

מערכות הנעה ב FRC



ליאב עוז-ארי

מי אני?



- **בוגר FIRST:**
 - 2005-2006 בגימנסיה העברית "הרצליה" (FRC-1578)
- **מנטור בFIRST:**
 - 2008, 2009, 2010, 2011 מנטור בברגי הרעם מעמק חפר (FRC-2630)
 - 2013 - 2016 מנטור בD-Bug מעירוני ד' תל-אביב (FRC-3316)
- **בוגר הטכניון:**
 - 2006-2010 תואר ראשון בהנדסת מכונות
 - 2010-2012 תואר שני בהנדסת מכונות
- **ברקיסט:**
 - בוגר תוכנית "ברקים" של העתודה האקדמית
- **מהנדס מכונות:**
 - צה"ל 2011-2017
 - 2017 - Common Sense Robotics - ???



- הצורך הבסיסי
- עקרונות פיסיקליים
- סוגי מרכב בסיסיים
- סוגי מרכב מתקדמים
- שרשראות
- שאלות ותשובות

הצורך הבסיסי



- הרובוט צריך לזוז.
- תתי צרכים:
 - מהר
 - חזק
 - בעל יכולת תמרון גבוהה
 - קל לשליטה
 - קל לבניה
 - קל לתחזוקה
 - קל (משקל נמוך)
 - אמין
 - נפח קטן (תופס מעט מקום על הרובוט)
 - התמודדות עם מכשולים



מערכות הנעה

:4x4



שתי אפשרויות: רחב וצר.

● רחב:

○ קל יותר לתמרון

● צר:

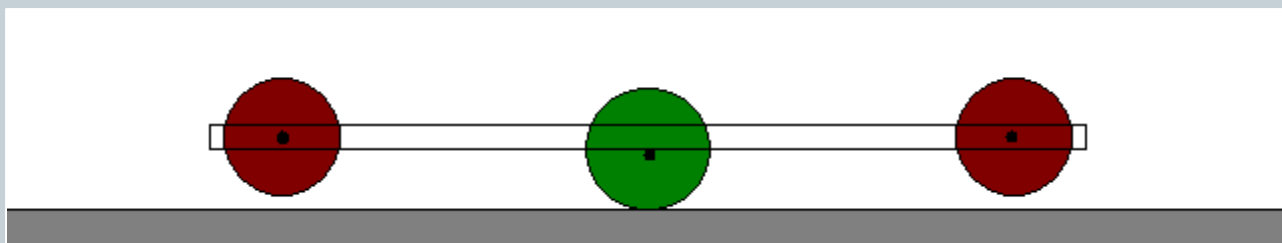
○ יציב יותר בעליות וירידות



:6x6



בשלדות 6x6 יש גלגל אמצעי מונמך:



● יתרונות:

- מסתובב בקלות
- יציב בעליות וירידות

● חסרונות:

- מתנדנד
- מסובך יותר

:8x8



שני זוגות גלגלים מונמכים במרכז.

• יתרונות:

- מסתובב בקלות (אפילו יותר מ6x6 או 4x4 רחב)
- לא מתנדנד

• חסרונות:

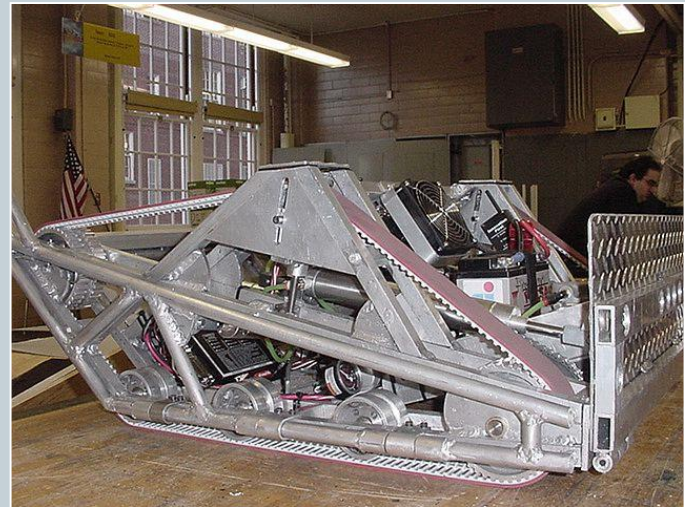
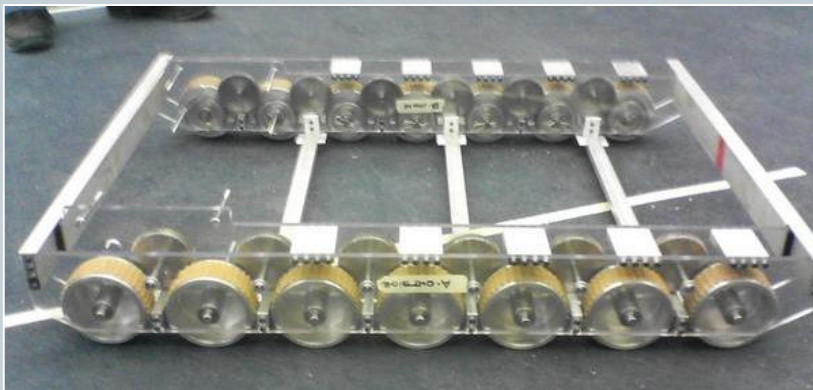
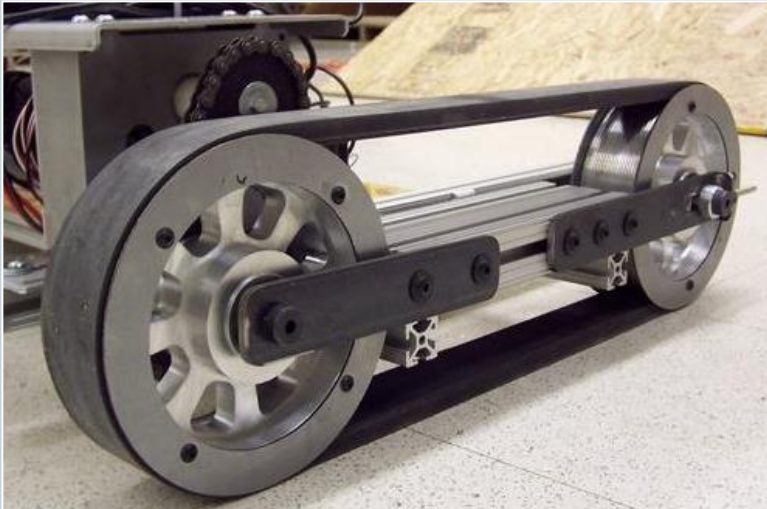
- מסובך יותר (אפילו יותר מ6x6)

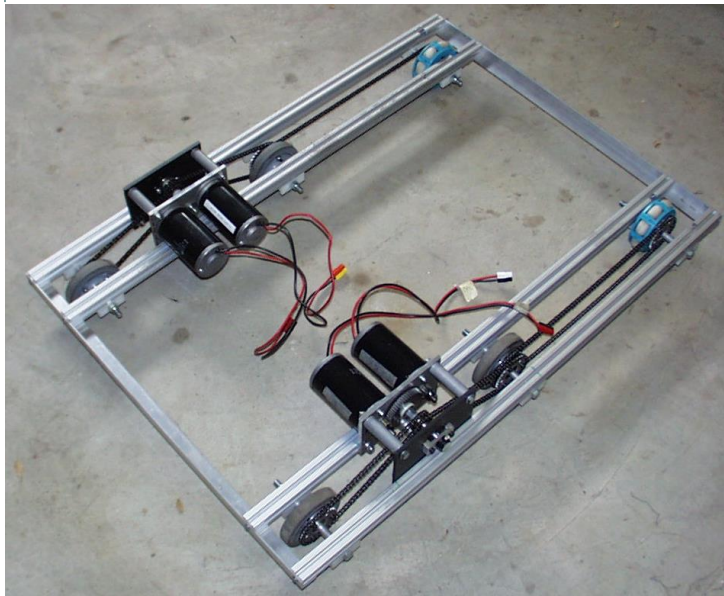


מעבר:

למה?

- כי אפשר
- כי מה שמלמדים בתיכון לא נכון (חיכוך כן תלוי בשטח)





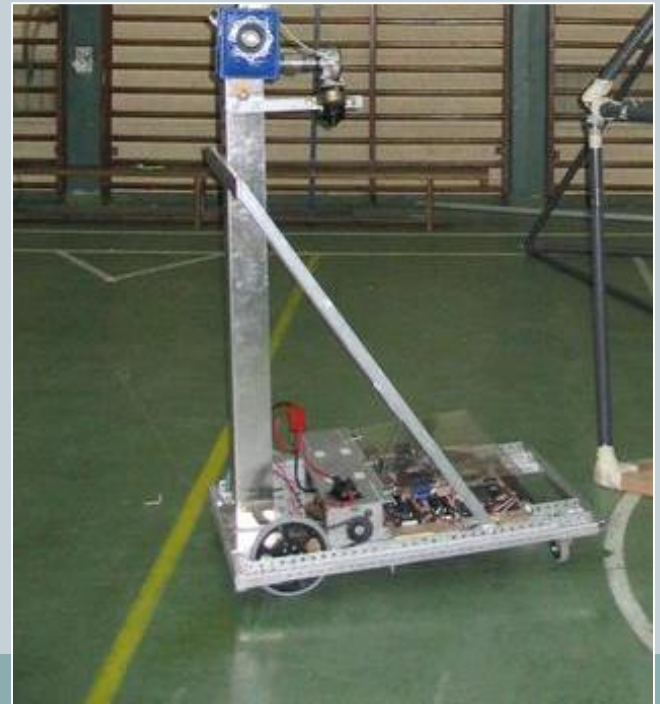
גלגלים משוגעים:

• מאפשרים לרובוט
לנוע כמו משוגע.

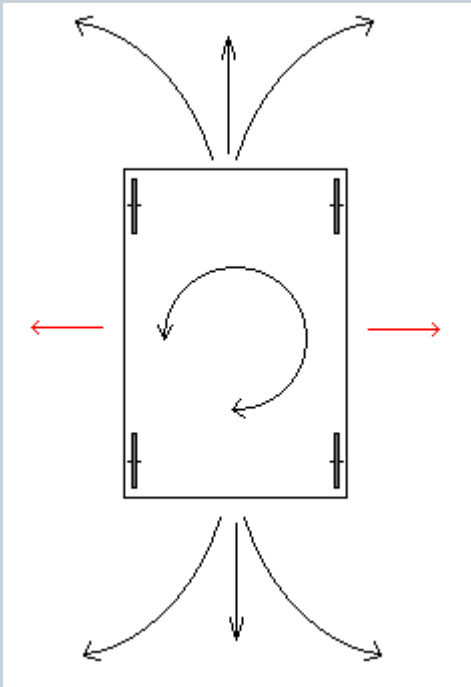
שינויים:

גלגלי אומני:

- מאפשרים גלגול הצידה ללא חיכוך.



סוגי מרכב מתקדמים:



- עד עכשיו: הנעת טנק.

- תנועה בקו ישר או בקשת.

- סיבוב במקום

- ואם נרצה יותר?

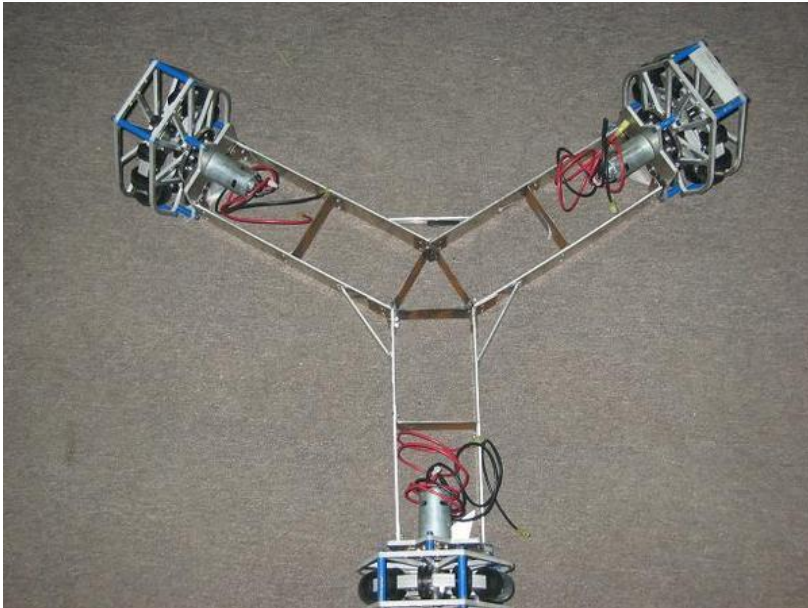
- מערכת הנעה המאפשרת תנועה מיידית בכל כיוון (כולל סיבוב) נקראת:

מערכת הנעה הולונומית

הנעת קיווי

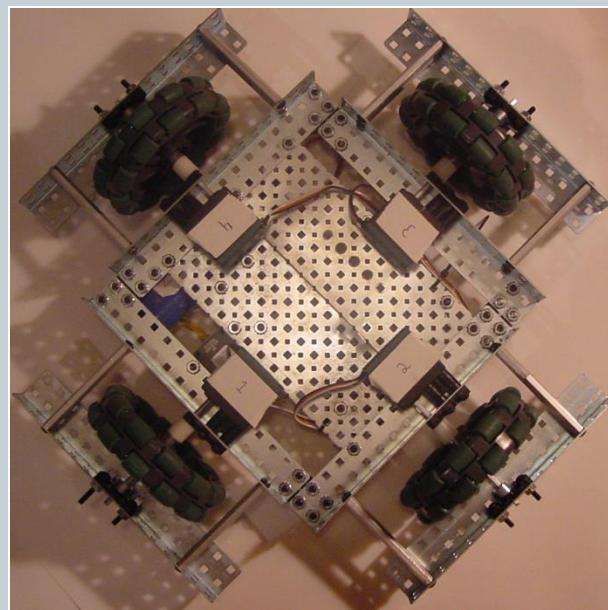
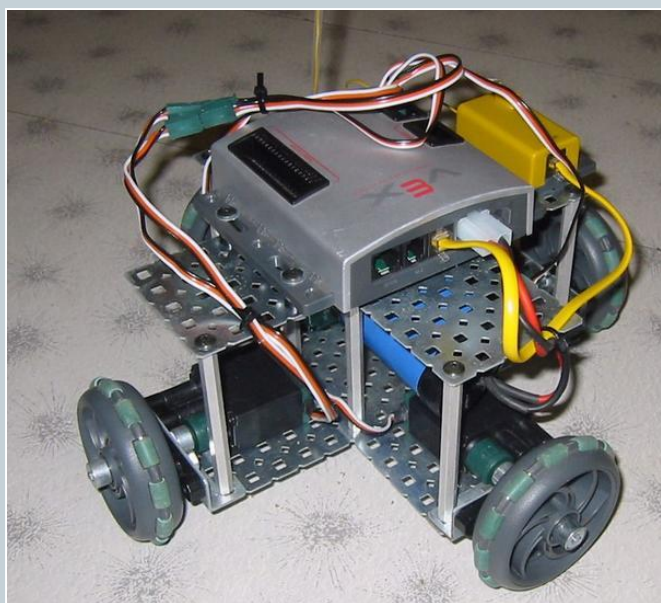


- שלושה גלגלי אומני
- שלושה מנועים נפרדים
- ניתן לשלוט על התנועה בכל כיוון רצוי





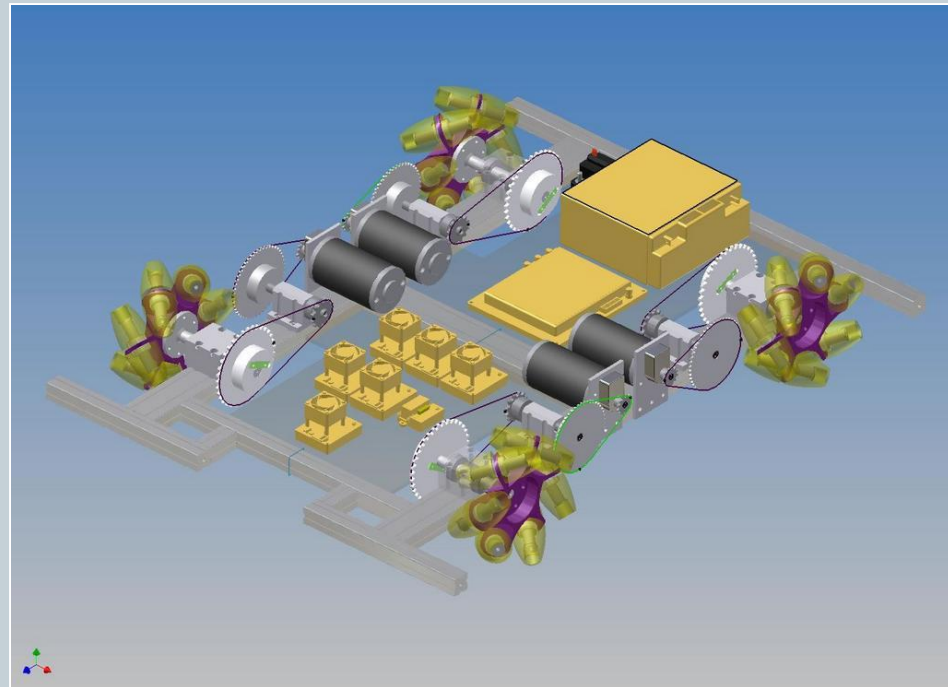
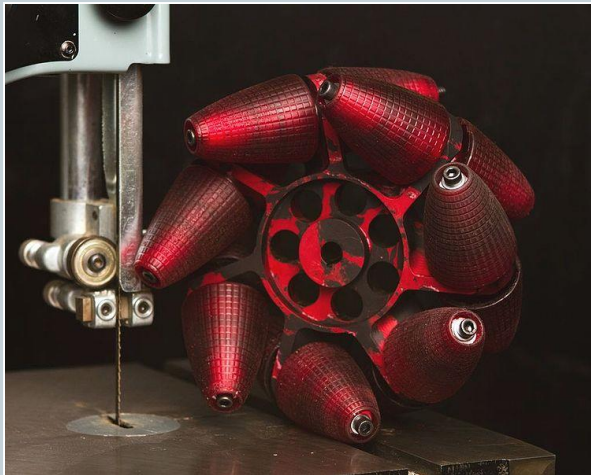
- מתאים יותר לFRC בגלל המידות
- יותר מנועים + יותר תמסורות משקל





• הומצאו רק לאחרונה (1973) ע"י השוודי בנגט יילון.

• <http://www.chiefdelphi.com/media/papers/2390>



אומני נגד מכנום

6/23/10
© Ether

	Standard	Omni	Mecanum	
kinematics	V_f	$\omega \cdot r$	$\omega \cdot r \cdot \sqrt{2}$	$\omega \cdot r$
	V_r	-	$\omega \cdot r \cdot \sqrt{2}$	$\omega \cdot r$
	V_d	-	$\omega \cdot r$	$\omega \cdot r / \sqrt{2}$
force	F_f	$4\tau / r$	$4\tau / (r\sqrt{2})$	$4\tau / r$
	F_r	-	$4\tau / (r\sqrt{2})$	$4\tau / r$
	F_d	-	$2\tau / r$	$2\tau\sqrt{2} / r$

The three columns are for standard, omni, and mecanum 4-wheeled vehicles, respectively. The omni vehicle's wheels are mounted at 45 degrees. All wheels same diameter. The first three rows are vehicle velocity: forward, strafe, and diagonal, for a given wheel speed ω (radians/sec)¹. The second three rows are vehicle total pushing force: forward, strafe, and diagonal, for a given wheel torque τ ¹. These last three rows assume a) frictionless mecanum and omni roller bearings, and b) sufficient traction to support the floor reaction forces.

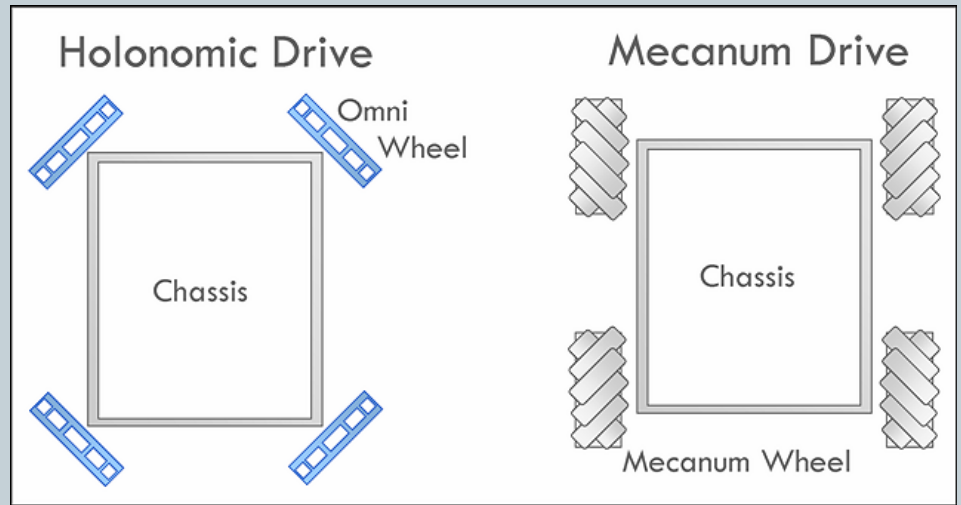
Bottom line: for the same wheel speeds, omni vehicle goes 41% faster than mecanum; for the same wheel torque, mecanum vehicle has 41% more pushing force than omni²

¹ only two wheels are powered for pure diagonal

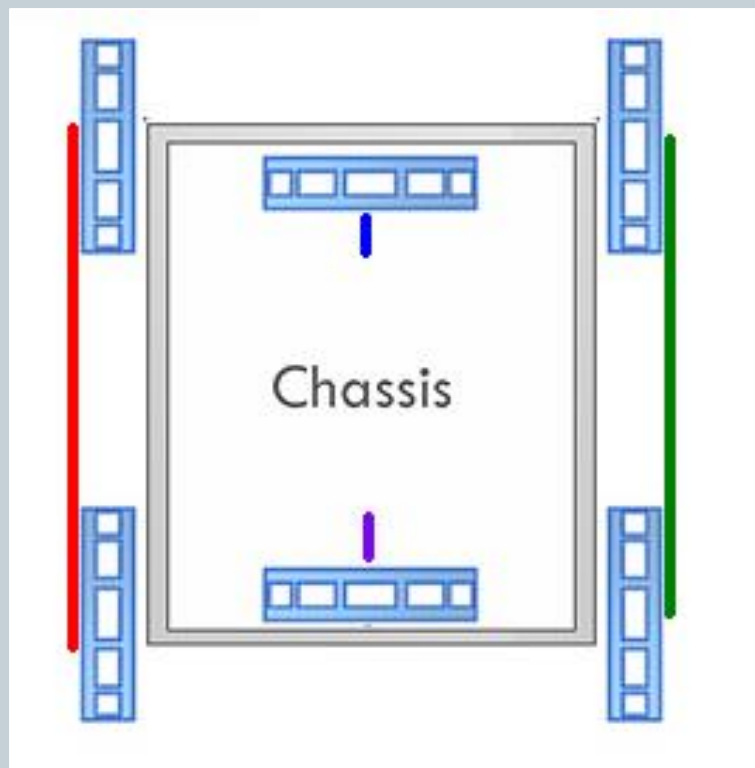
² the 41% ratio applies to all directions, not just the fwd/strafe/diagonal shown in chart



- מהירות
- כוח דחיפה
- נפח דרוש
- משקל



אפשר גם אחרת!





- בכל המקרים עד עכשיו מאבדים כוח ומהירות
- בזבוז אנרגיה גדול על חיכוך

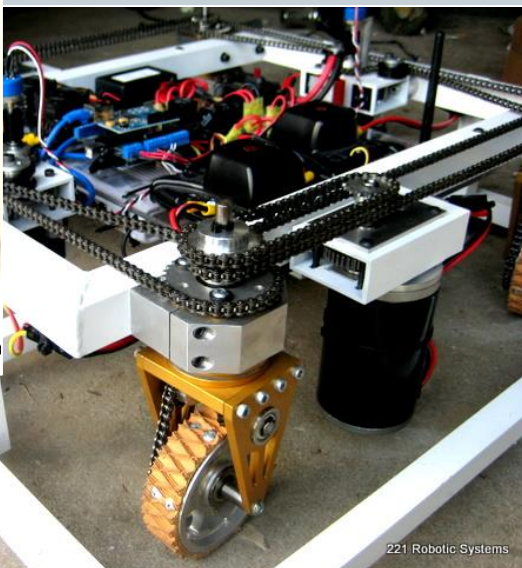
איך אפשר לקבל גם כוח מקסימלי, וגם יכולת תמרון גבוהה?

סוורב (Swerve):



221 Robotics Systems

סוורב (Swerve):

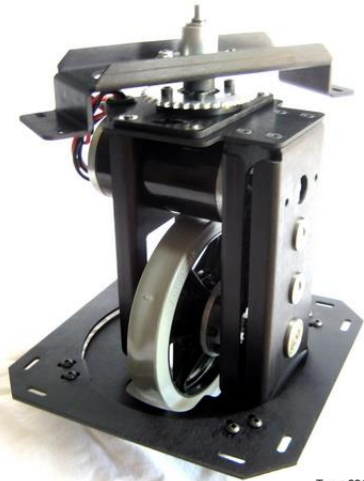


- מודולים נפרד עבור כל גלגל
- כוח מסופק לכל גלגל בנפרד, בזוגות, או כולם יחד
- כיוון נקבע עבור כל גלגל בנפרד, זוגות, או כולם יחד
- 100% כוח דחיפה
- 100% מהירות
- יתרונות וחסרונות לכל שיטה!

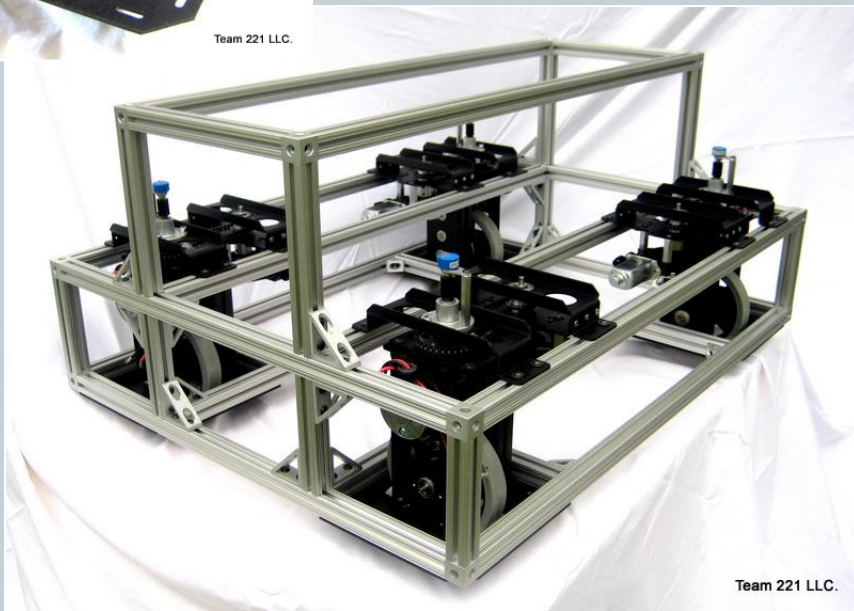
221

221 Robotic Systems

סוורב (Swerve):



Team 221 LLC.



Team 221 LLC.

- מסובך לבנות
- יקר לקנות
- משקל גדול
- הרבה נקודות כשל
- לא באמת הולונומי (אבל עם זמן תגובה מהיר מאוד)

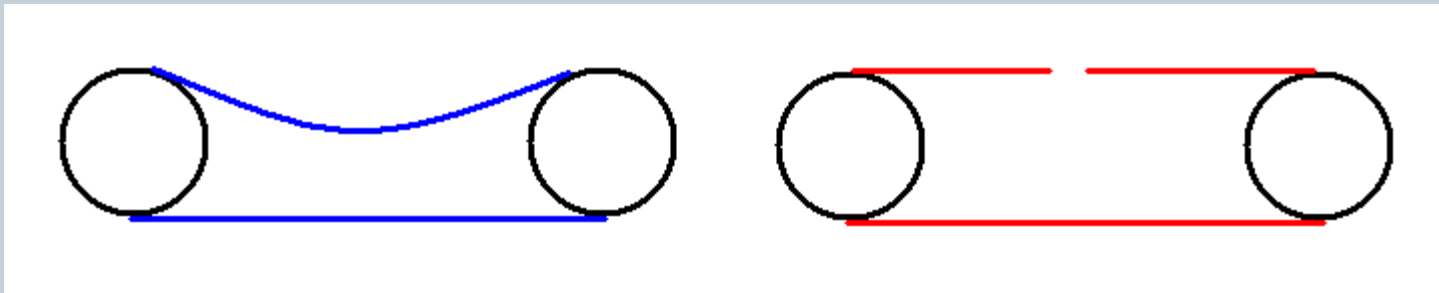


עוד דברים חשובים

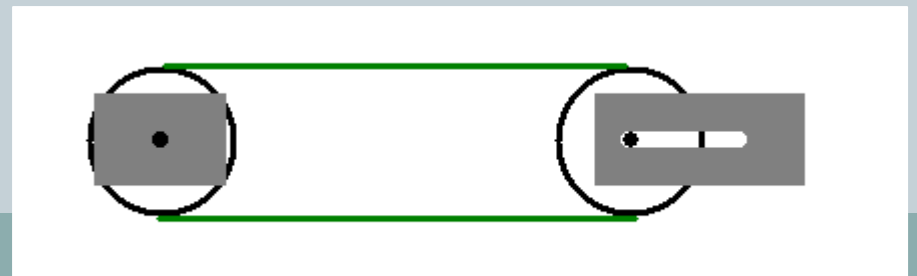
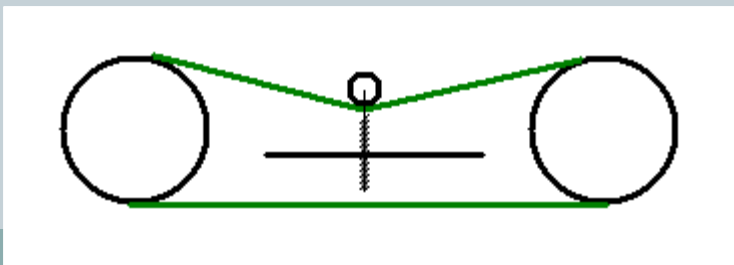
מתיחת שרשאות:



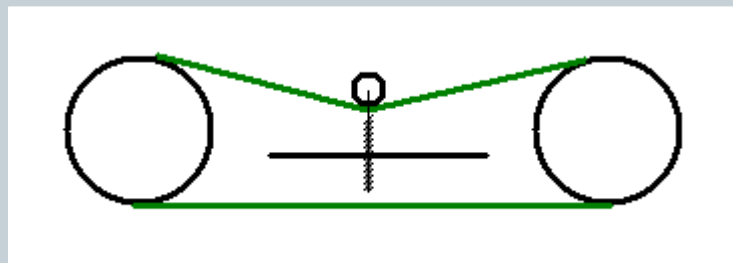
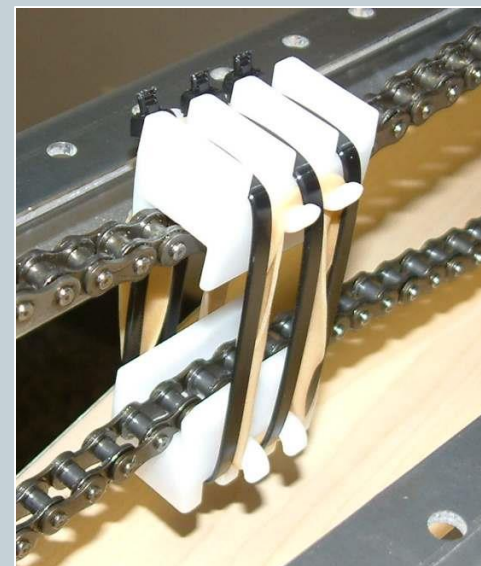
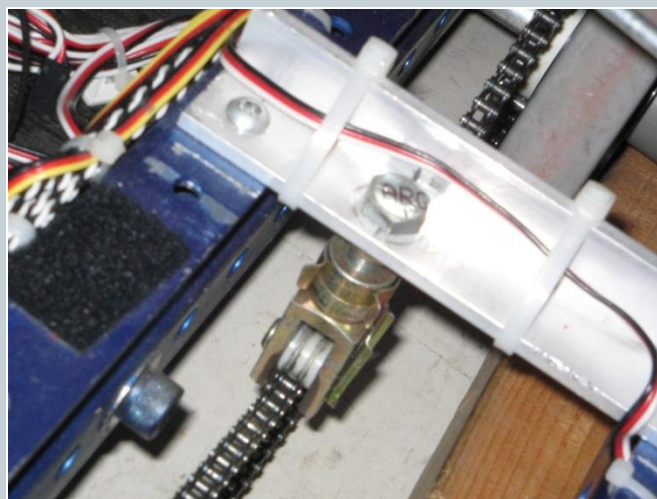
- נפילת שרשרת - האויב של כולנו!
- בד"כ אי אפשר להתאים את אורך השרשרת בדיוק.



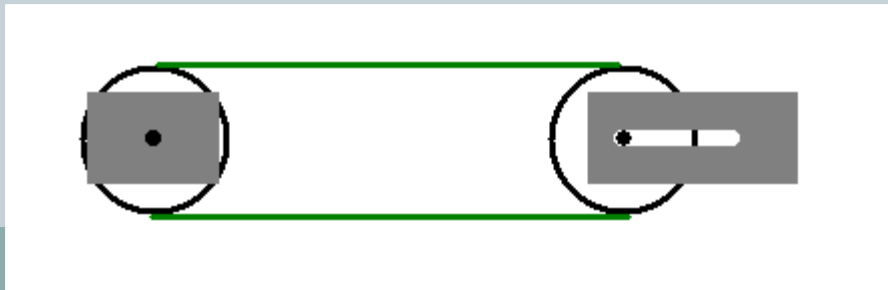
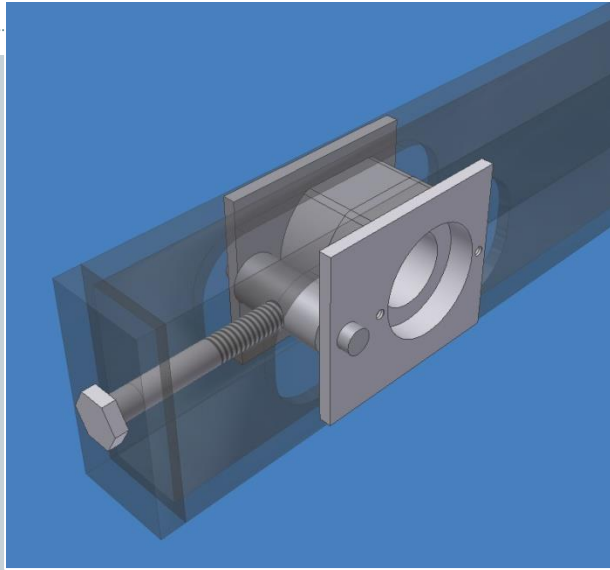
• פתרון:



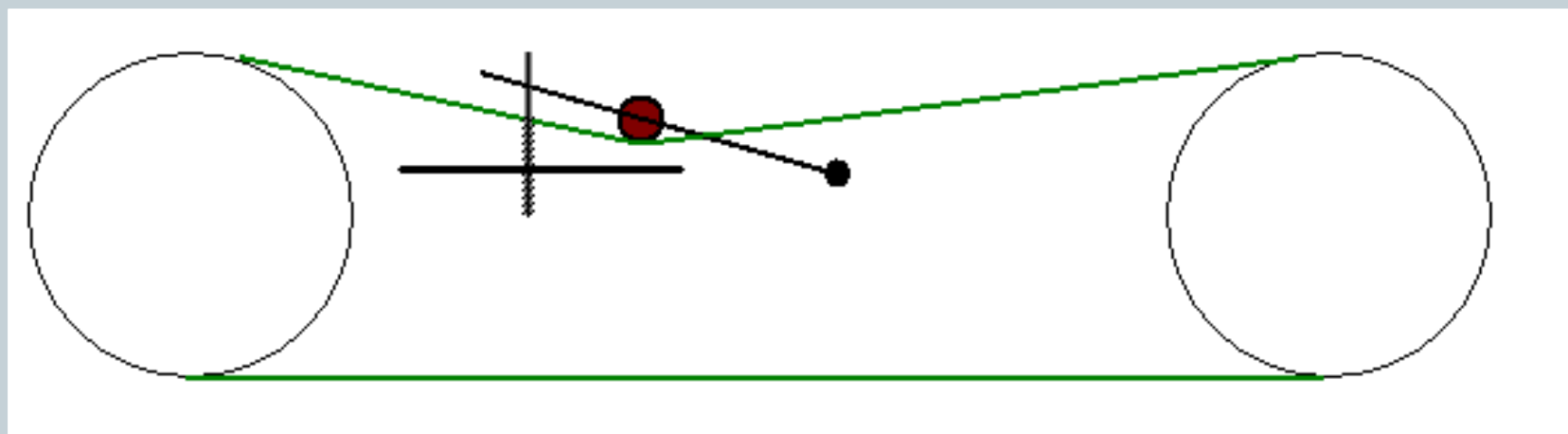
מתיחת שרשרת על ידי מותחן חופשי:



מתיחת שרשרת על ידי הזזת גלגל/תמסורת:



אפשר גם אחרת!



סוגי שרשראות:



• שרשרת #35

- 370 גרם למטר
- כוח קריעה 8000N

• שרשרת #25

- 148 גרם למטר
- כוח קריעה 3500N



• רצועות תזמון HTD-5 (רוחב 15mm)

- 60 גרם למטר
- כוח קריעה 480N-700N (עבור רצועה איכותית!)

כל הרכיבים במערכת התמסורת יהיו קטנים יותר (ולכן קלים יותר) בהתאם.