

## تیم فرزنانگان ۵ - دبیرستان فرزنانگان ۵ تهران - فوتبال ب وزن آزاد

عرفان جاذب نیکو<sup>۱\*</sup>، محمود غفوری تبریزی<sup>۱\*\*</sup>، سودا غلامی آذر<sup>۲</sup>، سپیده رضانی<sup>۲</sup>، فاطمه فرجلو<sup>۲</sup>، زهرا محمد یوسفی<sup>۲</sup>، سحر طاووسی<sup>۲</sup>، حدیث قاسمی<sup>۲</sup>، معصومه حسین زاده<sup>۲</sup>، فاطمه حیدری<sup>۲</sup>

<sup>۱</sup>دانشگاه آزاد اسلامی واحد قزوین - ایران

<sup>۲</sup>دبیرستان استعدادهای درخشان فرزنانگان ۵ تهران - ایران

[erfan.jazebnikoo@gmail.com](mailto:erfan.jazebnikoo@gmail.com)

[mght.1984@gmail.com](mailto:mght.1984@gmail.com)

### چکیده

ربات فوتبالیست دانش آموزی شامل سه بخش مکانیک، الکترونیک و نرم افزار میباشد. این ربات دارای ۳ چرخ امنی دایرکشنال بوده که توسط موتور گیربکس به حرکت درآمده و با توجه به نوع چرخهای به کار برده شده در آن قابلیت حرکت همه سویه را دارد. این روبات مجهز به مکانیزم های شوت و کنترل توپ نیز می باشد. اجزای الکترونیکی مختلفی چون انواع سنسور، برد، آی سی ها و ... در این ربات به کار برده شده است. تصمیم گیری در این ربات توسط برنامه ی نرم افزاری از پیش طرح ریزی شده صورت می گیرد و کیفیت آن تعیین کننده ی قابلیت های هوشی ربات می باشد.

واژه های کلیدی: فرزنانگان ۵ - روبات - فوتبالیست - مکانیک - الکترونیک - نرم افزار.

### ۱- مقدمه

تیم روبات فوتبالیست ب وزن آزاد فرزنانگان ۵ تهران تیمی از دانش آموزانی است که ربات های هوشمند طراحی می کنند. تحقیقات و پژوهش های تیم در حال حاضر در دبیرستان استعدادهای درخشان فرزنانگان ۵ تهران انجام می گیرد. ما به روبات های فوتبالیست به عنوان یک آزمایش برای بررسی دانسته ها و توانایی ها خود در عرصه علم روباتیک و هوش مصنوعی و در عین حال یک سرگرمی مفید و آموزنده می نگریم. تیم ما متشکل از ۸ نفر در سال ۱۳۹۱ هجری شمسی (۲۰۱۲ میلادی) شروع به کار کرد. تحقیقات روباتیکی ما اهدافی از جمله تلاش برای نزدیک تر شدن به هدف های فدراسیون جهانی روبوکاپ که پیشرفت دانش روباتیک و مکاترونیک و همچنین رشته هایی مانند مکانیک، الکترونیک و هوش مصنوعی است و همچنین بالا بردن دانش روباتیک برای ایجاد یک تیم فوتبال متشکل از روبات های انسان نما تا سال ۲۰۵۰ میلادی که قادر به شکست تیم قهرمان جام جهانی فوتبال انسان ها باشد و هدف بزرگ دیگر ما از شرکت در این مسابقات، رشد و شکوفایی علمی و به دست آوردن درکی بهتر از مسائل دنیای روباتیک و هوش مصنوعی است.

دبیرستان فرزنانگان ۵ امسال در هشتمین دوره ی مسابقات روبوکاپ آزاد ایران در دو رشته ی دانش آموزی فوتبالیست ب وزن آزاد و امدادگر پیشرفته الف حضور خواهد داشت.

\* - سرپرست و مدرس گروه الکترونیک و نرم افزار.

\*\* - سرپرست و مدرس گروه مکانیک.

## ۲- ویژگی های سخت افزاری و مکانیکی

با پیشرفت علمی چشمگیر لیگ فوتبالیست دانش آموزی، زمینه های فعالیت در سخت افزار و نرم افزار این روبات ها به طبع گسترده تر شده و لازمه ی طراحی ساختار پیشرفته تری برای این روبات ها می باشد. در ابتدا تیم فرزنانگان ۵ پس از گذراندن آموزش های تئوری و عملی در رشته های مکانیک، الکترونیک و نرم افزار با طراحی قسمتهای مختلف مکانیکی، ساخت روباتهای خود را وارد مرحله ی طراحی کرد. به موازات مراحل طراحی مکانیکی، نیازهای مختلف از نگاه ساختار الکترونیکی، روشها و ابزارها برای طراحی بورد های روبات مورد بررسی قرار گرفت و پس از بحث ها و مشورت های دو گروه الکترونیک و مکانیک برای جانمایی بوردها و قطعات مکانیکی، انتخاب موتورهای مورد نیاز برای حرکت روبات و موتورهای SpinBack بر اساس دیتاشیت آنها، انتخاب نوع سیستم شوت از میان سیستمهای پنوماتیک، سلونوئید و موتور و فنر، انتخاب نوع سیستم SpinBack و مشخص کردن ابعاد بوردها طراحی های گروه الکترونیک نیز آغاز شد. در جدول شماره ۱ مشخصات کلی سخت افزاری روبات ذکر شده است.

جدول شماره ۱. مشخصات سخت افزاری روباتها

توضیحات	موارد
۳ چرخ، امنی دایرکشنال	ساختار حرکتی
۱/۳ متر/ثانیه	سرعت ماکزیمم
موتور و فنر	سیستم شوت
۲۳۵۰ گرم	وزن
AVR ATmega 128	پردازنده
سنسور گیرنده مادون قرمز	تشخیص توپ
التراسونیک	تشخیص دیواره های
قطب نما	تشخیص دروازه حریف
موتور و غلطک	Spin Back
۲ عدد باتری لیتیوم پلیمر	منبع ولتاژ

## ۲-۱- ساختار مکانیکی روبات ها

اجزای مکانیکی تشکیل دهنده ی این ربات شامل موارد زیر می شود:

- ۱- شاسی و بدنه
- ۲- سیستم حرکتی
- ۳- سیستم شوت
- ۴- سیستم کنترل توپ

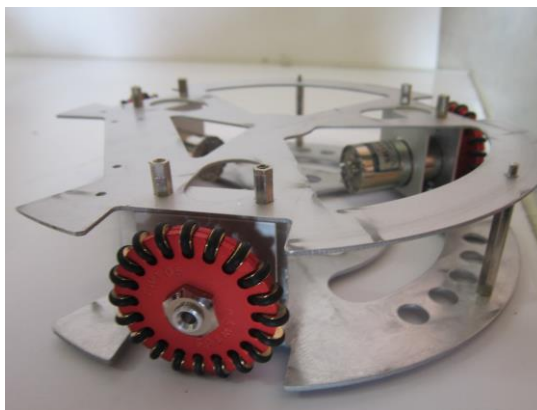
### ۲-۱-۱- شاسی و بدنه

عبارت است از کفه ی پایینی و بالایی از جنس آلومینیوم که بستری برای استقرار اجزای مختلف مکانیکی و الکترونیکی میباشد. فرایند تولید این اجزا برش با واتر جت بوده و در طراحی آنها سعی شده است تا سبکی، قابلیت تهویه ی بخشهای گرم شونده و بخشهای اتصالی لحاظ شوند. همچنین فضاهایی جهت استقرار چرخها و دهانه ی ورودی توپ در نظر گرفته شده است. برای استقرار طبقات و بوردها از اسپیسرهایی با طول های مختلف استفاده شده است.

هشتمین دوره مسابقات بین‌المللی روبوکاپ آزاد ایران  
 دانشگاه آزاد اسلامی قزوین و کمیته ملی روبوکاپ ایران  
 تهران - فروردین ۹۲



شکل ۲- نمای بالای بدنه و شاسی

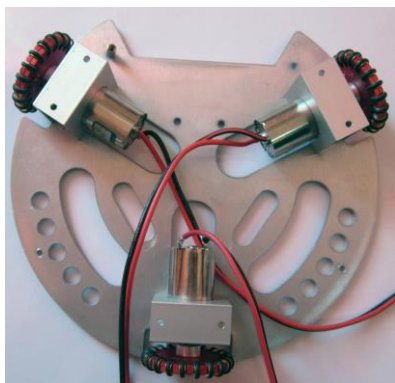


شکل ۱- نمای جانبی بدنه و شاسی

### ۲-۱-۲- سیستم حرکتی

این بخش شامل چرخ، موتور گیربکس و پایه ی موتور میباشد. نوع چرخها امنی دایرکشنال بوده و متناسب با نوع طراحی ربات تعداد آنها ۳ عدد می باشد. جنس آنها از آلومینیوم بوده و رولهای آن مجهز به ارینگ لاستیکی و قطر آنها ۵۰ میلیمتر می باشد. پایه های موتور نیز از قوطی آلومینیومی با مقطع مستطیل می باشد. ضخامت این پایه ۲ میلیمتر بوده و علاوه بر مقاومت مناسب سبک نیز می باشد.

موتور گیربکس های بکار برده شده در این ربات با مارک لاندرا توسط پیچ به پایه ها متصل شده و سپس چرخها بر روی شفت آنها توسط پیچ مغزی متصل می شوند. مشخصات این موتور عبارتست از:



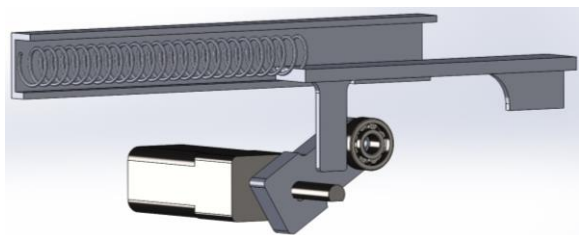
شکل ۳- نمای سیستم حرکتی

جدول شماره ۲. مشخصات موتورهای حرکتی

توضیحات	موارد
تعداد دوران	۶۰۰ دور بر دقیقه
وزن	۸۰ گرم
ولتاژ مصرفی	۱۲ ولت
سرعت خطی متناسب با چرخها	۱,۳ متر بر ثانیه

### ۲-۱-۳- سیستم شوت

مکانیزم بکار گرفته شده در این ربات جهت شوت کردن توپ فنر و موتور می باشد. به شکلی که از نیروی دورانی یک میکرو موتور با تعداد دوران ۵۰ دور در دقیقه جهت عقب راندن فنر استفاده نموده ایم. این فنر یک ضامن آلومینیومی را حمل می کند که دارای قید میباشد تا پس از ضربه زدن به توپ در محل مناسب جهت درگیری مجدد با موتور قرار بگیرد. تعداد دوران این موتور تعیین کننده تعداد ضربه های ممکن در واحد زمان است.

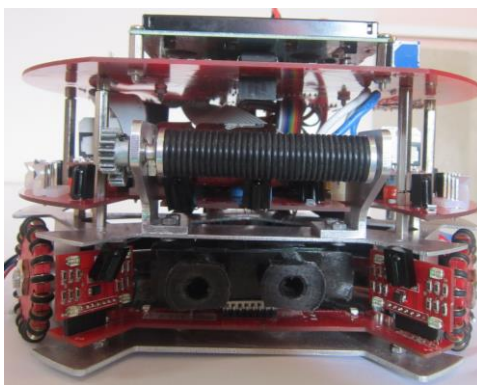


شکل ۴- سیستم شوت

از مزایای این سیستم قابلیت تعیین و تغییر میزان قدرت شوت ربات و سبک بودن آن نسبت به سیستم های دیگر می باشد. علت استفاده از این طرح کم کارایی سلنوئید با ولتاژ مجاز می باشد.

## ۲-۱-۴- سیستم کنترل توپ

این بخش جهت دریافت، کنترل و هدایت مناسب توپ در نظر گرفته شده است و شامل یک رول آلومینیومی، موتور گیربکس، پایه موتور، ارینگ و مکانیزم انتقال حرکت چرخنده ای می باشد. سرعت دورانی این رول بر اساس بیشترین سرعت خطی ربات در نظر گرفته شده است تا بتواند با استفاده از چسبندگی مناسب ارینگهای لاستیکی دوران مناسب را به توپ جهت هدایت آن بدهد. رعایت ابعاد مجاز جهت ورود توپ به دهانه ی آن از موارد مهم در طراحی آن بوده است. تمامی طراحی اجزای این ربات ابتدا در محیط نرم افزار Solidworks صورت گرفته است تا با کمک آن بتوانیم اشکالات احتمالی را بر طرف نموده و دید مناسبی نسبت به طرح مورد نظر داشته باشیم.



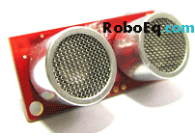
شکل ۵- سیستم کنترل توپ (Spin Back)

## ۲-۲- ساختار الکترونیکی روبات ها

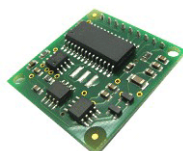
قطعات الکترونیکی در یک روبات مانند اعضای بدن و ارتباطات الکتریکی هم مانند رگها و رشته های عصبی در انسان است در نتیجه طراحی ساختاری منظم و کامل مسئله ی بسیار مهمی است. روبات های تیم فرزندگان ۵ دارای چندین بورد الکترونیکی هستند که هرکدام از آنها وظیفه ی خاصی در ساختار این روبات ها دارند. قسمتهای مختلف این بورد ها در نرم افزار Proteus شبیه سازی شدند و پس از اینکه تمامی شبیه سازی ها با موفقیت انجام شد در نرم افزار Altium Designer نقشه های شماتیکی و بورد روبات طراحی گردید. در ادامه قطعات و ماژولهای استفاده شده و عملکرد هریک از بوردها را جداگانه مورد بررسی قرار می دهیم.

### ۲-۲-۱- قطعات و ماژولها

۲-۲-۱-۱- سنسور توپ: هر یک از دو روبات فرزندگان ۵ دارای ۱۶ سنسور گیرنده پالسی مادون قرمز برای پیدا کردن توپ است. ۱۶ سنسور هر روبات توسط یک مالتی پلکسر به دو اینتراپت میکروکنترلر متصل است که توسط برنامه ای که برای میکروکنترلر نوشته شده میزان پهنای پالس را اندازه گیری و به وسیله ی آن فاصله ی توپ از روبات را محاسبه می کند. این سنسور ها طوری در اطراف روبات قرار دارند که تمامی جهت های زمین را پوشش می دهد. هنگامی که توپ در جلوی هر سنسور قرار می گیرد حرکت مخصوص آن در همان جهت انجام می پذیرد. هنگامی که توپ در نزدیکی روبات است روبات حرکت مخصوص متناسب با شماره سنسور توپ را انجام می دهد و به پشت توپ می رود تا توپ را از دست ندهد.



شکل ۷- ماژول  
آلتراسونیک SRF08



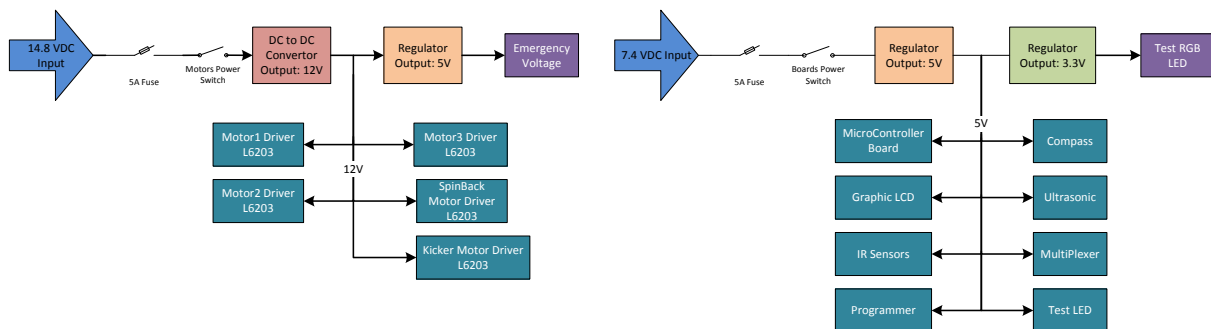
شکل ۶- ماژول  
قطب نما Cmp03

۲-۲-۱-۲- سایر قطعات و ماژولها: سایر قطعات و ماژولهای این روبات متشکل از پنج درایور موتور مدل L6203 که سه درایور برای موتورهای حرکتی و دو درایور برای SpinBack و سیستم شوت، Graphic LCD 128\*64، سنسور قطب نما Cmp03، سه سنسور اولتراسونیک SRF08 جهت اندازه

گیری فاصله از دیواره ها، مالتی پلکسر 4067 و همچنین میکروکنترلی از خانواده AVR با شماره آی سی Atmega128A است.

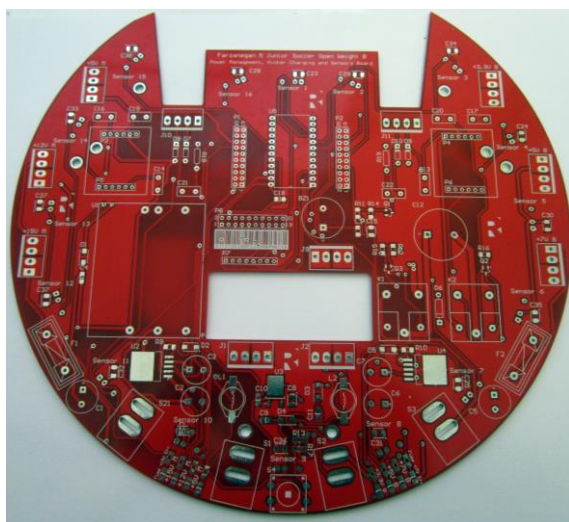
## ۲-۲-۲- بورده مدیریت قدرت

وظیفه ی اصلی بورده مدیریت قدرت یا Power Management Board، تبدیلات، کنترل ها و تقسیمات ولتاژی و جریانی در کل روبات است. دو باتری ۱۴/۸ ولتی و ۷/۴ ولتی به این بورده متصل و پس از تبدیل آنها به ولتاژهای ۱۲، ۵ و ۳/۳ ولت از طریق ارتباطات سیمی یا مداری وارد قسمتهای مختلف روبات می شوند. از باتری ۱۴/۸ ولتی برای راه اندازی موتورها، SpinBack و سیستم شوت و از باتری ۷/۴ ولتی برای تغذیه ی سایر قسمتهای الکترونیکی از جمله آی سی ها، سنسورها و قطعات الکترونیکی استفاده می شود. در همان ابتدای ورود ولتاژ باتری ها به مدار، یک فیوز ۵ آمپری برای هر باتری تعبیه شده است که به محض بروز هرگونه مشکل از جمله اتصال کوتاه یا بالا رفتن جریان داخل مدارهای روبات به بیش از ۵ آمپر فیوز پریده و مانع بروز مشکلاتی از جمله سوختن قطعات یا از بین رفتن اتصالات مداری می شود. شمای کلی تقسیمات ولتاژی و کارکرد این بورده در شکل ۸ نشان داده شده است.

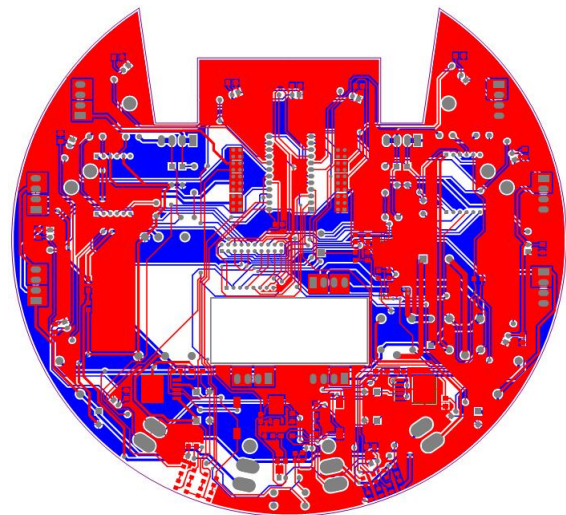


شکل ۸ - نحوه ی عملکرد بورده Power Management

در این بورده علاوه بر ورودی باتری ها و مدارات تبدیل ولتاژی، ۱۶ سنسور تشخیص توپ، ورودی و درایورهای موتورهای SpinBack و سیستم شوت نیز قرار گرفته اند. شکل ۹ نمای دو بعدی این بورده در نرم افزار Altium Designer و شکل ۱۰ نمای بورده بعد از چاپ می باشد.



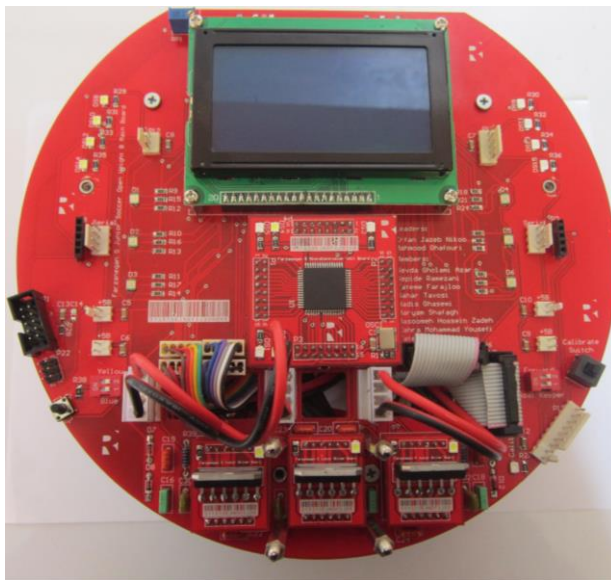
شکل ۱۰ - نمای بورده بعد از چاپ



شکل ۹ - نمای دو بعدی بورده در نرم افزار Altium Designer

### ۲-۲-۳- برد اصلی

در برد اصلی یا Main Board، تمامی ورودی‌ها و خروجی‌های روبات، ماژول‌ها و نمایشگرهای مختلف به مغز روبات یعنی میکروکنترلر متصل می‌شوند. توسط دو کانکتور ولتاژهای مختلف تولید شده در برد مدیریت قدرت وارد این برد می‌شوند و قطعات الکترونیکی متصل به این برد را روشن می‌کنند. همچنین از طریق یک کانکتور دیگر ورودی‌ها و خروجی‌های سنسورها، موتورها و سایر قطعاتی که در بوردهای دیگر می‌باشند به این برد و در نهایت به میکروکنترلر متصل می‌شوند. ماژول‌های قطب نما CMP03 و فاصله سنج SRF08 نیز به این برد متصل می‌شوند.



شکل ۱۱- برد اصلی

### ۳- نرم‌فزار و هوش مصنوعی

ما به زبان C در برنامه CodeVision برنامه این روبات‌ها را نوشتیم که به طور کلی الگوریتم‌های آن در زیر توضیح داده شده است.

#### ۳-۱- تشخیص توپ

مهم‌ترین هدف روبات پیدا کردن توپ و حرکت به سمت آن است. ما برای تشخیص توپ از اطلاعاتی که از طریق سنسورهای تعبیه شده در بخش الکترونیک فرستاده می‌شود؛ استفاده کردیم و با استفاده از این اطلاعات عملکردهای مختلفی را برای حرکت روبات و کنترل توپ تعریف کردیم تا روبات به بهترین نحو به سمت توپ حرکت کند و پشت آن قرار بگیرد. پس از قرار گرفتن روبات در پشت توپ، دستور کنترل توپ و دوران توپ به سمت داخل توسط Spin Back صادر می‌شود و در صورت نزدیک بودن به دروازه دستور شوت داده می‌شود.

#### ۳-۲- موقعیت ربات

پس از دریافت توپ و کنترل آن توسط روبات مهاجم نوبت به شناسایی موقعیت روبات در زمین می‌رسد که توسط اطلاعاتی که سنسورهای فاصله سنج در اختیار ما قرار می‌دهند روبات باید ابتدا موقعیت خود در زمین و سپس فاصله از دروازه

هشتمین دوره مسابقات بین‌المللی روبوکاپ آزاد ایران  
دانشگاه آزاد اسلامی قزوین و کمیته ملی روبوکاپ ایران  
تهران - فروردین ۹۲

تیم مقابل را یافته و در صورت نزدیک بودن به دروازه و وجود فضای خالی جلوی دروازه توپ را به سمت دروازه شوت کند و در صورت نبودن فضای خالی مکان خود را تغییر دهد تا به مختصات مرکزی دروازه نزدیک شود و عمل شوت را انجام دهد.

### ۳-۳- جای گیری دروازه بان

ربات دروازه بان سه موقعیت دارد:

- ۱- موقعیتی که توپ را تشخیص ندهد، در این زمان روبات به سمت دروازه خودی حرکت کرده و در مرکز دروازه قرار می گیرد که پیدا کردن وسط دروازه از طریق سنسورهای فاصله سنج از دیواره ها به وقوع می پیوندد.
- ۲- موقعیتی که توپ را در فاصله ای دور ببیند، روبات در این زمان سعی می کند در راستای توپ جلوی دروازه جای گیری کند.
- ۳- موقعیتی که توپ را در فاصله ی نزدیک خود می بیند، در این زمان ربات برای دریافت توپ از روبات حریف به سمت توپ حرکت می کند.

### ۴- نتیجه گیری

با کمک و یاری خداوند متعال، بیشترین دقت را در تمامی بخش های روبات پیش گرفتیم تا بتوانیم یکی از مدعیان قهرمانی در مسابقات ایران این ۲۰۱۳ باشیم.

### ۵- تشکر و قدردانی

با تشکر از جناب آقای غفوری تبریزی (سرپرست بخش مکانیک) و آقای جاذب نیکو (سرپرست بخش الکترونیک و نرم افزار)، سرکارخانم مزرعی (مدیر دبیرستان فرزندگان ۵)، سرکارخانم فیروزی (معاون پژوهشی فرزندگان ۵) و تمامی دوستانی که ما را در این مهم یاری نمودند.

### ۶- مراجع

- 1- Optimizing of solenoid for Robocup Kicker / DCT Number 2006.051 (Dr.ir.M.J.G van de molengraft)
- 2- Bicron electronic company official web site : [www.bicronusa.com](http://www.bicronusa.com)
- 3- [www.acroname.com](http://www.acroname.com): sharp range finder datasheet
- ۴- کتاب میکروکنترلر های AVR نویسنده : حسن کاهه
- 5- [www.datasheetcatalog.com](http://www.datasheetcatalog.com) (search : L6203 DMOS full Bridge)
- ۶- کتاب مکترونیک ، برنامه نویسی . هوش مصنوعی
- 7- [www.eca.ir/forum2](http://www.eca.ir/forum2) supplay switching