

طراحی و ساخت درایور موتور DC با قابلیت کنترل توسط بلوتوث و سیستم عامل اندروید

سرور احمدی^{1*}، حامد پورمحمدی امامیه²، رحیم بابازاده³، لاریسا خدادادی⁴

- 1- دانشجوی کارشناسی ارشد برق، مرکز تحقیقات رباتیک و فناوری های نرم، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران
 - 2- کارشناس ارشد مکاترونیک، مرکز تحقیقات رباتیک و فناوری های نرم، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران
 - 3- دانشجوی کارشناسی ارشد برق، مرکز تحقیقات رباتیک و فناوری های نرم، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران
 - 4- استادیار، هیئت علمی، گروه برق، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران
- مرکز تحقیقات رباتیک و فناوری های نرم، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران

خلاصه

در این مقاله درایو موتور DC با قابلیت کنترل تحت اندروید طراحی و پیاده سازی شده است. با توجه به افزایش روز افزون استفاده از این موتورها و طراحی درایور مناسب اهمیت بسیاری پیدا کرده است. برای راه اندازی موتورهای DC، درایور های مختلفی موجود است که همگی نیازمند به یک سیستم کنترلی جداگانه هستند و به خودی خود قادر به راه اندازی موتور نیستند ولی در درایوری که طراحی می شود، دیگر نیازی به طراحی یک کنترلر جداگانه نیست و کاربر می تواند بوسیله گوشی موبایل خود، موتور را کنترل کرده و پارامترهایی مانند جهت چرخش، سرعت چرخش، گشتاور و جریان عبوری از موتورها را مشاهده و کنترل نماید. با استفاده از این کنترلر می توان جریان عبوری از موتورها و درایور را محدود کرد تا از آسیب رسیدن به موتور و درایور در جریان های زیاد جلوگیری کرد همچنین با استفاده از این کنترلر میتوان گشتاور موتور را در دور های پایین موتور کنترل کرد و با استفاده از کنترلر PID ضمن ثابت نگه داشتن سرعت چرخش، گشتاور موتور را نیز کنترل کرد. این درایور از یک برد آردوینو به عنوان پردازنده و یک ماژول بلوتوث برای ارتباط با گوشی موبایل استفاده می کند که نرم افزار برای موبایل در محیط آندروید استودیو طراحی و پیاده سازی می شود که قابلیت نصب بر روی تمامی گوشی ها با سیستم عامل آندروید را دارد.

*E-mail: s0r0r@yahoo.com

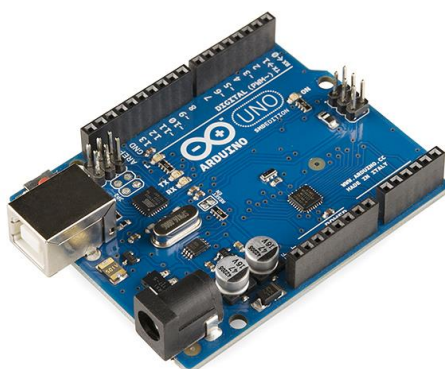
1. مقدمه

در بسیاری از پروژه‌های صنعتی، تجاری و خانگی از موتورهای DC در کاربردهای کوچک و بزرگ استفاده می‌شود. از مهمترین کاربردهای این موتورها می‌توان به استفاده از آنها در ربات‌ها، سیستم‌های تهویه، پله‌های برقی، خودروها و ... اشاره کرد. برای راه‌اندازی موتورهای DC همواره به یک درایور و یک سیستم کنترلی برای ارسال دستورات به آن نیاز است که عملی کردن این کار مستلزم داشتن دانش در زمینه‌های برق و کامپیوتر است. درایور طراحی شده علاوه بر اینکه فرآیند برنامه‌نویسی و طراحی مدارات را برای کاربر عادی بسیار آسان می‌کند، بلکه بصورت اتوماتیک از عبور جریان‌های بیشتر از تحمل موتور و درایور جلوگیری می‌کند. پس از متصل کردن درایور به موتور و برقراری اتصالات مورد نیاز، برای ارتباط با درایور و کنترل آن، نیاز به هیچ دستگاه کنترلی یا رابط کاربری خاصی نیست بلکه توسط نرم‌افزار آندرویدی طراحی شده سیستم کاملاً قابل کنترل و مانیتور است. تمامی موتورهای DC برای کار کردن نیاز به بایاس شدن دارند و با توجه به مدل، روش ساخت، قیمت و ... دارای جریان کشی از حدود 100 میلی‌آمپر به بالا هستند. یک روش برای راه‌اندازی، اتصال مستقیم موتور به باتری است که در این صورت سرعت موتور و جهت چرخش آن قابل کنترل نیست و لذا چنین حالتی برای مصارف صنعتی و خاص مناسب نیست. روش دیگر استفاده از درایورهای مناسب برای راه‌اندازی موتور است. درایورها را به دو طریق می‌توان پیاده‌سازی کرد. یک روش استفاده از ترانزیستورهای پیوندی دو قطبی* و یا ترانزیستورهای اثر میدانی است که با توجه به جریان کشی موتور، نوع مناسب ترانزیستور انتخاب می‌شود. روش دیگر استفاده از آیسی راه‌انداز موتور است که این آیسی‌ها نسبت به درایورهای دست‌ساز مزایا و معایبی دارند. از مزایای استفاده از آیسی‌ها می‌توان به کوچک بودن آن‌ها، دارا بودن امکاناتی از قبیل پایه‌های فعال‌ساز و کنترل جریان اشاره کرد. از معایب این آیسی‌ها نیز به محدود بودن جریان دهی آنها برای استفاده در موتورهای جریان‌بالا اشاره کرد. بعضی ربات‌ها که بوسیله بلوتوث کنترل می‌شوند برای نرم‌افزار آندروید از پلتفرم‌های آماده اینترنتی مانند گوگل استفاده می‌شود [1] که در این نوع نرم‌افزارها، از رابط‌های آماده تحت وب استفاده می‌شود در حالیکه در کنترلر طراحی شده برنامه بصورت انحصاری نوشته شده است تا دارای امکانات مورد نظر باشد. در این کنترلر برای پردازش از بوردهای آردوینو استفاده شده است که دارای مزایای بسیاری از جهت طراحی و برنامه‌نویسی است و در سیستم‌های مشابه از کنترلرهای آرم [2] نیز استفاده شده است که از نظر هزینه از بوردهای آردوینو بالاتر هستند. برای راه‌اندازی موتور از آیسی درایور L298 استفاده شده است که قابلیت کنترل دو موتور، هریک با جریان 2 آمپر را دارد در حالیکه در کارهای مشابه از آیسی درایورهایی مانند L293 استفاده شده است [3][7] که قابلیت جریان دهی تا 1 آمپر را دارند [6]. در قسمت نرم‌افزار آندرویدی، برای فرمان دادن به درایور باتون‌هایی تعبیه شده است تا این کار به سهولت انجام شود و دقت بیشتری داشته باشد در حالیکه در بعضی نرم‌افزارها از شتاب‌سنج گوشی [4] برای این کار استفاده شده است که نیاز به تمرین و دقت در کار با آن را دارد. در نمونه‌هایی نیز برای فرمان دادن به ربات از دستورات صوتی [5] استفاده می‌شود که این کار در صورت وجود صداهای مختلف در محیط، امکان پردازش اشتباه وجود دارد که در اینصورت در عملکرد ربات یا درایور مشکل بوجود خواهد آمد. لذا برای برطرف کردن مشکلات مذکور این درایور طراحی و ساخته شده است همچنین برای کنترل گشتاور و کنترل دور موتور کاربرد اساسی دارد و مشکلات گشتاور در تعداد دور‌های پایین را با استفاده از کنترلر PID به خوبی برطرف کرده است

* bjt

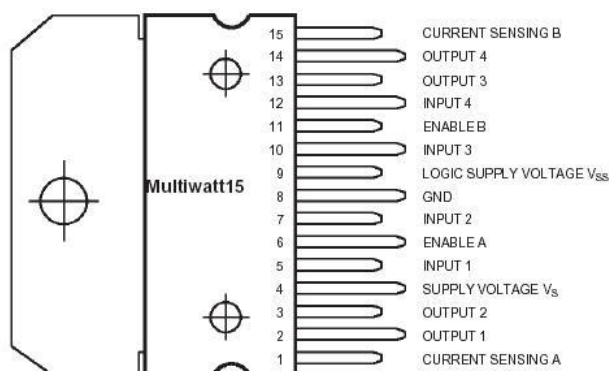
2. ساختار کلی

سیستم طراحی شده در کل دارای سه قسمت الکتریکی، برنامه کنترلی و نرم افزار آندرویدی است. قسمت الکتریکی شامل برد آردوینو UNO است که یکی از معروفترین برد های سری آردوینو است. این برد همانطور که در شکل 1 نشان داده شده است، امکان ارتباط با ماژول بلوتوث و درایور را به راحتی فراهم می کند.



شکل 1 - برد آردوینو UNO

برای قسمت درایور از آیسی L298 استفاده شده است. همانطور که در شکل 2 مشاهده می شود این آی سی قابلیت راه اندازی دو موتور با جریان 2 آمپر را دارا میباشد و امکاناتی از قبیل پایه فعال ساز برای هر موتور نیز در دسترس میباشد.



شکل 2 - آیسی درایور L298 با قابلیت درایو کردن دو موتور همزمان و جریان دهی تا 2 آمپر

برای برقراری ارتباط بوسیله بلوتوث از ماژول HC05 که در شکل 3 نشان داده شده است استفاده شده است. ماژول بلوتوث HC-05 یک ماژول استاندارد Bluetooth با خروجی سریال می باشد. این ماژول برای ارتباط بین میکروکنترلر و موبایل و تبلت و نیز دو میکرو با یکدیگر با سرعت بالا انتخاب خوبی به شمار می رود. همچنین میتوان با استفاده از این ماژول بین پروژه های ساخته شده با میکروکنترلر و لپ تاب های دارای بلوتوث و PC های دارای دانگل بلوتوث نیز یک لینک ارتباطی بیسیم از نوع ارتباط سریال برقرار کرد. از جمله کاربردهای این ماژول می توان موارد زیر را برشمرد:

- نمایش اطلاعات مربوط به یک پروژه دماسنج در یک بازه زمانی خاص بر روی تبلت یا موبایل و رسم نمودار
- ساخت پروگرامر بیسیم برای پروگرام کردن میکروکنترلر با استفاده از تبلت
- ریموت کنترل درب منزل با استفاده از موبایل و ...



شکل 3- ماژول بلوتوث با قابلیت ارتباط سریال

جهت کنترل جریان موتورها از ماژول سنسور ACS712 استفاده شده است که در شکل 4 نشان داده است.



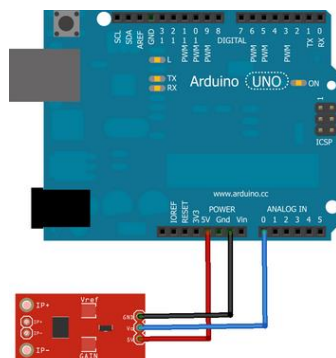
شکل 4 - ماژول سنسور جریان

برای کنترل دور موتور و محاسبه تعداد دور موتور از سنسور شفت انکودر استفاده شده است که سیستم این سنسور از نوع اثر هال میباشد. با استفاده از این سنسور هم میتوان تعداد نظارت دقیقی بر تعداد دور چرخش موتور داشت و همچنین میتوان توسط کنترلر PID گشتاور موتور را در دور های پایین ثابت نگه داشت. در شکل 5 نشان داده شده است.



شکل 5 - شفت انکودر با عملکرد سیستم اثر هال

همانطور که در شکل 4 مشاهده می شود، 5 پین از این سنسور در دسترس است که دو پین جهت تغذیه ماژول استفاده می شود و یک خروجی نیز برای جریان های متناسب تعبیه شده است. خروجی این سنسور آنالوگ است که باید توسط واحد مبدل آنالوگ به دیجیتال پردازش شود. ترمینال موجود در شکل بصورت سری در مسیر بار قرار می گیرد تا جریان عبوری را اندازه بگیرد و متناسب با آن در خروجی ولتاژ آنالوگ می دهد. در شکل 6 نحوه اتصال ماژول به آردوینو نشان داده شده است.



شکل 6 - نحوه اتصال ماژول به آردوینو

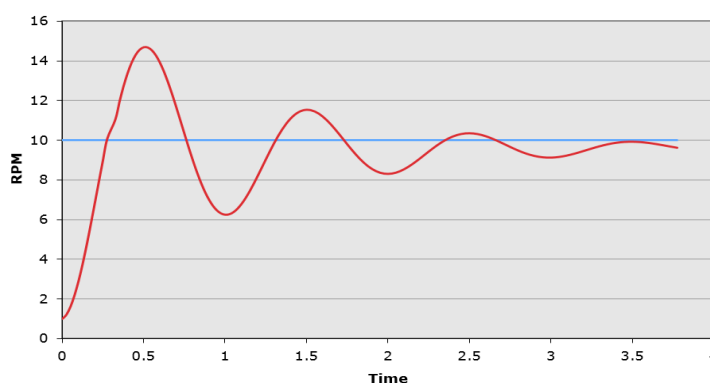
در قسمت برنامه کنترلی، ابتدا جریان توسط ماژول سنسور اندازه گرفته می شود و خروجی آن به برد آردوینو منتقل می شود تا پردازش بر روی آن انجام بگیرد و تصمیمات لازم گرفته شود. همچنین دستورات دریافتی توسط ماژول بلوتوث را پردازش کند و موتور را با سرعت مشخص در جهت دلخواه راه اندازی کند. در قسمت نرم افزار آندروید، محیطی برای کاربر فراهم شده است تا دستورات لازم را وارد کند و بوسیله بلوتوث به درایور منتقل نماید.

3. عملکرد کلی سیستم

عملکرد سیستم بدین صورت است که ابتدا اتصالات درایور به موتور مورد نظر برقرار می شود. سپس با روشن کردن بلوتوث گوشی، درایور با آن کانکت می شود و آماده دریافت دستورات کاربر می باشد. در این حال در نرم افزار کاربر می تواند ابتدا سرعت حرکت موتور را به درصد وارد کند تا موتور با آن سرعت حرکت کند. همچنین جهت حرکت موتور نیز قابل تعیین است. مزیت این کنترلر در سیستم کنترل گشتاور و تنظیم دقیق دور موتور در شرایط بار داری و بی باری میباشد. برای کنترل چنین حالتی از سیستم کنترلی PID استفاده شده است که سیستم درایور موتور را قادر میسازد تا موتور دی سی را در هر شرایطی و در هر سرعتی، گشتاور حداکثر را را ایجاد نماید. سیستم کنترلر مرکزی وظیفه ی دریافت و پردازش همزمان جریان مصرفی و تعداد دور موتور دی سی را به عهده دارد و با توجه به اینکه تعداد دور موتور را توسط سنسور شفت انکودر میتواند به صورت دقیق محاسبه نماید بنا بر این با استفاده از کنترلر PID دور موتور را در هر شرایطی (بار داری و بی باری) در یک سرعت ثابت نگه میدارد که در شکل شماره 1، یک نمونه دیتاهای کنترل دور موتور بدون تنظیم ضرایب کنترلر PID در شرایط بی باری و بارداری نشان داده شده است و در شکل شماره 2 یک نمونه دیتاهای کنترل دور موتور با تنظیم ضرایب کنترلر PID در شرایط بی باری و بارداری نشان داده شده است. همچنین

علاوه بر این مزیت توانایی تنظیم جریان و محافظت از موتور و درایور را نیز دارا می‌باشد. در قسمتی از نرم افزار محلی جهت وارد کردن جریان مورد نیاز در نظر گرفته شده است که در صورت تعیین آن، اگر موتور جریانی بیش از مقدار تعیین شده بکشد، سیستم جریان موتور را قطع خواهد کرد. با این کار هم از آسیب رسیدن به موتور جلوگیری می‌شود و هم به درایور آسیب نمی‌رسد. علاوه بر این هر لحظه جریان موتور در گوشی مانیتور می‌شود و کاربر می‌تواند لحظه به لحظه آنرا مشاهده کند. بدین ترتیب نگرانی از سوختن موتور یا درایور در اثر عبور جریان زیاد از بین می‌رود و سیستم بصورت هوشمند در صورت عبور جریان زیاد، آنرا قطع می‌کند.

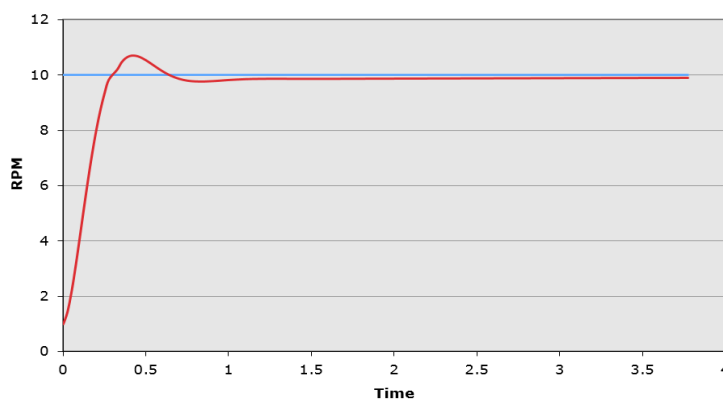
Control Motor



شکل 1: نمودار خروجی کنترلر PID بدون تنظیم ضرایب

در شکل شماره 1 خروجی کنترلر PID دارای overshoot زیاد می‌باشد و سیستم تا حدودی نوسانی می‌باشد. ضرایب استفاده شده برای مقادیر $P=4, I=0.1, D=0.2$ می‌باشد که سیستم درایور با استفاده از روش زیگلر نیکولز بر اساس نوع موتور ضرایب بهینه را به صورت اتوماتیک محاسبه می‌نماید که در شکل شماره 2 نشان داده شده است.

Control Motor



شکل 2: نمودار خروجی کنترلر PID با ضرایب تنظیم شده

با تنظیم ضرایب با مقادیر $P=7, I=0.5, D=1$ سیستم overshoot زیاد نداشته و زمان پاسخ دهی آن سریعتر شده است و خطای ماندگار نیز کاهش یافته است.

4. نتیجه گیری

در این درایور با طراحی درایوری هوشمند که باعث جلوگیری از سوختن موتور یا درایور در اثر عبور جریان زیاد می شود طراحی شده است. این درایور دارای یک رابط کاربری جهت کنترل و مانیتورینگ درایور است که باعث آگاهی لحظه به لحظه کاربر از عملکرد موتور می شود. با استفاده از این سیستم هر لحظه می توان عملکرد موتور را زیر نظر داشت و تغییرات مورد نظر از جهت سرعت حرکت، جهت حرکت و میزان جریان عبوری را به درایور اعمال کرد. با استفاده از این درایور برای کاربران عادی که دانشی از برق یا کامپیوتر ندارند، این امکان بوجود آمده است تا بدون برنامه نویسی موتور را در حالت های دلخواه خود کنترل کند مهمترین مزیت درایور طراحی شده کنترل گشتاور و دور موتور میباشد و در نمونه ساخته شده، کنترل جریان مصرفی، گشتاور و دور موتور با استفاده از کنترلر PID نتایج بدست آمده دارای دقت بسیار بالا و زمان پاسخگویی بسیار سریعی بوده است. همچنین برای بهتر شدن عملکرد سیستم میتوان از درایور موتور با توان جریان دهی بالاتر استفاده کرد و همچنین میتوان برای اضافه کردن امکان شبکه به درایور ها از ماژول وای فای استفاده کرد که در اینصورت میتوان چندین درایور را با یک سیستم کنترل و مانیتورینگ کرد.

5. مراجع

1. S-GRJ , R-Simon , Z-Albert, “ Using the Android Platform to control Robots“,KasselUniversityWilhelmshoher Allee 73 (2011)
2. A-Kumar,G-Sharma, K-Kishor “BluBO: Bluetooth Controlled Robot” International Journal of Science and Research (IJSR) ISSN (Online): 2319-7064
3. B.Ranga Raju1, M.Satish Kumar, (2014),“ARM7 Microcontroller based Robot controlled by an Androidmobile utilizing Bluetooth“, IJIRT , Vol.1 Issue 8
4. A-Sharma1, R-Verma, S-Gupta , S-Kaur “Android Phone Controlled Robot Using Bluetooth” International Journal of Electronic and Electrical Engineering ISSN 0974-2174, Vol. 7, Number 5 (2014), pp. 443-448
5. A-Dey , A-Pal , S-Nandi , L-Roy “Three way controlled android Smartphone based robotic vehicle via Bluetooth” International Journal of Advanced Research in Computer and Communication Engineering Vol. 4, Issue 9, September 2015
6. R-Aniket. Yeole1, M-Sapana, D-Monali, P-Mukesh “Smart Phone Controlled Robot Using ATMEGA328 Microcontroller” International Journal of Innovative Research in Computer and Communication Engineering (An ISO 3297: 2007 Certified Organization)

Vol. 3, Issue 1, January 2015

7. R-Zannat Eshita¹, T-Barua, A-Barua, A-Mahamood “Bluetooth Based Android Controlled Robot” American Journal of Engineering Research (AJER) e-ISSN: 2320-0847 p-ISSN : 2320-0936 Vol.5, Issue-3, pp-195-199

8. M-Narayana, A-Alishety, H-Chapala “Voice Control Robot using Android Application” International Journal of Engineering Innovation & Research Vol.4, Issue 2, ISSN: 2277 – 5668