

بسم الله الرحمن الرحيم

آموزش ساخت ربات

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
مقدمه	3
بخش اول-مکانیک	
مقدمه	4
شاسي يا بدنه	5
موتورها	6
چرخها	10
فصل اول: موتورها	12
موتور پلهاي	14
اصول کار موتور پلهاي	15
موتور پله کامل و نیم پله	15
راه انداز موتور پلهاي	15
نحوه تست سالم بودن موتور پلهاي	16
یافتن ترتیب صحیح سیمها	16
نحوه کار موتور پلهاي	17
بخش دوم-الکترونیک	
مقدمه	19
مدار تغذیه	20
مدار درایو موتور	20
فصل اول: میکروکنترلر	22
فصل دوم: راه اندازي موتورها	23

23	.....	تئوري H-Bridge
25	.....	INPUT 5 و 7 و 10 و 12
25	.....	OUTPUT 2 و 3 و 13 و 14
25	.....	ENABLE A,B (6 و 11)
26	.....	(8) GND
26	.....	(9) logic supply voltage V_{ss}
26	.....	(4) supply voltage V_s
26	.....	Current sensing A,B (1 و 15)
29	.....	فصل سوم: IC بافر
29	.....	فصل چهارم: منبع تغذيه و باطري
30	.....	فصل پنجم: کيت و مدار چاپي و بردبورد
33	.....	فصل ششم: نمايش اطلاعات
34	.....	فصل هفتم: ديودهاي هرزگرد
35	.....	تقديریه و منابع

مقدمه

بعضي‌ها فكر مي‌كنند كه ربات يك آدم آهني است كه كارهاي انسان را انجام مي‌دهد. بعضي‌ها آنرا يك موجود دور از ذهن و بزرگ مي‌بينند و بعضي آنرا يك موجود عظيم عجيب و غريب مي‌بينند. اما نه يك ربات فقط يك مي‌تواند يك وسيله متحرك باشد كه قابل برنامه‌ريزي و انجام كارهاي خاص (هر چند كوچك) باشد. حتي در دانشگاه نيز تا وارد كنيم ساخت ربات نشويي فكر مي‌كني كار بسيار شاقی است و نياز به تخصص بالايي دارد. اما اينها نيست. بسيار از آنچه فكر مي‌كنند راحت‌تر است، اگر يك تيم تشكيل دهيم و هر كس در رشته خاص خود تخصص داشته باشد با مقداري مطالعه و تحقيق به آساني مي‌توان ربات ساخت.

براي ترغيب ساختن ربات مسابقات مختلفي برگزار مي‌شود مثل ربوكاپ، ربوكان، و مسابقات اختصاصي‌تر مثل رباتيك مشهد، حلي كاپ كه مربوط به دانشگاه‌هاي خاص است. چند ماه قبل، قوانين مسابقه در بخشنامه‌اي به اطلاع عموم مي‌رسد. سپس بايد ربات را براي آن مسابقه و آن قوانين ساخت. مثلاً اعلام مي‌شود كه قرار است در تاريخ فلان مسابقه ربات‌هاي باربردار برگزار شود. تعداد بارها، حداكثر وزن رباتها، شكل پيست مسابقه، قوانين حين مسابقه و ... نيز اعلام مي‌شود. اينجا است كه تيم مشغول به كار مي‌رود و ربات را براي آن مسابقه بصورت خاص مي‌سازد. اما اساس كار رباتها مثل هم است. (برعكس شكل و جزئياتشان) همه از قطعات نسبتاً مشتركی از قبيل ميكروكنترلر، سنسور، شاسي، موتورها، راه‌اندازها، بازوها و ... تشكيل شده‌اند.

در سطح بالاتر، رباتها از هوش مصنوعي استفاده مي‌كنند. اصطلاحات پاگاه دانش، شبكه عصبي و ... مربوط به اين سطح است. در حقيقت در اين سطح، ربات بيشتر به «انسان» شبیه مي‌شود. برنامه‌هاي كارا تر و پيچيده‌ تري به آن مي‌دهند. حتي خود ربات مي‌تواند اطلاعات را جمع‌آوري

کند و آنرا در پایگاه دانش و (شبکه عصبی) بریزد و در موارد بعدی از آن استفاده کند. زیاد تند نرویم. هدف ما پیچاندن مطالب نیست. هدف ما معرفی ساده‌ترین رباتهاست که دانشجویان علاقمند بتوانند از آن استفاده کنند و خودباوری در آنها ایجاد شود که می‌توانند از چیزهای ابتدایی که مربوط به رشته الکترونیک و کامپیوتر است شروع کرده‌ایم. نشان داده‌ایم که با اطلاعات نه خیلی بالا می‌توان ربات ساخت اما در جاهایی باید تخصص نیز داشت. چون خود ما نیز از صفر شروع کرده‌ایم اما با کمی تحقیق مطالعه و با توجه به اینترنت و حتی سایتهای فارسی متعدد در مورد ربات و مسابقات و قطعات و مقالات و ... جایی برای نرسیدن به پاسخ نمی‌ماند. امید است انشاءا... جوانان و دانشجویان ذهن خلاق خود را با استارت کوچکی به کار بیندازند و آنرا توسعه و پرورش دهند.

بحث ما پس از مقدمه به بخشهایی تقسیم می‌شود. ما باید آشنایی مقدماتی با سه رشته الکترونیک، کامپیوتر (برنامه نویسی) و مکانیک (نه خیلی به صورت حرفه‌ای) داشته باشیم. بخشهای ما شامل 3 بخش مکانیک الکترونیک و کامپیوتر خواهد شد. این بخشها نیز ممکن است به فصلهایی تقسیم‌بندی شده باشند که در جای خود توضیح داده شده‌اند. ما در جاهایی بصورت ابتدایی سخن گفته‌ایم و در بعضی جاها نیاز به پرسش و تحقیق بیشتر وجود دارد. سایتهایی نیز معرفی می‌شوند که می‌توانند برای تفحص بیشتر مورد استفاده قرار گیرند.

بخش اول مکانیک

در مکانیک یک ربات چند بخش وجود دارد. مکانیک ربات جزء ساده‌ترین مکانیک‌ها محسوب می‌شود. این مکانیک شامل بخشهای زیر است.

1- شاسی (یا بدنه) که تمام اجزاء روی آن قرار خواهند گرفت.

2- موتورها

3- چرخها

الف) شاسي يا بدنه (سازه مكانيكي)

اين بخش در ساده‌ترين حالت مي‌تواند يك طلق پلاستيكي يا چوب (تخته سه لا) باشد كه نسبتاً سبك بوده و استحكाम خوبي دارد. برد الكترونيكي شما روي آن وصل مي‌شود و موتورها و چرخ‌ها به آن وصل مي‌شود.

سازه مكانيكي معمولاً به گونه اي ساخته مي‌شود كه همه حالاتي كه ربات در آن قرار خواهد گرفت را پشتيباني نمايد. مثلاً اگر ربات شما قرار است يك وزنه 100 گرمي را جابجا نمايد سازه مكانيكي ربات اولين قسمتي است كه بايد سازگاري كامل با اين وزنه داشته باشد. وقتي مي‌گويم سازگاري كامل يعني اولاً مقاومت كافي در برابر اين وزن و ثانياً شكل آن به گونه اي باشد كه بتواند وزنه را به راحتي جابجا كند ممكن است در محيط محدوديتي براي روبات شما وجود داشته باشد ، مثلاً ارتفاع ربات يا وزن آن به دليلي محدود باشد كه اين موارد نيز از جمله موارد است كه سازه ربات بايد با آنها همخواني داشته باشد. با توجه به نكات ذكر شده ، بهترين جنس را براي ساختن ربات انتخاب مي‌كنند براي انتخاب مواد اوليه نكاتي مانند وزن ، مقاومت كششي و خمشي ، جنس ، قيمت ، قابليت انعطاف پذيري و ... مورد توجه قرار مي‌گيرد. در صورتي كه مي‌خواهيد رباتي جهت پروژه هاي دانشجويي يا دانش آموزي خود بسازيد، چوب - آلومينيوم - پلاستيك فشرده - تفلون و ... جزو گزينه هاي اساسي شما هستند كه بايد با توجه به شرايط خود يكي از آنها را انتخاب نماييد.

براي طراحي و ساخت ربات دقت كنيد كه روبات شما بايد بيشتري پايداري ممكن را داشته باشد كه رابطه مستقيم به شكل روبات و مركز ثقل آن دارد، مثلاً رباتهاي كوچك كه ارتفاع زيادي دارند از پايداري خوبي برخوردار نخواهد بود و با كمترين نيرويي امكان واژگوني آنها وجود دارد.

ب) موتورها

یکی از مهمترین اجزای یک ربات نیروی محرکه آن است. برای حرکت دادن سازه‌ای که ساخته‌اید نیاز به انرژی مکانیکی دارید. این انرژی معمولاً توسط یک موتور الکتریکی تامین می‌شود. موتور الکتریکی یا اصطلاحاً آرمیچرها در واقع مبدل‌های انرژی هستند. موتورهای الکتریکی می‌توانند انرژی الکتریکی که از ترمینال‌های آن وارد می‌شود را به انرژی مکانیکی تبدیل کنند. انرژی مکانیکی معمولاً به صورت دوران در شفت (محور) موتور ظاهر می‌شود. دوران این محور (شفت) دو مشخصه اساسی دارد: یکی سرعت دوارن آن و دیگری قدرت آن. از ضرب سرعت خطی (متر بر ثانیه) در نیروی موتور می‌توانید توان نهایی خروجی آن را محاسبه کنید. با توجه به اینکه گفتیم موتور یک مبدل است، اگر موتور شما ایده‌آل باشد توان خروجی که بدست می‌آورید با توان ورودی یعنی انرژی الکتریکی مصرف شده برابر خواهد بود. موتورهای الکتریکی انواع مختلفی دارند از جمله استپ موتورها، سرور موتورها، موتورهای دی سی DC، موتورهای AC و

...

هر یک از موتورهای نام برده شده ویژگی خاصی دارد مثلاً استپ موتورها دارای دقت بالایی هستند و با توجه به نوع موتور می‌توان دقت گردش موتور در حد چند درجه کنترل نمود. به دلیل گستردگی مطلب، انواع موتور در مقوله‌ای جداگانه مورد بحث قرار خواهد گرفت. در حال حاضر موتور مورد استفاده ما در ربات‌های کوچک و ساده موتور DC می‌باشد. از ویژگی‌های اساسی موتورهای DC این است که جهت حرکت و سرعت حرکت آنها به راحتی قابل کنترل است. با تغییر متوسط ولتاژ ورودی می‌توانید سرعت موتور را تغییر دهید و با تغییر پلاریته (جهت اتصال تغذیه به موتور) جهت دوران شفت تغییر خواهد نمود.

توان خروجی از ضرب سرعت در قدرت و با استفاده از فرمول $W=f.d$ بدست می‌آید.

موتورهاي الكتريكي معمولاً به گونه‌اي ساخته مي‌شوند كه سرعت چرخش شفت آنها بسيار زياد است (بر خلاف قدرت خروجي كه معمولاً كم است) اين سرعت به طور طبيعي بين 3 تا 10 هزار دور در دقيقه (RPM) است. شما مي‌توانيد با استفاده از مكانيزمهايي (مانند چرخ دنده‌ها و يا تسمه‌ها) اين سرعت را پايين بياوريد و در عوض به قدرت بيازايد. در ادامه قصد داريم در مورد انواع مكانيزمهاي تغيير نسبت سرعت و قدرت صحبت كنيم.



نمونه اي از چرخ و زنجير

رايج‌ترين روش اين كار استفاده از تعدادي چرخ دنده است كه به مجموع آنها گريكس گفته مي‌شود. با استفاده از همين روش است كه نسبت بين قدرت و سرعت در اتومبيل مشخص مي‌شود. در اين روش با كوچك و بزرگ كردن چرخ دنده‌ها نسبت ورودي به خروجي گريكس تغيير مي‌نمايد. بحث گريكس و طرز كار بحث گسترده‌اي است فقط اين نكته را ذكر مي‌كنم كه اگر نيروي محرکه شما به يك چرخ دنده كوچك متصل باشد، و اين چرخ دنده، چرخ دنده بزرگ‌تري را به گردش درآورد به دليل تفاوتي كه در محيط اين چرخ دنده‌ها وجود دارد، چرخ دنده بزرگ‌تر چرخش كم‌تري خواهد داشت و در نتيجه سرعت آن كاهش يافته و با توجه به اينكه سرعت و قدرت با يكديگر رابطه عكس دارند، قدرت افزايش خواهد يافت. اگر كمی فكر كنيد و چند گريكس را از نزديك ببينيد به خوبي طرز كار آن براي شما روشن خواهد شد. از انواع ديگر گريكس‌ها مي‌توان به گريكس‌هاي حلزوني و گريكس‌هاي مركب اشاره نمود.

علاوه بر گیربکس روش‌های دیگری مانند استفاده از چرخ و زنجیر (مانند دوچرخه) و استفاده از تسمه (مانند کولر آبی) برای انتقال و تغییر نسبت انرژی مکانیکی متداول است.

برای تهیه گیربکس می‌توانید به وسایلی رجوع کنید که موتور و گیربکس به نحوی در آن وجود دارد و قیمت تهیه آنها نیز مناسب است. مثلاً در اسباب بازی‌های مختلف می‌توانید موتور و گیربکس در ابعاد گوناگون بیابید. البته اگر در بسیاری از موارد باید از موتور و گیربکس‌های مرغوب و با توان زیاد استفاده نمایید که می‌توانید آنها در بازار جستجو کنید. در زیر تصویر چند نمونه از چرخ دنده و گیربکس را مشاهده می‌نمایید.



موتور و گیربکس سر هم



موتور و گیربکس حلزونی

گفتیم که موتور و گیربکس وظیفه تامین انرژی مکانیکی مورد نیاز جهت حرکت بخش‌های مختلف ربات را بر عهده دارند. بنابراین اگر از موتور و گیربکس در قسمت محرکه ربات استفاده می‌نمایید، باید خروجی گیربکس که با سرعت مناسب و قدرت نسبتاً زیاد دروان می‌کند را به گونه‌ای به چرخ

متصل نمایید در اینصورت چرخ ربات نیز به گردش درآمده و ربات شما حرکت خواهد کرد. معمولاً برای ساخت ربات‌هایی از قبیل مسیریاب، پرتابگر، امدادگر، بولینگ، دریل زن و ... باید مکانیزیمی ایجاد نمایید که بتوان جهت حرکت ربات را به دقت کنترل نمود یکی از مکانیزم‌های متداول استفاده از دو موتور و گیربکس در دو طرف است. در صورتی که ربات شما قسمت‌های متحرک دیگری به غیر از چرخ دارد (مثلاً بازو) می‌توانید جهت اتصال آنها به ربات از لولا و بلبرینگ استفاده نمایید. و برای حرکت دادن هر قسمت یک موتور و گیربکس نیاز دارید. نحوه اتصال موتور و گیربکس در قسمت‌های دیگر ممکن است با اتصال چرخ‌ها کمی متفاوت باشد که با کمی هوش و ابتکار می‌توانید بهترین روش اتصال را بیابید.

برای کارهای ساده‌تر می‌توانید از موارد زیر استفاده کنید:

1- موتورهای اسباب بازی‌ها و گیربکس آنها

در ساده‌ترین حالت می‌توانید گیربکس اسباب بازی‌ها را باز کرده و از آنها استفاده کنید. دقت کنید گیربکس‌ها روان باشند. اگر موتورهای جریان کشی بالایی دارند بهتر است از یک موتور دیگر استفاده شود.

2- موتورهای گیربکس دار

در این موتورهای موتور و گیربکس داخل یک مجموعه قرار دارند و در دوره‌های مختلف با توان‌های مختلف عرضه شده‌اند. بهترین گزینه استفاده از این نوع موتورهای می‌باشد. چرا که یک مجموعه مطمئن است. بی‌صدا و حجم کمی را اشغال می‌کنند و معمولاً جریان کشی مناسبی دارند و تنها مشکل آنها قیمت بالای آنها است.

نکته: دقت کنید موتورهای معمولی را مستقیماً به چرخ وصل نکنید زیرا آنها دارای سرعت بالایی هستند (2000 تا 3000 دور در دقیقه) ولی قدرت لازم برای حرکت را ندارند.

نکته 2: بهتر است موتورهای و چرخ‌ها در عقب ربات نصب شوند و چرخ هرزگرد در جلوی ربات نصب شود.

موتورها در يك فصل جداگانه مفصل‌تر بررسي شده‌اند. (فصل اول)

ج) چرخها

جنس و اندازه چرخ يکي از اساسي‌ترين مسائلي است که مي‌تواند ميزان توانايي ربات را مشخص کند.

نکات حائز اهميت در مورد چرخها از اين قرار است.

1- اندازه قطر چرخها

بهتر است چرخ طوري تعيين شود که با موتورها هماهنگي کامي داشته باشد چون هر چه قطر چرخها بيشتر باشد با يك دور چرخش موتور، ربات به مقدار بيشتر حرکت مي‌کند. سپس اندازه چرخها با سرعت ربات نسبت مستقيم دارد.

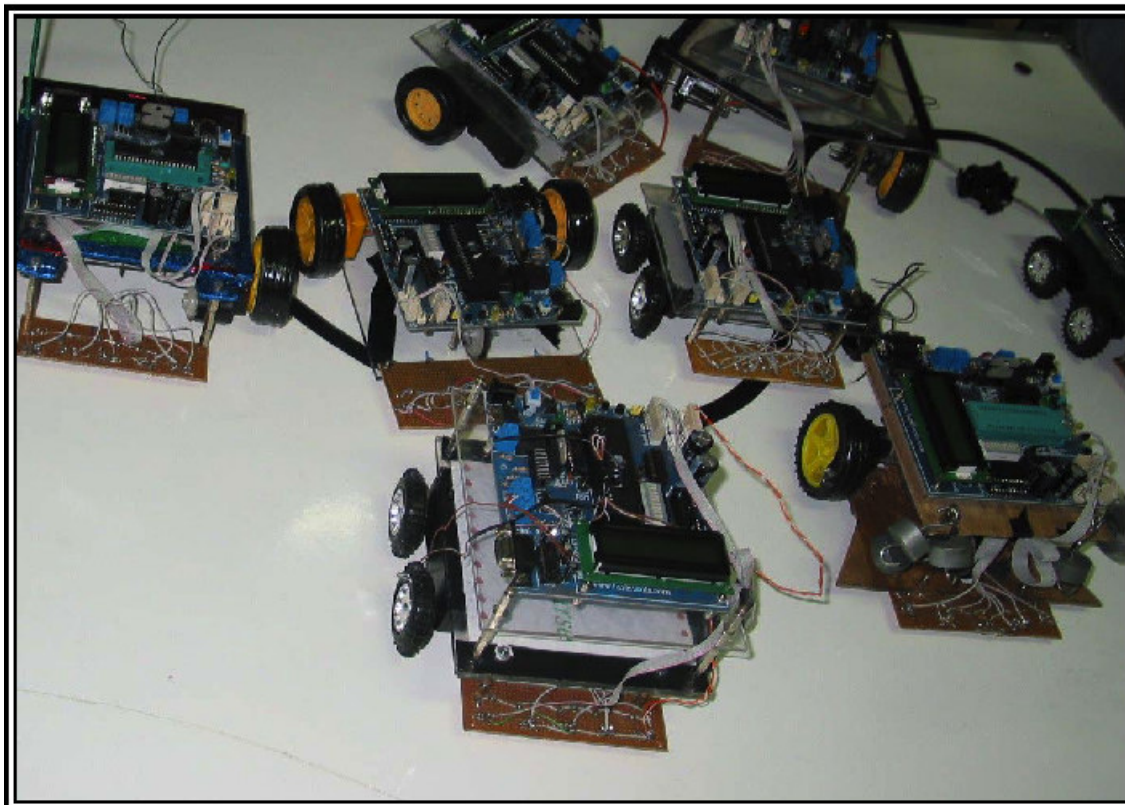
2- عرض چرخها

عرض چرخها بهتر است بين 1 تا 2 سانتيمتر باشد چون هر چقدر عرض چرخها بيشتر باشد هم وزن چرخ بيشتر مي‌شود و هم سطح اصطکاک بيشتر با زمين پيدا مي‌کند.

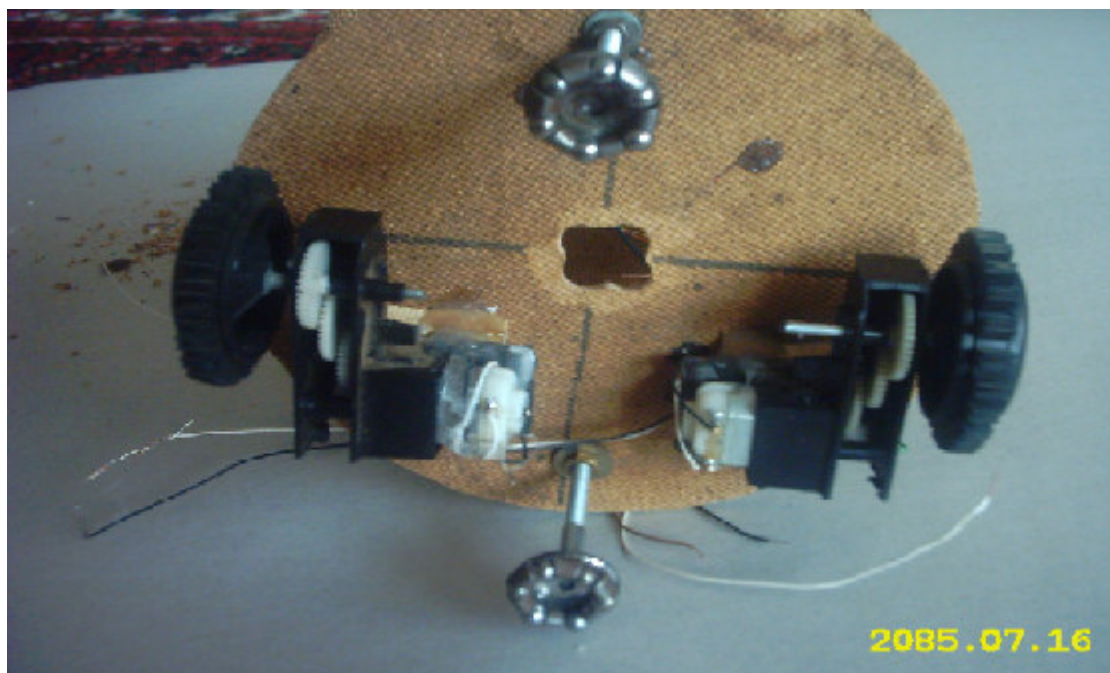
3- ميزان اصطکاک چرخها با زمين

چرخ ربات را با توجه به جنس مکاني که ربات بايد در آن حرکت کند به گونه‌اي انتخاب کنيد که بيشترين ضريب اصطکاک را داشته باشد. در واقع عامل انتقال انرژي چرخها به زمين و در نتيجه حرکت ربات، اصطکاک چرخها با زمين است. اگر شما نيروي محرکه بسيار قوي در اختيار داشته باشد ولي چرخهاي ماشين دست سازتان بر روي زمين سر بخورد قطعاً نتيجه مناسبی نخواهيد گرفت. اصولاً چرخ را مي‌توانيد از ماشينهاي اسباب بازي خراب جدا کرده و استفاده کنيد يا از تفلون و يا چوب خراطي شده جهت ساخت چرخ استفاده کنيد. با کمي جستجو ممکن است چرخهاي مناسبی در بازار پيدا کنيد. در صورتي که چرخ شما روکش مناسبی ندارد و ضريب اصطکاک آن کم است بايد به گونه‌اي اين مشکل را حل کنيد. اگر ربات بر سطح صاف و محکمي مانند چوب حرکت مي‌کند، لاستيکهاي

ژله‌اي بهترين گزينه هستند در صورتي كه هيچ امكاناتي در اختيار نداريد مي‌توانيد از دستكشهاي آشپزخانه استفاده كنيد ! چند لايه دستكش يا چيزي شبیه به آن (مانند بادكنك) بر روي چرخ‌هاي ربات خود بكشيد و محكم چسب بزنيد خواهيد ديد كه چسبندگي ربات شما بر روي زمين چقدر افزايش خواهد يافت.



چرخ هرزگرد: اين نوع چرخ، چرخي است كه فقط وظيفه حفظ تعادل ربات را به عهده دارد و بايد كمترين اصطكاك را با زمين داشته باشد و موتور به آن وصل نمي‌شود. يكي از نمونه‌هاي چرخ هرزگرد ساچمه يا بلبرينگ است همچنين مي‌توان از حلقه‌هاي ساچمه‌اي استفاده كرد كه يكي از جديدترين مدل‌هاي چرخ هرزگرد است.



فصل اول: موتورها

یکی از مهمترین اجزای یک ربات بخش مکانیکی و سیستم تولید کننده نیروی محرکه آن می باشد.

از موتور برای تبدیل انرژی الکتریکی به انرژی مکانیکی استفاده می شود. بسته به کارکرد ربات، توان مصرفی، دقت لازم و پارامترهایی از این قبیل نوع موتور ربات انتخاب می شود. بیشک یکی از مشخصه های اصلی موفقیت یک ربات انتخاب صحیح موتور محرک ربات می باشد. در یک دسته بندی کلی سه نوع موتور الکتریکی وجود دارد:

•موتور AC

•موتور DC

•موتور پله ای (Stepper motor)

الف) موتور AC

معمولاً در مدارهایی با مصرف انرژی زیاد و دستگاه های الکتریکی خانگی مورد استفاده قرار می گیرد.

این موتورها با جریان متناوب برق کار می‌کنند لذا به آنها موتور AC گفته می‌شود. یخچال، جاروبرقی و آبمیوه‌گیری موتور AC دارند. مکانیسم کنترلی موتورهای AC تقریباً پیچیده است. برای کنترل میزان چرخش موتور از وسیله‌ای به نام شیفتر انکودر استفاده می‌شود.

ب) موتور DC

توان مکانیکی آنها عموماً کمتر از موتورهای AC است. موتورهای DC ساختار ساده‌ای دارند. بسیاری از اسباب بازیهای برقی با موتور DC کار می‌کنند. آرمیچر بارزترین نوع موتور DC است. اغلب برای استفاده از موتور DC به مدار راه‌انداز نیاز داریم. برای چرخش یکنواخت موتور DC فقط کافیسیت تغذیه موتور با یک ولتاژ DC صاف رگوله مثل باتری تأمین شود. ایراد موتور DC عدم امکان کنترل دقیق سرعت و چرخش موتور است. برای امتحان این موضوع کافیسیت تغذیه یک آرمیچر در حال چرخش را قطع کنید و مشاهده کنید که مدتی طول می‌کشد تا آرمیچر بطور کامل از حرکت باز ایستد.

قیمت پایین، تنوع قدرت و سرعت، از جمله مزایای استفاده از موتورهای DC می‌باشد.

شاید خیلی‌ها با استپر موتور کار کرده‌اید و یا حداقل با ویژگی‌هایش آشنایی دارید بگویید امکان ندارد با موتور DC ربات بسازیم! حداقل به این فکر می‌کنید که موتور DC نمی‌تواند به سرعت توقف کند، یا کنترل سرعتش مشکل است و... (این ضعفها به روشهایی حل می‌شوند) اما حقیقت این است که استپرها با وجود دقت و شاید کنترل آسان، مشکلات زیادی از جمله وزن زیاد، قیمت بالا و قدرت بسیار کم دارند و در مواقعی حتی وزن خودشان را هم نمی‌توانند تحمل کنند و کلاً استفاده از آنها به

عنوان نیروی محرکه صحیح نیست. در عوض موتورهای DC حداقل در بازار ایران قیمت بسیار مناسب، اندازه و طرحهای گوناگون، سرعت مناسب وجود دارند.

نکته دیگری که باید راجع به موتورهای DC بگوییم این هست که این موتورها در ولتاژ کاری خودشان سرعت بسیار بالایی دارند و برای حل این مشکل چاره ای نیست جز استفاده از گیربکس. در بازار موتورهای مختلفی به همراه گیربکس عرضه میشود اما قیمتهای سرسام آوری دارند. چیزی که توصیه میشود این هست که ماشینهای اسباب بازی که در آنها از آرمیچر (همان موتور DC) استفاده شده تهیه کنید و از گیربکسهای پلاستیکی که برای کاهش سرعت در آنها تعبیه شده استفاده کنید. می توانید از چرخها و یا بدنه ماشین هم در ساخت رباتان استفاده کنید.

این نوع موتورها دو سیم دارند. یکی به قطب مثبت و دیگری به قطب منفی متصل میشوند. جهت گردش این نوع موتورها نیز به همان جهت وصل برق بستگی دارد یعنی ساعتگرد و پادساعتگرد.

ج (موتور پله‌ای (Stepper motor)

استپ موتور نوعی موتور مثل موتورهای DC است که حرکت دورانی تولید میکند. با این تفاوت که استپ موتورهای دارای حرکت دقیق و حساب شده‌تری هستند.

این موتورها به صورت درجه‌ای دوران میکنند و با درجه‌های مختلف در بازار موجود هستند.

موتور دیسک سخت یک نمونه موتور پله‌ای است.

کاربرد اصلی این موتورها در کنترل موقعیت است.

ویژگی اصلی این نوع موتورها امکان کنترل سرعت آنهاست.

این موتورها ساختار کنترلی ساده‌ای دارند. لذا در ساخت ربات کاربرد زیادی دارند. بطوریکه به تعداد پالس‌هایی که به یکی از پایه‌های راه انداز آن ارسال می‌شود موتور به چپ یا راست می‌چرخد. توان خروجی این موتورها کمتر از دو نوع قبلی است. استفاده از موتور پله‌ای مشکلاتی از جمله وزن زیاد، قیمت بالا و قدرت بسیار کم را بدنبال دارد.

اصول کار موتور پله‌ای

واژه پله به معنی چرخش به اندازه درجه تعریف شده موتور است. مثلاً موتور پله‌ای با درجه 1.8 باید ۲۰۰ پله حرکت کند تا ۳۶۰ درجه یا یک دور کامل بچرخد: $1.8 \times 200 = 360$ با درجه ۱۵ فقط باید ۲۴ پله برای یک دور کامل انجام دهد: $15 \times 24 = 360$ مکانیسم کنترلی موتور پله‌ای طوریست که امکان کنترل سرعت به سادگی میسر می‌شود.

موتور پله کامل و نیم پله

در حالت عادی میزان چرخش موتور به تعداد پالس‌های اعمالی و گام موتور بستگی دارد. هر پالس یک پله موتور را می‌چرخاند. با تحریک دو فاز مجاور در موتور می‌توان موتور را به اندازه نیم پله حرکت داد. به این ترتیب تعداد پله‌های موتور دو برابر می‌شود و در نتیجه دقت چرخش موتور هم دو برابر می‌گردد.

راه اندازی موتور پله‌ای

تراشه L297 یک راه انداز مناسب برای موتور پله‌ای است. مدارهای راه‌انداز متنوعی برای استفاده از موتورهای پله‌ای وجود دارد. در اینجا از مدار مجتمع L297 و L298 برای راه‌اندازی موتور پله‌ای استفاده می‌شود. که طریقه بستن آن در شکل زیر نشان داده شده است. جهت کنترل موتور به قابلیت‌هایی همچون حرکت به عقب و جلو، کنترل سرعت، کنترل جریان و توقف آنی موتور احتیاج داریم و این نیازها را درایور

مورد نظر ما يعني L298 براحتي تامين مي‌نمايد L298 يك آيسي پل H- دوتايي (DUAL H-Bridge) داراي ۱۵ پايه مي‌باشد كه قادر است وظايفي چون چرخش موتور به عقب و جلو، كنترل سرعت، كنترل جريان و توقف آني موتور را انجام دهد. كنترل موتور به اين شرح است كه پس از محاسبه ميزان چرخش موتور براي جابجايي مورد نظر با استفاده از ميكرو كنترلر به تعداد مورد نظر پالس به پايه راه انداز ارسال مي‌كنيم.

موتورهاي پله‌اي موجود در بازار معمولا در دو نوع ۵ يا ۶ سيم يافت مي‌شود.

در مدل ۵ تايي فقط يك سيم مشترك (COM) وجود دارد ولي در مدل ۶ تايي ۲ سيم مشترك وجود دارد كه بايد به ولتاژ وصل بشوند.

نحوه تست سالم بودن موتور پله‌اي

براي اينكار در مرحله اول بايد مطمئن شويم هيچكدام از سيمها به هم اتصال ندارند (به هم نچسبيده اند) حالا با دست شفت را بچرخانيد، مي بينيد كه راحت و روان مي چرخد حالا تمام سيم ها را به هم اتصال بدهيد و سعي كنيد دوباره شفت را با دست بچرخانيد، اگر يك مقاومت يا سفتي نسبت به حالت قبل احساس كرديد بدانيد حتما استپ موتور سالم است (بدون نياز به هيچ منبع تغذيه)

يافتن ترتيب صحيح سيمها

پيدا كردن اين ترتيب خيلي مهم است و اگر رعايت نشود موتور ما درست نخواهد چرخيد و مارا به اشتباه مي‌اندازد. براي اينكار ابتدا سيم (يا سيمهاي) مشترك را به ولتاژ مورد نياز موتور (روي بدنه موتور مي‌نويسند ولي معمولا ۱۲ ولت) وصل مي‌كنيم. بعد از ميان ۴ تا سيم باقيمانده يكي را انتخاب مي‌كنيم و سر منفي يا زمين منبع را به آن اتصال مي‌دهيم. اينكار باعث يك چرخش كوچك ميشود. يك كاغذ گرد يا يه تكه چوب به شفت ببنديد تا چرخش هاي ريز معلوم بشود. اين چرخش كوچك در واقع همان يك پله موتور به اندازه زاويه موتور هست. حالا سر منفي (از اين به

بعد میگویم GND، با گراند کردن) را به یکی از ۳ تا سیم دیگر اتصال بدهید. اگر از این ۳ تا سیم، سیم صحیح را انتخاب کرده باشید یک گردش کوچک (به اندازه قبلی) در ادامه حرکت قبلی می بینید ولی اگر خطا باشد گردش معکوس یا بیش از حد (۲ یا ۳ پله) خواهید داشت. اگر سیم خطا بود دوباره زمین را به سیم اول اتصال بدهید و همان کار را با ۲ سیم دیگر تکرار کنید تا زمانی که سیم صحیح پیدا بشود. وقتی سیم صحیح پیدا شد سیم اول را کنار می گذارید و مراحل را از اول برای سه سیم باقیمانده انجام می دهید تا ترتیب ۴ تا سیم را پشت سر هم پیدا کنید.

نحوه کنترل موتور پله ای

حالا اگر این چهارتا سیم را به ترتیب صحیح کنار هم قرار بدهیم و سر منفی منبع را به ترتیب هی روی آنها بکشیم، می بینیم که موتور -هرچند دست و پا شکسته- شروع به چرخش می کند! (البته باید ترتیب سیمها کاملا صحیح باشد)

حالا فرض کنید چهار تا سیم را به صورت چهار بیت -بیت فقط میتواند ۰ یا ۱ باشد- در نظر بگیریم و ۱ شدن هر کدام به معنی اتصال آن به GND باشد (البته اینجا شما فقط برای درک بهتر این را فرض کنید چون در واقعیت برعکس است یعنی ۰ به معنی گراند شدن است). مثلا ۰۰۰۱ یعنی سیم اول گراند شده و ۰۱۰۰ یعنی سیم سوم گراند شده.

اگر چهار پله a, b, c, d را که هر کدام به صورت چهار بیت در جدول نشان داده شده اند را به صورت مداوم به یک استپ موتور القا کنیم (شبيه کیشدن GND به سرعت روی چهار سیم موتور) باعث حرکت منظم موتور در یک جهت خواهیم شد. این نوع القا بیتها، حرکت **یک ستی** نام دارد. یعنی در هر پله فقط ۱ بیت روشن یا ۱ هست. در ضمن القا بیتها طبق این جدول و جداول بعدی مرحله جدایی است که باید با توسط میکرو کنترلر انجام بگیرد.

سیم ۱	سیم ۲	سیم ۳	سیم ۴	شماره پله
0	0	0	1	1
0	0	1	0	2
0	1	0	0	3
1	0	0	0	4

نوع دیگری از القا پله به موتور وجود دارد که حرکت **دوبیتی** نام دارد. همانطور که در جدول می بینید در این نوع حرکت در یک پله همزمان دوبیت ۱ هستند (انگار همزمان دو سیم را به زمین اتصال بدهیم). اگر این مدل را مثل بالایی به صورت مداوم تکرار کنیم باز هم باعث چرخش موتور خواهیم شد اما در این حالت گشتاور و جریان مصرفی موتور نزدیک ۲ برابر خواهد شد. افزایش گشتاور به معنی افزایش قدرت چرخاندگی (نه سرعت چرخش) است.

سیم ۱	سیم ۲	سیم ۳	سیم ۴	شماره پله
1	0	0	1	1
0	0	1	1	2
0	1	1	0	3
1	1	0	0	4

نوع دیگری از القا پله به استپ موتور وجود دارد بنام حرکت **نیم پله**. همانطور که از اسمش پیداست این مدل باعث چرخش موتور به اندازه نیم پله خواهد شد. مثلاً اگر زاویه موتوری 1.8 درجه هست هر پله از این مدل

باعث چرخش موتور به اندازه ۰,۹ درجه خواهد شد. از ویژگی های این روش افزایش حساسیت استپر موتور است. لازم به ذکر است که اگر بیت های این سه جدول را از بالا به پایین القا کنیم موتور در جهت ساعتگرد و اگر از پایین به بالا اجرا کنیم در جهت پادساعتگرد خواهد چرخید.

سیم	سیم	سیم	سیم	شماره
۱	۲	۳	۴	پله
0	0	0	1	1
0	0	1	1	2
0	0	1	0	3
0	1	1	0	4
0	1	0	0	5
1	1	0	0	6
1	0	0	0	7
1	0	0	1	8

بخش دوم: الکترونیک

الکترونیک ربات در نوع ساده از قسمت های زیر تشکیل شده است.

- 1- مدار تغذیه
- 2- موارد درایور (راه انداز) موتور
- 3- میکروکنترلر
- 4- کیت ها و اتصالات
- 5- آی سی های بافر
- 6- قسمت های نمایش دهنده (خروجی ها)

در اینجا به اختصار به معرفی برخی قسمت‌ها می‌پردازیم و سپس بطور مفصل در فصل‌های جداگانه هر یک از قسمت‌ها توضیح داده می‌شوند.

الف) مدار تغذیه

این بخش از مدار وظیفه تبدیل ولتاژ ورودی به 5 ولت و نیز ساپورت کردن ولتاژ مدارها و موتورها را به عهده دارد. باتری‌ها و رگولاتورهای ولتاژ مربوط به این قسمت می‌شوند.

رگولاتورهای ولتاژ: با گرفتن ولتاژ ورودی آنرا به ولتاژ دلخواهی تبدیل می‌کنند. مثلاً با گرفتن ورودی‌های 6v ، 20v ، 35v ، 40v یا ... آنرا به خروجی 5v تبدیل می‌کنند.

باتری‌ها: چندین نوع باتری وجود دارد. برای موتورها پیشنهاد می‌شود که از منبع تغذیه جداگانه استفاده شود. دلیل آن را در فصل 5 خواهیم دید ان شاء الله...

باتری‌ها به دو دسته قابل شارژ و غیرقابل شارژ تقسیم می‌شوند. باید برای مدار از باتری مناسبی استفاده کرد. ولتاژ و آمپراژ (جریان) باتری باید معلوم باشد. آمپراژ کم باعث کار نکردن مدار و موتورها می‌شود آمپراژ زیاد نیز احتمالاً باعث آسیب به مدار می‌شود. نکته دیگر در مورد باتری وزن آن است. باتری‌هایی وجود دارند که حدود 1 کیلوگرم وزن دارند. اینگونه باتری‌ها باید با شاسی ربات هماهنگی داشته باشند وگرنه ربات نمی‌تواند حرکت کند (به علت وزن زیاد). البته اگر منبع تغذیه‌ای وجود داشته باشد که با برق شهر کار کند می‌توان به جای باتری از آن استفاده کرد. البته قابلیت حمل (portability) ربات کاهش می‌یابد.

ب) مدار درایور موتور

یکی دیگر از مهمترین بخش‌های یک ربات بخش درایور موتور است. وظیفه این بخش تأمین ولتاژ و جریان مورد نیاز موتورها است و تسوط میکروکنترلر کنترل می‌شود.