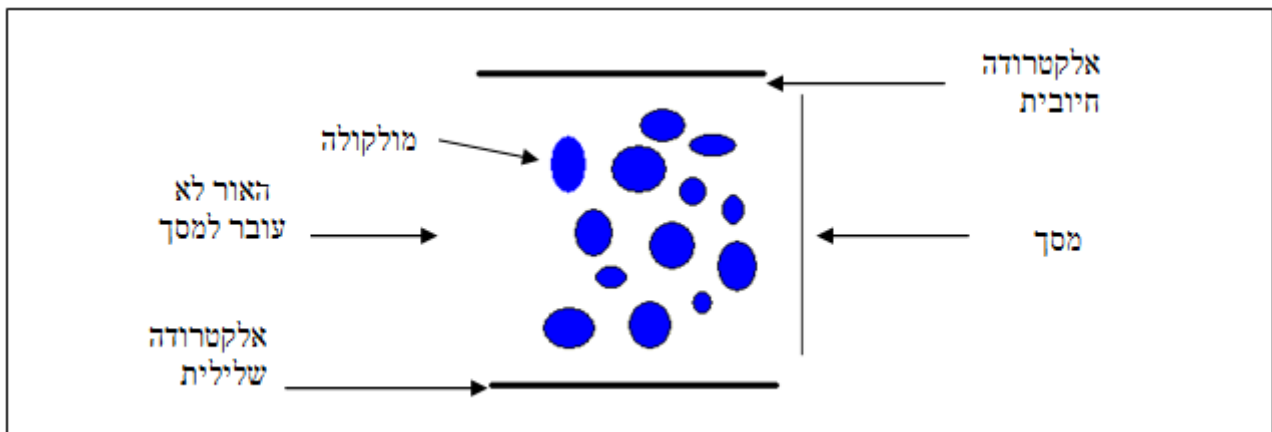
תפקיד התצוגה במערכת: התצוגה מופעלת רק כאשר הרובוט מתחיל בנסיעה אחורנית, תפקידה של התצוגה להציג את תוצאות מדידת המרחק מעצם מסוים בזמן הנסיעה לאחור.

עיקרון פעולת התצוגה:

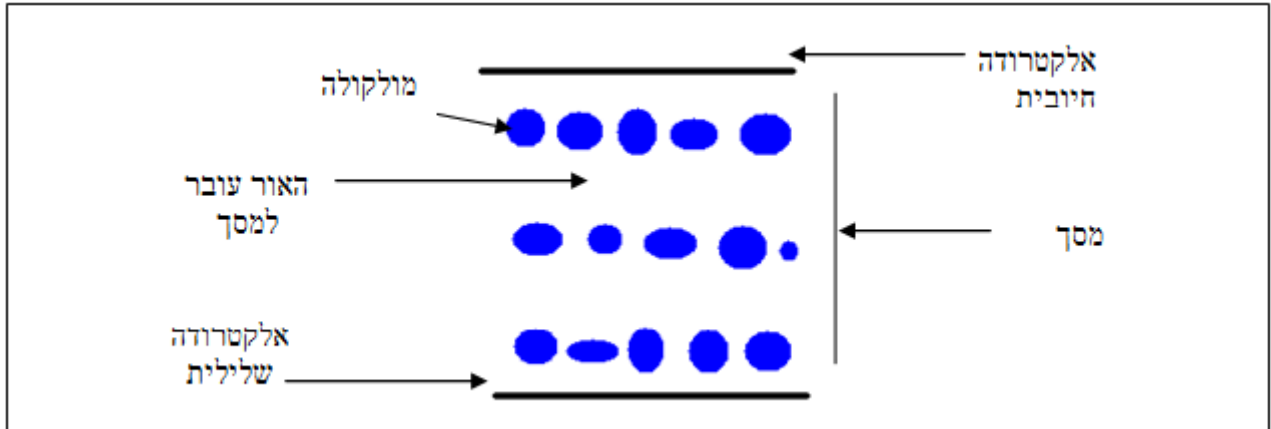
מבנה גביש נוזלי:

הגביש הנוזלי הוא תמיסה שבמצבה הרגיל המולקולות שלה מסודרות בצורה אקראית. הקרנת אור מצד אחד של התמיסה לכיוון הצד השני יגרום לקרני האור לפגוע במולקולות של הגביש ולחזור בחזרה ללא מעבר אל הצד השני של הגביש הנוזלי. לוח שנמצא בצד השני יישאר חשוך כי לא מגיעות אליו קרני אור.

תרשים במצב הרגיל:



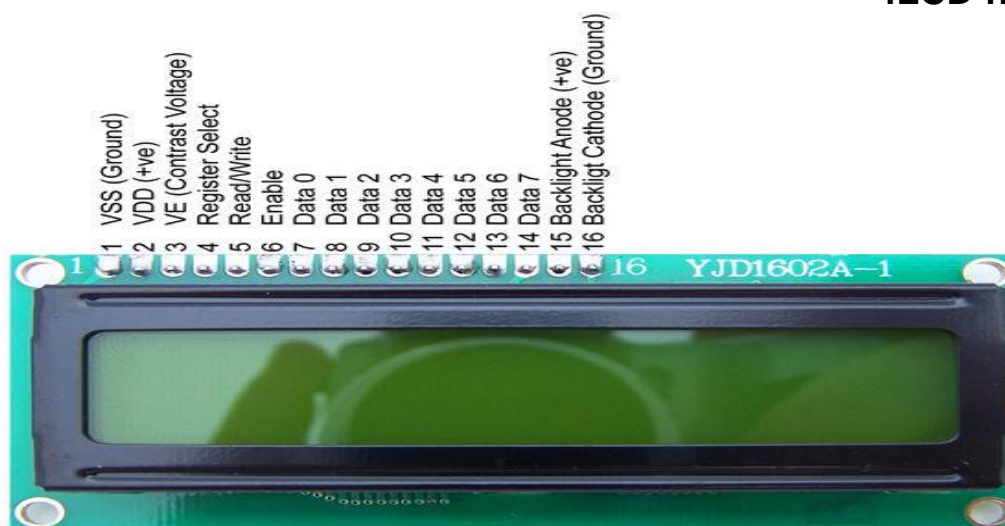
כאשר ניתן שדה חשמלי בין שני לוחות שביניהן נמצא הגביש הנוזלי, יסתדרו המולקולות של הגביש בצורה מאד מסודרת וחלק מקרני האור שמוקרנים בצד אחד – יעבור אל הצד השני של הגביש הנוזלי ויאיר את המסך שנמצא בצד זה.



באופן מעשי שמים את התמיסה של הגביש הנוזלי בין שני לוחות זכוכית. לוח זכוכית אחד מצופה בשכבת זהב דקיקה, והלוח השני בנוי מלוחות זהב דקיקים עד כדי שקיפות. מוליכי הזהב

מקשרים את רגלי היחידה אל לוחות הזהב הדקים. התכונה המיוחדת של התמיסה היא שכאשר מופיע שדה חשמלי, המולקולות מסתדרות בצורה גבישית, דבר הגורם לתמיסה להפוך לשקופה. כלומר אם נספק אל אחד הלוחות העליונים שדה חשמלי ביחס ללוח הזהב התחתון תהפוך התמיסה שמתחתיו לשקופה. אם יונח רקע צבעוני מתחתיו הוא יראה. ברגע שיופסק השדה החשמלי, תחזור התמיסה להיות אטומה והרקע יעלם.

רגלי ה-LCD:



איור מספר 10: רגלי ה-lcd

Vcc	Gnd	Vo	RS	R/W	E	D0-D7
-----	-----	----	----	-----	---	-------

טבלה 2: טבלת רגלי ה-LCD.

הסבר תפקידי ההדקים של תצוגת הlcd:

Vo - כניסה זו מאפשרת למתכנן המערכת להחליט על עוצמת הניגודיות בה תראה התצוגה.

כאשר '0' זהו עוצמת הניגודיות המירבית. מומלץ לחבר כניסה זו לנגד משתנה על מנת לכוון את עוצמת הניגודיות בצורה נוחה למסתכל.

GND - החיבור לאדמה, "0" של המערכת.

VCC - רגל המחוברת למתח הזנה של 5v.

DB0-DB7 - זהו פס נתונים של התצוגה ברוחב של 8 סיביות. תפקיד פס הנתונים הוא העברת נתונים או פקודות אל ה-LCD מהמיקרו בקר ולהיפך. כאשר RS=0 הם ישמשו כקווי בקרה וכאשר RS=1 הם ישמשו כקווי נתונים. קווים אלו מתחברים לקווי הנתונים הדיגיטלים של בקר הארדואינו (למשל ניתן לחבר לרגלי A0-A5 בבקר הארדואינו).

RS (Register Select) - בחירת רגיסטר. תפקיד כניסה זו ל-LCD הוא לנווט בין האוגרים הפנימיים בתוך התצוגה. בתוך תצוגת ה-LCD ישנם 2 אוגרים: אוגר ההוראות (Instruction Register) ואוגר נתונים (Data Register). כאשר מספקים לרגל זו '0' האוגר ישמש כאוגר ההוראות כגון: ניקוי תצוגה, הזזת סימן, הוראות אתחול וכדומה. כאשר נספק ברגל זו '1' אוגר זה ישמש כאוגר הנתונים, כלומר משמש לכתיבת תו (מספר, אות וכדומה).

R/W (Read/Write) - תפקיד רגל זו הוא לקבוע האם יכתבו או יקראו נתונים.

כאשר מספקים '1' לרגל זו המשתמש אומר לתצוגה שהוא רוצה לקרוא מה-LCD (למשל לקרוא Busy Flag כדי לבדוק אם התצוגה פנויה).
כאשר מספקים '0', יכתבו נתונים ל-LCD הוראה כלשהי או נתון.

E: רגל האפשר של התצוגה.
כאשר ברגל זו מתקבלת דרבון שלילי (ירידת שעון), ה-LCD קורא את הנתונים מקווי הנתונים. לפיכך, יש לעביר לתצוגה את הנתונים (ואת הרצוי על קווי הבקרה RS ו R/W) ורק לאחר מכן לתת דופק ירידה ברגל זו.

תכונות התצוגה:

1. צריכת הזרם של התצוגה נמוכה, סדר גודל של 1mA-3mA.
2. שתי שורות שבכל אחת מהן 16 תווים המורכבים ממטריצת נקודות 5*7.
3. התצוגה כוללת זיכרון ram של 80bytes*8bit.
4. התצוגה מתחברת למקור מתח יחיד.
5. מגוון הוראות הניתנות על ידי המערכת והידועות לה. הוראות אלה מתבצעות על ידי שליחת קוד ההוראה לתצוגה.

המבנה הפנימי של התצוגה:

ה-LCD כולל 2 אוגרים של 8 סיביות כל אחד:
האחד משמש כאוגר הוראות IR והשני משמש כאוגר נתונים DR.
האוגר IR (Instruction Register) - אוגר ההוראות, אוגר זה תפקידו לאחסן הוראות הקובעות את אופן הפעולה של התצוגה. הוראות אלה יכולות להיות: הזזת סמן, ניקוי התצוגה, כיבוי תצוגה, הדלקת התצוגה וכו'.
האוגר DR (Data Register) - אוגר נתון זמני לאחסון המידע הנכתב או הנקרא בתצוגה. המידע נכתב ל DR ועובר אוטומטית ל- DDRAM או ל- CGRAM בצורה פנימית.

בחירת האוגר מתבצעת על ידי רגל ה-RS.

מונה כתובות AC : (Address Counter)

בתוך ה-LCD ישנו מונה כתובות שתפקידו להצביע על הכתובת ב- DDRAM או ב CGRAM, שאליה שולחים נתון.
כאשר שולחים ל DDRAM (או ל CGRAM) נתון כלשהו – לכתובת שה AC מצביע עליה, ה AC עולה ב- 1 (או יורד ב 1 אם רוצים לכתוב מימין לשמאל) ובכך מתקדם לכתובת הבאה ולתו הבא בתצוגה.

דגל ה- BUSY :

מכיוון שהמיקרו בקר מהיר יחסית ל- LCD, יכולה להיווצר בעיה בה יתקיים מצב בו אנו מבקשים מהתצוגה להוציא תו מסוים ולאחר מכן תו אחר, כאשר התצוגה לא הספיקה עדיין לטפל בתו הראשון. במקרה כזה היא לא תטפל בתו השני. דבר דומה קורה כאשר הוצאנו פקודה לתצוגה ומיד אחריה הוצאנו פקודה או נתון חדשים. על מנת לטפל בבעיה זו יש

לתצוגה דגל המראה על מצב התצוגה, האם היא עסוקה או האם היא פנויה ועל ידי כך נוכל לוודא שאנחנו מוציאים את המידע לתצוגה. כאשר דגל זה עולה לאחד, זה מסמן שהמסך כעת נמצא בפעולה פנימית ורק כאשר דגל זה ירד לאפס, כלומר התצוגה סיימה כתיבת תו או ביצוע הוראה, נוכל לבצע את הפעולה הבאה.

זיכרון התצוגה:

זיכרון נתוני תצוגה (Display Data Ram –DDRAM) :

בתוך ה- LCD ישנו זיכרון מסוג RAM, המכיל נתונים שיוצגו בתצוגה והוא נקרא DDRAM. תפקידו לאחסן את הנתונים שהמשתמש מבקש לקרוא/לכתוב מהתצוגה או אל התצוגה. ה- DDRAM פועל בשיתוף פעולה עם ה- AC (המונה) ומאחסן נתונים לקריאה/כתיבה מהכתובת או אל הכתובת ש- AC מצביע עליה. בזיכרון זה 80 תווים של 8 ביטים כל תו. בתצוגה מוצגים באופן אוטומטי התווים הנמצאים בכתובות 0 עד 15 בשורה העליונה והתווים בכתובות 64 עד 79 בשורה התחתונה. (שאר הכתובות בזיכרון ה- DDRAM מתאימות לתצוגות גדולות יותר של 2 שורות בנות 20 תווים ועד 4 שורות של 20 תווים בכל שורה).

זיכרון קריאה בלבד מחולל תווים (Character Generator Rom – CGROM):

זיכרון קריאה בלבד זה ביחד עם מחולל התווים שבתוך אחד המעגלים המשולבים של התצוגה יכולים להציג 192 תווים שונים. 160 תווים של $7*5$ או 32 תווים של $5*10$ (במקרה זה לא נוכל להציג את כל התווים). המשתמש שולח לזיכרון ה- DDRAM את התווים (בקוד אסקי) אותם הוא רוצה להציג במסך. מחולל התווים יודע לקחת כל תו, לפנות לכתובות המתאימות בזיכרון ה- CGROM וליצור את התו בתצוגה. מחולל התווים מייצר אותיות בגודל של $7*5$ נקודות או $10*5$. כלומר בכל בית יש 3 סיביות שלא בשימוש.

זיכרון RAM מחולל תווים (Character Generator Ram – CGRAM):

זיכרון RAM זה ומחולל התווים מאפשר למשתמש לכתוב תווים - סימנים - חדשים שאינם נמצאים בזיכרון ה- CGROM. ניתן לתכנן 8 סימנים חדשים של $7*5$ או 4 סימנים של $10*5$. דוגמא לסימן חדש הוא התו מעלות צלסיוס.

חסרון ה- LCD :

- תצוגה זו תלויה במקור אור חיצוני, וצריך להיות בסביבת מקור אור כדי לראות את המידע המוצג. קיימות תצוגות גביש נוזלי הכוללות מקור אור פנימי.

מאפייני הרכיב:

- 2 שורות, בכל שורה 16 תווים.

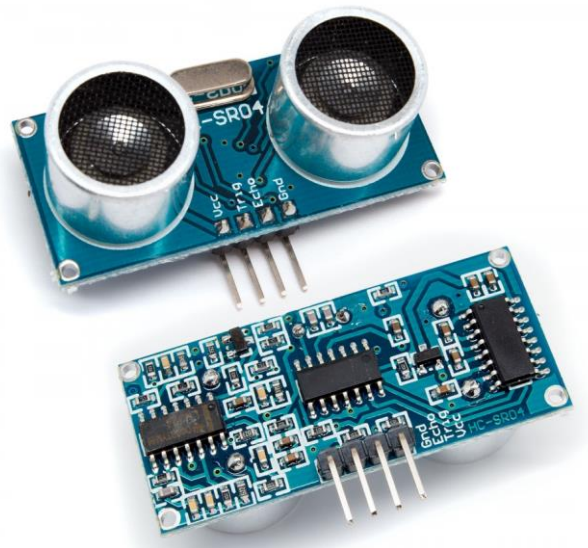
- מקור הזנה יחיד של 5v .
- מותאם לרכיבי TTL ו-CMOS.
- תואם קוד ASCII. (שליחת קוד עשרוני המבטא קוד אסקי מתאים על מנת להציג תווים שונים).

חיישן מרחק אולטרה סוני

חיישן מרחק אולטרה סוני מיועד למדוד את המרחק של האובייקט הנמצא מולו והוא בנוי ממשדר ומקלט ומשדר גלי קול בתדר 40KHZ (שאינו ניתן לשמיעה) אשר פוגעים בגוף/עצם וחוזרים למקלט. הזמן שעובר בין תחילת השידור לקליטת הגל החוזר הוא למעשה הזמן שלוקח לאות לעבור את המרחק לעצם פעמיים (הלך וחזר). תפקידו למדוד מרחק של עצמים.

דוגמת החיישן:

איור מספר 11: חיישן מרחק us.



מאפיינים:

1. מתח ספק- 5 וולט.
2. זרם עבודה – 15mA.
3. תדירות 40KHZ.
4. טווח מקסימאלי- 4 מטר.
5. טווח מינימאלי- 2 ס"מ.
6. רגישות- גילוי בקוטר 3 ס"מ עד מרחק גדול מ-2 מטר.
7. פולס התנעה- זהו הטריגר כלומר פולס צר של מינימום 10 מיקרו שניות ברמת מתח TTL.
8. פולס הד – אות TTL חיובי ברוחב התלוי בטווח.
9. גודל – 17mm*20mm*43mm.

עיקרון המדידה:

מהירות של גל קול תלויה בתווך בו עובר הקול, בטמפרטורה ובלחץ. בגובה פני הים, בטמפרטורה של 24 מעלות צלסיוס, מהירות הקול היא 1232 ק"מ/שעה שהם כ- 344 מטר לשנייה.

חישוב המרחק מבוצע על ידי חישוב בעזרת הנוסחה: $S = V \cdot t$ הזמן מרגע ששודר אות אולטרה סוני ועד לרגע שמקבלים הד חוזר. נכפיל זמן זה במהירות הקול ואז נדע את המרחק הלך וחזור. נחלק ב 2 ונמצא את הטווח.

ניתן לבצע את החישוב בדרך פשוטה יותר. אם מרחק העצם מחיישן המרחק הוא 1 מטר, אז גל הקול מבצע דרך של 2 מטר (הלך וחזור) ולכן הזמן עבור מרחק של 1 מטר יהיה הדרך שגל הקול מבצע חלקי מהירות הקול, כלומר

$$t = s / v \quad \rightarrow \quad t = 2 / 344 = 0.00581 = 5.81 \text{Msec}$$

כלומר כ 5.8 מילי שניות לטווח של 1 מטר (2 מטר הלך וחזור). או 58 מיקרו שניות ל 1 ס"מ.

עבור מרחק של 1 ס"מ נקבל 58 מיקרו שנייה. כלומר אם ניקח מונה שתדר פולסי השעון שיגיעו לספירה הם 1MHz אז עבור כל ס"מ של מרחק המונה יספור 58 פולסי שעון. נוכל לומר שניתן לאבחן מרחק של 1/58 של ס"מ.

לחיישן יש הדק דרבון (התנעה - Trig). זמן דופק הדרבון לפי הוראת היצרן צריך להיות מינימום 10 מיקרו שנייה. מרגע סיום הדרבון החיישן ישדר 8 מחזורים של אות אולטרה סוני, בתדר של כ 40 קילו הרץ- מעבר לתחום שמע של אדם.

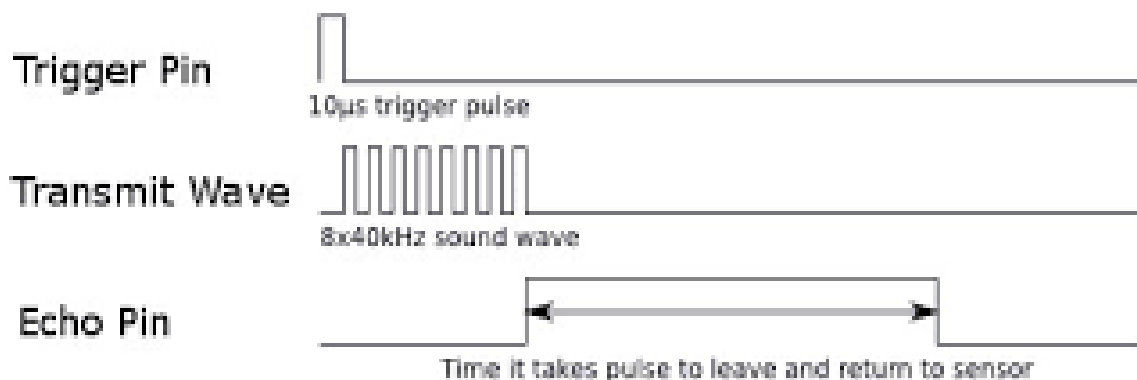
הדק נוסף הוא דופק הד חוזר: רוחב הדופק הוא ביחס ליניארי למרחק העצם מהחיישן והוא שווה ל 5.8 msec עבור 1 מטר.

ניתן להשתמש בנוסחה:

$$2 / \text{מהירות הקול} * \text{הזמן של המצב הגבוה בהדק ECHO} = \text{טווח}$$

איור מספר 12: תרשים זמנים של אופן פעולת החיישן hc-sr04

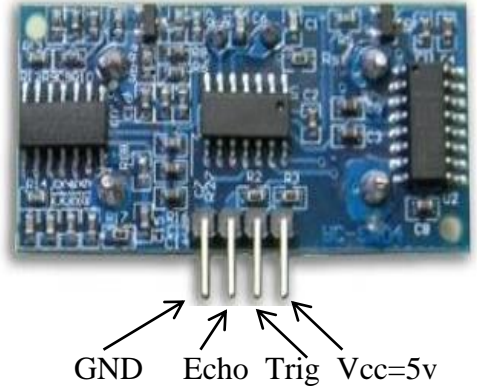
HC-SR04 Timing Diagram



הדקי הרכיב:

- מתח ספק של 5 וולט.
- אדמה.
- פולס כניסה להפעלת המשדר נקרא Trigger Pulse Input.
- פולס יציאה הנוצר כתוצאה מפולס הכניסה (Trigger), נקרא Echo Pulse Output מייצג את הזמן שלוקח לאות לעבור את המרחק הנמדד.

איור מספר 10: חיבור רגליים של hc-sr04



חוצץ-74ls245

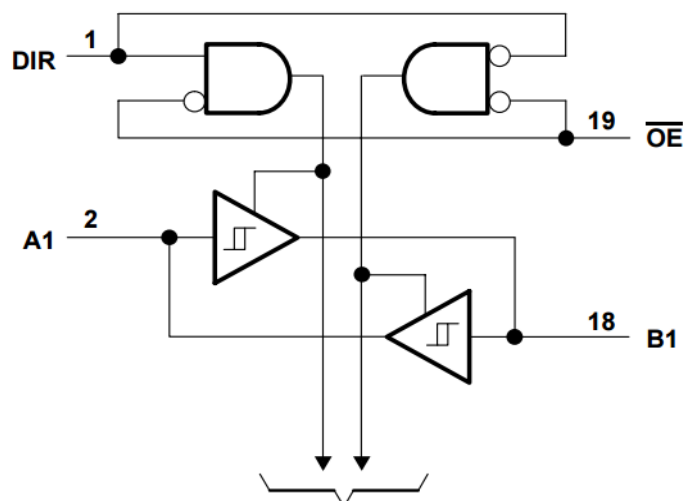
הרכיב 74ls245 זהו רכיב המשמש כחוצץ דו כיווני המיועד לתקשורת א-סינכרונית בין 2 ערוצים בעלי 8 סיביות.

החוצץ משמש להפרדה בין המקור (מעגל שמוציא נתונים) לבין העומס (הצרכן), מוצא המיקרו בקר מספק זרמים נמוכים של המיקרו בקר לבין זרמי העומסים השונים. בפרויקט משתמשים במעגלים חשמלים מחוברים לבקר, רכיבים אלו צורכים זרמים מהדקי הבקר ועלולים בעת פעולתם להעמיס את הדקי המעבד, כדי למנוע העמסת יתר של הדקי הפורט משתמשים בחוצצים. אנו משתמשים ברכיב זה מכיוון שהוא דו כיווני ואנו זקוקים גם לקבל מידע מהמחשב וגם לשלוח אליו מידע.

ברכיב זה קיימים 2 ערוצים A ו-B. דרך 2 הערוצים הללו עוברים הנתונים. הנתונים יכולים לעבור מערוץ A (A1-A8) לערוץ B (B1-B8) ולהפך. כיוון העברת הנתונים נקבע על ידי ההדק DIR רק כאשר הרכיב 'אופשר', שאת זה קובע הדק האפשר G (ENABLE) שהוא פעיל בלוגיקה נמוכה, זאת אומרת כשנכנס לו "0", ויכול לנטרל את הרכיב כך שהכניסות והמוציאים של הרכיב יהיו מנותקים או מבודדים. ניתן להשתמש ברכיב זה גם למטרת הגנה על ה-CPU כך שאם יקרה נזק במעגל, ה-CPU לא ייפגע.

הסבר אופן הפעולה

בכדי לאפשר העברת נתונים באחד הכיוונים חייב לפחות שער AND אחד לתת במוצאו '1'. מצב כזה יתקיים כל עוד לא יינתן במבואו של ההדק E '1'. אם זה כן יקרה ובהדק E יהיה '1' שני שערי AND יוציאו '0' במוצאם ואז הרכיב לא יעבוד. כאשר ההדק E נמצא ב-'0' (הרכיב 'אופשר'), קביעת כיוון העברת הנתונים מתבצע באופן הבא: ההדק DIR מחובר בתצורתו הרגילה לשער AND אחד ובתצורתו ההפוכה לשער AND שני, ועקב החיבור הזה תמיד יהיה מצב שבו שער אחד יוציא '1' במוצאו והרכיב יעביר את המידע בכיוון מסוים.

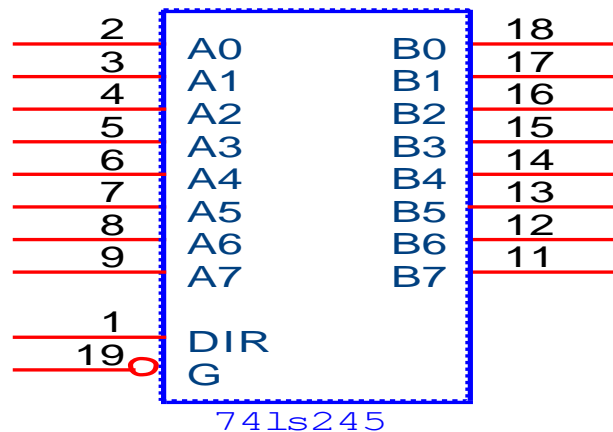


איור מספר 13: מעגל הלוגי של הרכיב 74ls245

טבלה מספר 3: טבלת האמת של החוצץ הדו כיווני

E	DIR	OUTPUTS
L	L	העברת נתונים מערוץ B לערוץ A
L	H	העברת נתונים מערוץ A לערוץ B
H	L	אין מעבר מידע
H	H	אין מעבר מידע

רגלי ההדקים של הרכיב 74ls245:



איור מספר 14: רגלי ההדקים של הרכיב 74ls245

הדק DIR – קובע את כיוון העברת הנתונים בחוצץ.

כאשר יש בהדק "0" – הנתונים יעברו מערוץ B לערוץ A.

כאשר יש בהדק "1" – הנתונים יעברו מערוץ A לערוץ B.

G-ENABLE – הדק זה מאפשר את פעולת הרכיב.

כאשר בהדק זה יהיה "0" הרכיב יהיה פעיל ויאפשר את העברת הנתונים דרכו לכיוון הנבחר.

כאשר בהדק זה יהיה "1" הרכיב לא יהיה פעיל ולא יעביר נתונים לשום כיוון.

ערוץ A A1-A8 – אלה הם קווי הנתונים של הרכיב.

בקווים אלה מועברים הנתונים לשני הכיוונים.

כאשר בהדק DIR יהיה "0" הדקים אלו ישמשו כמוצאים ואז המידע יעבור מערוץ B לערוץ A.

כאשר בהדק DIR יהיה "1" הדקים אלו ישמשו ככניסות ואז המידע יעבור מערוץ A לערוץ B.

ערוץ B B1-B8 – אלה הם קווי הנתונים של הרכיב.

בקווים אלה מועברים הנתונים לשני הכיוונים.
כאשר בהדק DIR יהיה "0" הדקים אלו ישמשו ככניסות ואז המידע יעבור מערוץ B לערוץ A.
כאשר בהדק DIR יהיה "1" הדקים אלו ישמשו כמוצאים ואז המידע יעבור מערוץ A לערוץ B.

-VCC ברגל זה מחובר מתח הזנה של הרכיב שרמתו +5V.

-GND ברגל זו מחובר מתח שרמתו 0V.

בלוטותי hc-06

איור מספר 15: Bluetooth.



מבוא לתקן תקשורת Bluetooth:

רכיב Bluetooth הוא התקן לתקשורת נתונים בתקשורת אלחוטית למרחקים קצרים לשימוש וליצירת רשת PAN (Personal Area Network) לדוגמא: קשר בין מחשב Tablet/PC/מכשיר Smart Phone לצידוד היקפי כגון: אוזניות דיבורית וכו.

רקע כללי:

טכנולוגיית ה-Bluetooth פותחה על-ידי חברת "אריקסון" בשנת 1994 כדי להגדיר התקן תקני שיוכל לקשר בין טלפונים סלולריים לבין ציוד היקפי ואביזרים אלקטרוניים שונים בלי שימוש בכבלים. התקן דומה לתקנים דומים כמו USB וחיבורים מקבילים, אך אופיו שונה מהותית שכן החיבור הוא אלחוטי ופועל בצורה שונה.

כל רכיב תקשורת שמיובא לישראל זקוק לאישור של משרד התקשורת. האישור נדרש כדי למנוע את השימוש בהתקנים שפועלים בתדר חופף לתדרים שברשות הצבא, שדות התעופה או גורמים פרטיים שהוקצו להם תדרים באופן רשמי (בישראל, בספרד ובמלזיה תדרים רבים חסומים לשימוש אזרחי).

משרד התקשורת פעל להכשיר את השימוש בתדרים בתחום נמוך (הספק של 1-2.5 מילי-וואט בתדרי מיקרו-גלים 2,400-2,483.5 מגה-הרץ), שיאפשרו תקשורת לטווח של מטרים אחדים בלבד. ועדת האינטרנט התכנסה לישיבה בנושא טכנולוגיית "שן כחולה" במרס 2002, והמליצה על פתיחת תדרים לפיתוח טכנולוגיית "שן כחולה". במאי 2003 קבעו מנכ"לי משרד ראש הממשלה, משרד הביטחון ומשרד התקשורת כי יפתחו תדרי 2.4 ג'יגה הרץ. כמו כן נקבע כי יותרו הייבוא וההפעלה של מוצרי Bluetooth בתדרי 2.4 גה"ץ.

מאפייני הרכיב hc-06:

- מתח הפעלה של 1.8 וולט, מתח חיצוני ממתחי הדקים שבין 3.3-5 וולט
- ממשק טורי כולל אנטנה פנימית וחיבורי קצה חיצוניים.
- קצב נתונים: עד 3Mbps.
- הספק חשמלי: 1mW.
- פועל בין התדרים 2.4835-2.4GHz

יתרונות וחסרונות:

יתרונות:

- אין צורך בקו ראייה ישיר בין ההתקנים.
- הספק חשמלי נמוך.
- יכולת לתקשר עם עד שמונה התקנים במקביל.
- התחברות אוטומטית עם התקנים.

חסרונות:

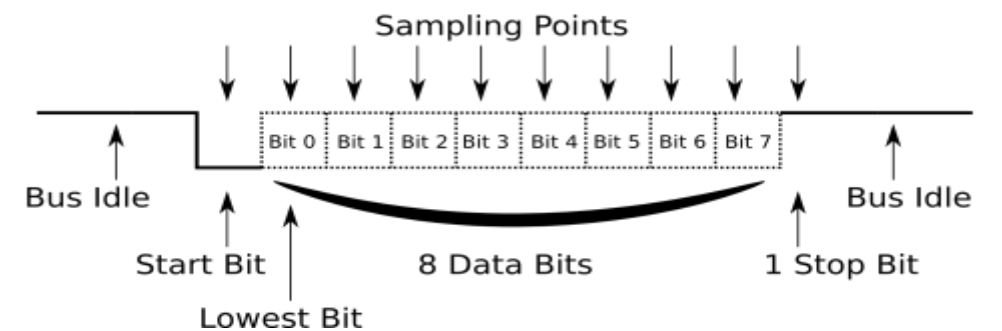
- עובד בתדרים נפוצים, דבר הגורם להפרעות מצד מכשירים אלקטרוניים.
- רוחב פס נמוך יחסית, אין אפשרות של העברת קבצים גדולים כגון קבצי וידאו.

תקשורת טורית UART (Universal Asynchronous Receiver Transmitter)

תקשורת זו היא תקשורת אסינכרונית – כלומר תקשורת נעשית ללא העברת אות שעון משותף בין שתי היחידות (למשל שני מחשבים).
תקשורת זו מאפשר למיקרו-בקרי לתקשר עם התקנים חיצוניים כגון מחשב PC, מודם, התקן Bluetooth וכו'.

מבנה התקשורת הטורית של UART:

UART with 8 Databits, 1 Stopbit and no Parity



איור מספר 16: דוגמא למבנה תקשורת UART

התחלת התשדורת הטורית נעשת באמצעות סיבית התחלה (Start Bit), לאחר שידור סיבית התחלה משודרות סיביות המידע (סיביות המידע מכילות שמונה סיביות, כאשר מתחילים בסיבית הLSB ומסיימים בסיבית הMSB).
כל סיבית משודרת למשך הזמן הקצוב שנקבע מראש (ברוחב זהה לרוחב סיבית ההתחלה).

קצב השידור המקובל הינו 9600 bits per second כלומר הזמן המוקצה לכל סיבית הוא $1/9600 = 104\mu\text{sec}$ ואחריהן משודרת סיבית עצירה (Stop Bit).

כלל חשוב בתקשורת אסינכרונית שקצב השידור והקליטה חייב להיות מותאם בשני ההתקנים, כלומר אם קבענו 9600 baud הוא חייב להיות בשני ההתקנים. לפי האיור ניתן לראות שדוגמים במחצית הסיבית כדי לא לדגום במעברים בין השינויים ברמות (בין '0' ל-'1' ולהיפך) על מנת שהדגימה תהיה מדויקת. צריבת תוכנית למיקרו-בקר מהמחשב נעשית באמצעות תקשורת טורית UART ע"י מתאם USB ל serial.

פרוטוקול RS-232:

פרוטוקול RS-232 מאפיין תקשורת טורית Single-Ended (קו העברה בודד לכל כיוון תקשורת) המחובר בין שני מכשירים אלקטרוניים (כמו בין מחשב למחשב או מודם למחשב). יציאות התקשורת הטורית של מחשבים אישיים רבים תומכים בפרוטוקול RS-232 הפרוטוקול מגדיר ממשק חשמלי מלא (הכולל את המאפיינים החשמליים), סנכרון של האותות וסידור הפינים והמחברים. פרטים על אופיין הביטים וקצב השידור נשלטים באמצעות החומרה (כגון רכיבי UART). בפרוטוקול זה ערכי המתחים נעים באזור ה- $\pm 15V$ עבור מידע (Data Bits) ערך מתח שלילי נותן ערך לוגי "1" ואילו ערך מתח חיובי נותן ערך לוגי "0". פרוטוקול RS-232 מיועד לשדר ולקלוט נתונים בקצבים של עד 20 Kbps אך יש יצרנים של מכשירים שמאפשרים לבצע את ההעברה בקצב גבוה יותר. פרוטוקול RS-232 רגיש מאוד להפרשים בפין ההארקה (האדמה) בשני צידי הכבל לכן יש ליצור הארקה משותפת לפיני ההארקה על מנת לשמור על תקשורת אמינה, כך שהחיסרון בפרוטוקול זה שהוא אינו מיועד לשימוש במרחקים גדולים.

LM-386

מבוא:

היות והמתח המסופק לרמקול הוא יחסית נמוך (5V) כדי להגביר את אות השמע במוצא יש צורך בשימוש במגבר שמע למתח נמוך. בעזרת מגבר הספק ניתן להשיג הגבר שמע ברמה טובה, כך שהצליל המופק במוצא (הרמקול למשל) יישמע באופן ברור- כמעט ללא עיוותי הספק.

רכיב ה-LM386 הוא מגבר הספק שתוכנן לשימוש ביישומים הדורשים עבודה במתח נמוך. היצרן קבע כי הרכיב יגביר פי 20 את אות הכניסה, אך המשתמש יכול לשנות את ההגבר באופן עצמאי ע"י חיבור קבל ונגד בערכים שונים בין הרגליים 1 ו 8. בצורה זו ניתן להגיע להגבר מקסימלי של 200.

מאפייני הרכיב:

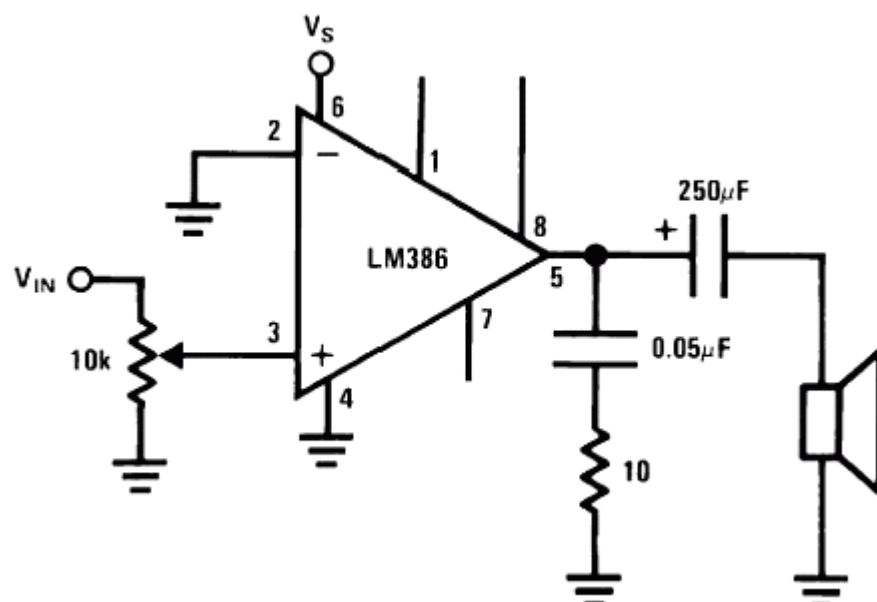
- * הפעלה בעזרת סוללות.
- * עובד במתח הזנה רחב של 4V-12V.
- * אחוז עיוותים נמוך (כלומר האות שנקבל ביציאה יהיה משוחזר בצורה קרובה לאות הכניסה).
- * צריכת זרם נמוכה כשהרכיב לא פעיל.
- * הגבר הספק משתנה, מ- 20 ועד 200.

יישומים לרכיב:

- * מגבר רדיו AM/FM.
- * ממירי מתח.
- * אינטרקום.
- * מגבר לטייפ נייד.
- * הגברת שמע לטלוויזיה.

חיבורי הדקי המגבר:

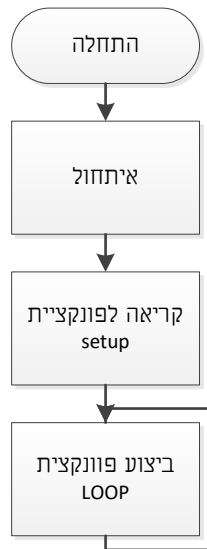
איור מספר 17: תיאור חיבור מגבר השמע.



חיבורי הדקי המגבר:

רגל 6 מתחברת ל-vs (מתח ספק) אותו חיברנו ל-5 וולט ורגל 4 לאדמה.
(שני הדקים אלה מיצרים את מקור האנרגיה של המגבר).
לרגל 3 מחובר פוטנציומטר של $10K\Omega$ וקבל של $0.1\mu f$ הקבל הוא קבל צימוד שתפקידו להעביר את אות השמע (אות חילופין AC) ולא להעביר רמת DC מהמגבר.
לרגל 5 מחובר נגד של 10Ω ובטור אליו קבל של $0.05\mu F$.
תפקיד המערכת להקטין את ההגברה בתחום התדר הגבוה מעבר לשמע ובכך למנוע מתח גבוה – רעש- להתפתח ביציאת המגבר. המערכת מקטינה את רוחב הסרט של המעגל.
רגל 1 ו-8 לא מחוברת בחיבור שלנו, אם נחבר קבל בין שני ההדקים האלה נקבל הגבר של פי 200.
ביציאת המגבר יש קבל שערכו $250\mu F$ שתפקידו קבל צימוד, להעברת אות השמע אל הרמקול ולמניעת מעבר רמת DC מהמגבר אל הרמקול.

תחשיבים זרימה



טבלה מספר 4: טבלת פירוט מספר ההדקים בתוכנית.

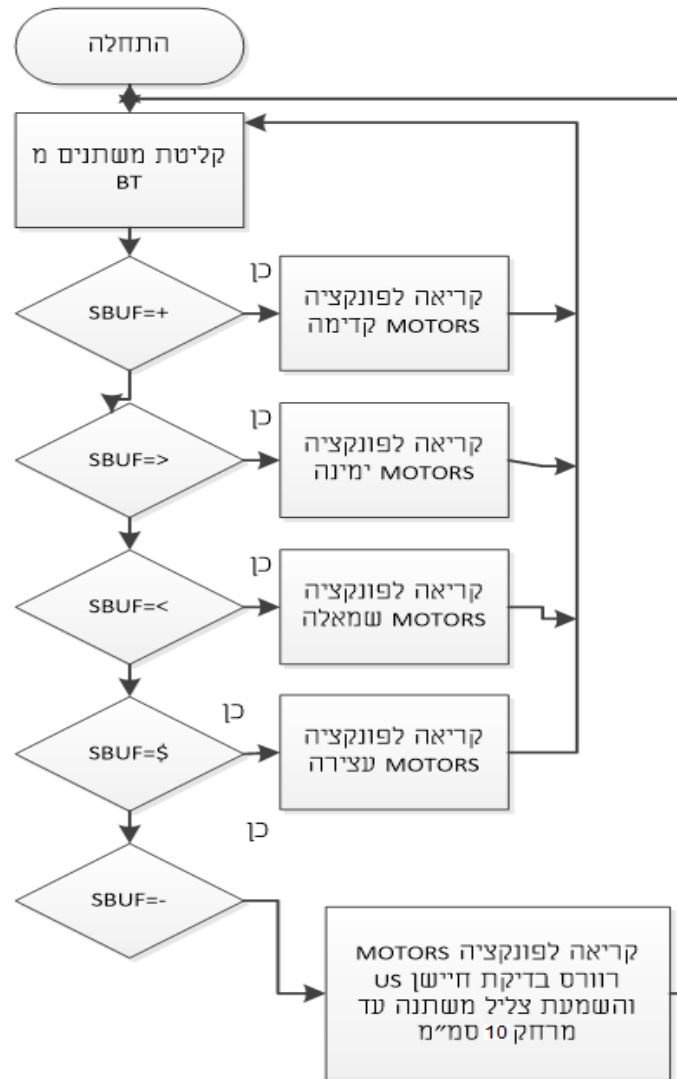
טבלת פירוט הדקים:

שם	רכיב	מספר הדק	כיוון
echoPin	Ultra sony	7	INPUT
trigPin	Ultra sony	4	OUTPUT
PinDirectionr	חוצץ- 74ls245	12	OUTPUT
PinDirectionl	חוצץ- 74ls245	13	OUTPUT
PinMotorl	חוצץ- 74ls245	9	OUTPUT
PinMotorr	חוצץ- 74ls245	10	OUTPUT
SpeakerPin	מגבר שמע lm386	8	OUTPUT
LedLeft	לד	5	OUTPUT
LedRight	לד	6	OUTPUT

- קיימים גם משתנים גלובלים :

distance, duration, SBUF

תרשים זרימה void loop:



הסבר פונקציות motors

פונקציה זאת קובעת את מהירות וכיוון המנועים הפונקציה מקבלת 2 פרמטרים המבטאים מהירות וכיוון של כל מנוע.

כל מנוע מחובר לערוץ PWM שונה הקובע את מהירות המנוע בנוסף ישנם הדקי בחירת כיוון רצוי.

רגלי PinMotorl ו- PinMotorr הם רגלי ה-PWM אשר מקבלים את המשתנים Speedl ו- Speedr בהתאמה הקובעים את ה-Duty cycle של הגל הריבועי אשר קובע את מהירות המנועים.

רגלי PinDirectionl ו- PinDirectionr משמשים כרגלי כיוון סיבוב המנוע. בפונקציה ישנה שאלת if בה בודקים את הנתון שבמשתנים Speedl ו- Speedr אם הנתון חיובי נשלח '0' (LOW) לאחת רגלי הכיוון בהתאמה והמנוע יסתובב קדימה, אם הנתון במשתנה שלילי נשלח '1' (HIGH) לאחת רגלי הכיוון בהתאמה והמנוע יסתובב בכיוון ההפוך (אחורה).



```
#define PinDirectionr 12// H-bridge Pin 2
#define PinMotorr 10 // H-bridge Pin 7(PWM)
#define PinDirectionl 13// H-bridge Pin 2
#define PinMotorl 9
#define LedLeft 5
#define LedRight 6
#include <LiquidCrystal.h>
#define echoPin 7
#define trigPin 4
#define SpeakerPin 8
int x[3]={130,190,250};
int mone=0;
byte SBUF;
LiquidCrystal lcd(A0,A1,A2,A3,A4,A5);
long duration, distance;
void setup() {
    Serial.begin(9600);
    pinMode(PinDirectionr, OUTPUT);
    pinMode(PinDirectionl, OUTPUT);
    pinMode(LedLeft,OUTPUT);
    pinMode(LedRight,OUTPUT);
    //=====
    lcd.begin(16,2);
    pinMode(trigPin, OUTPUT);
    pinMode(echoPin, INPUT);
    pinMode(SpeakerPin, OUTPUT);
    digitalWrite(trigPin, LOW);
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("Distance = ");
} //End of setup function
void loop() {
    noTone (SpeakerPin);
    motor(0,0);
    while(1){
        SBUF=Serial.read();
        if(SBUF=='+')
            motor(x[mone],x[mone]);
        if(SBUF=='+'&& mone!=3)
            mone++;
        if(SBUF=='+'&& mone==3)
            mone=0;
```

```

digitalWrite(LedLeft,0);
digitalWrite(LedRight,0);

if(SBUF=='-')
{
  motor(-200,-200);
  while(SBUF!='+'&& SBUF!='>'&& SBUF!='<'&& SBUF!='$')
  {
    digitalWrite(LedLeft,1);
    digitalWrite(LedRight,1);
    //=====
digitalWrite(trigPin, HIGH);
delayMicroseconds(10);
digitalWrite(trigPin, LOW);
duration = pulseIn(echoPin, HIGH);
lcd.setCursor(10,0);
lcd.print("  ");
lcd.setCursor(10,0);
distance = duration/58;
lcd.print(distance);
    if (distance<40)
    {
      tone(SpeakerPin,526);
      delay(distance*8);
      noTone(SpeakerPin);
      delay(distance*8);
    }
  }
else
  noTone(SpeakerPin);
  if (distance<10){
motor(0,0);
  }
else {
  motor(-200,-200);
}

//=====
SBUF=Serial.read();
}
}

if(SBUF=='>')
{
  motor(150,250);
  while(SBUF!='+'&& SBUF!='-'&& SBUF!='<'&& SBUF!='$')
  {
    digitalWrite(LedLeft,0);
    digitalWrite(LedRight,0);
    digitalWrite(LedRight,1);

```

```

        delay(250);
        digitalWrite(LedRight,0);
        delay(250);
        SBUF=Serial.read();
    } }
if(SBUF=='<')
{
    motor(250,150);
    while(SBUF!='+'&& SBUF!='-'&& SBUF!='>'&& SBUF!='$')
    {
        digitalWrite(LedLeft,0);
        digitalWrite(LedRight,0);
        digitalWrite(LedLeft,1);
        delay(250);
        digitalWrite(LedLeft,0);
        delay(250);
        SBUF=Serial.read();
    } }

if(SBUF=='$')
{
    motor(0,0);
    while(SBUF!='+'&& SBUF!='>'&& SBUF!='<'&& SBUF!='-')
    {
        digitalWrite(LedLeft,0);
        digitalWrite(LedRight,0);
        SBUF=Serial.read();
    }
}
} //End of loop function

void motor(int Speedl,int Speedr){
    Speedl=Speedl*-1;
    Speedr=Speedr*-1;
    analogWrite(PinMotorr, Speedr);
    analogWrite(PinMotorl, Speedl);
    if(Speedr >= 0)
        digitalWrite(PinDirectionr,LOW);
    else
        digitalWrite(PinDirectionr,HIGH);
    if(Speedl >= 0)
        digitalWrite(PinDirectionl,LOW);
    else
        digitalWrite(PinDirectionl,HIGH);
}

```

מנוע dc:

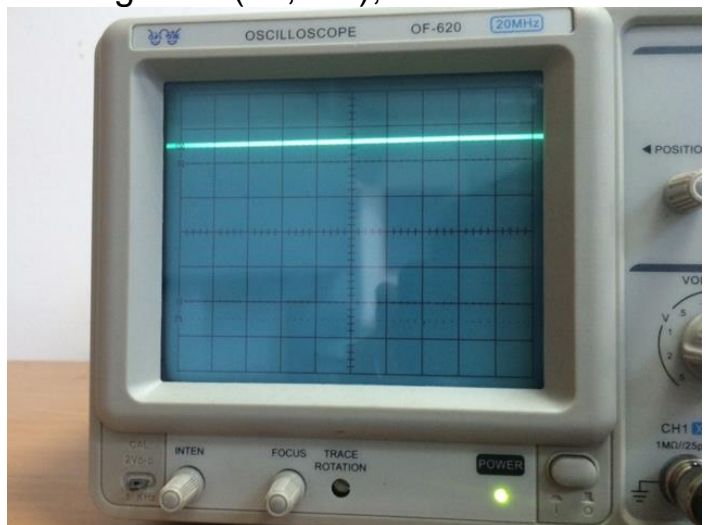
מתח: 5v.

זרם יציב: 220mV.

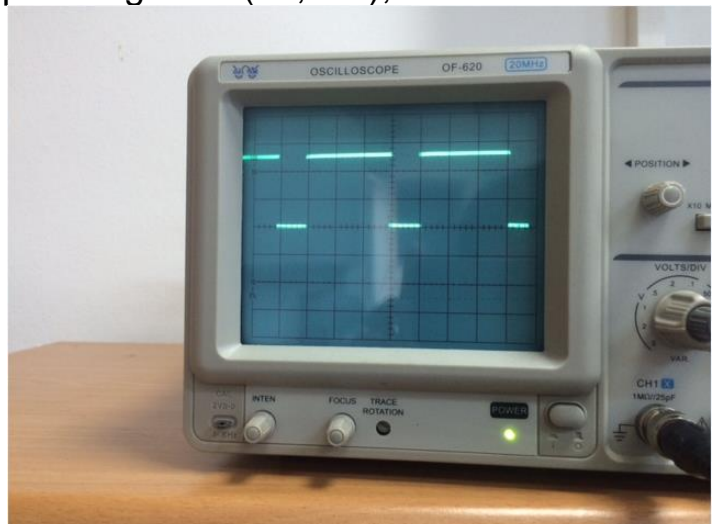
מדידות pwm – רוחב פולס משתנה

חיברתי את רגל pwm מספר 10 לסקופ ובדקתי בכל פעם איך רוחב הפולס משתנה בהתאם לנתון המספרי ששלחתי (נתון מספרי שנע בין 0-255), כלומר בכל פעם שניתי את ה- duty cycle.

קיבלתי זמן מחזור של 2mSec ותדר של 500Hz.
כאשר שלחתי בתוכנה; analogWrite (10,255); duty cycle של 100%



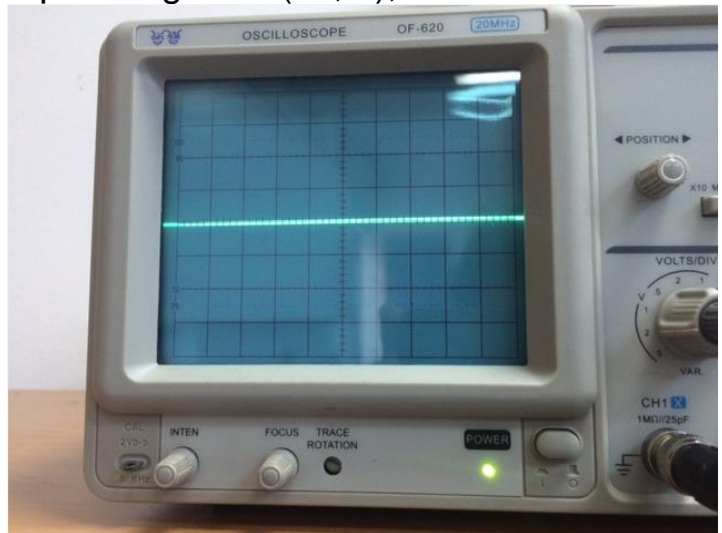
כאשר שלחתי בתוכנה; analogWrite (10,191); קיבלתי duty cycle של 75%



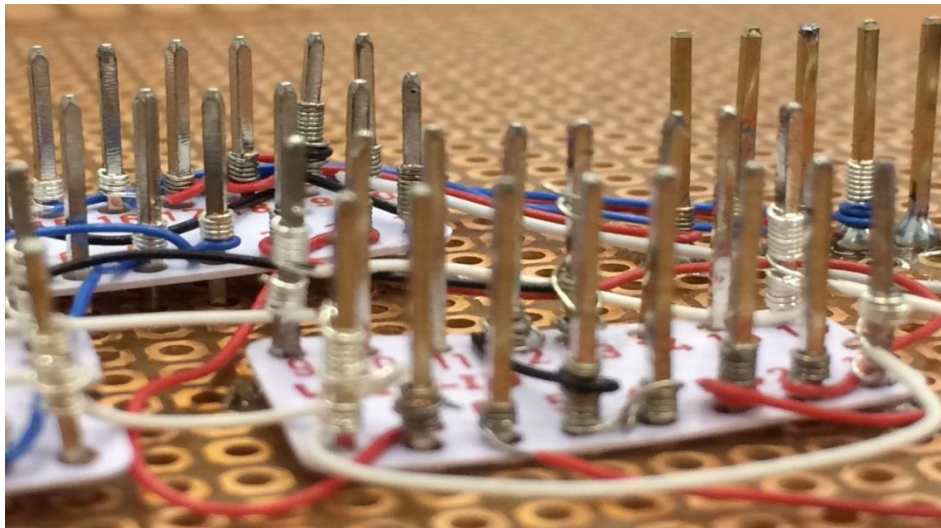
כאשר שלחתי בתוכנה `analogWrite(10,127);` קיבלתי duty cycle של 50%



כאשר שלחתי בתוכנה `analogWrite(10, 0);` קיבלתי duty cycle של 0%



מהלך יצירת הפרויקט



העבודה במשך השנה נעשתה בשלבים –
שלב א – בחירת נושא הפרויקט.

לאחר התייעצות עם מספר אנשים החלטתי לבנות כלי רכב ממנוע הנשלט על ידי בלוטוס וחיישן רוורס.
לאחר גיבוש ההחלטה במהלך הזמן הזמנתי רכיבים קניית ערכה לרובוט הכולל את שילדת הרובוט, גלגים, מנועים ובית סוללות.

שלב ב – למדנו על רכיב הארדואינו.

רכיב הארדואינו כולל מקורות חיבור PWM אשר אחראים על המרת המתח למתח ספציפי המוזן ישירות אל המנועים כלומר שיטה שמאפשרת לספק "מתחים" שונים ע"י הפעלה וכיבוי מהירים של המתח וכך לקבל את המתח הרצוי עם ביזבז נמוך שמאפשר את קביעת המהירות של מנועי DC.

במהלך העבודה למדתי את סביבת העבודה של הארדואינו (בדומה לשפת C) כתבנו וצרבנו תוכניות להפעלת לדים ולאחר מכן להפעלת מנועים והכרת pwm.
למדתי לתכנת את מהירות סיבובי המנוע ואת הכיוון בהם הם נעים.
רשמתי תוכנית בהתאם שצרבתי על הבקר רק כדי לבדוק אם הבקר עובד האם המנועים מסתובבים בעוצמות שונות ובכיוונים שונים (פונקצית motors) :

```
#define PinDirectionr 12
# define PinMotorr 10
#define PinDirectionl 13
#define PinMotorl 11
Void setup() {
pinMode(dirleft, OUTPUT);
pinMode(dirright, OUTPUT);
}
Void loop (){
```



```

motor(255,255);
}
Void motor (int left, int right) {
analogWrite ( motorleft, left);
analogWrite ( motorright, right);
if(left >= 0)
digitalWrite(dirleft ,high);
else
digitalWrite(dirleft, low);
if(right >= 0)
digitalWrite(dirright,high);
else
digitalWrite(dirright, LOW);

```

שלב ג' – ניסויים של הרכיבים על גבי מטריצה המתוארים להלן:
ניסוי ראשון של מסך LCD על מטריצה, קריאת מהמסך.
ניסוי שני של בדיקת פעולת חיישן מרחק HC-SR04 על מטריצה.
ניסוי שלישי של קריאה מחיישן מרחק ממסך LCD על מטריצה.
ניסוי רביעי של קריאה מחיישן מרחק ממסך LCD על מטריצה ביחד עם רמקול (פעולת רוורס באוטו).
כתיבה של תוכנית מתאימה (התשמש יותר מאוחר לתוכנית הכללית).

```

#include <LiquidCrystal.h>
#define echoPin 7
#define trigPin 4
#define SpeakerPin 8
digitalWrite(trigPin, HIGH);
delayMicroseconds(10);
digitalWrite(trigPin, LOW);
duration = pulseIn(echoPin, HIGH);
Serial.print("Distance = ");

lcd.setCursor(10,0);
lcd.print(" ");
// delay(20);
lcd.setCursor(10,0);
distance = duration/58;
Serial.println(distance);
lcd.print(distance);

if (distance<40)
{
tone(SpeakerPin,523);
delay(distance*10);
noTone(SpeakerPin);
}

```

```

delay(distance*10);
}
else
  noTone(SpeakerPin);
}

```

שלב ד – הכרות עם האפליקציה BLUETOOTH SERIAL בניה במטריצה והפעלת המנועים באמצעות חיישן הבלוטוס.

את המידע צרבתי לארדואינו וע"י חיבור חיישן הבלוטוס הקולט מידע באמצעות תקשורת בלוטוס המשודרת מהפלאפון ותוכנה מובנית מתאימה (אפליקצית הפלאפון) אשר אחראית על פעולת המנועים ע"י תכנות סימנים מוסכמים (קוד אסקי) אשר אחראים על כיוון וסיבוב המנוע (למשל "+" מזיז את המנוע קדימה ו"-" מזיז את המנוע אחורה), שלטתי על מהירות וכיוון המנועים.

שלב ה –

תכנון המעגל על גבי לוח ה-W/R לפי השרטוט החשמלי, עבודה מסוג זה דורשת חשיבה מוקדמת מכיוון שצריך להבין איפה למקם כל דבר שיהיה אסטטי, מסודר, ונוח לבנייה. לצורך יישום מטרות אלה שרטטנו תרשים חשמלי אשר לפיו מיקמנו וחיברנו את כל הרכיבים.

שלב זה כולל הלחמת הרכיבים ללוח ה-W/R וחיבורי חוטי הוויראפ אשר התבצע לפי הסדר הבא:

1. חיבורי הרכיבים: דוחף זרם lm293 וחוצץ 74LS245 חיבורים ביניהם ולארדואינו.
 2. חיבור על לוח וויראפ מסך LCD וחיבורים לארדואינו.
 3. חיבור חיישן מרחק והלחמה אל לוקח הוויראפ.
 4. חיבור מגבר שמע LM386 ופוטנציומטרים אחד המשמש למגבר ואחד המשמש ל-LCD.
 5. חיבור רמקול.
 6. חיבור בלוטוס.
- יש לציין כי כל רכיב שחובר ללוח נבדק לפני חיבורו של הרכיב הבא ובאמצעות שיטה זו אם התרחשה תקלה היה לי קל יותר למצוא אותה ולתקנה.

שלב ו' – בניית הקיט והתאמתו לארדואינו מבחינת מתחים.

המנועים מחוברים לגלגלים בכל צד המחברים אל שילדת הרובוט הבסיסית, מלמטה מחובר בית הסוללות ומעל לוח הוויראפ שעליו מחוברים רכיביו של הרובוט. וספק חיצוני (סוללה נטענת) המשמש מתח חיצוני לארדואינו. חיבור לוח ה-w/z אל הקיט.

שלב ז' – לאחר שפרוייקט הרובוט היה מוכן (מבחינת הבנייה), הוספתי לו 4 לדים בכל צד (ימין ושמאל) המחברים אל לוח קטן אשר מודבקים אל השילדה האחורית של הרובוט ומשמשים כמאותתים.

השיטה היא שעם תזוזת הרובוט כאשר לוחצים על אחד מהלחצנים ימינה, שמאלה או אחורה המאותתים ידלקו בהתאם כמו ברכב אמיתי (כאשר הרובוט נוסע אחורה 2 המאותתים נדלקים).

שלה ח' – בניית התוכנית הכוללת (קישור כל התוכניות אשר איתם בדקתי כל רכיב בנפרד), ובדיקת תקינות התוכנה ותפקוד תקין של הרכיבים לפי התוכנית בה.

שלב ט' – כתיבת החוברת.

הוראות הפעלה

תחילה יש ליצור קשר עם רכיב הbluetooth ברובוט דרך האפליקציה Bluetooth serial בפלאפון, על מנת שהפלאפון יתפקד כשלט רחוק לרובוט. באפליקציה נסרוק ונמצא את רכיב הבלוטוס בשם See-Sys505. האפליקציה בנויה כך שישנם מקשים קבועים המכילים סימנים שאותם נשלח דרך תקשורת הבלוטוס.

- כאשר נלחץ על לחצן ה'+ הרובוט יתחיל בניסעה קדימה, כל לחיצה על הלחצן תגביר את המהירות של סיבובי המנוע (מתוכנן כך שישנם שלושה דרגות של מהירות מהנמוך לגבוה כך שבלחיצה הרביעית נחזור לדרגת המהירות הנמוכה ביותר).
- כאשר נלחץ על לחצן ה-' הרובוט יתחיל בניסעה אחורנית (ישנה מערכת המתפקדת כמו חיישני רוורס המתריעה על עצם קרוב).
- כאשר נלחץ על לחצן ה'> הרובוט יתחיל בניסעה לכיוון ימין.
- כאשר נלחץ על לחצן ה'< הרובוט יתחיל בניסעה לכיוון שמאל.
- כאשר נלחץ על לחצן ה'\$ הרובוט יעצור.

איתור תקלות ותקנון

במהלך העבודה נתקלתי במספר בעיות ותקלות.

- את התקלה הראשונה איתרתי כאשר ניסיתי להפעיל את המנועים והם לא עבדו בצורה טובה , בעקבות זאת חזרתי לחיבורי וגיליתי באמצעות הספר של שי מלול שבלבלתי בין רגל 16 לבין רגל 8 . רגל 8 הייתה צריכה להיות מחוברת למתח של המנועים ורגל 16 ל-VCC.
- התקלה השנייה התגלתה כאשר צרבתי את התוכנה ושמתי לב שהמרחק אשר מופיע לי על גבי תצוגת הLCD לא ברור וכאשר בדקתי את החיבורים שלו וראיתי שהכל בסדר הבנתי שזמן ההפסקה אשר הכנסתי לו היה קצר מדי לכן הגדלתי אותו.
- התקלה השלישית התרחשה בזמן שניסיתי לבדוק את פעולת המנועים , לאחר שצרבתי את התוכנית לא הייתה שום תגובה מהמנועים ואחר מספר דקות בהן לא הבנתי מדוע זה לא עובד הסתכלתי על החיבורים שלי ולאחר מכן חזרתי אל התוכנה והבנתי שהצהרתי על רגליים לא נכונות.
- תקלה רביעית שהתגלתה לי היא שבגלל שהמנוע עובד על 6 וולט – המנוע התחיל לפעול רק כאשר שלחתי את הערך 100 במצב PWM . בנוסף לאחר שימוש ברובוט, מתח הסוללות התרוקן מעט והשפיע על מהירות המנועים ונוצר מצב שבערך שנשלח המנוע לא עבד. לכן החלפתי סוללות וכך פתרתי את הבעיה.
- תקלה חמישית התגלתה לי כאשר חיברתי את הסוללה החיצונית של 5v שמספקת את המתח לארדואינו (החיבור הוא בכבל USB) להדק הVIN של הארדואינו כך שכאשר ניסיתי להפעיל את הרובוט התרחשו עיוותים ורעשים בין רכיבי הLCD והרמקול וניתן היה לראות זאת על מסך ה-LCD שהבהב והדפיס תווים באופן לא מוגדר.
- לאחר שבדקתי את כל החיבורים של הרכיבים וראיתי שלא הייתה בעיה בחיבורים הסתכלתי על חיבורי ההדקים אל הארדואינו ובעזרת המנחה יגאל הבנתי שאסור לחבר ספק ישיר של 5v להדק ה-VIN כי אז נקבל פחות מ-5v וזה יוביל לפעולה לא יציבה של המערכת כך שיש לחבר את הסוללה המוציאה 5v קבוע להדק 5v בארדואינו וכך הבעיה נפתרה והמערכת עבדה בצורה תקינה.

- תקלה שישית שהתרחשה הייתה שהייתה לי בעיית התנגשות בתוכנה של פונקצית הtone והמנועים שהשתמשו באותו טיימר האחראי על יצירת pwm למנועים כך שמנוע אחד לא עבד.
לכן העברתי את רגל 11 (רגל pwm) לרגל 9 המשתמשת בטיימר אחר וכך הבעיה נפתרה והרובוט עבד בצורה תקינה.



נהנתי מאוד לעבוד על הפרוייקט.

תחילת תהליך העבודה על הפרוייקטים הייתה מבחינתי נקודה קשה.

התחלתי את העבודה עם קצת חוסר ביטחון, וחוסר בידע על תהליך בניית הפרוייקטים.

ככל שהתקדמנו צברתי יותר ידע בעזרת המנחים שלי יגאל וענת, אשר גם תרמו לי להעלאת הבטחון שלי בנושא הזה ואז לאחר זמן מה התחלתי להכנס לקצב הנכון ולרוץ על הפרוייקט.

מתהליך העבודה למדתי שאין ממה לפחד מדברים שפחות מוכרים לי, מכיוון שבעזרת עבודה קשה והתמדה אפשר להתגבר על כל דבר.

בנוסף תהליך עבודת החקר עזרה לי להבין שאני מסוגל ללמוד לבד.

אני מרגיש שבניית הפרוייקט עזרה לי להבין איך הכל משתלב, חומרה ותוכנה יחד.

כל מה שלמדנו בשנים האחרונות התרכז בעיקר בחומר עיוני כך שבתהליך הפרוייקט הכל התחיל להיות מובן מבחינה מעשית.

לכן אם אני מסכם את השנתיים האחרונות המקצוע מאוד מעניין ומושך אותי כך שעשה לי חשק להמשיך לעסוק בדברים כאלו בעתיד ולהמשיך ללמוד ולצאת להנדסה.

תשימת רכיבים

- ארדואינו אונו
- 2 מנועי dc
- תצוגת 16*2 lcd
- חיישן מרחק ultra sony מספר קטלוגי hc-sr04
- L293d motor driver
- חוצץ 74ls245
- Bluetooth hc-06
- מגבר שמע lm386
- 4 לדים

ביבלי וגרפיה

Lm386

<http://www.electrosmash.com/lm386-analysis>

<http://www.ti.com/lit/ds/symlink/lm386.pdf>

Dc Motor

https://he.wikipedia.org/wiki/%D7%9E%D7%A0%D7%95%D7%A2_%D

7%97%D7%A9%D7%9E%D7%9C%D7%99

<http://www.mkm-haifa.co.il/robotica/article/DCMtrctl.htm>

Lcd

<http://yoel6c.tripod.com/lcd.pdf>

<https://www.sparkfun.com/datasheets/LCD/ADM1602K-NSW-FBS->

3.3v.pdf

<http://www.circuitstoday.com/a-note-on-character-lcd-displays>

Arduino

<https://www.arduino.cc/en/Tutorial/SecretsOfArduinoPWM>

<https://www.arduino.cc/en/Tutorial/PWM>

<https://he.wikipedia.org/wiki/%D7%90%D7%A8%D7%93%D7%95%D7>

%90%D7%99%D7%A0%D7%95

חיישן מרחק, lcd, בלוטוס

<http://www.arikporat.com/arduino1.htm>

Mako כתבה

<http://www.mako.co.il/nexter-news/Article->

3bb25bebd849351006.htm?partner=tagit



REVISION HISTORY

SLRS008D – SEPTEMBER 1986 – REVISED JANUARY 2016

L293x Quadruple Half-H Drivers

1 Features

- Wide Supply-Voltage Range: 4.5 V to 36 V
- Separate Input-Logic Supply
- Internal ESD Protection
- High-Noise-Immunity Inputs
- Output Current 1 A Per Channel (600 mA for L293D)
- Peak Output Current 2 A Per Channel (1.2 A for L293D)
- Output Clamp Diodes for Inductive Transient Suppression (L293D)

2 Applications

- Stepper Motor Drivers
- DC Motor Drivers
- Latching Relay Drivers

3 Description

The L293 and L293D devices are quadruple high-current half-H drivers. The L293 is designed to provide bidirectional drive currents of up to 1 A at voltages from 4.5 V to 36 V. The L293D is designed to provide bidirectional drive currents of up to 600-mA at voltages from 4.5 V to 36 V. Both devices are designed to drive inductive loads such as relays, solenoids, DC and bipolar stepping motors, as well as other high-current/high-voltage loads in positive-supply applications.

Each output is a complete totem-pole drive circuit, with a Darlington transistor sink and a pseudo-Darlington source. Drivers are enabled in pairs, with drivers 1 and 2 enabled by 1,2EN and drivers 3 and 4 enabled by 3,4EN.

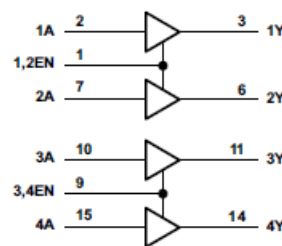
The L293 and L293D are characterized for operation from 0°C to 70°C.

Device Information⁽¹⁾

PART NUMBER	PACKAGE	BODY SIZE (NOM)
L293NE	PDIP (16)	19.80 mm × 6.35 mm
L293DNE	PDIP (16)	19.80 mm × 6.35 mm

(1) For all available packages, see the orderable addendum at the end of the data sheet.

Logic Diagram



L293D

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Symbol	Parameter	Value	Unit
V_S	Supply Voltage	36	V
V_{SS}	Logic Supply Voltage	36	V
V_i	Input Voltage	7	V
V_{en}	Enable Voltage	7	V
I_o	Peak Output Current (100 μ s non repetitive)	1.2	A
P_{tot}	Total Power Dissipation at $T_{pins} = 90^\circ\text{C}$	4	W
T_{stg}, T_j	Storage and Junction Temperature	- 40 to 150	$^\circ\text{C}$

Ultrasonic Ranging Module HC - SR04

Product features:

Ultrasonic ranging module HC - SR04 provides 2cm - 400cm non-contact measurement function, the ranging accuracy can reach to 3mm. The modules includes ultrasonic transmitters, receiver and control circuit. The basic principle of work:

- (1) Using IO trigger for at least 10us high level signal,
- (2) The Module automatically sends eight 40 kHz and detect whether there is a pulse signal back.
- (3) IF the signal back, through high level , time of high output IO duration is the time from sending ultrasonic to returning.

Test distance = (high level time×velocity of sound (340M/S) / 2,

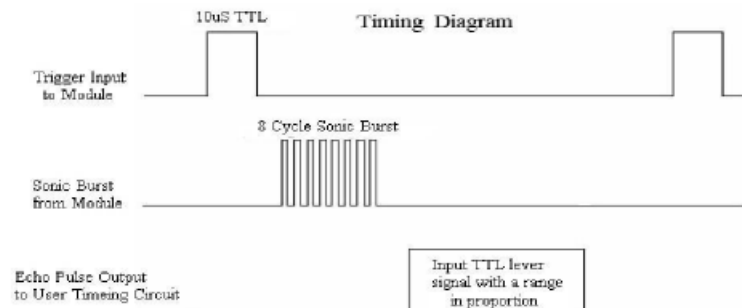
Wire connecting direct as following:

- 5V Supply
- Trigger Pulse Input
- Echo Pulse Output
- 0V Ground

Electric Parameter

Working Voltage	DC 5 V
Working Current	15mA
Working Frequency	40Hz
Max Range	4m
Min Range	2cm
Measuring Angle	15 degree
Trigger Input Signal	10uS TTL pulse
Echo Output Signal	Input TTL lever signal and the range in proportion
Dimension	45*20*15mm

The Timing diagram is shown below. You only need to supply a short 10uS pulse to the trigger input to start the ranging, and then the module will send out an 8 cycle burst of ultrasound at 40 kHz and raise its echo. The Echo is a distance object that is pulse width and the range in proportion .You can calculate the range through the time interval between sending trigger signal and receiving echo signal. Formula: $\mu\text{S} / 58 = \text{centimeters}$ or $\mu\text{S} / 148 = \text{inch}$; or: the range = high level time * velocity (340M/S) / 2; we suggest to use over 60ms measurement cycle, in order to prevent trigger signal to the echo signal.



LM386M-1/LM386MX-1 Low Voltage Audio Power Amplifier

1 Features

- Battery Operation
- Minimum External Parts
- Wide Supply Voltage Range: 4 V–12 V or 5 V–18 V
- Low Quiescent Current Drain: 4 mA
- Voltage Gains from 20 to 200
- Ground-Referenced Input
- Self-Centering Output Quiescent Voltage
- Low Distortion: 0.2% ($A_V = 20$, $V_S = 6$ V, $R_L = 8 \Omega$, $P_O = 125$ mW, $f = 1$ kHz)
- Available in 8-Pin MSOP Package

2 Applications

- AM-FM Radio Amplifiers
- Portable Tape Player Amplifiers
- Intercoms
- TV Sound Systems
- Line Drivers
- Ultrasonic Drivers
- Small Servo Drivers
- Power Converters

3 Description

The LM386M-1 and LM386MX-1 are power amplifiers designed for use in low voltage consumer applications. The gain is internally set to 20 to keep external part count low, but the addition of an external resistor and capacitor between pins 1 and 8 will increase the gain to any value from 20 to 200.

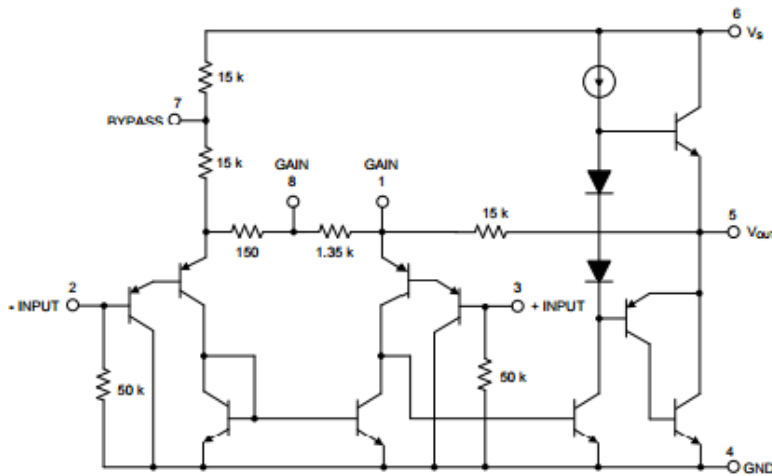
The inputs are ground referenced while the output automatically biases to one-half the supply voltage. The quiescent power drain is only 24 mW when operating from a 6-V supply, making the LM386M-1 and LM386MX-1 ideal for battery operation.

Device Information⁽¹⁾

PART NUMBER	PACKAGE	BODY SIZE (NOM)
LM386N-1	PDIP (8)	9.60 mm × 6.35 mm
LM386N-3	PDIP (8)	9.60 mm × 6.35 mm
LM386N-4	PDIP (8)	9.60 mm × 6.35 mm
LM386M-1	SOIC (8)	4.90 mm × 3.90 mm
LM386MX-1	SOIC (8)	4.90 mm × 3.90 mm
LM386MMX-1	VSSOP (8)	3.00 mm × 3.00 mm

(1) For all available packages, see the orderable addendum at the end of the data sheet.

Figure 1. Schematic



1 Features

- ## 2 Applications

- ### 3 Description

The SNx4LS245 devices allow data transmission from the A bus to the B bus or from the B bus to the A bus, depending on the logic level at the direction-control (DIR) input. The output-enable (OE) input can disable the device so that the buses are effectively isolated.

PART NUMBER	PACKAGE	BODY SIZE (NOM)
SN54LS245J	CDIP (20)	24.20 mm × 6.92 mm
SN54LS245W	CFFP (20)	7.02 mm × 13.72 mm
SN54LS245FK	LCCC (20)	8.89 mm × 8.89 mm
SN74LS245DB	SSOP (20)	7.20 mm × 5.30 mm
SN74LS245DW	SOIC (20)	12.80 mm × 7.50 mm
SN74LS245N	PDIP (20)	24.33 mm × 6.35 mm
SN74LS245NS	SO (20)	12.60 mm × 5.30 mm

Logic Diagram (Positive Logic)

The diagram shows a logic circuit with two inputs: DIR (pin 1) and A1 (pin 2). It uses two 74VHC14 inverters and two 74VHC00 NAND gates. The outputs are OE (pin 19, active-low), B1 (pin 18), and two unlabeled outputs. The circuit is configured as follows:

- Input DIR (pin 1) is connected to the inputs of both NAND gates.
- Input A1 (pin 2) is connected to the inputs of both inverters.
- The output of the first inverter is connected to the input of the first NAND gate.
- The output of the second inverter is connected to the input of the second NAND gate.
- The output of the first NAND gate is connected to pin 19 (OE, active-low).
- The output of the second NAND gate is connected to pin 18 (B1).
- The outputs of the two inverters are connected to the two unlabeled outputs.

To Seven Other Channels

Copyright © 2016, Texas Instruments Incorporated

Bluetooth V2.0 Class 2 module

Product datasheet



General Description

AUBTM-20 is Bluetooth Core V2.0 compliant module with SPP. The module is designed to be embedded in a host system which requires cable replacement function. Typically the module could interface with a host through the UART port.

The module could be used in many different application, e.g.:

- Hand held terminals
- Industrial devices
- Point-of-Sale systems
- PCs
- Personal Digital Assistants (PDAs)
- Computer Accessories
- Access Points
- Automotive Diagnostics Units

This module could both act a SPP master and a SPP slave. When in master mode, the module could search for all the working SPP slave devices around and the host could select which to connect. When it is in slave mode, it will listen for connection request from another SPP master device.

Key Specification

- Bluetooth core V2.0 compliant
- SPP support
- Support UART,USB,PCM,I2C interface to host system