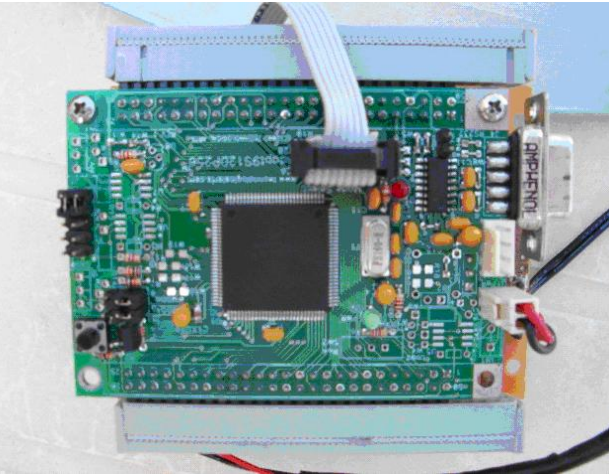




אלקטרוניקה

הבקר הראשי : HCS12DP256

הבקר הראשי הינו בקר מבית מוטורולה - HCS12DP256 (Micro Controller) נתונים רלוונטים על הבקר:



9S12DP256	לכ היע"מ
HCS12	Vcc [V] מהח
4.75-5.25	Flash
256k	EEPROM
4k	RAM
12k	BUS Interface
MUX	Max Clock [Mhz]
24	Timer Module
ECT	PWM
8ch*8bit	SCI
2	SPI
3	I2C
1	CAN
5	CAN
1	BDLC
16ch*10bit	ADC
83	I/O Lines
20	Key Wakeup Lines
TQFP112	Package

המיקרו בקר כולל מספר פונקציות חשובות:

- קווי A/D – על מנת לדגום חיישנים למיניהם, קיים צורך בדוגם אנלוגי לדיגיטלי. לפני הקווים האלו הוספו LPF חיצוני לכל חיישן הנדגם.
- ECT – 8 קווים המחברים לדלגלוגי T פנימים, הכוללים מערכת סינון רעשים. מערכת זו מסוגלת לאתר פולסים מהירים, שלא ניתן לאתר בקו I/O רגיל. כמו כן, המערכת מסוגלת לספק פסיקות פנימיות בזמן אמת.
- 2 קווי Pulse Accumulator – תח מערכת של ה ECT, כוללת שני counter פנימיים. צוברי פולסים אלו משמשים לדגימת אנקודרים (מדידת מהירות מנועי הרובוט)
- SCI Bus – 2 קווי RS232. אחד משמש לתקשורת עם מחשב חיצוני, שני משמש לתקשורת עם 2 המצלמות על הרובוט (מעגלי המצלמות שונו כך שיהיה ניתן לדבר עם 2 המצלמות דרך אותו קו סיראלי).
- IIC Bus – תקשורת טורית, דרכה ניתן לחבר מספר רב של רכיבים.

מאפיינים חשמליים	ערכים
צריכת הזרם של המעגל	מצב פעיל : $200_{[mA]}$ מצב לא פעיל: $16_{[mA]}$
הזרם העובר דרך מערכת החשמל (אשר מנותב לשאר האלקטרוניקה ברובוט)	$200_{[mA]}$
מאפיינים פיזיים	ערכים
גודל [cm]	אורך : $7_{[cm]}$ רוחב : $5_{[cm]}$ גובה : $2_{[cm]}$
חיבורים חשמליים	כניסת מתח

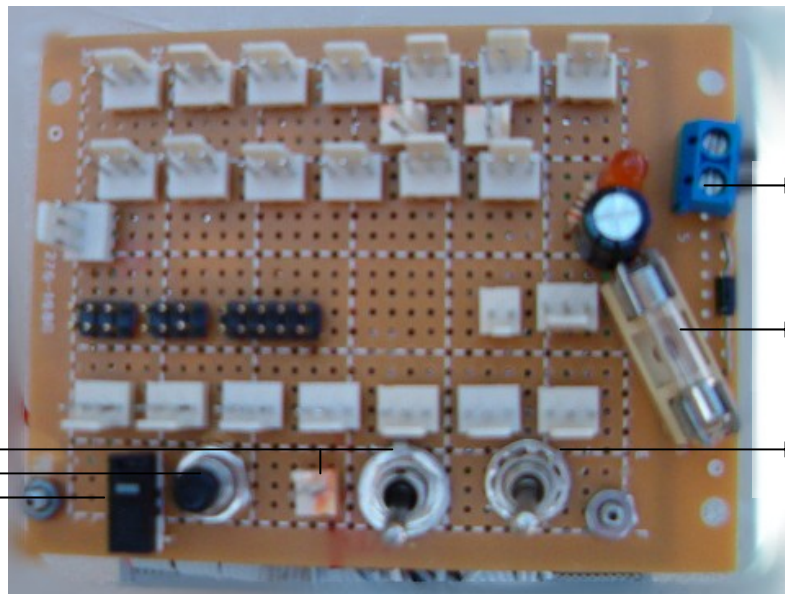
בעלי אתר הרובוטיקה הישראלי לא ישאו באחריות כלשהי לכל נזק, כספי או אחר שייגרם במישורין או בעקיפין משימוש במידע המצוי באתר זה

© כל הזכויות שמורות לאסף פוניס, גיא יונה ואלי קולברג
אין להעתיק תכנים מאתר זה ללא רשות בכתב ממנהלי האתר



ממשק הבקר

על מנת שיהיה ניתן לעבוד בצורה שוטפת עם הבקר, נבנה ממשק חיצוני:



בממשק יש 14 כניסות ל-ATD, כאשר כל כניסת ATD מלווה ב-5 וולט ו-GND, לחיבור נוח של חיישנים. כמו כן, 8 קווי PORT T סטנדרטים ל-HC12/HCS12, כניסה ל-2 מנועים (PWM, כיוון, עצירה בשלישייה, ו-5 וולט ואדמה בפנים נפרדים), כניסה מסודרת ל-2 קווי התקשרות IIC - בתוספת מתח 5 וולט ואדמה, ופנינים לכניסת פסיקות IRQ/XIRQ.

כניסה נוספת היא כניסת 7 - 20 וולט, המתח המועבר למעבד, דרך מתג המעבד, השני מימין (כיבוי והדלקת המעבד). כמו כן המתג הראשון הוא מתג התכנות (PROGRAMMING SWITCH), הקובע האם להריץ תוכנה או לתכנת את המעבד. המתגים הימניים (משמאל לימין) - ה-RESET, ו- מתג מגע כללי (מחובר לכניסת I/O).

בעלי אתר הרובוטיקה הישראלי לא ישאו באחריות כלשהי לכל נזק, כספי או אחר שייגרם במישורין או בעקיפין משימוש במידע המצוי באתר זה

© כל הזכויות שמורות לאסף פוניס, גיא יונה ואלי קולברג
אין להעתיק תכנים מאתר זה ללא רשות בכתב ממנהלי האתר



המצלמה : CmuCam



המצלמה הינה מצלמה אשר יוצרה באוניברסיטת Carnegie Mellon המתמחה ברובוטיקה. המצלמה נבחרה בשל מחירה הנמוך במיוחד יחסית למצלמות אחרות, בשל גודלה ונוחות העבודה איתה. מכיוון שהיא מתקשרת בפרוטוקול RS232 ניתן לחבר אותה ישירות למערכות במתחי TTL – הבקר הראשי של הרובוט.

המצלמה מורכבת מ- 2 חלקים:

- מצלמה
- Grabber

מספר פונקציות חשובות של ה- Grabber, הינן:

- סטטיסטיקת RGB בתמונה: $(\bar{R}, \bar{G}, \bar{B})$ & $(\sigma_R, \sigma_G, \sigma_B)$. כמו כן ניתן לעבוד בפורמט YCrCb. המרנספורמציה בין RGB Space ו- YCrCb:

$$\begin{bmatrix} Y \\ Cr \\ Cb \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.31 & 0.59 & 0.11 \\ 0.69 & -0.59 & -0.11 \\ -0.31 & -0.59 & 0.89 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} \Leftrightarrow \begin{cases} Y = 0.31R + 0.59G + 0.11B \\ Cr = R - Y \\ Cb = B - Y \end{cases}$$

הפורמט בו עבדנו הינו RGB.

- Tracking – עקיבה אחר אובייקט בטווח צבעים מוגדר וקבלת סטטיסטיקה עליו – מספר פיקסלים כולל, קואורדינטות הגוף וגודל (בפיקסלים).
- יכולת התחברות למחשב בפרוטוקול RS232 – דרך אפליקציית JAVA תקשרנו בין המחשב והמצלמה על מנת לראות ולכוון את המצלמות.
- RGB/YCrCb Auto White Balance.
- שינוי Contrast ובחירות תמונה.

כמו כן, באחת מן המצלמות על הרובוט, הוצא מייצב המתח הפנימי והמתח המסופק הוא דרך מייצב המתח של הרובוט (5v).

מאפיינים חשמליים	ערכים
צריכת הזרם של המעגל	מצב פעיל : $200_{[mA]}$
תדר עבודה	$\sim 60_{[Hz]} \Leftrightarrow \sim 17_{\text{Frames Per Sec.}}$
מאפיינים פיזיים	ערכים
גודל [cm]	אורך : $5.5_{[cm]}$ רוחב : $4.5_{[cm]}$ גובה : $6_{[cm]}$
חיבורים חשמליים	כניסת מתח יחידה , onboard regulator
תקשורת	RS232

בעלי אתר הרובוטיקה הישראלי לא ישאו באחריות כלשהי לכל נזק, כספי או אחר שייגרם במישורין או בעקיפין משימוש במידע המצוי באתר זה

© כל הזכויות שמורות לאסף פוניס, גיא יונה ואלי קולברג
אין להעתיק תכנים מאתר זה ללא רשות בכתב ממנהלי האתר



חיישני מרחק

2 סוגי חיישני מרחק קיימים על הרובוט :

• חיישני מרחק IR : Sharp GP2D12 Detector

חיישן מרחק זה הינו חיישן מרחק מ- 10 - 80 ס"מ , הפועל לפי טריאנגולציה - שליחת קרן אינפרה אדום בזווית ידועה, וקבלתה בזווית

הפרופורציונית למרחק , לפי : $\theta = \tan^{-1}\left(\frac{0.5 \cdot b}{L}\right)$ כאשר, b המרחק

בין 2 עיניות החיישן (LED וה- פוטוטרנזיסטור) ו-L המרחק לרובוט.

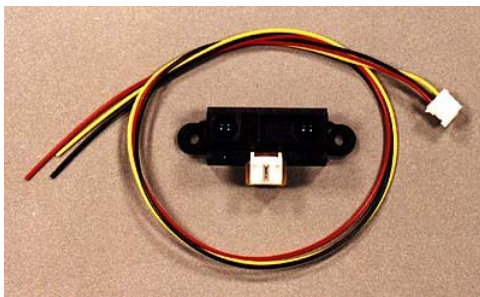
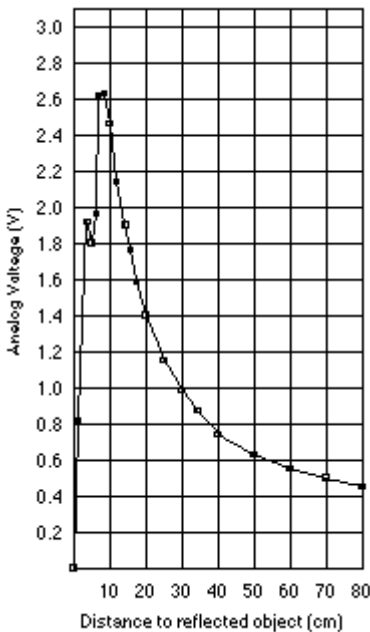
החיישן מחזיר לפיכך מתח פרופורציוני למרחק. מכיוון ש- \tan אינו ליניארי, ניתן לראות גם את החזר החיישן לעומת המרחק, וניתן לראות כי אינו ליניארי כלל. הרובוט, בזמן אמת משתמש בחיישנים אלו בכדי שיוכל להמנע מחפצים הסובבים אותו , ולא להתנגש בהם.

על מנת לעבוד בזמן אמת, היה צורך לסנן רעשים מהחיישן , אך החיישן עובד בתדירות של כ- 30 הרץ (כ 30 קריאות בשניה) ולכן נעשה מיצוע בזמן אמת, אך רק על 3 קריאות אחרונות (בעת קבלת נתון חדש, הוא שוקלל עם ה - 2 האחרונות שהתקבלו):

$$\tilde{x}[n] = \frac{1}{3} \sum_{i=n-2}^n x[i]$$

$$\tilde{x}[0] = \tilde{x}[1] = \tilde{x}[2] = x[0]$$

שישה חיישנים מוקמו על הרובוט, שניים המסתכלים לימין, שניים לשמאל ושניים קדימה.



מאפיינים חשמליים	ערכים
משיכת זרם	33 _[mA] average 50 _[mA] max
תדר עבודה	~ 0.033 _[KHz]
דגימה	אנלוגית

בעלי אתר הרובוטיקה הישראלי לא ישאו באחריות כלשהי לכל נזק, כספי או אחר שייגרם במישורין או בעקיפין משימוש במידע המצוי באתר זה

© כל הזכויות שמורות לאסף פוניס, גיא יונה ואלי קולברג
אין להעתיק תכנים מאתר זה ללא רשות בכתב ממנהלי האתר



חיישן אולטרה סוני

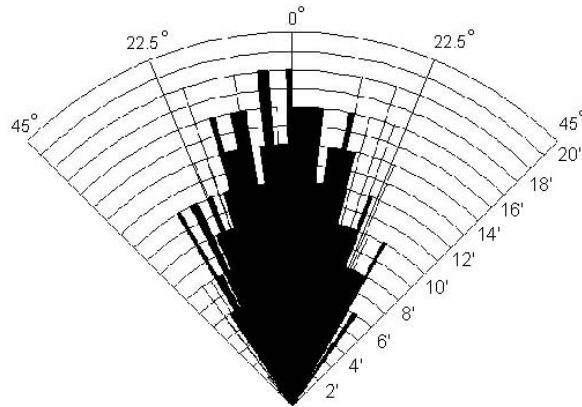
החיישן מודד את זמן המעוף של פרק של פרק אולטרה סוני. תדר הדגימה של החיישן תלוי במרחק הנמדד, שכן בסוף מדידה נלקחת מדידה נוספת וכמובן שזמן המדידה עצמו – פרופורציוני למרחק. באם מודדים מרחקים של 3 ס"מ עד 3 מטר, תדירות הדגימה תנוע בין הערכים:



$$f_{\min} = \frac{c}{l_{\max}} = \frac{344_{[m/s]}}{2 \cdot 3_{[m]}} \approx 0.057_{[kHz]}$$

$$f_{\max} = \frac{c}{l_{\min}} = \frac{344_{[m/s]}}{2 \cdot 0.03_{[m]}} \approx 5.7_{[kHz]}$$

כאשר c הינה מהירות הקול באוויר. החיישן מתקשר בפרוטוקול הראשי. תדר גל הגל הנשלח של החיישן עצמו (ה- transducer) הוא כ- $40_{[kHz]}$. עקומת הקרינה $f(\theta)$ של החיישן נראית כך:



לכן זהו החיישן היחיד על הרובוט המורכב בצורה אופקית, במרכז הרובוט, מופנה קדימה. כך הוא מכסה שטח רחב יותר מחיישני המרחק – $gpd12$. המטרה היא מציאת הגוף הקרוב ביותר לרובוט. גוף זה יהיה זה שהדרך שהפרץ האולטרה סוני יעבור מהחיישן ועד לגוף, תהיה הקצרה ביותר ועל כן זהו המרחק שיתקבל על ידי החיישן.

מאפיינים חשמליים	ערכים
משיכת זרם	average $33_{[mA]}$ max $50_{[mA]}$
תדר עבודה	$5.7_{[kHz]} - 0.057_{[kHz]}$
דגימה	דרך תקשורת IIC לאחר מעבר ב A/D פנימי בחיישן

בעלי אתר הרובוטיקה הישראלי לא ישאו באחריות כלשהי לכל נזק, כספי או אחר שייגרם במישורין או בעקיפין משימוש במידע המצוי באתר זה

© כל הזכויות שמורות לאסף פוניס, גיא יונה ואלי קולברג
אין להעתיק תכנים מאתר זה ללא רשות בכתב ממנהלי האתר



מערכת החשמל הראשית

מטרה: הגנה על המערכת החשמלית מפני קצרים חשמליים וחיבור מתחים הפוך, Over Voltage Protection – להגן על האלקטרוניקה ממתחים גבוהים מידי Under Voltage Protection – על מנת שהסוללה תוכל להתפרק עד נקודה מסוימת ולא מעבר.

בעיות: מתחי כניסה לא ידועים מראש, רק סדר הגודל של מתחי הכניסה. מקור המתח משותף הן לאלקטרוניקה והן למונעים ולכן יש ליצור מצב בו רעשים חשמליים שמקורם במונעי ה-DC מדוכאים ולא מצליחים לעבור מתח האספקה של האלקטרוניקה. חיבור אינדוקטורים לפעולת המעגל, כאשר המתח אינו ידוע.

פתרון: ראשית, נרצה לשמור על מערכת החשמל מפני פולריות הפוכה במתח הכניסה. את זה ניתן להשיג בקלות על ידי גשר דיודות פשוט. ישנן 2 אפשרויות להכנסת המתח לגשר הדיודות ובכל תצורה המתח ביציאת גשר הדיודות בפולריות הנכונה.

Under & Over Voltage Protection – ניתן להשיג הגנה זאת על ידי השוואת מתח הכניסה לחלון מתחים מותר, המוגדר מראש. באם מתח הכניסה נמצא בתוך חלון המתחים, יפתח המעגל וקו מתח זה יועבר הלאה.

הסיבות לכך הן שלא נרצה כי ממתחים גבוהים מידי יועמסו על האלקטרוניקה של הרובוט. במקרה כזה, המעגל ייסגר ולא יעבור זרם – ועל כן לא יתפור הספק ולא חום. הפרש מתחים גבוה מידי יכול לגרום לפיזור חום גבוה מידי.

הגנה ממתח נמוך מידי, הוא על מנת לשמור על הסוללה עצמה. כאשר הסוללה מחוברת זמן רב מידי לאלקטרוניקה המתח שלה יכול לרדת לרמה כזו, שלא יהיה אפשר למעון את הסוללה מחדש והיא תגמר לחלוטין. ברגע שמתח הסוללה יהיה נמוך מנקודה מסוימת, המעגל יסגר – ולא ימשך זרם מן הסוללה.

חלון המתחים במעגל זה נקבע ל-

$$12_{[V]} < V_{IN} < 20_{[V]}$$

בעיה נוספת הינה שנרצה לחבר לדים על מנת לדעת כי המעגל עובד, אך מתח ההפעלה אינו ידוע. במקרה זה אין להשתמש בנגד, כי זה ישנה את הזרם דרך הLED. על מנת להתגבר על זה, נלקח NJFET – מסוג 2N5458, כאשר ה-gate וה-source מקוצרים וה-drain מחובר לקו המתח החיובי – Vcc. כך הוא משמש כמקור זרם ועל כן חובר לאחר בטור לLED. עבור ממתחים שונים, גבוהים או נמוכים, הLED מאיר בצורה ויזואלית כזו, שניתן להבחין בו. חיבור זה של מקור זרם, מקור הזרם מוציא זרם של כ-6_[mA], המספיק לפעולה תקינה של ה-LED.

בסכימת המעגל, הנמצאת בעמוד הבא, ניתן לראות כי קיים במעגל מייצב מתח פנימי 7809, ל-9 וולט. מטרתו היא נתינת מתח יציב בתור מתח ייחוס להשוואה. נקודה חשובה בתכנון היתה כי המתח המינימלי בחלון המתחים המותר, הינו מתח בו ה-7809 עוד מוציא מתח של 9 וולט ולא פחות. במקרה של מייצב זה, יש לראוץ להפרש מתחים של 2 וולט לפחות. במקרה זה המתח המינימלי של חלון המתחים הוא 12 וולט – הפרש מתחים של 3 וולט לפחות. המתח המיוצב של 9 וולט מנותב ל-3 נקודות:

- מתח האספקה של המשוון LM358, הכולל בתוכו 2 משוונים.
- 2 פוטנציומטרים לחלוקת מתח. כל פוטנציומטר נותן מתח ייחוס יציב, שאינו תלוי במתח הכניסה.
- LED – על מנת שיהיה אפשרי לראות כי קו ה-9 וולט מיוצב כהלכה.

בעלי אתר הרובוטיקה הישראלי לא ישאו באחריות כלשהי לכל נזק, כספי או אחר שייגרם במישורין או בעקיפין משימוש במידע המצוי באתר זה

© כל הזכויות שמורות לאסף פוניס, גיא יונה ואלי קולברג
אין להעתיק תכנים מאתר זה ללא רשות בכתב ממנהלי האתר



ישנם 2 פוטנציומטרים נוספים, המחברים ישירות לקו המתח הראשי. המתח עליהם, לעומת הפוטנציומטרים השניים, כן משתנה כתלות במתח הכניסה.

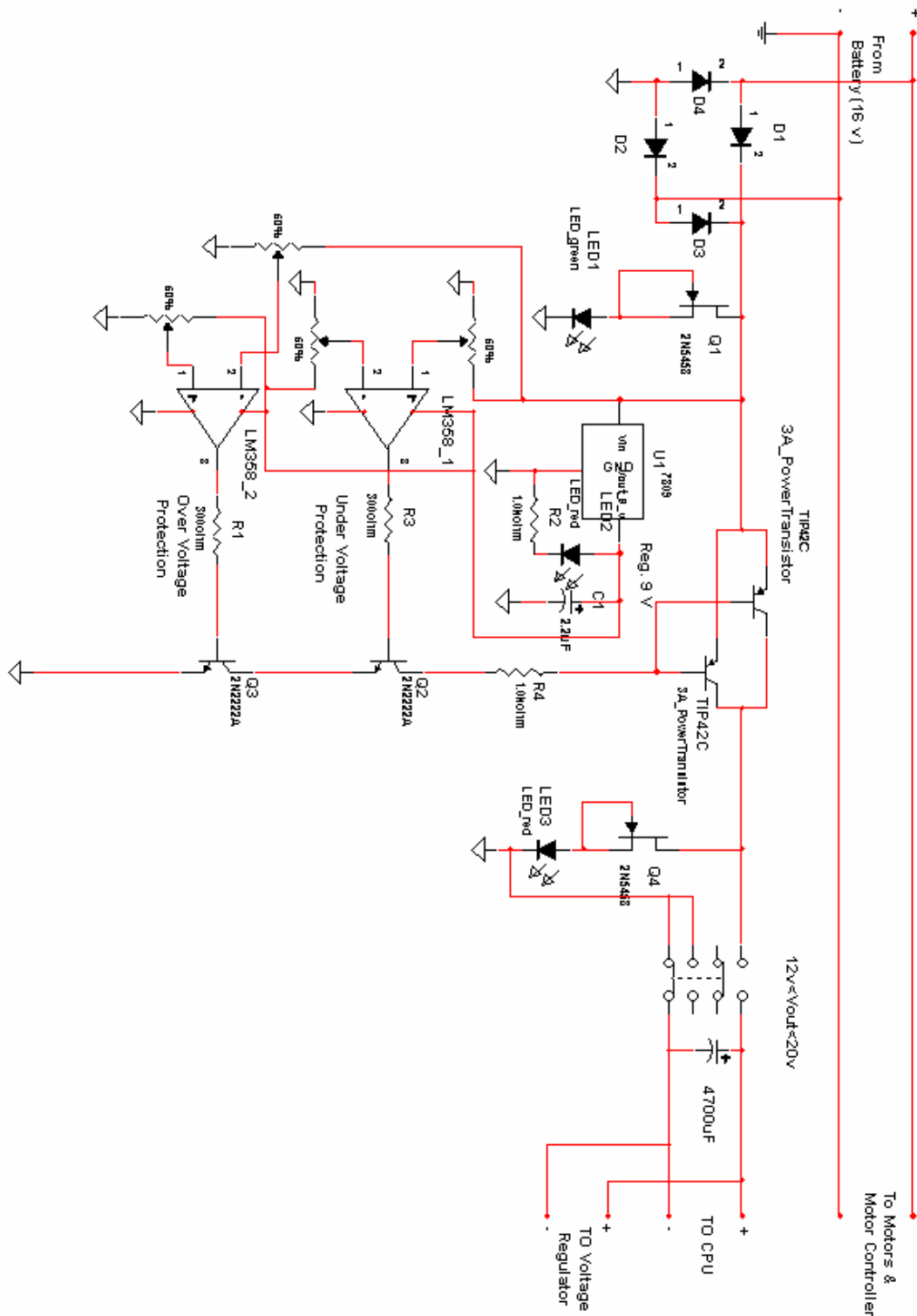
ניתן לראות כי ארבעת הפוטנציומטרים במעגל מחוברים בזוגות ל- 2 המשוונים LM358) כמוזכר לעיל). מיד נראה כי פעולה תקינה של המעגל דורשת כי יציאות 2 המשוונים תהה גבוהה. נוכל לראות כי יציאות המשוונים מחוברים על 300 אוהם לטרנזיסטורים 2N2222. אלו יהיו במצב פעיל רק כאשר יציאות המשוונים גבוהות (9 וולט, למעשה).
2 טרנזיסטורים אלו מחוברים, כאמור, במור אחד לשני ובמור לבסיס של טרנזיסטור TIP42C, המסוגל להעביר עד 3A. על מנת להגדיל את הזרם שניתן להעביר, חובר אליו טרנזיסטור זהה במקביל. הקולקטור והאמיטר שלהם כפי שניתן לראות, חוברו על גבי קו המתח הראשי (במור אליו) ולכן טרנזיסטורים אלו משמשים כמתג ON/OFF על הקו.

בעלי אתר הרובוטיקה הישראלי לא ישאו באחריות כלשהי לכל נזק, כספי או אחר שייגרם במישורין או בעקיפין משימוש במידע המצוי באתר זה

© כל הזכויות שמורות לאסף פוניס, גיא יונה ואלי קולברג
אין להעתיק תכנים מאתר זה ללא רשות בכתב ממנהלי האתר



להלן מערכת החשמל הראשית של הרובוט:



לאחר הטרנזיסטורים TIP42C, ישנו מתג בעזרתו ניתן לסגור את הקו ידנית. לאחר המתג ישנו קבל של $4700_{[\mu F]}$ שמטרתו שמירה על רמה קבועה של מתח בקו לאחר המעגל וכן מניעת

בעלי אתר הרובוטיקה הישראלי לא ישאו באחריות כלשהי לכל נזק, כספי או אחר שייגרם במישורין או בעקיפין משימוש במידע המצוי באתר זה

© כל הזכויות שמורות לאסף פוניס, גיא יונה ואלי קולברג
אין להעתיק תכנים מאתר זה ללא רשות בכתב ממנהלי האתר



DC והאלקטרוניקה).

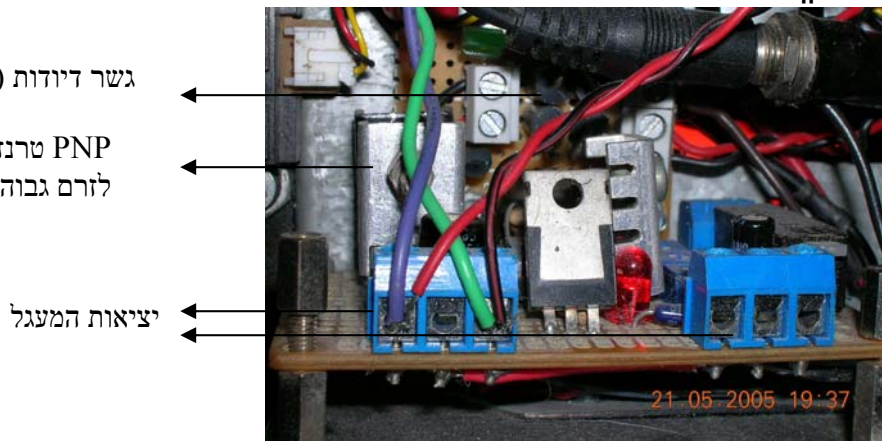
משוב ויזואלי למשתמש, בצורת 2 LED בחיבור עם 2N5458 NJFET (הממשש כמקור זרם בחיבור $V_{gs}=0$ מקוצר) חוברו לפני ה- TIP42C ולאחריו. בצורה זו ניתן לראות באופן ישיר האם המעגל מעביר את המתח הנכנס או לא.

יש לשים לב כי לאחר גשר הדיודות, רמת האדמה של האלקטרוניקה נמוכה בכ- 0.7V לערך מהמגע השלילי של הסוללה ועל כן הם אינם מסומנים בסכימה כאותה רמת אדמה. בכל מקרה ננקטו צעדים למניעת "אדמה צפה", וכן קווים יחידים של אדמה לכל כרטיס (כך שלא נוצר מצב בו "נסגר" מעגל של אדמה).

לבסוף, מועבר המתח אל האלקטרוניקה – מייצב המתח (המייצב ל- 5 וולט) וישירות אל המעבד (אשר לו מייצב מתח פנימי משלו).

מאפיינים חשמליים	ערכים
צריכת הזרם של המעגל	מצב פעיל : $32.4_{[mA]} - 34_{[mA]}$ מצב לא פעיל: $16_{[mA]}$
הזרם העובר דרך מערכת החשמל (אשר מנותב לשאר האלקטרוניקה ברובוט)	$200_{[mA]} - 800_{[mA]}$
מאפיינים פיזיים	ערכים
גודל [cm]	אורך : $7.5_{[cm]}$ רוחב : $4.7_{[cm]}$ גובה : $2.6_{[cm]}$
חיבורים חשמליים	כניסה ראשית למתח 4 יציאות מתח (זהות)

להלן המעגל כפי שהותקן על הרובוט:



גשר דיודות (להגנה)

PNP טרנז' מעבר
לזרם גבוה

יציאות המעגל

בעלי אתר הרובוטיקה הישראלי לא ישאו באחריות כלשהי לכל נזק, כספי או אחר שייגרם במישורין או בעקיפין משימוש במידע המצוי באתר זה

© כל הזכויות שמורות לאסף פוניס, גיא יונה ואלי קולברג
אין להעתיק תכנים מאתר זה ללא רשות בכתב ממנהלי האתר



מעגל ייצוב מתח

מטרה: ייצוב קו מתח ל-5v

בעיות: המתח הנכנס הוא מתח משתנה ולא קבוע, הורדת התלות בין הזרם הנמשך מהמייצב למתח המייצב, יכולת אספקת זרם גבוה, מינימיזציה של ההספק הנצרך על ידי המייצב.

פתרון: מייצב המתח אשר תוכנן הוא מייצב מתח DC-DC וממותג. ידוע כי מתח הכניסה למייצב המתח הוא בסדר גודל של $20[V] < V_{IN} < 12[V]$ ולא מעבר.

הבחירה הייתה בין מייצב ממותג למייצב Step Down (שאינו ממותג). הסוג השני צורך הספק גדול יותר ועל כן מתחמם יותר. בדרך כלל על מייצבים אלו מותקן Heat Sink ואף מאוורר קירור. אין זה המקרה לגבי מייצבים ממותגים, שכן ההספק עליהם קטן בהרבה ולכן לא רק שהם מתחממים באופן פחות, לרוב אין צורך במאוורר קירור, אלא רק Heat Sink פשוט.

המייצב הנבחר הוא המעגל המשולב LM2576T, מייצב מתח ממותג ב- $52_{[kHz]}$. הוא דורש מספר רכיבים חיצוניים קטן לפעולה:

- 2 קבלים וסליל חיצוניים
- דיודת שוטקי

הקבל והסליל מחוברים ביציאה, כך שהזרם היוצא מהמייצב עובר בסליל ומוען את הקבל. מכיוון שהיציאה ממותגת, מחוברת דיודת שוטקי ישירות אל היציאה, מהאדמה (שוטקי בשביל יכולת עבודה בתדירות זו). כמו כן קו בקרה מודד את המתח על הקבל וחוזר חזרה אל המייצב (נותן משוב על מתח היציאה) והמייצב משנה את ה- Duty Cycle שלו בהתאם. תפקידה של דיודת השוטקי – שמירה על רציפות הזרם בסליל, כיוון שיציאת המייצב נפתחת ונסגרת. כאשר יציאת המייצב נסגרת, הזרם נמשך ע"י הסליל, מדיודת השוטקי. דיודת השוטקי הינה הדיודה 1N5822, המסוגלת להעביר זרם מקסימלי של 3 אמפר, במתחים של עד 40v.

המייצב תוכנן בצורה כזו שיוכל לעמוד בעד 2.8 אמפר (בנקודה זו מתח היציאה ירד ל- 4.75v, המתח המינימלי לעבודה תקינה של האלקטרוניקה). כמו כן, תוכנן להוריד את ה- ripples ביציאה למתחת ל- $30_{[mV]}$. בחירת הסליל המתאים לזרם המקסימלי, נעשה לפי דפי הנתונים, בהתאם לגרף הבא:

בעלי אתר הרובוטיקה הישראלי לא ישאו באחריות כלשהי לכלל נזק, כספי או אחר שייגרם במישורין או בעקיפין משימוש במידע המצוי באתר זה

© כל הזכויות שמורות לאסף פוניס, גיא יונה ואלי קולברג
אין להעתיק תכנים מאתר זה ללא רשות בכתב ממנהלי האתר

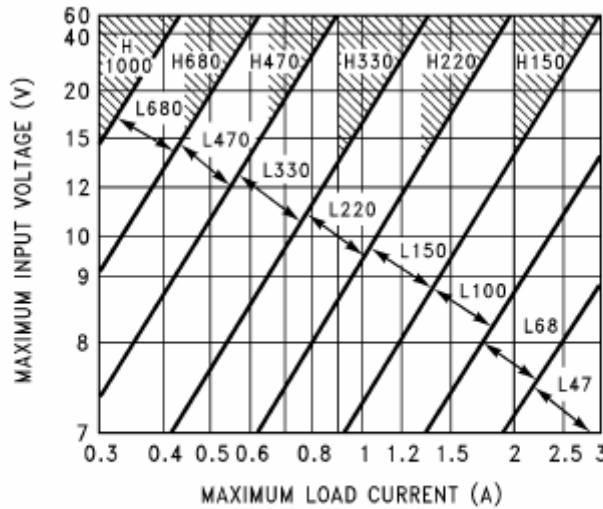


FIGURE 4. LM2576(HV)-5.0

הסליל הוא – L100 וניתן לראות כי עבור 3A מתקבל מתח כניסה מקסימאלי מותר של 20v. לכן תוכנן המייצב לזרם מקסימלי של 2.8A, בעוד המתח המקסימאלי אותו מעבירה מערכת החשמל של הרובוט הוא 20v. לבסוף, נבחרו סליל וקבל של $100_{[\mu H]}$, $1100_{[\mu F]}$.

למייצב המתח LM2576T, ישנם 5 רגליים: Vcc, Gnd, Feed Back, Vout ו-ON*/OFF.

במעגל ישנו Under Voltage Protection, המעגל אינו מקבל פחות מ-12v בכניסתו, ואם כן – הוא יסגר. כמו כן ישנו קו בקרה חיצוני בעזרתו ניתן לכבות את המייצב. כל זה נעשה בעזרת קו ה-ON*/OFF של המייצב. נוכל לראות בכניסת למייצב (בסכימת המעגל, אשר בעמוד הבא) כי קו ה-ON*/OFF מחובר ישירות לקולקטור של טרנזיסטור Q2, מסוג (NPN) 2N2222A ולנגד R4 pullup, המחובר מצידו השני לכניסת המתח הראשית. האמיטר של Q2 מחובר לאדמה והבסיס שלו למחלק מתח, על פוטנציומטר R3. כאשר מתח הכניסה יהיה נמוך מ-12v, מחלק המתח יהיה נמוך מ-0.7v ואז Q2 יסגר. במקרה זה, דרך R4 לא יעבור זרם וקו ה-ON*/OFF יעלה ל-Vin – ועל כן המייצב ייסגר.

כעת נסתכל על Q1, Q4, Q5 – הם חלק מהמערכת, שכניסתה היא קו מהבקר הראשי, כך שבהעלאת הקו בכניסה ל-5v (בפולס), ניתן לכבות את המייצב. קו ה-TTL מחובר דרך נגד R1 לבסיסו של Q5 (2N2222). כאשר קו זה עולה ל-5v, נפתח Q5. נסתכל על הפרש המתחים על הנגד R2. כאשר קו ה-TTL נמוך, הפרש המתחים עליו הוא 0 וכשקו ה-TTL גבוה הפרש המתחים עליו הוא בקירוב Vin. המתח על R2 מחובר ישירות ל-gate של טרנזיסטור BS170 – Q4. נשים לב כי לטרנזיסטור זה יש דיוורת הגנה שתפקידה היא הגנה על הרכיב מפני מתחים גבוהים, אך כאן יש לה תפקיד חשוב יותר, אשר יוסבר מיד.

מתח הסף של הטרנזיסטורים Q1, Q4 הוא $V_t=2v$. כאשר ה-gate של Q4 מועלה ל- $\sim V_{in}$ (בהעלאת קו ה-TTL), Q4 נפתח ו-C1 מתחיל להטען. תפקידו של קבל זה הוא העלאת המתח על Q5 ללפחות 2v, כך ש-Q1 יפתח. בכל בעלי אתר הרובוטיקה הישראלי לא ישאו באחריות כלשהי לכל נזק, כספי או אחר שיגרם במישורין או בעקיפין משימוש במידע המצוי באתר זה.

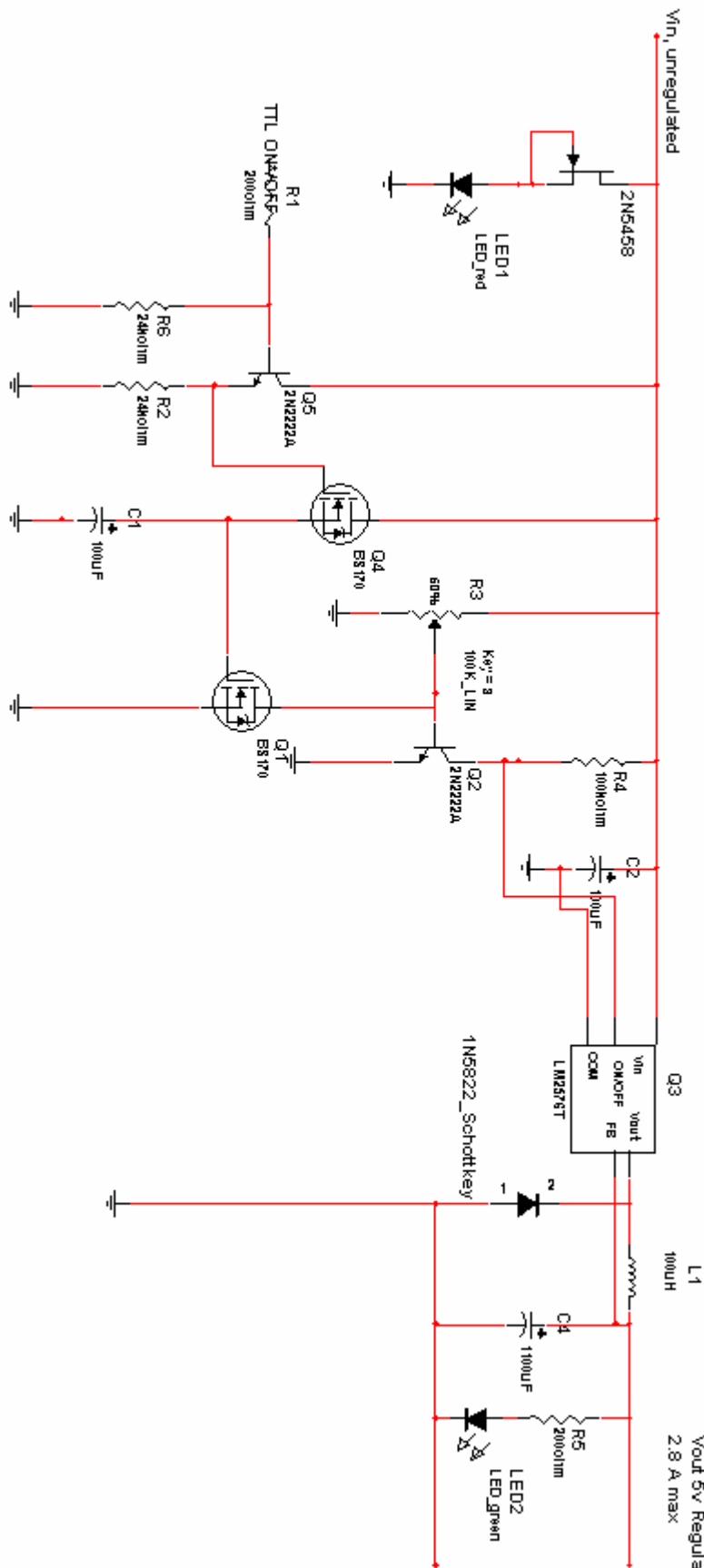


C1 להפרש מתחים של 2v, הפרש המתחים $V_{gs}(Q4)$ תמיד יהיה גדול מלפחות 10v (שכן אם לא, חלק המעגל שהינו under voltage protection יסגור את המייצב בכל מקרה). לכן קבל זה ישען תמיד למתח מספיק לפתיחת Q1. נוכל לראות כי ה-source של Q1 מחובר לאדמה וה-drain מחובר לבסיס של Q2. כאשר Q1 נפתח, V_{ds} שלו נמוך מ-0.7v. לכן R4 נבחר להיות כ-100 $_{[k\Omega]}$ ואז הזרם העובר ב-Q1 הוא מסדר גודל של $\theta(0.1_{[mA]})$. זה מקטין מאד את V_{ds} . נוכל לראות גם כי $V_{be}(Q2) = V_{ds}(Q1)$. במקרה זה כאשר Q1 נפתח – Q2 נסגר וקו ה-ON*/OFF עולה ל- $V_{in} \sim$ ועל כן כל המייצב נסגר. לכן בהעלאת קו ה-TTL (בפולס ארוך מספיק, כך שהקבל C1 נטען לרמה מספקת) נסגר המייצב.

נשאלת השאלה, כיצד מאותחל המעגל מחדש? כל עוד V_{in} מחובר, הפרש המתחים על גבי הדיודה של Q4 הוא ממתח אחורי ולכן היא נתק וזרם יכול מ-Q4 יכול רק לטעון את C1. כמו כן מחובר ל-gate של Q1, אך הזרם דרך ה-gate של mosfet הוא זרם זליגה הנמוך מנו אמפרים. על כן לאחר מתן הפולס בקו ה-TTL ניתן להוריד את קו ה-TTL בחזרה ל-0v והמייצב עוד ישאר סגור. במצב זה הרובוט מסוגל לכבות את עצמו. כאשר V_{in} יורד בחזרה לאפס, הפרש המתחים על גבי הדיודות הגנה של Q4 נהיה קדמי – והמתח של C1 יורד אל $\sim 0.7v$ וזהו מתח מספיק נמוך כך ש-Q1 ייסגר. על כן בהעלאת V_{in} למתח גבוה שוב, המייצב לא "יזכור" את הכיבוי – ויעבוד במצב עבודה נורמלי.

בעלי אתר הרובוטיקה הישראלי לא ישאו באחריות כלשהי לכלל נזק, כספי או אחר שייגרם במישורין או בעקיפין משימוש במידע המצוי באתר זה

© כל הזכויות שמורות לאסף פוניס, גיא יונה ואלי קולברג
אין להעתיק תכנים מאתר זה ללא רשות בכתב ממנהלי האתר



בעלי אתר הרובוטיקה הישראלי לא יסאו באחריות כלשהי לכל נזק, כספי או אחר שיגרם במישורין או בעקיפין משימוש במידע המצוי באתר זה

© כל הזכויות שמורות לאסף פוניס, גיא יונה ואלי קולברג
אין להעתיק תכנים מאתר זה ללא רשות בכתב ממנהלי האתר



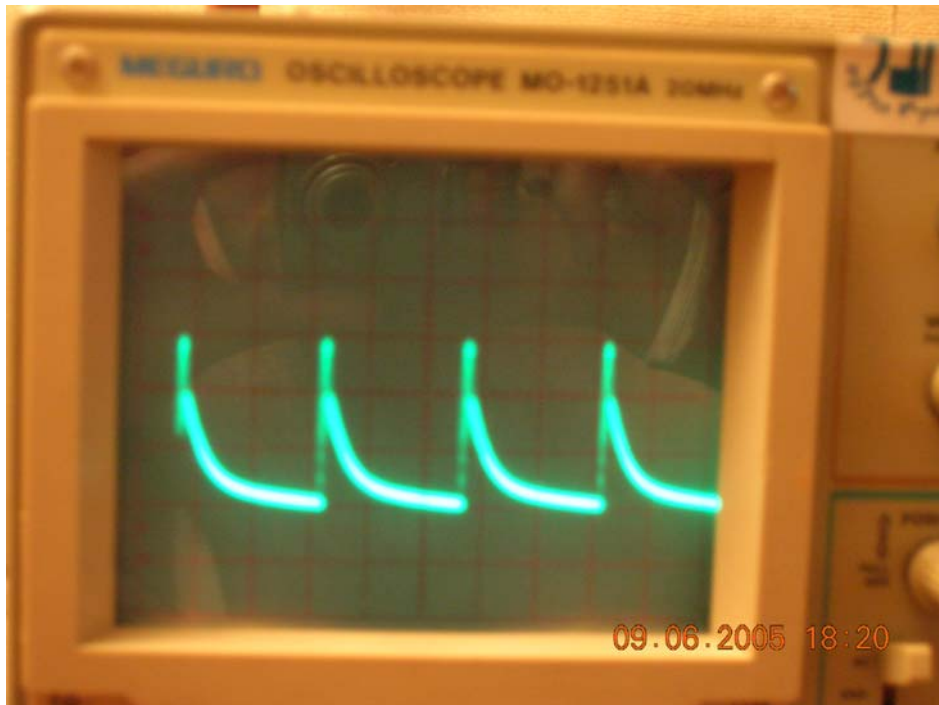
כמו כן נוכל לראות כי בכניסה, חובר LED דרך NJFET (2N5458) המחובר כמקור זרם
 ($V_{gs}=0$) וביציאה מחובר LED נוסף. תפקידי הלדים – משוב ויזואלי למשתמש, בכדי שיהיה
 ניתן לראות כי מתח מגיע לכניסת המעגל וכי המייצב עובד (או מכובה).

ניתן לראות ביציאת המעגל את הקונפיגורציה של הקבל, סליל ודיודת השוטקי וכן קו הבקרה
 המחובר ישירות לקבל. קו בקרה זה, כפי שניתן לראות, חוזר חזרה לקו ה-Feedback על ה-
 LM2576T.

חשוב לציין, כי יעילות ההמרה של רכיב ה-LM2576T היא גבוהה למדי- כ- 80% (מקסימאלי).

מאפיינים חשמליים	ערכים
צריכת הזרם של המעגל	מצב פעיל : $\sim 32.7_{[mA]}$ מצב לא פעיל: $\sim 6.2_{[mA]}$
מאפיינים פיזיים	ערכים
גודל [cm]	אורך : $4.5_{[cm]}$ רוחב : $4.5_{[cm]}$ גובה : $2.5_{[cm]}$
חיבורים חשמליים	כניסה ראשית למתח כניסת קו בקרה (ברמת TTL) לכיבוי המייצב 2 יציאות מתח (זהות)

מתח RMS המתקבל מהחיישן הוא כ- $5.01_{[V]}$. ה-ripple, כפי שנמדד (במצב AC) הוא כ-
 0.8 אחוז מ-5 וולט:



כמו כן, וורפיקציה נוספת למעגל ייצוב המתח – המערכת עובדת באופן יציב, והמתח היציאה לא עובר
 את תחום המתחים המותר בכל זמני פעולה המערכת.

בעלי אתר הרובוטיקה הישראלי לא ישאו באחריות כלשהי לכל נזק, כספי או אחר
 שייגרם במישורין או בעקיפין משימוש במידע המצוי באתר זה

© כל הזכויות שמורות לאסף פוניס, גיא יונה ואלי קולברג
 אין להעתיק תכנים מאתר זה ללא רשות בכתב ממנהלי האתר



מעגל בקרת מהירות למונעי DC

מטרה: שליטת על פעולת מונע DC, מתן אפשרות לשנות את מהירות המונע בטווחי מהירויות שונים, החל מעצירה עד מהירות מקסימלית.

בעיות: שליטה על זרמים ומתחים גבוהים על ידי אותות ריבועיים ברמת מתח TTL – PWM (Pulse Width Modulator)

חציצה בין מתחים גבוהים ונמוכים וסיון רעשים הנוצרים בסביבה רועשת (מונע DC).

פתרון: ראשית נחקור את הבעיה. לעומת שליטת ON/OFF, כאן יש צורך לשנות את מהירות

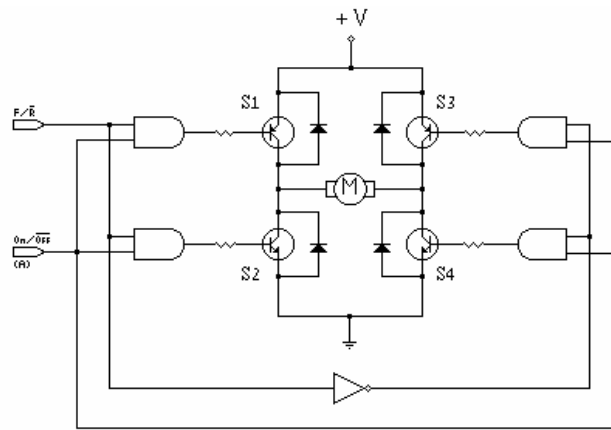
המונע בזמן אמת ועל כן גם את מתח המונע בטווח מתחים הנע מ 0V ועד Vcc.

אותות ה-PWM הנתונים פועלים בתדירות של $18_{[kHz]}$, כלומר, זמן מחזור של כ-

$5.5_{[\mu s]}$. ערך זה הנמוך בכמה סדרי גודל מקבועי זמן טיפוסיים של מונעי DC (שהם מסדר

גודל של כמה מילי שניות). כאן קיים מצורך בטרנזיסטורים למיתוג בתדירויות כאלו.

הקונפיגורציה לשליטה במונע היא ה-H Bridge:



בתצורה זו ניתן:

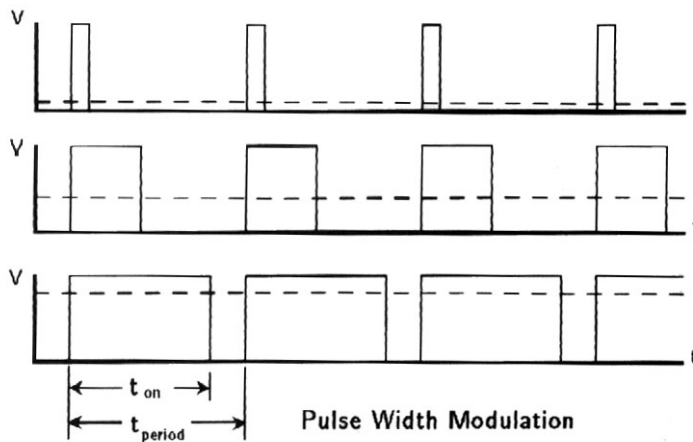
- לשלום כל כיוון המונע על ידי פתיחה של זוג טרנזיסטורים נגדיים (S1 ו-S4 או S2 ו-S3)
- לשלום על מהירות המונע על ידי מיתוג (המושג על ידי PWM) של הטרנזיסטורים.
- עצירת המונע.

בעלי אתר הרובוטיקה הישראלי לא ישאו באחריות כלשהי לכל נזק, כספי או אחר שייגרם במישורין או בעקיפין משימוש במידע המצוי באתר זה

© כל הזכויות שמורות לאסף פוניס, גיא יונה ואלי קולברג
אין להעתיק תכנים מאתר זה ללא רשות בכתב ממנהלי האתר



אותות ה- PWM מאופיינים כך:



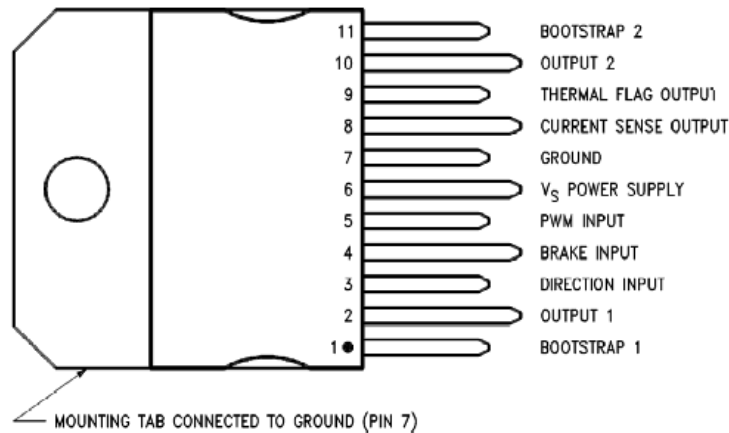
t_{on} ו- t_{period} מגדירים חלוקה אשר מוגדרת כ- Duty Cycle והוא מגדיר את המתח הממוצע המסופק למנוע.

את אותות ה PWM מהבקר, נרצה להפריד על ידי חוצץ מכמה סיבות. הראשונה היא שנרצה משיכת זרם מינמלית של בקר המנוע מהבקר הראשי. כמו כן נרצה שרעשים בתדרים גבוהים יותר לא יוחזרו בקווי המידע בחזרה לבקר הראשי. מבחינת סדרי גודל של השינויים בזמן נרצה שזמני העליה והירידה יהיו בסדר גודל אחד לפחות קטנים מזמן המחזור של ה- PWM, כלומר סדר גודל של nS .

בנוסף, המתח של בקר המנוע, גם הוא לא מגיע מהבקר, אלא ממייצב משלו. קווי המידע מהבקר הראשי נכנסים לחוצץ המופעל על ידי מתח זה. כמו כן יש לדאוג כי רמת האדמה (GND) של הבקר הראשי והבקר מנוע יהיו מקוצרות.

הבקר מנוע עצמו יהינו הבקר LMD18200, מעגל משולב המקבל אותות PWM. החוצץ יהנו ה- 74HC4050 ומייצבי המתח הם 7809 ו- 7805.

להלן הדיאגרמה של בקר המנוע - LMD18200



בעלי אתר הרובוטיקה הישראלי לא ישאו באחריות כלשהי לכל נזק, כספי או אחר שייגרם במישורין או בעקיפין משימוש במידע המצוי באתר זה

© כל הזכויות שמורות לאסף פוניס, גיא יונה ואלי קולברג
אין להעתיק תכנים מאתר זה ללא רשות בכתב ממנהלי האתר



הרגליים – GND ו- Vcc, 2 יציאות למנוע, כניסות PWM, BRAKE ו- DIRECTION, 2 רגליים לקבלי bootstrap (החיונים לפעילות תקינה של הרכיב) ו- 2 רגליי משוב לגבי חום הרכיב והזרם ברכיב.

מייצבי המתח – 7805 ו- 7809 יכולים להעביר כל אחד עד 1 אמפר, והם חוברים בטור על מנת לחלק את הפרש המתחים ביניהם.

החוצץ 74HC4050 הוא מעגל משולב של 6 חוצצים נפרדים ופועל ברמת TTL (5 וולט). להלן מידע על הזמנים והמתחים האופייניים של הרכיב:

$$t_{rise} = t_{fall} = 6_{[nS]}$$

$$t_{PHL} = t_{PLH} = 25_{[nS]}$$

$$V_{IH} = 3.15_{[V]}$$

$$V_{IL} = 1.35_{[V]}$$

$$V_{OH} = 4.9 - 5_{[V]}$$

$$V_{OL} = 0.1_{[V]}$$

אותות ה- PWM הינם אותות ריבועיים בתדר קבוע (15_[kHz], כאמור). מה שהבקר הראשי

יכול לשנות לגביהם הוא את ה- Duty Cycle (על ידי שינוי ה- D.C. מקבלים מתח V_{rms} שונה). לפי ה- Duty Cycle משתנה היחס – Ton/T – ולפי יחס זה, מעביר רכיב ה- PWM LMD18200 את המתח למנוע. תדירות ה- PWM

הזמנים האופייניים של ה- PWM הם מסדר גודל של 10–100_[μs], ונוכל לראות כי זמני העליה/ירידה קטנים בהרבה מזמני המיתון.

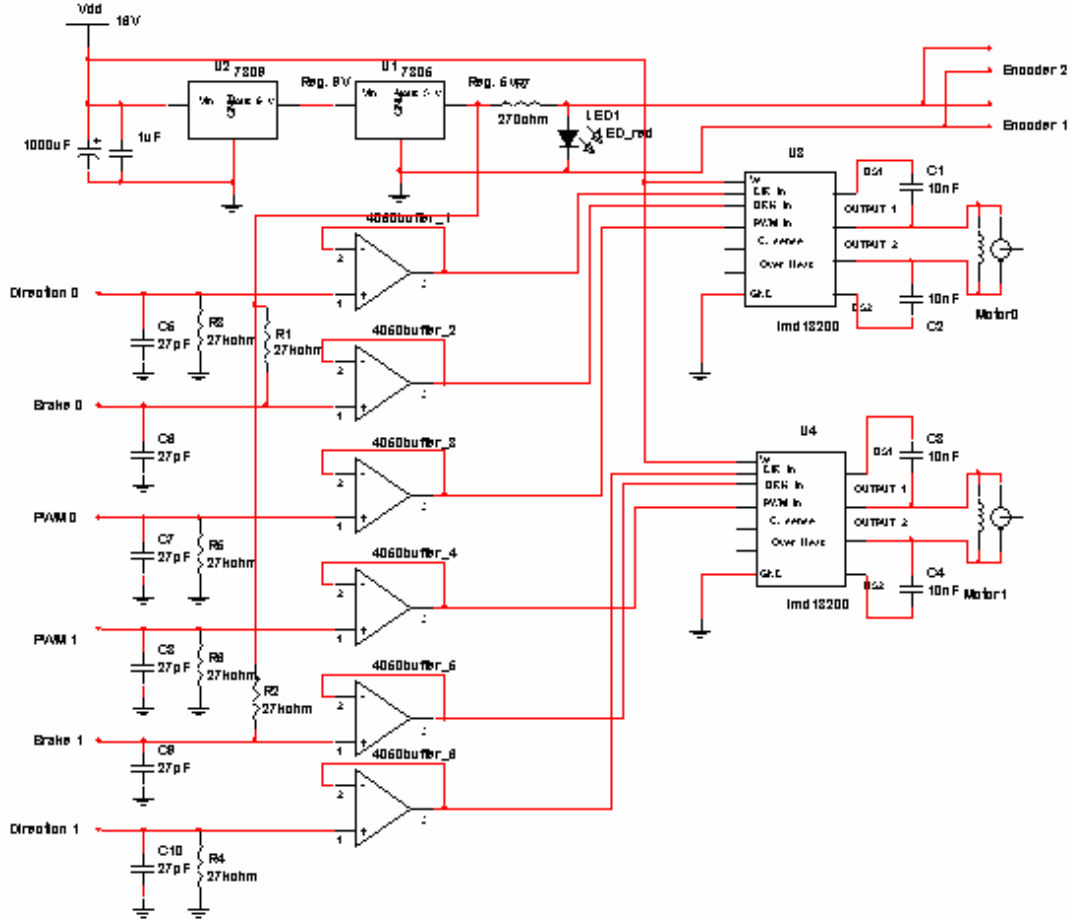
על כל מנוע מורכב אנקודר אופטי (בעזרתו ניתן למדוד את מהירות המנוע). את המתח הדרוש לפעולתו התקינה, +5V, יקבל האנקודר מהמתח המיוצב מבקר המנוע. כמו כן, נרצה כי כל המידע העובר אל ומהמנועים יהיה מנותב דרך בקר המנועים. על כן כל אנקודר מתחבר ישירות עם 3 חומים – Vcc, GND ומידע, אל הבקר. 2 קווי מידע אלו הם קווי מידע החוצה, אל הבקר הראשי, ומצטרפים ל- 6 קווי המידע הנכנסים אל בקר המנוע (מהבקר הראשי).

בעלי אתר הרובוטיקה הישראלי לא ישאו באחריות כלשהי לכל נזק, כספי או אחר שייגרם במישורין או בעקיפין משימוש במידע המצוי באתר זה

© כל הזכויות שמורות לאסף פוניס, גיא יונה ואלי קולברג
אין להעתיק תכנים מאתר זה ללא רשות בכתב ממנהלי האתר



להלן מעגל בקרת המנועים:



ראשית נוכל לראות כי בכניסת המתח הראשית ישנו קבל $1000_{\mu F}$ אלקטרוליטי וקבל $1_{\mu F}$ קרמי, שתפקידיהם הם לשמור על רמת המתח בכניסה לבקר המנוע וכן מניעת מעבר רעשים חשמליים.

קו המתח הראשי עובר ל- 2 נקודות:

1. 2 מחתי $V_s +$ - בכניסות של כל LMD18200
2. של V_{in} מייצב המתח 7809. קו ה- 9 וולט עובר ישירות לכניסת המתח של מייצב המתח 7805. ביציאת ה- 7805, נקבל 5 וולט מיוצב. קו המתח של ה- 5 וולט עובר ישירות ל- 3 מקומות:
 1. מתח האספקה של החוץ 74HC4050
 2. מחובר דרך נגדי PullUp ל- 2 קווי מידע המגיעים מהבקר הראשי. 2 קווי מידע אלו הם קווי ה- brake של כל מנוע. זאת משום שבמצב נורמלי, כאשר קו ה- brake גבוה, המנוע אמור לא לזוז, ונרצה שבמצב נורמלי, שהבקר הראשי לא מורה למנוע לזוז, המנוע לא רק שלא ינוע, אלא שיהיה במצב "brake".
 3. LED - משוב למשתמש, לדעת כי המעגל מתפקד, וכי מגיע אליו מתח האספקה.

בעלי אתר הרובוטיקה הישראלי לא ישאו באחריות כלשהי לכל נזק, כספי או אחר שייגרם במישורין או בעקיפין משימוש במידע המצוי באתר זה

© כל הזכויות שמורות לאסף פוניס, גיא יונה ואלי קולברג
אין להעתיק תכנים מאתר זה ללא רשות בכתב ממנהלי האתר



מלבד 2 נגדי ה- pullup על קווי ה- brake, על ארבעת קווי המידע האחרים - PWM ו- Direction יש נגדי PullDown. המטרה בנגדים אלו היא שקווים אלו מאד רגישים לעליות ונרדמוליות במתחים. עליה מהירה בממתח בקו מידע כלשהו עלולה לגרום למנוע לזוז, לעצור, רק כתוצאה מרעשים בקווים. על מנת למנוע עליות חדות כאלו, על כל קו ישנו קבל של $27_{[pF]}$.

נזכור כי בהורדת קו מידע ל- 0v או 5v, הקבל הזה מתפרק (או נטען) לא רק דרך הנגדים, אלא גם דרך קו המידע עצמו. מכיוון שהבקר הראשי מכריח ממתח כלשהו בקו, קבלים אלו נפרקים/נטענים מהר מספיק והקו מצליח להגיע לרמות המתח המתאימות (Vih ו- Vil של החוץ).

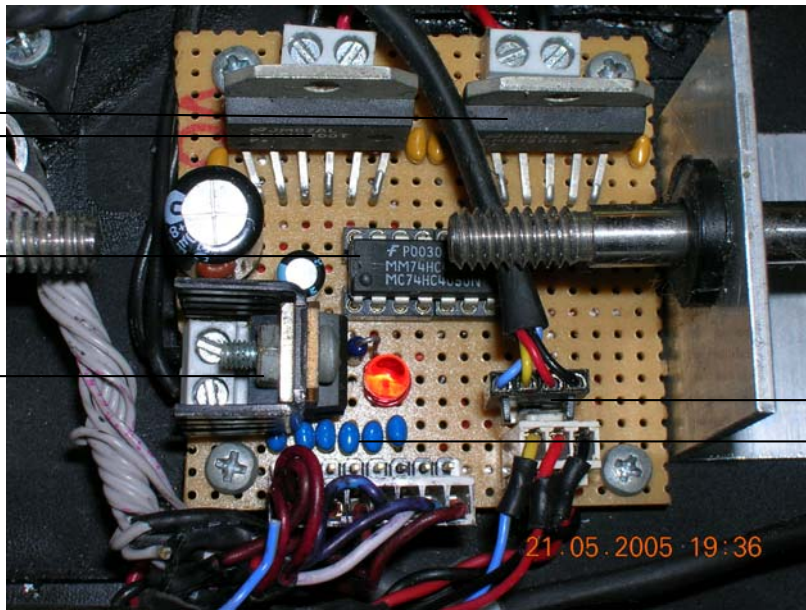
זמני העליה והירידה של החוץ הם כ- $6_{[ns]}$, זמן קצר מספיק לעבודה בתדר של 24 מגה הרץ. זמן התגובה של החוץ הוא כ- $25_{[ns]}$, כך שנקבל כי האות ביציאה מושהה ב- $25_{[ns]}$ ביחס לאות הכניסה. מכיוון שה- LMD18200 מוציא מתח למנוע לפי יחס Ton/T,

ובמיוחד כי זמן התגובה של המנוע הוא מסדר גודל של כמה ms, השהייה זו אינה מורגשת כלל על ידי המנוע, ובמיוחד לא על ידי המשתמש (כאשר רואים את המנוע נע). המיתוג עצמו משנה בדרך כלל רק בקווי ה- PWM, שכן הם ממותגים באופן רציף, וארבעת הקווים האחרים (2 קווי direction ו- 2 קווי brake) מחליפים מתח פעם בכמה שניות, בפעולה הרציפה של הרובוט. בסך הכל ישנם 6 קווי מידע הנכנסים אל החוץ. 6 היציאות מתחלקות בין 2 רכיבי ה- LMD18200, המסוגל לקבל בכניסות אלו רמות מתח של 5 וולט.

מאפיינים חשמליים	ערכים
צריכת הזרם של המעגל	מצב פעיל : $20_{[mA]}$ <ul style="list-style-type: none"> משיכת הזרם של רכיבי ה- LMD18200 בקווי הלוגיקה היא מסדר גודל של $\theta(10_{[\mu A]})$
הזרם העובר המעגל (אשר מנותב לשאר ל- 2 המנועים)	$3_{[A]} <$
מאפיינים פיזיים	ערכים
גודל [cm]	אורך : $5.5_{[cm]}$ רוחב : $5.5_{[cm]}$ גובה : $2.6_{[cm]}$
חיבורים חשמליים	כניסה ראשית למתח 6 כניסות מידע (PWM, DIR, BRK) 2 יציאות מידע (אנקודרים לבקר ראשי) 2 כניסות מידע מהאנקודרים 2 יציאות מתחים ל- 2 מנועי DC

בעלי אתר הרובוטיקה הישראלי לא יסאו באחריות כלשהי לכל נזק, כספי או אחר שייגרם במישורין או בעקיפין משימוש במידע המצוי באתר זה

© כל הזכויות שמורות לאסף פוניס, גיא יונה ואלי קולברג
אין להעתיק תכנים מאתר זה ללא רשות בכתב ממנהלי האתר



2 בקרי מנוע
DC

Buffer

מייצבי מתח ל-
5[v] רק עבור
Buffer -ה

יציאות
אנקודרים
קבלים לסינון
רעשים בקו

בעלי אתר הרובוטיקה הישראלי לא ישאו באחריות כלשהי לכל נזק, כספי או אחר שייגרם במישורין או בעקיפין משימוש במידע המצוי באתר זה

© כל הזכויות שמורות לאסף פוניס, גיא יונה ואלי קולברג
אין להעתיק תכנים מאתר זה ללא רשות בכתב ממנהלי האתר

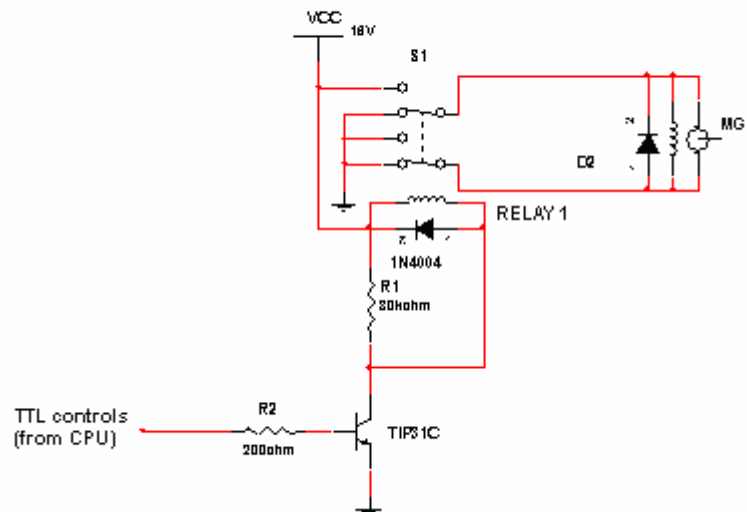


מעגל RELAY

מטרה: שליטת ON/OFF על פעולת מנוע DC. מנוע DC זה הינו מאוורר שתפקידו כיבוי אש.
בעיות: קווי הבקרה הינם קווי TTL ויש לשלוט על מתחים זורמים גבוהים (16 וולט, סדר גודל של כמה אמפרים).

פתרון: זרמים גבוהים בממשקי מצב מוצק יכולים לגרום לחימום וכן מתח הבקרה יכול לשלוט על כמות הזרם העובר (לדוגמא mosfet). על כן נעשה שימוש ב relay מכני המסוגל להעביר מספר אמפרים. יותר מכך, ב- relay כזה ישנה הפרדה ברורה בין הקווים בהם הזרם הגבוה והזרם הנמוך. כמו כן על מנת להגיע להפרדה מקסימאלית בין המקורות כל מתחי המעגל מוגיעים מסוללה נפרדת – המספקת זרם למנוע ה- DC וכן את המתח אשר מיועד לפתוח ולסגור את ה- relay.

להלן המעגל:



קו הבקרה הינו קו ברמת מתח TTL והוא מחובר דרך נגד של 120Ω לבסיס של טרנזיסטור NPN TIP31C. ה- relay נפתח כאשר הפרש המתחים על גבי הסליל גבוה מ- 12 וולט. על מנת להעביר את מקסימום המתח עליו יש להגדיל את המתח הנופל על R1 ולכן להקטין את מתח Vce על הטרנזיסטור. מטרה זו הושגה על ידי נגד גדול מספיק ($30 k\Omega$) המקטין את הזרם לסדר גודל של $100 \mu A$.

במעגל קיימות 2 Fly Back Diodes שמטרתן להעביר את הזרם העובר בסלילים במעגל (מנוע DC, relay) כאשר המעגל נסגר ולכן הן חוברו הפוך. במקביל ל- relay חוברה דיודה (1N4004) אשר יכולה לעמוד בזרם ממושך של 1A וכ- 3A בפיק. במקביל למאוורר חוברה דיודה העומדת ב- 3A ממושך ו- 6A בפיק.

באופן נורמלי קו הבקרה נמצא ב- 0 וולט. במצב זה ה- TIP31C סגור. שום זרם אינו עובר ולכן אין הפרש מתחים על R1 ועל סליל ה- relay (במקביל). בעליית קו הבקרה ל- 5 וולט נפתח הטרנזיסטור, עובר זרם ולכן הפרש מתחים על R1 ועל סליל ה- relay. כך משנה מצב ה- relay עצמו ולמנוע ה- DC מסופק המתח הדרוש לפעולתו התקינה.

בעלי אתר הרובוטיקה הישראלי לא ישאו באחריות כלשהי לכל נזק, כספי או אחר שייגרם במישורין או בעקיפין משימוש במידע המצוי באתר זה

© כל הזכויות שמורות לאסף פוניס, גיא יונה ואלי קולברג
אין להעתיק תכנים מאתר זה ללא רשות בכתב ממנהלי האתר



פעולת המעגל מסתכמת כך:

- קו TTL ברמה 0 לוגית - מנוע ה-DC אינו פועל.
- קו TTL ברמה 1 לוגית - מנוע ה-DC פועל.

מאפיינים חשמליים	ערכים
צריכת הזרם של המעגל	stand alone : $0_{[mA]}$ מצב פעיל: $20_{[mA]}$
משיכת הזרם של מנוע ה-DC	$3-4_{[A]}$, Cont. $15_{[A]}$, Peak
מאפיינים פיזיים	ערכים
גודל [cm]	אורך : $4_{[cm]}$ רוחב : $3_{[cm]}$ גובה : $1_{[cm]}$
חיבורים חשמליים	כניסת מתח ראשית GND, Vcc כניסת מידע מהבקר הראשי יציאה ל- relay (מה- relay, עוד 2 קווי מתח למנוע ה-DC)

בעלי אתר הרובוטיקה הישראלי לא ישאו באחריות כלשהי לכל נזק, כספי או אחר שייגרם במישורין או בעקיפין משימוש במידע המצוי באתר זה

© כל הזכויות שמורות לאסף פוניס, גיא יונה ואלי קולברג
אין להעתיק תכנים מאתר זה ללא רשות בכתב ממנהלי האתר



מעגל שמע

מטרה: זיהוי שמע בתדרים 3-5 קילו הרץ – תחום התדרים של אזעקות אש ביתיות.
בעיות: מעגל לזיהוי תדרים, סינון רעשים סביבתיים.

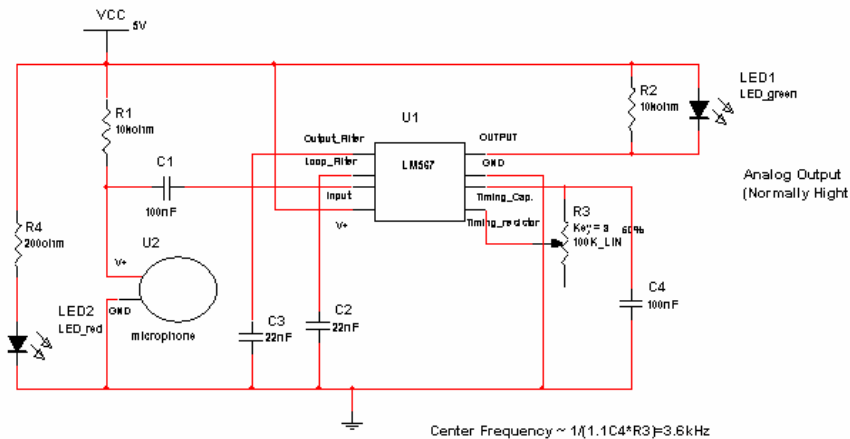
פתרון: שימוש ברכיב טכומטר LM567. הרכיב קטן וקל לשימוש.
 מספר יתרונות לרכיב הם שאת התדר המרכזי רוחב הפס ניתן לשנות על ידי שינוי 3 רכיבים.
 שאר הרכיבים שיש לחבר מוגדרים בדפי הנתונים. התדרים מאופיינים כך:

$$f_0 \cong \frac{1}{1.1R_3C_4}$$

$$BW = 10.7 \sqrt{\frac{f_0 \cdot v_{in}(rms)}{10^6 \cdot C_2}}$$

כאמור, V_{in} הוא המתח המועבר לקו ה-input. יתרון נוסף ברכיב שמותר לרגל הכניסה להכניס מתחים עד $200_{[mV]}$ ולכן אין צורך בדרגת הגבר בין המיקרופון לרכיב. להלן המעגל:

יציאת הרכיב באופן נורמלי הינה גבוהה ויורדת בהתאם לתדר הכניסה. כמו כן ניתן לראות שעוצמת התדר המושמע תורמת לרוחב הפס. זהו יתרון נוסף שכן רעשים סביבתיים הינם בעוצמות נמוכות לרוב ולכן עבור רעשי סביבה רוחב הפס נהיה צר מאד.



ראשית נראה כי C_4 היו $100nF$ ולכן הפוטנציאומטר כוון לכ- $2.5 k\Omega$ וכך מושג התדר:

$$f_0 \cong \frac{1}{1.1R_3C_4} = \frac{1}{1.1 \cdot 2.5_{k\Omega} \cdot 100_{nF}} \approx 3.6_{[kHz]}$$

ממדירות נמצא כי העוצמה המקסימלית מהמיקרופון הגיעה לכ- $170mV$. רעשים סביבתיים לעומת זאת הגיעו למקסימום של $20mV$. רוחב הפס לכן:

$$BW = 10.7 \sqrt{\frac{f_0 \cdot v_{in}(rms)}{10^6 \cdot C_2}} = \begin{cases} 1.78_{[kHz]} & V_{in(max)} = 170_{mV} \\ 0.61_{[kHz]} & V_{in(noise, max)} = 20_{mV} \end{cases}$$

כצפוי, גם נמצא כי העוצמה הנקלטת היא מקסימלית כאשר המקור מופנה ישירות למיקרופון (ואז גדל רוחב הסרט).

בעלי אתר הרובוטיקה הישראלי לא ישאו באחריות כלשהי לכל נזק, כספי או אחר שייגרם במישורין או בעקיפין משימוש במידע המצוי באתר זה

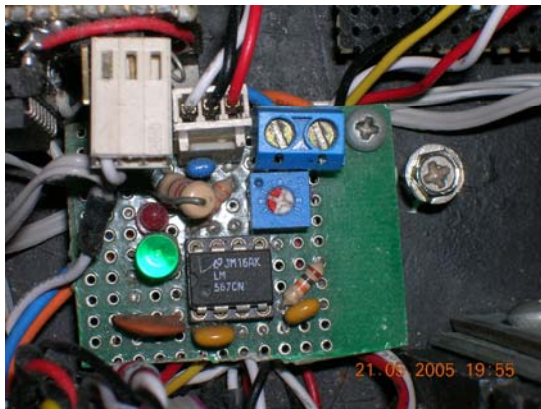
© כל הזכויות שמורות לאסף פוניס, גיא יונה ואלי קולברג
 אין להעתיק תכנים מאתר זה ללא רשות בכתב ממנהלי האתר



המעגל כולו עובד ברמת מתחים TTL ומוזן ממקור מתח יחיד. בכניסת המעגל חוברו לר ונגד בכדי שיהיה ניתן לראות כי המעגל פועל. כמו כן המיקרופון הוכנס למצב פעיל DC על ידי חיבורו ל- Vcc דרך נגד $10k\Omega$. על מנת להיפטר מרעשי ה- DC, בין דרגה זו לדרגה הבאה חובר קבל של כ- $100nF$. צידו השני של קבל זה, חובר לכניסת ה- input של רכיב ה- LM567. היציאה שמצויה באופן נורמלי ברמת מתח גבוהה, חוברת (לפי דפי נתונים) עם נגד pullup ל- Vcc.

כמצוין לעיל, הרכיב תוכנן ונמצא כי מוצא תדרים סביב $3.6_{[kHz]} \sim$. באופן נורמלי, ללא קליטה, יציאת הרכיב גבוהה (1 לוגי, TTL 5v). על מנת שיהיה משוב למשתמש, חובר ultra bright LED בין היציאה ל- Vcc. בלדים אלו ניתן להבחין בשינויים בעוצמה בעין ואלו פרופורציוניים לשינוי בהפרש המתחים על ה- LED (לאחר שנמצא במצב פעיל). כלומר, LED זה משמש כמשוב ויזואלי לעומת עוצמת ותדר הקול הנקלט במעגל. הלכה למעשה, ניתן להפעיל מעגל זה במחייאת כף.

מאפיינים חשמליים	ערכים
צריכת הזרם של המעגל (stand alone)	$\sim 30_{[mA]}$
צריכת הזרם במעגל, בקליטה של אות, עוצמה מקסימלית	$\sim 150_{[mA]}$
מאפיינים פיזיים	ערכים
גודל [cm]	אורך: $4_{[cm]}$ רוחב: $3_{[cm]}$ גובה: $1_{[cm]}$
חיבורים חשמליים	כניסת מתח ראשית- Vcc,Gnd יציאה אנלוגית, כניסה למיקרופון



להלן המעגל, מורכב על הרובוט:

בעלי אתר הרובוטיקה הישראלי לא ישאו באחריות כלשהי לכל נזק, כספי או אחר שייגרם במישורין או בעקיפין משימוש במידע המצוי באתר זה

© כל הזכויות שמורות לאסף פוניס, גיא יונה וואלי קולברג אין להעתיק תכנים מאתר זה ללא רשות בכתב ממנהלי האתר

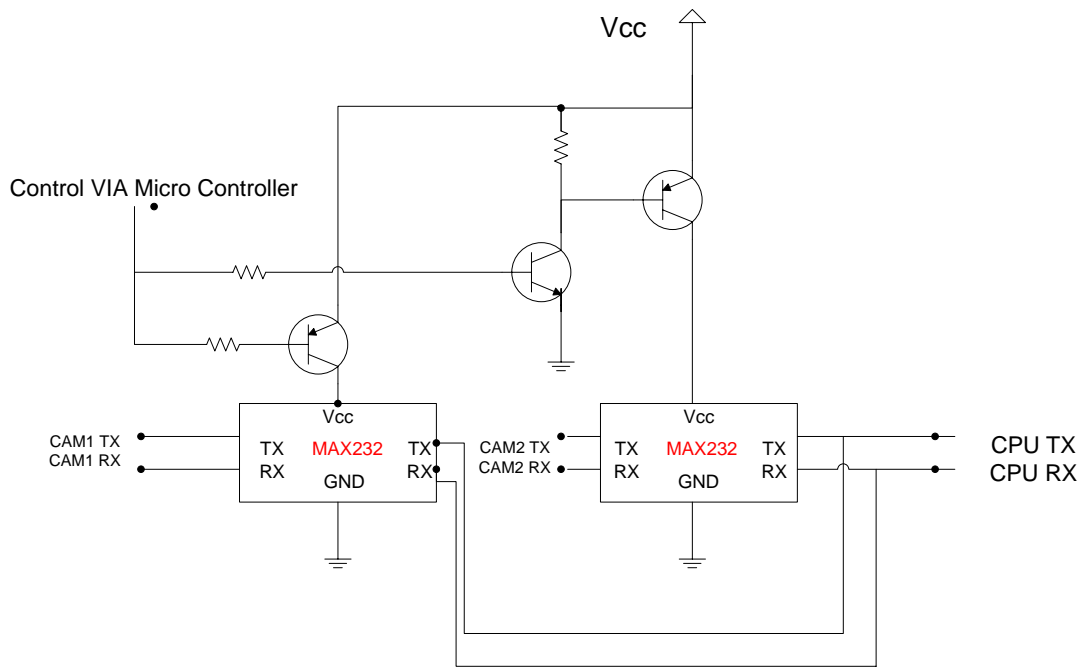


מעגל ניתוב מידע סיריאלי (RS232) למצלמות

מטרה: העברת מידע סיריאלי, בין הבקר הראשי ל - 2 מצלמות.
בעיות: קו תקשורת RS232 יחיד ל- 2 מצלמות. מכיוון שעל קו RS232 ניתן להעביר מידע בין Receiver ו- tranciever יחידים, יש צורך במעגל המשמש כ MUX ועל ידי כך לתת יכולת לבקר הראשי להחליט עם איזו מצלמה לתקשר בזמן נתון. זוהי אחת הבעיות הראשיות שאיתן היה עלינו להתמודד, שכן בניסיון לסגור את הקווים עם MUX, קיבלנו עיוות של האותות.

פתרון: ניתוח מעגלי המצלמה (reverse engineering) ושינוי מעגל התקשורת של המצלמות. על מנת לפתור את בעיית התקשורת, החלטנו שלא להשתמש ב- MUX רגיל, שכן היה עליו דרכו היו עוברים קווי המידע, מה שהיה יכול לגרום להנחתה ועיוות של האותות מהמצלמה ואל המצלמה (מהבקר הראשי).

במעגל קיים ממיר מרמות מתח TTL לרמות rs232, בשם max232. הממיר פועל על מתח של 5 וולט (ולמעשה יכול גם פחות) ועל כן החלטנו שבמקום להוסיף mux על קו המידע - פשוט נפתח/נסגור את מתח האספקה של ממיר ה-max232. באופן זה הצלחנו להעביר נתונים משתי המצלמות - לחלוטין ללא עיוותים של האותות. הלן השינוי במעגלי התקשורת של המצלמות:



טרנזיסטורי ה- PNP מעבירים את מתח ה- Vcc לשני ה- max232 ובעוד ה- pnp של מצלמה 1 נפתח לפי קו הבקרה - CTRL, ה- pnp השני מקבל כקו בקרה את CTRL (נכנס ל- npn המשמש כמהפך). קו ה- CTRL נשלט על ידי ה- CPU, וקווי ה- Tx,Rx (שידור וקבלה) נכנסים לאותו פורט RS232 יחיד של הבקר הראשי.

מאפיינים חשמליים	ערכים
צריכת הזרם של המעגל	10 _[mA]
מאפיינים פיזיים	ערכים
תקשורת	קו i/o יחיד

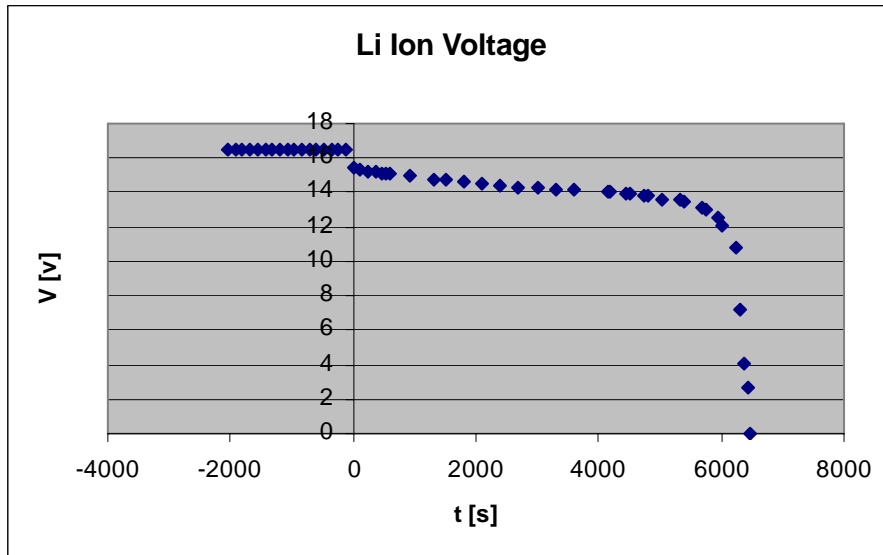
מקור המתח

בעלי אתר הרובוטיקה הישראלי לא ישאו באחריות כלשהי לכל נזק, כספי או אחר שייגרם במישורין או בעקיפין משימוש במידע המצוי באתר זה

© כל הזכויות שמורות לאסף פוניס, גיא יונה ואלי קולברג
 אין להעתיק תכנים מאתר זה ללא רשות בכתב ממנהלי האתר



מקור המתח של הרובוט הוא מצבר ליתיום-יון [v]16.6, [mA-hr]2000. הסוללה מספיקה לספק את המערכת לזמן רב למדי. האספקט החיובי ביותר במצבר מסוג ליתיום יון הוא גרף ההתפרקות החלק שלו, אשר שומר על ערך כמעט קבוע לזמן רב יותר מאשר למצברים מסוגים כגון ניקל-מטאל, ניקל-קדמיום או עופרת. להלן תוצאות בדיקת פריקה של המצבר (התוצאות מדגמיות, על מנת לבדוק את השתנות המתח כפונקציה של הזמן)



אחסון הסוללה על הרובוט נעשה בשקע אחסון סוללה אשר תוכנן במיוחד לגודל הסוללה. בצורה זו הרובוט משוחרר מאילו הם כבלים חיצוניים – כבלי תקשורת או חשמל, ומתנהג בצורה אוטונומית לחלוטין.

בעלי אתר הרובוטיקה הישראלי לא ישאו באחריות כלשהי לכל נזק, כספי או אחר שייגרם במישורין או בעקיפין משימוש במידע המצוי באתר זה

© כל הזכויות שמורות לאסף פוניס, גיא יונה ואלי קולברג
אין להעתיק תכנים מאתר זה ללא רשות בכתב ממנהלי האתר