فصل ۱ : تعاریف و کلیات طراحی

تعریف ربات :[۱]

ربات یک سیستم الکترومکانیکی است که حداقل یکی از رفتارهای انسان را تقلید نماید. بر این اساس ربات‌های مختلفی طراحی و ساخته می‌شوند. مانند ربات‌های فوتبالیست، جنگجو، مین‌یاب، امدادگر، انسان‌نما و ربات صخره‌نورد و... و ربات‌های تعقیب خط نیز بر این اساس قابل تعریف هستند.

تاریخچه تحولات حوزه رباتیک:[۵]

کلمه ربات توسط Karel Capek نویسنده نمایشنامه R.U.R (ربات‌های جهانی روسیه) در سال 1921 ابداع شد. ریشه این کلمه، کلمه چک اسلواکی (robotnic)به معنی کارگر می‌باشد.

در نمایشنامه وی نمونه ماشین، بعد از انسان بدون دارا بودن نقاط ضعف معمولی او، بیشترین قدرت را داشت و در پایان نمایش این ماشین برای مبارزه علیه سازندگان خود استفاده شد.

البته پیش از آن یونانیان مجسمه متحرکی ساخته بودند که نمونه اولیه چیزی بوده که ما امروزه ربات می‌نامیم . امروزه معمولاً کلمه ربات به معنی هر ماشین ساخت بشر که بتواند کار یا عملی که به طور طبیعی توسط انسان انجام می‌شود را انجام دهد، استفاده می‌شود.

بیشترربات‌ها امروزه درکار خانه ها برای ساخت محصولاتی مانند اتومبیل، الکترونیک و همچنین برای اکتشافات زیر آب یا در سیارات دیگر مورد استفاده قرار می گیرد.

۱۹۲۰: نمایش نامه نویس چک اسلواک Karl capek ، کلمه ربات را در نمایش «ربات‌های جهانی روسیه» استفاده کرد این جمله از کلمه چکی «Robota » به معنی« کوشش ملال آور» آمده است .

۱۹۳۸ : خستین الگوی قابل برنامه‌ریزی که یک دستگاه سم‌پاشی بود، توسط دو آمریکایی به نام‌های Willard pollar و Harold Roselundبرای شرکت devilbiss طراحی شد .

۱۹٤۲ : ایزاک آسیموف Runaroundرا منتشر کرد و در آن قوانین سه‌گانه رباتیک را تعریف کرد .

۱۹٤٦: ظهور کامپیوتر George Devol، با استفاده از ضبط مغناطیسی، یک دستگاه playback همه منظوره، برای کنترل ماشین به ثبت رساند. John Mauchly اولین کامپیوتر الکترونیکی (ENIAC) را در دانشگاه پنسیلوانیا ساخت. درMIT ، اولین کامپیوتر دیجیتالی همه منظوره (Whirl wind) اولین مسئله خود را حل کرد .

۱۹۵۱ : در فرانسه Reymond Goertz اولین بازوی مفصلی کنترل از راه دور را برای انجام مأموریت هسته‌ای طراحی کرد. طراحی آن مبتنی بر کلیه روابط متقابل مکانیکی بین بازوی اصلی و فرعی با استفاده از روش متداول تسمه و قرقره بود که نمونه‌هایی برگرفته از این طرح هنوز هم در مواردی که نیاز به لمس نمونه های کوچک هسته‌ای است، دیده می‌شود .

۱۹٥٤: George Devol اولین ربات قابل برنامه‌ریزی را طراحی وعبارت جهانی اتوماسیون را ابداع کرد. این امرزمینه ای

برای نام‌گذاری این شرکت به Unimation در آینده شد .

۱۹۵۹ : Marvin Minskyو John McCarthy آزمایشگاه هوش مصنوعی را در MIT بنا نهادند .

۱۹۶۰ : Unimationتوسط شرکت Coudoc خریداری شد و توسعه سیستم ربات‌های آن آغاز گردید. کارخانجات ساخت تراشه مانند AMF پس از آن شناخته شدند واولین ربات استوانه ای شکل به نام Versatran که توسط Harry Johnson &Veljkomilen kovic طراحی شده بود، فروش رفت.

۱۹۶۲ : جنرال موتورز اولین ربات صنعتی را از Unimation خریداری کرد و آن را در خط تولید خود قرار داد.

۱۹۶۳ : John Mccarthyآزمایشگاه هوش مصنوعی دیگری از دانشگاه استنفورد بنا کرد .

۱۹۶٤ : آزمایشگاه‌های تحقیقاتی هوش مصنوعی در M.I.T ،مؤسسات تحقیقاتی استنفورد (SRI) دانشگاه استنفورد و دانشگاه ادین برگ گشایش یافت .

۱۹۶٤ : رباتیک C&D پایه گذاری شد .

۱۹۶۵ : دانشگاه Carnegie Mellon مؤسسه رباتیک خود را تأسیس کرد .

۱۹۶۵ : حرکت یکنواخت (Homogeneous Trans formation) در شناخت نحوه حرکات ربات به کار رفت . این روش امروزه به عنوان نظریه اسامی رباتیک وجود دارد .

۱۹۶۵ : ژاپن ربات Verstran (نخستین رباتی که به ژاپن وارد شد) را از AMF خریداری کرد .

۱۹۶۸ : کاوازاکی مجوز طراحی ربات‌های هیدرولیک را از Unimation گرفت و تولید آن را در ژاپن آغاز کرد .

۱۹۶۸ : SRI Shakey (یک ربات سیار با قابلیت بینایی و کنترل با یک کامپیوتر به اندازه یک اتاق) را ساخت .

۱۹۷۰ : پروفسور victor sheinman از دانشگاه استنفورد بازوی استاندارد را طراحی کرد. ساختار ترکیب حرکتی اوهنوز هم به بازوی استاندارد معروف است .

۱۹۷۳ : Cincinnate Milacronاولین مینی کامپیوتر قابل استفاده تجاری که با رباتهای صنعتی کنترل می شد (T3)را عرضه کرد. (طراحی توسط (Richard Hohn)

۱۹۷٤: پروفسورVictor Scheinman ،سازنده بازوی استاندارد، Inc Vicarmرا جهت فروش یک نسخه برای کاربردهای صنعتی ساخت. بازوی جدید با یک مینی کامپیوتر کنترل می‌شد .

۱۹۷۶ : Vicarm Incدر کاوشگر فضایی وایکینگ 1و2 استفاده شد. یک میکرو کامپیوترهم درطراحی vicarm به کار رفت

۱۹۷۷ : یک شرکت ربات اروپایی (ASEA) ، دو اندازه از ربات‌های قدرتمند الکتریکی صنعتی را عرضه کرد که هر دو ربات از یک کنترلر میکرو کامپیوتر برای برنامه ریزی عملکرد خود استفاده می‌کردند .

۱۹۷۷ : Inc, Unimation vicarm را فروخت .

۱۹۷۸ : unimationبا استفاده ازتکنولوژی (puma) Vicarm ماشین قابل برنامه‌ریزی برای مونتاژ (puma) را توسعه داد . امروزه همچنان می‌توان puma را در بسیاری از آزمایشگاه‌های تحقیقاتی یافت .

۱۹۷۸ : ماشین خودکار Brooks تولید شد .

۱۹۷۸ : IBMو SANKYO ربات با بازوی انتخاب کننده، جمع کننده ومفصلی (SCARA) که دردانشگاه Yamanashi ژاپن

برنامه‌ریزی و تولید شده بود، را فروختند .

۱۹۸۰ : Cognexتولید شد .

۱۹۸۱ : گروه ربات‌های CRS عرضه شد .

۱۹۸۲ : Fanuc از ژاپن و جنرال موتورز در GM Fanucبرای فروش ربات در شمال آمریکا قرار داد بستند .

۱۹۸۳ : تکنولوژی Adept عرضه شد .

۱۹۸٤ : Joseph Engelberger ایجاد تغییرات در رباتیک را آغاز کرد و پس از آن نام ربات‌های کمک (Helpmate) به ربات‌های خدماتی توسعه یافته (developed service Robots) تغییر یافت .

۱۹۸٦ : با خاتمه یافتن مجوز ساختUnimation ، کاوازاکی خط تولید ربات‌های الکتریکی خود را توسعه داد.

۱۹۸۸ : گروه Staubli Unimation را از Westing house خرید .

۱۹۸۹: تکنولوژی Sensable عرضه شد .

۱۹۹٤ : یک ربات متحرک شش پا از مؤسسه رباتیکCMU یک آتشفشان در آلاسکا را برای نمونه برداری از گازهای آتشفشانی کاوش کرد .

۱۹۹۷ : ربات راه‌یاب مریخ ناسا از زمانی‌که ربات وارد مریخ شد تصاویری از جهان را ضبط و ربات سیار Sojourner تصاویری از سفرهایش به سیاره‌های دور را ارسال کرد.

۱۹۹۸ : Hondaنمونه ای از p^3 (هشتمین نمونه در پروژه طراحی شبیه انسان) که در 1986 آغاز شده بود را عرضه کرد.

۲۰۰۰ : Honda نمونه آسیمو نسل بعدی از سری ربات‌های شبیه انسان را عرضه کرد .

۲۰۰۰ : Sony از ربات شبیه انسان خود که لقب (SDR (Sony Dream Robots را گرفت، پرده برداری کرد .

۲۰۰۱ : Sony دومین نسل از ربات‌های سگ Aibo را عرضه کرد .

۲۰۰۱ : سیستم کنترل از راه دورایستگاه فضایی (SSRMS) توسط مؤسسه رباتیک MD در کانادا ساخته و با موفقیت به مدار پرتاب شد و عملیات تکمیل ایستگاه فضایی بین‌المللی را آغاز کرد.

ربات یک ماشین الکترومکانیکی هوشمند است با خصوصیات زیر: [٥]

*می توان آن را مکرراً برنامه ریزی کرد.

*چند کاره است.

*کارآمد و مناسب برای محیط است.

قانون رباتیک مطرح شده توسط آسیموف: [٥]

١- ربات ها نباید هیچگاه به انسانها صدمه بزنند.

٢- رباتهاباید دستورات انسانها را بدون سرپیچی از قانون اوّل اجرا کنند.

٣- رباتها باید بدون نقض قانون اوّل و دوم از خود محافظت کنند.

ربات‌ها دارای سه قسمت اصلی هستند : [٥]

مغز که معمولاً یک کامپیوتر است .

محرک و بخش مکانیکی شامل موتور، پیستون، تسمه، چرخ‌ها، چرخ دنده‌ها و ...

سنسور که می‌تواند از انواع بینایی، صوتی، تعیین دما، تشخیص نور، تماسی یا حرکتی باشد .

با این سه قسمت، یک ربات می‌تواند با اثرپذیری و اثرگذاری در محیط کاربردی‌تر شود.

مزایای‌رباتها:[٥]

١- رباتیک و اتوماسیون در بسیاری از موارد می توانند ایمنی، میزان تولید، بهره و کیفیت محصولات را افزایش دهند.

٢- رباتها می توانند در موقعیت های خطرناک کار کنند و با این کار جان هزاران انسان را نجات دهند.

٣- رباتها به راحتی محیط اطراف خود توجه ندارند و نیازهای انسانی برای آنها مفهومی ندارد. رباتها هیچگاه خسته نمی‌شوند.

٤- دقت رباتها خیلی بیشتر از انسانها است آنها در حد میلی یا حتی میکرو اینچ دقت دارند.

٥- رباتها می توانند در یک لحظه چند کار را با هم انجام دهند ولی انسانها در یک لحظه تنها یک کار انجام می دهند.

معایب‌رباتها:[٥]

١- رباتها در موقعیتهای اضطراری توانایی پاسخگویی مناسب ندارند که این مطلب می تواند بسیار خطرناک باشد.

٢- رباتها هزینه بر هستند.

٣- قابلیت های محدود دارند یعنی فقط کاری که برای آن ساخته شده اند را انجام می دهند.

برای مثال امروزه برای بررسی وضعیت داخلی رآکتورها از ربات استفاده می شود تا تشعشعات رادیواکتیو به انسانها صدمه نزند.

تاثیر رباتیک در جامعه: [۵]

علم رباتیک در اصل در صنعت به‌کار می‌رود و ما تأثیر آن را در محصولاتی که هر روزه استفاده می‌کنیم، می‌بینیم که این تأثیرات معمولاً در محصولات ارزان‌تر دیده می‌شود.ربات‌ها معمولاًدر مواردی استفاده می‌شوند که بتوانند کاری را بهتر از یک انسان انجام دهند یا درمحیط پرخط فعالیت نمایند مثل اکتشافات در مکان‌های خطرناک مانند آتش فشان‌ها که می‌توان بدون به خطر انداختن انسان‌ها انجام داد.

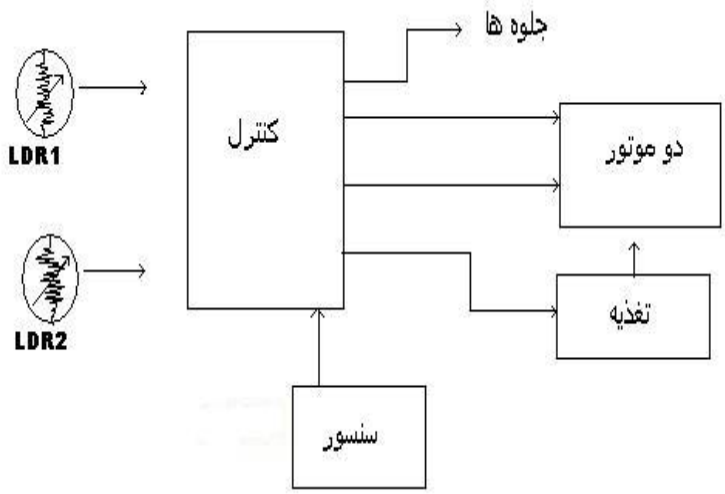
آینده‌رباتیک:[۵]

جمعیت ربات‌ها به سرعت در حال افزایش است. این رشد توسط ژاپنی‌ها که ربات‌های آن‌ها تقریباً دو برابر تعداد ربات‌های آمریکا است، هدایت شده است.همه ارزیابی‌ها بر این نکته تأکید دارد که ربات‌ها نقش فزاینده‌ای در جوامع مدرن ایفا خواهند کرد. آن ها به انجام کارهای خطرناک، تکراری، پر هزینه و دقیق ادامه می‌دهند تا انسان‌ها را از انجام آن‌ها باز دارند.

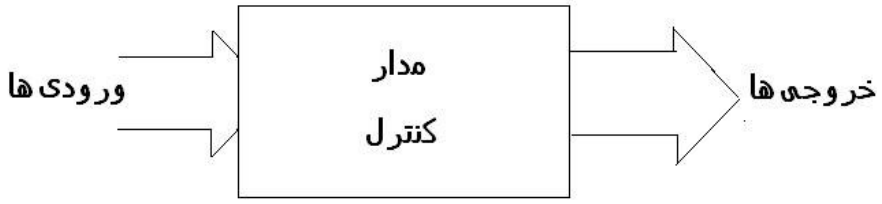
انواع ربات: [۱]

ربات‌ها با توجه به نوع پردازنده به کار رفته در آن‌ها به دو نوع هوشمند و ریموت کنترل تقسیم می‌شوند که نوع ریموت کنترل توسط نیروی انسانی کنترل می‌شود و در نوع هوشمند کلیه فرآیندهای تصمیم‌گیری بر عهده پردازنده ربات می‌باشد. پردازنده با توجه به عملکرد ربات می‌تواند کامپیوتر، میکروکنترلر، میکروپروسسوری یا ریزرایانه (میکروکامپیوتر) باشد.

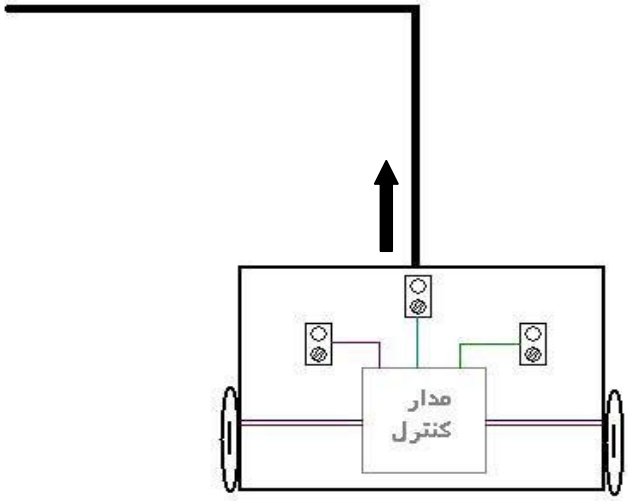
یک ربات تعقیب کننده خط که دو موتور و سنسور دارد فقط به قسمتهای زیر احتیاج دارد.[۲]



شکل ۱ - ۱ ساختار ربات تعقیب خط



شکل ۱-۲ بلوک ورودی ها،خروجی ها و بلوک کنترل ربات [۲]



شکل ۱-۳ ربات یک مسیری را دنبال می کند[۲]

نکات مهم در طراحی ربات: [۱]

۱- در طراحی ایده‌آل بیشترین کارایی با حداقل هزینه مورد نظر است. بسیاری از ربات‌های موفق با هزینه‌های بسیارکم ساخته می‌شوند.

۲- باید تا حد امکان از تجهیزات موجود در بازار به نحو احسن استفاده کرد.

۳- از کوچکترین قطعات ممکن استفاده نمود.

٤- برای یک طراحی موفق، حتماً باید از نرم‌افزا ر اتوکد برای طراحی بخش مکانیک و از نرم‌افزارهای پروتل، اسپایس یا EWB برای طراحی بخش الکترونیک استفاده نمود.

٥- به غیر از نور محیط، هیچ پارامتر خارجی بر عملکرد ربات تأثیر ندارد.

٦- قبل از ساخت ربات، شبیه‌سازی ربات با استفاده از مدل‌های فلزی، چوبی یا پلاستیکی بسیار سودمند است.

قوانین مسابقه: [۱]

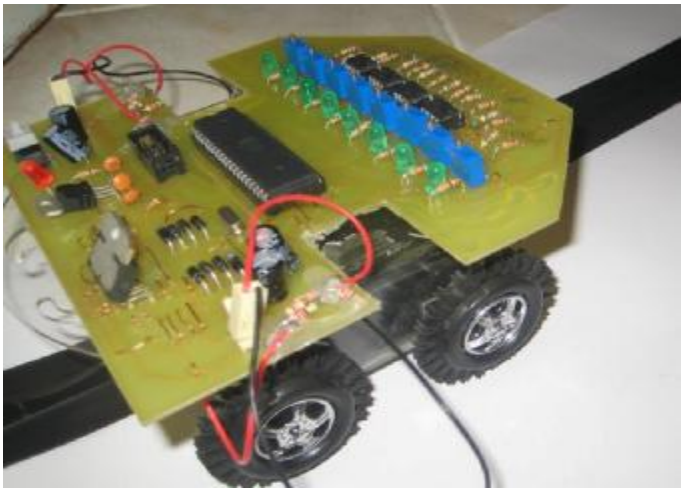
ساخت پیست مسابقه:

بیشتر علاقمندان به رباتیک، چوب را بهترین ماده برای ساختن پیست مسابقه می‌دانند. زیرا که تجهیزات و ابزارهای خاصی برای تغییر شکل آن مورد نیاز نمی‌باشد.

یک تخته بزرگ و صاف می‌تواند به عنوان پیست مورد استفاده قرار گیرد. می‌توان رنگ سفید را روی آن اسپری نمود و از چسب برق مشکی به عنوان خط سیاه استفاده کرد.

تعریف مسابقه: [۱]

هدف از طراحی و ساخت ربات تعقیب خط ایجاد یک سیستم الکترومکانیکی هوشمند است که یک خط سیاه را در یک زمینه سفید دنبال کند. ربات پیروز، رباتی است که در کمترین زمان مسیر مسابقه را طی نماید.



شکل ۱-٤ نمونه کامل شده ربات مسیر یاب درپیست

فصل ۲ : بخش مکانیک ربات

سیستم حرکتی ربات :[۱]و [۳]

سیستم حرکتی یکی از مهمترین اجزای تشکیل‌دهنده ربات است و هدف آن بررسی چگونگی انتقال ربات از یک نقطه به نقطه دیگر است. این سیستم شامل جزئیاتی در مورد چگونگی استفاده از چرخ‌هاست که رایج‌ترین سیستم حرکتی ربات‌های تعقیب خط است.

حرکت رباتها با استفاده از پا، چرخ یا ریل و ..... انجام می شود. چرخها یا پاها را می توان با موتورها، سولنوئیدها، آلیاژهای حافظه دار (SMA) و..... به حرکت در آورد . که معمولا در بیشتر رباتها از موتور و چرخ استفاده می شود . یکی از مهمترین اجزای یک ربات نیروی محرکه آن است. برای حرکت دادن سازه ای که ساخته اید نیاز به انرژی مکانیکی دارید. این انرژی معمولا توسط یک موتور الکتریکی تامین می شود. موتور الکتریکی یا اصطلاحاً آرمیچر ها در واقع مبدل های انرژی هستند. موتورهای الکتریکی می توانند انرژی الکتریکی که از ترمینالهای آن وارد می شود را به انرژی مکانیکی تبدیل کنند. انرژی مکانیکی معمولا به صورت دوران در شافت (محور) موتور ظاهر می شود. دوران این محور دو مشخصه اساسی دارد: یکی سرعت دوران آن و دیگری قدرت آن . ایده کلی این است که وقتی که یک ماده حامل جریان الکتریسیته تحت تاثیر یک میدان مغناطیسی قرار می گیرد، نیرویی بر روی آن ماده از سوی میدان اعمال می شود. در یک موتور استوانه ای، روتور به علت گشتاوری که ناشی از نیرویی است که به فاصله ای معین از محور روتور به روتور اعمال می شود، می گردد. با توجه به این که گفتیم موتور یک مبدل است، اگر موتور شما ایده آل باشد توان خروجی که به دست می آورید با توان ورودی یعنی انرژی الکتریکی مصرف شده برابر خواهد بود .

ربات‌های چرخ دار: [۱]

متداول‌ترین نوع ربات‌های تعقیب خط، ربات‌های چرخ‌دار هستند. این سیستم قدیمی‌ترین، ساده‌ترین و مؤثرترین روش برای حرکت بر روی سطوح صاف است. در این ربات‌ها، چرخ‌ها به راحتی ساخته می‌شوند، قابلیت مانور خوبی دارند و به راحتی به شفت موتورها متصل می‌شوند. طراحی چرخ‌ها و تعداد آن‌ها معمولاً به سلیقه شخصی افراد و چگونگی استفاده از چرخ‌ها بستگی دارد.

ربات‌های دارای ۲ چرخ و ٤ چرخ متداول‌ترین ربات‌ها هستند، اما در اکثر طراحی‌های حرفه‌ای ربات‌ها با ٦ چرخ یا بیشتر ساخته می‌شوند. با این وجود تعداد زیادی از ربات‌های تعقیب خط ۳ چرخ هستند. زیرا هدف اکثر سازندگان پیروزی در مسابقات است و سازندگان به دنبال طراحی‌های بهینه و پیشرفته نیستند. در اینجا نمونه‌هایی از سیستم‌های چرخ‌دار و مزایا و معایب آن‌ها را بررسی خواهیم کرد.

رباتهای ۲ چرخ : [۱]

قبل از استفاده از این سیستم باید به دنبال روش هایی برای پایدار کردن ربات خود باشید. بدنه یک ربات دو چرخ به طور طبیعی به عقب حرکت می کند و در هنگام توقف نیز بدنه به طرف جلو متمایل می شود. علت آن است که مرکز ثقل ربات در بالای محور چرخ ها قرار دارد. متداول ترین راه برای حل این مشکل، انتقال چرخ ها کمی به سمت عقب ربات و اضافه کردن یک جفت چرخ هرز گرد به نقاط جلویی ربات است، به گونه ای که مرکز ثقل ربات بین چرخ ها ی جلو و عقب قرار گیرد. با داشتن چرخ های هرزگرد تقریبا یک ربات ٤ چرخ خواهید داشت. برای ربات های تعقیب خط چرخ های هرزگرد از یک ساچمه در داخل یک حفره تشکیل شده است. اخیرا نمونه هایی از جرخ های هرزگرد مشابه آنچه در پایه صندلی های چرخ دار وجود دارد به بازار ارائه شده است .

ربات‌های ٤ چرخ: [۱]

مهمترین مزیت ربات‌های ٤ چرخ این است که کل وزن ربات بر روی چرخ‌های متحرک است و از این دیدگاه راندمان در وضعیت بسیار خوبی قرار دارد. در صورتی که در ربات‌های دو چرخ بخشی از وزن ربات بر روی چرخ‌های هرزگرد قرار دارد. مزیت دیگر ربات‌های ٤ چرخ این است که نیرو محرکه موجود به صورت مساوی به همه چرخ‌ها منتقل می‌شود و از بلند شدن چرخ‌ها در هنگام حرکت جلوگیری خواهد شد . تنها عیب این ربات‌ها آن است که در هنگام دور زدن به انرژی بیشتری در در مقایسه با ربات‌های ۲چرخ نیاز دارند. مزیت جالب دیگر این سیستم آن است که در هنگام مسابقه اگر یکی از موتورها به علتی (مثلاً سوختن درایور موتور) از سیستم خارج شود، ربات با سه موتور باقیمانده به مسابقه ادامه خواهد داد. اما در شرایط مشابه ربات‌های ۲ چرخ مسابقه را از دست خواهند داد. زیرا پس از خارج شدن یکی از موتورها، ربات به دور خود خواهد چرخید!

موارد مهم در انتخاب چرخ : [۳]

۱ - اندازه قطر یک جرخ باید به اندازه ای باشد که با دور موتور شما هماهنگی داشته باشد چون هرچه قطر چرخ بیشتر باشد، با یک دور، موتور ربات مسیر بیشتری را طی می کند و هرچه قطر آن کمتر باشد با یک دور چرخش موتور ربات مسیر کمتری را طی می کند. دور موتور و اندازه قطر چرخ سرعت ربات را تعیین می کنند.

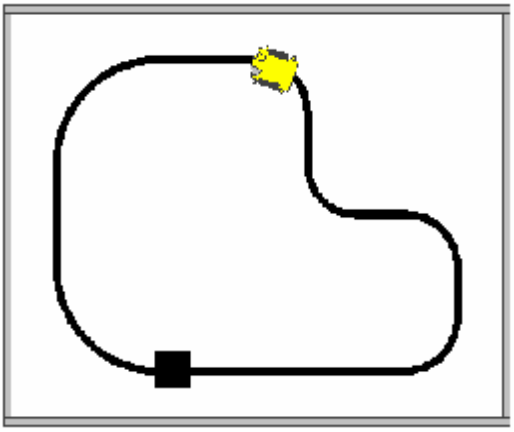
۲ - اندازه عرض چرخ : عرض چرخ برای تعادل چرخ بر روی زمین است . و به همان نسبت تماس چرخ با زمین بیشتر می شود و اصطحکاک بیشتری دارد.

۳ - اصطحکاک چرخ : برای بالا بردن اصطحکاک چرخ با زمین از لاستیک استفاده می کنیم و یا چرخ های آج دار.

شکل ۲-۱ انواع چرخها [۳]

ربات های مسیر یاب : [٦]

ربات مسیریاب رباتی است که می تواند در یک مسیر از قبل تعیین شده حرکت کند، این مسیر میتواند یک خط سیاه در زمینه سفید یا یک خط سفید در زمینه سیاه باشد. یا مخلوتی از هر دو باشد.



شکل ۲-۲ نمونه ای از مسیر ربات تعقیب خط

یک ربات مسیر یاب از بخش های کلی زیر تشکیل می شود که در ادامه هر یک را بررسی می کنیم:

بدنه ربات

مدار تغذیه

قسمت حرکت

بخش سنسور ها و فرمان

پردازنده و برنامه نویسی

بدنه ربات:

برای بدنه ربات، شما می‌توانید از هر جسمی استفاده کنید اما این جسم باید دارای شرایط زیر باشد:

-سبک باشد

-محکم باشد

-امکان سوار کردن اجزا روی ان وجود داشته باشد.

-امکان ایجاد تغیر در شکل آن باشد.

-جمع جور باشد.

با توجه به مطالب بالا بهترین گزینه برای بدنه ربات پلاستیک می‌باشد، شما می‌توانید از شاسی ماشین های اسباب بازی یا از شاسی های اماده موجود در بازار استفاده کنید. در یک ربات معمولا پردازنده و قسمت فرمان در وسط بدنه، موتور ها در طرفین، سنسور ها در جلو، و باتری در عقب قرار می‌گیرد. همچنین کلیه اجزا توسط پیچ و مهره یا چسپ

حراراتی یا .. (بهتر است از پیچ و مهره استفاده شود) محکم به بدنه چسبانده میشوند. برای حفاظت ازپردازنده درمقابل نویز یک روکش فلزی روی قسمت فرمان قرار میگیرد.

مدارتغذیه:

برای تغذیه ربات می‌توانید از ولتاژ مستقیم منبع تغذیه DC و یا از باتری استفاده نمایید که در این قسمت طریقه استفاده از منبع تغذیه DC گفته می شود.

از آنجا که ولتاژ ورودی شما از یک منبع تغذیه گرفته می شود، شما باید نسبت به صاف و رگوله بودن آن اطمینان حاصل کنید. ممکن است شما خود را برای یک مسابقه آماده کنید و در مکان مسابقه یک منبع تغذیه بدون اصل ونصب در اختیار شما قرار گیرد، که به ازای ولتاژ 12 ولت، 14 ولت با نوسان زیاد می‌دهد، بنابراین باید خودتان دست به کار شوید و برای رباتتان یک بخش تغذیه مجزا بسازید. معمولا ولتاژ تغذیه موتور ها 12 ولت و ولتاژ تغذیه پردازنده و سنسور ها و ... 5 ولت میباشد.

شما میتوانید از یک رگولاتور 12 و 5 ولت استفاده کنید .

برای اینکه ربات خود را در برابر ولتاژ معکوس (برعکس بودن پلاریته ی ورودی) حفظ کنید می‌توانید از یک پل دیود در ورودی استفاده کنید.

قسمت‌حرکت:

این قسمت در اغلب ربات ها مشتر ک می باشد و بسته به امکانات موجود می‌توانید از هر روش استفاده کنید.

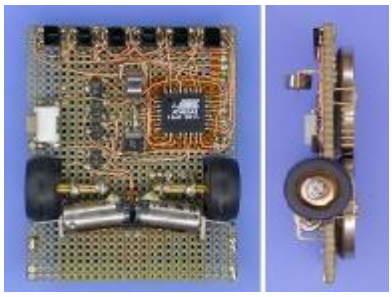
۱ - سیستم حرکت چهار چرخ

در این روش ربات دارای چهار چرخ می‌باشد، چرخ های سمت راست توسط چرخ دنده ها به هم متصل شده اند، دو چرخ سمت چپ نیز همین گونه اند، برای گردش ربات، چرخ های یک سمت برعکس می چرخند، مثلا فرض کنید ربات به سمت راست گردش می‌کند، در این صورت چرخ های سمت راست، برعکس می چرخد، چرخ های سمت چپ نیز به صورت عادی گردش می‌کند.

۲ - استفاده از چرخ هرز گرد:

این روش متداولترین روش جایگزاری چرخ ها است، در این روش دو عدد موتور به دو چرخ عقب متصل می‌شود، در قسمت جلو یک عدد چرخ هرز گرد بسته می‌شود، برای چرخش به چپ موتور سمت چپ خاموش و موتور سمت راست روشن می‌ماند، برای گردش به سمت دیگر نیز برعکس.

۳- روش معمولی، در این روش مانند سیستم حرکتی اتوموبیل، یک موتور وظیفه چرخواندن چرخ های عقب را به عهده دارد، همچنین یک چرخ زاویه دو چرخ جلو را کنترل می نماید.



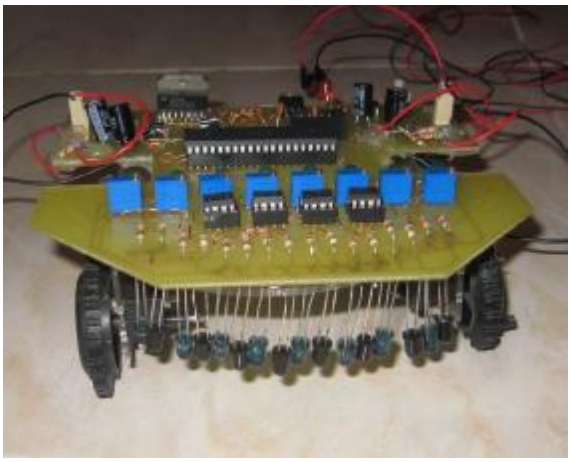
شکل ۲-۳ نمونه ای از ربات

مواد استفاده شده در سیستم حرکتی: [٦]

۱- سیستم کنترل (پردازنده)

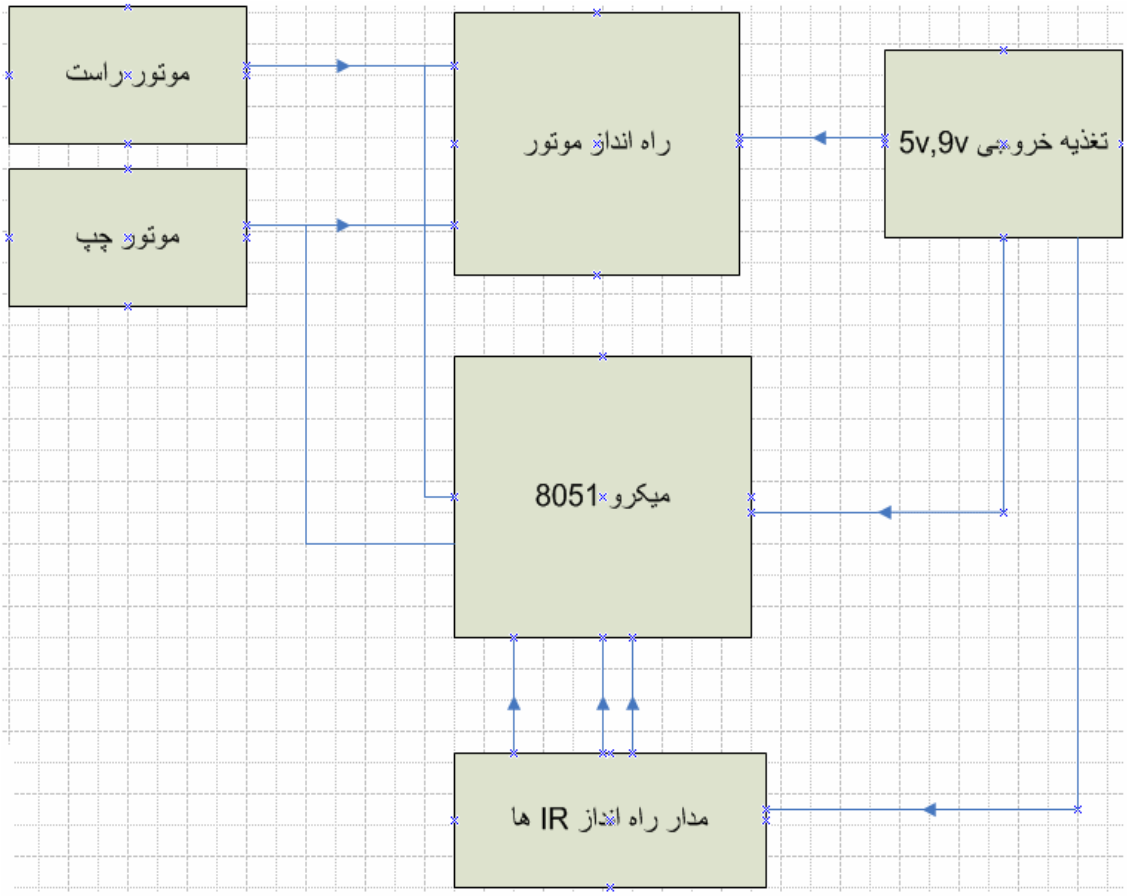
۲- درایو موتور

ازدرایور ها برای افزایش جریان و ولتاژ اعمالی به موتور و همچنین جدا کردن آن از بخش کنترل استفاده می‌شود.



شکل ۲-٤ نمایی از ربات مسیر یاب

فصل ۳ : بخش الکترونیک



شکل ۳-۱ بلوک دیاگرام ربات مسیریاب

در این بلوک دیاگرام تغذیه به همه جا پخش می شود و سیگنالهای ورودی و خروجی از سنسور می رود به میکرو و میکرو تصمیم می گیرد و به L298 فرمان می دهد و L298 هم به موتورها فرمان می دهد.

در ادامه همین فصل به بررسی موارد موجود در بلوک دیاگرام خواهیم پرداخت.

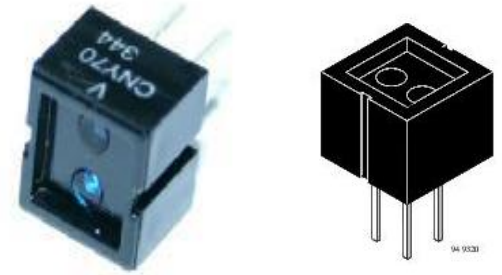
بخش سنسور ها و فرمان: [٦]

این قسمت از ربات باید بتواند خط مشکی را از سفید تشخیص دهد، بنا به نوع خط و عرض آن و نوع مسیر از سنسور ها ی مختلف با چیدمان مختلف استفاده می شود.

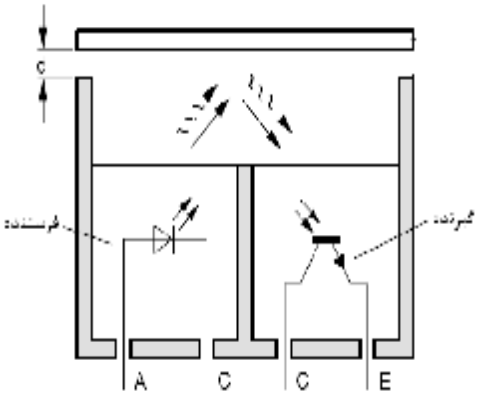
سنسور ها: [۱]و[٦]

سنسور وسیله‌ای است که یک متغیر فیزیکی (مانند: نور، حرارت، فشار، نیرو و...) را به یک سیگنال الکتریکی تبدیل می‌نماید که با توجه به نیاز می‌تواند منتقل شده یا مورد پردازش قرار گیرد. [۱]

در ربات های مسیر یاب از سنسور های مادون قرمز برای تشخیص مسیر استفاده می شود، می‌دانید که سطح سفید نور را دفع و سطح مشکی نور را جذب می‌کند، نور از led فرستنده منتشر می‌شود، در صورتی که سطح سفید باشد ، نور به گیرنده می‌رسد وآن را یک می کند در غیر اینصورت خروجی گیرنده صفر است. درشکل زیر شمای فنی و حقیقی سنسور مادون قرمز را مشاهده می کنید:



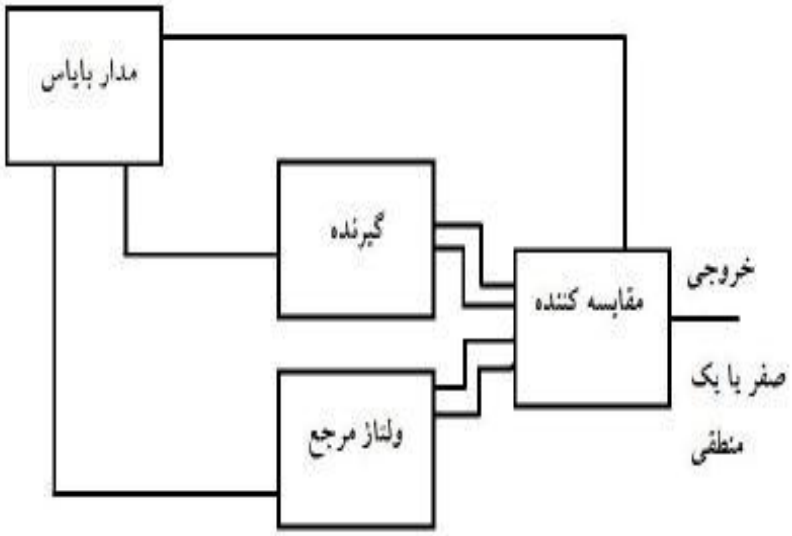
شکل۳-۲ نمونه ای از سنسور مادون قرمز



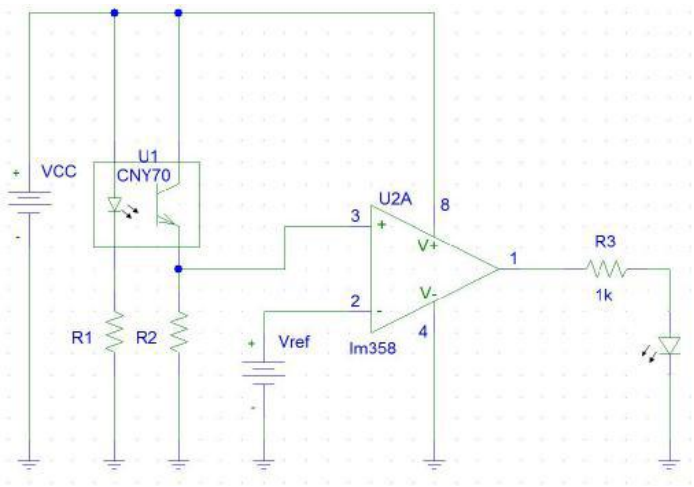
شکل ۳-۳ شمای فنی و حقیقی سنسور مادون قرمز

شکل ۳-۳ ساختار داخلی یک سنسور مادون قرمز یا فرستنده IR مانند LED در ورودی و خروجی آن یک فوتوترانزیستور است که از نوع PNP ,NPN می باشد .

گیرنده و فرستنده نسبت به هم کاملاً عایق نوری هستند حال این فتوترانزیستور را بایاس می‌کنیم تا بتوانیم از تغییرات جریان IC برای تبدیل نور به ولتاژ استفاده کنیم.



شکل ۳-٤ بلوک مدار بایاس فتوترانزیستور [٤]



شکل ۳-۵ نمونه ای از مدار سنسور [٤]

در این مدار ابتدا فرستنده با یک جریان ثابت حدود 16ma اشعه IR را ارسال کرده, طی فاصله ثابت یا متغیراین اشعه برگشتی به بیس (لنز) فتوترانزیستور گیرنده می رسد و در امیتر یا کلکتور طی طراحی مدار ولتاژ مورد نظر را برای مدار تولید می کند. این ولتاژ می تواند با یک ولتاژ مرجع مقایسه شود و خروجی 1 و 0 منطقی دهد یعنی باحضور جسم "1 " و در صورت عدم وجود جسم در جلوی سنسور "0 " منطقی بوجود می آید.

مقاومت R1 را می توان بین 820Ω–80Ω انتخاب کرد هر چقدر که مقاومت کمترباشد به دلیل اینکه جریان عبوری از فرستنده بیشتر است فرستنده قوی تر عمل می کند وسطح ولتاژ در خروجی بالاتر می آید.

برای انتخاب مقاومت R2 با توجه به جریان عبوری از کلکتورترانزیستور مقاومت 10K این جریان کم را به ولتاژ بزرگ تبدیل کرده و می توان فاصله را از 5CM افزایش هم داد. [٤]

سنسورها در ربات تعقیب خط: [۱]

در ربات تعقیب خط تنها متغیر فیزیکی قابل اندازه‌گیری نور است. سنسورهای نوری پس از انجام فرآیند اندازه‌گیری نور محیط(زمینه سفید یا خط سیاه) نتیجه را به صورت یک سیگنال الکتریکی (معمولا یک سطح منطقی 5 ولت) ارائه می کنند که آماده پردازش در پردازنده ربات است.

سنسورهای نوری : [۱]

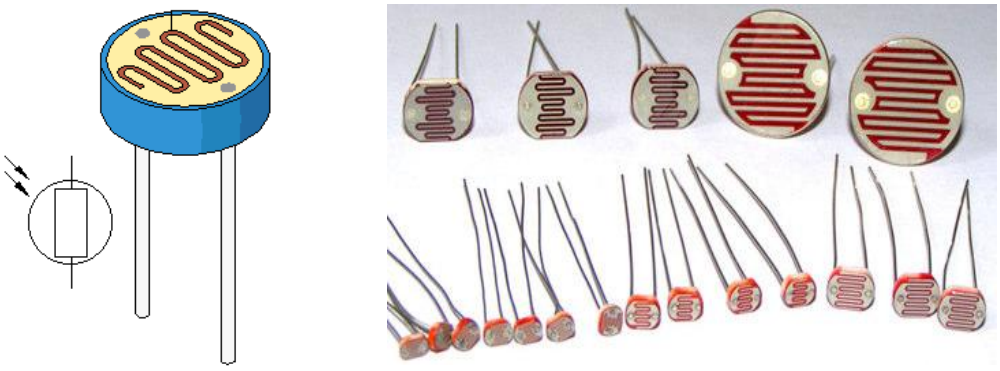
سنسورهای نوری برای شناسایی رنگ پیست و خط به کار می روند و کلیه رباتهای تعقیب خط به آنها نیاز دارند . سنسورها این عمل را با تاباندن نور به سطح پیست و اندازه گیری میزان بازتاب نور انجام می دهند .

رنگهای مختلف نور را با شدت های متفاوتی بازتاب می کنند، زیرا رنگهای مختلف طیف های مختلفی از نور را جذب می کنند. رنگ سفید بیشتر نور را بازتابش و رنگ سیاه بیشتر نور تابیده شده را جذب می کند .

منبع نور معمولا یک (Light Emitting Diode) LED است و در کنار آن یک سنسور برای اندازه گیری شدت نور بازتابی نصب می شود . رایج ترین سنسورهایی که در این زمینه به کار می روند عبارتند از: فتوسل، فتو دیود و فتو ترانزیستور .

فتوسل (مقاومت نوری) : [۱] و [۳]

مقاومت نوری یک مقاومت متغییر است و مقدار مقاومت آن با توجه به شدت نور تابیده شده به آن تغییر می کند. هر چه نور بیشتری به سنسور برسد مقاومت سنسور بیشتر کاهش می یابد. اما از آنجا که در الکترونیک داده ها به صورت ولتاژ ظاهر می شوند، باید به نحوی این تغییر مقاومت را به تغییر ولتاژ تبدیل کنیم . خوشبختانه این کار چندان دشوار نیست ، کافی است از قانون اهم و یک تقسیم ولتاژ ساده استفاده کنیم :



شکل ۳-٦ مقاومت نوری

در شکل زیر ولتاژ خروجی به سادگی از رابطه زیر به دست می آید :

$$Vout = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \times VCC$$

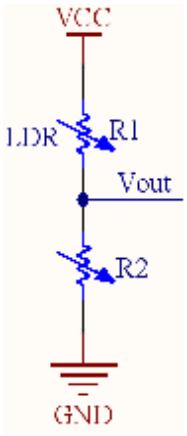
فرض کنیم مقاومت LDR در تاریکی مطلق $20k\Omega$ و در مقابل تابش نور مقاومت آن تا 100Ω کاهش پیدا می کند . حال اگر پتانسیومتر را بر روی $1k\Omega$ تنظیم کنیم، در نبود نور ولتاژ خروجی LDR برابر است با :

$$Vout = \frac{1K\Omega}{20K\Omega + 1K\Omega} \times 5 = 0.23V \approx 0V$$

حال اگر سنسور در مجاورت تابش نور قرار گیرد ولتاژخروجی برابر است با :

$$Vout = \frac{1K\Omega}{100\Omega + 1K\Omega} \times 5 = 4.54V \approx 5V$$

بنا بر این مشاهده می شود با یک تقسیم ولتاژ ساده می توان تغییر مقاومت سنسور را به تغییر ولتاژ تبدیل کرد و از آن به عنوان سنسوری جهت تشخیص منابع نوری استفاده کرد .



شکل ۳-۷ استفاده از فتوسل برای تشخیص رنگ [۳]

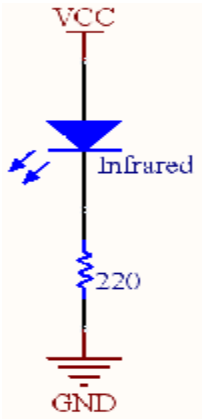
این سنسورها معمولا سولفید کادمیم (Cds) یا فتوسل نامیده می شوند. مقاومت داخلی فتوسل عکس شدت نور تابیده شده به آن است. وقتی این سلول ها در تاریکی کامل قرار می گیرند مقاومت داخلی آنها بسیار بالاست و در حدود 100 کیلو اهم تا 10 مگا اهم با توجه به نوع سلول است .

استفاده از مقاومتهای کوچکتر شدت روشنایی LED را افزایش می دهد و حساسیت سنسور افزایش خواهد یافت . ایراد اصلی فتو سل ها (مقاومت های نوری) سرعت نسبتا کم آنها در تشخیص رنگها در مقایسه با فتو ترانزیستور هاست. برای رباتهای کندتر فتوسل ها بسیار کار آمد هستند ولی برای رباتهای سریع تر باید از فتو ترانزیستور استفاده کرد . [۱]

سنسور مادون قرمز: [۱]

برخلاف فتوسل‌ها، فتوترانزیستورها را می‌توان هم با نور مرئی و هم مادون قرمز به کار برد. سنسورهای مادون قرمز در مقایسه با سنسورهای نور مرئی حساسیت کمتری به نور محیط دارند. از آنجایی که پرتوهای مادون قرمز دیده نمی‌شوند، خاموش یا روشن بودن مدار به صورت مستقیم قابل تشخیص نیست. برای دیدن امواج مادون قرمز به انواعی از آشکارسازها نیاز دارید. برخی از انواع دوربین‌های دیجیتال نسبت به نور مادون قرمز حساسند. اگر LED مادون قرمز را با دوربین مشاهده کنید و LED از خود نور آبی ساطع کند، LED روشن است و نور مادون قرمز منتشر می‌کند. به یاد داشته باشید که LED های مادون قرمز فقط با فتوترانزیستورهای مادون‌قرمز به کار می‌روند و LED های نور مرئی فقط با فتوترانزیستورهای نور مرئی استفاده می‌شوند. جابجا کردن دو LED کل نتایج را بی‌اعتبار خواهد کرد. وقتی LED و سنسور را به صورت آماده می‌خرید دقت کنید تا طول موج‌های هر دو یکسان باشد. بیشتر LED های مادون‌قرمز

موجود در بازار طول موج‌های 880 تا 940 نانومتر دارند. در برخی موارد LED و سنسور با طول‌موج‌های متفات بکار می‌روند. اما بیشترین حساسیت وقتی به دست می‌آید که LED و سنسور طول‌موج یکسان داشته باشند. به جای استفاده از LED مادون‌قرمز و فتوترانزیستور می‌توان از انواع بسته‌بندی شده آن‌ها (LED سنسور در یک بسته) استفاده کرد. این بسته‌ها کوچک و گران‌قیمت هستند و انواع مختلفی از آن‌ها (اتونیکس و شارپ و...) در ایران موجود است.



شکل ۳-۸ فرستنده مادون قرمز [۳]

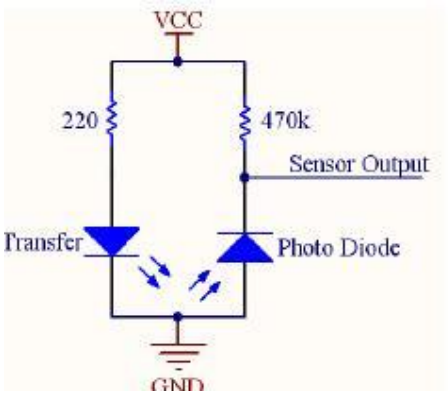
گیرنده های مادون قرمز به دو دسته تقسیم می شوند :

۱ – فتودیودها ۲- فتوترانزیستورها

فتودیودها : [۳]

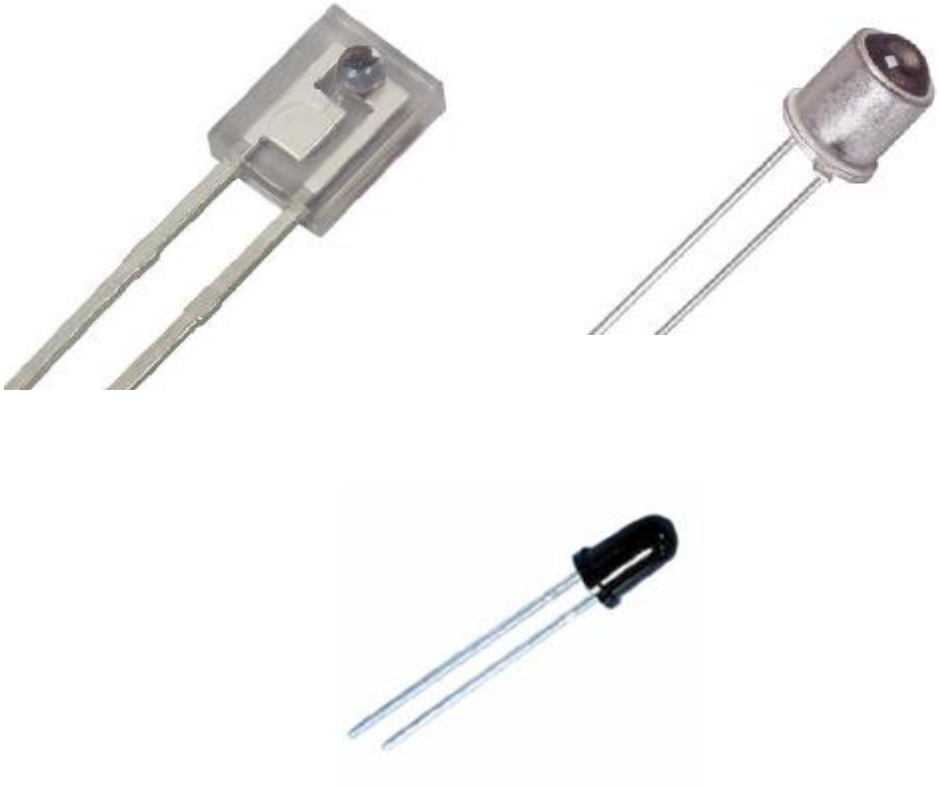
به غیر از مقاومت نوری، حسگرهای نوری دیگری نیز وجود دارد، که یکی از پر کاربردترین آنها دیود نوری است . تحقیقات نشان داده است که جریان حامل های اقلیت دیود، به نور نیز بستگی دارد. اگر این قطعات به طور مستقیم بایاس شوند، در اثر تابش نور به آنها افزایش جریان عبوری از آنها ناچیز است، اما اگر به طور معکوس بایاس شوند، قضیه کاملا متفاوت است. در این حالت در تاریکی جریانی که از آن می گذرد بسیار کم است، اما با تابش نور به آن جریان زیادی از آن می گذرد. نحو درایو فتودیود را در شکل زیر مشاهده می کنید. شکل زیر یک فرستنده گیرنده مادون قرمز را نشان می دهد که گیرنده از نوع فتودیود است. فرض کنید از این سنسور برای تشخیص رنگ سیاه و سفید استفاده می کنیم .

هنگامی که سنسور بر روی رنگ سیاه باشد هیچ بازتابی از اشعه مادون قرمز فرستنده به گیرنده نمی رسد و خروجی سنسور حدود 3.3 v است. هنگامی که سنسور بر روی رنگ سفید قرار می گیرد بازتاب فرستنده به گیرنده می رسد و ولتاژ خروجی سنسور حدود 0.2V می باشد .



شکل ۳-۹ یک فرستنده گیرنده مادون قرمزو فتو دیود [۳]

شکل ۳-۱۰ فرستنده مادون قرمز [۳]



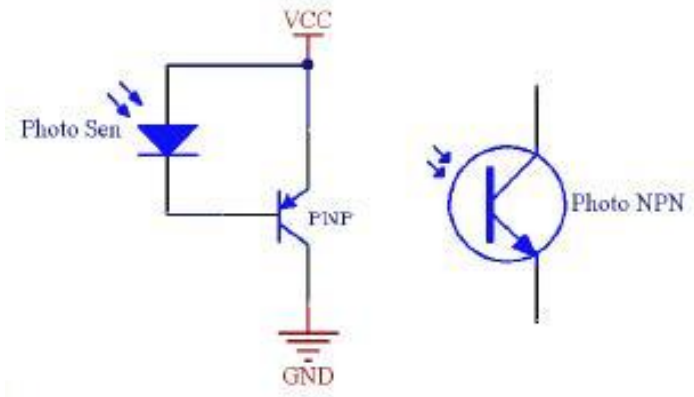
شکل ۳-۱۱ گیرنده مادون قرمز فتودیود [۳]

فتوترانزیستور : [۱] و [۳]

از همان خاصیت نیمه هادی ها در مقابل نور برای ساخت ترانزیستورهایی استفاده می شود، که به آنها ترانزیستورهای نوری یا فتوترانزیستور می گویند.

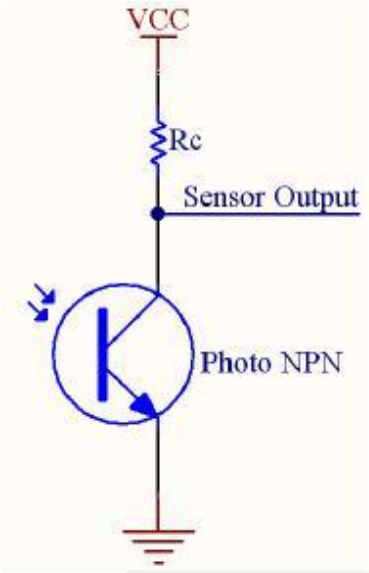
در فتوترانزیستورها مقدار جریانی که از میان ترانزیستور جاری می شود مقدار نور دریافتی را مشخص می کند. مقاومت داخلی فتوترانزیستور با افزایش شدت نور کمتر و کمتر می شود. در فتوترانزیستور مقدار جریان تا اشباع شدن ترانزیستور افزایش خواهد یافت. در این حالت ترانزیستور مانند یک کلید بسته عمل می کند و نمی تواند جریان بیشتری را متناسب با افزایش شدت نور هدایت کند. وقتی ترانزیستور روی خط سیاه پیست قرار دارد نباید جریانی را عبور دهد. در این حالت مقاومت 10 کیلو اهمی به عنوان مقاومت پول آپ به کار رفته است. بنابر این ولتاژ خروجی حدود 5 ولت است. وقتی سنسور بر روی سطح سفید پیست قرار دارد، فتوترانزیستور باید کاملاً اشباع شده باشد. بنابر این ولتاژ خروجی صفر خواهد شد. ابته این نتایج در شرایط ایده آل بدست می آید و در شرایط واقعی باید سنسورها را تنظیم کرد .

پتانسیومتر 1 کیلو اهمی برای تنظیم شدت نور LED به کار می رود. با تغییر شدت نور LED ، ولتاژ خروجی (هم روی خط مشکی و هم روی سطح سفید) تغییر خواهد کرد. شکل زیر شمای این ترنزیستور و مدار معادل آن را با استفاده از یک دیود نوری نشان می دهد .



شکل ۳-۱۲ شمای فتوترانزیستور و مدار معادل آن [۳]

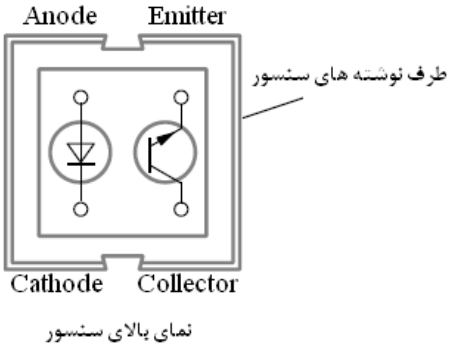
در ساختمان های ترانزیستورهای نوری، ماده بیس (Base) نازک است. بنابر این نور می تواند به اتصال کلکتور – بیس برخورد نماید. وقتی که نور به اتصال کلکتور - بیس برخورد می کند، الکترون آزاد می شود و به این طریق جریان بیس زیاد می شود و توسط بهره جریان ترانزیستور (B) تقویت می گردد. پس با توجه به این مطلب می توان نتیجه گرفت که ترانزیستورهای نوری مانند دیود نوری به تقویت کننده نیازی ندارد. شکل زیر مدار ساده ای را برای استفاده از ترانزیستور نوری نشان می دهد .

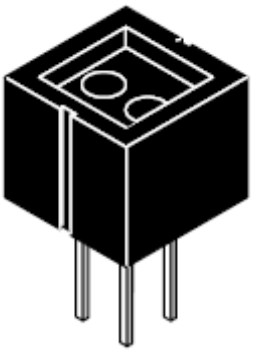


شکل ۳-۱۳ مداری ساده برای استفاده از ترانزیستور نوری [۳]

سنسور CNY70 : [۳]

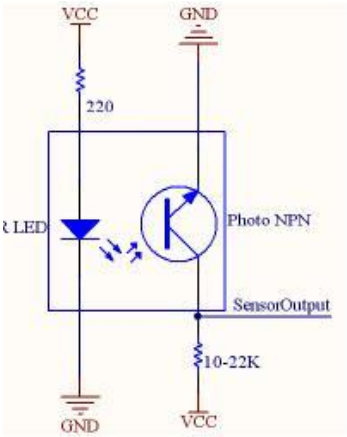
سنسور CNY70 یک نمونه مرغوب سنسورهای مادون قرمز جهت استفاده در ربات تعقیب خط می باشد. نکته مهم در مورد این سنسور تشخیص پایه های آن است. چون این سنسور دو نمونه پایه بلند و پایه کوتاه دارد و چینش پایه ها در این دو نمونه متفاوت است، بنا بر این باید پایه ها را دقیق مطابق شکل زیر تشخیص داد. یعنی اگر سمت بالای سنسور را به گونه ای در دست بگیریم که نوشته های سنسور سمت راست باشد، پایه های آن به ترتیب شکل زیر می باشد.





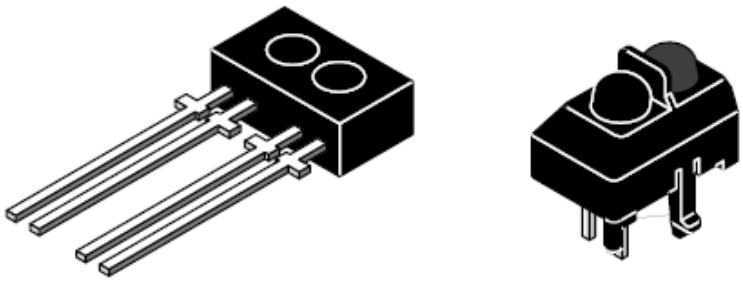
شکل ۳-۱٤ شمای سنسورCNY70

مقاومت کلکتور گیرنده را می توان به روش سعی و خطا و با استفاده از یک پتانسیومتر به دست آورد. معمولا در رنج 10–22K سنسور جواب بهتری می دهد.



شکل ٣-١٥ مدار سنسورCNY70

سنسورهای مادون قرمز دیگری نیز از قبیل **ON**2179 و **TCR**5000 و **TCR**1000 نیز استفاده می شوند که درایو و کاربردشان کاملا مشابه این دو سنسور می باشد.



TCRT1000 **TCRT5000**

شکل 3-١٦ نمونه ای از سنسورTCRT1000, TCRT500

باید به این نکته توجه کرد که علاوه بر فرستنده مادون فرمز، منابع تولید کننده مادون قرمز دیگری نیز در محیط موجود می باشد.خورشید، شعله آتش، لامپ ها، فلاش دوربین و حتی بدن انسان امواج مادون قرمز تولید می کنند. بنابر این هنگامی که در یک سیستم یا یک ربات از سنسور مادون قرمز استفاده می شود تمام منابع فوق می توانند باعث ایجاد نویز بر روی سیستم شود.

پس در هنگام استفاده از این سنسورها باید تمام تمهیدات عایق بندی نوری در نظر گرفته شود.اگر خروجی یک سنسور مادون قرمز را در محیط های مختلف اندازه گیری کنید مشاهده می کنید که خروجی سنسور در هر محیطی بسته به عوامل نوری محیط اندکی متفاوت است. به طور مثال خروجی 3 ولت ممکن است به 3.5 ولت و یا 0.5 ولت به 1 ولت افزایش یابد. این تغییرات خروجی سنسور را از مرزهای دیجیتال خارج می کند و دیجیتال خواندن خروجی سنسوررا نامطمئن می کند. بنابرین باید ار مکانیسمی جهت از بین بردن تاثیر تغیرات جزئی خروجی سنسسور بهره برد .برای این منظور از آپ امپ استفاده می شود. آپ امپ ها این مکان را می دهند که خروجی سنسور را بایک ولتاژ خاص مقایسه شود و نتیجه نهایی به صورت صفر ویک منطقی به میکرو کنترلر داده می شود.[۳]

دنیای پر از نویز اطراف ما : [۱]

بسیاری از سازندگان رباتها با این طرز فکر که ربات کاملی دارند به مسابقات می آیند اما به محض شروع مسابقات متوجه می شوند که سنسورها ی ربات کار نمی کنند. علت این امر متفاوت بودن محل برگزاری مسابقات با محل طراحی و ساخت ربات است و نشان دهنده وجود نویز در محل مسابقه است .

معمولا سیتم روشنایی و سیستم های صوتی در محل کار و مسابقه با هم متفاوتند نویزهای الکتریکی معمولا توسط لامپ های پر قدرت و ژنراتورها ایجاد می شوند و باعث تداخل در عملکرد سنسورها می شوند و آنها را سر در گم می کنند. از طرفدیگر، ممکن است افرادی از سنسورهای یکسان در رباتهای خود استفاده کنند و سنسورها در عملکرد یکدیگر تداخل ایجاد کنند.

سنسورهای مادون قرمز در محیط های سر بسته بسیار عالی عمل می کنند اما در زیر نور مستقیم آفتاب خیلی خوب نیستند زیرا شدت نور خورشید سنسورها را اشباع می کند و هیچ چیز برای آنها قابل تشخیص نخواهد بود.یک راه برای کاهش تاثیر عوامل محیطی تنظیم سنسور قبل از مسابقه و در محیط بر گزاری مسابقات است .

کالیبراسیون سنسورها : [۱]

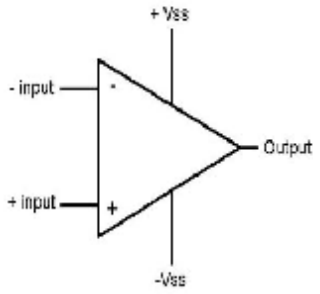
کالیبراسیون تغییر حساسیت سنسور، با استفاده از پتانسیومتر، تغییر موقعیت آن، یا اصلاح عملکرد سنسور با استفاده از برنامه کامپیوتری ربات است .

در برنامه نویسی ربات می توان جایی را برای تنظیم سنسور در نظر گرفت. بدین شکل که در برنامه یک متغییر برای سنسورها و تغییر اطلاعات حاصل از آنها قرار داد. در این حالت وقتی سنسورها ی ربات را تنظیم می کنید فقط متغییرها را در ابتدای برنامه تغییر می دهید.

به صورت ایده آل ساده ترین گزینه استفاده از سنسورهایی است که به صورت مکانیکی تنظیم می شوند.

آپ امپ : [۳]

تقویت کننده های عملیاتی به اختصار آپ امپ نامیده می شوند و به صورت مدار مجتمع در دسترس می باشند. این تقویت کننده ها از پایداری بالایی بر خوردارند و با اتصال ترکیب مناسبی از عناصر خارجی مثل مقاومت، خازن، دیود و غیره به آنها، می توان انواع عملیات خطی و غیر خطی از قبیل تقویت کنندگی، مشتق، انتگرال، مقایسه کنندگی و غیره را انجام داد. از ویژگیهای اختصاصی تقویت کننده های عملیاتی ورودی تفاضلی و بهره بسیار زیاد است.



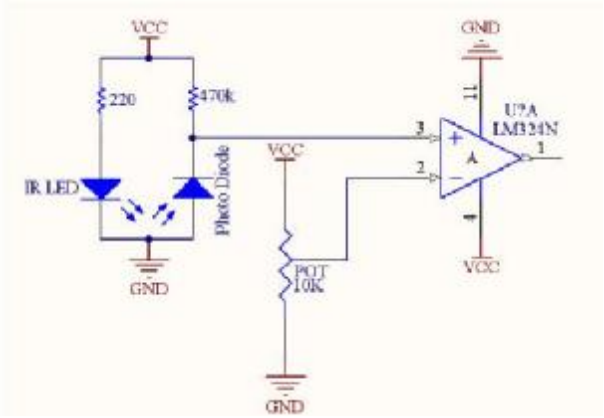
شکل ۳-۱۷شمای یک آپ امپ

این المان همواره دارای دو پایه مثبت و منفی در ورودی و یک پایه در خروجی هستند. پایه ورودی مثبت را در اصطلاح لاتین noninverting و پایه منفی را inverting می گویند.

در بعضی موارد آپ امپ ها نیاز به دو منبع تغذیه مثبت و منفی دارند. اگر ما مایل باشیم که تنها از خروجی مثبت آپ امپ استفاده کنیم در واقع منظور ولتاژهای مثبت در خروجی است در این حالت می بایست منفی Vss را به زمین متصل کنیم. ولتاژ مثبت را تنها به پایه تغذیه مثبت وصل کنیم.

آپ امپ در حال مقایسه گری یا Comparator : [۳]

در این وضعیت آپ امپ ولتاژ پایه ورودی مثبت را با ولتاژ پایه ورودی منفی مقایسه کرده و در صورتی که +V از -V بیشتر باشد خروجی آپ امپ یک می شود، در غیر این صورت خروجی آپ امپ صفر است. خروجی سنسور را به پایه ورودی مثبت آپ امپ متصل می کنند و در ورودی منفی با استفاده از یک پتانسیومتر، ولتاژ مرجع را تامین می کنند. ولتاژ مرجع یا Vref توسط اپراتور تنظیم می شود. از این نوع مدار جهت مقایسه ولتاژ ورودی به خصوص در سنسور ها استفاده می شود. با استفاده از آپ امپ و ولتاژ مرجع می توان خروجی سنسور را با یک ولتاژ خاص مقایسه کرد و خروجی مناسب برای میکروکنترلر به دست آورد. بدین ترتیب تغییرات محیطی خروجی سنسور از بین می رود.



شکل ۳-۱۸ مداری جهت مقایسه ولتاژ ورودی

نمونه ای از آپ امپها [٤]

۱-Lm 331

۲- Lm 358

۳-Lm339 و.....

Lm 358 یک Double op-Amp می باشد که دو کانال دارد.

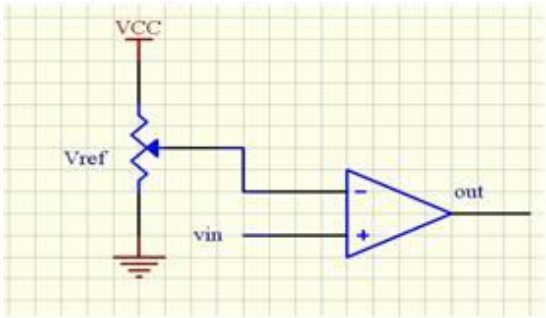
آپ امپ (تقویت کننده عملیاتی) :[۲]

حالت خاصی از آپ امپ :

اگر ولتاژ اعمالی به ورودی برابر ولتاژ مرجع باشد – خروجی صفر است .

اگر ولتاژ اعمالی به ورودی بیش از مرجع باشد – خروجی یک ولتاژ مثبت است.

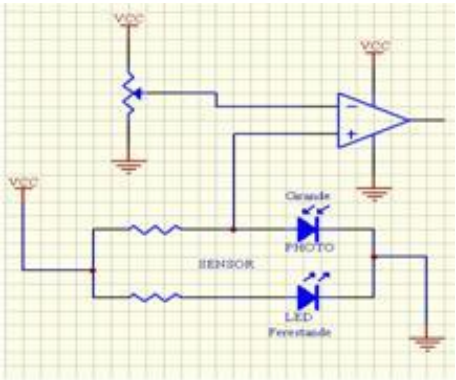
اگر ولتاژ اعمالی به ورودی کمتر از مرجع باشد – خروجی یک ولتاژ منفی است.



شکل ۳- ۱۹ مداری برای به دست آوردن خروجی آپ امپ

کاربرد آپ امپ : [۲]

ولتاژ ورودی را از سنسور دریافت کرده با توجه به ولتاژ Reference (ولتاژی که به وسیله پتانسومتر تنظیم شده) خروجی را صفر و یک (منطقی) می کند .



شکل ۳-۲۰ به دست آوردن خروجی با استفاده از سنسور

بررسی انواع موتورهای الکتریکی به کار رفته در ربات‌های تعقیب خط : [۱]

موتورهای الکتریکی انواع مختلفی دارند از جمله استپ موتور ها، سرو موتورها، موتورهای DC ، موتورهای AC و..... از لحاظ مدارات کنترلی موتورهای DC و AC با یکدیگر تفاوت‌هایی دارند، ولی از لحاظ پیچیدگی هر دو در یک سطح قرار دارند. از لحاظ روش‌های کنترلی موتورهای استپ را می‌توان به صورت حلقه باز کنترل نمود (به دلیل دقت ذاتی موتورها) ولی موتورهای DC چون دقیق نیستند، برای چرخش با سرعت ثابت و یا رسیدن به مکانی خاص، باید به صورت حلقه بسته کنترل شوند. (یعنی باید با استفاده از شفت انکودر از خروجی فیدبک گرفته، و به ورودی مقایسه اعمال نمود). این امر، برنامه‌نویسی و الگوریتم‌های کنترلی را مشکل می‌نماید. از لحاظ جریان مصرفی نیز، عموماً موتورهای DC جریان کمتری را مصرف می‌نمایند و این امر موجب صرفه‌جویی در مصرف باتری می‌شود.

استپ موتورها دارای دقت بالایی هستند و با توجه به نوع موتور می توان دقت گردش موتور درحد چند درجه را کنترل نمود.

موتور DC : [۳]

بدون شک موتورهای DC متداول ترین موتورها در عرصه رباتیک هستند. زیرا این موتورها چند منظوره، در دسترس و نسبتاً ارزان قیمت هستند. موتورهای DC جزو قدرتمندترین موتورها هستند. در دهها سال گذشته محققان تلاش های گسترده ای را برای بهبود بازده، سرعت و قدرت این موتورها انجام داده اند. امروزه موتورهای DC پیشرفته با بازده بیش از 90 درصد طراحی و ساخته می شوند. بیشتر موتورهایی که به منظور استفاده در پروژه های رباتیک ارائه می شوند، بازدهی بین 40 تا 70 درصد دارند. با این وجود، به اندازه کافی قدرتمند هستند. این موتورها جریان بیشتری می کشند و باتری ها را سریع تر تخلیه می کنند.

ویژگی‌های موتور DC : [۱]

موتورهای DC دارای مدارات درایور گوناگون و الگوریتم‌های مختلفی برای کنترل می‌باشند که در این فصل به آن‌ها خواهیم پرداخت. از مزایای این موتورها، ارزان بودن و ساده بودن مدارات درایور (راه‌انداز) آنها است. این موتورها به همراه گیربکس نیز به کار می‌روند. (جهت کم کردن سرعت و بالا بردن قدرت آن‌ها)

جهت چرخش موتور به جهت جریان بستگی دارد با معکوس کردن جهت جریان می توانیم جهت حرکت موتور را عوض کنیم از ویژگی های اساسی موتورهای DC این است که جهت حرکت و سرعت حرکت آنها به راحتی قابل کنترل است. با تغییر متوسط ولتاژ ورودی می توانید 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 به دست می آید. بسته به نوع ربات، توان مصرفی، دقت لازم و پارامترهایی از قبیل نوع موتور ربات انتخاب می شود. بی شک یکی از مشخصه های اصلی موفقیت یک ربات انتخاب صحیح موتور محرک ربات می باشد.

انتخاب موتور: [1]

یک پارامتر مهم درطراحی ربات‌های تعقیب خط انتخاب موتورهاست.موتورها باید سرعت، گشتاورو استراتژی مناسبی برای کنترل داشته باشند. در این قسمت مطالبی در مورد مشخصات موتورهای DC بیان می‌شود.

اصول کار موتور DC : [۱]

علاوه بر انتخاب نوع موتورها، قطر چرخ‌ها و نوع چرخ‌دنده‌هایی که برای کاهش سرعت موتورها استفاده می‌شوند (گیربکس) بر عملکرد ربات تأثیر گذارند.

موتورهای DC دو ویژگی بسیارمهم دارند:

۱ - سرعت موتور تابعی از ولتاژ اعمال شده به دو سر آن است.

۲ - گشتاور خروجی موتور تابعی از مقدار جریانی است که موتور از باتری‌ها می‌کشد.

به عبارت دیگر اگر ولتاژ بیشتری به موتور اعمال شود سرعت چرخش موتور افزایش می‌یابد و اگر جریانی که از موتور می‌گذرد بیشتر باشد گشتاور بیشتری تولید خواهد شد. رابطه بین دور موتور با ولتاژ و گشتاور با جریان در رابطه 1 و 2 نشان داده شده است.

K_v ثابت سرعت موتور و K_t ثابت گشتاور موتور است.

$$RPM = K_v \times Volts \qquad \text{(رابطه ۱)}$$

$$Torque = K_t \times Amps \qquad \text{(رابطه ۲)}$$

سرعت موتور: [۱]

طبق رابطه 1، سرعت موتور فقط تابعی از ولتاژ اعمال شده به دو سر آن است. اما این رابطه به صورت دقیق فقط در موتورهای ایده‌آل برقرار است.

هنگامی که شفت موتور در زیر بار قرار گیرد سرعت موتور کاهش می‌یابد و اگر مقدار بار افزایش یابد و گشتاور کافی به آن اعمال شود می‌توان آن را متوقف نمود. کاهش سرعت موتور به علت تلفات ولتاژ درونی موتور است که هنگام عبور جریان از موتور ایجاد می‌شود. همه موتورها مقدار معینی مقاومت داخلی دارند.

ولتاژ مؤثری که عملاً در موتور مورد استفاده قرار می‌گیرد با (V_{motor}) نشان داده می‌شود. در رابطه ۳ چگونگی محاسبه (V_{motor}) ارائه شده است. V_{in} ولتاژ ورودی موتور است که در آخرین نقطه (ترمینال پایانی) به موتور اعمال می‌شود. I_{in}جریان آمپری است که از موتور کشیده می‌شود. R مقاومت اهمی داخلی موتور است.

$$V_{motor} = V_{in} - I_{in} R \qquad \text{(رابطه ۳)}$$

با جایگزین کردن V_{motor} به جای Volts در رابطه 1، رابطه دقیق‌تری بین سرعت موتور و ولتاژ مؤثر به دست می آید در قسمت دوم، رابطه بین سرعت موتور با ولتاژ ورودی و جریان عبوری از موتور بیان شده است.

$$RPM = K_V V_{motor} = K_V (V_{in} - I_{in} R) \qquad \text{(رابطه ٤)}$$

طبقه رابطه فوق، سرعت موتور با ولتاژ ورودی و جریان عبوری از موتور رابطه مستقیم دارد.

گشتاور موتور: [۱]

گشتاور موتور و جریان عبوری از آن با هم نسبت مستقیم دارند و این تناسب به شکل دقیق‌تری در رابطه 5 بیان شده است. با در نظر گرفتن انرژی مورد نیاز برای راه‌اندازی موتور این رابطه تغییرات جزئی خواهد داشت. هنگامی که موتور در شرایط بی‌باری قرار دارد (حالتی که موتور در زیر بار نیست و آزادانه می‌چرخد) جریان کمتری از باتری‌ها کشیده می‌شود. بخشی از این جریان به خاطر مقاومت داخلی موتور است و بخشی از آن صرف غلبه بر اینرسی و اصطکاک داخلی موتور می‌شود. جریانی که برای غلبه بر این تلفات مورد استفاده قرار می‌گیرد جریان بی‌باری نام دارد.

$$Torque = K_t (I_{in} - I_o) \qquad \text{(رابطه ٥)}$$

موتورهای DC به طور طبیعی سرعت خود را حفظ می‌کنند. وقتی یک گشتاور خارجی بر روی شفت موتور اعمال شود موتور به صورت اتوماتیک جریان بیشتری از باتری می‌کشد و سرعت اولیه خود را حفظ می‌کند. در این حالت اضافه جریان برای ایجاد گشتاور اضافی بکار می‌رود.

تهیه موتور DC : [۳]

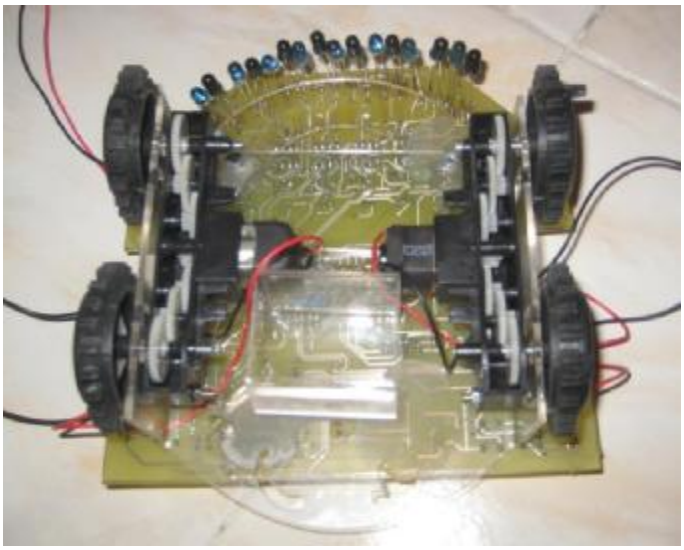
موتورهای DC با سرعت 8000 تا 20000 RPM وحتی بیشتر می چرخند. آشکار است که این مقادیر سرعت برای ربات هایی که همواره باید تحت کنترل باشند بسیار زیاد و دور از دسترس است. خوشبختانه راه حل این مشکل موتورها وجود دارد و آن استفاده از گیر بکس است .

اضافه کردن گیربکس از دو طریق به بهبود عملکرد ربات کمک می کند: اول اینکه سرعت خروجی کاهش می یابد و دیگر این که خروجی قدرتمند تر می شود. با انتخاب یک گیربکس مناسب، می توان موتور را در یک RPM بالا به گونه ای راه اندازی نمود که موتور بیشترین بازده را با استفاده از حداقل جریان داشته باشد. بدین ترتیب طول عمر باتری ها نیز افزایش می یابد. وقتی سرعت موتور با استفاده از چرخ دنده کاهش یافت، به صورت همزمان سرعت دورانی کاهش و قدرت خروجی افزایش می یابد. این کاهش سرعت و افزایش گشتاور با یکدیگر متناسب اند و رابطه خطی دارند. به عبارتی دیگر، اگر گشتاور موتور در 10000،1 RPM نیوتن متر باشد و سرعت را 4 مرتبه کاهش دهیم، سرعت نهایی 2500 RPM و گشتاور خروجی 4 نیوتن متر خواهد بود. این رابطه در شرایط ایده آل برقرار است. اما در شرایط واقعی، مقداری از انرژی به علت اصطکاک در چرخ دنده ها و گیربکس تلف می شود. در نتیجه سرعت و گشتاور نهایی کمتر از مقدار پیش بینی شده خواهد بود. ساختن گیربکس موتور به هیچ وجه توصیه نمی شود. مگر آن که به یک

فرز، یک ماشین تراش و تعداد زیادی ماشین آلات اوراق شده دسترسی داشته باشید. در پروژه های رباتیک باید از یک موتور گیربکس دار به گونه ای استفاده کرد که RPM مناسب داشته و توان بیشتری را در اختیار ربات قرار دهد .

شکل ۳-۲۱یک سرو موتور و یک موتور پله ای

شکل ۳-۲۲ نمونه ای از موتور DC



شکل ۳-۲۳ قسمت زیرین ربات

مدارات درایور موتور DC : [۱]

ساده ترین روش کنترل موتور استفاده از یک کلید برای روشن و خاموش کردن موتور است. با قرار دادن یک کلید بین باتری و موتور می توان قدرت موتور را کنترل نمود.

کنترل جهت موتور : [۱]

مهمترین ویژگی موتور های DC این است که جهت چرخش آنها با تغییر جهت جریان عبوری از موتور تغییرمی کند.

این عمل با مدارات ساده ای موسوم به H- bridge انجام می شود.

برای طراحی مدار درایور از رله ، ترانزیستور یا هر دو آنها استفاده می شود.

کنترل با رله : [۱]

کنترل با رله یک راه ساده و ارزان قیمت است. در این روش با استفاده از یک سطح منطقی و با ولتاژ پایین، موتورهایی که با ولتاژهای بالا کار می کنند کنترل می شوند.ولتاژ پایین برای خاموش و روشن کردن رله به کار می رود و رله با انتقال نیرو محرکه از باتری به موتورها آنها را راه اندازی می نماید.

کنترل با ترانزیستور : [۱]

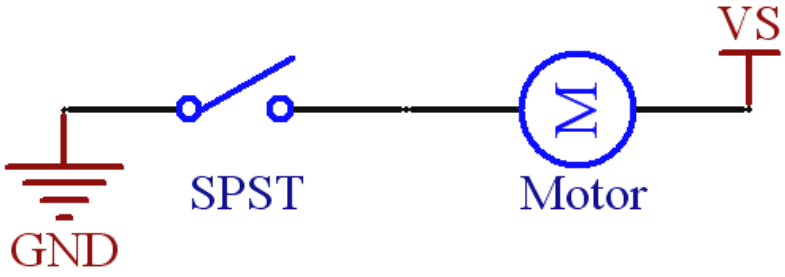
کلید مکانیکی رله ها معمولا با قطعه های الکترونیکی دیگر از جمله ترانزیستورها کنترل می شوند. زیرا سیم پیچ رله ها ی مینیاتوری معمولی به جریانی دست کم 20 تا 100 میلی آمپر برای راه اندازی نیاز دارند. از آنجایی که اکثر میکرو کنترلر ها نمی توانند این جریان را تامین کنند، از یک ترانزیستور برای کنترل رله استفاده می شود.

بررسی IC های درایور موتور: [۱]

همان طور که می دانید پر مصرف ترین اجزای یک ربات همیشه موتورهای ربات می باشند. موتورها بسته به وزن ربات، نوع وتعداد موتور می توانند بین 500 میلی آمپر تا چندین آمپر جریان مصرف کند. تقریبا هیچ آی سی دیجیتالی قابلیت تامین مستقل چنین جریانی برای موتورها را ندارد. بنابراین احتیاج به مدار واسطی بین بخش پردازنده و موتورها می باشد تا فرامین پردازنده را تقویت کرده و ولتاژ و جریان کافی به موتورها بدهد. این وظیفه در رباتها بر عهده مدارات درایور می باشد. درایور در لغت به معنای راه اندازی می باشد. درایورموتور یک TC یا چند ترانزیستور یا حتی رله می تواند باشد. IC های درایور موتور در ربات‌هایی با توان متوسط و پایین کاربردهای بسیار دارند. این مدارها شامل L293D و L298N هستند. هر دو این IC ها، داخل خود دو مدار H-bridge کامل دارند و هر کدام می‌توانند برای راه‌اندازی دو موتور بکار روند. L293D می‌تواند جریان 0/6 آمپر را به صورت پیوسته و 1/2 آمپر را به صورت لحظه‌ای از خود عبور دهد. L298N نیز قادر به عبور جریان 2 آمپر به صورت پیوسته و 4 آمپر به صورت لحظه‌ای است. IC دیگر مناسب برای این کار SN754410 است است که قادر به عبور جریان 1/1 آمپر به صورت پیوسته و 2 آمپر به صورت لحظه‌ای است. تنها تفاوت این IC با L293D این است که دیودهای بازگشتی آن در خارج IC قرار دارند . درایورهای موتور DC بر طبق فرامینی که می توانند به موتور بدهند به دو دسته کلی تقسیم می شوند :

۱– درایورهای یک طرفه : [۳]

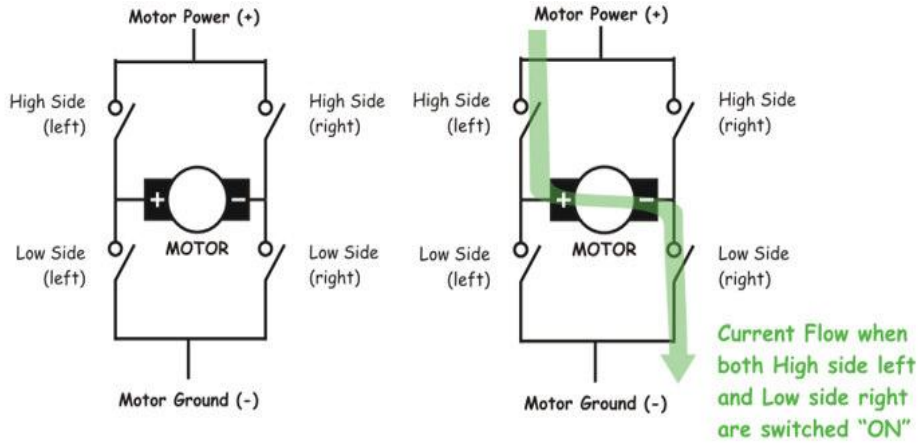
منظور از درایورهای یک طرفه موتور DC مداراتی هستند که قادرند موتور DC را تنها در یک جهت به حرکت در آورند و قادر به معکوس کردن جهت چرخش موتور نیستند. به عبارتی تنها می توانند فرمان STOP و FORWARD و یا BACKWARD را به موتور بدهند. در این گونه درایورها معمولا یک سر موتور به طور ثابت به یکی از خطوط تغذیه متصل می شود و کلیدی بین پایه دیگر موتور و خط دیگر تغذیه قرار داده می شود. با بسته شدن کلید موتور به حرکت در می آید و با باز شدن کلید موتور متوقف می شود. این کلید می تواند هر نوع کلید مکانیکی یا الکترونیکی باشد. کلید مورد بحث می تواند یک کلید SPST مکانیکی ساده، یک بافر، یک ترانزیستور، یک رله و..... باشد.



شکل ۳-۲٤ درایور یک طرفه با کلید SPST

۲ - درایورهای دو طرفه : [۳]

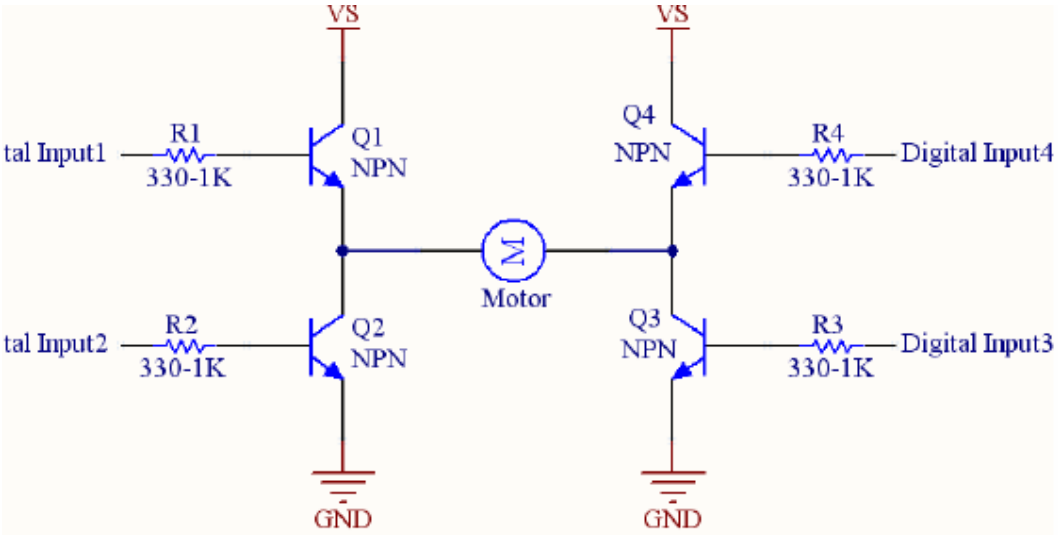
برای اینکه یک موتور DC قابلیت چرخش دو طرفه داشته باشد، باید درایور به گونه ای طراحی شود که بتواند خطوط تغذیه مثبت و منفی را بر روی دو پایه موتور سوییچ کند. برای این منظور از مداراتی موسوم به پل H (H Bridge) استفاده می شود. دلیل این نامگذاری شباهت مدار درایور به حرف H می باشد.



شکل ۳- ۲۵ شماتیک مدار H-bridge برای کنترل جهت موتور

پل H با استفاده از ترانزیستور : [۳]

به مدار زیر دقت کنید. در مدار زیر از 4 ترانزیستور NPN استفاده شده است که توسط 4 پایه پردازنده کنترل می گردد . در این مدار در صورتی که Q1 و Q3 روشن شوند موتور در یک جهت شروع به حرکت می کند. در صورتی که Q2 و Q4 روشن شوند موتور در جهت معکوس شروع به حرکت می کند.



شکل ۳-۲۶ مدار H-bridge با استفاده از ترانزیستور

نکته مهم : [3]

باید دقت شود که هیچ وقت دو ترانزیستور ی که در یک ستون قرار دارند (مثلا Q3 و Q4) همزمان روشن نشوند، زیرا همزمان روشن شدن ترانزیستورهای یک ستون باعث ایجاد اتصال کوتاه بین VS و زمین مدار می گردد و باعث می شود ماکزیمم جریان منبع تغذیه از ترانزیستورها عبور کرده و هر دو ترانزیستور ستون بسوزند.

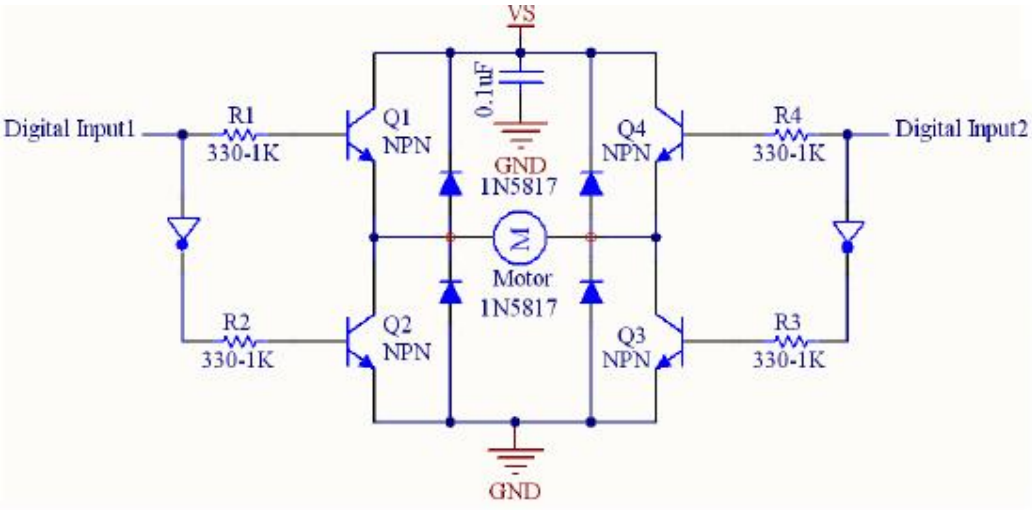
جهت جلوگیری از اتصال کوتاه در مدار پل H روش های مختلفی وجود دارد :[۳]

روش اول : دقت در برنامه نویسی

در برنامه نویسی دقت شود که هیچ وقت ترانزیستورهای یک ستون با هم روشن نشوند. به دلیل اینکه این روش از خطاهای انسانی مصون نمی باشد نمی توان به این روش اعتماد کامل کرد.

روش دوم : استفاده از گیت NOT

برای جلوگیری از اتصال کوتاه در ستون های پل H می توان از گیت NOT بین ورودی های ترانزیستور های یک ستون استفاده کرد. بدین ترتیب با اعمال یک ورودی به ترانزیستور های ستون، دو ترانزیستور دستورات معکوس می گیرند. چون برد درایور یک برد قدرتی و پر نویز می باشد معمولا گیت های منطقی در این برد بسیار آسیب پذیر می باشند و کاربرد آنها باید محتاطانه باشد.

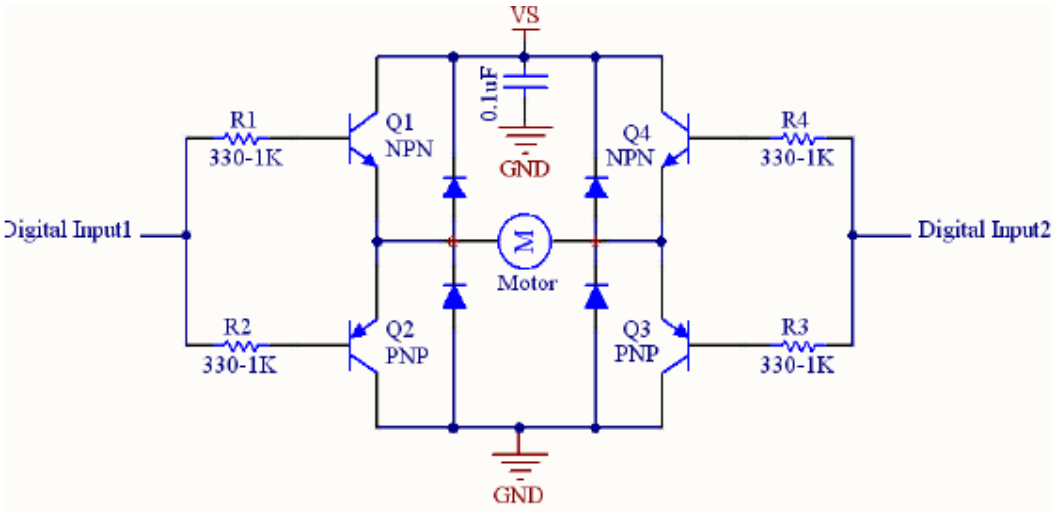


شکل ۳-۲۷ مدار پل H با استفاده از گیت NOT جهت جلوگیری از اتصال کوتاه

روش سوم : استفاده از ترانزیستورهای معکوس

می توان ترانزیستورهای ردیف بالا را از نوع NPN و ترانزیستورهای ردیف پایین پل را از نوع PNP انتخاب کرد. حال با مشترک کردن ورودی های ترانزیستورهای ستون ها می توان از همزمان روشن شدن ترانزیستورهای یک ستون جلوگیری کرد. به طور مثال هنگامی که ورودی یک ستون یک باشد ترانزیستور NPN بالا روشن و ترانزیستور PNP پایین خاموش می باشد و به صورت الکتریکی از اتصال کوتاه جلوگیری می شود. در هنگام نصب ترانزیستورهای PNP

باید به جهت جریان دقت شود. در ترانزیستورهای PNP جهت جریان از امیتر به کلکتور است. پل زیر یکی از بهترین و کامل ترین پل های استفاده شده برای درایور موتور است.

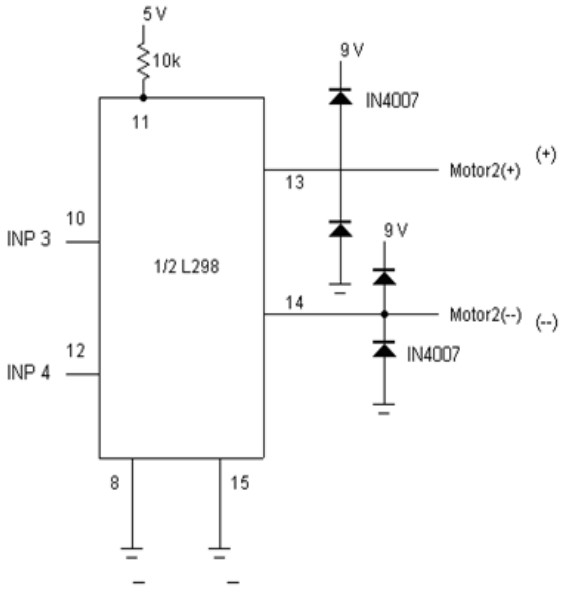


شکل ۳-۲۸مدار پل H با استفاده از ترانزیستورهای معکوس

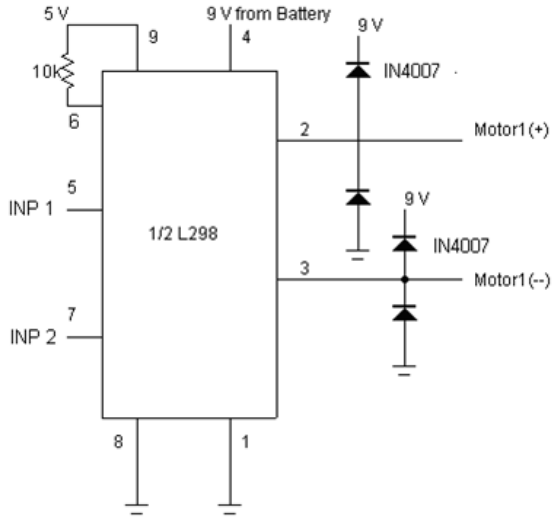
L298راه انداز موتور: [٤]

L298 Motor Driver Circuitry

درایور L298 یکی از قطعات مناسب جهت راه اندازی موتور است که با توجه به جریان دهی مناسب (تا یک آمپر در هر کانال)می تواند نیاز بسیاری از پروژه ها را مرتفع سازد. این قطعه با مدار ارائه شده می تواند دو موتور را به صورت مجزا راه اندازی کرده و جهت گردش آنها را کنترل نماید. که این کنترل توسط اعمال ولتاژ به چهار ورودی منطقی این قطعه صورت می گردد. (برای هر موتور دو ورودی) که می توان خروجی میکروکنترلر یا مدارات حسگر را به صورت مستقیم به این چهار ورودی متصل نمود و به راحتی موتور را کنترل کرد.



شکل ۳-۲۹ مدار درایور L298 [٤]



این مدار تنها یکی از راه های اتصال درایور L298 به موتور را نشان می دهد. در این مدار پایه های حسگر جریان (current sensing pins) به زمین متصل شده اند که با روشهایی می توان توسط این پایه ها جریان مصرفی موتور را کنترل نمود همچنین کنترل سرعت را می توان به روش مدلولاسیون پهنای باند (PWM (Pulse WidthModulation و با اعمال فرکانس به پایه های ٦ و ١١ انجام داد که با اعمال 5 + ولت موتور روشن و با اعمال 0 موتور خاموش می گردد. در این مدار پایه های مذکور به 5 + ولت متصل شده اند و موتور با حداکثر سرعت گردش خواهد نمود.

کار با آی سی L298 :

درایور پل دوتایی کامل [۳]

L298 دارای دو پل H با قابلیت جریان دهی 2 آمپر به صورت پیوسته و 3 آمپر به صورت لحظه ای می باشد. ولتاژ ورودی Vss آن ماکزیمم برابر 7 ولت و ولتاژ Vs موتورها ماکزیمم برابر 50 ولت می با شد. هر پل H این آی سی دارای 2 ورودی دیتا، یک پایه فعال ساز و 2 پایه خروجی است.

L298 دارای دیودهای هرزگرد داخلی نمی باشد و احتیاج به دیودهای خارجی دارد.

جریان اصلی موتور در هر یک از پل ها از پایه Current Sensing همان پل عبور می کند. از این پایه می توان به عنوان سنسور جریان موتور استفاده کرد. در صورتی که احتیاج به اندازه گیری یا محدود کردن جریان موتورهانباشد این پایه را مستقیما به زمین متصل می کنیم.

مشخصات : [۲]

۱ – ولتاژ تغذیه کاری 46 ولت

۲ - جریان DC کل 4 آمپر

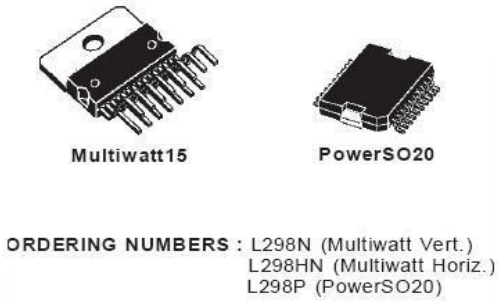
۳ - ولتاژ اشباع LOW

٤ - محافظت در برابر افزایش دما

٥ - صفر منطقی تا 1.5 ولت (مصونیت در برابر نویز)

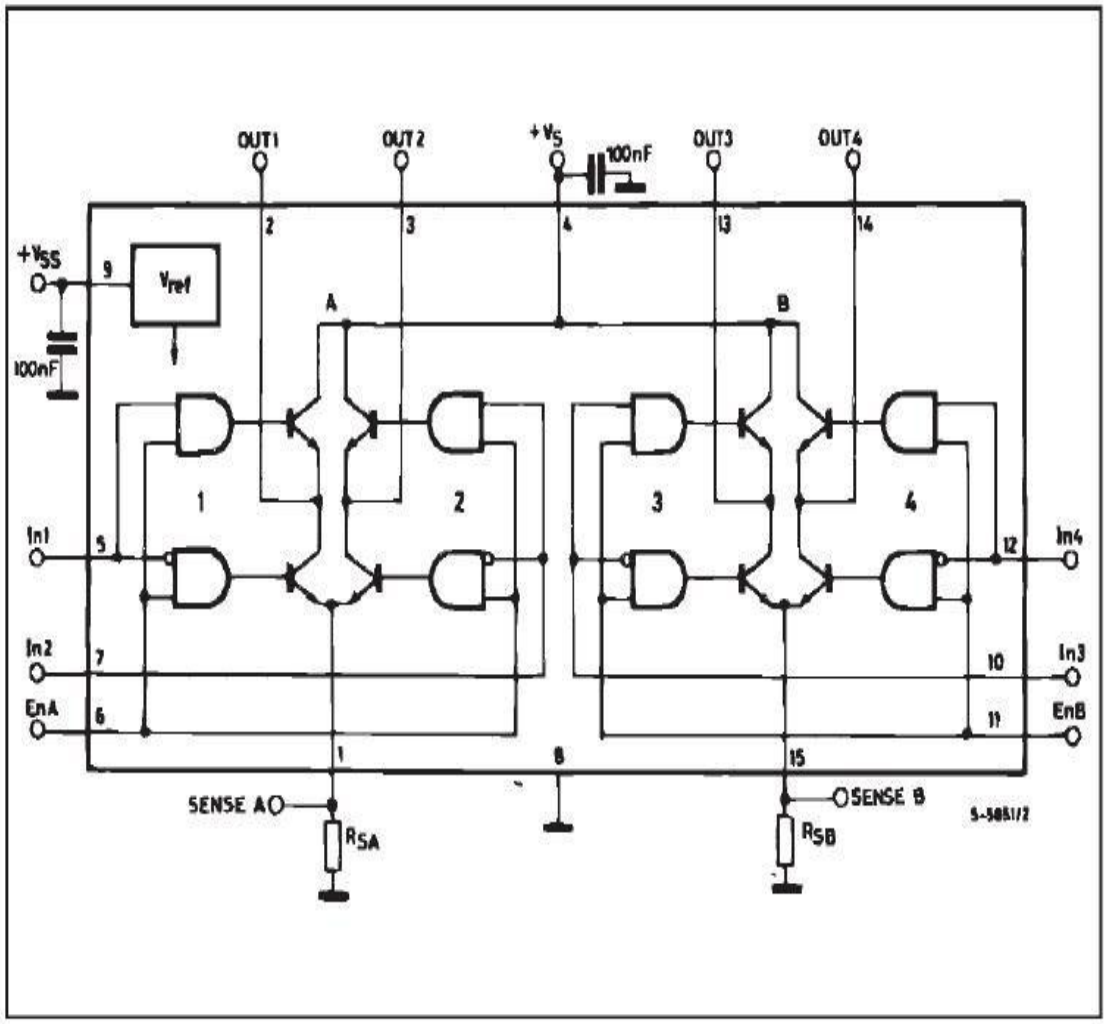
این آی سی هماهنگ با استاندارد (TTL) است .

این آی سی برای DC موتور و استپر موتور استفاده می شود. هر دو کانال یک پایه فعال ساز دارد. امیتر ترانزیستورهای پایین آورنده هر پل با هم به پایه بیرونی وصل شده اند که می تواند استفاده شود برای سنسینگ.این پایه ها با مقاومت اهم پایین به زمین وصل می شوند. (مقاومت 0.5اهم)

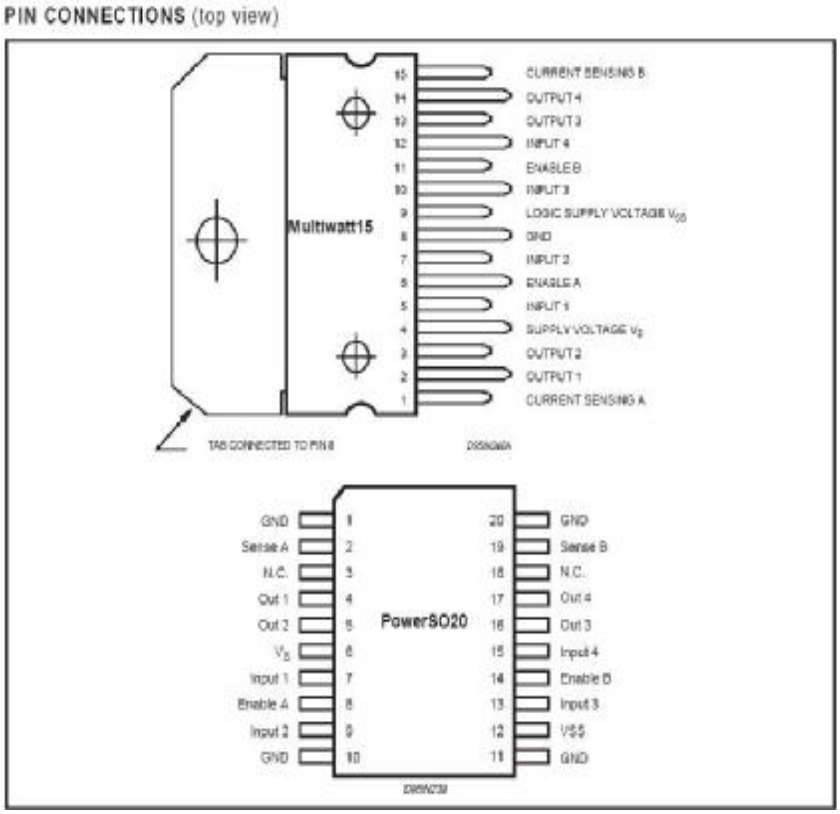


شکل ۳-۳۰ نمونه های L298

BLOCK DIAGRAM



شکل ۳-۳۱ مدار داخلی L298 [۲]



شکل ۳-۳۲ پایه های درایور راه انداز [۲]

VS : ولتاژ تغذیه که برای خروجی استفاده می شود. بیشترین ولتاژ نامی 50 ولت است .

VSS : ولتاژ تغذیه گیت برای تغذیه گیتهای منطقی داخل آی سی استفاده می شود. بیشترین ولتاژ نامی 7 ولت است.

INPUT : ورودی آی سی که هر کانال یک ورودی دارد (4 کانال)

OUTPUT : خروجی آی سی است که هر کانال یک خروجی دارد (4 کانال)

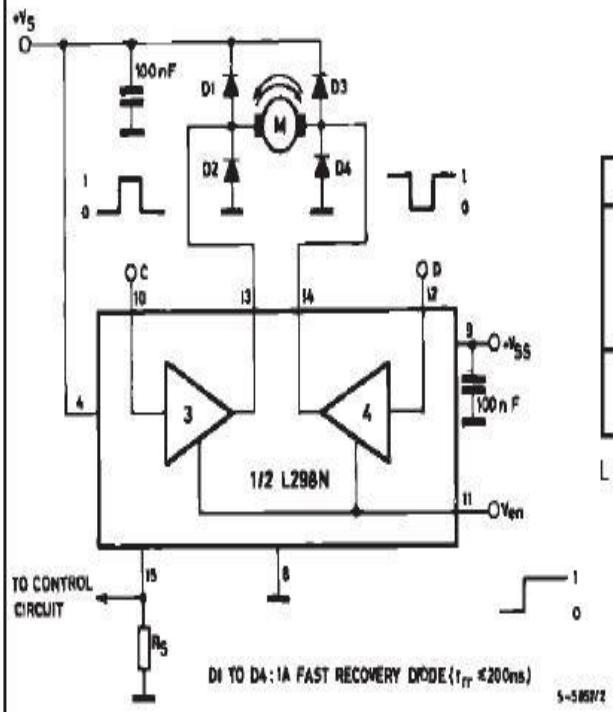
GND : به زمین وصل می شود.

ENABLE A : فعال ساز کانال 1و2 (اگر 5v دو کانال فعال است و اگر 0v غیر فعال)

ENABLE B : فعال ساز کانال 3 و 4 .

CURRENT SENSING : این پایه امیتر ترانزیستورهای پایین آورنده است با مقاومت 0.5 یا 1 اهم وات بالا به زمین وصل می شود. ولی برای جریان های پایین لازم نیست با مقاومت به زمین وصل شود.

Figure 6 : Bidirectional DC Motor Control.



Inputs		Function
V_{en} = H	C = H ; D = L	Forward
	C = L ; D = H	Reverse
	C = D	Fast Motor Stop
V_{en} = L	C = X ; D = X	Free Running Motor Stop

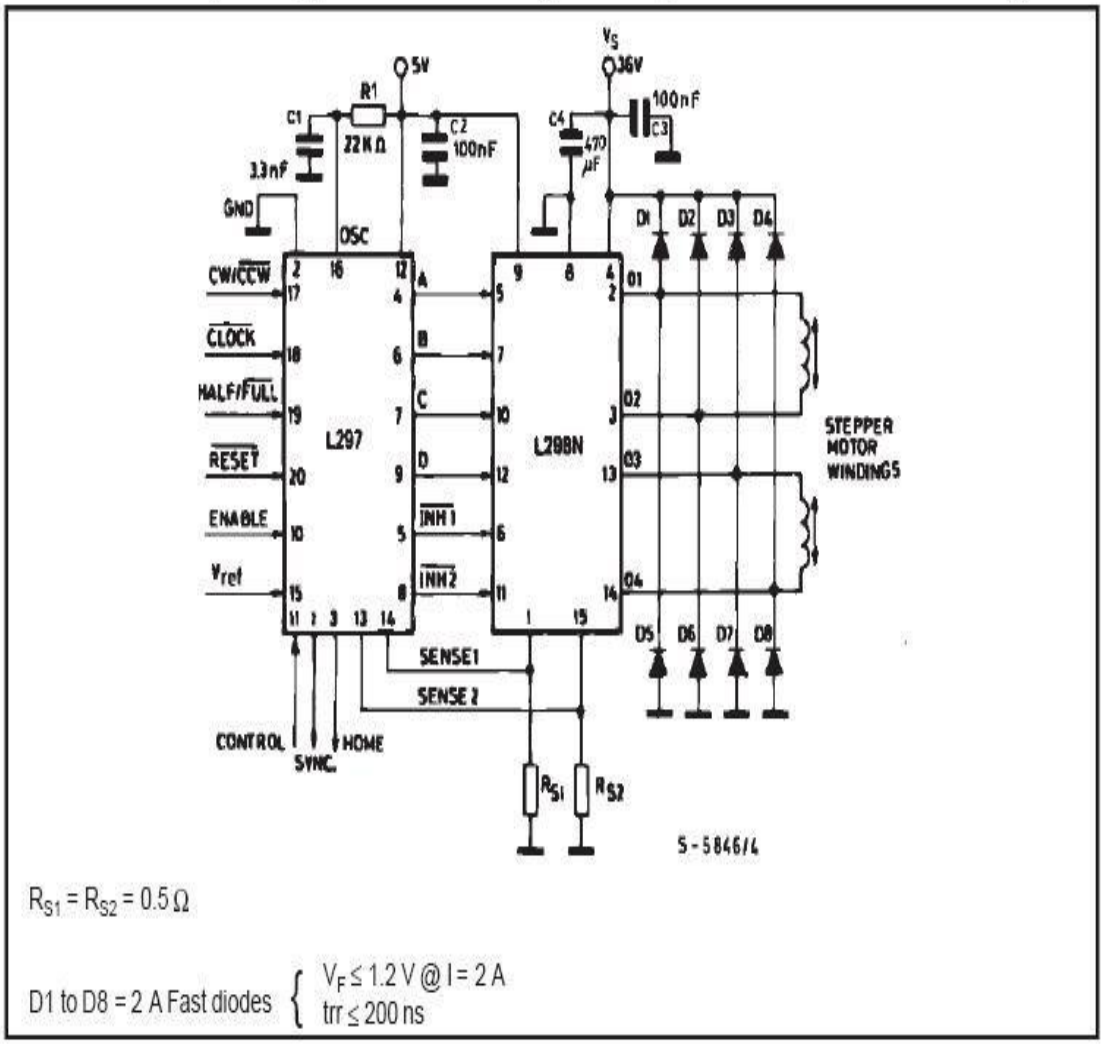
L = Low H = High X = Don't care

شکل ۳-۳۳ جدول عکس العمل موتور نسبت به ورودی و کنترل موتور DC در دو جهت [۲]

به صورتی که در شکل مشخص است برای کنترل موتور DC در دو جهت خروجی های آی سی (output) را به موتور وصل می کنیم و با اتصال دو دیود به هر پایه خروجی، آی سی را از جریان برگشتی موتور محافظت می کنیم.

Figure 8 : Two Phase Bipolar Stepper Motor Circuit.

This circuit drives bipolar stepper motors with winding currents up to 2 A. The diodes are fast 2 A types.



شکل ۳ - ۳٤ مدارL297,L299N [۲]

برای کنترل استپر موتور های دو قطبی با ارسال پالس به آی سی L297 ، آی سی L298 استپر را کنترل می کند .

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (V_S = 42V; V_{SS} = 5V, T_j = 25°C; unless otherwise specified)

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
V_S	Supply Voltage (pin 4)	Operative Condition	V_{IH} +2.5		46	V
V_{SS}	Logic Supply Voltage (pin 9)		4.5	5	7	V
I_S	Quiescent Supply Current (pin 4)	V_{en} = H; I_L = 0 V_i = L V_i = H		13 50	22 70	mA mA
		V_{en} = L V_i = X			4	mA
I_{SS}	Quiescent Current from V_{SS} (pin 9)	V_{en} = H; I_L = 0 V_i = L V_i = H		24 7	36 12	mA mA
		V_{en} = L V_i = X			6	mA
V_{iL}	Input Low Voltage (pins 5, 7, 10, 12)		-0.3		1.5	V
V_{iH}	Input High Voltage (pins 5, 7, 10, 12)		2.3		VSS	V
I_{iL}	Low Voltage Input Current (pins 5, 7, 10, 12)	V_i = L			-10	μA
I_{iH}	High Voltage Input Current (pins 5, 7, 10, 12)	Vi = H ≤ V_{SS} -0.6V		30	100	μA
V_{en} = L	Enable Low Voltage (pins 6, 11)		-0.3		1.5	V
V_{en} = H	Enable High Voltage (pins 6, 11)		2.3		V_{SS}	V
I_{en} = L	Low Voltage Enable Current (pins 6, 11)	V_{en} = L			-10	μA
I_{en} = H	High Voltage Enable Current (pins 6, 11)	V_{en} = H ≤ V_{SS} -0.6V		30	100	μA
$V_{CEsat(H)}$	Source Saturation Voltage	I_L = 1A I_L = 2A	0.95	1.35 2	1.7 2.7	V V
$V_{CEsat(L)}$	Sink Saturation Voltage	I_L = 1A (5) I_L = 2A (5)	0.85	1.2 1.7	1.6 2.3	V V
V_{CEsat}	Total Drop	I_L = 1A (5) I_L = 2A (5)	1.80		3.2 4.9	V V
V_{sens}	Sensing Voltage (pins 1, 15)		-1 (1)		2	V

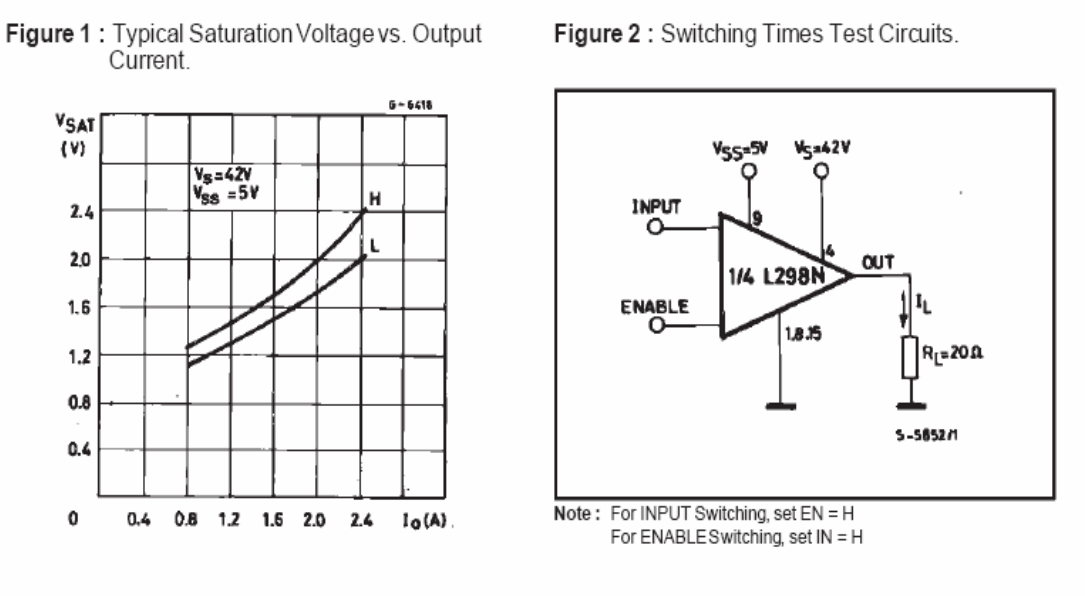
شکل ۳-۳۵ جدول مربوط به درایور راه انداز[۲]

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

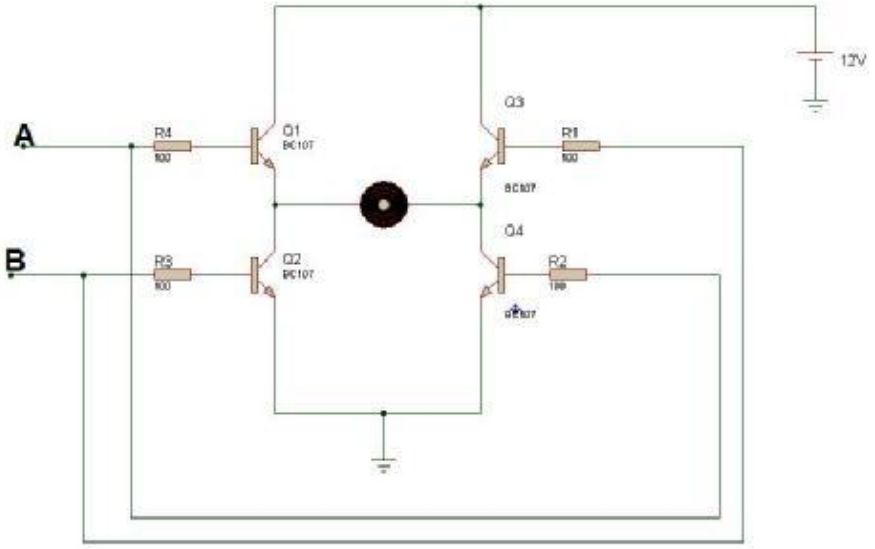
Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
T_1 (V_i)	Source Current Turn-off Delay	0.5 V_i to 0.9 I_L (2); (4)		1.5		µs
T_2 (V_i)	Source Current Fall Time	0.9 I_L to 0.1 I_L (2); (4)		0.2		µs
T_3 (V_i)	Source Current Turn-on Delay	0.5 V_i to 0.1 I_L (2); (4)		2		µs
T_4 (V_i)	Source Current Rise Time	0.1 I_L to 0.9 I_L (2); (4)		0.7		µs
T_5 (V_i)	Sink Current Turn-off Delay	0.5 V_i to 0.9 I_L (3); (4)		0.7		µs
T_6 (V_i)	Sink Current Fall Time	0.9 I_L to 0.1 I_L (3); (4)		0.25		µs
T_7 (V_i)	Sink Current Turn-on Delay	0.5 V_i to 0.9 I_L (3); (4)		1.6		µs
T_8 (V_i)	Sink Current Rise Time	0.1 I_L to 0.9 I_L (3); (4)		0.2		µs
fc (V_i)	Commutation Frequency	I_L = 2A		25	40	KHz
T_1 (V_{en})	Source Current Turn-off Delay	0.5 V_{en} to 0.9 I_L (2); (4)		3		µs
T_2 (V_{en})	Source Current Fall Time	0.9 I_L to 0.1 I_L (2); (4)		1		µs
T_3 (V_{en})	Source Current Turn-on Delay	0.5 V_{en} to 0.1 I_L (2); (4)		0.3		µs
T_4 (V_{en})	Source Current Rise Time	0.1 I_L to 0.9 I_L (2); (4)		0.4		µs
T_5 (V_{en})	Sink Current Turn-off Delay	0.5 V_{en} to 0.9 I_L (3); (4)		2.2		µs
T_6 (V_{en})	Sink Current Fall Time	0.9 I_L to 0.1 I_L (3); (4)		0.35		µs
T_7 (V_{en})	Sink Current Turn-on Delay	0.5 V_{en} to 0.9 I_L (3); (4)		0.25		µs
T_8 (V_{en})	Sink Current Rise Time	0.1 I_L to 0.9 I_L (3); (4)		0.1		µs

1) 1)Sensing voltage can be −1 V for t ≤ 50 µsec; in steady state V_{sens} min ≥ −0.5 V.
2) See fig. 2.
3) See fig. 4.
4) The load must be a pure resistor.

شکل ۳-۳۶ جداول مربوط به L298 درایور موتور[۲]



شکل ۳-۳۷ تست مدار L298N



شکل۳ - ۳۸مدار یک موتور چپ گرد و راست گرد را نشان می دهد. [٤]

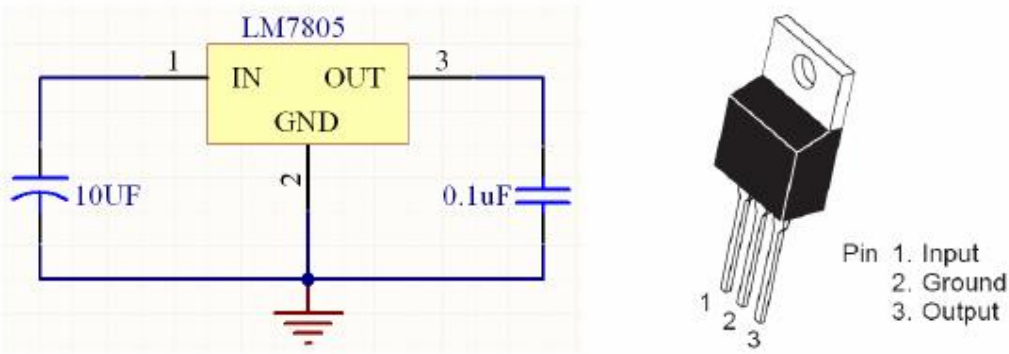
رگولاتور: [۳]

رگولاتورها تنظیم کننده ولتاژ هستند و به دو دسته رگولاتور ثابت و رگولاتور متغیر تقسیم می شود. رگولاتور های ثابت دارای خروجی ولتاژ کاملا ثابت و فیکس شده می باشند، در صورتی که ولتاژ خروجی رگولاتورهای متغیر قابل تنظیم می باشد.

رگولاتورهای ثابت : [۳]

متداول ترین رگولاتورهای ثابت دو خانواده رگولاتور های مثبت (78XX) و رگولاتورهای منفی (79XX) می باشند. دو عدد آخر رگولاتورها ی این دو خانواده نشانگر ولتاژ خروجی رگولاتور می باشد. مثلاً خروجی رگلاتور 7805 ، مثبت 5 ولت می باشد. ولتاژ ورودی رگلاتور باید حداقل 3 ولت بیشتر از ولتاژ خروجی باشد تا رگلاتور عملکرد صحیحی داشته باشد. جریان خروجی این رگلاتور ها در حدود 1 آمپر می باشد. ضمناً اختلاف ولتاژ ورودی و خروجی رگلاتور نباید بیشتر از 15 ولت باشد، در غیر این صورت این اختلاف ولتاژ باعث تولید حرارت بسیار زیاد بر روی رگلاتور می گردد. پیشنهاد می شود در هنگام استفاده از ماکزیمم جریان رگلاتور، از هیت سینگ استفاده شود تا گرمای تولید شده توسط رگلاتور را به هوا منتقل کند .

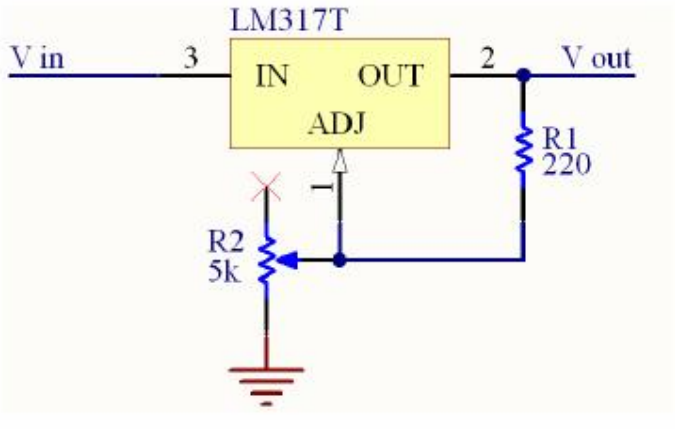
Regulator	Output	Regulator	Output
7805	5	7905	-5
7806	6	7906	-6
7808	8	7908	-8
7809	9	7909	-9
7812	12	7912	-12
7815	15	7915	-15
7818	18	7918	-18
7824	24	7924	-24



شکل ۳-۳۹ مدار رگولاتور ثابت (مثبت)

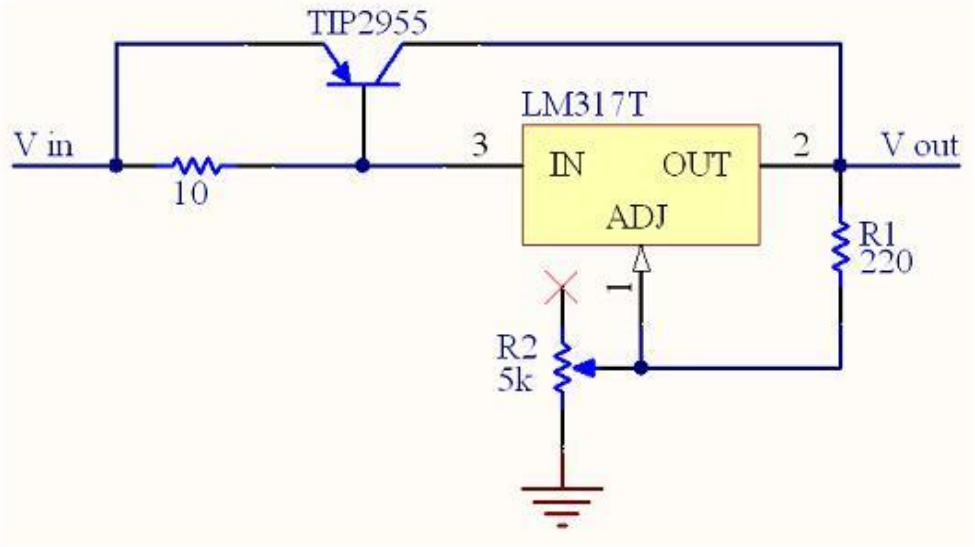
رگولاتورهای متغیر : [۳]

در این نوع رگلاتورها ولتاژ خروجی قابل تنظیم می باشد. یکی از معروف ترین رگلاتورهای متغیر رگلاتور LM317 می باشد. خروجی این رگلاتور از 1.25v تا 37v (ولتاژ ورودی) قابل تنظیم می باشد. ماکزیمم جریان خروجی LM317 برابر 1 آمپر می باشد.



شکل ۳-٤۰ مدار رگولاتور متغییر

از آنجا که معمولا جریان خروجی رگولاتور ها برای مدارات ربات به خصوص موتورها کافی نمی باشد، بنا براین از یک ترانزیستور PNP به عنوان تقویت کننده جریان استفاده می شود. با افزودن این ترانزیستور (به عنوان مثال ترانزیستور TIP2955) به رگولاتور متغییر یا ثابت، جریان خروجی رگولاتور تا 5A تقویت می گردد.

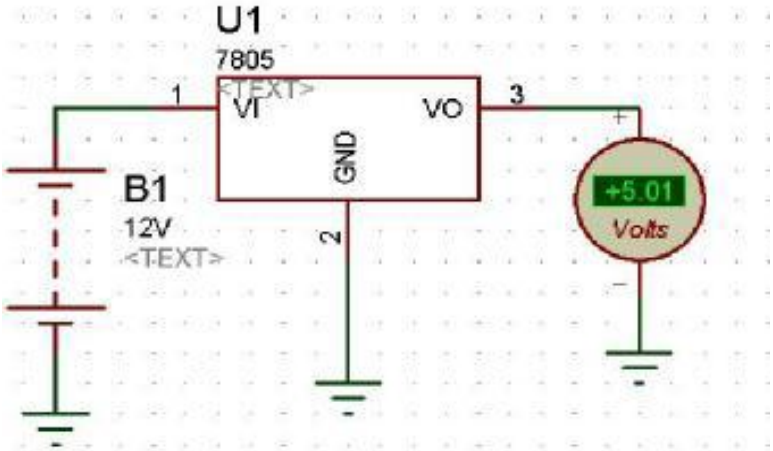


شکل ۳-٤۱ مدار رگولاتور متغییر با استفاده از ترانزیستورPNP

رگولاتور ولتاژ: [٤]

تفاوت رگولاتورPQ 05 با رگولاتور 7805 در این است:

همان طور که می دانیم برای راه اندازی 7805 ولتاژ ورودی نیاز به 8V حداقل ولتاژ دارد اما در PQ05 ولتاژ ورودی می تواند 5.7 V باشد.



شکل ٣-٤٢ نمونه ای از مدار رگولاتور

این ولتاژ کمتر سبب می شود که بتوانیم جریان بیشتری از رگولاتور دریافت کنیم. در بعضی از قسمت های مدار برای نویزگیری از یک خازن استفاده شده که نویز محیط را کامل بگیرد و نویزهای احتمالی در این قسمت از بین برود. به این نکته توجه کنید چون در رگولاتور ها توان ثابت است هر چقدر ولتاژ کمتری به ورودی رگولاتور اعمال کنید جریان بیشتری را دریافت خواهید کرد.

برای مثال:

طی تجربیات عملی که بدست آوردیم توان رگولاتور 13.5–14W می باشد.

یعنی اگر ولتاژ ورودی رگولاتور را 12V در نظر بگیریم :

$$Pi=Vi*Ii=14w=12v*Ii=Ii=14w/12v=1.16A$$

حداکثر جریانی که می تواند رگولاتور تامین کند 1.16A می باشد.

حالا در نظر بگیرید که ولتاژ ورودی را به 9V کاهش دهیم خواهیم داشت :

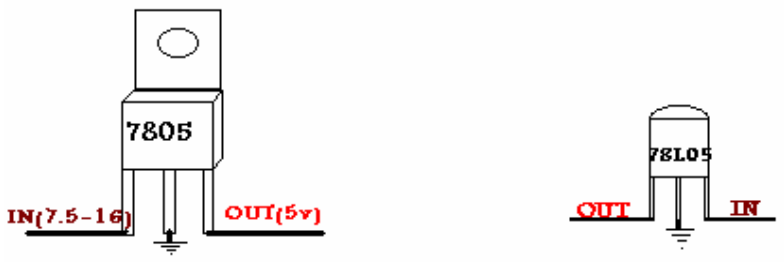
$$Pi=Vi*Ii=14W=9V*Ii=Ii=14W/12V=1.5A$$

مشاهده کردید که در حال حاضر بیشترین جریانی که می توان از رگولاتور گرفت به 1.5A افزایش یافت. به این نکته توجه کنید که نمی توان به راحتی ولتاژ ورودی یک رگولاتور را کم کرد و باید به برگه های اطلاعاتی آن مراجعه کرد یعنی حداقل ولتاژ ورودی برای IC7805 ، 8 ولت و برای PQ05 ، 5.7 V می باشد پس دقت کنید.

آی سی ریگولاتور 7805 : [۲]

آی سی 7805 از 500 ma تا 1 آمپر جریان می دهد.

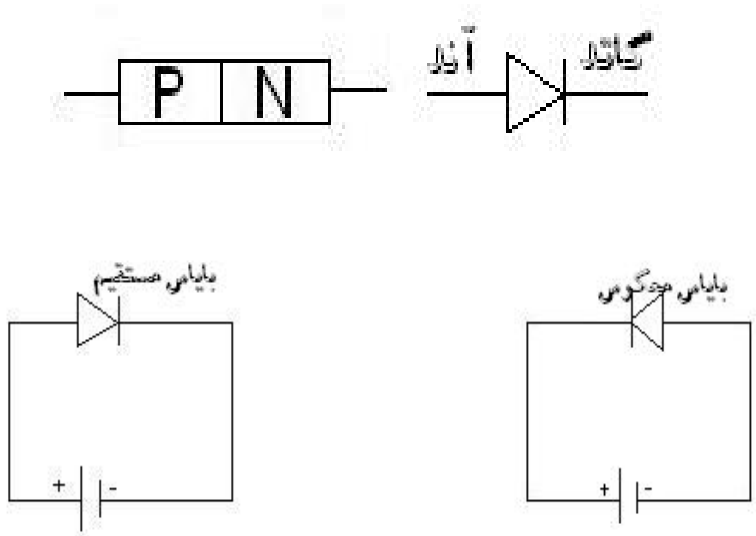
آی سی 78 L 05 در حدود 150 ma جریان می دهد .



شکل ۳-٤۳ شمای رگولاتور7805

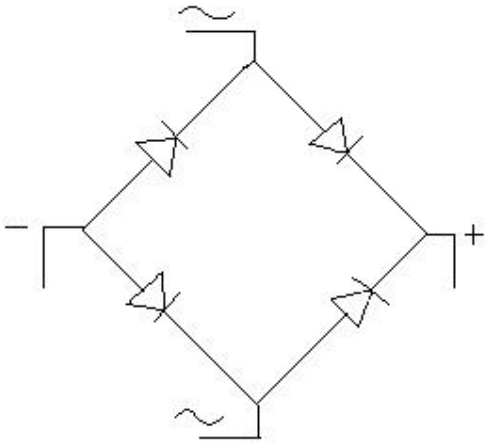
دیود : [۳]

دیود قطعه ای الکترونیکی است که از اتصال دو لایه نیمه هادی نوع N و P تشکیل شده است که نسبت به عبورجریان در یک سمت مقاومت کمی نشان داده و در سمت مخالف مقاومت آنها بالا است. جهتی که جریان عبور داده می شود را معمولا جهت مستقیم و مخالفش را معکوس می نامند. زمانی که ولتاژ آند دیود از کاتدش بیشتر باشد اتصال کوتاه شده و جریان را عبور می دهد در پیوند نیمه هادی نوع N & P درون دیود، الکترونهای آزاد و حفره ها از محل پیوند عبور کرده، با هم ترکیب می شوند و تشکیل یک لایه سد یا عایق می دهند. یک منطقه تخلیه در محل پیوندها ایجاد می شود که فاقد الکترونهای آزاد و حفره ها می باشد، لکن اتمهایی که الکترون از دست داده ویا گرفته اند، در دو طرف لایه سد و در منطقه تخلیه وجود دارند. اتمهای یونیزه شده، ایجاد سد پتانسیل می کنند که برای نیمه هادی ژرمانیومی حدود 0.2 ولت است و برای نیمه هادی سیلسیمی حدود 0.6 ولت است. سد پتانسیل تشکیل شده از حرکت و ترکیب بیشتر الکترونها وحفره ها در لایه سد جلو گیری به عمل آید. کریستال نیمه هادی نوع P دارای بار الکتریکی مثبت و کریستال نیمه هادی N دارای بار الکتریکی منفی می باشد .



شکل ۳-٤٤ مدار بایاس مستقیم و معکوس دیود [۲]

دیودها بیشتر برای یکسو ساز کاربرد دارند مثلا به صورت شکل زیر (یک پل دیودی) برای تبدیل ولتاژ متناوب به مستقیم استفاده می شود : [۲]



شکل ۳-٤٥ یک پل دیود

در ربات به دلیل اینکه معمولا منبع تغذیه ربات منبع DC است، استفاده از پل دیود ضرورتی ندارد، ولی استفاده از پل دیود این مزیت را دارد که در صورت معکوس وصل کردن خطوط تغذیه آسیبی به مدارات وارد نمی گردد و همیشه مثبت و منفی مدار توسط پل دیود تنظیم می شود. از طرفی به دلیل اینکه در پل دیود همواره دو دیود همزمان روشن هستند، بنابراین استفاده از پل دیود باعث افت ولتاژی به میزان 1.4V می شود. ضمنا در پل دیود اصطلاحا زمین مدار عوض می شود یعنی ولتاژی که تحت عنوان ولتاژ منفی باتری وارد پل دیود می شود با زمین مدار که بعد از پل دیود تشکیل می شود یکسان نمی باشد.

بایاس دیود: [۳]

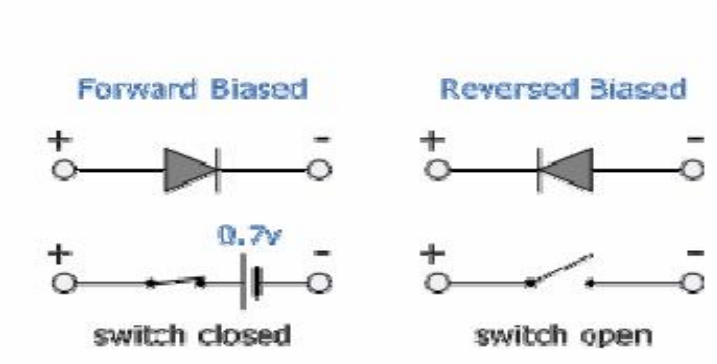
وصل کردن ولتاژ به دیود را بایاس کردن دیود می گویند.

بایاس مستقیم : [۳]

اگر نیمه هادی نوع P به قطب مثبت باتری و نیمه هادی نوع N به قطب منفی آن وصل شود و ولتاژ از پتانسیل سد دیود بیشتر باشد، در مدار جریان برقرار خواهد شد.

بایاس معکوس : [۳]

اگر قطب مثبت باتری به نیمه هادی نوع N وصل شود و قطب منفی باتری به نیمه هادی نوع P وصل شود، جریانی در مدار نخواهیم داشت.



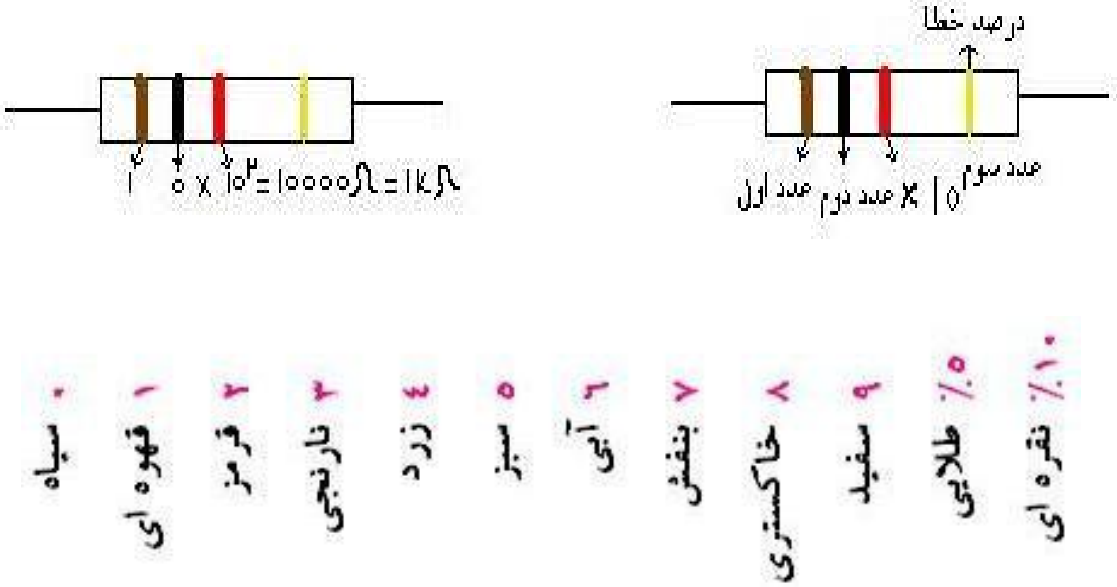
شکل ۳-٤٦ بایاس مستقیم و معکوس

از لحاظ الکتریکی یک دیود هنگامی عبور جریان را از خود ممکن می سازد که شما با برقرار کردن ولتاژ در جهت موافق (+ به آند و – به کاتد) آنرا آماده کار کنید. مقدار ولتاژی که باعث می شود تا دیود شروع به هدایت جریان الکتریکی نماید ولتاژ آستانه یا (forward voltage drop) نامیده می شود که چیزی حدود 0.6 تا 0.7 ولت می باشد. اما هنگامی که شما ولتاژ معکوس به دیود متصل می کنید (+ به کاتد و – به آند) جریانی از دیود عبورنمی کند، مگر جریان بسیار کمی که به جریان نشتی معروف است که در حدود چند μA یا حتی کمتر می باشد. این مقدار جریان معمولا در اغلب مدارهای الکترونیکی قابل صرف نظر کردن بوده و تاثیر در رفتار سایر المانها ی مدار نمی گذارد.

مقاومت : [۲]

مقاومت ها امکان کنترل جریان و یا ولتاژ ارئه شده را فراهم می کنند، در هر مداری باید موارد زیر را مد نظر داشت مقاومت : مقدار مقاومت مورد نیاز که بر حسب اهم، کیلو اهم و یا مگا اهم بیان می شود.تولرانس (یا میزان دقت) ، ضریب حرارتی، ایجاد نویز، پایداری و.....

کدهای رنگی : مقاومت های کربنی و اکسید فلزی همواره به صورت کدهای رنگی بر روی بدنه آنها نشان داده می شوند که مقاومت آنها به صورت زیر محاسبه می شود :



شکل ۳-۴۷ کدهای رنگی مقاومت

مقاومت متغییر : [۳]

مقاومت متغیر گونه ای از متغیر می باشد که مقدار مقاومت آن از صفر تا ماکزیمم آن قابل تنظیم است. مطابق شکل زیر این قطعه از سه پایه تشکیل شده است که بین دو نقطه A و B ماکزیمم مقاومت قرار دارد و مقاومت نقطه C با هر یک از این پایه ها با چرخاندن پایه لغزان قابل تنظیم است. انواع مختلفی از مقاومتهای متغیر وجود دارد. معمولی ترین نوع این مقاومتها پتانسیومترها می باشند. پتانسیومترها تک دور می باشند و ماکزیمم توان قابل تحمل آن 2W می باشد. مسیر حلقوی آن را می توان از ذغال یا سرمت (مخلوطی از اکسید فلزی و آلومینیوم) تهیه کرد ولی برای توان های بیش از 2W آن را از نوع سیم پیچی شده تهیه می کنند. نوع دیگر مقاومتهای متغیر، پتانسیومترهای چند دور یا مولتی ترن ها Multiturn می باشند. زبانه این نوع پتانسیومترها قابلیت چرخش چندین دور دارند. در مواردی که تنظیم دقیق و توان پایین مورد نظر باشد از مولتی ترن ها استفاده می شود. نوع توان بالای مقاومت های متغیر ولوم ها می باشند.

پتاسیومتر

مولتی ترن

ولوم

شکل ۳-۴۸ نمونه هایی از مقاومت متغییر

خازن : [۳]

خازن المان الکتریکی است که می تواند انرژی الکتریکی را به صورت بار الکتریکی در خود ذخیره کند. انواع خازن ها در مدارهای الکتریکی به کار می روند. خازن را با حرف C که ابتدای کلمه Capacitor است نمایش می دهند.

ظرفیت خازن : مقدار را مشخص کرده و بر حسب میکروفاراد – نانو فاراد و یا پیکو فاراد بیان می شود .

ولتاژ کار : معادل حداکثر اختلاف پتانسیلی است که می توان به صورت مداوم به خازن اعمال کرد ولی اگر ولتاژ اعمال شده از این مقدار بیشتر شود به خازن آسیب می رساند.

ساختمان خازن : [۳]

ساختمان داخلی خازن از دو قسمت اصلی تشکیل می شود :

الف – صفحات هادی

ب – عایق بین هادی ها (دی الکتریک)

هر گاه دو هادی در مقابل هم قرار گرفته و در بین آنها عایقی قرار داده شود، تشکیل خازن می دهند.معمولا صفحات هادی خازن از جنس آلومینیوم، روی و نقره با سطح نسبتا زیاد بوده و در بین آنها عایقی (دی الکتریک) از جنس هوا، کاغذ، میکا، پلاستیک، سرامیک، اکسید آلومینیوم و اکسید تانتالیوم استفاده می شود. هر چه ضریب دی الکتریک یک ماده عایق بزرگتر باشد آن دی الکتریک دارای خاصیت عایقی بهتر است. به عنوان مثال، ضریب دی الکتریک هوا 1 و ضریب دی الکتریک اکسید آلومینیوم 7 می باشد. بنابراین خاصیت عایقی اکسید آلومینیوم 7 برابر خاصیت عایقی هوا است.

انواع خازن: [۳]

الف – خازنهای ثابت

سرامیکی

خازنهای ورقه ای

خازنهای میکا

خازنهای الکترولیتی

آلومینیومی

تانتالیوم

ب- خازنهای متغییر

واریابل

تریمر

انواع خازن بر اساس دی الکتریک آنها

خازن کاغذی

خازن الکترونیکی

خازن سرامیکی

خازن متغییر

انواع خازن بر اساس شکل ظاهری آن

مسطح

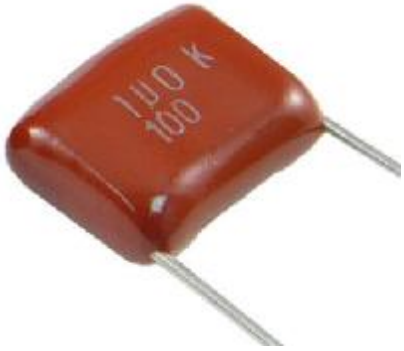
کروی

استوانه ای

خازن الکترولیتی

خازن سرامیکی

خازن آلومینیومی



خازن پلاستیکی

خازن تانتالیوم

شکل۳-۴۹ نمونه هایی از خازن

کاربرد خازن : [۳]

با توجه به اینکه بار الکتریکی در خازن ذخیره می شود، برای ایجاد میدانهای الکتریکی یکنواخت می توان از خازن استفاده کرد. خازنها می توانند میدانهای الکتریکی را در حجمهای کوچک نگه دارند به علاوه می توان از آنها برای ذخیره کردن انرژی استفاده کرد. همچنین از خازنها برای صاف کردن سطح تغییرات ولتاژ مستقیم استفاده می شود. از خازن ها در مدارات به عنوان فیلتر هم استفاده می شود. زیرا خازن ها به راحتی سیگنالهای غیر مستقیم AC را عبور می دهند ولی مانع عبور سیگنالهای مستقیم DC می شوند. خازن ها به همراه مقاومت ها، در مدارات تایمینگ استفاده می شوند. وجود خازن تقریبا برای عملکرد صحیح تمام مدارهای الکترونیک ضروری است.

کاربرد خازنها در مدارات دیجیتال و آنالوگ :[۳]

در مدارات دیجیتال از خازن ها به عنوان عنصر ذخیره کننده انرژی استفاده می کنند که در یک لحظه شارژ و در لحظه دیگر دشارژ می شود ولی در مدارات آنالوگ از خازن جهت ایزوله کردن (جدا ساختن) دو منبع متناوب و مستقیم استفاده می شود خازن در برابر ولتاژ متناوب مثل اتصال کوتاه عمل می کند و اجازه ورود یا خروج می دهد ولی در مقابل ولتاژ مستقیم همانند سد عمل می کند و اجازه ورود یا خروج شدن ولتاژ مستقیم از مدار را به قسمت تحت ایزوله خود نمی دهد.

LEDدیود نور دهند: [۳]

این دیود از دو نوع نیمه هادی P & N تشکیل شده است. هرگاه این دیود، در بایاس مستقیم ولتاژی قرار گیرد و شدت جریان به اندازه کافی باشد، دیود، از خود نور تولید می کند. نور تولید شده در محل اتصال دو نیمه هادی تشکیل می شود. نور تولیدی بستگی به جنس به کار برده شده در نیمه هادی دارد.

LED مخفف سه کلمه LIGHT (نور) ، emitting (ساتع کننده) ، Diode است. در واقع یعنی دیودهای ساتع کننده نور پایه بلندتر آن پایه مثبت و پایه کوتاهتر آن پایه منفی است.

شکل ۳-۵۰ نمونه ای از دیود نور دهنده

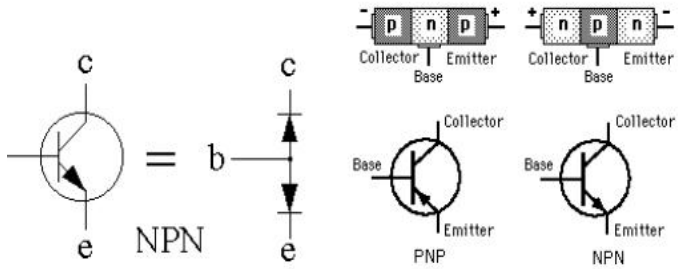
این لامپ چند مزایا بر لامپ های معمولی دارد که عبارتند از :

- کوچک بودن و نیاز به فضای کم
- محکم بودن و داشتن عمر طولانی (حدود صد هزار ساعت کار)
- قطع و وصل سریع نور
- ولتاژ کار کم، بین 1.7 ولت تا 3.3 ولت
- جریان کم حدود چند میلی آمپر با نور قابل رویت
- توان کم ، حدود 10 تا 150 میلی وات

ترانزیستور : [۳]

یکی از پر کاربردترین قطعه ها در علم الکترونیک ترانزیستورها هستند. ترانزیستورها در انواع مدل و برای کاربردهای مختلف ساخته می شود. یکی از کاربردهای ترانزیستور استفاده به عنوان کلید قطع و وصل است. یکی دیگر از کاربردهای مهم ترانزیستور خاصیت تقویت کنندگی آن است. ترانزیستورهای کوچک که برای راه اندازی موتورهای اسباب بازی کوچک استفاده می شود تا ترانزیستورهایی که مدار کنترل موتور یک ترن را فرماندهی می کنند همگی دارای ساختار و اصول تقریبا یکسانی هستند. اما در اندازه و با شیوه های مختلفی ساخته می شوند. اگر ساده بخواهیم به موضوع نگاه کنیم عملکرد یک ترانزیستور را می توان تقویت جریان دانست. مدار منطقی کوچکی را در نظر بگیرید که تحت شرایط خاص در خروجی خود جریان بسیار کمی را ایجاد می کند. شما به وسیله یک ترانزیستور می توانید این جریان را تقویت کنید و سپس از این جریان قوی برای قطع و وصل کردن یک رله برقی استفاده کنید. موارد بسیار ی هم وجود دارد که شما از یک ترانزیستور برای تقویت ولتاژ استفاده می کنید. بدیهی است که این خصیصه مستقیما از خصیصه تقویت جریان این وسیله به ارث می رسد کافی است که جریان ورودی و خروجی تقویت شده را روی یک مقاومت بیندازیم تا ولتاژ کم ورودی به ولتاژ تقویت شده خروجی تبدیل شود.

ترانزیستورها همانند دیودها از ترکیب مواد نیمه هادی ساخته می شود. می توان در یک تقسیم بندی کلی مواد نیمه هادی را به دو دسته N & P تقسیم کرد. در دیود تنها از دو ماده N & P استفاده می شود. از لحاظ ساختاری می توان یک ترانزیستور را با دو دیود مدل کرد. در ترانزیستور از دو ماده P با غلظت های متفاوت و یک ماده N استفاده می کنند. به این ترانزیستورها PNP می گویند. همچنین ترانزیستورها را به صورت NPN نیز می سازند. این ترانزیستورها را با نماد زیر نشان می دهند.



شکل ۳-۵۱ شمای ترانزیستورNPN ,PNP

برای هر یک از لایه های نیمه هادی که در یک ترانزیستور وجود دارد یک پایه در نظر گرفته شده است که ارتباط مدار بیرونی را به نیمه هادی ها میسر می سازد. این پایه ها به نامهای (Base) پایه، (Collector) جمع کننده و (Emitter) منتشر کننده مشخص می شوند. اگر به ساختار لایه ای یک ترانزیستور دقت کنیم به نظر تفاوت خاصی میان Collector و Emitter دیده نمی شود اما واقعیت اینگونه نیست. چرا که ضخامت و بزرگی لایه Collector به مراتب از Emitter بزرگتر است و این عملا باعث می شود که این دو لایه با وجود تشابه پلاریته ای که دارند با یکدیگر تفاوت داشته باشند. با وجود این معمولا در شکل ها برای سهولت این دو لایه را به صورت یکسان در نظر می گیرند.

در ترانزیستورهای NPN جریان از کلکتور به امیتر جاری می شود (در PNP از امیتر به کلکتور، همه جا مطابق فلش) این جریان تنها در صورتی از کلکتور به امیتر جاری می شود که:

۱ – ولتاژ کلکتور از امیتر بیشتر باشد

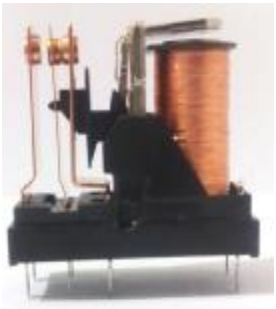
۲ – ولتاژ بیس از ولتاژ امیتر به اندازه 700mv بیشتر باشد.

جریان بیس جریان بسیار اندکی است اما جریان امیتر و کلکتور جریان بسیار بالایست چیزی در حدود 100 تا 200 برابر جریان بیس. در واقع هر چه جریان بیس بیشتر باشد جریان امیتر نیز بیشتر خواهد بود. این یکی از خواص تقویت کنندگی ترانزیستور است.

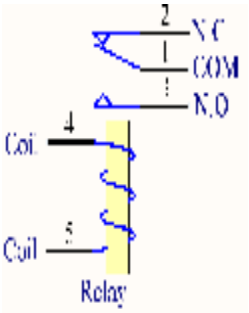
رله : [۳]

رله (relay) در واقع نوعی کلید قطع و وصل مغناطیسی است که می تواند به کمک یک جریان کوچک جریانهای الکتریکی بزرگ را قطع و وصل کند. یک رله به طور معمول از یک سیم پیچ و تیغه های فلزی N.C ، N.O ، و COM تشکیل شده است. تیغه N.C به صورت پیش فرض به تیغه COM وصل می باشد. هنگامی که جریانی در سیم برقرار می شود هسته سیم پیچ آهنربا شده و یک اتصال فلزی را جذب می کند و با این عمل تیغه COM از تیغه N.C جدا شده و به تیغه N.O متصل می شود.

یکی از بزرگترین مزایای رله، ایزوله بودن آن است. این امر باعث می شود که نویزهای دستگاه و محرک های آنها وارد قسمت های الکترونیکی سیستم نشوند. نکته مهم، فرکانس کاری رله است. به علت اینکه قطع و وصل شدن رله، مکانیکی است و محدودیت فرکانسی شدیدی دارد. بنابراین نمی توان یک رله را چندین هزار بار در یک ثانیه قطع و وصل کرد. به همین دلیل در فرکانس های بالا معمولا از قطعات الکترونیکی استفاده می شود.



شکل ۳-۵۲ شمای رله



انتخاب نوع باتری در رباتیک: [۱]

هنگامی که تصمیم به انتخاب باتری برای ربات خود را دارید، باید اطلاعات کافی در مورد توان، وزن و ابعاد باتری‌ها داشته باشید. همچنین به اطلاعات کافی در مورد پیشرفته بودن یا عدم پیشرفته بودن باتری‌ها نیاز دارید. در غیر این صورت استفاده بهینه از باتری مقدور نخواهد بود. در مواردی که قصد حضور در مسابقات را دارید ابعاد و وزن باتری‌ها در طراحی بسیار تعیین‌کننده هستند و ممکن است در انتخاب خود محدودیت‌هایی داشته باشید.

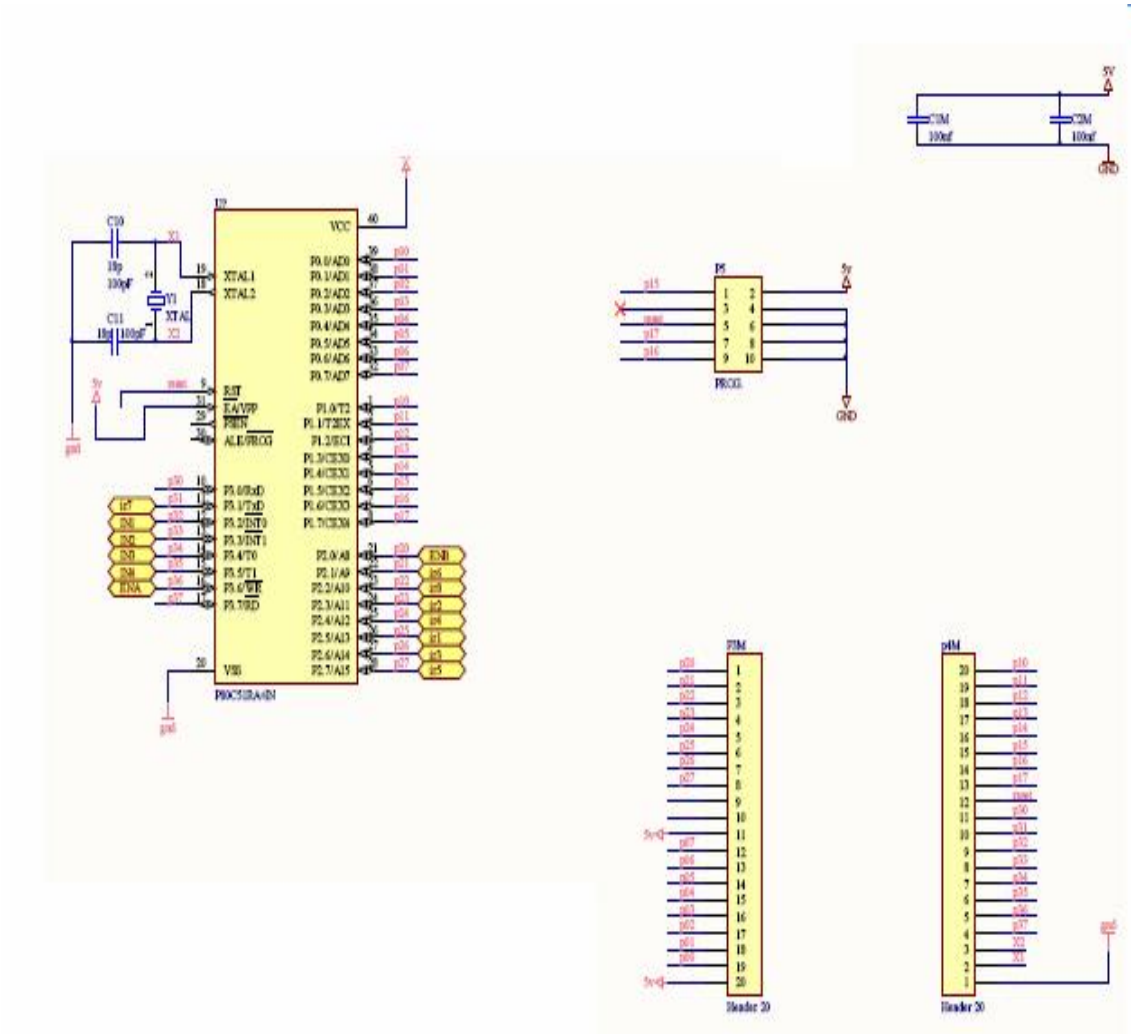
در بسیاری از موارد، باتری‌های کوچکتر از حد لازم در ربات‌ها بکار گرفته شده است و توان مورد نیاز برای موتورها و مدارات بیش از توان باتری بوده است و کل عملکرد ربات و توانایی‌های سازنده آن تحت تأثیر این اشتباه قرار گرفته است. با آگاهی از عملکرد باتری‌ها و نقطه کار بهینه آن‌ها مشکلی از این بابت نخواهید داشت. معمولاً استفاده از چند باتری کوچک در یک پکیج بسیار مناسب‌تر از یک باتری بزرگ می‌باشد.

در طراحی‌های پیشرفته، برای آگاهی از عملکرد باتری‌ها در حین کار کردن ربات از باتری‌های قابل شارژ برای تغذیه موتورها و از باتری‌های مجزا (قابل شارژ یا غیرقابل شارژ) برای تغذیه مدارات کنترلی و الکترونیکی ربات استفاده می‌شود.

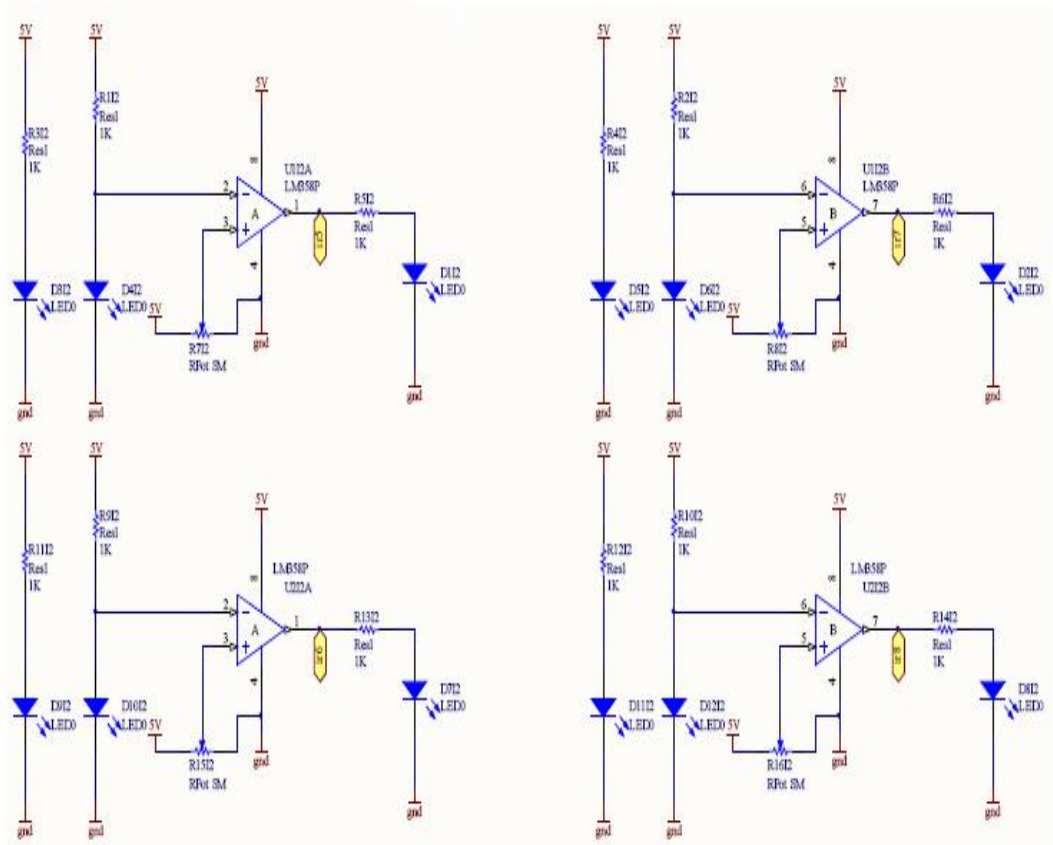
محل نصب باتری‌ها : [۱]

از آنجایی که باتری‌ها سنگین‌ترین جزء تشکیل‌دهنده یک ربات هستند باید در پایین‌ترین نقطه ممکن نصب شوند تا گرانیگاه ربات در پایین‌ترین وضعیت ممکن قرار گیرد. عدم توجه به این نکته باعث واژگونی ربات درپیچ های تند خواهد شد. مسئله دیگر در نصب باتری ها در نظر گرفتن شارژ آنهاست. باتری ها باید در محلی نصب شوند که به آسانی جایگزین یا شارژ شوند. طبق قانون بیشتر مسابقات امکان جایگزین کردن باتری‌ها در طول مسابقه وجود ندارد. بنابراین باتری‌ها باید قابلیت کار کردن در کل زمان مسابقه را داشته باشند.

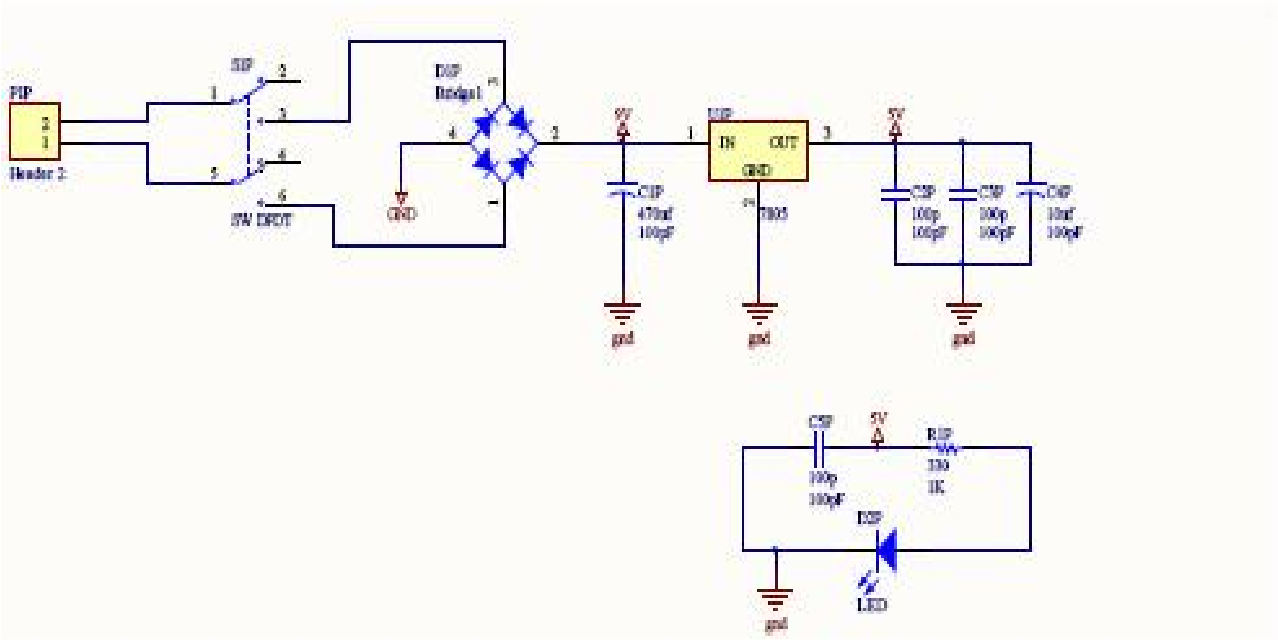
ارائه مدارات یک ربات تعقیب خط :



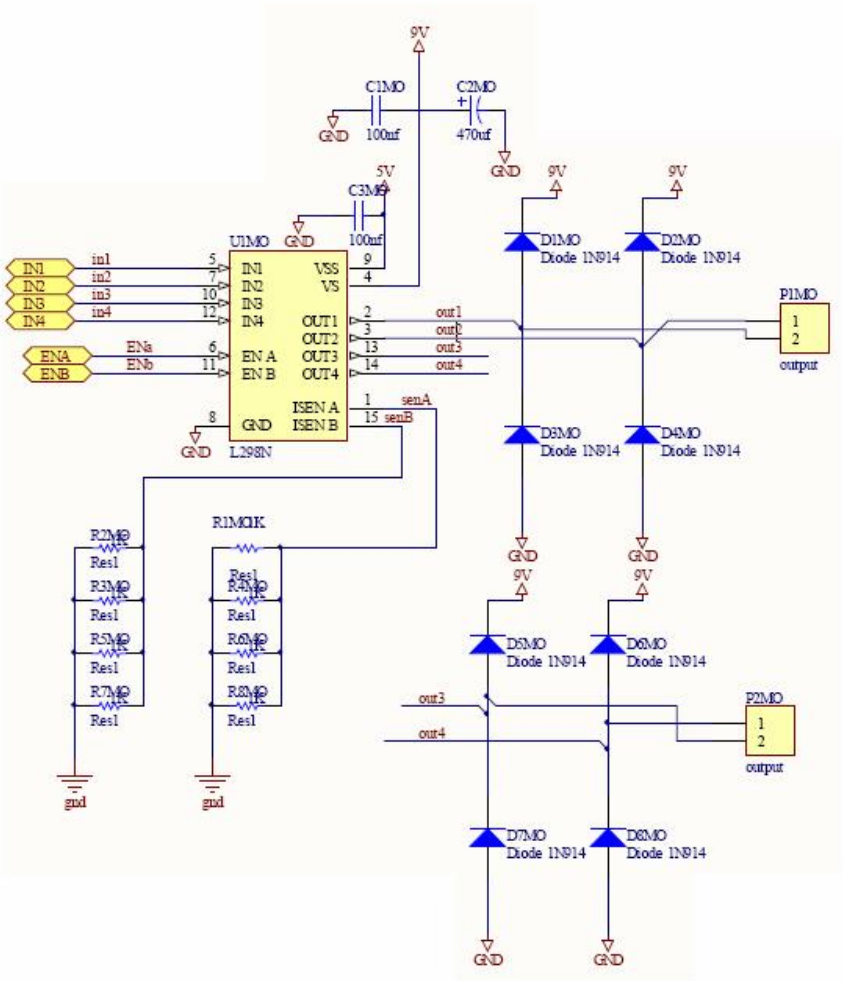
شکل ۳ - ۵۳ مدار یک ربات تعقیب خط با میکرو کنترلر AT89S51



شكل ٣-٥٤ مدار سنسور

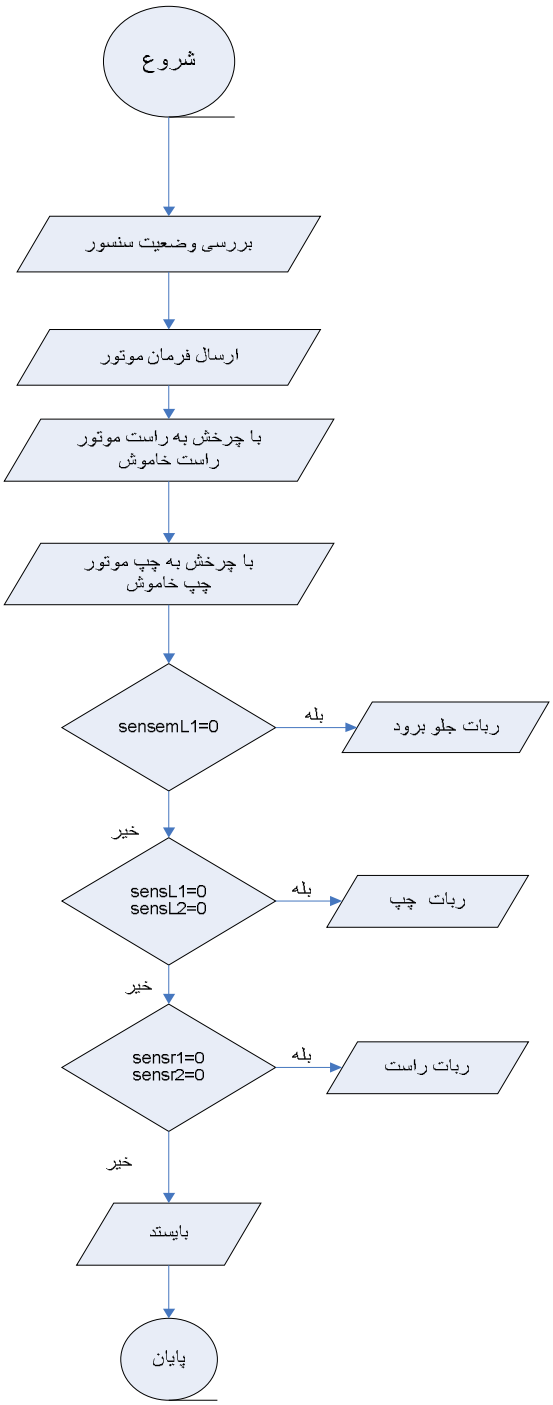


شکل ۳-۵۵ مدار رگولاتور ولتاژ



شکل ٣-٥٦ مدار درایور

فصل 4 : بخش کامپیوتر



شکل ٤-١ فلوچارت ربات مسیریاب

تعریف میکروکنترلر : [۳] و [۱]

به آی سی هایی که قابل برنامه ریزی می باشد و عملکرد آنها از قبل تعیین شده میکرو کنترلر می گویند. میکروکنترلر ها دارای ورودی – خروجی و قدرت پردازش می باشد.

این کلمه از دو کلمه ۱- میکرو ۲- کنترلر تشکیل شده

میکرو : یک واحد یونانی است و برابر با 10 به توان منفی 6 متر است. یعنی یک ملیو نیوم متر واحد خیلی کوچک است ولی واحدهای خیلی کوچکتر از این هم داریم که در الکترونیک مورد استفاده قرار می گیرند.

کنترلر : یعنی کنترل کننده به تعبیری یعنی " مغز " البته بدون تفکر فقط دستوراتی که به آن داده می شود به بهترین نحو انجام می دهد .بسیاری از دانشجویان میکروکنترلرها را میکروکامپیوتر (ریزرایانه) می‌نامند. اگرچه این دو شباهت‌های زیادی به یکدیگر دارند. مثلاً هر دو برنامه‌پذیرند، ورودی می‌پذیرند و قابلیت کنترل ابزارهای دیگر را دارند، حافظه دارند و می‌توانند محاسبه کنند. اما در واقع میکروکنترلرها و میکروکامپیوترها با هم تفاوت دارند. در یک کامپیوتر یا میکروکامپیوتر ابزارهایی تعبیه شده است که می‌تواند به صورت مستقیم ورودی را از کاربر دریافت کند و نتیجه پردازش را به کاربر ارائه نماید. یک میکروکنترلر تنها می‌تواند ورودی را از یک ابزار الکترونیکی دریافت کرده، پردازش را روی سیگنال‌ها انجام دهد و خروجی را جهت کنترل سایر ابزارهای الکترونیکی ارائه دهد.

میکرو کنترلرهای معروف (6811 از موتورولا – 8051 از اینتل – Z8 از زایلوگ – PIC 16 X از میکرو چیپ و AVR از اینتل)که در بسته بندی از نوع DIP (چهل پایه) و QFP (بسته مسطح) تهیه شده اند.

هر یک از میکروکنترلرهای فوق مجموعه دستورات و مجموعه ثبات های خود را دارند بنا بر این با یکدیگر سازگار نیستند. برنامه ای که بر روی یکی از آنها نوشته شود بر روی دیگری قابل اجرا نیست.

اساسی ترین قسمت یک ربات قسمت CPU یا میکرو کنترولر سیستم می باشد. انتخاب کردن یک میکرو برای یک ربات بسیار مهم است در اکثر ربات هایی که در ایران ساخته می شود ازمیکروکنترلر سری Atmega استفاده می شود.

بخشهای مختلف میکروکنترلر : [۳]

میکروکنترلرها از بخشهای زیر تشکیل شده اند

Cpu واحد پردازش

Alu واحد محاسبات

I / 0 ورودی و خروجی ها

Ram حافظه اصلی میکرو

Rom حافظه ای که برنامه ورودی آن ذخیره می گردد

Timer برای کنترل زمان ها و .....

یک میکرو کنترلر چگونه برنامه ریزی می شود : [۳]

میکروکنترلرها دارای کامپایلرهای خاصی می باشند که با زبان C، Assembly basic می توان برای آنها برنامه نوشت سپس برنامه نوشته شده را توسط دستگاهی به نام Programmer که در این دستگاه آی سی قرار می گیرد و توسط یک کابل به یکی از درگاه های کامپیوتر وصل می شود برنامه نوشته شده روی آی سی انتقال پیدا می کند ودر Rom ذخیره می شود.

با میکروکنترلرها چه کارهایی می توان انجام داد : [۳]

این آی سی ها حکم یک کامپیوتر در ابعاد کوچک و قدرت کمتر را دارند بیشتر این آ ی سی ها برای کنترل و تصمیم گیری استفاده می شود چون طبق الگوریتم برنامه ی آن عمل می کند. این آی سی ها برای کنترل ربات ها تا استفاده در کارخانه صنعتی کاربرد دارد.

تفاوت میکروپروسسور و میکروکنترلر: [۳]

میکروپروسسور یک پردازنده است و برا ی کار باید به آن چیپ های حافظه و چیزهای دیگری را به آن اضافه کرد این امکان به درد این می خورد که بر حسب کارمان حافظه مناسب و دیگر قطعات را مانند تایمرها وغیره به صورت بیشتری استفاده کنیم ولی مدار خیلی پیچیده می شود و از لحاظ هزینه هم هزینه بیشتر می شود به همین دلیل امروزه از میکروپروسسور کمتر استفاده می شود اما این روزها میکروکنترلرهای جدیدی با حافظه های زیاد، تعداد تایمرزیاد، پورت های زیاد و تنوع بسیار زیاد آنها بر حسب این امکانات دست ما را باز گذاشته است تا دیگر میکروپروسسورها را فراموش کنیم.

خانواده 8051 : [۳]

این خانواده از میکروکنترلرها جزء اولین نوع میکروکنترلرهایی بود که رایج شده و جزء پیشکسوتان مطرح می شود. معروف ترین کامپایلر برای این نوع میکرو Keil یا franklin می باشد میکروهای این خانواده به نوسان ساز نیازمند هستند. معروف ترین آی سی های این خانواده 89S51 یا 89C52 می باشد.

پروگرام میکروکنترلر : [۳]

شاید تا حالا به نظرتون رسیده باشد که این میکروکنترلر را چگونه می شود برنامه ریزی کرد تا کار مورد نظرمان را انجام بدهد در صورتی که یک میکروکنترلر برنامه ریزی نشده هیچ کاری را نمی تواند انجام بدهد و هیچ کاربردی ندارد در واقع برنامه هر میکرو روح و جانی است که در اون دمیده می شود و آن را زنده می کند. برای برنامه ریزی میکروکنترلر نیاز به دستگاه یا بردی است به نام پروگرامر که یک پل ارتباطی بین کامپیوتر و میکرو کنترلر است. پروگرامر را هم میشه از بازار تهیه کرد و هم میشه اون را ساخت. البته پروگرامرهای مختلفی در بازار هستند که متناسب با کاربردشان

قیمت های مختلفی دارند بعضی ها فقط چند مدل را پروگرام می کنند بعضی از پروگرامرها همه فن حریفند و تمام میکروکنترلر های 8051 ، PIC ، AVR را برنامه ریزی می کنند.

برنامه نویسی :

برای نوشتن برنامه به بستری جهت نوشتن و تصحیح برنامه نیاز داریم این نیاز را franklin برآورده می کند.

چون زبان برنامه نویسی c است در ابتدا توضیح کوتاهی از زبان c می دهیم.

Franklin یک کامپایلر برای میکروکنترلر 8051 است به وسیله این برنامه می توان از زبان c برای برنامه ریز میکرو استفاده کرد.

فایل های سرآیند:

این فایل ها تعاریف و توابعی را شامل می شوند که در زبان c از آنها استفاده می شود. با دستور #include تعریف می شوند.

```
#include <reg51.h>
```

اعلان ثوابت :

ثوابت مقادیری هستند که در برنامه وجود دارند ولی قابل تغییر نیستند. برای اعلان ثوابت به دو روش عمل می شود:

۱. استفاده از دستور#define

۲. استفاده از دستورconst

برای اعلان ثوابت از طریق دستور#define به صورت زیر عمل می شود:

#define <نام ثابت> <مقدار>

متغیرهای قابل تعریف در برنامه:

برای استفاده یک متغییر باید متغییر را تعریف کنیم. پر استفاده ترین آنها عبارتند از:

Bit

این نوع یک بیتی است و فقط مقادیر0و1 را می گیرد.

Char

(نوع کاراکتر) 8بیت جا می گیرد و محدوده آن از128- تا127 است.

Unsigned char

(نوع کاراکتری مثبت) این نوع هم 8 بیت حجم می گیرد ولی تفاوت آن با قبلی در آن است که فقط مقادیر مثبت را می گیرد یعنی محدوده آن از 0تا255 است.

int

(نوع صحیح) این نوع 16 بیت حجم می گیرد و محدوده آن 32768-تا 32767 است.

عملگرهای بیتی:

عملگر & یک عملگر AND بیتی است یعنی بیت به بیت اعمال می شود. بدین صورت:

```
x=0b10101010&0b01010101;
```

بیت به بیت عمل AND انجام می شود و در آخر x شامل 0b00000000 می شود.

عملگر | یک عملگر OR بیتی است یعنی بیت یه بیت اعمال می شود. مثا مثال قبل ولی با عمل OR است.

و عملگر ^ برای عمل XOR بیتی استفاده می شود.

عملگرهای منطقی:

عملگر&& برای AND منطقی و عملگر ||برای OR منطقی استفاده می شود یعنی با عبارات منطقی عمل می کند.

دستور if-else :

دستورif یک دستور کنترلی است که اگر عبارات داخل پرانتز if درست باشد عبارت بعد از if انجام می شود. اگر درست نباشد در صورت وجود else عبارت بعد از else انجام می شود.

```
If ((x>4) && (y<7))
   Statement1;
Else
    Statement2;
```

در صورتی عمل زیر if انجام می شود که x بزرگتر از 4 باشد و y هم کوچکتر از 7 باشد. (باید هر دو درست باشد)

حلقه while() :

ساختار تکرار while برای تکرار اجرای دستورات به کار می رود.

```
While (expression)
{
  Statement1;
   .
   .
}
```

تا وقتی که عبارت داخل پرانتز while درست باشد، عبارت داخل بلوک while اجرا می شود.

حلقه for() :

ساختار تکرار for یکی از امکانات ایجاد حلقه است و معمولا در حالتی که تعداد دفعات تکرار حلقه از قبل مشخص باشد، به کار می رود.

```
For( i=0;i<10;i++)
{
    .
    .
}
```

```
#include <reg51.h>
```

در این قسمت همه سنسورها را به ترتیب تعریف کردیم و گفتیم ریجستر p2 را با یه عددی AND کن که همه بیتها صفر است به جز اون بیتی که پایه به آن وصل است.

```
#define sensl2   (P2&(1<<1))
#define sensl1   (P2&(1<<2))
#define sensml2  (P2&(1<<4))
#define sensml1  (P2&(1<<3))
#define sensmr1  (P2&(1<<5))
#define sensmr2  (P2&(1<<6))
#define sensr1   (P2&(1<<7))
#define sensr2   (P3&(1<<1))
```

در این قسمت به جای AND، OR گذاشتیم

```
#define in_sensl2   (P2|=(1<<1))
#define in_sensl1   (P2|=(1<<2))
#define in_sensml2  (P2|=(1<<4))
#define in_sensml1  (P2|=(1<<3))
#define in_sensmr1  (P2|=(1<<5))
#define in_sensmr2  (P2|=(1<<6))
#define in_sensr1   (P2|=(1<<7))
#define in_sensr2   (P3|=(1<<1))
```

در این قسمت فرمانها را تعریف کردیم in1،in2 برای یک موتور است و in3، int4 برای موتور دیگر یک سر موتور را high و سر دیگر را low کردیم

```
#define in1_h P3|=((1<<2))
#define in2_h P3|=((1<<3))
#define in3_h P3|=((1<<4))
#define in4_h P3|=((1<<5))

#define in1_l P3&=~((1<<2))
#define in2_l P3&=~((1<<3))
#define in3_l P3&=~((1<<4))
#define in4_l P3&=~((1<<5))
```

در این قسمت ena، enb راتعریف کریم و high کردیم یعنی یک کردیم

```
#define ena_h P3|=((1<<6))
#define enb_h P2|=((1<<0))
```

```
void delay (int num);
```

```
void robot_forward(void);
```

این قسمت ها خط تعریف تابع هستند

```
void robot_back(void);
void robot_left(void);
void robot_right(void);
void robot_stop(void);
void main (void)
{
P2|=0XFF;

ena_h;
enb_h;

while[1]
{

   in_sensmr2;
    in_sensr1;
    in_sensr2;
   in_sensml2;
   in_sensl1;
   in_sensl2;
   in_sensml1;
```

در این قسمت پایه های سنسور را ورودی کردیم

```
  if((sensml1==0))
  {
    robot_forward();
     //delay[5];
  }
```

در این قسمت گفتیم اگر سنسور ml1 صفر بود ربات جلو برود

```
 else   if((sensl1==0)||(sensl2==0))
  {
    robot_left();
  }
```

اگر L1، L2 برابر صفر بودربات چپ برود

```
  else if((sensr1==0)||(sensr2==0))
  {
    robot_right();
  }
```

اگر R1، R2 برابر صفر بود ربات راست برود در غیر این صورت بایستد

```
   else
   {
     robot_stop() ;

   }


}
// to provide delay function, you can us “ for loops”

}


void delay ( int num)
{
    char i,j;
    for(j=0;j<num;j++)
    {
        for(i=0;i<20000;i++);

    }

}



void robot_stop(void)
{
  in1_l;;
  in2_l;

  in3_l;
  in4_l;
}


void robot_forward(void)
{
  in1_h;;
  in2_l;

  in3_l;
  in4_h;
}
void robot_back(void)
{
  in1_l;
```

```
  in2_h;

  in3_h;
  in4_l;
}

void robot_left(void)
{
  in1_h;
  in2_l;

  in3_h;
  in4_l;
}
void robot_right(void)
{
  in1_l;
  in2_h;

  in3_l;
  in4_h;
}
```

جمع بندی :

ربات مسیریاب نمونه ای ساده از خانواده ربات ها می باشد. ما با طراحی و ساخت این ربات سعی داریم تا قدمی را در دریایی بی کران دانش روباتیک برداریم چرا که با توجه به کاربرد روبات ها در صنایع و مشاغل گوناگون و قرار داشتن در عصر اطلاعات و همچنین فراگیر بودن روبات ها در سال های نه چندان دور ، روبات های مسیر یاب می توانند نقش مهمی‌داشته‌باشند. ما با تلاش های بی وقفه در طراحی ربات حد اکثر توانایی خود را برای رفع خطاها و ارائه کار قابل قبول تر و بهتر به خرج داده ایم.

پیشنهاد :

اشکال ربات ساخته شده این است که مسیرهایی که دارای تقاطع و زوایای 90 درجه را نمی تواند تشخیص بدهد و حرکت کند و ما پیشنهاد می کنیم که از میکروکنترلر و برنامه نویسی بهتر و همچنین از چیدمان بهتر سنسورها و چرخ های مناسب استفاده شود.

پیوست

قوانین مسابقات ربات مسیریاب

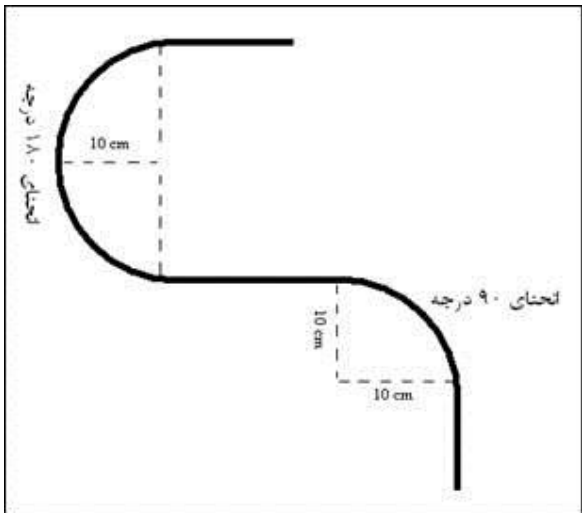
۱- عرض خط مشکی حدود 1/6 سانت و جنس آن از چسب برق مشکی است.

۲- بریدگی در زمین وجود ندارد.

۳- ممکن است یک شیب با حد اکثر زاویه 15 درجه در مسیر وجود داشته باشد.

٤- زاویه 90 در مسیر وجود ندارد.

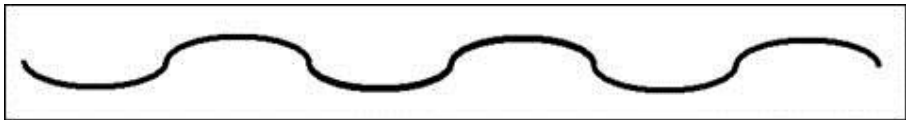
٥- شعاع پیچ ها حداقل 10 سانتی متر است:



شکل ٤-۲ نمونه انحنا

٦- مسیر دارای مار پیچ است :

درطول مسیر ممکن است یک مسیر به صورت مارپیچ باشد. این مارپیچ ها از یک سری بیضی با شعاع بزرگ 10 و شعاع کوچک 5 درست شده اند.



شکل ٤-۳ مسیر مارپیچ

ماده ۱- از زمانی که داور نام تیم را برای مسابقه اعلام می کند هر دو تیم 3 دقیقه زمان دارند تا در زمین مسابقه حاضر شوند. اگر رباتی در زمان مقرر در زمین حاضر نشود، بازنده اعلام خواهد شد.

ماده ۲- ربات ها پس از حضور در زمین، 2 دقیقه زمان آماده سازی دارند.

ماده ۳- در زمان برگزاری مسابقه تیم ها نمی توانند به ربات دست بزنند. چنانچه اعضای تیم به ربات دست بزنند، بازنده خواهند شد.

ماده ٤- چنانچه ربات از مسیر خارج شود ویا وارد مسیر دیگری گردد، امتیاز صفر برای ربات در نظر گرفته خواهد شد.

ماده ٥- موتور وگیربکس می بایست استاندارد باشد.

ماده ٦- ربات تنها می تواند از دو سنسور مادون قرمز برای تشخیص خطا واز برد پردازنده مورد تایید دفتر تکنولوژی آموزشی استفاده کند.

ماده ۷- تیم از بهترین رکوردهای مرحله اول می توانند یک بار دیگر در یک زمان آماده سازی ورکوردگیری 5 دقیقه ای شرکت کرده و 2 رکورد دیگر ثبت کند. تعداد تیمهایی که مجاز به شرکت در دور دوم هستند بنا به نظر هیئت داوری مسابقه می تواند کم یا زیاد شود.

ماده ۸- زمین دور دوم مسابقه به تشخیص داوران ممکن است تغییر کند و سخت تر شود و زاویه های تند و 90 درجه داشته باشد.

ماده ۹- متن برنامه ربات ممکن است توسط داور مورد بازبینی قرار گیرد. بنابراین شرکت کنندگان می بایست به الگوریتم اشراف کامل داشته باشند.

ماده ۱۰- تغذیه ربات می بایست روی ربات متصل باشد واین تغذیه حداکثر 6ولت است. استفاده از منبع تغذیه بیرون از ربات مجاز نیست.

ضمائم :

در بخش پایانی منابع و آدرس سایتها معرفی می گردد.

[1]کتاب ربات تعقیب خط

مولف: عابد ناصری

ناشر: انتشارات فنی حسینیان

سایتها:

www.4robot.ir[٢]
www.robocenter.ir[٣]
www.parsbook.org[٤]
www. Bselectron.mihanblog.com[٥]
www.iranled.com[٦]