



פרק א' – פירוט חלקי הרובוט – המשך

סעיף ב' – כרטיסי אלקטרוניקה

כרטיס החשמל

חלקי הרובוט דורשים מתחים שונים. לכן בנינו כרטיס חשמל שתפקידו לחלק את המתחים השונים בין הכרטיסים והחיישנים. כרטיס החשמל בנוי מכרטיס הגנה וחלוקת מתחים ראשונית, שלושה מייצבים, וכרטיס השהיית ספק.

כרטיס ההגנה וחלוקת המתחים הראשוניים הינו כרטיס אשר מקבל 16 וולט ומוציא מתח אחד של 16 וולט וחמש יציאות של מתח 14.4 וולט. תפקיד נוסף של הכרטיס הוא הגנה. על הכרטיס ישנו גשר דיודות אשר מונע חזרה של זרם ונתיך אשר מונע לזרם גדול לעבור דרך הכרטיס.

כרטיס המייצב הוא רכיב חשמלי אשר מקבל בכניסה מתח מסוים וביציאה מוציא מתח נמוך יותר על ידי המרת ההפרש לחום שמתפתח על הרכיב הממיר. בשל עובדה זו התקנו "אמבטיות חום" שתפקידן הוא למשוך את החום מרכיב המייצב ולמנוע התחממות יתר שלו ועקב כך הריסתו. באמצעות המייצב אנו יכולים ליצור מתחים שונים לשימוש הכרטיסים והחיישנים שעל הרובוט.



כרטיס החשמל

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 מוניס ולגיא יונה
אין להעתיק תכנים מאתר זה ללא רשות בכתב ממנהלי האתר



כרטיס השהיית ספק 16 וולט

יש לספק לכרטיסי המנועים מתח 16 וולט אך ורק לאחר אספקת מתח 5 וולט לכרטיס זה. ההשהיה הדרושה בין אספקת המתחים היא לפחות שנייה אחת, אחרת הכרטיס נכנס לרעידה וזורם זרם קצר במנועים.

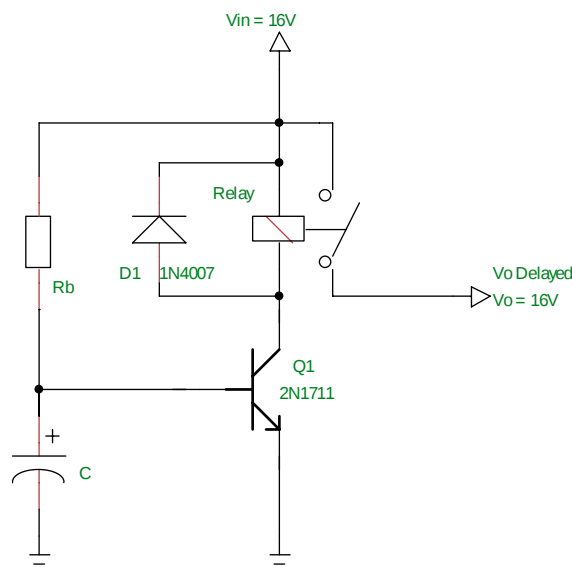
בהפעלות הראשוניות של הרובוט סיפקנו את מתח 16 וולט בעזרת מתג נפרד אשר הופעל ידנית לאחר אספקת מתח 5 וולט. בגמר בניית הרובוט נוצר הצורך לפשט את פעולת אספקת המתחים. אי-לכך החלטנו לבנות מעגל השהייה אשר יספק אוטומטית מתח זה לאחר הופעת מתח 5 וולט. להגדלת אמינות מעגל ההשהיה החלטנו לבנות אותו סביב טרנזיסטור ולא מעגל מוכלל (אינטגרלי) כגון ה-555 כי הטרנזיסטור חסין יותר לרעשים ולתנודות מתח.

המעגל בנוי סביב טרנזיסטור 2N1711 (ראה איור). טרנזיסטור זה מסוגל לעמוד בזרמי קולקטור של עד 600mA. מסיבה זו נבחר סליל הממסר שמחובר להדק זה לזרם תפיסה נמוך יותר. הטרנזיסטור נכנס להולכה ולרוויה כאשר מתח בסיס-אמיטר הוא כ-0.7 וולט. מתח זה מתקבל ממעגל השהייה R_b, C . המתח על פני הקבל נקבע מתוך הנוסחא:

$$V_c = V_0 \cdot e^{-\frac{t}{R \cdot C}}$$

בעת ניתוק סליל הממסר נוצר על פני הסליל מתח מושרה גבוה (לפי חוק לנץ). מתח זה שקוטביותו הפוכה למתח הטבעי של הקולקטור יכול לגרום לנזק בלתי הפיך בטרנזיסטור. אי לכך, חוברה דיודה D1 במקביל לסליל הממסר. הדיודה נכנסת להולכה אך ורק בהיווצר תופעת המעבר של המתח על הסליל בעת הניתוק. בשאר הזמן הדיודה נמצאת נגד כיוון ההולכה, אי לכך היא בקיטעון ואינה משפיעה.

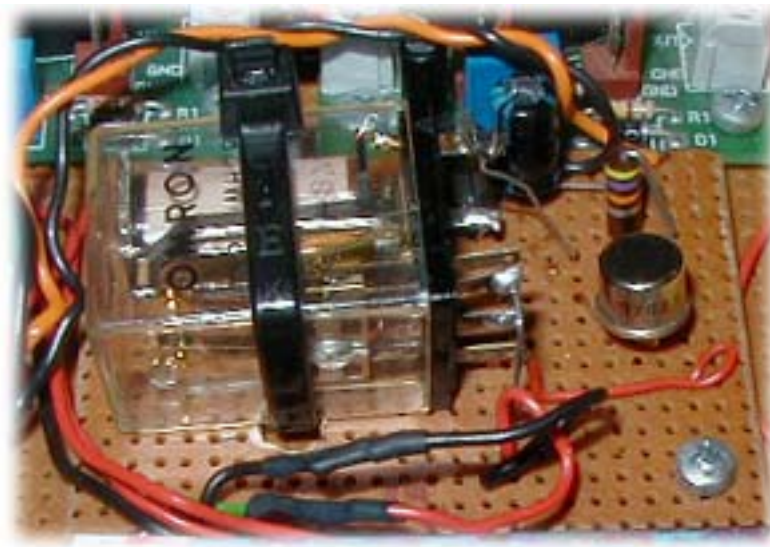
בעת שהממסר מופעל נסגר מעגל אשר מעביר את מתח 16 וולט לכרטיס המנועים.



שרטוט מעגל ההשהיה

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 ולגיא יונה
אין להעתיק תכנים מאתר זה ללא רשות בכתב ממנהלי האתר



מעגל ההשהיה שבנינו

תכנון המעגל:

- התנגדות סליל הממסר 600 אום.
- כאשר הטרנזיסטור רווי המתח על הטרנזיסטור 0.2 וולט ועל הממסר 15.8 וולט.
- זרם הקולקטור (הממסר):
$$I_c = \frac{15.8}{600} = 26mA$$
- לפי דף הנתונים של הטרנזיסטור, יש לו $\beta = 100$ (למעשה, מקדם ההגברה משתנה בין 100 ל-300. בחרנו את הערך 100 כדי לתכנן את המעגל למקרה הגרוע ביותר).
- לכן:
$$I_b = \frac{I_c}{\beta} = \frac{26 \cdot 10^{-3}}{100} = 26\mu A$$
- מפל המתח על נגד הבסיס ברוויה יהיה $V = 16 - 0.7 = 15.3V$
- מכאן התנגדותו של נגד הבסיס:
$$R_b = \frac{15.3}{26 \cdot 10^{-6}} = 588K\Omega$$
- נגדים סטנדרטים שקיימים בשוק הקרובים לערך זה הם $560K\Omega$ ו- $620K\Omega$. כדי להבטיח רוויה של הטרנזיסטור נבחר את הערך הקטן יותר.
- ערכם של הקבל והנגד יקבעו את זמן ההשהיה של המעגל. המעגל יכנס לרוויה כאשר המתח על הקבל יגיע לכ- 0.7 וולט.

- נוסחת הטעינה של הקבל:
$$V_c = V_o \cdot e^{-\frac{t}{R \cdot C}}$$
- מתוך ניסיונות שעשינו במעגל קיים צורך של לפחות שנייה אחת בין הפעלת הספקים לבין הופעת מתח ה-16 וולט על הרובוט. לכן כל קבל שערכו גדול מהערך שיחושב יתאים למטרתנו. נציב בנוסחה הקודמת:

$$0.7 = 15.3 \cdot e^{-\frac{1}{560 \cdot 10^3 \cdot C}}$$

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



נחלק ב-15.3 :

$$0.045 = e^{-\frac{1}{560 \cdot 10^3 \cdot C}}$$

נוציא Ln משני האגפים :

$$-3.084 = -\frac{1}{560 \cdot 10^3 \cdot C}$$

נחלץ את C ונקבל :

$$C = 0.579 \mu F$$

החישובים הנ"ל בוצעו בהנחה שלא קיימים זרמי העמסה של הקבל על ידי צומת בסיס-אמיטר. מסיבה זו וכדי להימנע בזמן טעינה של לפחות 1 שנייה, בחרנו בקבל שערכו פי 10 מהערך המחושב. קבל בעל ערך מעשי שקיים בשוק הוא 6.4 מיקרו פרד (למעשה, לא מצאנו קבל כזה בשוק והשתמשנו בקבל של 10 מיקרו פרד).

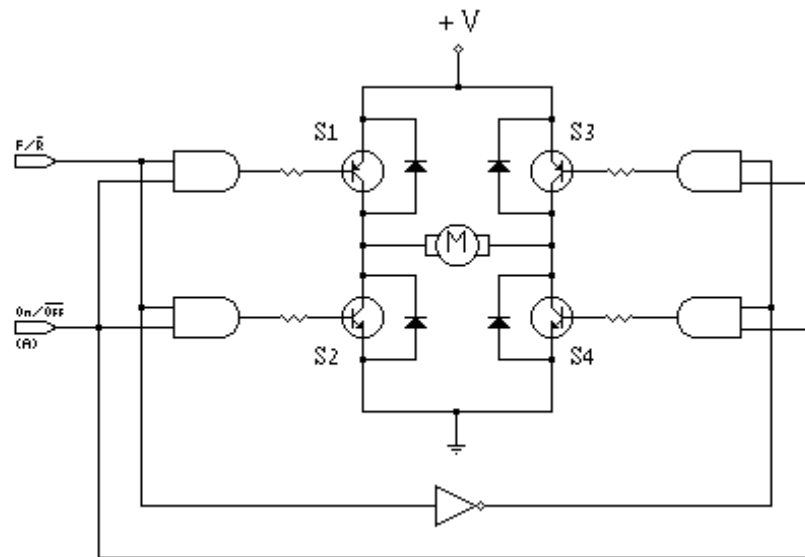
בעלי אתר הרובוטיקה הישראלי לא ישאו באחריות כלשהי לכל נזק, כספי או אחר שייגרם במישורין או בעקיפין משימוש במידע המצוי באתר זה

© כל הזכויות שמורות לאסף פוניס ולגיא יונה
אין להעתיק תכנים מאתר זה ללא רשות בכתב ממנהלי האתר



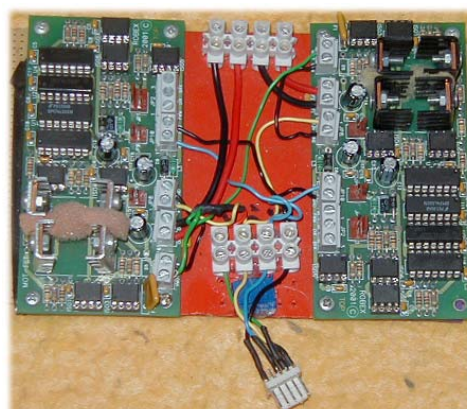
כרטיס מנועים

כרטיס המנועים משמש לבקרה על פעולת המנועים. הוא מאפשר קביעה של שלושה ערכים למנועים: כיוון, עוצמה ובלימה. ערכי הכיוון והבלימה נקבעים על-פי שתי כניסות בינאריות, לערך הכיוון 1 מסמל נסיעה קדימה ו-0 אחורה. לערך הבלימה 1 מסמל בלימה ו-0 מסמל מצב רגיל. הבלימה מפעילה כוח מגנטי חזק על המנועים כנגד כיוון הסיבוב. שליטת הכיוון וההפעלה נעשית באמצעות מעגל המכונה H-bridge. מעגל זה פועל באמצעות ארבעה מפסקים ההופכים את כיוון הזרם בהתאם לערך הכיוון.



סרטוט מעגל H-bridge

עוצמת המנוע נקבעת לפי ה-PWM שמגיע מהמעבד, כרטיס המנועים ממיר ערך זה למתח שיוצא למנועים.



כרטיסי המנועים 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 ולגיא יונה
אין להעתיק תכנים מאתר זה ללא רשות בכתב ממנהלי האתר

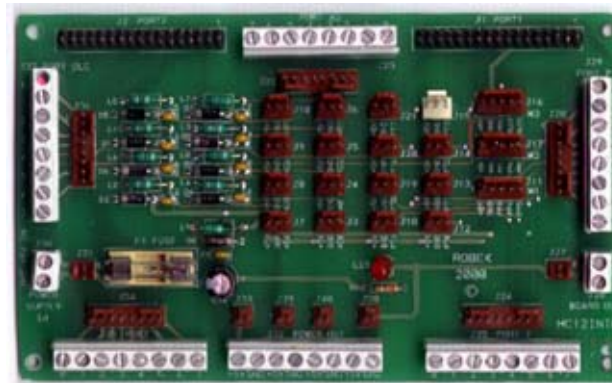


כרטיס ה-Interface

כרטיס Interfacen משמש לחיבור נוח של החיישנים והמנועים למעבד, וחלוקת המתחים לחיישנים.

על המעבד ישנם שני פורטים המכונים MCU1 ו-MCU2 מהם המעבד מוציא ומקבל את המידע מהרובוט. חיבור החיישנים והמנועים ישירות לפורטים אלה יהיה מסובך ולא נוח, ובנוסף ייצור בלאגן על הרובוט.

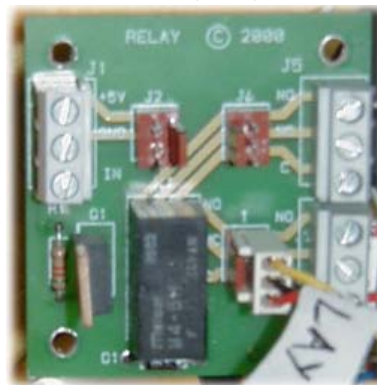
כרטיס Interfacen מחובר למעבד באמצעות שני כבלי מידע סטנדרטיים. החיישנים מחוברים לכרטיס Interfacen באמצעות מחבר של שלוש חוטים – מתח, Ground ומידע. בנוסף מספק כרטיס Interfacen הגנה למעבד מהמתח שנכנס מהכניסות האנלוגיות, ומייצב את המתח שנכנס לחיישנים.



כרטיס ה-Interfacen המצוי על הרובוט

כרטיס Relay

כרטיס ה-Relay משמש להפעלה של המאורר. הכרטיס מכיל ממסר אשר מחבר בין שתי הכניסות המצויות על הכרטיס כאשר הוא מקבל מתח של 5 וולט. בצורה זו ניתן לחבר בין המצבר אשר מפעיל את המאורר למאורר עצמו וכך ניתן להפעיל את המאורר.



כרטיס ה-Relay המצוי ברובוט

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

© כל הזכויות שמורות לאסף פוניס ולגיא יונה
אין להעתיק תכנים מאתר זה ללא רשות בכתב ממנהלי האתר



סעיף ג' - בטריות (מצברים)

ברובוט השתמשנו בשני מצברים, אחת למאוורר ואחת לשאר הרובוט. הבטריות שבחרנו להשתמש בהם היו ניקל מטאל-הידריד (Ni-MH), אותם בחרנו בגלל היתרונות שלהם יחסית לסוגי הבטריות האחרות (ראה סעיף – בחירת בטריות).

המצבר שסיפק חשמל לרובוט הורכב מתריסר בטריות Ni-MH שחוברו בטור. כל תא סיפק 1.2 וולט ו-1800 מיליאמפר-שעה. כך שסך הכול המצבר סיפק 14.4 וולט ו-1800 מיליאמפר-שעה. בפועל המצבר הגיע עד 17 וולט שירדו ל-15.8 וולט כאשר המצבר התרוקן. מצבר זה הספיק ל-1012 ריצות בממוצע.

המצבר שסיפק חשמל למאוורר הורכב מחמש בטריות Ni-MH שחוברו בטור. כל בטרית סיפקה 1.2 וולט ו-1800 מיליאמפר-שעה. כך שסך הכול המצבר סיפק 6 וולט ו-1800 מיליאמפר-שעה. בפועל המצבר הגיע עד 7 וולט שירדו ל-6 וולט כאשר המצבר התרוקן והספיק ל-50 כיבויים בממוצע.

בחירת בטריות

בעת בחירת הבטריות בה משתמשים יש מספר גורמים בהם צריך להתחשב:

- צפיפות אנרגיה והספק: צפיפות האנרגיה נמדדת לפי היחס בין האנרגיה למשקל ולנפח. אנרגיה גבוהה חשובה לנו מכיוון שאנו רוצים שהרובוט יוכל לבצע ריצות רבות בין הטענות. צפיפות ההספק נמדדת לפי היחס בין ההספק לנפח ולמשקל. ההספק קובע כמה מהר יכולות הבטריות לפרוק את עצמן, ובעצם את הזרם המכסימלי שהן יכולות לספק. לכן חשובות לנו בטריות בעלות הספק גבוה כדי שנוכל לנצל את מלוא הכוח של המנועים, ושבעת הפעלת המנועים לא יכבה הרובוט מכיוון שלא נשאר מספיק זרם להפעיל את המעבד. ככל שלבטרייה צפיפות אנרגיה והספק משקלית גבוהה יותר כך היא תספק יותר אנרגיה והספק לפחות משקל. ככל שלבטרייה צפיפות אנרגיה והספק נפחית גבוהה יותר כך היא תספק יותר אנרגיה לפחות נפח. מאחר ובבניית רובוט אנו רוצים לבנותו קטן וקל ככל האפשר, אנו נרצה להשתמש בבטריות בעלות צפיפות אנרגיה והספק גבוהות.
- מספר מחזורים: מספר המחזורים קובע את מספר הפעמים שניתן לפרוק ולהטעין את הבטרייה לפני שתשחק וביצועיה ירדו. ערך זה חשוב לנו מכיוון שאנו מנסים את הרובוט פעמים רבות ואנו לא רוצים שכאשר נגיע לתחרות נגלה שהבטרייה מספיקה לפחות זמן, או מספקת פחות זרם או מתח.
- אפקט הזיכרון: בבטריות רבות קיים אפקט הזיכרון. אפקט זה גורם לכך שאם מתחילים לטעון בטרייה כאשר אינה ריקה לחלוטין הופכת נקודת ההתחלה של ההטענה למצב האפס החדש של הבטרייה כך שבעצם הבטרייה מאבדת מיליאמפר-שעה. מאחר ואנו רוצים לדאוג שהבטרייה תיתן תמיד מיליאמפר-שעה מכסימלית אנו מעוניינים בבטרייה ללא אפקט זיכרון.

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

© כל הזכויות שמורות לאסף פוניס ולגיא יונה
אין להעתיק תכנים מאתר זה ללא רשות בכתב ממנהלי האתר



- התנגדות פנימית: התנגדות פנימית משפיעה על ההספק המכסימלי שהבטרייה מסוגלת לספק, וזאת בגלל הנוסחה $V = \varepsilon - i \cdot r$. V מייצג את מתח ההדקים ו ε את הכוח האלקטרו מניע של הבטרייה)
- מחיר.
- עקומת פריקה שטוחה: עקומת פריקה מייצגת ירידה במתח של הבטרייה לאורך זמן, כאשר הזרם קבוע. כאשר עקומת הפריקה שטוחה המשמעות היא שהבטרייה מספקת מתח קבוע עד שהיא מתרוקנת לחלוטין. המשמעות היא גם שהבטרייה תספק זרם קבוע כנגד התנגדות קבועה עד שתתרוקן. גורם זה משני ברובוט מכיוון שהמתחים יוצאים ממיצבים ולכן אינם תלויים בזרם הנכנס.
- קיבול - הקיבול של סוללה מראה כמה זרם היא יכולה לספק במשך שעה – בטרייה שקיבולה אחד אמפר-שעה יכולה לספק זרם של אחד אמפר במשך שעה בטרם תיגמר. החישוב לא תמיד נכון לגבי זרמים שונים, ותלוי גם בתנאי השימוש ובהתנגדות הפנימית של התא.
- התפרקות עצמית – כל בטרייה נוטה לשחרר חלק מהמטען שבה גם ללא חיבור למעגל חשמלי. איבוד המטען לאורך זמן תלוי בסוג הבטרייה ובתנאי הסביבה (טמפרטורה, לחות וכדומה), מסיבה זו מומלץ לשמור סוללות במקרר.

סוג תא	עופרת Pb	ניקל מטאל-ניקל הידריד NiMH	ניקל קדמיום NiCa	ליתיום יון Li-ION
מתח - V	1.2*	1.2	1.2	3.6
אנודה \ קתודה	Pb \ PbO	H_2 (metals) \ NiOOH	Cd \ Ni NiO	
צפיפות אנרגיה משקלית Wh/Kg	37	53	44	130
צפיפות אנרגיה נפחית Wh/l	120	170	120	300
זרם מקסימלי - A	2	2	5***	1.5
קיבול - Ah	1	1.5	1	3
התנגדות פנימית - mΩ	100	30	10	200
התפרקות עצמית - אחוז לחודש		30	20	10
מחזוריים		500	1500	500
זכרון		אין		אין
מחיר	10	20	25	80

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 ולגיא יונה
אין להעתיק תכנים מאתר זה ללא רשות בכתב ממנהלי האתר



* כל המצברים פרט למצבר העופרת מורכבים ממספר תאים המחוברים בטור כדי ליצור מתח גבוה יותר. התאים יכולים לבוא בגדלים שונים לפי תקנים של בטריות (A, AA, AF, וכדומה). מצבר העופרת יכול להופיע בצורות ובגדלים שונים. נתוני הטבלה מתייחסים לתא בגודל AA, ולבטריית עופרת המספק מתח דומה.

** חלק מנתוני הטבלה עלולים להיות לא עדכניים עקב קצב ההתקדמות בטכנולוגיית התאים, בגלל השוק הצומח של הטלפונים הסלולאריים והמחשבים הניידים.

*** תא ניקל קדמיום מסוגל לספק זרמים גבוהים מאוד בגלל המבנה השכבתי המיוחד של התא.

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 ולגיא יונה
אין להעתיק תכנים מאתר זה ללא רשות בכתב ממנהלי האתר



סעיף ד' - גלגלי תנועה וגלגלי עזר

גלגלי תנועה

ברובוט "קרפלעך" שני גלגלי תנועה, המניעים את הרובוט קדימה (הנעה דיפרנציאלית אסימטרית).

קוטר גלגל התנועה הוא 8 ס"מ ורוחבו 0.5 ס"מ. הגלגלים מתחברים למנוע באמצעות בורג שנסגר על ציר הגלגל. כדי ליצור מקדם חיכוך גבוה כלל האפשר עם הרצפה. בהיקף הגלגל יש מעין תעלה שבה העברנו צינור גומי (ראה טבלת חיכוך בסוף סעיף זה).



הגלגל בו השתמשנו

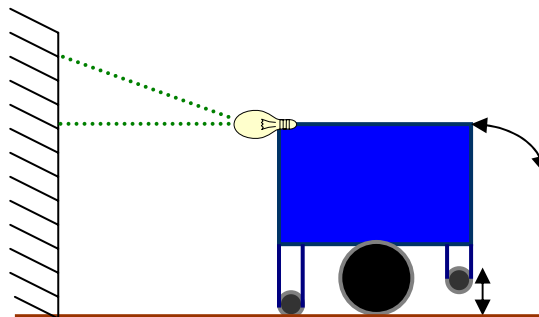
בעלי אתר הרובוטיקה הישראלי לא ישאו באחריות כלשהי לכל נזק, כספי או אחר שייגרם במישורין או בעקיפין משימוש במידע המצוי באתר זה

© כל הזכויות שמורות לאסף פוניס ולגיא יונה
אין להעתיק תכנים מאתר זה ללא רשות בכתב ממנהלי האתר



גלגלי עזר

- כדי לשמור על יציבות הרובוט נדרשים גלגלי עזר. גלגלי העזר צריכים לענות על שתי דרישות:
- לשמור על הרובוט יציב: בזמן נסיעה אסור לרובוט לשנות זווית ביחס לרצפה מכיוון ששינוי זה יביא גם לשינוי בקריאת החיישנים.



- לאפשר עליה וירידה של הרובוט ממכשול (במקרה ומבצעים בונס זה). הגלגלים צריכים לאפשר לרובוט לעלות על המכשול ולא להיתקע עליו (מצב שיכול להתרחש בהנעה דיפרנציאלית מרכזית כמו של קרפלדך (ראה פרק ב' - שיטות הנעה)). בנוסף הגלגלים צריכים לדאוג שבעת הירידה מהמכשול ישמור הרובוט על יציבות ולא יטה לצד מסוים, דבר שישבש את קריאות חיישני הצד ויגרום לתיקונים בתנועה לפעול הפוך, ולגרום לכך שהרובוט יפגע בקיר.

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 ולגיא יונה
אין להעתיק תכנים מאתר זה ללא רשות בכתב ממנהלי האתר



משקלול של שתי סיבות אלה, ובעקבות ניסויי של שיטות שונות הגענו למערך הבא של גלגלי עזר: שני גלגלי עזר קדמיים: בקדמת הרובוט ישנם בכל צד שני גלגלי עזר זהים, זאת כדי שבעת הירידה מהמכשול הרובוט לא יינטה לצד, דבר שקרה כאשר ניסינו לשים גלגל עזר יחיד במרכז, וזאת בעקבות האסימטריה במקום הגלגלים. גלגלי העזר הקדמיים הורכבו מטפולן משויף לצורת עיגול, שהורכב על קפיץ שמיקמנו בתוך צינור. הקפיץ נועד לאפשר עלייה של הגלגל בעת עלייה על מכשול בכדי למנוע היתקעות על הגלגל ועצירה של הרובוט בעלייה על המכשול (אם המכשול לא הוצמד היטב לרצפה). הטפולן המשוויף שימש אותנו במקום גלגלי מיסב מכיוון שבדיקות הראו שהוא מחליק ביותר קלות (ראה טבלת חיכוך בסוף סעיף זה), וגם לגלגלי מיסב היה חיסרון שגם בזווית קטנה המיסב לא מסתובב, והרובוט נוסע על המתכת.



הגלגלים הקדמיים של הרובוט "קרפלעך"

גלגל עזר אחורי: גלגל העזר האחורי הורכב ממספר ספוגי גומי שהודבקו יחדיו ועליהם הורכב גלגל מיסב. גלגל העזר האחורי לא נגע ברצפה בעת נסיעה, אלה הורכב כך ש"ירחף" כחצי ס"מ מעל הרצפה, זאת כדי לאפשר עליה בטוחה על המכשול.



הגלגל האחורי של הרובוט "קרפלעך"

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 ולגיא יונה
אין להעתיק תכנים מאתר זה ללא רשות בכתב ממנהלי האתר**

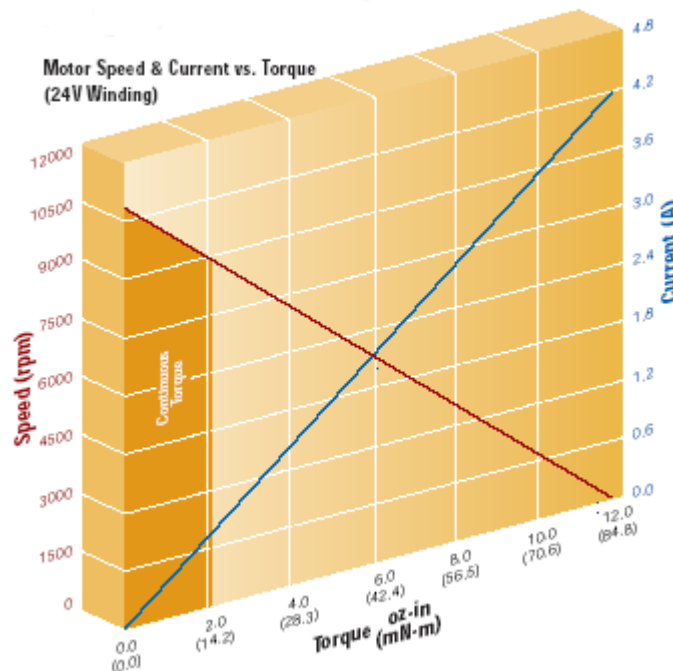


טבלת מקדמי חיכוך

חומר	על משטח	מקדם חיכוך סטטי	מקדם חיכוך קינטי
פלדה	אלומיניום	0.61	0.47
צמיג	כביש (יבש)	1.0	0.8
קרח	קרח	0.1	0.04
גומי	עץ	0.95	0.76
טפולון	פלדה	0.04	0.04

מנועים

המנועים מספקים את הכוח שמניע את הרובוט בדירה. אנו השתמשנו במנועים של חברת Pittman מספר סידורי GM874S015. בגרף אפשר לראות את היחס בין הזרם שנכנס למנוע לכוח המופעל ע"י ציר המנוע (Torque), והיחס בין כוח זה למהירות המנוע (סיבובים לשניה). יותר על משמעות הכוח והמהירות שהמנוע מספק בנספח ג' – מכניקה של תנועות 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 ולגיא יונה
אין להעתיק תכנים מאתר זה ללא רשות בכתב ממנהלי האתר



המנועים כוללים בתוכם את חיישן המקודד, בו אנו משתמשים כדי למדוד את המרחק שעבר הרובוט.



המנועים בהם השתמשנו ברובוט

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 ולגיא יונה
אין להעתיק תכנים מאתר זה ללא רשות בכתב ממנהלי האתר