پودمان ۵

ساخت ربات مسیریاب

سخنی با هنرآموز

۱ فعالیت‌های مطرح شده در کتاب در ارتباط با تحلیل انجام شده توسط هنرجویان است بنابراین لازم است آنان را راهنمایی کنید تا مراحل را با دقت کافی اجرا کنند.

۲ جلسه اول را به امور آشنایی با کارگاه، مسائل ایمنی، چگونگی دریافت وسایل از انبار و تهیه گزارش کار برای انجام فعالیت‌ها اختصاص دهید.

۳ از آنجا که مسائل مرتبط با ایمنی و نظم و ترتیب در کارگاه می‌تواند به عنوان یک اصل مهم در امور تربیتی هنرجویان مؤثر باشد لازم است در جریان اجرای فعالیت‌ها به این مهم توجه شود.

۴ در هر مرحله از تدریس سعی شده است که سؤالات یا فعالیت‌هایی مطرح شود تا هنرجویان به صورت عملی با مبحث مورد نظر آشنا شوند بنابراین لازم است تا با به بحث گذاشتن آنها از هنرجویان بخواهید تا آنها را تکمیل کرده و به صورت عمیق یاد گیرند.

۵ هنرجویان به شعار **اوّل ایمنی، بعد کار** در کارگاه توجه کنند و چنانچه وسایلی را به برق وصل می‌کنند نهایت احتیاط را انجام دهند تا حادثه ناگواری رخ ندهد.

۶ به هنرجویان توصیه کنید که دستگاه‌های اندازه‌گیری بسیار حساس‌اند، مواظب باشند در هنگام حمل و نقل به آنها ضربه وارد نشود و صدمه نبینند.

۷ جهت تسهیل کار، برای انجام فعالیت‌های مختلف هر جا که نیاز به ولتاژ شد از یک منبع تغذیه ۰ـ۳۰ ولت استفاده شود.

۸ با توجه به اینکه توان مصرفی دستگاه‌های اندازه‌گیری کم است در حد امکان سعی شود برق اصلی کارگاه توسط ترانسفورماتور ۲۲۰/۲۲۰ ولت از شبکه اصلی جدا گردد تا خطر برق‌گرفتگی احتمالی به حداقل برسد.

۹ دانستن قوانین کارگاه و اقدامات ایمنی برای کلیه هنرجویان الزامی است.

۱۰ انتخاب وسایل مورد احتیاج برای هر فعالیت و تغییر اتصالات مدار بایستی فقط به دستور و حضور سرپرست، استادکار و هنرآموز صورت گیرد.

۱۱ به قسمت‌هایی که احتمال برق‌گرفتگی در آنها وجود دارد نباید دست زد و تعویض وسایل آزمایش بایستی فقط در حالت قطع مدار و با حضور هنرآموز صورت گیرد.

۱۲ در صورت وقوع خطر بایستی مدارها فوراً قطع شوند.

هدف کلی

در پایان بحث هنرجویان می‌توانند:
توسط تجهیزات موجود در کارگاه الکترونیک، اجزای مختلف ربات را شناسایی، عیب‌یابی و در نهایت توسط المان‌های الکترونیکی و مکانیکی و سپس برنامه‌نویسی ربات را به‌صورت هوشمند انجام دهد.

هدف‌های رفتاری

پس از پایان بحث از هنرجویان انتظار می‌رود:

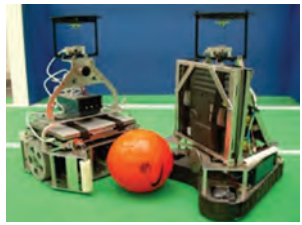
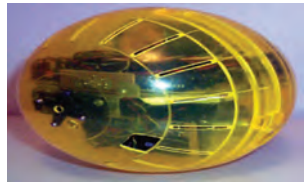
۱ فعالیت‌ها را با اعتماد به نفس و به طور دقیق انجام دهد.
۲ نظم و ترتیب و حضور به موقع در کارگاه را رعایت کند.
۳ از قطعات، تجهیزات و ابزار به خوبی نگهداری کند.
۴ تجهیزات نصب شده روی میز کار را شناخته و کاربرد آنها را بداند.
۵ نکات ایمنی و بهداشت مربوط به کارگاه را رعایت کند.
۶ کلیه اجزای ربات‌ها را بشناسد.
۷ انواع موتورهای مورد استفاده در ربات‌ها را شناسایی کرده و چگونگی اتصالات آنها را بررسی نماید.
۸ استفاده از سنسورهای مختلف مورد استفاده در ربات را بشناسد.
۹ در مورد چگونگی عملکرد اجزای مختلف الکترونیکی و مکانیکی ربات صحبت نماید.
۱۰ در مورد برنامه‌نویسی و کنترل ربات اطلاعات کامل ارائه دهد.

استاندارد عملکرد

پس از اتمام واحد یادگیری و کسب شایستگی ربات مسیریاب، هنرجویان قادر خواهند بود تا ربات را بررسی نموده و با استفاده از کنترلرهای مختلف آنها را هدایت نماید و با تکمیل ربات مسیریاب در مسابقات مختلف شرکت نماید.

آموزش گام‌به‌گام

نام	کاربرد	تصویر
ربات انسان نما	شبیه‌سازی انسان برای پرستاری و خدمات‌رسانی و...	
ربات امداد	کمک به مصدومان در حوادث غیرمترقبه همانند زلزله و...	
ربات اجتماعی	ربات‌هایی جهت امداد	
ربات آتش‌نشان	در حوادث آتش‌سوزی جهت خاموش کردن آتش و...	
ربات جنگجو	جهت نبرد با دیگر ربات‌ها و آموزش جهت صحنه‌های جنگ و نبرد با دشمن	

ربات سگ	نگهبانی و شبیه‌سازی سگ	
ربات فوتبالیست	انجام مسابقات فوتبال	
ربات کروی	حرکت‌های کروی و چرخشی	
ربات مار	شبیه‌سازی مار جهت حرکت در تونل‌ها برای فیلمبرداری و ...	
ربات میکرو موس	ربات‌های میکرو جهت کمک	

ساختار کلی ربات

علم رباتیک از سه شاخه اصلی زیر تشکیل شده است:

- ☑ مکانیک (شامل بدنه فیزیکی ربات)
- ☑ الکترونیک (شامل مغز ربات)
- ☑ نرم‌افزار (شامل قوه تفکر و تصمیم‌گیری ربات)

مکانیک

در مکانیک یک ربات چند بخش وجود دارد مکانیک ربات مسیریاب جزء ساده‌ترین مکانیک‌ها محسوب می‌شود این مکانیک شامل بخش‌های زیر است که تمام اجزا روی آن قرار خواهند گرفت.

۱ شاسی (یا بدنه)
۲ موتورها
۳ چرخ‌ها

الکترونیک

الکترونیک مدار ربات مسیریاب از بخش‌های زیر تشکیل شده است.

۱ برد سنسور
۲ مقایسه‌گرهای آنالوگ
۳ برد اصلی (میکروکنترلر و درایو موتور)
۴ تغذیه ربات

برنامه‌نویسی

برنامه یک ربات مسیریاب می‌تواند شامل چند بخش باشد که آنها را توضیح می‌دهیم.

۱ خواندن وضعیت از سنسورها
۲ تصمیم‌گیری (پردازش اطلاعات)
۳ فرمان دادن به موتورها

مکانیک ربات

هر رباتی به بستری جهت موجودیت یافتن نیاز دارد که این بستر همان مکانیک است. مکانیک ربات شامل شاسی، موتورها، چرخ‌ها، بست‌ها و... می‌باشد.
مهم‌ترین مسئله در هر پروژه رباتیک طراحی آن می‌باشد. طراح با دقت و معلومات کامل تمام جوانب را در نظر می‌گیرد و بهترین ایده را ارائه می‌کند.

بدنه (شاسی): بدنه وظیفه نگهداری تمام اجزای ربات را به عهده دارد، طراحی و ساخت بدنه بستگی به وزن و حجم اجزا دارند. بدنه می‌تواند از جنس آلومینیم، چوب، طلق و... باشد اگر جنس بدنه و قسمتی که مدارهای ربات آنجا سوار می‌شود از جنس فلزی باشد بهتر است از یک طلق جهت جداسازی مدار و بدنه استفاده شود و یا با استفاده از اسپیسر بین مدار و بدنه ربات فاصله ایجاد می‌کنیم.

طراحی مکانیک

طراحی مکانیک ربات در نرم‌افزار solid works انجام شده است.

سالیدورکس به **انگلیسی** (SolidWorks) یک نرم‌افزار مهندسی طراحی به کمک رایانه است که بر روی ویندوز اجرا می‌شود و توسط شرکت فرانسوی داس و سیستمز ساخته شده و همچنان توسعه داده می‌شود. در حال حاضر نرم‌افزار سالیدورکس توسط ۳/۱ میلیون مهندس در بیش از ۱۳۰۰۰۰ شرکت در سراسر جهان در حال استفاده است. این نرم‌افزار دارای سه محیط به نام‌های پارت (part) اسمبلی (assembly) و دراوینگ (drawing) می‌باشد. محیط اول برای رسم قطعه بوده، در محیط دوم قطعات یک مکانیسم بر روی هم سوار شده و در محیط آخر از آنها نقشه مهندسی (معمولاً برای نسخه چاپی) تهیه می‌شود.

نرم‌افزار سالیدورکس به صورت مستقیم با اینونتور، مکانیکال دسکتاپ و سالید رقابت می‌کند.

سیستم حرکتی ربات: این قسمت شامل سیستم حرکتی ربات می‌شود حرکت ربات‌ها با استفاده از پا، چرخ یا ریل انجام می‌شود. چرخ‌ها یا پاها را می‌توان با موتورها، سولنوئیدها، آلیاژهای حافظه‌دار (SMA) و... به حرکت درآورد که معمولاً در بیشتر ربات‌ها از موتور و چرخ استفاده می‌شود.

یکی از مهم‌ترین اجزای یک ربات نیروی محرکه آن است. برای حرکت دادن سازه‌ای که ساخته‌اید نیاز به انرژی مکانیکی دارید. این انرژی معمولاً توسط یک موتور الکتریکی تأمین می‌شود. موتور الکتریکی یا اصطلاحاً آرمیچرها در واقع مبدل‌های انرژی هستند. موتورهای الکتریکی می‌توانند انرژی الکتریکی که از ترمینال‌های آن وارد می‌شود را به انرژی مکانیکی تبدیل کنند. انرژی مکانیکی معمولاً به صورت دوران در شافت (محور) موتور ظاهر می‌شود. دوران این محور (شافت) دو مشخصه اساسی دارد: یکی سرعت دوران آن و دیگری قدرت آن. از ضرب سرعت خطی (متر بر ثانیه) در نیروی موتور می‌توانید توان نهایی خروجی آن را محاسبه کنید.

ایده کلی این است که وقتی که یک ماده حامل جریان الکتریسیته تحت اثر یک میدان مغناطیسی قرار می‌گیرد، نیرویی بر روی آن ماده از سوی میدان اعمال می‌شود. در یک موتور استوانه‌ای، روتور به علت گشتاوری که ناشی از نیرویی است که به فاصله‌ای معین از محور روتور به روتور اعمال می‌شود، می‌گردد. با توجه به اینکه گفتیم موتور یک مبدل است، اگر موتور شما ایده‌آل باشد توان خروجی که به‌دست می‌آورید با توان ورودی یعنی انرژی الکتریکی مصرف شده برابر خواهد بود. موتورهای الکتریکی انواع مختلفی دارند از جمله استپ موتورها، سرور موتورها، موتورهای DC، موتورهای AC و ... هر یک از موتورهای نام برده شده ویژگی خاصی دارد مثلاً استپ موتورها دارای دقت بالایی هستند و با توجه به نوع موتور می‌توان دقت گردش موتور را در حد چند درجه کنترل نمود. از ویژگی‌های اساسی موتورهای DC این است که جهت حرکت و سرعت حرکت آنها به‌راحتی قابل کنترل است. با تغییر متوسط ولتاژ ورودی می‌توانید سرعت موتور را تغییر دهید و با تغییر پلاریته (جهت اتصال تغذیه به موتور) جهت دوران شافت تغییر خواهد نمود.

توان خروجی از ضرب سرعت در قدرت و با استفاده از فرمول $W=f.d$ به‌دست می‌آید. بسته به کارکرد ربات، توان مصرفی، دقت لازم و پارامترهایی از این قبیل نوع موتور ربات انتخاب می‌شود بی‌شک یکی از مشخصه‌های اصلی موفقیت یک ربات انتخاب صحیح موتور محرک ربات می‌باشد.

مقایسه انواع موتورها

قبل از آنکه اصول و مبانی انتخاب هر یک از موتورها را بررسی کنیم، موتورها را با توجه بـه عملکرد، روش جابه‌جایی و امتیازاتی که دارند به سه دسته موتورهای DC گیربکس‌دار، موتورهای پله‌ای و سرو موتورها تقسیم‌بندی می‌کنیم.

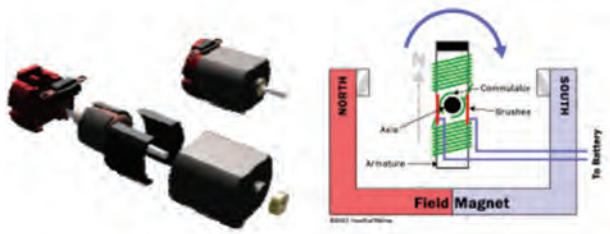
در جدول زیر انواع مختلف موتورها با توجه به قدرت‌شان طبقه‌بندی شده‌اند.

نوع موتور	قدرت موتور	کلاس وزنی
موتور گیربکس‌دار	بیشترین قدرت	مناسب برای تمام وزن‌ها
سرو موتور		مناسب برای ربات‌ها تا سقف ۲/۵ کیلوگرم
موتور پله‌ای	کمترین قدرت	برای ربات‌های سبک تا سقف ۱ کیلوگرم

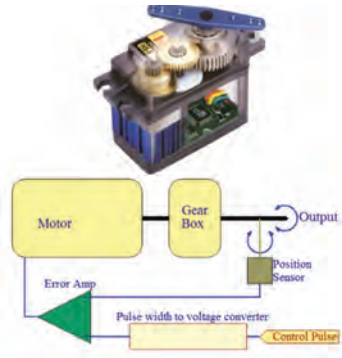
در مرحله بعد، باید در مورد نوع موتوری که برای استفاده در ربات مناسب باشد تصمیم‌گیری شود. در جدول زیر مزایا و معایب هر یک از انواع موتور نشان داده شده است.

نوع موتور	مزایا	معایب	کاربرد	تصویر
موتور DC	متنوع، قدرتمند و در دسترس‌هستند،اینترفیس آنها ساده است.	سریع و گران قیمت هستند، جریان زیادی مصرف می‌کنند، اتصال چرخ‌ها به آنها دشوار است، کنترل آنها پیچیده است (PWM).	ربات‌های بزرگ	
سرو موتور	گیربکس و سرعت مناسب دارند، متنوع، ارزان و برای ربات‌های کوچک مناسب هستند، به آسانی به چرخ‌ها متصل می‌شوند، اینترفیس آنها آسان است.	توانایی حمل وزن‌های زیاد را ندارند، سرعت آنها قابل تغییر نیست.	ربات‌های کوچک، ربات‌های انسان‌نما	
موتور پله‌ای	کنترل سرعت و اینترفیس آنها آسان است، تنوع زیادی دارند، برای محیط‌های سرپوشیده‌نامناسب‌هستند	نسبت به قدرت‌شان سنگین هستند، جریان زیادی مصرف می‌کنند، اتصال آنها به چرخ‌ها دشوار است، قدرتمند نیستند، به سیستم‌های کنترل پیچیده‌ای نیاز دارند.	ربات تعقیب خط، ربات حل ماز	

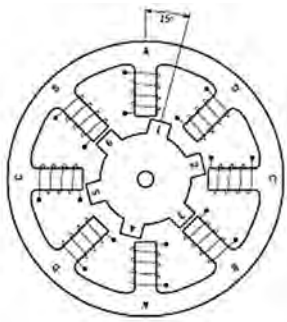
موتور DC: بدون شک موتورهای DC متداول‌ترین موتورها در عرصه رباتیک هستند. زیرا این موتورها چندمنظوره، در دسترس و نسبتاً ارزان‌قیمت هستند.
موتورهای DC جزء قدرتمندترین موتورها هستند. در ده‌ها سال گذشته محققان تلاش‌های گسترده‌ای را برای بهبود بازده، سرعت و قدرت این موتورها انجام داده‌اند. امروزه موتورهای DC پیشرفته با بازده بیش از ۹۰درصد طراحی و ساخته می‌شوند. بیشتر موتورهایی که به منظور استفاده در پروژه‌های رباتیک ارائه می‌شوند، بازدهی بین ۴۰ تا ۷۰ درصد دارند. با این وجود، به اندازه کافی قدرتمند هستند. این موتورها جریان بیشتری می‌کشند و باتری‌ها را سریع‌تر تخلیه می‌کنند.



سروموتور: سروموتورها می‌توانند قوی‌تر یا ضعیف‌تر از موتورهای پله‌ای باشند. زیرا تعداد زیادی از موتورهای پله‌ای وجود دارند که بزرگ‌تر و قدرتمندتر از سروموتورها هستند. روش انتخاب این موتورها در قسمت‌های بعدی بیان خواهد شد. سروموتورها دومین موتور قدرتمند در زمینه رباتیک هستند. امروزه تعداد زیادی از کمپانی‌ها سروموتورهای ارزان‌قیمت و با کیفیت تولید می‌کنند. معروف‌ترین سازندگان سروموتورها Futaba، Airtronics و Hitec هستند که محصولات متنوعی را تولید می‌کنند.



موتور پله‌ای: موتور پله‌ای با موتورهایی که تاکنون بررسی کردیم، تفاوت‌های چشمگیری دارد. موتورهای پله‌ای گاهی اوقات موتورهای Brushless یا بدون جاروبک نیز نامیده می‌شوند. زیرا آهنربای آنها بر روی روتور یا شفت قرار دارد. شفت موتور می‌تواند بدون هیچ تماس الکتریکی و یا دخالت هر عامل دیگری آزادانه بچرخد. جزئیات بیشتر در شکل زیر نشان داده شده است.



موتورهای پله‌ای معمولاً سرعت کمی دارند. آنها معمولاً در طراحی‌هایی با جابه‌جایی دقیق و یا به منظور توقف فوریموتور در یک نقطه خاص به‌کار می‌روند این ویژگی برای بسیاری از پروژه‌های رباتیک که به سرعت کمی نیاز دارند بسیار مناسب است. سرعت دورانی با دامنه ۵۰ـ۱۰۰RPM که توسط موتورهای پله‌ای ایجاد می‌شود، برای بسیاری از ربات‌ها ایده‌آل می‌باشد. یک موتور پله‌ای بزرگ‌تر و سنگین‌تر از یک موتور DC یا سروموتور با قدرت مشابه است. موتورهای پله‌ای معمولاً خیلی قدرتمند نیستند و به همین دلیل برای ربات‌هایی با وزن بیشتر از یک کیلوگرم پیشنهاد نمی‌شوند. اکثر موتورهای پله‌ای در زیر بارهای سنگین یکنواختی حرکت خود را از دست می‌دهند.

داینامیکسل‌ها

سروموموتورهای DYNAMIXEL، محصول شرکت روبوتیس، که با رویکردهای خاص رباتیک طراحی شده‌اند، دارای ساختار شبکه‌ای می‌باشند و ضمن دریافت فرمان از کنترلر اصلی می‌توانند اطلاعات مختلفی نظیر موقعیت، سرعت و بار موتور، دمای داخلی ماژول، ولتاژ ورودی و... به آن برگردانند. سروموموتور داینامیکسل را هم از طریق رایانه به کمک واسط USB۲Dynamixel و هم به کمک پردازنده‌های میکروکنترلری می‌توان کنترل نمود. این سروموموتورها را به علت دارا بودن قابلیت گردش کامل می‌توان هم در حالت کنترل موقعیت به عنوان سروموموتور و هم در حالت کنترل سرعت به عنوان موتور با فیدبک انکدر استفاده نمود. نسل جدید سروموموتورهای داینامیکسل (سری MX) دارای پردازنده ۳۲ بیتی ARM و انکدر ۱۲ بیتی می‌باشند و قادر هستند در تمام محدود ۳۶۰° موقعیت موتور را کنترل نمایند.

معیارهای انتخاب موتور

قبل از انتخاب یک موتور، باید یک ایده کلی از توان مکانیکی مورد نیاز داشت. علاوه‌بر آشنایی با مطالب ارائه شده، باید از گشتاور مورد نیاز موتور آگاهی داشت. انتخاب یک موتور با در نظر گرفتن پارامترهای زیر انجام می‌گیرد:

سرعت موتور: ربات برای حرکت به چه سرعتی نیاز دارد؟ برای ربات‌هایی که در محیط‌های سرپوشیده کار می‌کنند، سرعت‌های کمتر مناسب‌تر است. اما بعضی از ربات‌ها به سرعت‌های بالاتری نیاز دارند. این موضوع به ویژه در مسابقات رباتیک اهمیت خاصی دارد (مثلاً مسابقات جنگ ربات‌ها یا مسابقات ربات‌های میکروماوس) به یاد داشته باشید که سرعت نهایی ربات به سرعت موتور و ابعاد چرخ‌ها بستگی دارد.

قدرت مورد نیاز: هنگامی که توان مکانیکی خروجی یک موتور افزایش یابد، متناسب با آن توان الکتریکی بیشتری در ورودی موتور مورد نیاز می‌باشد. ولتاژ موردنیاز موتور باید هم‌زمان با جریان مورد نیاز مورد بررسی قرار گیرد. ولتاژهای ورودی غیرعادی و نابه‌جا باعث آسیب دیدن باتری و یا شارژر آن می‌شود. یک موتور با ولتاژ پایین (مثلاً ۶ ولت) ممکن است باعث بروز مشکلاتی در اجرای پروژه گردد. زیرا اگر در ربات تجهیزاتی وجود داشته باشد که با ولتاژهای بالای ۶ ولت کار کنند به یک منبع تغذیه با ولتاژ بیشتر از ۶ ولت نیاز خواهد بود. نکته مهم این است که اکثر رگولاتورهای ۵ ولتی مانند ۷۸۰۵ با ولتاژ ۶ ولت کار نمی‌کنند.

زمان عملکرد پیوسته: ربات چه مدتی می‌تواند بدون تعویض یا شارژ مجدد باتری کار کند؟ موتورها تا چه مدت باید بدون توقف کار کنند؟ برخی موتورها برای کارکردن در بازه‌های زمانی طولانی و برخی برای بازه‌های زمانی کوتاه طراحی

می‌شوند. در این طراحی‌ها داشتن یا نداشتن گیربکس و اثر گرما بر موتور مورد بررسی قرار می‌گیرد.

نوع شفت خروجی: خروجی اکثر موتورها یک شفت استوانه‌ای است. این نوع شفت به سادگی به چرخ‌ها یا سایر اشیا متصل می‌شود. در صورتی که موتورها با شفت تخت (که در اندازه‌های استاندارد نیز ساخته می‌شوند) این مزیت را ندارند. انواع مختلفی از موتورها در اندازه‌ها و ابعاد مختلف در بازار موجود است که همراه با گیربکس یا بدون آن ارائه می‌شوند. هنگام انتخاب یک موتور مدت زمانی که برای اتصال شفت به چرخ‌ها لازم است را در نظر داشته باشید.

بارگذاری شفت: اتصال مستقیم شفت خروجی موتور به چرخ‌ها یک روش متداول و ساده است که در پروژه‌های رباتیک به‌کار گرفته می‌شود. در مواردی که ربات‌ها سنگین‌تر هستند، این عمل با استفاده از بلبرینگ‌ها و گیربکس‌ها انجام می‌گیرد. در این شرایط روغن‌کاری موتور نقش مهمی در افزایش طول عمر آن دارد.

مزایای بیشتر: برخی از موتورها با مزایای بیشتری ساخته می‌شوند که می‌توانند اجرای پروژه‌ها را ساده‌تر کنند. این ویژگی‌ها شامل شفت انکودر (رمزنگار) تاکومتر (سرعت‌سنج) و ترمزهای خودکار می‌باشند. اگر چه این نوع موتورها گران‌قیمت‌تر از سایر انواع هستند، اما باید زمانی که هنگام استفاده از این موتورها صرفه‌جویی می‌شود را مدنظر داشت.

سروصدا: برخی انواع موتورها بسیار پر صدا هستند. این مسئله در برخی شرایط کاری می‌تواند یک مشکل باشد. برای یک ربات که محیط کار آن یک اداره یا یک کارگاه است ممکن است صدای بیش‌ازحد موتور مسئله خاصی نباشد. اما برای یک ربات که ۱۲ تا ۲۴ ساعت در روز و در محیط خانه کار می‌کند، صدا یک عامل آزاردهنده است. متأسفانه پیش‌بینی کردن صداها در بیشتر موارد مشکل است. زیرا در بسیاری از موارد فقط وقتی موتور در زیر بار قرار گیرد صدا تولید می‌کنند. معمولاً موتورهای کوچک‌تر و ساده‌تر کم صداتر از موتورهای بزرگ هستند.

قابلیت نصب: همیشه برای نصب یک موتور به کمی خلاقیت و کار سخت بدنی نیاز است. با این وجود باید اطلاعات مناسبی در این زمینه و قبل از خرید یک موتور داشته باشید. مخصوصاً اگر از یک فروشگاه تجاری خرید می‌کنید، به اطلاعات کامل‌تر و یک برنامه‌ریزی کلی برای سوار کردن موتور بر روی شاسی ربات نیاز دارید.

قطر، چرخ،گشتاور و سرعت: قطرچرخ (یا قطر چرخ زنجیر در سیستم تانکی) تأثیر بسیاری بر روی گشتاور موتور و سرعت ربات دارد. آشکار است که با افزایش قطر چرخ، سرعت ربات افزایش و گشتاور آن کاهش می‌یابد. طبق تعریف، گشتاور یک موتور حاصل‌ضرب مقدار نیروی موتور در فاصله مشخصی از توپی آن است.

بنابراین با دور شدن از توپی موتور مقدار گشتاور کاهش می‌یابد. تغییر گشتاور با فاصله به صورت خطی می‌باشد. مثلاً اگر یک موتور را در فاصله ۱اینچی (۲/۵۴سانتی‌متر) گشتاور ۱۰۰اونس ـ اینچ (۷۲۰۰ گرم ـ سانتی‌متر) را تولید نماید، گشتاور آن در فاصله ۲ اینچی (۵ سانتی‌متر) برابر ۵۰ اونس ـ اینچ (۳۶۰۰ گرم ـ سانتی‌متر) خواهد بود. پس همان‌گونه که مشاهده کردید، با افزایش قطر چرخ مقدار گشتاور کاهش می‌یابد.

با افزایش قطر چرخ سرعت یک ربات افزایش می‌یابد، تغییر قطر چرخ با سرعت ربات نیز خطی است. با آگاهی از قطر چرخ و سرعت دورانی موتور (RPM) سرعت ربات قابل محاسبه می‌باشد. این فرایند بسیار ساده است. ابتدا مسافتی که ربات در هر چرخش کامل چرخ طی می‌کند محاسبه می‌شود. مقدار مسافت از رابطه زیر به‌دست می‌آید:

$$D = \pi d$$

در این رابطه D مقدار مسافت طی شده و یکای آن با یکای قطر چرخ (d) یکسان است. از ضرب کردن مقدار D در RPM موتور (تعداد دور در دقیقه) سرعت ربات در یک دقیقه به‌دست می‌آید. با انجام عملیات ضرب یا تقسیم می‌توان مقدار سرعت را با یکای کیلومتر/ مایل به ثانیه/ ساعت محاسبه کرد. در یک سیستم تانکی برای محاسبه سرعت، قطر چرخ زنجیر محرک اندازه‌گیری می‌شود.

نحوه عملکرد باتری

معمولاً هر باتری از یک یاچند سلول کوچک داخلی تشکیل شده است، در باتری‌ها ممکن است سلول‌ها برای افزایش جریان با هم موازی شده یا برای افزایش ولتاژ با هم سری شوند، هر سلول شامل دو نیم سلول است که به صورت سری توسط مادهای الکترولیت ـ شامل یون‌های مثبت و یون‌های منفی ـ که رسانای الکتریکی می‌باشد به هم متصل‌اند. با اتصال باتری به مصرف‌کننده یون‌های منفی از طریق سیم هادی به مصرف‌کننده وارد شده و بعد از ایجاد انرژی در آن (انرژی گرمایی بر اثر عبور از یک مقاومت یا انرژی جنبشی بر اثر القا یا انرژی نور بر اثر پرتاب و...) به سمت یون‌های مثبت حرکت می‌کنند و به تدریج یون‌های مثبت (که در اینجا حفره‌ها هستند) را خنثی می‌کنند. با گذشت زمان یون‌های مثبت بیشتری خنثی شده و به تدریج انرژی باتری کم شده و مقاومت داخلی آن افزایش می‌یابد در این حالت بعد از گذشت مدت زمانی که معمولاً با آمپر ساعت باتری مشخص می‌شود باتری به صورت کامل تخلیه می‌شود. مثلاً یک باتری ۶۰ آمپر ساعت می‌تواند ۶۰ آمپر را تا یک ساعت تأمین کند، این باتری بعد از گذشت یک ساعت و با کشیدن جریان ۶۰ آمپر از آن به صورت کامل تخلیه می‌شود .با کاهش جریان دریافتی از باتری می‌توان مدت زمان کارایی آن را افزایش داد، در این حالت باید پارامترهایی مانند دما، لرزش و مقدار تنش موجود در جریان را نیز در زمان نهایی لحاظ کرد. به عنوان مثال باتری ۶۰ آمپر ساعتی در حالت تئوری باید جریان ۲۰ آمپر را برای مدت زمان ۳ ساعت تأمین کند در حالی که با توجه به ساختار باتری و همچنین دمای محیط ممکن است این زمان تا نیم ساعت نیز کاهش یابد.

تقسیم‌بندی باتری‌ها: براساس شرایط محیطی و شرایط الکتریکی مورد استفاده بایستی از باتری‌های متفاوت استفاده نمود که دارای مشخصات گوناگون تحت شرایط دشارژ می‌باشند. انواع باتری از نظر کاربرد عبارت است از:

- باتری‌های خورشیدی که شارژ آنها تابع قوانین خاص است.
- باتری‌های مورد استفاده در ups و لپ تاپ و موبایل که توانایی تأمین یک جریان ثابت برای مدت زمان طولانی را دارند.
- باتری‌های اتومبیل، لیفتراک و موتورسیکلت که می‌توانند جریان زیادی را در مدت زمان کوتاه جهت استارت تأمین کنند.
- باتری‌های سامانه‌های حفاظتی، روشنایی، امنیتی و سامانه‌های کنترل که باید دارای عمر و پایداری بالایی باشند.
- باتری‌های قلمی و نیم قلمی و... (باتری‌هایی که برای مصارف عمومی ساخته شده‌اند) این باتری‌ها باید ارزان باشند.
- باتری‌های سکه‌ای و باتری‌های پشتیبان که می‌توانند جریان کمی را برای مدت زمان خیلی طولانی تأمین کنند.

باتری لیتیوم ـ یون به انگلیسی: Lithium_ion battery مخفف انگلیسی: Li_ion یا LIB یک خانواده از باتری‌های قابل شارژ است که در آن در زمان تخلیه، یون‌های لیتیوم از الکترود منفی به سمت الکترود مثبت و در هنگام شارژ شدن وارونه حرکت می‌کنند. باتری‌های لیتیم ـ یون بالاترین چگالی انرژی را فراهم می‌سازند تقریباً دو برابر انرژی قابل دسترسی از باتری‌های نیکل ـ کادمیم آنها به دشارژ کامل نیاز ندارند، می‌توان از جریان بالاتری برای شارژ و دشارژ بدون آسیب به باتری استفاده کرد، در هنگام دشارژ افت پتانسیل کمی دارند، به دوره break_in نیاز ندارند و از مسئله حافظه باتری خبر ندارند. می‌توانید در هر زمانی یک باتری لیتیم ـ یون را بی‌آنکه روی کارآیی باتری اثر بگذارد شارژ کنید، اما چون باتری‌های لیتیم ـ یون معمولاً دارای طول عمر شارژ/ دشارژ ۳۰۰ تا ۵۰۰ چرخه هستند اگر زود به زود و قبل از تخلیه، این باتری را شارژ کنید طول عمر باتری را پایین می‌آورید. همچنین در صورت ادامه شارژ پس از پر شدن، باتری آسیب دیده و از عمر آن کاسته می‌شود به همین دلیل برای شارژ آنها از مدارهای محافظ هوشمند استفاده می‌شود تا پس از پر شدن جریان شارژ قطع شود و باتری over charged نشود. با آنکه بسیاری از سازندگان باتری‌های لیتیم ـ یون طول عمر باتری را تا سه سال ذکر می‌کنند، بعضی از مصرف‌کنندگان طول عمر تا ۱۸ ماه را گزارش کرده‌اند.

باتری‌های لیتیم پلیمر به انگلیسی: Lithium polymer battery مخفف انگلیسی:
Li_poly, Li_Pol, LiPo, LIP
LiP , PLI گونه خاصی از باتری‌های لیتیم ـ یون قابل شارژ هستند که نخستین بار از سال ۱۹۹۵ به بازار معرفی شدند. این باتری‌ها قابل استفاده در تجهیزات قابل حمل مانند اسباب‌بازی‌ها، تلفن همراه و دوربین دیجیتال هستند. این باتری‌ها تا ولتاژی حدود ۷/۳ ولت را پشتیبانی می‌کنند. این باتری‌ها علاوه‌بر ویژگی‌های باتری‌های لیتیم ـ یون دو ویژگی مهم سبک بودن و شکل‌پذیری را نیز دارا می‌باشند. به این معنی که این باتری‌ها را می‌توان به هر شکل دلخواه ساخته و مورد استفاده قرار داد. این ویژگی موجب شده تا سازندگان گوشی‌های تلفن همراه اقبال بیشتری به سمت این نوع پیل گالوانی پیدا کنند.
در ربات برای تغذیه ربات از ۲ سری پک ۳سلولی Li_Ion ۳/۷v استفاده شده است.
یک پک از باتری‌ها برای تغذیهٔ موتورها استفاده می‌شود و پک دیگری برای تغذیهٔ سنسورها بردها و دیگر قطعات است. این کار برای جلوگیری از تأثیر گذاشتن ولتاژ موتورها بر روی میکروکنترلر و دیگر قطعات است.

انواع چرخ‌ها

چرخ ۵ سانتی‌متری: چرخ بسیار مناسب جهت ساخت ربات‌های قدرتی و ربات‌های کوچک از جمله مسیریاب، ماز و... با روکش لاستیکی. قطر این چرخ ۵سانتی‌متر و ضخامت آن ۲سانتی‌متر می‌باشد. همچنین قابلیت اتصال محور از قطر ۴ تا قطر ۸ را دارا است. با توجه به جنس مرغوب چرخ قابلیت تراشکاری بر روی آن نیز وجود دارد.

چرخ ۱۰ سانتی‌متری: چرخ بسیار مناسب جهت ساخت ربات‌های قدرتی با روکش لاستیکی. قطر این چرخ ۱۰سانتی‌متر و ضخامت آن ۴سانتی‌متر می‌باشد. همچنین قابلیت اتصال محور از قطر ۴ تا قطر ۸ را دارا است.

چرخ خورشیدی: همان‌گونه که در تصویر می‌بینید این چرخ می‌تواند در دو جهت به طورهم‌زمان حرکت کند یعنی شما می‌توانید با استفاده از ۳چرخ خورشیدی رباتی بسازید که بدون نیاز به دور زدن در تمام جهت‌ها حرکت کند.

این یک قابلیت باعث افزایش سرعت ربات می‌شود، چون ربات شما دیگر لازم نیست که سر پیچ‌ها زمانی را برای دور زدن تلف کند و می‌تواند درحالی که دارد به‌جلو حرکت می‌کند هم‌زمان دور هم بزند.

چرخ امنی دیرکشنال ۴ سانتی‌متری: این چرخ به‌ربات شما قدرت حرکت در همه جهت‌ها بدون نیاز به دور زدن را می‌دهد یعنی ربات شما می‌تواند در حالی که به جلو حرکت می‌کند به سمت چپ یا راست نیز برود. این چرخ ساخت کشور آمریکا است. همچنین نسبت به مدل های دیگر از اصطکاک زیادتری برخوردار است. این چرخ در ربات‌های جونیور کاربرد فراوان دارد.

چرخ آلومینیومی با روکش لاستیکی: دارای پیچ آلن برروی شافت مرکزی و محور چرخ برای اتصال محکم شافت موتور به محور چرخ جنس. جنس چرخ از آلومینیوم محکم و مقاوم برای ساخت ربات‌های لابیرنت مسیریاب ماز آتش‌نشان و غیره. همچنین این چرخ دارای روکش لاستیکی با اصطکاک خوب است. از نظر زیبایی جلا و درخشش خاصی به ربات شما می‌دهد. می‌توان از سوراخ‌های موجود بر روی تایر به انکدر استفاده کرد چون تایر آن‌قدر براق است که نور را بازتاب می‌کند.

چرخ‌های هواپیمای ریموت کنترل: همان‌گونه که در شکل مشاهده می‌کنید، انواع مختلفی از چرخ‌های هواپیماهای مدل توسط کمپانی‌های Dubro ساخته می‌شوند. این چرخ‌ها به‌راحتی سوراخ‌کاری، چسب کاری و پیچ و مهره می‌شوند. نمونه‌های Dubro با وجود نرم بودن استحکام قابل توجهی دارند و برروی سطوح صاف چسبندگی مناسبی را ایجاد می‌کنند. نمونه‌های Dave Brown بسیار سبک بوده و بر روی سطوح ناهموار مانند فرش و آسفالت خیابان اصطکاک قابل قبولی را ایجاد می‌کنند. این چرخ‌ها بسیارگران قیمت هستند و همراه با هواپیماهای ریموت کنترل فروخته می‌شوند.

چرخ هرزگرد: این چرخ جهت تعادل ربات است و در تمام جهات می‌چرخد. بیشتر در ربات‌های ۳چرخ استفاده می‌شود. شما می‌توانید با استفاده از یک یا دو عدد از این چرخ تعادل ربات خود را حفظ کرده و از اصطحکاک ربات با زمین جلوگیری کنید.

چرخ‌های دیگر: گاهی‌اوقات با وجود تلاشی که برای یافتن چرخ‌های مناسب صورت می‌گیرد، نتایج مناسبی به‌دست نمی‌آید. در این شرایط باید از خلاقیت خود برای حل مسئله استفاده کنید. برخی انواع چرخ در فروشگاه‌های تجاری فروخته نمی‌شوند. قرقره‌ها، چرخ‌های اورینگ و چرخ‌هایی که در پرینترها به‌کار می‌روند از این نوع هستند. تمام این چرخ‌ها بسیار محکم هستند و از لاستیک فشرده ساخته می‌شوند. این نمونه‌ها برای استفاده در پروژه‌های رباتیک بسیار مناسب می‌باشند و به‌سادگی در محل مورد نظر نصب می‌شوند. همان‌گونه که پیش‌بینی می‌شود این چرخ‌ها بسیار گران‌قیمت هستند، مگر آنکه از تعمیرگاه‌ها تهیه شوند. ربات‌های بزرگ‌تر به چرخ‌های بزرگ‌تری نیاز دارند. نمونه‌های مختلفی از چرخ‌های ماشین‌های چمن‌زنی، دوچرخه‌های کوچک و... وجود دارند که در ابزار فروشی‌ها فروخته می‌شوند.

موارد مهم در انتخاب چرخ

۱ **اندازه قطر چرخ:** اندازه قطر یک چرخ باید به اندازه‌ای باشد که با دور موتور شما هماهنگی داشته باشد چون هرچه قطر چرخ بیشتر باشد با یک دور، موتور ربات مسیر بیشتری را طی می‌کند و هرچه قطر آن کمتر باشد با یک دور چرخش موتور ربات مسیر کمتری را طی می‌کند، دور موتور و اندازه قطر چرخ سرعت ربات را تعیین می‌کنند.

۲ **اندازه عرض چرخ:** عرض چرخ برای تعادل چرخ بر روی زمین است، و به همان نسبت تماس چرخ با زمین بیشتر می‌شود و اصطکاک بیشتری دارد.

۳ **اصطکاک چرخ:** برای بالا بردن اصطکاک چرخ با زمین از لاستیک و یا چرخ‌های آج‌دار استفاده می‌کنیم.

درایور موتور

همان‌طور که می‌دانید پرمصرف‌ترین اجزای یک ربات همیشه موتورهای ربات می‌باشند. موتورها بسته به وزن ربات، نوع و تعداد موتور می‌تواند بین ۵۰۰ میلی‌آمپر تا چندین آمپر جریان مصرف کند. تقریباً هیچ آی سی دیجیتالی قابلیت تأمین مستقل چنین جریانی برای موتورها را ندارد. بنابراین احتیاج به مدار واسطی بین بخش پردازنده و موتورها می‌باشد تا فرامین پردازنده را تقویت کرده و ولتاژ و جریان کافی به موتورها بدهد. این وظیفه در ربات‌ها برعهده مدارات درایور می‌باشد. درایور در لغت به معنای راه‌اندازی می‌باشد.

با توجه به تنوع فوق‌العاده موتورها، درایورها نیز تنوع زیادی دارند. در ابتدا با درایور موتورهای DC آغاز می‌کنیم و در ادامه در مورد نحوه درایور موتور پله‌ای صحبت خواهد شد.

به‌طور کلی ۳ نوع فرمان می‌توان به یک موتور DC داد:

FORWARD	جلو
BACKWARD	عقب
STOP	توقف

درایورهای موتور DC بر طبق فرامینی که می‌توانند به موتور بدهند به دو دسته کلی تقسیم می‌شوند:

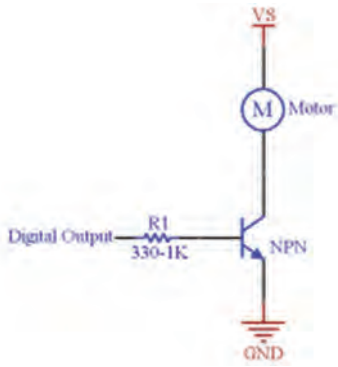
۱ درایورهای یک‌طرفه:

منظور از درایورهای یک طرفه موتور DC مداراتی هستند که قادرند موتور DC را تنها در یک جهت به‌حرکت درآورند و قادر به معکوس کردن جهت چرخش موتور نیستند. به‌عبارتی تنها می‌توانند فرمان STOP و FORWARD (و یا BACKWARD) را به موتور بدهند.

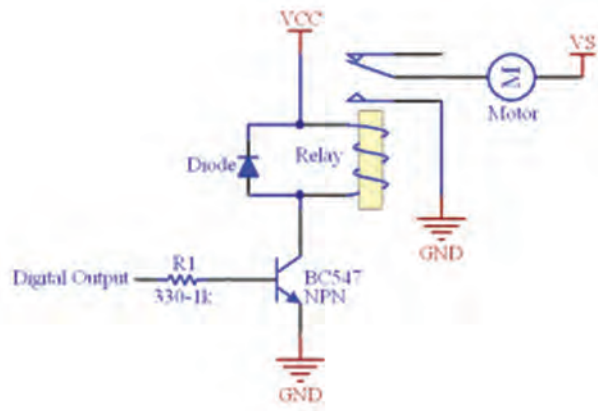
در این‌گونه درایورها معمولاً یک سر موتور به‌طور ثابت به یکی از خطوط تغذیه متصل می‌شود و کلیدی بین پایه دیگر موتور و خط دیگر تغذیه قرار داده می‌شود. با بسته شدن کلید موتور به حرکت درمی‌آید و با باز شدن کلید موتور متوقف می‌شود. این کلید می‌تواند هر نوع کلید مکانیکی یا الکترونیکی باشد. کلید مورد بحث می‌تواند یک کلید SPST مکانیکی ساده، یک بافر، یک ترانزیستور، یک رله و... باشد.

حال چند نمونه از این نوع درایورها بررسی می‌شوند:

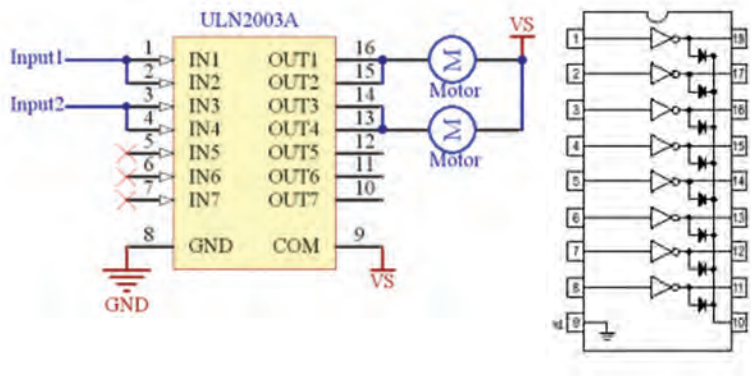
الف) درایور یک طرفه موتور DC با ترانزیستور: همان‌طور که گفته شد ترانزیستور می‌تواند نقش یک کلید را در مدار ایفا کند در مدار روبه‌رو زمانی که خروجی پردازنده یک شود ترانزیستور وصل شده و موتور به حرکت در می‌آید. حداقل مقاومت مورد نیاز برای پایه بیس برابر ۲۲۰ اهم می‌باشد که برای اطمینان می‌توان از رنج ۳۳۰ اهم تا ۱ کیلواهم استفاده کرد. نکته دیگر در مورد این درایور انتخاب نوع ترانزیستور و ضریب تقویت ترانزیستور است.



ب) درایور یک طرفه موتور DC با رله:



ج) درایور یک طرفه موتور DC با بافر: روش دیگر کنترل یک طرفه موتور DC استفاده از بافرها می‌باشد. بافرها گیت‌های منطقی می‌باشند که سطح منطقی ورودی و خروجی‌شان یکسان می‌باشد. تنها وظیفه بافرها تقویت جریان می‌باشد. از معروف‌ترین آی سی‌های بافر می‌توان به ULN۲۰۰۳A و ULN۲۸۰۳ اشاره کرد. این دو آی سی به ترتیب ۸ و ۷ عدد بافر معکوس کننده دارد. این آی سی‌ها به ازای هر خروجی قادرند ۵۰۰mA جریان ورودی را تحمل کنند. در صورت احتیاج به جریان بیشتر می‌توان خطوط را با یکدیگر موازی کرد.

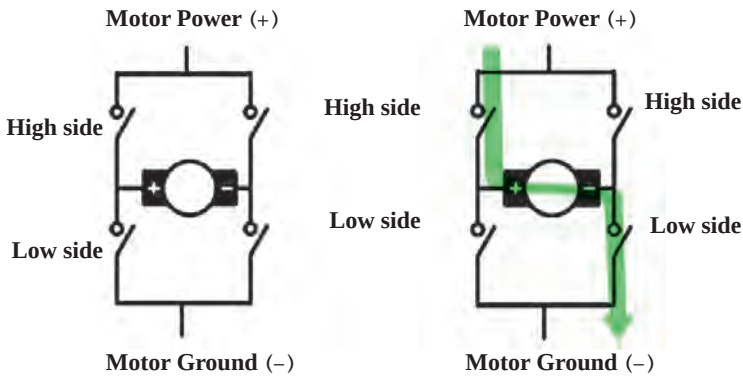


نکته مهم ۱: این دو بافر تنها جریان ورودی (جریان Sink) دارند. به عبارتی همیشه جریان عملگر باید وارد این آی‌سی‌ها شود و خود آی‌سی‌ها قادر به تولید جریان خروجی (جریان Source) نیستند.

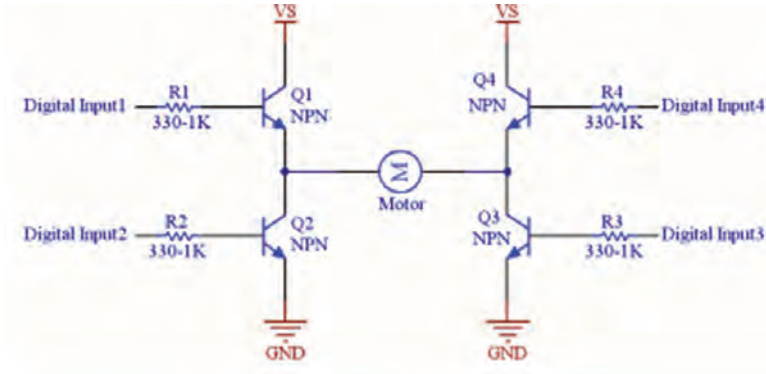
نکته مهم ۲: ورودی‌های آی‌سی ULN۲۰۰۳A دارای منطق TTL و ورودی‌های ULN۲۸۰۳ دارای منطق CMOS می‌باشد.

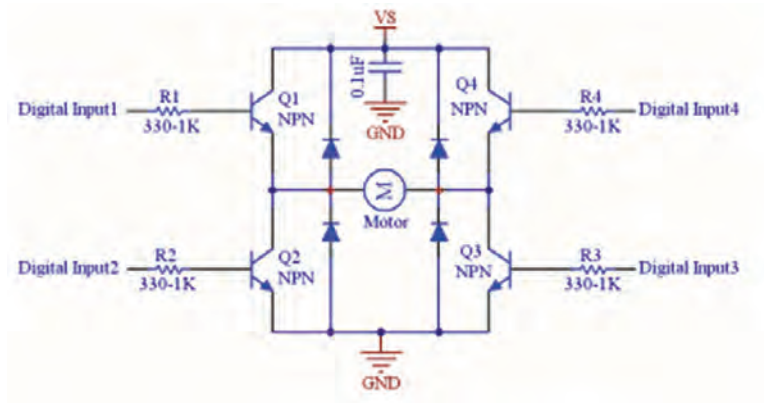
۲ درایورهای دوطرفه

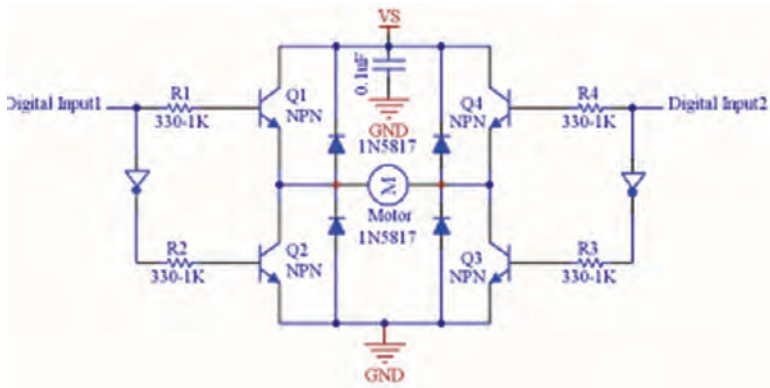
برای اینکه یک موتور DC قابلیت چرخش دو طرفه داشته باشد، باید درایور به‌گونه‌ای طراحی شود که بتواند خطوط تغذیه مثبت و منفی را برروی دو پایه موتور سوییچ کند. برای این منظور از مداراتی موسوم به پل H (H Bridge) استفاده می‌شود. دلیل این نامگذاری شباهت مدار درایور به حرف H می‌باشد.



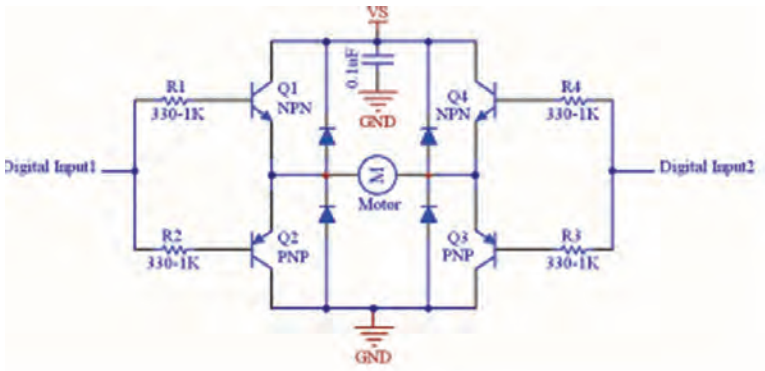
الف) پل H با استفاده از ترانزیستور : به مدار صفحهٔ بعد دقت کنید. در مدار زیر از ۴ ترانزیستور NPN استفاده شده است که توسط ۴پایه پردازنده کنترل می‌گردد. در این مدار در صورتی که Q۱ و Q۳ روشن شوند موتور در یک جهت شروع به‌حرکت می‌کند. درصورتی که Q۲ و Q۴ روشن شوند موتور در جهت معکوس شروع به حرکت می‌کند.


VS
VS
Digital Input1
R1
330-1K
Q1
NPN
Q4
NPN
R4
330-1K
Digital Input4
M
Motor
Digital Input2
R2
330-1K
Q2
NPN
Q3
NPN
R3
330-1K
Digital Input3
GND
GND


VS
0.1uF
Digital Input1
R1
330-1K
Q1
NPN
GND
Q4
NPN
R4
330-1K
Digital Input4
M
Motor
Digital Input2
R2
330-1K
Q2
NPN
Q3
NPN
R3
330-1K
Digital Input3
GND


VS
0.1uF
Digital Input1
R1
330-1K
Q1
NPN
GND
1N5817
Q4
NPN
R4
330-1K
Digital Input2
M
Motor
1N5817
R2
330-1K
Q2
NPN
Q3
NPN
R3
330-1K
GND

روش سوم: استفاده از ترانزیستورهای معکوس: می‌توان ترانزیستورهای ردیف بالا را از نوع NPN و ترانزیستورهای ردیف پایین پل را از نوع PNP انتخاب کرد. حال با مشترک کردن ورودی‌های ترانزیستورهای ستون‌ها می‌توان از هم‌زمان روشن شدن ترانزیستورهای یک ستون جلوگیری کرد. به‌طور مثال هنگامی که ورودی یک ستون یک باشد ترانزیستورNPN بالا روشن و ترانزیستور PNP پایین خاموش می‌باشد و به‌صورت الکتریکی از اتصال کوتاه جلوگیری می‌شود. در هنگام نصب ترانزیستورهای PNP باید به‌جهت جریان دقت شود. در ترانزیستورهای PNP جهت جریان از امیتر به کلکتور است. دیودها نیز از نوع ۱N۵۸۱۷می‌باشد. پل زیر یکی از بهترین و کامل‌ترین پل‌های استفاده شده برای درایور موتور است.

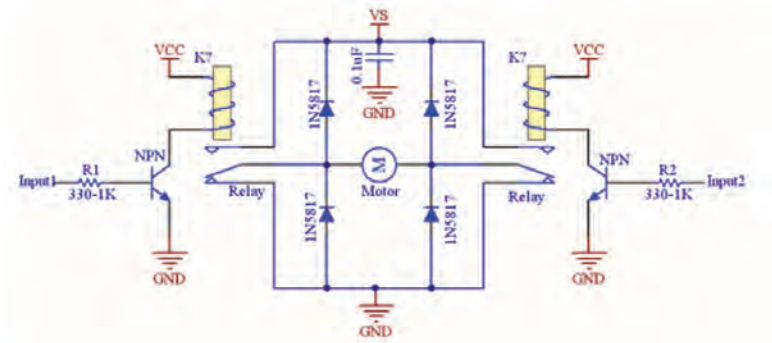


ب) پل H با استفاده از رله: پل H را نیز می‌توان به‌سادگی با دو رله SPDT بست. استفاده از رله سه مزیت اساسی دارد:

۱ رله جریان‌های بسیار بالاتری نسبت به ترانزیستور تأمین می‌کند.

۲ استفاده از رله امکان ایجاد اتصال کوتاه در پل H را از بین می‌برد.

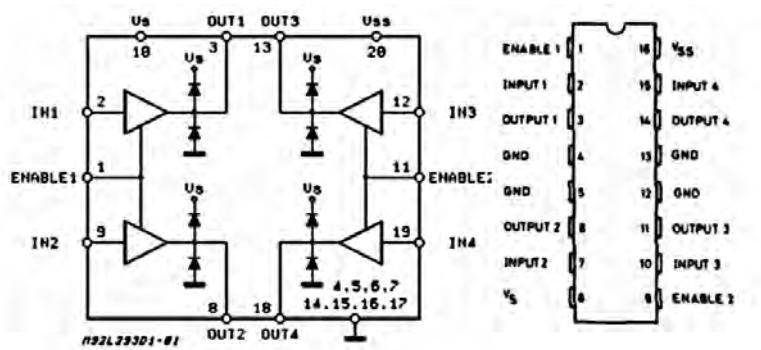
۳ هر رله به تنهایی وظیفه ۲ترانزیستور را انجام می‌دهد. بنابراین مدار نهایی ساده‌تر از مدار پل H ترانزیستوری است.

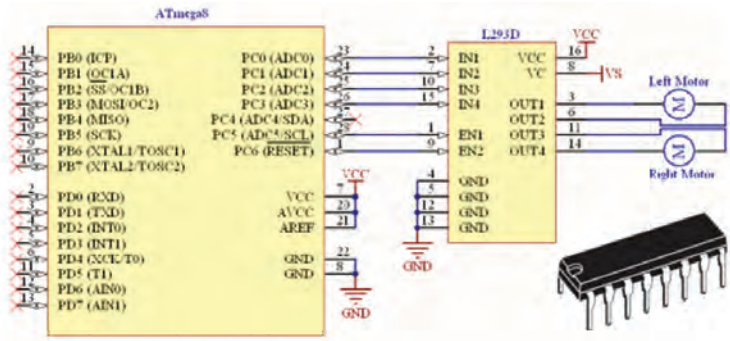


ج) آی سی‌های پل H: به‌منظور استفاده راحت‌تر از پل‌های H این مدارات به‌صورت مجتمع تحت عنوان آی‌سی درایور طراحی شده‌اند. آی‌سی L۲۹۳D و L۲۹۸N از معروف‌ترین و متداول‌ترین آی‌سی‌های درایور می‌باشند که در ادامه بررسی می‌شوند:

آی‌سی L۲۹۳: این آی‌سی شامل دو پل H داخلی است که هر یک از این پل‌ها می‌توانند یک موتور DC را با ماکزیمم جریان A ۱/۲به حرکت درآورند. البته باید دقت کرد که منظور از جریان ۱/۲ آمپری، پیک جریان است، بدین معنی که آی‌سی نمی‌تواند به‌صورت پیوسته چنین جریانی را تحمل کند و فقط برای لحظاتی کوتاه می‌تواند این جریان را تحمل کند. این آی‌سی شامل دو ورودی مثبت تغذیه است. یکی ورودی Vss که ورودی دیجیتال آی‌سی است و ماکزیمم تا ۷ولت می‌تواند باشد و دیگری VS است که ولتاژ تغذیه موتورهاست و تا ۳۶ولت می‌تواند باشد. این آی‌سی دیودهای محافظتی هرزگرد را به‌صورت داخلی دارد و احتیاجی به استفاده از دیودهای خارجی نیست.

هر پل H این آی‌سی دارای ۲ ورودی دیتا، یک پایه فعال‌ساز و ۲ پایه خروجی است.

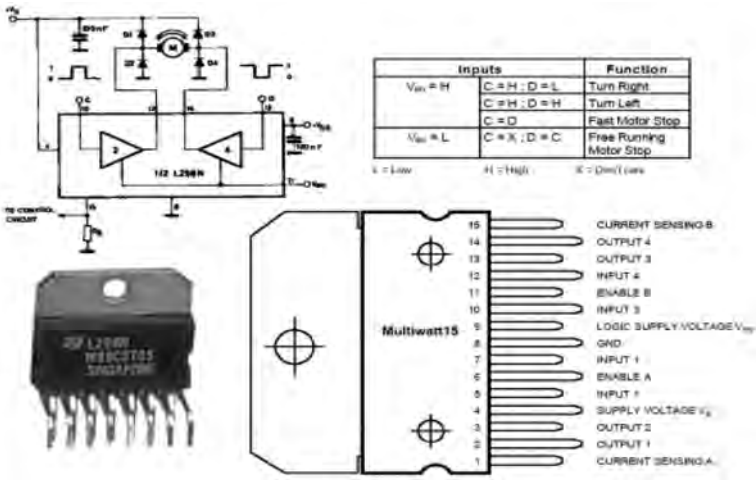




آی سی L۲۹۸

عملکرد L۲۹۸ کاملاً مشابه L۲۹۳ است با توان و قدرت بالاتر، L۲۹۸ دارای دو پل H با قابلیت جریان‌دهی ۲آمپر به صورت پیوسته و ۳ آمپر به‌صورت لحظه‌ای می‌باشد.

ولتاژ ورودی Vss آن ماکزیمم برابر ۷ولت و ولتاژ VS موتورها ماکزیمم برابر ۵۰ولت می‌باشد. هر پل H این آی سی دارای ۲ورودی دیتا، یک پایه فعال‌ساز و ۲پایه خروجی است.



L۲۹۸ دارای دو تفاوت اساسی با L۲۹۳ می‌باشد:

۱ L۲۹۸ دارای دیودهای هرزگرد داخلی نمی‌باشد و احتیاج به دیودهای خارجی دارد.

۲ جریان اصلی موتور در هریک از پل‌ها از پایه Current Sensing همان پل عبور می‌کند. از این پایه می‌توان به‌عنوان سنسور جریان موتور استفاده کرد. درصورتی که احتیاج به اندازه‌گیری یا محدود کردن جریان موتورها نباشد این پایه را مستقیماً به‌زمین متصل می‌کنند. درصورتی که بخواهیم جریان مصرفی موتور را اندازه بگیریم، یک مقاومت بسیار کوچک با توان بالا مثلاً ۰/۱ Ω و یا ۰/۵ Ω آجری ۱۰W را در مسیر این پایه و زمین قرار می‌دهیم. عبور جریان از درون این مقاومت باعث ایجاد افت ولتاژی برروی پایه‌های مقاومت می‌گردد. با اندازه‌گیری این افت ولتاژ و داشتن مقدار مقاومت، با استفاده از قانون اهم می‌توان جریان موتور را محاسبه کرد.

میکروکنترلرهای AVR

میکروهای AVR دارای انعطاف‌پذیری غیرقابل مقایسه و بی‌همتایی هستند. آنها قادر به ترکیب هر نوع کدی با یک معماری کارآمد از طریق زبان‌های C و Assembly هستند و قادرند از طریق این برنامه‌ها تمام پارامترهای ممکن در یک سیکل یا چرخه ماشین را با دقت بسیار بالا هماهنگ کنند. میکرو AVR دارای معماری‌ای است که می‌تواند در تمام جهات مورد استفاده شما، عمل کند میکرو AVR معماری دارد که برای شما کارایی ۱۶ بیتی ارائه می‌دهد که البته قیمتش به اندازه یک ۸ بیتی تمام می‌شود.

میکروکنترلر AVR به‌منظور اجرای دستورالعمل‌های قدرتمند در یک سیکل کلاک (ساعت) به اندازه کافی سریع است و می‌تواند برای شما آزادی عملی را که احتیاج دارید به‌منظور بهینه‌سازی توان مصرفی فراهم کند.

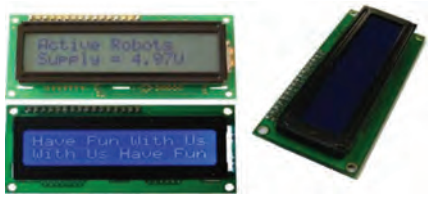
میکروکنترلر AVR بر مبنای معماری (RISC کاهش مجموعهٔ دستورالعمل‌های کامپیوتر) پایه‌گذاری شده و مجموعه‌ای از دستورالعمل‌ها را که با ۳۲ ثبات کار می‌کنند ترکیب می‌کند. به کارگرفتن حافظه از نوع Flash که AVR ها به‌طور یکسان از آن بهره می‌برند از جمله مزایای آنها است.

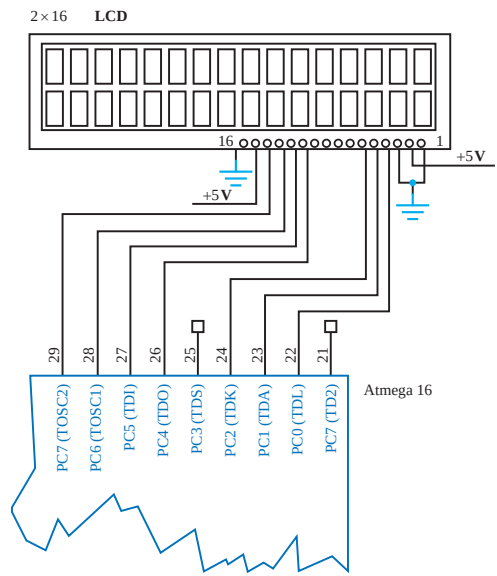
یک میکرو AVR می‌تواند با استفاده از یک منبع تغذیه ۲/۷ تا ۵/۵ ولتی از طریق شش پین ساده در عرض چند ثانیه برنامه‌ریزی شود یا Program شود. میکروهای AVR در هرجا که باشند با ۱/۸ ولت تا ۵/۵ ولت تغذیه می‌شوند البته با انواع توان پایین (Low Power)که موجودند. راه‌حل‌هایی که AVR پیش پای شما می‌گذارد، برای یافتن نیازهای شما مناسب است:

با داشتن تنوعی باور نکردنی و اختیارات فراوان در کارایی محصولات AVR، آنها به عنوان محصولاتی که همیشه در رقابت‌ها پیروز هستند شناخته شدند. در همه محصولات AVR مجموعه دستورالعمل‌ها و معماری یکسان هستند. بنابراین زمانی که حجم کدهای دستورالعمل شما که قرار است در میکرو دانلود شود به‌دلایلی افزایش یابد یعنی بیشتر از گنجایش میکرویی که شما در نظر گرفته‌اید شود می‌توانید از همان کدها استفاده کنید و در عوض آن را در یک میکروی با گنجایش بالاتر دانلود کنید.

LCD

نمایشگر، قطعه‌ای الکترونیکی است که با اتصال آن به میکروکنترلر می‌توان هرگونه تصویری را به نمایش درآورد. نمایشگرها در مدل‌های بسیار متنوع برای کاربردهای مختلف در بازار وجود دارند. از LCDهای رنگی‌ای که در موبایل‌ها استفاده می‌شوند گرفته تا مدل‌های بسیار ابتدایی مانند segment۷ که قبلاً با آن آشنا شده‌ایم. به وسیله lcd می‌توان تمام نمادهایی که در سیستم کدگذاری ASCII وجود دارند را به نمایش درآورد. که این نمادها شامل تمام حروف الفبای بزرگ و کوچک، اعداد لاتین و... هستند. این نوع LCD را در اصطلاح تجاری LCDهای کاراکتری (Alphanumeric LCD) می‌گویند.





LCDهای کارکتری در سایزهای مختلفی وجود دارند. سایز این نوع LCD را بر اساس تعداد کاراکترهایی که در هر سطر و ستون نمایش داده می‌شوند، تعیین می‌کنند.پرکاربردترین سایز LCD های کاراکتری ۱۶*۲ است، یعنی این LCD می‌تواند ۲ ردیف ۱۶تایی کاراکتر را هم‌زمان روی صفحه نمایش دهد.
LCD نیز مانند هر قطعهٔ الکترونیکی دیگر نیاز به ۲ پایه برای تغذیه + و - دارد. در LCD های ۱۶*۲ اختلاف پتانسیل مورد نیاز برای تغذیه باید ۵ ولت باشد. پایه شمارهٔ ۱ باید به GND و پایهٔ شمارهٔ ۲ باید به ۵ ولت متصل شود. پایهٔ شمارهٔ ۳ نیز برای تنظیم نور زمینه در LCD تعبیه شده است. در حالت معمولی باید این پایه مستقیماً به GND متصل شود. پایه‌های ۱۵ و ۱۶ نیز برای تغذیهٔ نور پشت زمینه هستند. پایهٔ ۱۵ به Vcc(۵ ولت) و پایهٔ ۱۶ به GND متصل می‌شود.

سنسورها

سنسور یا حسگر یک قطعه الکترونیکی است که کمیت‌های فیزیکی محیط اطراف را حس کرده و متناسب با آن ولتاژ یا جریان در خروجی می‌دهد.
اولین گام همیشه برای ساخت یک ربات (قبل از پیاده‌سازی مکانیک) انتخاب نوع و تعداد سنسور براساس طرح مسئله و وظیفه تعریف شده برای ربات است که متناسب با آن شاسی مکانیکی، موتورها و بقیه اجزای ربات طراحی می‌شوند. سنسورها معمولاً به‌صورت تکی یا ماژول‌های آماده ارائه می‌شوند.

انواع سنسور

الف) سنسورهای تماسی: این سنسورها برای تشخیص یک کمیت باید با محیط اطراف تماس فیزیکی داشته باشند مانند سنسور تاچ، کلید شناور (فلوتر سوئیچ) و لیمیت سوئیچ
ب) سنسورهای غیرتماسی: این سنسورها بدون تماس با محیط اطراف، از راه دور می‌توانند کمیت موردنظر را تشخیص داده و خروجی مناسبی بدهند. مانند سنسورهای دما، رطوبت، نور، فاصله سنج و...
نکته: هر کدام از سنسورهای ذکر شده می‌توانند خروجی دیجیتال یا آنالوگ داشته باشند.
سنسورهای فاصله‌سنج: یکی از پرکاربردترین سنسورها در ساخت ربات‌ها سنسور فاصله‌سنج می‌باشد. فاصله‌سنج‌ها یک سنسور یا یک ماژول، برای اندازه‌گیری فاصلهٔ هر جسم از جلوی سنسور است.

انواع فاصله‌سنج

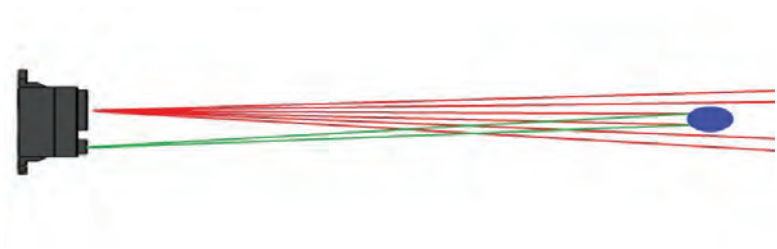
۱ فاصله‌سنج مادون قرمز (IR)
۲ فاصله‌سنج صوتی (آلتراسونیک)
۳ فاصله‌سنج لیزری

در اینجا باید به چند نکته برای انتخاب سنسور دقت کرد:

۱ سنسور حداقل نویزپذیری را داشته باشد.
۲ قیمت سنسور مناسب باشد.
۳ اندازه‌ای مناسب داشته باشد.
۴ خرابی آن کم باشد.

فاصله‌سنج مادون قرمز(IR): این نوع فاصله‌سنج مانند هر نوع فاصله‌سنجی دارای دو بخش است:

۱ فرستنده
۲ گیرنده



عملکرد این نوع فاصله‌سنج به شکلی است که فرستنده امواج مادون قرمز را می‌فرستد و با توجه به‌مقدار نور برگشتی فاصله را اندازه می‌گیرد.

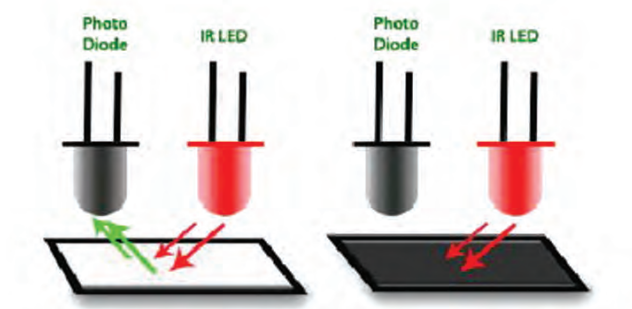
محاسن: دقت بالا، زاویهٔ دید کم

معایب: نویزپذیری در برابر نور خورشید، مقدار اندازه‌گیری کم

سنسورهای مادون قرمز به‌صورت زیر تقسیم‌بندی می‌شوند:

سنسور	محاسن	معایب	تصویر
سنسورهای مادون قرمز ۵ میلی‌متر	ارزان قیمت	ابعاد بزرگ، نویزپذیری بالا، نیاز به فاصلهٔ زیاد با زمین	
سنسورهای مادون قرمز ۳ میلی‌متر	ارزان قیمت	ابعاد بزرگ، نویزپذیری بالا	
CNY۷۰	نویز پذیری کم، ابعاد کوچک، دارای پکت	نیاز به جریان بیشتر نسبت به IR معمولی، قیمت نسبتاً بالا، رنج عملکرد کم	
GP۲S۲۸	نویزپذیری کم، ابعاد مناسب	قیمت بسیار بالا	

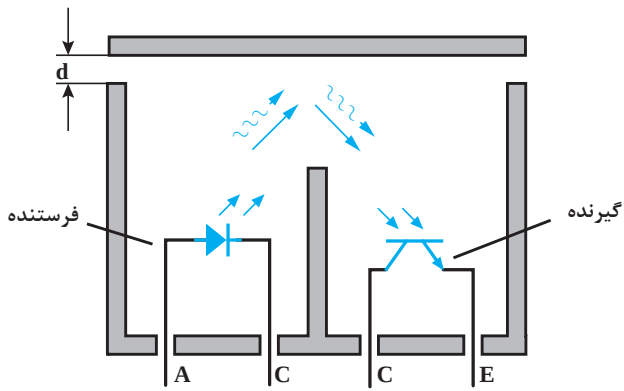
سنسور مادون قرمز دیودی : در این نوع سنسور که در دو سایز ۳ و ۵ میلی‌متری عرضه می‌شوند یک دیود فرستنده امواج مادون قرمز را فرستاده و دیود گیرنده امواج را دریافت کرده و متناسب با آن هدایت خواهد کرد. دیود گیرنده معمولاً به‌رنگ روشن و دیود گیرنده به‌رنگ تیره ساخته می‌شود. دلیل آن هم جذب حداکثر نور تابیده شده از طرف فرستنده است.



در ربات اولین نکته همیشه نویزپذیری کم است پس دو سنسور اولی از لیست انتخاب ما پاک می‌گردند و در این میان چون سنسور GP۲S28 دارای قیمتی فوق‌العاده بالا است و نسبت به کیفیت خود دارای قیمت مناسب نیست بنابراین از سنسور CNNY70 استفاده می‌شود.

سنسور CNY70: این سنسور امواج مادون قرمز را به‌طرف بیرون ارسال می‌کند و درصورتی که در مقابل آن جسمی و مانعی قرار گیرد امواج بازتاب شده و توسط گیرنده که یک فتوترانزیستور می‌باشد دریافت می‌شود.

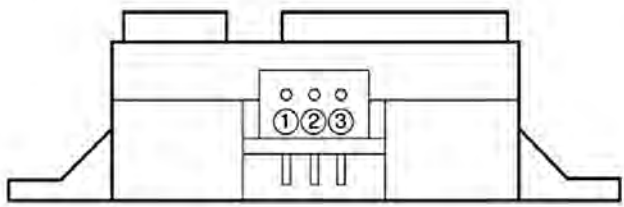
این سنسور با حساسیت بالا مناسب برای تشخیص بدون تماس و نیز مناسب برای خواندن انواع انکودر می‌باشد. همچنین دارای فیلتر مادون قرمز برای کم کردن اثر نور محیط است. بعد از انتخاب سنسور باید به نوع چیدمان آن بسیار دقت نمود.



سنسور مادون قرمز شارپ GP2Y0A21 یا GP2D120: ماژول سنسور مسافت شارپ دارای یک سنسور اندازه‌گیری فاصله می‌باشد که از مجموعه PSD (آشکارساز حساس به موقعیت) و IRED (دیود مادون قرمز) و مدار پردازشگر سیگنال تشکیل شده است. در این سنسور به‌دلیل متد triangulation، گوناگونی بازتاب از اشیا،دمای محیطی و مدت عملکرد به راحتی تشخیص فاصله را تحت تأثیر قرار نمی‌دهد. خروجی این دستگاه ولتاژ آنالوگ بوده که متناظر با فاصله اندازه‌گیری شده است. بنابراین از این سنسور می‌توان به‌عنوان سنسور مجاورتی نیز استفاده کرد. این سنسور با بردهای آردینو سازگاری کامل دارد و انتخاب مناسب برای تمامی پروژه‌هایی است که نیاز به اندازه‌گیری دقیق فاصله دارد.

ویژگی‌ها

محدوده اندازه‌گیری فاصله: ۱۰ تا ۸۰ سانتی‌متر
خروجی از نوع آنالوگ
جریان مصرفی ۳۰میلی‌آمپر
ولتاژ تغذیه: ۴/۵ تا ۵/۵ ولت

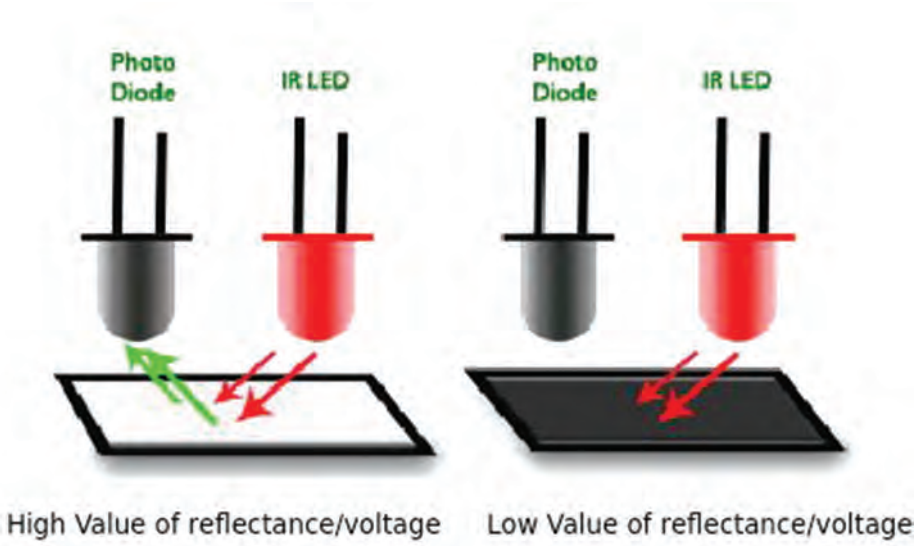


PIN	SIGNAL NAME
①	V_O
②	GND
③	V_{CC}

روش تشخیص خط سیاه از زمینه سفید

در همه این سنسورها، قسمت فرستنده امواج مادون قرمز را به‌سطح زمین مسابقه تابش می‌کند، می‌دانیم سطح سیاه رنگ امواج کمتری را نسبت به‌سطح سفید رنگ بازتابش می‌نماید، این نکته اساس تشخیص سطح سیاه از سفید در این سنسورها می‌باشد.

در زمان روشن بودن فرستنده و تابش نور مادون قرمز به سطح سفید، میزان بازتابش نور برای تحریک گیرنده کافی بوده و آن را تحت‌تأثیر قرار می‌دهد. این حالت بسته به‌نوع طراحی می‌تواند صفر یا یک منطقی در خروجی سنسور ایجاد نماید. از سوی دیگر میزان بازتابش سطح سیاه رنگ برای تحریک مناسب قسمت گیرنده کافی نبوده و حالت منطقی خروجی، عکس حالت قبلی خواهد بود. مهم‌ترین کاربرد این ترکیب سنسور در ربات مسیریاب است که فعالیت پایانی این مبحث نیز می‌باشد. باید توجه داشت که متناسب با نوع مسیر چیدمان سنسورها کلیدی‌ترین نکته ساخت این نوع ربات است. شکل صفحهٔ بعد نحوه تشخیص خط سیاه از سفید و نمونه‌ای از چیدمان سنسور IR برای این کار را نشان می‌دهد.



انتخاب چیدمان سنسور

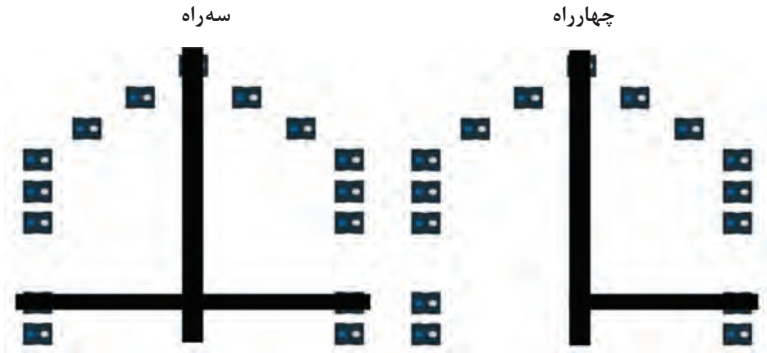
برای این کار همیشه المان‌های موجود در زمین تعقیب خط باید درنظر گرفته شود:

۱ خط‌هایی با انحنای کم
۲ خط‌های ۹۰ درجه
۳ خط‌های ۳۰ درجه
۴ خط چین‌های ۲۰ سانتی‌متر و ۳۰ سانتی‌متر
۵ عبور از سه راه و چهار راه

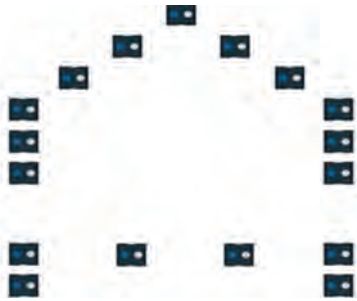
در اینجا چند نوع چیدمان سنسور معروف بیان شده و مشکلات هر کدام گفته می‌شود:

چیدمان	توضیحات	تصویر
چیدمان سنسور خطی	در این نوع چیدمان از چندین سنسور در یک خط استفاده می‌شود که برای سرعت‌های بالا و مسیرهای ساده انتخاب می‌شود ولی در این مسابقات برای وجود زوایای ۹۰درجه و ۳۰ درجه نمی‌توان از آن استفاده کرد.	
چیدمان سنسور نیمه مربعی	این چیدمان، چیدمان بسیار خوبی است اما به علت وجود زوایای ۳۰ درجه نمی‌توان از آن استفاده کرد.	
چیدمان سنسور هشتی (۸)	این چیدمان یکی از معروف‌ترین و پراستفاده‌ترین چیدمان‌هاست ولی باز هم نمی‌تواند از ۳۰ درجه عبور کند.	
چیدمان سنسور هلالی	این چیدمان هم تقریباً شبیه به همان هشتی است پس باز نمی‌تواند از زاویهٔ ۳۰ درجه عبور کند.	
چیدمان سنسور ریشی	بنابراین متوجه شدیم که هیچ یک از این چیدمان‌های معروف بالا برای این کار مناسب نیست و بهترین چیدمان، چیدمان ریشی است. این چیدمان که ترکیبی از هشتی و نیمه مربعی است بهترین گزینه برای این کار می‌باشد که قابلیت عبور از زوایای ۹۰ درجه و ۳۰ درجه را دارد و به‌راحتی از آن عبور می‌کند.	

عبور از سه راه و چهار راه: در این بخش طبق چیدمانی که داریم باید حالت یک چهار راه و سه راه را روی آن آزمایش کنیم.



بنابر تصاویر بالا ما می‌توانیم به‌راحتی سه راه و چهار راه را تشخیص دهیم ولی برای اشتباه نگرفتن با زاویهٔ ۳۰ درجه ۲ سنسور دیگر هم اضافه می‌کنیم و برد سنسور ما تا به‌حال به این شکل درآمده است.



فاصله‌سنج آلتراسونیک

آلتراسونیک چیست؟ کلمه آلتراسونیک Ultrasonic به معنای **مافوق صوت** است. محدوده فرکانس شنوایی انسان ۲۰ هرتز تا ۲۰ هزار هرتز است. محدوده فرکانسی امواج مافوق صوت ۴۰ کیلوهرتز تا چندین مگاهرتز می‌باشد. امواج مافوق، کاربردهای فراوانی از جمله در لیزر، تخلیه الکتریکی برای بهبود خواص سطحی و افزایش نرخ باربرداری، سنجش فاصله، عمق مخزن، شست‌وشوی دقیق ظروف آزمایشگاهی، تعیین فشار خون بیمار، همگن کردن مواد مذاب، جوشکاری مواد غیر هم‌جنس، ریخته‌گری، تراشکاری، فرزکاری، سوراخکاری و غیره دارد.

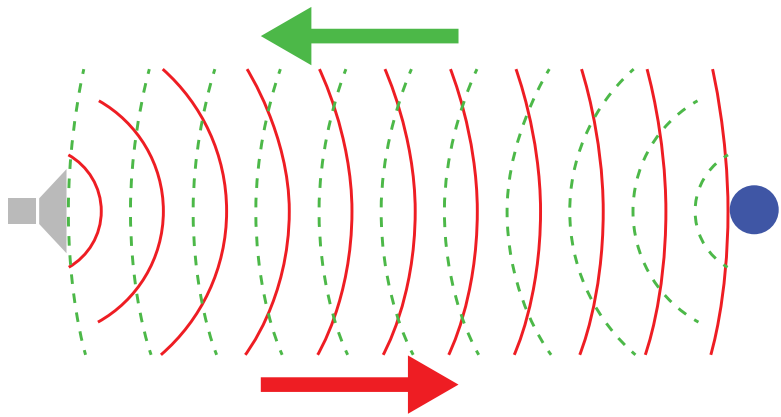
حسگرهای آلتراسونیک: برای استفاده از امواج فراصوت از حسگرهایی استفاده می‌شود که این حسگرها بر اساس محدوده فرکانسی خود به دو دسته صنعتی و غیرصنعتی تقسیم‌بندی می‌شوند. حسگرهای فراصوت غیرصنعتی در محدوده فرکانسی ۴۰ کیلوهرتز و حسگرهای صنعتی در حد مگاهرتز هستند.

تصویر یک حسگر فرستنده آلتراسونیک

حسگرهای آلتراسونیک معمولاً دارای یک فرستنده و یک گیرنده آلتراسونیک هستند. امواج فرستاده شده از حسگر پس از برخورد با یک مانع به حسگر برمی‌گردند و توسط گیرنده حسگر دریافت می‌شوند. از این طریق و با درنظر گرفتن زمان بازگشت موج و کیفیت امواج بازتابی می‌توان اطلاعاتی راجع به‌عمق، نوع و سرعت مانع به‌دست آورد. حسگرهای فراصوت مزیت‌های فراوانی دارند مانند نویزپذیری کم، استفاده در شرایط نوری مختلف و...

امواج فراصوت همانند امواج دیگر خواص شکست، پراش، بازتاب و عبور دارند. این امواج به سه روش مکانیکی، مغناطیسی و الکتریکی ایجاد می‌شوند.
این نوع فاصله‌سنج مانند هر نوع فاصله‌سنجی دارای دو بخش است:

۱ فرستنده
۲ گیرنده



اندازه‌گیری این نوع فاصله‌سنج‌ها به این صورت است که امواج فراصوت توسط فرستنده فرستاده شده و صبر می‌کند تا برگشت آن برسد و بعد مدت زمان آن را اندازه گرفته و با فرمول سرعت صوت در هوا فاصله را اندازه می‌گیرد.

محاسن: بازهٔ اندازه‌گیری وسیع، نویزپذیری کم

معایب: پهنای باند بزرگ

نمونه:

SRF۰۸	۳cm to ۶۰۰cm
SRF۰۵	۱cm to ۴۰۰ cm

به دلیل نویزپذیری فاصله‌سنج‌های مادون قرمز و اینکه دیوارهای دور تا دور از پلکسی بی‌رنگ است باید از ماژول‌های فاصله‌سنج آلتراسونیک استفاده کنیم. پروتکل ارتباطی ماژول SRF با میکروکنترلر I۲C می‌باشد و واحدهای خروجی این ماژول سانتی‌متر و اینچ است که می‌توان آن را به وسیلهٔ دستورات تغییر داد. یکی از کاربردهای مهم آلتراسونیک در ربات‌ها استفاده در دور زدن مانع است که به ۳ ماژول آلتراسونیک نیاز داریم که مکان آنها به شرح زیر است:

محل نصب سنسور آلتراسونیک

۱ **در جلوی ربات:** کاربرد این فاصله‌سنج به ترتیب:

الف) تشخیص مانع در روبه‌روی خود: اولین کار برای عملیات دورزدن مانع تشخیص موجودیت مانع در روبه‌روی خود است تا بتواند کارهای دیگر را برای انجام این عملیات انجام دهد.

ب) تنظیم فاصلهٔ خود با مانع روبه‌روی خود: یکی از کارهای لازم بعد از تشخیص مانع تنظیم فاصلهٔ صحیح ربات با مانع است که اغلب درصورت انجام ندادن این کار همراه با برخورد ربات با مانع و از بین رفتن امتیاز مانع است.

۲ **در سمت راست و چپ:** یکی از الزامات دور زدن مانع تشخیص فواصل کناری است برای اینکه ربات متوجه شود کدام طرف مکان بیشتری برای دور زدن ربات می‌باشد.

مکان قرارگیری مانع به‌طور کلی ۲ حالت دارد:

۱ قرارگیری مانع در میان یک خط مستقیم

۲ قرارگیری مانع در مرکز یک پیچ ۹۰ درجه

سنسورهای شتاب‌سنج: جهت تشخیص سطح شیب‌دار از سنسورهای شتاب‌سنج استفاده می‌کنند.

شتاب‌سنج دستگاهی است که مقدار شتاب صحیح (Proper Acceleration) را اندازه‌گیری می‌کند. شتاب صحیح شتاب نسبت به‌جسم درحال سقوط آزاد است. شتاب‌سنج دارای مدل‌های یک محوری و چند محوری است که می‌توانند اندازه و جهت شتاب را به‌عنوان یک کمیت‌برداری اندازه‌گیری کنند؛ می‌توان از حسگرهای شتاب‌سنج برای تعیین موقعیت و آشکارسازی لرزش و ضربه استفاده کرد. شتاب‌سنج‌های ریز ماشین‌کاری شده با روند رو به افزایشی در لوازم الکترونیکی قابل حمل و کنترلرهای بازی‌های کامپیوتری برای تعیین موقعیت و به‌عنوان ورودی بازی‌های کامپیوتری به‌کار می‌روند. یکی از معروف‌ترین سنسورهای شتاب‌سنج مورد استفاده در ربات MPU۶۰۵۰ است که البته هم شتاب‌سنج و هم ژیروسکوپ است. (ژیروسکوپ سنسور اندازه‌گیری زاویه می‌باشد.)

کاربردهای مهندسی: شتاب‌سنج‌ها می‌توانند برای اندازه‌گیری شتاب وسیله‌های نقلیه به‌کار روند. با استفاده از آنها می‌توان کارایی موتور و سیستم انتقال گشتاور و سیستم ترمز را ارزیابی کرد. اعداد مفیدی مانند ۰-mph۶۰ و ۶۰-۰ mph و زمان‌های ۱/۴ مایل را می‌توان با استفاده از شتاب‌سنج‌ها پیدا کرد.
شتاب‌سنج‌ها را می‌توان در اندازه‌گیری لرزش خودروها، ماشین‌ها، ساختمان‌ها، پردازش سیستم‌های کنترل و ایمنی نصب دستگاه‌ها به‌کار برد. شتاب‌سنج‌ها را می‌توان در اندازه‌گیری فعالیت‌های زمین لرزه‌ای، انحراف، لرزش ماشین‌ها، فاصله دینامیک و سرعت با تأثیر یا بدون تأثیر گرانش استفاده کرد. شتاب‌سنج‌هایی که گرانش را اندازه‌گیری می‌کنند و مخصوص این کار طراحی شده‌اند را گراویمتر (gravimeter) می‌نامند.

بررسی نهایی ربات از دیدگاه مکانیک

۱ طراحی قسمت‌های مختلف بدنه در نرم‌افزارهای مهندسی Catia-Solidworks - Powershape به‌منظور دقت بیشتر در محاسبات و اندازه‌گیری‌ها.

۲ استفاده از موتورهای فال هابر سوئیسی Faulhaber-۲۲۳۲۰۱۲SR، موتورهای گیربکس خورشیدی ژنک - ZhengkZGX۲۸RO۵۷,۴ با توان و گشتاور بال مناسب برای سیستم‌های حرکتی تحت فشار و همچنین بهره‌جویی از موتورهای قدرتمند Dynamixel AX-۱۲A و Tower pro mg۹۹۵ برای سیستم حمل مصدوم.

۳ الگو برداری از ربات‌های انسان نما دانشجویی و استفاده از موتورهای پرقدرت سروو برای سیستم حمل مصدوم برای اولین بار در لیگ‌های دانش‌آموزی.

۴ تست و اجرای چندین نوع سیستم مختلف حرکتی اعم از چهار چرخ دو موتوره، چهار چرخ چهار موتوره، چهار چرخ دو موتوره با تسمه، دوچرخ با هرزگرد، دوچرخ بدون هرزگرد و انواع تسمه تانکی با جنس‌ها و حالت‌های چیدمانی مختلف برای رسیدن به طرح مطلوب.

۵ انتخاب طرح تسمه تانکی با توجه به مزایا: چرخش حول مرکز خود، عبور راحت از روی موانع سر راه ربات، بالارفتن آسان از سطح شیب‌دار.

۶ استفاده از پولی‌های تایمینگ مختلف برای تنظیم سرعت و نحوه انتقال قدرت موتورها.

۷ ساخت و تست انواع طرح‌های تسمه تانکی با سایز ـ موتور ـ جنس ـ پولی‌های مختلف برای رسیدن به بهترین طرح ـ جنس ـ سایز پولی در طرح نهایی.

۸ ترکیب پولی با بلبرینگ و استفاده از واسطه‌های فلزی (بوش) برای کاهش اصطکاک هرزگردها و روان‌تر شدن آنها.

۹ استفاده از تسمه‌های تایمینگ استاندارد سری XL مناسب با سایز پولی‌ها.

۱۰ استفاده از نوعی روکش با ضریب اصطکاک بال برروی تسمه‌های تایمینگ برای افزایش اصطکاک.

۱۱ استفاده از مهره‌ها و واشرهای ساعتی رزوه‌دار برای جلوگیری از شل شدن اتصالات تحت فشار.

۱۲ استفاده از اتصال‌دهنده‌ها ـ روان‌کننده‌ها و همچنین چسب مخصوص بلبرینگ برای اتصال بلبرینگ به پولی‌ها و همچنین جلوگیری از سفت شدن آنها.

۱۳ تست و اجرای چندین نوع جنس در ساخت بدنه (پلکسی ـ آلومینیوم ـ تفلون) و ترکیب آنها با هم برای نزدیک شدن ربات به حالت بالانس.

۱۴ استفاده از لایه‌های ژلاتینی بین اتصال قسمت‌های افقی و عمودی برای جلوگیری از وارد شدن ضربه به‌قسمت میانی.

۱۵ تغییرات و محاسبات زیاد بر روی اعداد طول و عرض بدنه برای رفع دو مشکل تعادل وزنی و محدودیت سایز ربات.

۱۶ تعبیه کردن جای مناسب برای قرارگیری باتری‌ها به‌صورتی که نقطه ثقل تمایل به جلو پیدا کند.

۱۷ طراحی بدنه به‌نحوی که بتواند از تمام قطعات روی آن به‌طور کامل و تحت هر شرایطی محافظت کند.

۱۸ استفاده از دو محور با تحرکی در حدود ۴ و ۲ سانتی‌متر جهت کنترل درجه سفتی و نرمی تسمه (به منظور کنترل فشار وارده به موتور) و همچنین کنترل حرکت برای عدم انحراف از خط راست.

۱۹ استفاده از محور با آزادی ۲ سانتی‌متر جهت کنترل درجه سفتی چرخ زنجیر و کنترل فشار وارده بر موتورها.

۲۰ حذف قسمت‌های اضافی بدنه عمودی به‌منظور عدم تماس با زمین و ایجاد شکلی منحنی برای رد کردن سرعت گیرهای بالای ۱۰ میلی‌متر.
۲۱ قرار دادن باله‌هایی در عقب‌ترین نقطه ربات برای محافظت از سوئیچ‌ها و همچنین محل قرارگیری اسپویلر برای حمل راحت‌تر ربات.
۲۲ تست و محاسبات زاویه انحراف پولی‌های جلویی ربات برای ردکردن سرعت‌گیر بالای ۲۰ میلی‌متر و همچنین حرکت آسان در شیب‌های بین ۵۰ـ۱۰ درجه.
۲۳ قابلیت حرکت مدارات روی بدنه به چهار جهت حرکتی.

بررسی نهایی ربات از دیدگاه الکترونیک

۱ طراحی و شبیه‌سازی مدارات در محیط دو نرم‌افزار قدرتمند Proteus و Altium Designer به‌منظور دقت بیشتر و رفع عیوب احتمالی.
۲ قرار گرفتن قطعات به‌صورت دوتایی و تقارنی در مدار تا درصورت بروز اتصالی محل آن به‌سادگی مشخص شود.
۳ چاپ برد به‌صورت متالیزه و پولاریزه همراه با نویزگیر و با روکش دوالیه سبز تا نویز جامپرها حذف گردد.
۴ قوانینی از شرکت Atmel مانند: حذف زاویه‌های ۹۰ درجه، تعیین مکان مناسب برای میکروکنترلر و درایورهای قدرت و حفظ فاصله آنها از هم و... در طراحی مدارات به‌منظور عملکرد بهتر میکروکنترلر به‌کار گرفته شد.
۵ جدا کردن کامل مدار موتورها از سایر مدارات دیگر به‌منظور حذف نویز موتورها و تأثیر آن برمیکروکنترلر.
۶ استفاده از اپتوکوپلر برای ارتباط میکروکنترلر با موتورها برای جلوگیری از انتقال نویز.
۷ استفاده از دو منبع تغذیه جداگانه برای قسمت مادر و موتورها جهت جلوگیری از انتقال نویز.
۸ استفاده از نمایشگر کاراکتری برای نمایش اطلاعات کامل ربات.
۹ استفاده دو درایور جداگانه از درایورهای قدرتمند L۲۹۸ برای درایو کردن جداگانه موتورها.
۱۰ استفاده از مقاومت‌های کم اهم وات بالا در مدار درایورها برای کنترل جریان موتورها.
۱۱ استفاده از فست دیودهای ۳ آمپر ۱N۵۸۲۲ جهت جلوگیری از برگشت جریان موتورها به مدار و آسیب رساندن به آن.
۱۲ استفاده از فست دیودهای ۱ آمپر ۱N۴۰۰۷ برای کنترل ولتاژ و جریان ورودی به سروو موتورها.

۱۳ تعبیه شدن جای مناسب در مدار برای قرارگیری سنسورها.
۱۴ قرار دادن کانال‌هایی برای عبور سیم‌ها به منظور محافظت بیشتر.
۱۵ استفاده از مدار reset در میکروکنترلر برای جلوگیری از مصرف بیش از حد باتری و همچنین آسیب به کنترلر.
۱۶ استفاده از سلف در قسمت تبدیل ولتاژها برای جلوگیری از کاهش آنی جریان در مدار.
۱۷ الگو برداری از قوانین لنز ـ کیرشهف و فارادی برای بهتر طراحی کردن مدارات.
۱۸ تست و استفاده از انواع سنسورهای:
GP_2D_{12}-SRF_{10}-SRF_{80}-on_{2179}-CNY_{70}-LDR_RGB_$axdl_{330}$_compa
ss_nxt_2controller_Lego RGB_TSC230 در بخش‌های مختلف ربات.
۱۹ استفاده از رئوستا در تک‌تک سنسورها در مدار تعقیب خط برای رسیدن به بیشترین بازدهی.
۲۰ استفاده از مولتی پلکسرهای ۴۰۵۱ جهت افزایش تعداد سنسورها.
۲۱ استفاده از ۲۱ سنسور برای تعقیب خط این امکان را نیز فراهم می‌کند تا بتواند سطح شیب‌دار را بدون خطا بالا برود.
۲۲ استفاده از آلتراسونیک‌ها و همچنین به‌کارگیری قوانین و فرمول‌های دایره این امکان را فراهم کرد تا ربات بدون برخورد با مانع آنها را به‌صورت نیم دایره با محاسبه نسبت فضای مورد نیاز برای رد شدن ربات از هر دوطرف دور بزند.
۲۳ استفاده از کلیدهای ساچمه‌ای و جیوه‌ای برای تشخیص و تفاوت قائل شدن سرعت‌گیرهای بلند از سطح شیب‌دار.
۲۴ طراحی منوی نرم‌افزاری تشکیل شده از اعمال کلی ربات بر سر زمین (نوع تعقیب خط ـ نوع تشخیص مانع ـ نحوه دورزدن ـ نوع سطح شیب‌دار ـ نوع قوانین موجود در زمین ـ انواع مختلف جست‌وجو در اتاق قرمز ـ نمایش و کالیبره سنسورها ـ گردش‌های ۹۰ درجه و...) موجب شده که ربات با حداقل برنامه‌نویسی در زمان تست و ستاپ بتواند عملیات خود را به نحو احسنت انجام دهد.
۲۵ قرار دادن سوئیچ‌هایی در مدار برای ورود، خروج و تغییر تنظیمات منو به‌منظور افزایش بهره‌وری.

برنامه نویسی

اولین بخش برنامه‌نویسی ربات انتخاب میکروکنترل مناسب است که در ربات‌های دانش‌آموزی بیشتر از خانوادهٔ AVR استفاده می‌شود.

طراحی الکترونیک: طراحی مدارات الکترونیک ربات‌ها معمولاً در دو نرم‌افزار زیر انجام می‌شود:

۱ پروتئوس (تحلیل و اجرای مدار)

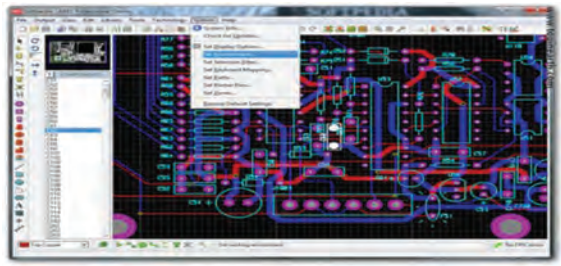
۲ آلتیوم دیزاینر (طراحی شماتیک و PCB) - Altium Designer

پروتئوس: Proteus نرم‌افزاری برای شبیه‌سازی ریزپردازنده‌ها، ایجاد شماتیک و طراحی PCB است. این نرم‌افزار توسط Labcenter Electronics گسترش می‌یابد. این نرم‌افزار از سری نرم‌افزارهای آزمایشگاه الکترونیک می‌باشد که با داشتن محیط ساده، کارایی بالا، قدرت زیاد و پشتیبانی از میکروکنترلرها، طرفداران زیادی را به‌خود جذب نموده است.

به‌وسیله این نرم‌افزار می‌توان قطعات را چیده و نتیجه عملکرد آنها را در مدارهای مختلف مشاهده کرد.

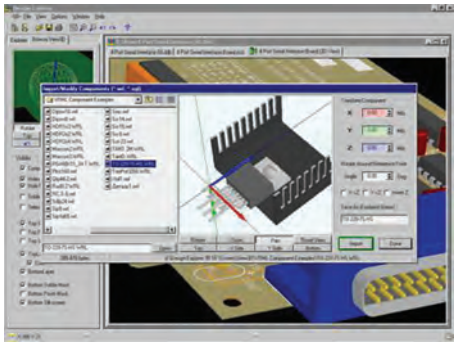
این نرم‌افزار با داشتن اسیلوسکوب، لاجیک آنالیزیک، ترمینال مجازی، سیگنال ژنراتور، پترن ژنراتور و انواع نمودارهایی برای آنالیز ولتاژ وجریان، محیطی قدرتمند برای شبیه‌سازی را ارائه می‌دهد. همچنین این نرم‌افزار دارای مثال‌های بسیار متنوعی از میکروکنترلرها و قطعات الکترونیکی هست که شما را در امر یادگیری این نرم‌افزار کمک می‌کند.

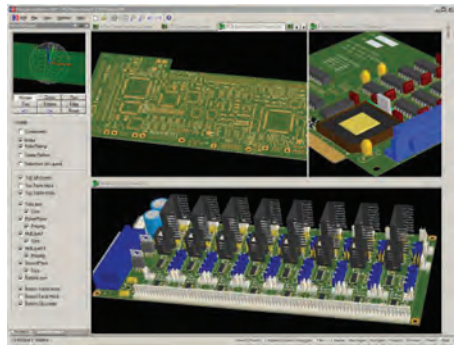
محیط ساده این نرم‌افزار باعث راحتی و افزایش سرعت طراحی و شبیه‌سازی شده است و حتی در خروجی این نرم‌افزار می‌توان حالت سه‌بعدی آن را مشاهده نمود.



نرم‌افزار Protel: نرم‌افزار Altium Designer یکی از برترین نرم‌افزارهای طراحی مدار می‌باشد. نرم‌افزار ارائه شده با نام مستعار PROTEL DXP روانه بازار شد. ورژن ارتقا یافته پروتل توانست توجه بسیاری از کاربران را به‌سمت خود جلب کند. هدف از ارائه این نرم‌افزار پیاده‌سازی شماتیک و طراحی قطعات PCB و مدارهای الکترونیکی می‌باشد. همچنین لازم به‌ذکر است نرم‌افزار از طراحی مدارهای دیجیتالی هم پشتیبانی می‌کند. آنالیزهای انجام گرفته شده در نرم‌افزار توسط تحلیل‌گر پی‌اسپایس انجام‌پذیر می‌گردد.

شرکت سازنده برای راحتی کاربران این نرم‌افزار محیط PCB که در روتل طراحی کرده است به‌علت داشتن کتابخانه بدون هیچ ایرادی مشهور شد و استفاده از کدنویسی FPGA باعث می‌شود تا که این امر باعث زود به پایان رساندن پروژه باشد. با استفاده از تکنولوژی Altium Designer نرم‌افزار به کاربر این اجازه را می‌دهد تا طراحی خود را با توجه به نقشه‌ای که درنظر دارد به‌راحتی پیاده‌سازی کند. لایه‌بندی موجود در نرم‌افزار به کاربر اجازه می‌دهد تا لایه‌بندی هر قطعه را به‌صورت مجزا به‌حالت ویرایش ببرد. هوش مصنوعی درنظر گرفته شده در نرم‌افزار این امکان را به مهندسین و طراحان می‌دهد تا طرح‌های ساخته شده را مطابق با استانداردهای جهانی تولید کنند.





نرم‌افزار برنامه‌نویسی

نرم‌افزارهای برنامه‌نویسی استفاده شده Atmel Studio و Code vison می‌باشند.

Atmel Studio: میکروکنترلرهای ۸ و۳۲ بیتی AVR دارای کاربران زیادی در سرتاسر جهان می‌باشد، برای این میکروکنترلرها کامپایلرهای متعددی ارائه شده است که یکی از معروف‌ترین و پرقدرت‌ترین آنها کامپایلر و دیباگر AVR Studio می‌باشد. کامپایلر و دیباگر AVR Studio از تمامی میکروکنترلرهای خانوادهٔ avr پشتیبانی کرده و در آن می‌توان با زبان‌های c و c++ برنامه‌نویسی نمود.

هم‌اکنون شرکت اتمل ورژن جدید این نرم‌افزار را با نام Atmel Studio منتشر نموده است، برای کسب اطلاعات بیشتر در مورد این کامپایلر و دانلود آخرین ورژن آن ادامهٔ مطلب را بخوانید. AVR Studio که هم‌اکنون با نام جدید Atmel Studio در دسترس کاربران قرار دارد، از تمامی میکروکنترلرهای خانوادهٔ avr و برخی از میکروکنترلرهای خانوادهٔ ARM سری Cortex پشتیبانی می‌کند، این کامپایلر بهترین کامپایلر برای کار با میکروکنترلرهای AVR بوده و دارای ویژگی‌های به شرح زیر است:

- ویرایشگر کامپایلر هوشمند با قابلیت شناسایی کلیه دستورات

- پشتیبانی از دستورات استاندارد زبان c و کتابخانه‌های آن
- پشتیبانی از تمامی پروگرامرها و دیباگرهای ارائه شده توسط شرکت اتمل
- منابع آموزشی متنوع و راهنمای قدرتمند

Code vison

CodeVisionAVR یک نرم‌افزار تخصصی برای رشته‌های برق و کامپیوتر (گرایش سخت‌افزار) می‌باشد. در واقع این نرم‌افزار یک کامپایلر برای زبان برنامه‌نویسی C می‌باشد که برای برنامه‌نویسی میکروکنترلرهای AVR از آن استفاده می‌شود. این برنامه محیط برنامه‌نویسی و کامپایل کردن برنامه نوشته شده برای برنامه‌ریزی میکروکنترلر را برای شما فراهم می‌کند.

بسیاری از افراد حتی کسانی که در رشته کامپیوتر می‌باشند با این نرم‌افزار به‌خوبی آشنا می‌باشند. آخرین نسخه این برنامه قدرت بسیار بیشتری پیدا کرده است و از طرفی مشکلات قبلی آن برطرف شده است. این برنامه در تمامی نسخه‌های ویندوز قابل نصب است.

سیستم‌های کنترل مرکب

در این روش کنترل، ربات و یا هر وسیله الکترونیکی تحت کنترل دیگر، هم قابلیت پردازش و بررسی شرط‌های موردنظر را به‌صورت محلی و با استفاده از سیستم الکترونیکی موجود بر روی برد الکترونیکی خود داراست و هم امکان دریافت فرامین خارج از سیستم الکترونیکی خود مانند کنترل از راه دور، شبکه‌های بیسیم و باسیم و... را داراست. در برخی از موارد ممکن است با ارسال مرتب اطلاعات توسط ربات، بخشی از عملیات پردازش توسط یک سیستم دیگر و خارج از خود ربات صورت پذیرد و دستورات جدیدی از توسط سیستم جانبی به ربات داده شود.

خانواده‌های محصولات AVR

Tiny AVR: میکروکنترلری با اهداف کلی و با بیش از ۴ کیلو بایت حافظه فلش و ۱۲۸ بایت حافظه استاتیک و قابل برنامه‌ریزی است. (منظور از حافظه استاتیک SRAM و حافظه قابل برنامه‌ریزی EEPROM است.) به خود اجازه ندهید که نام آن شما را گول بزند. میکروهای مدل tiny توانایی‌های عظیمی دارند. به خاطر کوچک بودن و داشتن MCU بسیار پرقدرت به اینگونه میکروها نیاز فراوانی هست آنها به‌هیچ منطق خارجی نیاز نداشته و به همراه یک مجتمع مبدل آنالوگ به‌دیجیتال و یک حافظه قابل برنامه‌ریزی EEPROM قابلیت‌های خود را ثابت می‌کنند. آنها به‌منظور انجام یک عملیات ساده بهینه‌سازی شده و در ساخت وسایلی که به‌میکروهای کوچک احتیاج است کاربرد فراوان دارند. کارایی عظیم آنها برای ارزش و بهای وسایل مؤثر است.

Mega AVR: این نوع میکروها قابلیت خود برنامه‌ریزی دارند و می‌توان آنها را بدون استفاده از مدارات اضافی برنامه‌ریزی کرد همچنین بیش از ۲۵۶K بایت حافظه فلش و ۴K بایت حافظه استاتیک و قابل برنامه‌ریزی دارند. اگر شما به میکرویی احتیاج دارید که دارای سرعت و کارایی بالا باشد و توانایی اجرای حجم زیادی از کد برنامه را داشته و بتواند داده‌های زیادی را سروسامان دهد باید از AVR های مدل Mega استفاده کنید آنها به ازای هر یک مگاهرتز سرعت، توانایی اجرای یک میلیون دستورالعمل در هر یک ثانیه را دارند همچنین قابل برنامه‌ریزی و بروزرسانی کدها با سرعت و امنیت بسیار بالایی هستند.

LCD AVR: این نوع میکرو دارای درایور برای نمایشگر LCD با قابلیت کنترل اتوماتیک و مقایسه تصویر می‌باشد که باعث تمدید عمر باتری می‌شود و درحالت فعال دارای توان مصرفی پایینی است.

توان مصرفی پایین آنها برای استفاده بهینه از باتری و همچنین کاربرد میکرو در وسایل سیار و سفری طراحی شده که میکروهای جدید AVR با توان مصرفی کم از شش روش اضافی در مقدار توان مصرفی، برای انجام عملیات بهره می‌برند.

این میکروها تا مقدار ۱/۸ ولت قابل تغذیه هستند که این امر باعث طولانی‌تر شدن عمر باتری می‌شود.

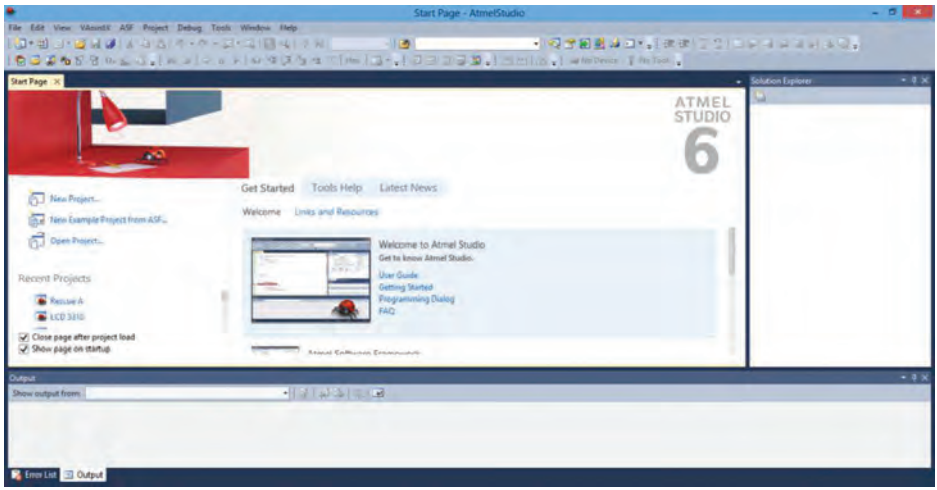
در میکروهای با توان پایین، عملیات شبیه حالت Standby است یعنی میکرو می‌تواند تمام اعمال داخلی و جنبی را متوقف کند و کریستال خارجی را به‌همان وضعیت شش کالک در هر چرخه رها کند!

ابعاد مختلف میکروهای AVR را در اشکال صفحهٔ بعد مشاهده می‌کنید: آنها با بالاترین یکپارچگی و انعطاف‌پذیری ممکن طراحی شده‌اند و با داشتن درایور LCD و کنترلر اتوماتیک وضوح تصویر، بهترین واسطه را با انسان دارند و دارای

توان مصرفی پایین و کارایی بالایی هستند. اولین عضو این خانواده ۱۰۰ سگمنت داشت و دارای یک UART و SPI به‌منظور ارتباط به‌صورت سریال بود. کارایی فوق‌العاده با سرعت یک میلیون دستورالعمل در ثانیه به ازای یک مگاهرتز واسطه‌ها برای ارتباط با انسان: وقفه‌های صفحه کلید و درایور نمایشگر LCD آنها این اجازه را به طراح سیستم می‌دهند که توان مصرفی را در برابر سرعت پردازش تا جایی که امکان دارد بهینه کند. قابلیت دوباره برنامه‌ریزی کردن بدون احتیاج به اجزای خارجی ۱۲۸ بایت کوچک که به‌صورت فلش سکتوربندی شده‌اند داشتن مقدار متغیر در سایز بلوکهٔ بوت (Boot Block) خواندن به هنگام نوشتن بسیار آسان برای استفاده کاهش یافتن زمان برنامه‌ریزی کنترل کردن برنامه‌ریزی به‌صورت سخت افزاری.

برنامه‌نویسی برای این ربات در محیط Atmel Studio و به زبان C انجام شده است.

Atmel Studio محیط توسعه یکپارچه (IDE) برای توسعه و برنامه نویسی میکروکنترلرهای AVR و ARM می‌باشد. این نرم‌افزار که در این نسخه ازنظر شکل ظاهری بسیار زیباتر از نسخه‌های قبلی شده بود، این‌بار با یک تغییر نام کوچک و یک تغییر بزرگ آمده است. Atmel Studio ۶ که در نسخه‌های قبلی با نام AVR Studio ارائه می‌شد یک امکان بسیار مهمی به آن افزوده شده است و آن هم این است که شما می‌توانید با این نسخه برای میکروهای سری ARM شرکت اتمل نیز برنامه‌نویسی کنید.



محیط نرم‌افزار Code vision

برای یادگیری کار با نرم‌افزار Atmel Studio می‌توانید به آدرس زیر مراجعه کنید:

www.eca.ir/forum۲/index.php?topic=۸۱۰۲۵.msg#۴۳۹۴۶۶msg۴۳۹۴۶۶

با توجه به آزمایشات گوناگون انجام گرفته شده و کسب تجربه در مسابقات گذشته به الگوریتم‌های گوناگونی دست پیدا کردیم که تأثیر مهمی در روند ربات دارد:

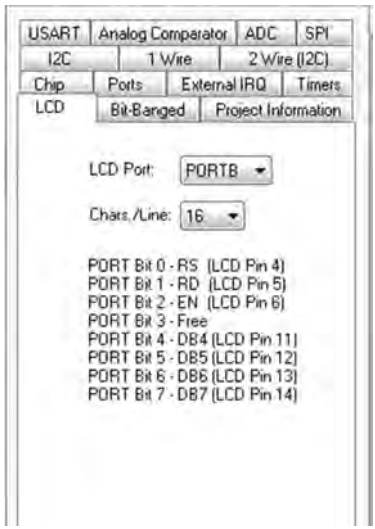
۱ الگوریتم مرکز گرا برای قسمت تعقیب خط
۲ الگوریتم چرخش نیم‌دایره‌ای برای دور زدن مانع ۳
۳ انواع الگوریتم‌ها برای جست‌وجوی مصدوم و عملیات نجات

قسمت‌های مختلف بخش برنامه‌نویسی این ربات به قسمت‌های ذیل تقسیم می‌شوند:

نمایشگرها در ساخت ربات‌ها و دستگاه‌های هوشمند الکترونیکی کاربرد بسیار زیادی دارند. با ذکر چند مثال شما را با کاربرد این نمایشگرها بیشتر آشنا می‌کنیم.

در ربات مین‌یاب برای اعلام مختصات مین‌ها به داور، باید ربات مجهز به نمایشگری باشد که بتوان این اطلاعات را برروی آن به نمایش درآورد.

در ربات فوتبالیست، نمایشگر در زمان مسابقه کاربرد مستقیمی ندارد، اما در مراحل عیب‌یابی و تنظیمات اولیه سنسورها کاربرد زیادی دارد مثال: برای تنظیم حساسیت هر سنسور، اطلاعات آن بر روی صفحه نمایش به کاربر نشان داده می‌شود و کاربر می‌تواند آن را سریع‌تر تنظیم کند. به‌عنوان مثال برای تنظیم سنسورهای نوری می‌توان ولتاژ خروجی آن را توسط ADC اندازه‌گیری کرد و بر روی LCD نمایش داد.



از دیگر موارد کاربرد این نوع LCDها می‌توان به دستگاه‌های تلفن خانگی اشاره کرد که به کمک آن، داده‌هایی مثل شمارهٔ تلفن فرد تماس گیرنده، دفترچه تلفن و... را نمایش می‌دهد.

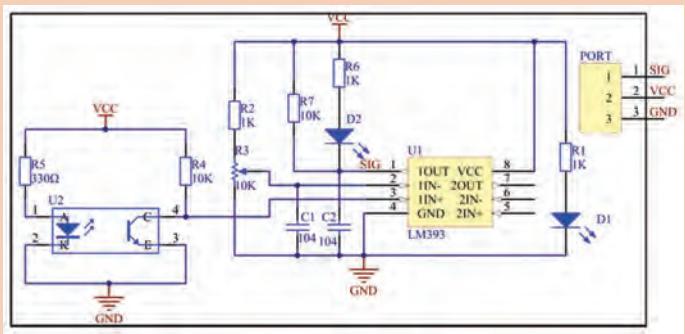
در ساختمان داخلی این LCDها مدارات متعددی وجود دارد که اطلاعاتی که برای نمایش دادن به LCD فرستاده می‌شود را پردازش کرده و اطلاعات موردنظر ما را روی صفحه به‌نمایش درمی‌آورند. این اطلاعات باید از طریق پایه‌های LCD به آن منتقل شوند. برقراری ارتباط و نمایش اطلاعات بر روی LCD کار چندان ساده‌ای نیست، اما Code Vision در اینجا هم به کمک ما آمده است و کار را بسیار ساده کرده است.
توضیح در مورد نحوهٔ استفاده از LCD را از تنظیمات نرم‌افزاری آن در محیط Code Vision شروع می‌کنیم.
برای مثال ترتیب اتصال پایه‌ها برای LCD ۲×۱۶ بر روی پورت «B» در زیر نشان داده شده است. پایه PB.۰ به پایهٔ چهارم LCD متصل شود.

پایه PB.۱ به پایهٔ پنجم LCD متصل شود.
پایه PB.۲ به پایهٔ ششم LCD متصل شود.
پایه PB.۳ به جایی متصل نمی‌شود.
پایه PB.۴ به پایهٔ یازدهم LCD متصل شود.
پایه PB.۵ به پایهٔ دوازدهم LCD متصل شود.
پایه PB.۶ به پایهٔ سیزدهم LCD متصل شود.
پایه PB.۷ به پایهٔ چهاردهم LCD متصل شود.

Code Vision را باز کرده و طبق روندی که قبلاً گفته شد پروژهٔ جدیدی بسازید. سپس در Code Wizard تنظیمات مربوط به لبهٔ Chip را طبق آنچه قبلاً گفته شد انجام دهید.
حالا سراغ لبهٔ LCD می‌رویم.
برای راه‌اندازی LCDهای کارکتری، باید تمام پایه‌های یکی از پورت‌های میکروکنترلر را به پایه‌های مربوطه در LCD متصل کنیم.
ابتدا باید تعیین کنیم می‌خواهیم کدام پورت را به LCD اختصاص دهیم.
سپس باید با تعیین تعداد کاراکترهای قابل نمایش در هر سطر از LCD نوع آن را مشخص کنیم. مثلاً اگر LCD ما ۲×۱۶ است، باید عدد ۱۶ را انتخاب کنیم.
سپس نحوهٔ اتصال پایه‌های میکروکنترلر به LCD را با توجه به نوع LCD به شما نشان می‌دهد.
بعد از اینکه طبق ترتیب ذکر شده پایه‌ها را متصل کردیم و تنظیمات اولیه را در Code Wizard انجام دادیم، سراغ برنامه‌نویسی آن می‌رویم. Code Vision توابعی را آماده کرده است که به کمک آنها می‌توانیم به سادگی اطلاعات موردنظر خودمان را روی LCD نمایش دهیم.

فعالیت کارگاهی

مدار سنسور مادون قرمز بازتابشی شکل زیر را بر روی برد برد مونتاژ نموده و با نزدیک نمودن سطوح رنگی مختلف با میزان براقیت متفاوت، نتایج را مشاهده و یادداشت نمایید.

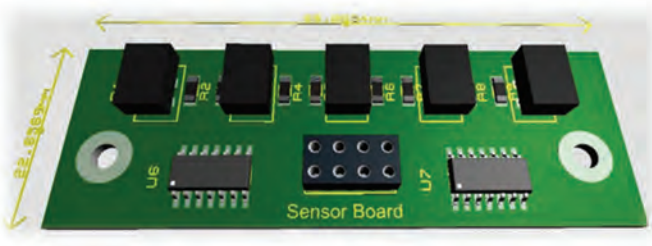


ساخت برد مدار چاپی سنسور مادون‌قرمز

برد مدار چاپی سنسورهای مادون قرمز (Sensor Board)

این قسمت از ربات شامل تعدادی سنسور مادون قرمز (۵ تا ۷ عدد) و قطعات جانبی آنها که برروی یک برد مدار چاپی مستقل قرار گرفته‌اند می‌باشد و در زیر شاسی ربات به‌نحوی که در فاصله مناسبی از زمین قرار گیرد نصب می‌شود. در شکل زیر تصاویری از نقشه چیدمان قطعات و تصویر مسیر مسی برد سنسور را مشاهده می‌کنید.

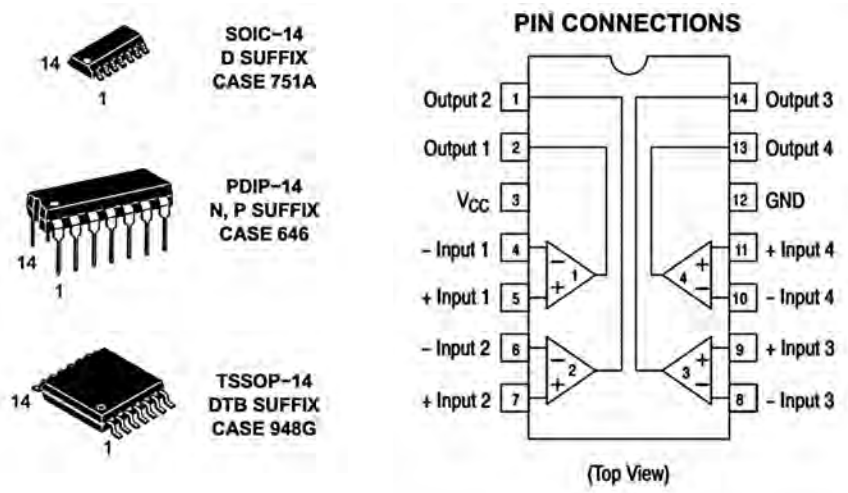
در شکل زیر تصویر یک نمونه برد سنسور مادون‌قرمز که با استفاده از قطعات نصب سطحی و سنسورهای مادون قرمز طراحی شده مشاهده می‌کنید.



قطعات برد سنسور

مدار مجتمع LM۳۳۹

مدار مجتمع یا همان IC به شماره LM۳۳۹ شامل چهار عدد مقایسه‌کننده آنالوگ ولتاژ با دو ورودی مثبت و منفی و یک پایه خروجی است. در شکل زیر تصاویری از بسته‌بندی‌های مختلف مدار مجتمع LM۳۳۹ و وضعیت قرار گرفتن پایه‌های آن را مشاهده می‌کنید.



در برد سنسور برای هریک از سنسورها از یک مقایسه‌کننده داخل IC استفاده می‌شود، نحوه به‌کارگیری این IC به این‌صورت است که ولتاژ پایه ورودی منفی آن (ولتاژ مرجع) را توسط یک پتانسیومتر تنظیم می‌کنیم، ولتاژ خروجی حاصل از قسمت گیرنده سنسور مادون‌قرمز را به ورودی مثبت همان مقایسه‌کننده متصل می‌کنیم، اکنون اگر ولتاژ خروجی سنسور برروی پایه مثبت، بیشتر از ولتاژ موجود برروی پایه منفی باشد خروجی مقایسه‌کننده مورد نظر «۱» منطقی و اگر کمتر باشد «۰» منطقی خواهد بود.

علت استفاده از LM۳۳۹ این است که بتوانیم وضعیت فعال و غیرفعال گیرنده مادون قرمز را با توجه به‌میزان بازتابش از سطح سیاه و یا سفید به‌صورت مناسب تنظیم نماییم.

فعالیت کارگاهی

الف) در نرم‌افزار پروتئوس با تغییر مقدار پتانسیومتر VR۱ تغییرات خروجی یکی از مقایسه‌کننده‌های LM۳۳۹ را بررسی کنید.

ب) عملکرد هریک از مدارات مجتمع بالا را در مدار سنسور مادون قرمز به‌صورت عملی / آزمایش نموده و مشخص نمایید بهترین عملکرد مربوط به‌کدام یک می‌باشد؟

ج) با توجه به برگه اطلاعات LM۳۹۳، LM۳۳۹، LM۳۵۸، مشخصات مهم آنها را بررسی و یادداشت نمایید.

الگوریتم فارسی ربات تعقیب خط با سیستم گردش با دو موتور DC و پنج عدد اپتوکوپلر بازتابشی.

۱ در ابتدای برنامه با توجه به طرح شماتیک پنج پایه ورودی مربوط به سنسورها که برروی درگاه D قرار دارند به‌عنوان ورودی تعریف و با نام‌های SENSOR۱ تا SENSOR۵ نام‌گذاری شوند.

۲ پایه‌های متصل بر روی درگاه A به‌عنوان خروجی تعریف شوند.

۳ پایه‌های RA۰ و RA۱ و RA۶ به ترتیب با نام‌های Direction۱ و Direction۲ و Enable۱ نامگذاری شوند، همین‌طور در ادامه، پایه‌های RA۲ و RA۳ و RA۷ به ترتیب با نام‌های Direction۳ و Direction۴ و Enable۲ نام‌گذاری شوند.

بدنه اصلی برنامه

در حلقه تکرار بی‌نهایت برنامه می‌نویسیم:

اگر sensor۱ برابر با «صفر منطقی» باشد، آنگاه

Direction۱ فعال (high) و Direction۲ غیرفعال (low) و Enable۱ نیز فعال شود. (موتور سمت چپ در حالت ساعت‌گرد...)

Direction۳ غیرفعال (low) و Direction۴ فعال (high) و Enable۲ نیز فعال شود. (موتور سمت راست در حالت عکس ساعتگرد...)

(ربات در حال گردش شدید به راست)

اگر sensor۲ برابر با «صفر منطقی» باشد، آنگاه

Direction۱ فعال (high) و Direction۲ غیرفعال (low) و Enable۱ نیز فعال شود. (موتور سمت چپ در حالت ساعتگرد...)

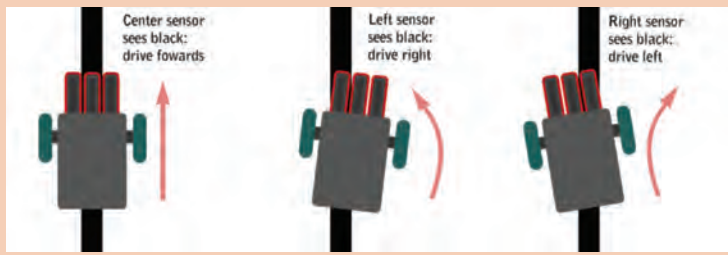
Direction۳ غیرفعال (low) و Direction۴ غیرفعال (low) و Enable۲ نیز غیرفعال شود. (موتور سمت راست در حالت توقف...)

(ربات در حال گردش به راست)

اگر sensor۳ برابر با «صفر منطقی» باشد، آنگاه
Direction۱ فعال (high) و Direction۲ غیرفعال (low) و Enable۱ نیز فعال شود. (موتور سمت چپ در حالت ساعتگرد...)
Direction۳ فعال (high) و Direction۴ غیرفعال (low) و Enable۲ نیز فعال شود. (موتور سمت راست در حالت ساعتگرد...).
(ربات در حال حرکت مستقیم)
اگر sensor۴ برابر با «صفر منطقی» باشد، آنگاه
Direction۱ غیرفعال (low) و Direction۲ غیرفعال (low) و Enable۱ نیز غیرفعال شود. (موتور سمت چپ در حالت توقف...)
Direction۳ فعال (high) و Direction۴ غیرفعال (low) و Enable۲ نیز فعال شود. (موتور سمت راست در حالت ساعتگرد...).
(ربات در حال گردش به چپ)
اگر sensor۵ برابر با «صفر منطقی» باشد، آنگاه
Direction۱ غیرفعال (low) و Direction۲ فعال (high) و Enable۱ نیز فعال شود. (موتور سمت چپ در حالت عکس ساعتگرد...)
Direction۳ فعال (high) و Direction۴ غیرفعال (low) و Enable۲ نیز فعال شود. (موتور سمت راست در حالت ساعتگرد...).
(ربات در حال حرکت مستقیم)
پایان برنامه.

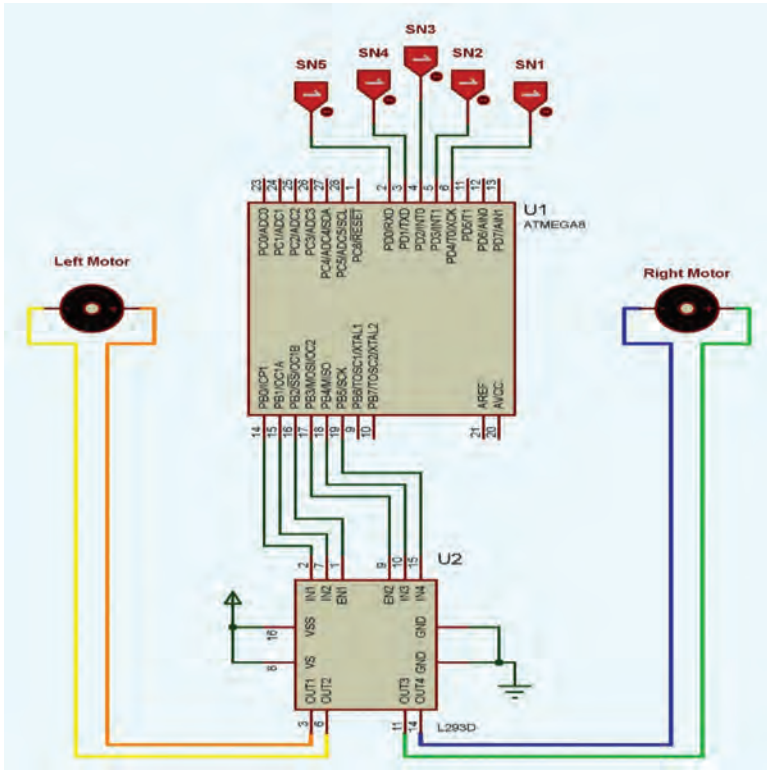
بحث گروهی

الف) در مورد شیوه تشخیص سنسورها و روش کنترل موتورها در الگوریتم بالا بحث و گفت‌وگو کنید. اگر روش‌های بهتری برای اصلاح عملکرد ربات در الگوریتم بالا می‌شناسید، طی بحث و گفت‌وگو مطرح کنید.
ب) شکل زیر نحوه تشخیص خط با سه سنسور را نمایش می‌دهد، با توجه به الگوریتم بالا، به نظر شما استفاده از سه سنسور، کدام مزیت نسبت به استفاده از ۵ سنسور را نمی‌تواند داشته باشد.



مدار الکترونیکی ربات تعقیب خط (نسخه شبیه‌سازی)

مداری که در شکل زیر ارائه شده است به‌گونه‌ای طراحی و ترسیم شده است که امکان شبیه‌سازی اثر سنسورها و آزمایش برنامه نوشته شده برای «ربات تعقیب خط» در آن امکان‌پذیر باشد، در مدار صفحهٔ بعد با توجه به این موضوع که برنامه براساس منطق فعال بالا (Active High) نوشته شود یا فعال پایین (Active Low) امکان ایجاد تغییرات وجود داشته و در هرصورت می‌توان عملکرد سنسورها پس از اعمال به ورودی میکروکنترلر و همچنین عملکرد موتورها را در نتیجه پردازش وضعیت سنسورها مورد ارزیابی قرار داده و از نتایج آن در اصلاح برنامه استفاده نمود.



در مدار بالا فرض بر این گذاشته شده است که تمامی سنسورها در حالت عادی (وجود سطح سفید در مقابل سنسور) خروجی یک منطقی را به ورودی‌های میکروکنترلر اعمال می‌کنند و با قرار گرفتن هر یک از سنسورها در مقابل سطح سیاه رنگ، خروجی سنسور به صفر منطقی تغییر پیدا می‌کند (فعال پایین (Active Low)). به این ترتیب سنسوری که سطح سیاه را تشخیص می‌دهد، با اعمل صفر منطقی به ورودی میکروکنترلر این مسئله را اعلام می‌نماید.

فعالیت کارگاهی

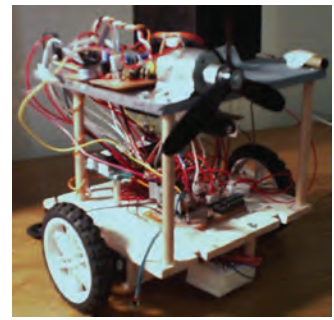
با توجه به مدار بالا و استفاده از الگوریتم فارسی موجود برای ربات‌های تعقیب خط، برنامه ساده‌ای بنویسید که عملکرد سنسورها را بررسی و وضعیت (خاموش، چپگرد، راستگرد) موتورها را به درستی کنترل نماید.

توجه کنید

جهت تست برنامه نوشته شده، می‌توانید فایل برنامه را به مدار بالا در نرم‌افزار پروتئوس انتقال داده و نتایج را توسط شبیه‌سازی در پروتئوس مشاهده نمایید. کلیک کردن برروی هر یک از سنسورها در زمان شبیه‌سازی، وضعیت سنسور را به‌صورت فعال (به‌صورت پیش فرض، در مواجهه با سطح سیاه) شبیه‌سازی می‌نماید.

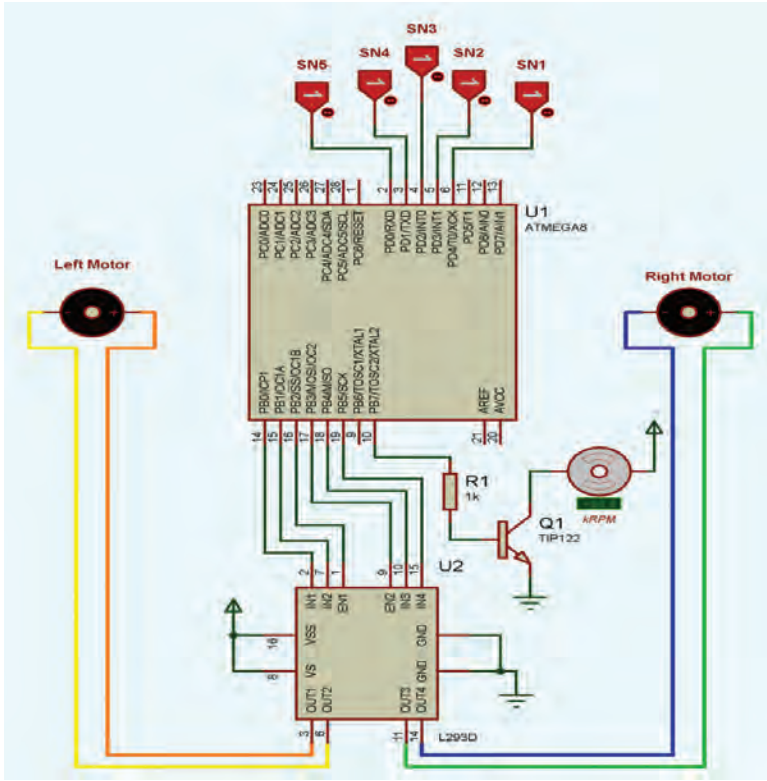
ربات آتش‌نشان

ربات آتش‌نشان: با ایجاد تغییرات نه‌چندان پیچیده در وضعیت قرار گرفتن سنسورها و نیز تغییراتی در برنامه میکروکنترلر، می‌توانیم ربات را به یک ربات آتش‌نشان تبدیل کنیم.



نحوه عملکرد ربات‌های آتش‌نشان

اصول کار ربات‌های آتش‌نشان به این صورت است که سنسورها به سمت جلو مکانیزم ربات به نحوی که دید مقابل داشته باشد متصل می‌شوند، هریک از سنسورها در نبود اشعه گرم حاصل از آتش (امواج مادون قرمز) خروجی ثابتی خواهند داد و با قرار گرفتن هر سنسور در معرض تابش کافی امواج مادون قرمز حاصل از آتش، خروجی سنسور تغییر وضعیت می‌دهد. به این ترتیب ربات می‌تواند مسیر حرکت خود را به‌سمت آتش اصلاح نماید، در پایان با بررسی میزان امواج دریافتی به‌صورت آنالوگ و یا با فعال شدن چند سنسور به‌صورت هم‌زمان، می‌توان نتیجه گرفت که ربات اندازه کافی به آتش نزدیک شده و در این لحظه می‌توان ربات را متوقف نموده و وسیله آتش خاموش‌کن را فعال نمود.



در (مسابقات یا تحقیقات) رشته «ربات آتش‌نشان»، شعلهٔ آتش توسط یک شمع و یا طرفی حاوی پنبه آغشته به مواد اشتعال‌زا، شعله موردنظر را فراهم می‌نماید و ابزار خاموش‌کننده آن نیز در ساده‌ترین حالت می‌تواند یک فن کوچک با دمندگی کافی جهت خاموش کردن شعله باشد. در شکل صفحه بعد تغییرات مختصر در مدار ربات آتش‌نشان را نسبت به ربات تعقیب خط مشاهده می‌نمایید.

فعالیت کارگاهی

با توجه به‌مدار بالا و طرح یک الگوریتم برای ربات آتش‌نشان، برنامه ساده‌ای بنویسید که عملکرد سنسورها را بررسی و وضعیت (خاموش، چپگرد، راستگرد) موتورهای محرک ربات و فن خاموش‌کننده را به‌درستی کنترل نماید.

توجه کنید

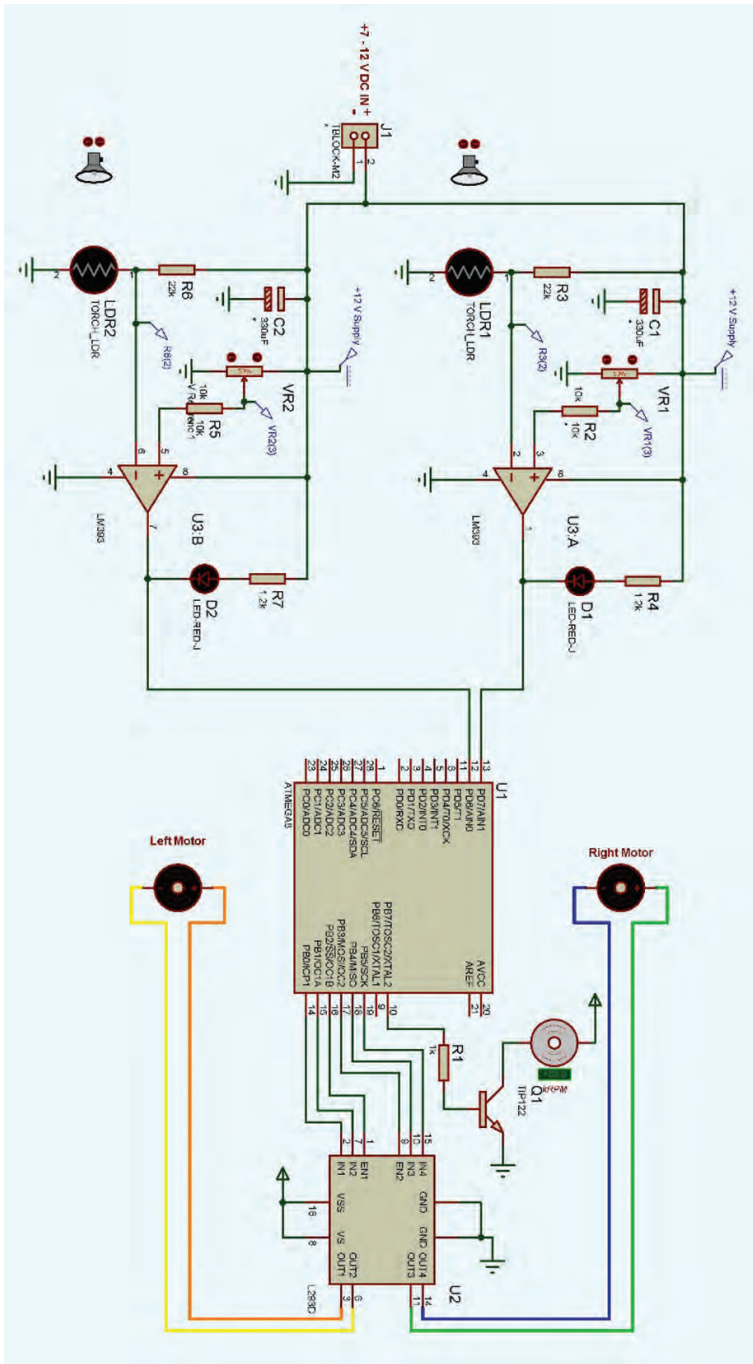
جهت تست برنامه نوشته شده، می‌توانید فایل برنامه را به مدار بالا در نرم‌افزار پروتئوس انتقال داده و نتایج را توسط شبیه‌سازی در پروتئوس مشاهده نمایید. کلیک کردن برروی هریک از سنسورها در زمان شبیه‌سازی، وضعیت سنسور را به‌صورت فعال (به‌صورت پیش فرض، در مواجهه با سطح سیاه) شبیه‌سازی می‌نماید.

ربات تعقیب نور

یکی از ربات‌های معروف تعقیب مسیر، «ربات تعقیب نور» است برای تشخیص نور مرئی، استفاده از سنسور مقاومتی فتوسل (LDR) مرسوم است.

پیشتر، ضمن انجام فعالیت‌های موجود در کتب رشته مکاترونیک با ماهیت و چگونگی عملکرد این سنسورها آشنا شدیم. در این ربات با استفاده از دو سنسور LDR و مدار جانبی آن اطلاعات لازم را جهت کنترل ۲ موتور DC، در اختیار میکروکنترلر قرار می‌دهیم، سپس با نوشتن برنامه‌ای مناسب کار طراحی و ساخت ربات تعقیب نور را به‌پایان می‌بریم.

نحوه عملکرد ربات‌های تعقیب نور: در این ربات، هریک از سنسورهای LDR که در سمت چپ و راست (جلو) ربات تعبیه شده‌اند به یک مدار مقایسه‌کننده متصل هستند. ولتاژ مرجع در هر یک از این مدارها توسط یک پتانسیومتر کوچک قابل تنظیم است، با تنظیم ولتاژ مرجع، میزان حساسیت LDR ها به نور دریافتی توسط آنها تعیین می‌شود، محیط آزمایش و یا مسابقات برای این ربات به‌طور معمول قدری تاریک است و یا از قرار دادن آنها در معرض تابش منابع نور قوی اجتناب می‌گردد. به این ترتیب با حرکت دادن یک منبع نور نسبتاً قوی (مانند چراغ‌قوه) ربات، شروع به‌حرکت نموده و مسیر حرکت خود را به سمت منبع نور اصلاح می‌نماید. در شکل صفحهٔ بعد نمونه‌ای از مدار یک ربات تعقیب نور را مشاهده می‌نمایید.


+7 - 12 V DC IN
J1
TELOCK-M2
LDR2
LDR1
TORCH_LDR
R6
22k
R3
22k
C2
330uF
C1
330uF
+12 V Supply
VR2
VR1
R5
10k
R2
10k
U3:B
U3:A
LM393
D2
LED-RED
D1
R7
1.2k
R4
1.2k
U1
ATMEGA8
Left Motor
Right Motor
R1
1k
Q1
TIP122
U2
L293D

پروژه

با توجه به ربات‌های مسیریابی که در این فصل معرفی شدند (تعقیب خط، آتش‌نشان، تعقیب نور) رباتی طراحی نمایید که نتیجه ترکیب هر سه ربات مذکور باشد و با تهیه برنامه مناسب آن را راه‌اندازی نمایید.

توجه کنید

به‌عنوان راهنمایی:

ـ برای انتخاب عملکرد هر ربات، بر روی برد کنترلر مشترک یک کلید فشاری تعبیه نمایید که با هر بار فشردن، عملکرد یکی از ربات‌ها را انتخاب نماید و درصورت امکان جهت نمایش انتخاب هر ربات، یک LED درنظر بگیرید که با فعال شدن آن عملکرد، روشن شود.

ـ با استفاده از ۱۰ عدد سنسور مادون قرمز به‌سادگی می‌توان ربات تعقیب خط و آتش‌نشان را طراحی و راه‌اندازی نمود، به‌نحوی که ۵ سنسور برروی یک برد سنسور، روبه زمین و ۵ سنسور دیگر به‌صورت مجزا برروی برد دیگر، روبه جلو ربات پیش‌بینی گردد، آی‌سی‌های مقایسه‌کننده می‌توانند مشترک یا برروی هر برد سنسور به‌صورت جداگانه تعبیه شوند، بدیهی است که با فعال شدن هر ربات لازم است تغذیه سنسورهای مربوط به آن وصل بوده و تغذیه سایر سنسورها قطع گردد.

نمونه‌ای از قوانین ربات مسیریاب حرفه‌ای

زمین مسابقه

۱ زمین مسابقه از جنس MDF یا لترون سفید و مسیر به رنگ سیاه با عرضِ ۱۶ میلی‌متری با خطای ۱۵٪ می‌باشد. همچنین در مرحله نهایی مسابقه لزوماً رنگ‌های سیاه و سفید مشخص‌کننده مسیر حرکت ربات نیستند. همچنین در محل اتصال صفحات زمین ممکن است ناهمواری به اندازه ۳ میلی‌متر وجود داشته باشد.

۲ در بعضی از نقاط پیست ممکن است از برچسب‌های سفید یا مشکی استفاده شود.

۳ خطوط قرمز رنگی در حاشیه زمین در فاصله ۲۲ سانتی‌متری خط مشکی مسیر قرار دارند.

۴ در صورت وجود هرگونه نویز محیطی، مسئولیت به عهده تیم شرکت‌کننده است (ربات‌ها بایستی ایزوله باشند).

نحوه برگزاری

۱ بعد از هر مسابقه ربات مربوطه تا پایان مسابقات آن مرحله قرنطینه خواهد شد. پس از قرنطینه، شرکت کنندگان به‌جز باتری اجازه جدا کردن هیچ قطعه دیگری را ندارند.

توجه: قرنطینه در مرحله فینال پیش از شروع مسابقه انجام می‌شود.

۲ کل زمان مسابقه برای هر تیم ۱۰ دقیقه می‌باشد. امکان اضافه کردن زمان و یا به تعویق انداختن زمان وجود ندارد.

- در مدت ۱۰ دقیقه بنابر اعلام و هماهنگی با داور برای هر تیم سه بار زمان رکورد توسط داور ثبت می‌شود.

پس از پایان ۱۰ دقیقه، برای ربات (در هر منطقه‌ای باشد) به‌هیچ عنوان امکان ادامه مسیر وجود نخواهد داشت و امتیاز و رکورد مسیر طی شده مورد محاسبه قرار می‌گیرد.

زمان به‌وسیله سیستم گیت‌های الکترونیکی یا توسط خود داوران با ساعت‌های زمان سنج اندازه‌گیری خواهد شد.

۳ تغییرات مکانیکی و الکترونیکی حتی در زمان ۱۰ دقیقه آزاد است.

۴ امکان تغییر برنامه و یا تعویض میکروکنترلر ربات برروی پیست وجود ندارد.

۵ پس از اعلام هر تیم توسط مسئول لیگ برای ورود به زمین مسابقه، زمان‌گیری آغاز می‌گردد. و زمان تا ۳ دقیقه برای تیم محفوظ است. عدم حضور یکی از اعضای شرکت‌کننده ـ به هر دلیلی ـ پس از ۳ دقیقه در کنار زمین مسابقه، منجر به حذف آن تیم خواهد شد.

۶ این مسابقه در دو مرحله مقدماتی و فینال (نهایی) برگزار می‌شود.

۷ از آنجایی که هدف از مسابقه رالی، سرعت بالا توسط بهترین الگوریتم می‌باشد، نقشه مرحله مقدماتی این لیگ ۱ ماه الی۳ هفته پیش از شروع مسابقه و نقشه مرحله نهایی آن یک هفته پیش از شروع مسابقه در سایت قرار خواهد گرفت.

۸ در هر مرحله طرح زمین مسابقه با مرحله قبل متفاوت می‌باشد.

۹ بسته به سطح تیم‌های شرکت‌کننده، امتیازات و روند برگزاری مسابقات تعداد تیم‌های راه یافته به مرحله نیمه‌نهایی و نهایی مشخص می‌شود.

۱۰ پیش از شروع مرحله مقدماتی، ترتیب ورود تیم‌ها به زمین، قرعه‌کشی می‌شود. در مراحل بعدی نیز طبق بهترین رکورد مرتب می‌گردند.

۱۱ پس از قرعه‌کشی امکان جابه‌جایی تیم‌ها وجود نخواهد داشت.

۱۲ استفاده از باتری داخلی برای ربات ضروری است.

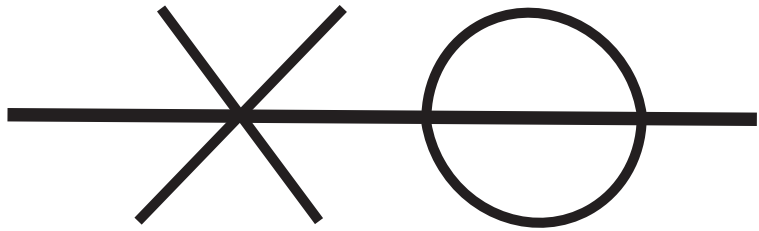
۱۳ پیشنهاد می شود اعضای تیم در طول مسابقات با لباس (کاور) یک شکل حضور یابند.

۱۴ درصورت بروز شرایط پیش‌بینی نشده، تصمیم به عهده هیئت داوران می‌باشد.

المان‌های مسیر

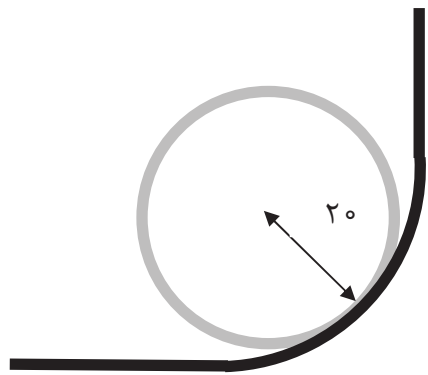
در این بخش به معرفی المان‌های متنوع مسیر که مورد نظر تیم طراحی زمین می‌باشند می‌پردازیم. تنوع این المان‌ها در سه مرحله مسابقه یکسان خواهد بود. در ادامه به معرفی این المان‌ها می‌پردازیم. توجه کنید که دشواری مسیر در هر مرحله از مسابقه افزایش می‌یابد. شکل‌های رسم شده در این بخش صرفاً با هدف معرفی بهتر المان‌ها بوده و مسیر مسابقه لزوماً مشابه آنها نخواهند بود.

۱ ممکن است در مسیر خطوط انحرافی وجود داشته باشد.

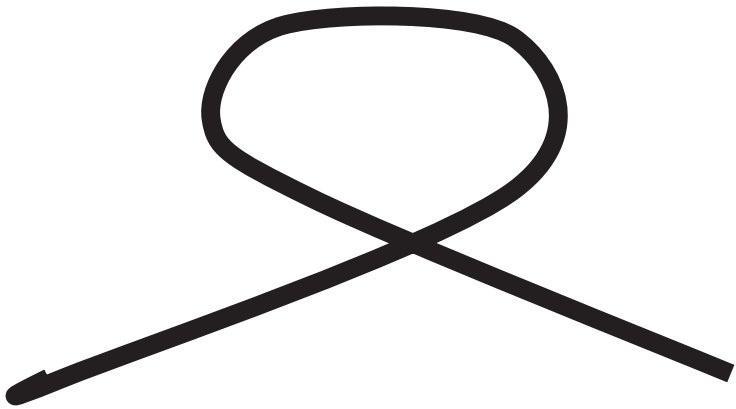


۲ بعد از هر المان مسیر، حداقل ۲۰ cm مسیر مستقیم وجود دارد. این مقدار فاصله در مرحله فینال تنها ۱۵ cm می‌باشد.

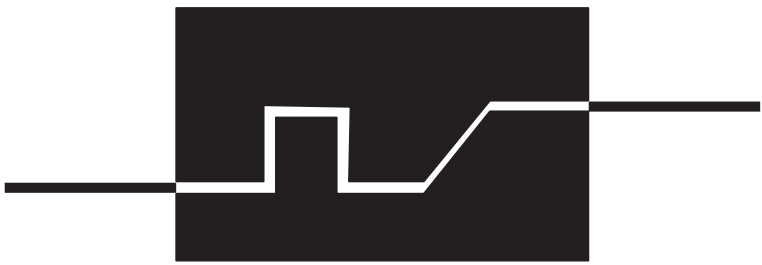
۳ در طول مسیر انحناهایی با شعاع حداقل ۲۰ cm وجود دارد.



۴ امکان دارد در مسیر حلقه بسته یا Loop وجود داشته باشد. زاویه تقاطع ورود به حلقه ۹۰ درجه خواهد بود.



۵ ممکن است در قسمت‌هایی از زمین رنگ زمینه و مسیر برعکس شود. تمامی المان‌های ذکر شده در ناحیه با رنگ برعکس نیز می‌تواند باشد. حداقل زاویه ورود به زمینه برعکس، ۴۵ درجه خواهد بود.



۶ ممکن است منطقه تغییر رنگ در ابتدای مسیر قرار گیرد.

تخلفات منجر به ریست

۱ هرگونه تحریک فیزیکی ربات هنگام مسابقه (تماس دست با ربات و...)
۲ تغییر ولتاژ در حین حرکت ربات در مسیر مسابقه.
۳ طی کردن مسیر در جهت عکس و گم کردن مسیر حتی درصورتی که مسیر را در نقطهٔ دیگری پیدا کند.
۴ انحراف ربات از مسیر اصلی و ورود به مسیرهای دیگر
۵ نرفتن لوپ یا رفتن چندین بار لوپ یا مسیر بسته
۶ چرخش ربات به دور خود
۷ عبور بخشی از ربات از خطوط قرمز که در دو طرف مسیر قرار گرفته است.

تخلفات منجر به حذف تیم

۱ حداکثر ابعاد ربات ۲۵ × ۲۵ × ۲۵ می‌باشد، در غیر این صورت ربات حذف می‌گردد.
۲ هرگونه ارتباط بیرونی با ربات (پردازش خارجی، ریموت کنترل....)
۳ قرار دادن هرگونه حافظه که اطلاعات مسیر را در خود ذخیره کند و استفاده نماید.
۴ برهم زدن نظم مسابقه و عدم رعایت معیارهای اخلاقی توسط اعضای هر تیم
۵ در صورت آسیب رساندن اعضای تیم یا ربات به مسیر مسابقه
۶ هرگونه اختلال در کار سایر تیم‌ها تخلف محسوب می‌شود و منجر به حذف تیم خاطی می‌گردد.
۷ هیچ اعتراضی به‌صورت مستقیم به تصمیمات هیئت داوران وارد نیست. اعتراض در حین مسابقه باعث حذف تیم می‌شود.
۸ درصورت عدم حضور تیم شرکت‌کننده در زمین مسابقه در زمان مقرر زمان به مدت ۳ دقیقه برای تیم شرکت کننده محفوظ است. پس از آن حذف می‌گردد.

نحوه امتیازدهی

۱ بدیهی است تیم‌هایی لایق به کسب مقام‌های برتر هستند که تمامی مسیر را در کوتاه‌ترین زمان طی نمایند.

۲ امتیاز هر مرحله بدون توجه به امتیاز مرحله قبل حساب می‌شود.

۳ درصورتی که ربات به هردلیلی مسیر مسابقه را در زمان مذکور تمام نکند، مسافتی که وی تا آن مرحله طی کرده به انضمام رکورد تا منطقهٔ طی شده برای وی ثبت خواهد شد.

۴ در صورت عدم استفاده از هرگونه چسب به دور چرخ های ربات، زمان رکورد ضرب در ۰/۹ خواهد شد.

هنرآموزان محترم، می‌توانند نظرهای اصلاحی خود را دربارهٔ مطالب این کتاب از طریق نامه به نشانی تهران - صندوق پستی ۴۸۷۴ / ۱۵۸۷۵ - گروه درسی مربوط و یا پیام نگار tvoccd@roshd.ir ارسال نمایند.

وب گاه: www.tvoccd.medu.ir

دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش