

عنوان پروژه :

کنترل بدون سنسور موتور های براشلس

**BLDC MOTOR**

چکیده : موتور BLDC چیست

3 \_\_\_\_\_ و چگونه کار می کند.

5 \_\_\_\_\_ کاربردهای ایده آل برای موتورهای BLDC

7 \_\_\_\_\_ شرح روش های کنترلی

12 \_\_\_\_\_ عملکرد کنترل کننده ها در کنترل بدون سنسور موتور bldc

25 \_\_\_\_\_ شبیه سازی

## موتورهای BLDC : [1]

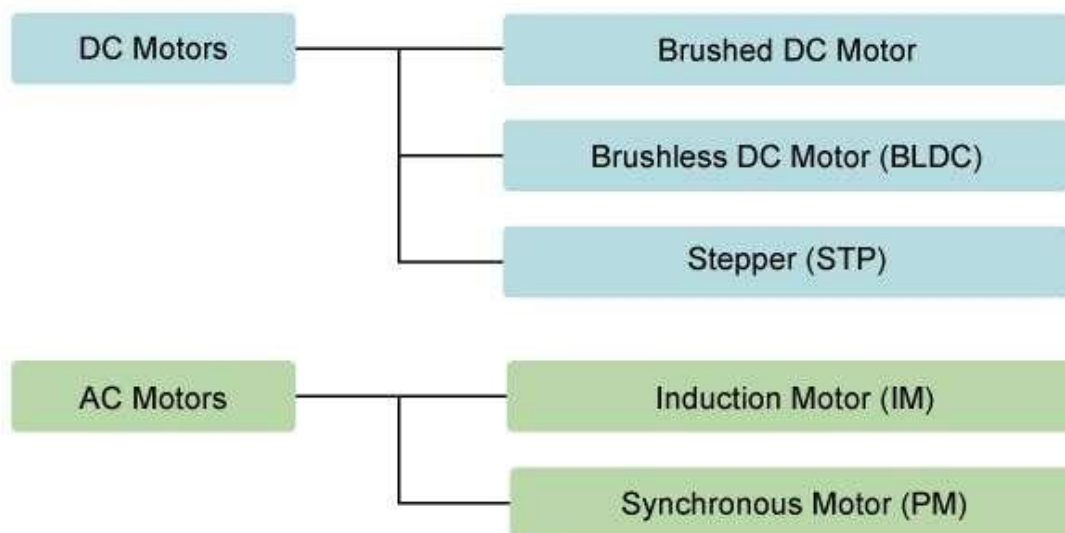
موتورها ماشین های تحویل نیرو هستند.

هنگامی که مهندسان با چالش طراحی تجهیزات الکتریکی برای انجام وظایف مکانیکی مواجه می شوند، ممکن است به این فکر کنند که سیگنال های الکتریکی چگونه به انرژی تبدیل می شوند. بنابراین محرک ها و موتورها از جمله وسایلی هستند که سیگنال های الکتریکی را به حرکت تبدیل می کنند. موتورها انرژی الکتریکی را به انرژی مکانیکی مبادله می کنند.

ساده ترین نوع موتور، موتور DC برس دار است. در این نوع موتورها، جریان الکتریکی از سیم پیچ هایی عبور می کند که در یک میدان مغناطیسی ثابت قرار گرفته اند. جریان باعث ایجاد میدان های مغناطیسی در سیم پیچ ها می شود. این باعث می شود مجموعه سیم پیچ بچرخد، زیرا هر سیم پیچ از قطب مشابه دور شده و به سمت قطب غیرمشابه میدان ثابت کشیده می شود. برای حفظ چرخش، لازم است که به طور مداوم جریان را معکوس کنیم - به طوری که قطب های سیم پیچ به طور مداوم تغییر می کنند و باعث می شود که سیم پیچ ها به دنبال کردن قطب های ثابت بر خلاف آن ادامه دهند. برق سیم پیچ ها از طریق برس های رسانای ثابتی که با یک کموتاتور چرخان تماس برقرار می کنند، تامین می شود. این چرخش کموتاتور است که باعث معکوس شدن جریان از طریق سیم پیچ ها می شود. کموتاتور و برس ها اجزای کلیدی هستند که موتور DC برس خورده را از سایر انواع موتور متمایز می کنند.

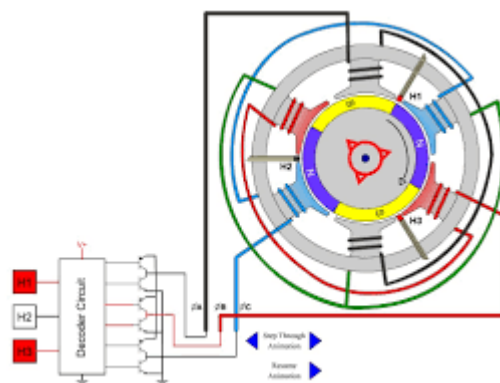
برس های ثابت انرژی الکتریکی را به کموتاتور چرخان تامین می کنند. همانطور که کموتاتور می چرخد، به طور مداوم جهت جریان را به سیم پیچ ها تغییر می دهد و قطبیت سیم پیچ ها را معکوس می کند تا سیم پیچ ها چرخش به سمت راست را حفظ کنند. کموتاتور به این دلیل می چرخد که به روتوری که سیم پیچ ها روی آن نصب شده اند متصل است.

### 1\_ brushed DC motor



بدون جاروبک از برس استفاده نمی کنند. با موتورهای برس، DC همانطور که از نام آنها پیداست، موتورهای برس ها جریان را از طریق کموتاتور به سیم پیچ های روتور می رسانند. بنابراین چگونه یک موتور براشلس جریان را به سیم پیچ های روتور منتقل می کند؟ اینطور نیست - زیرا سیم پیچ ها روی روتور قرار ندارند. در عوض، روتور یک آهنربای دائمی است. سیم پیچ ها نمی چرخند، بلکه در جای خود روی استاتور ثابت می شوند. چون کوئل ها حرکت نمی کنند نیازی به برس و کموتاتور نیست.

با موتور برس، چرخش با کنترل میدان های مغناطیسی تولید شده توسط سیم پیچ های روی روتور به دست می آید، در حالی که میدان مغناطیسی تولید شده توسط آهنرباهای ثابت ثابت می ماند. برای تغییر سرعت، آهنربای دائمی است که می چرخد. چرخش با BLDC چرخش، ولتاژ سیم پیچ ها را تغییر می دهید. با موتور تغییر جهت میدان های مغناطیسی تولید شده توسط سیم پیچ های ثابت اطراف حاصل می شود. برای کنترل چرخش، مقدار و جهت جریان را در این سیم پیچ ها تنظیم می کنید.



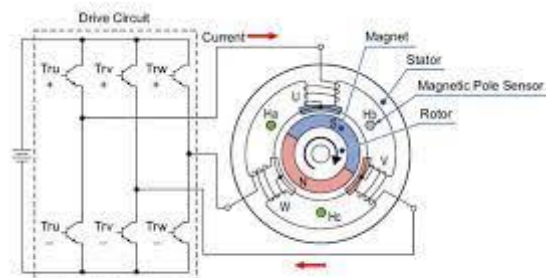


Fig. 2.8 Simplified Model of a Brushless Motor

## کاربردهای ایده آل برای موتورهای BLDC

کارایی و کنترل پذیری بالایی دارند و عمر کاری طولانی دارند. پس برای چه BLDC دیده ایم که موتورهای کاری خوب هستند؟ به دلیل کارایی و طول عمر زیاد، در دستگاه هایی که به طور مداوم کار می کنند، بسیار مورد استفاده قرار می گیرند. آنها برای مدت طولانی در ماشین لباسشویی، تهویه مطبوع، و سایر لوازم الکترونیکی مصرفی استفاده می شوند. و اخیراً در فن ها ظاهر می شوند که راندمان بالای آنها باعث کاهش قابل توجه مصرف برق شده است.

آنها همچنین برای رانندگی ماشین های خلاء استفاده می شوند. در یک مورد، تغییر در برنامه کنترل منجر به یک جهش بزرگ در سرعت چرخش شد - نمونه ای از قابلیت کنترل عالی ارائه شده توسط این موتورها

همچنین برای چرخاندن دیسک های سخت استفاده می شوند، جایی که دوام آنها باعث BLDC موتورهای می شود درایوها در درازمدت به طور قابل اعتمادی کار کنند، در حالی که راندمان انرژی آنها به کاهش انرژی در منطقه ای که اهمیت فزاینده ای دارد کمک می کند

طرح سوال . در آینده چطور می توان استفاده گسترده تری از این موتور کرد؟

می‌توان انتظار داشت که در آینده شاهد استفاده از موتورهای BLDC در طیف وسیع‌تری از کاربردها باشیم. برای مثال، احتمالاً به طور گسترده برای هدایت ربات‌های خدماتی - روبات‌های کوچکی که خدماتی را در زمینه‌هایی غیر از تولید ارائه می‌کنند، استفاده خواهند شد. ممکن است تصور شود که موتورهای پله ای در این نوع کاربردها مناسب تر هستند، جایی که از پالس ها می‌توان برای کنترل دقیق موقعیت استفاده کرد. اما موتورهای BLDC برای کنترل نیرو مناسب تر هستند. و با یک موتور پله ای، نگه داشتن موقعیت ساختاری مانند بازوی ربات به جریان نسبتاً زیاد و پیوسته ای نیاز دارد. با یک موتور BLDC، تنها چیزی که مورد نیاز است یک جریان متناسب با نیروی خارجی است که امکان کنترل با قدرت کارآمدتری را فراهم می‌کند. موتورهای BLDC همچنین ممکن است جایگزین موتورهای dc ساده برس خورده در گاری های گلف و چرخ دستی شوند. موتورهای BLDC علاوه بر کارایی بهتر، می‌توانند کنترل دقیق تری را نیز ارائه دهند که به نوبه خود می‌تواند عمر باتری را بیشتر کند.

موتورهای BLDC برای هواپیماهای بدون سرنشین نیز ایده آل هستند. توانایی آنها در ارائه کنترل دقیق آنها را به ویژه برای پهپادهای چند روتوری مناسب می‌کند، جایی که وضعیت پهپاد با کنترل دقیق سرعت چرخش هر روتور کنترل می‌شود.

## روش های کنترلی :

الف ( کنترل کننده PID controller

ب) کنترل کننده فازی (Fuzzy control system)

ج) plc

الف) کنترل متناسب-انتگرال-مشتق (PID) رایج ترین الگوریتم کنترلی است که در صنعت مورد استفاده قرار می گیرد و در کنترل صنعتی پذیرفته شده است. محبوبیت کنترل کننده های PID را می توان تا حدی به عملکرد قوی آن ها در طیف گسترده ای از شرایط عملیاتی و تا حدی به سادگی عملکردی آن ها نسبت داد، که به مهندسان اجازه می دهد تا آنها را به شیوه ای ساده و ساده کار کنند.

همانطور که از نام آن پیداست، الگوریتم PID از سه ضریب اصلی تشکیل شده است. متناسب، انتگرال و مشتق که برای به دست آوردن پاسخ بهینه تغییر می کنند

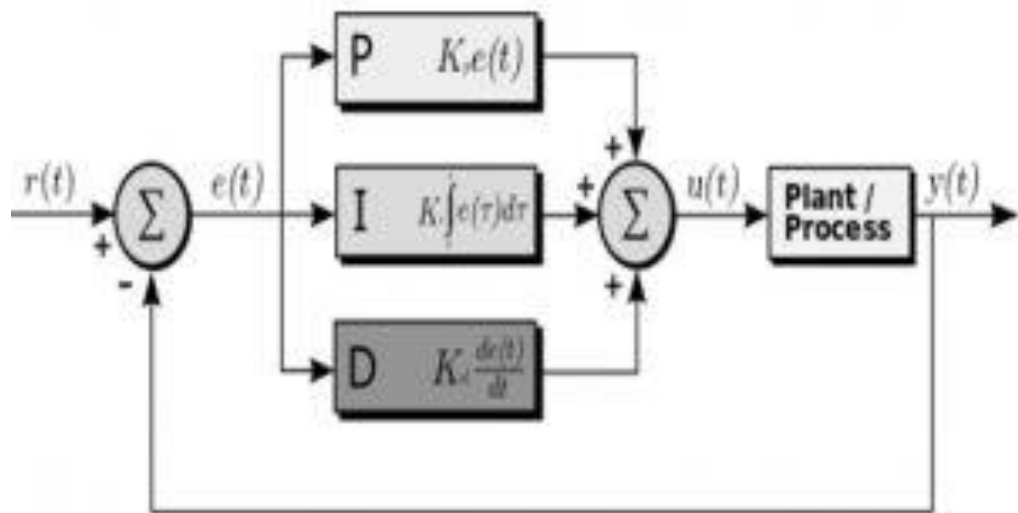
کنترلر PID این است که در سال 1911 اولین کنترلر PID توسط Elmer Sperry ساخته شد.

پس از چند سال، مهندسان کنترل، خطای حالت پایدار را که در کنترل کننده های تناسبی یافت می شود، از طریق تنظیم مجدد انتهای به مقداری نادرست تا زمانی که خطا صفر نشد، حذف کردند.

این سیستم متغیر بازخورد را با استفاده از یک نقطه ثابت برای تولید سیگنال خطا ارزیابی می کند. بر این اساس، خروجی سیستم را تغییر می دهد. این روش تا زمانی که خطا به صفر برسد ادامه خواهد داشت در غیر این صورت مقدار متغیر بازخورد معادل یک نقطه ثابت می شود.

این کنترلر نتایج خوبی را در مقایسه با کنترل کننده نوع ON/OFF ارائه می دهد. در کنترل کننده نوع ON/OFF، به سادگی دو شرط برای مدیریت سیستم قابل دستیابی است. هنگامی که مقدار فرآیند از نقطه ثابت کمتر شد، آنگاه روشن می شود. به طور مشابه، زمانی که مقدار بالاتر از مقدار ثابت باشد، خاموش می شود. خروجی در این نوع کنترل کننده پایدار نیست و به طور مکرر در ناحیه نقطه ثابت نوسان می کند. با این حال،

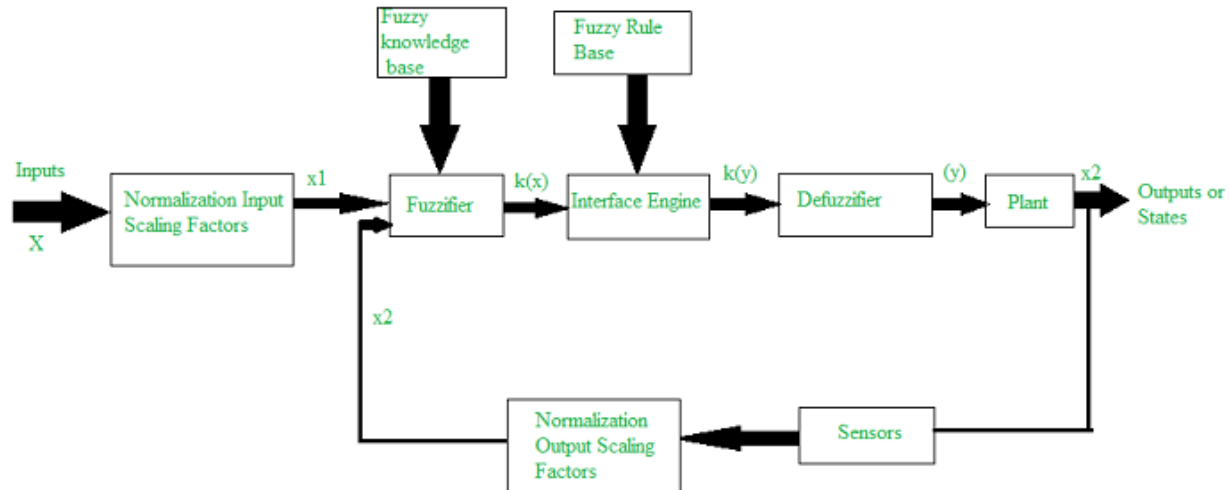
این کنترلر در مقایسه با کنترل کننده نوع ON/OFF، ثابت و دقیق تر است. پس در شبیه سازی موتور bldc میتوانیم پاسخ نهایی سیستم را به وسیله کنترل کننده pid کنترل کنیم و خطای ماندگار به صفر برسد. کنترلر بعدی کنترل کننده فازی می باشد و در ادامه شرح مختصری از این کنترلر خواهیم گفت :





کنترلر بعدی کنترل کننده فازی می باشد و در ادامه شرح مختصری از این کنترلر خواهیم گفت :

ب) کنترل منطق فازی ( FLC) فعال ترین حوزه تحقیقاتی در کاربرد نظریه مجموعه های فازی، استدلال فازی و منطق فازی است. اجزای اصلی یک سیستم FLC[2] یک فازی فایر، یک پایه قوانین فازی، یک پایگاه دانش فازی، یک موتور استنتاج و یک دیفازی. فایر است. همچنین شامل پارامترهایی برای عادی سازی است. زمانی که خروجی دیفازی فایر یک عمل کنترلی برای یک کارخانه نباشد، آنگاه سیستم یک سیستم تصمیم گیری منطق فازی است. فازی فایر موجود، مقادیر واضح را به کمیت های فازی تبدیل می کند. پایه قوانین فازی دانش مربوط به عملکرد فرآیند تخصص دامنه را ذخیره می کند. پایگاه دانش فازی دانش مربوط به تمام روابط فازی ورودی-خروجی را ذخیره می کند. این شامل توابع عضویت است که متغیرهای ورودی را به پایه قوانین فازی و متغیرهای خروجی را برای کارخانه تحت کنترل تعریف می کند. موتور استنتاج هسته یک سیستم FLC است و این قابلیت را دارد که تصمیمات انسانی را با انجام استدلال تقریبی برای دستیابی به استراتژی کنترل مورد نظر شبیه سازی کند.[3]



2\_ Fuzzy logic control (FLC)

3\_ Fuzzy Sets and Systems (book)

ج) یک کنترل کننده منطقی قابل برنامه ریزی نوعی کامپیوتر کوچک است که می تواند داده ها را از طریق ورودی های خود دریافت کند و دستورالعمل های عملیاتی را از طریق خروجی های خود ارسال کند. اساساً، وظیفه PLC کنترل عملکردهای یک سیستم با استفاده از منطق داخلی برنامه ریزی شده در آن است. کسب و کارها در سراسر جهان از PLC ها برای خودکارسازی مهمترین فرآیندهای خود استفاده می کنند.

PLC ها قوی هستند و می توانند در شرایط سخت از جمله گرمای شدید، سرما، گرد و غبار و رطوبت شدید دوام بیاورند. زبان برنامه نویسی آنها به راحتی قابل درک است، بنابراین می توان آنها را بدون مشکل برنامه ریزی کرد. PLC ها ماژولار هستند بنابراین می توان آنها را به تنظیمات مختلف متصل کرد. سوئیچینگ رله تحت بار می تواند باعث ایجاد قوس ناخواسته بین کنتاکت ها شود. قوس بندی دماهای بالایی ایجاد می کند که کنتاکت های جوشی بسته می شوند و باعث تخریب کنتاکت های رله می شوند و در نتیجه دستگاه خراب می شود. جایگزینی رله با PLC به جلوگیری از گرم شدن بیش از حد کنتاکت ها کمک می کند.



## PLC قطعات سخت افزاری

یک واحد پردازش مرکزی (CPU) به عنوان مغز PLC عمل می کند. این یک ریزپردازنده 16- یا 32-بیتی است که از یک تراشه حافظه و مدارهای مجتمع برای کنترل منطق، نظارت و برقراری ارتباط تشکیل شده است. CPU PLC را برای اجرای دستورالعمل های کنترلی، برقراری ارتباط با سایر دستگاه ها، انجام عملیات منطقی و حسابی و انجام عیب یابی داخلی هدایت می کند. CPU روال های حافظه را اجرا می کند، به طور مداوم PLC را

بررسی می کند (کنترل کننده PLC اضافی است) تا از خطاهای برنامه نویسی جلوگیری کند و مطمئن شود که حافظه آسیمی ندیده است.

حافظه ذخیره سازی دائمی برای سیستم عامل برای داده های مورد استفاده توسط CPU فراهم می کند. حافظه فقط خواندنی سیستم (ROM) داده ها را به طور دائم برای سیستم عامل حافظه دسترسی تصادفی (RAM) ذخیره می کند که اطلاعات وضعیت دستگاه های ورودی و خروجی را به همراه مقادیر تایمرها، شمارنده ها و دستگاه های داخلی ذخیره می کند. PLC ها به یک دستگاه برنامه نویسی، اعم از کامپیوتر یا کنسول، برای آپلود داده ها روی CPU نیاز دارند.

PLC ها سیگنال های سنسورها و دستگاه های ورودی مختلف را می خوانند. این دستگاه های ورودی می توانند صفحه کلید، سوئیچ یا سنسور باشند. ورودی ها می توانند به صورت دیجیتال یا آنالوگ باشند. ربات ها و سیستم های بصری دستگاه های هوشمندی هستند که می توانند سیگنال ها را به ماژول های ورودی PLC ارسال کنند. دستگاه های خروجی مانند موتورها و شیرهای برقی سیستم خودکار را کامل می کنند.



## عملکرد کنترل کننده ها در کنترل بدون سنسور موتور bldc

plc : PLC خود را به عنوان یک ابزار بسیار همه کاره و موثر در کنترل صنعتی درایو الکتریکی ثابت می کند. بر اساس سالن سیگنال خروجی سنسور PLC موتور BLDC مدار درایور را برای تولید سیگنال PWM که داده می شود راه اندازی می کند. PLC ورودی را نظارت می کند و برنامه کنترل خروجی را فعال می کند.

ویژگی ها و عملکرد خطی بهتر، رابطه جریان به گشتاور و فرکانس به سرعت خطی هستند موتور BLDC در صنایعی مانند لوازم خانگی، خودروسازی، هوافضا، پزشکی، صنعتی کاربرد دارد تجهیزات اتوماسیون و ابزار دقیق. موتور BLDC یک موتور الکتریکی است که از جریان مستقیم DC تغذیه می کند.

موتورهای القایی، دارای ویژگی های گشتاور سرعت بهتر، پاسخ دینامیکی بالا، راندمان بالا، عمر کاری طولانی، عملکرد بدون صدا، محدوده سرعت بالا. موتورهای BLDC از نوع موتورهای سنکرون هستند.

سنسورهای هال بر روی قسمت ثابت موتور تعبیه می شوند، هر زمان که قطب های مغناطیسی روتور عبور کنند.

نزدیک سنسورهای هال سیگنال بالا یا پایین می دهد که نشان می دهد قطب N یا S از نزدیک سنسورها عبور می کند.

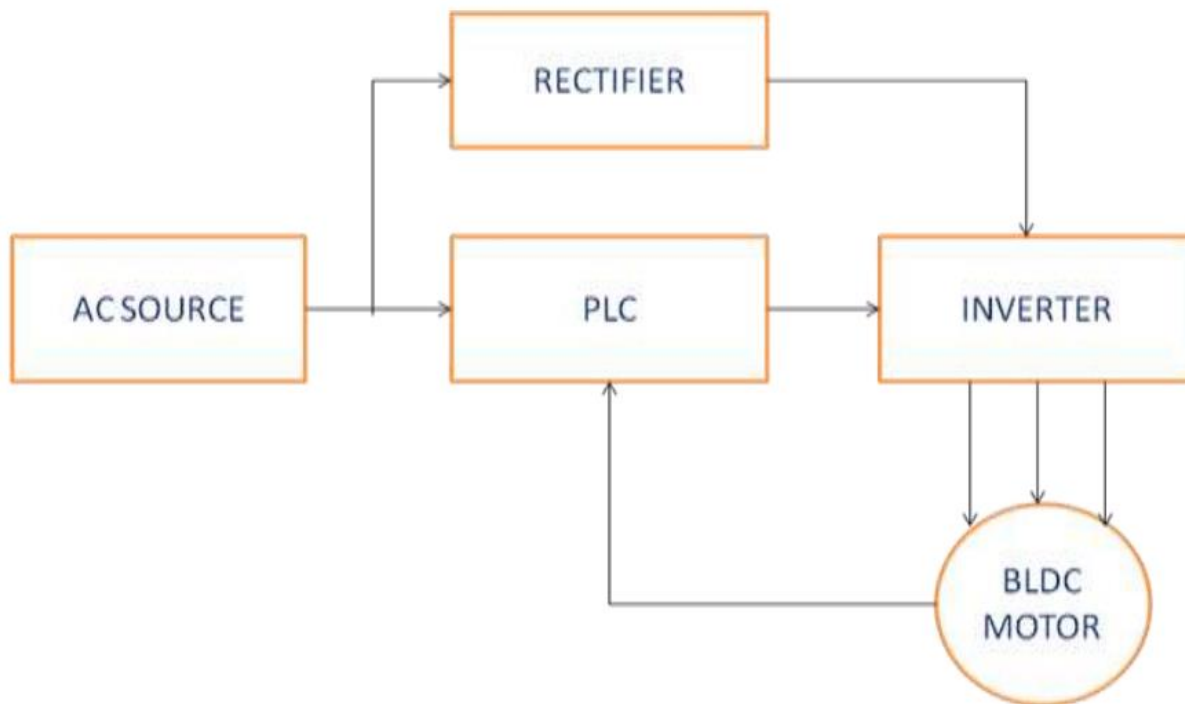
طرح سوال .چرا از PLC برای کنترل موتور BLDC استفاده میشود؟

برای کنترل موتورهای بسیاری از کارخانه ها از PLC ها در فرآیندهای اتوماسیون برای کاهش هزینه تولید و افزایش استفاده می کنند

کیفیت و قابلیت اطمینان برای به دست آوردن سیستم های محرک الکتریکی صنعتی دقیق، استفاده از PLC های واسط ضروری است.

PLC صنعتی برای کنترل موتورهای BLDC در موقعیت، جهت و سرعت روتور پنج محوره استفاده شد.

کاهش تعداد قطعات مدار و کاهش هزینه. موقعیت روتور را می توان توسط یک سنسور Halleffect که سه موج مربعی با تغییر فاز در 120 ارائه می دهد، حس کرد. این سیگنال ها توسط a رمزگشایی می شوند منطق ترکیبی برای ارائه سیگنال های شلیک برای رسانایی 120 در هر یک از سه فاز.



طرح سوال. از چه سخت افزاری برای کنترل موتور استفاده میشود ؟ توضیح دهید.

سرعت موتور توسط سنسور هال حس می شود.

تعبیه شده بر روی استاتور موتور، خروجی سنسور به صورت زیاد و کم است، بر اساس خروجی سنسور

ترانزیستور مربوطه برای چرخش موتور فعال می شود. PLC سیگنال 24 ولت را می پذیرد، خروجی سنسور در آن است به شکل 5 ولت، بنابراین مدار تقویت کننده برای هدایت ورودی PLC طراحی شده است. مدار درایور ترانزیستور به 5 ولت نیاز دارد.

منبع تغذیه 230 ولت ac به ترانسفورماتور پله پایین (230 ولت / 12 ولت) داده می شود، که خروجی 12 ولت می دهد، که باید باشد.

با کمک مدار یکسو کننده به dc تبدیل می شود.

آی سی های تنظیم کننده ولتاژ، آی سی 7805 و آی سی 7812 برای ولتاژ خروجی ثابت به ترتیب 5 و 12 ولت است که برای سایر اجزای دستگاه مورد نیاز است.

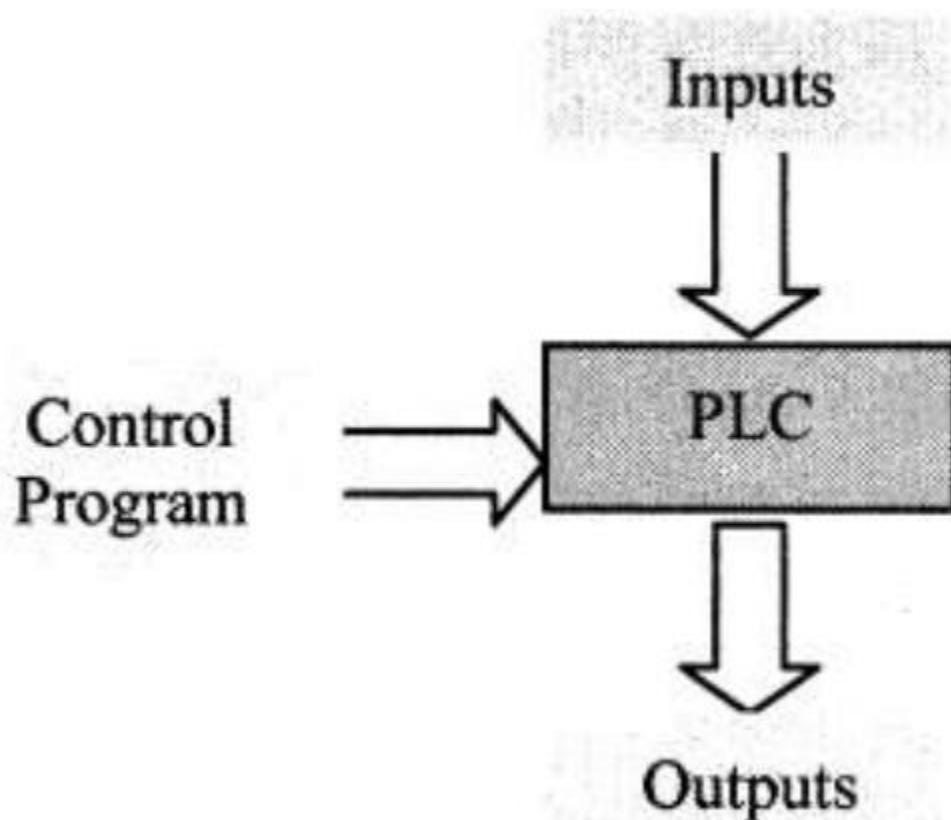
5 ولت به کنترل کننده PIC و 12 ولت به اینورتر و آی سی درایور داده می شود که در جریان ورودی به PLC داده می شود، خروجی PLC سیگنال دیجیتال است که به کنترل کننده PIC تغذیه می شود.

ترانزیستور توسط آی سی درایور تعیین می شود که بین کنترل کننده PIC و مدار اینورتر متصل می شود حفظ زاویه ضروری است بین شار استاتور و روتور نزدیک به 90 درجه برای اینکه یک موتور BLDC به درستی کار کند.

طرح سوال. PLC چگونه کنترل میکند ؟

از یک حافظه قابل برنامه ریزی برای ذخیره سازی داخلی دستورالعمل های کاربر محور برای پیاده سازی خاص استفاده می کند .

سیگنال های الکتریکی باید به یکدیگر متصل شوند. دستگاه های ورودی و دستگاه های خروجی فرآیند به PLC متصل می شوند و برنامه کنترل وارد حافظه PLC می شود.



ماهیت ساده این کنترلر، این پتانسیل را دارد که در یک برنامه کاربردی کم هزینه اجرا شود مدار مجتمع کنترل کننده از ویژگی اکثر سیستم های الکترومکانیکی بهره برداری می کند.

این کنترلر می تواند سرعت را بدون استفاده از ناظر تنظیم کند . بنابراین برنامه نویسی در PLC برای کنترل سرعت موتور DC بدون جاروبک انجام می شود.

جدول زیر سرعت موتور BLDC را در چرخه های کاری مختلف نشان می دهد :

Duty cycle	Speed (rpm)
20%	295
40%	398
60%	790
80%	990
100%	1200

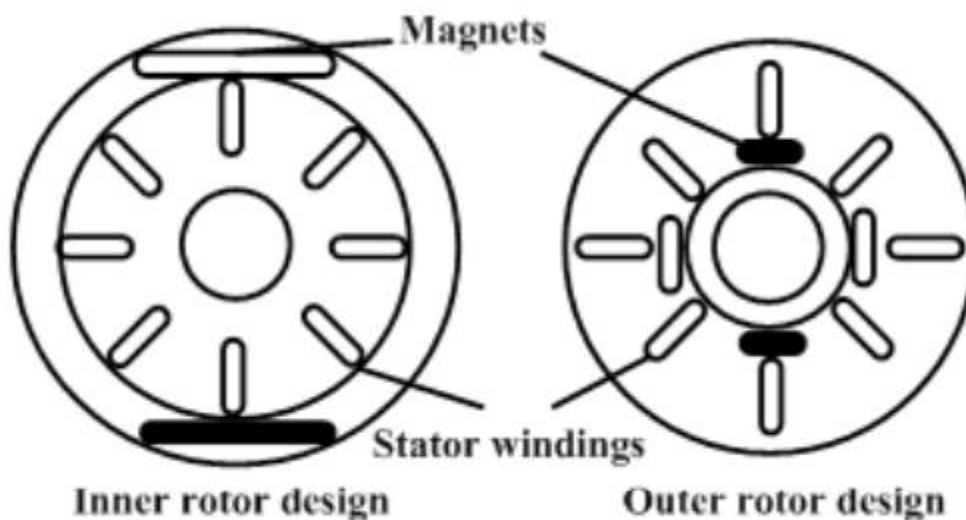
## : PID CONTROLLER

کنترل سرعت حلقه بسته برای BrushLess Direct موتور جریان BLDC با کنترلر [2]FOPID را اجرا می کند. محدودیت های اقتصادی و استانداردهای جدید بین المللی معیارها الزامات سختگیرانه فزاینده ای را ایجاد می کنند.

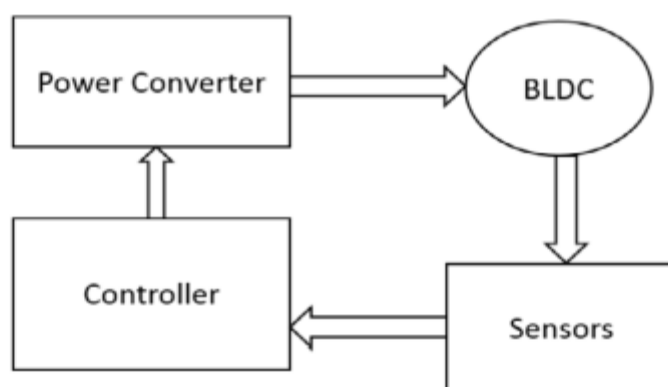
کاربردهای موتور DC بدون جاروبک در حال جایگزینی هستند مانند خودرو، لوازم خانگی، هوانوردی و کنترل مقیاس ماخ روتور بدون صفحه سواش. بسیار قوی با عملکرد موتور کارآمد مورد نیاز برای این برنامه ها. به طور کلی ویژگی ها و منحنی های موتورهای PMCD شباهت بیشتری به موتور DC 3 با تحریک جداگانه دارند.

## 2\_ Fractional Order Proportional Integral Derivative (FOPID)

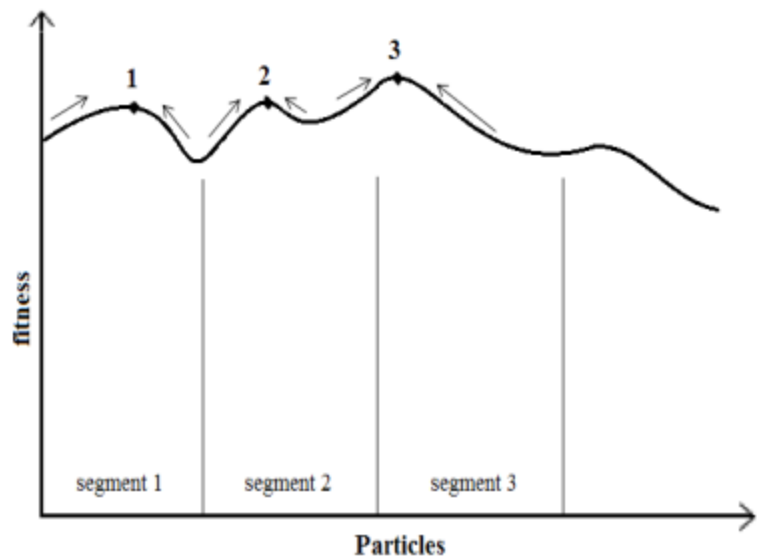
قطعات مهم در ماشین های PLDC اول چرخش است و سپس قسمت ثابت (روتور و استاتور) است.



پارامتر کنترل کننده PID، به ویژه در کنترل مرتبه بالا به دلیل پارامترهای چند بهینه موجود پیشنهاد روش تقسیم ذرات کرم شب تاب به جستجوی چند گروهی در نقطه بهینه محلی دارد که در این روش بخش ها هر بخش به عنوان یک محدوده اولیه کار می کند.







نتایج این روش مورد آزمایش قرار گرفته است و مشاهده میکنیم :

**Table 1.** Motor characteristics

Rated power	Rated voltage	Rated speed	Rated torque	Rated current	No. poles
0.5 hp	160 V	4000 rpm	0.89 Nm	17.35 A	4

**Table 2.** Step response

Speed (rpm)	PSO		Classical firefly		Firefly segmentation	
	MP%	Ts(ms)	MP%	Ts(ms)	MP%	Ts(ms)
1000	43.5	15.3	44.3	15.83	38.9	15.2
2000	19.1	15.51	20.4	16.22	17.1	15.50
3000	5.4	15.77	5.6	16.41	4.8	15.79
4000	1.9	16.83	2.3	16.93	1.5	16.97

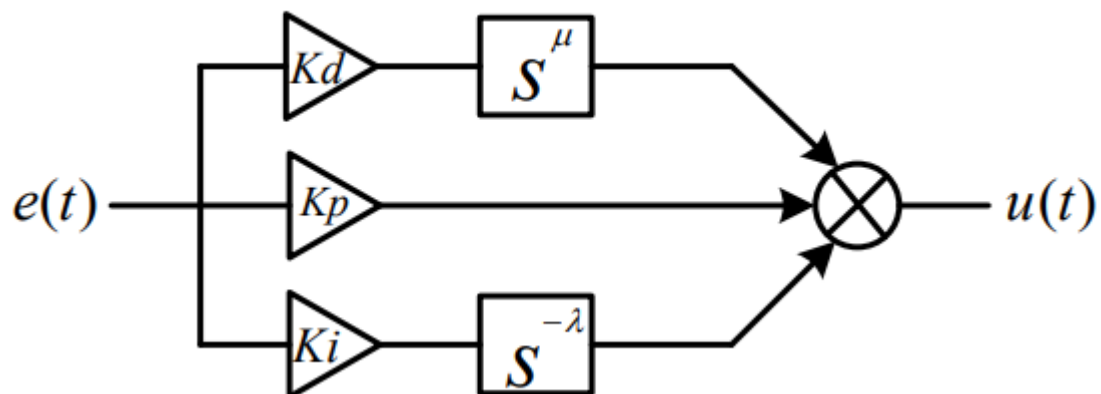
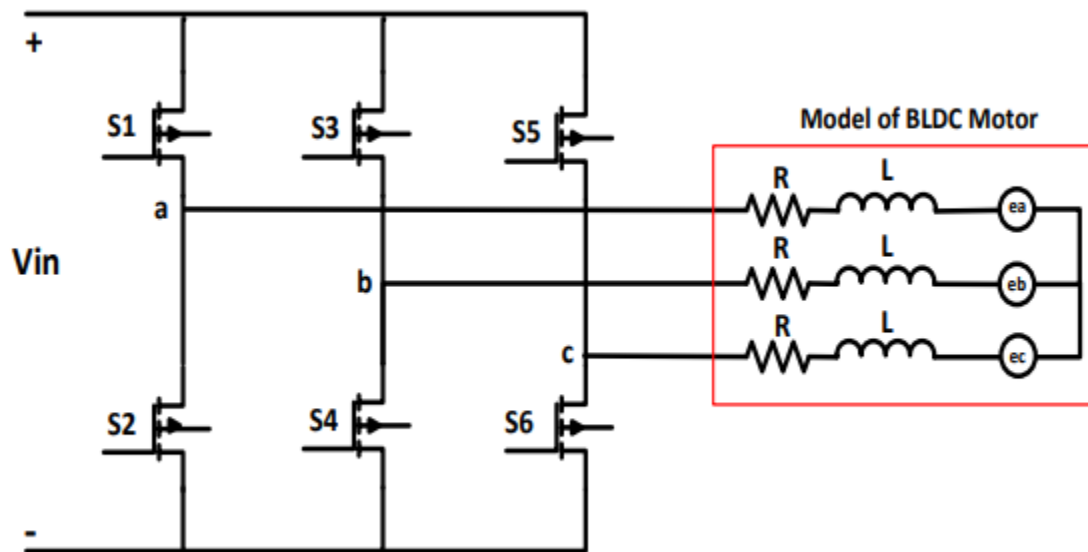
طرح سوال. آیا روش دیگری وجود دارد ؟ بله

آیا آزمایش شده است ؟ بله

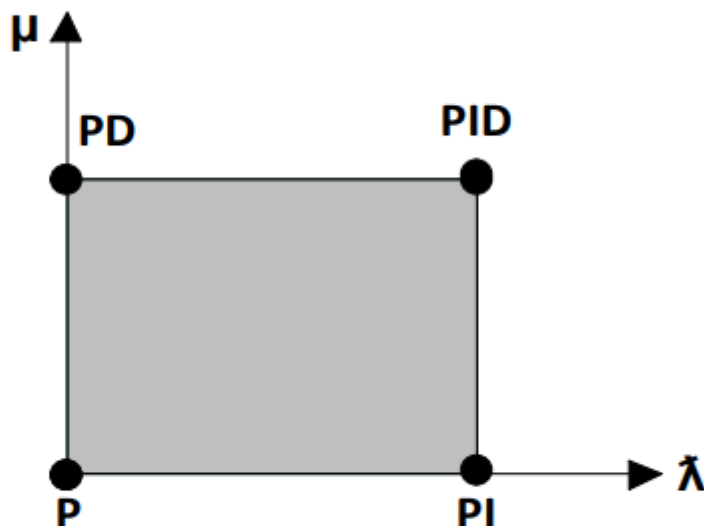
از یک PID مرتبه کسری استفاده شده است که دقت و اطمینان بالایی دارد. همینطور از یک اینورتر استفاده شده است.

موتور سه فاز BLDC دارای سه سیم پیچی است استاتور از یک اینورتر تامین می شود که DC را تبدیل می کند.

ولتاژ به ولتاژهای سه فاز با فرکانس مربوط به موقعیت روتور روتور دارای یک قطب های آهنربای دائمی که روی شیفست نصب شده اند.



سپس عملکرد قسمت های مختلف این کنترلر را مشاهده میکنیم :



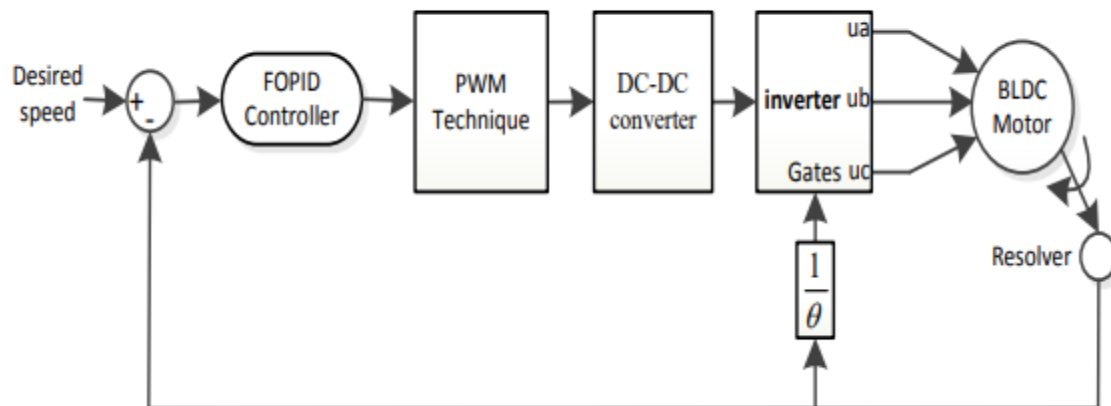
سیستم محرک از یک موتور BLDC سه فاز تشکیل شده است :

اینورتر، مبدل DC-DC و کنترلر.

موتور BLDC با ترمینال های آن نسبت مستقیم دارد. ولتاژها ولتاژ پایانه ها با استفاده از مبدل DCDC متصل به ورودی اینورتر تغییر می کند. این سیستم کنترل پیشنهادی از موقعیت روتور پیشنهادی تشکیل شده است

طرحی که سرعت روتور را تشخیص می دهد تا مناسب باشد ترتیب کموتاسیون به اینورتر و FOPID

کنترل کننده برای کنترل چرخه وظیفه DC-DC.



: Fuzzy logic controller

موتور dc بدون جاروبک نوعی موتور سنکرون است که از منبع جریان الکتریکی DC تغذیه می‌کند و به آن‌ها نیز می‌گویند.

موتور کموتاسیون الکترونیکی [3] ECM پدیده‌های مورد استفاده برای کنترل موتورهای براشلس با استفاده از یک پل نیمه هادی برق سه فاز انجام می‌شود. دستگاه‌های برق به صورت متوالی هر 60 درجه تغییر می‌کنند.

دستگاه‌های برق به صورت متوالی هر 60 درجه تغییر می‌کنند.

موتورهای BLDC حسگرهای هال افکت را به جای کموتاتورها و برس‌های مکانیکی استفاده می‌کنند. استاتورهای موتورهای BLDC سیم پیچ هستند

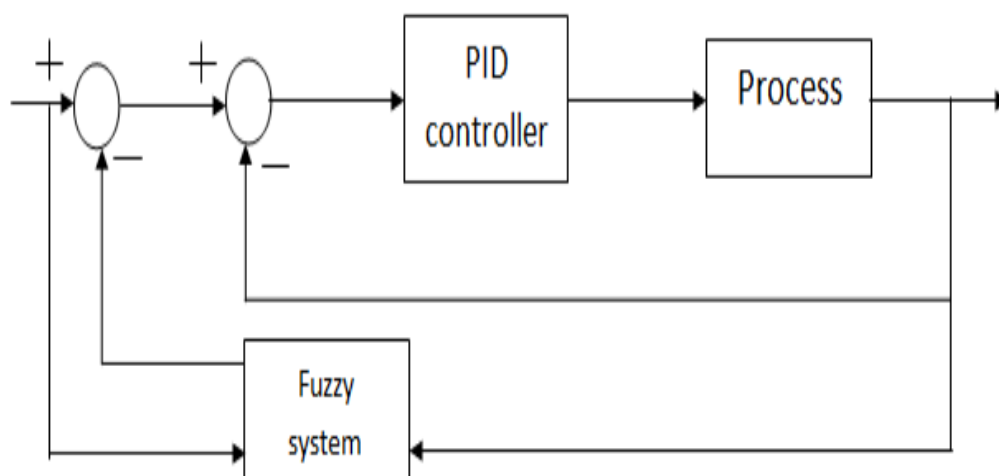
و روتورها آهنربای دائمی هستند. روتور به دلیل میدان مغناطیسی ایجاد شده توسط استاتور می‌چرخد. موقعیت از روتور توسط حسگرهای هال افکت به عنوان سیگنال‌های جابجایی شناسایی می‌شود. بنابراین موتورهای BLDC به جای استفاده از آهنرباهای دائمی استفاده می‌کنند.

### 3\_electronically commutated motor

طرح سوال. کنترلر فازی چه مزایایی نسبت به کنترلر pid معمولی دارد ؟

مقایسه PID فازی تطبیقی با PID فازی و کنترل کننده های PID معمولی نشان می دهند که کنترل کننده بهتری برای کنترل سرعت موتور BLDC است. اگرچه PID معمولی است کنترلر به طور کلی برای بسیاری از مشکلات کنترلی استفاده می شود زیرا پیاده سازی آن آسان است و ساختار ساده ای دارد. در عمل، کنترلرهای PID تنظیم شده معمولی عملکرد مطلوبی را ارائه نمی دهند. بنابراین الگوریتم ژنتیک به عنوان یک الگوریتم جهانی پیشنهاد شد.

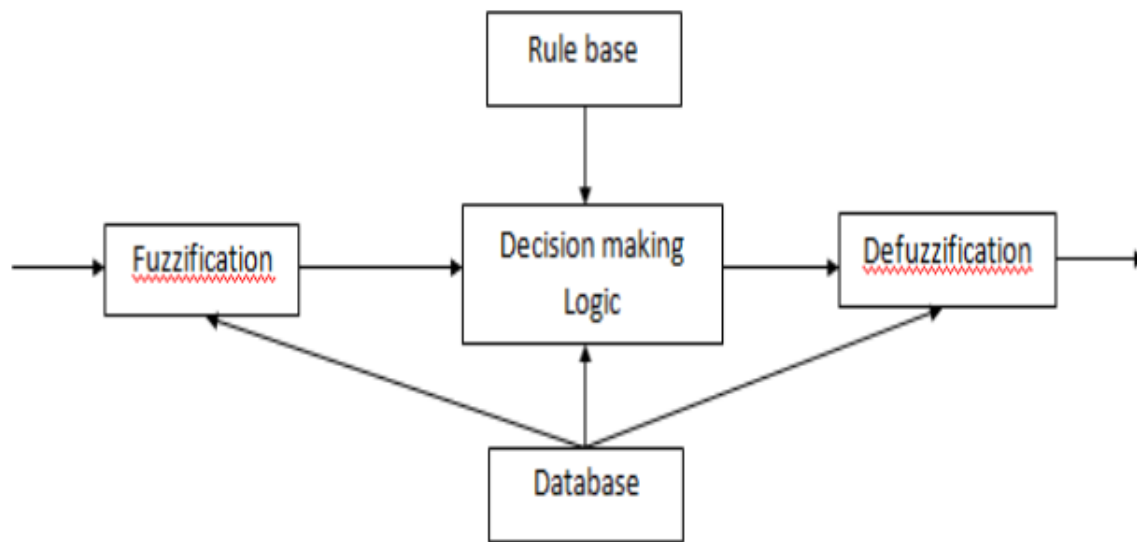
کنترل کننده PID معمولی سرعت و عملکرد دینامیکی و استاتیک خوب BLDCM را تضمین نمی کند. کنترل کننده ای که برای ویژگی های غیرخطی جفت قوی چند متغیره سیستم BLDCM مناسب است.



کنترلر به دلیل طراحی آسان و ساختار ساده به طور گسترده در صنایع مورد استفاده قرار می گیرد. الگوریتم کنترل PID را می توان به عنوان کنترل کننده های متداول متناسب-انتگرال-مشتق (PID پیاده سازی کرد، اما ممکن است برای فرآیندهای پیچیده مانند سیستم های مرتبه بالا و تاخیر زمانی، سیستم های غیرخطی، سیستم های پیچیده و مبهم بدون مدل های دقیق ریاضی و سیستم هایی با عدم قطعیت بنابراین، برای چنین کاربردهایی، ممکن است نیاز به جبرانی باشد تا کنترل کننده PID بهتر عمل کند.

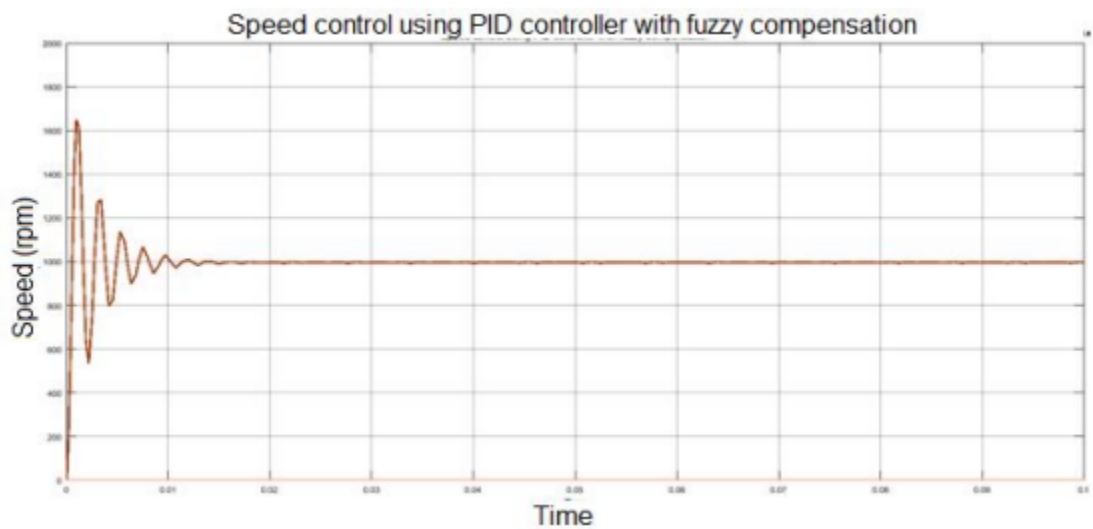
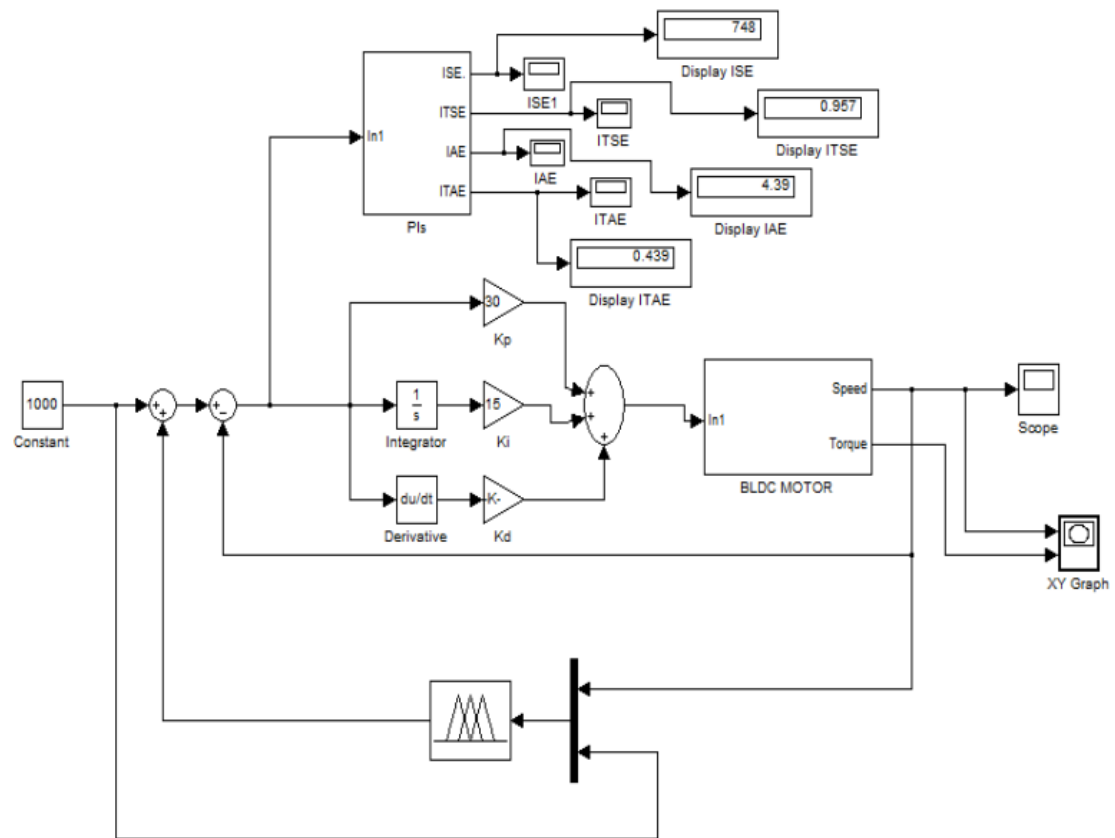
کنترل کننده PID خطای بین این مقدار مرجع و خروجی واقعی فرآیند به عنوان ورودی برای کنترل کننده PID عمل می کند.

منطق فازی به سرعت به یکی از موفق ترین فناوری های امروزی برای توسعه سیستم های کنترل پیچیده تبدیل شده است. در چند سال گذشته، تعداد و تنوع کاربردهای کنترل منطق فازی به سرعت رشد کرده است . دقت، درستی. منطق فازی دو معنای متفاوت دارد. در معنای محدود، منطق فازی یک سیستم منطقی است که بسط چند است منطق ارزشمند اما در معنای وسیع تر، منطق فازی مترادف با نظریه مجموعه های فازی است. منطق فازی به جای معادلات ریاضی، قوانین عملیاتی را در اصطلاحات زبان شناسی بیان می کند.

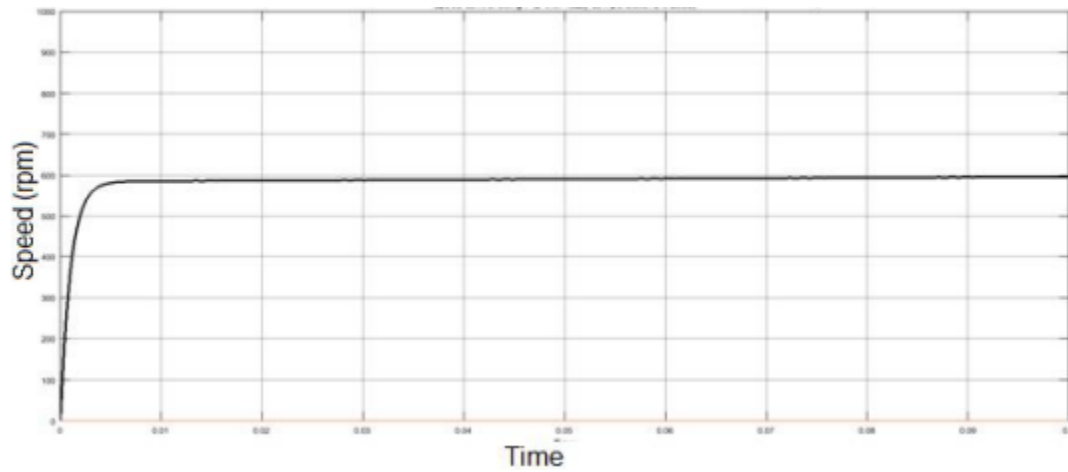


طرح سوال. کنترل کننده فازی چگونه موتور را کنترل میکند ؟

کنترل سرعت موتور BLDC با استفاده از کنترل کننده PID با جبران فازی برای دستیابی به کنترل سرعت بهتر از کنترلر PID، علاوه بر کنترلر، از جبران خسارت نیز استفاده می شود. در مورد فعلی، فازی جبران با کنترل کننده PID استفاده می شود..



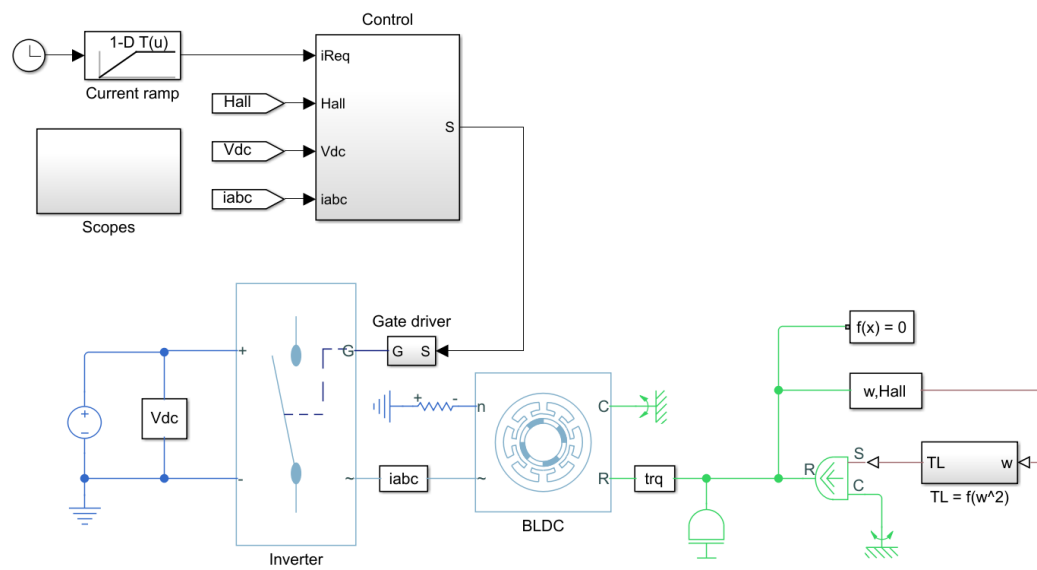
در تصویر زیر نحوه کنترل سرعت موتور BLDC را به کمک منطق فازی مشاهده میکنید

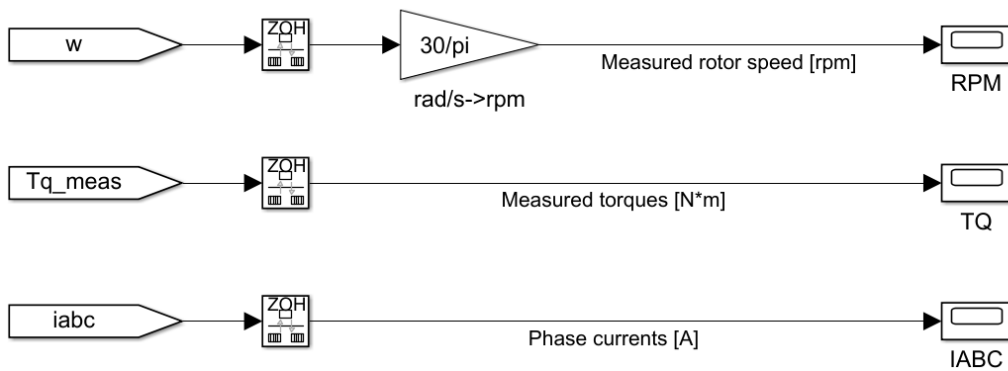
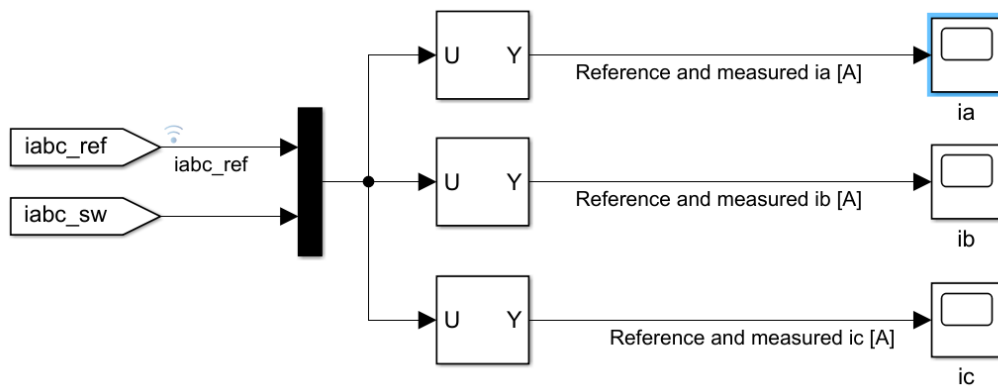
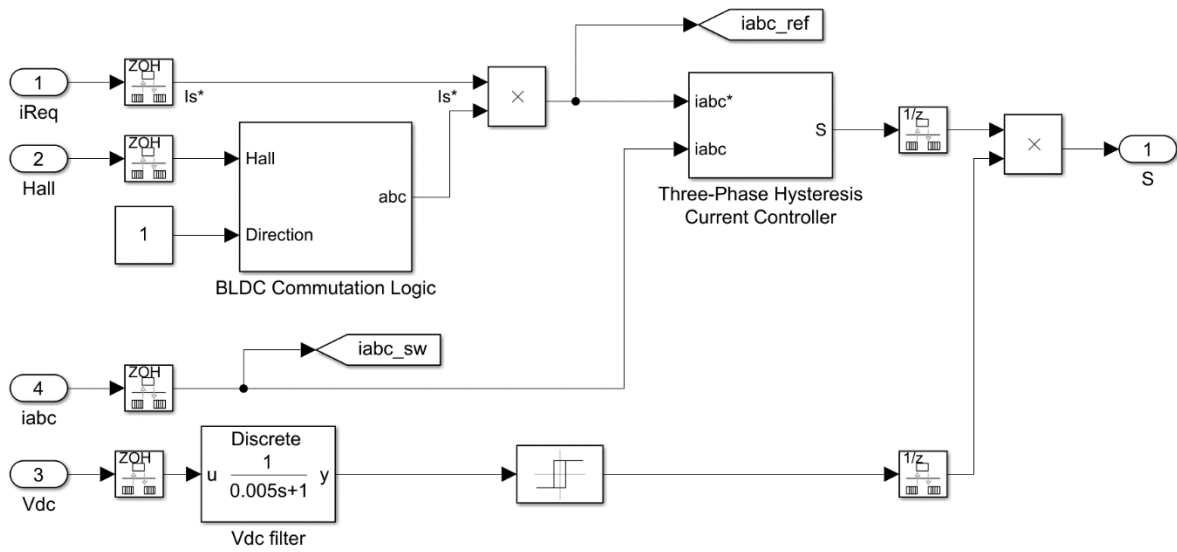


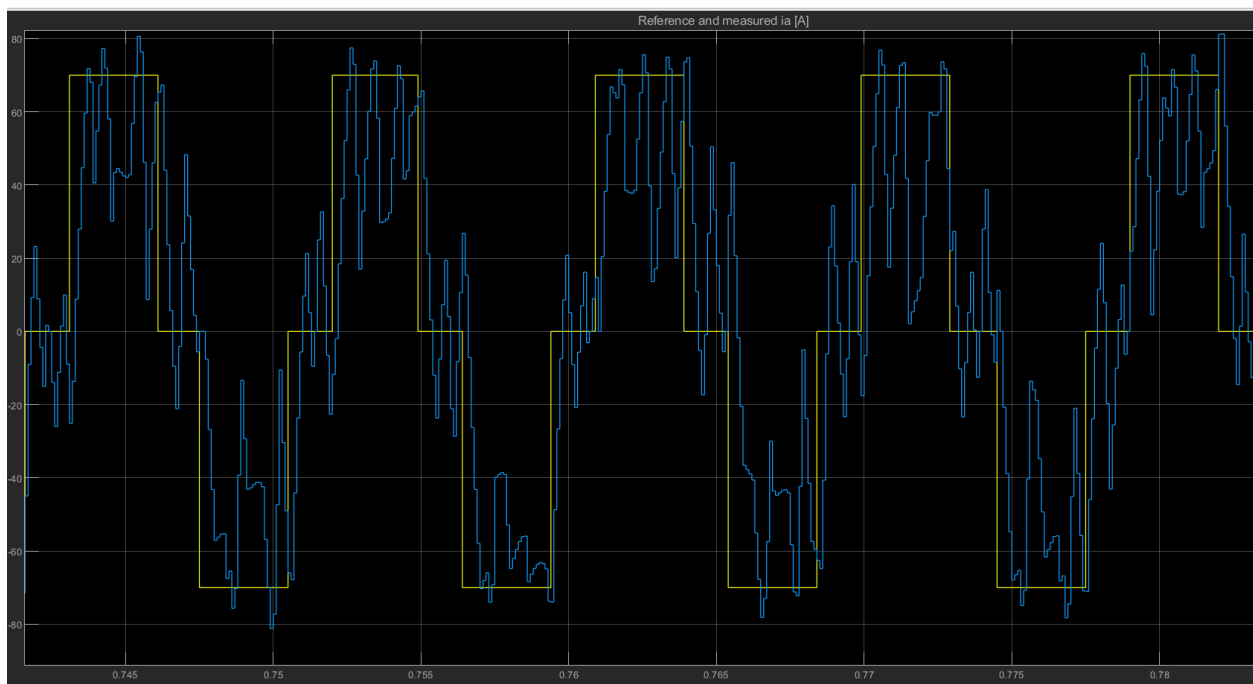
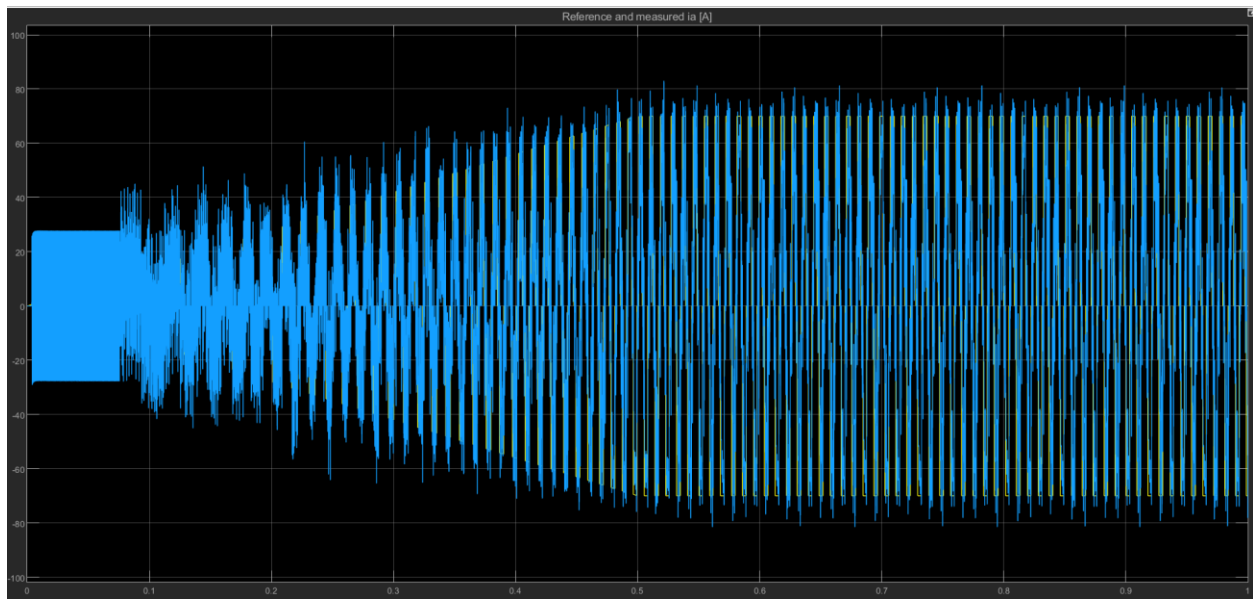
پاسخ نشان می دهد که سرعت موتور در بار به مقدار مرجع نرسید اما در 590 دور در دقیقه نشست.

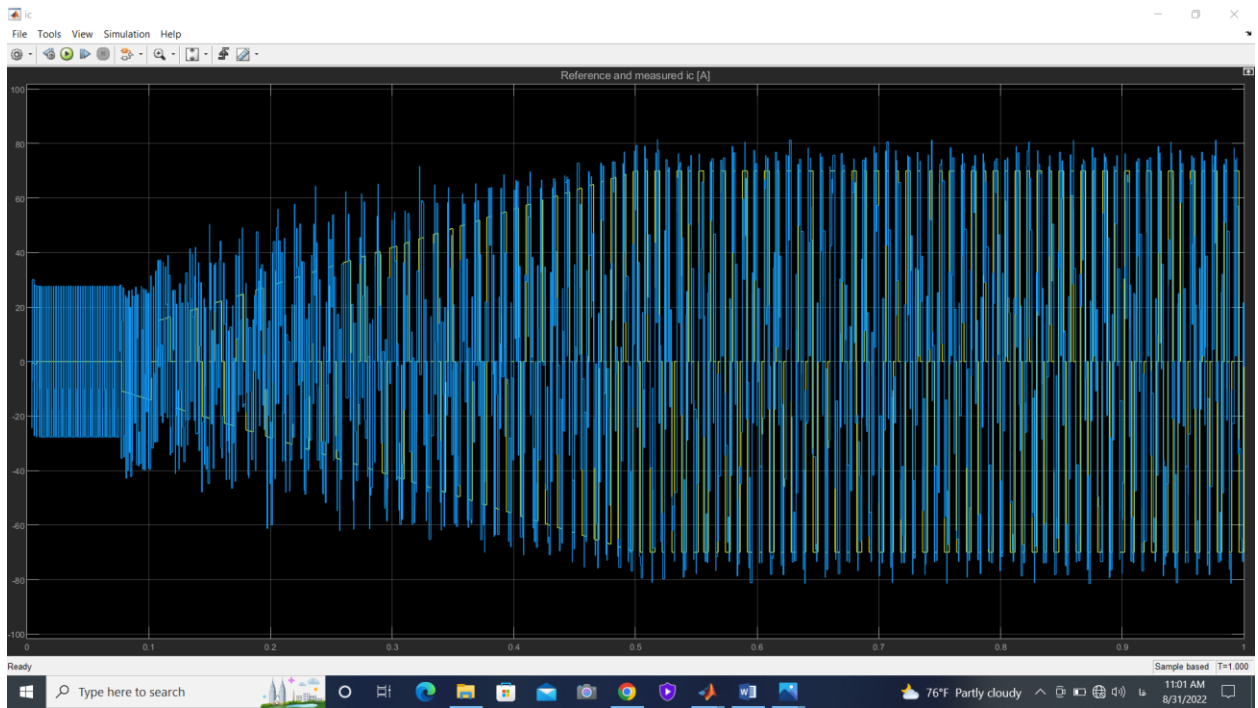
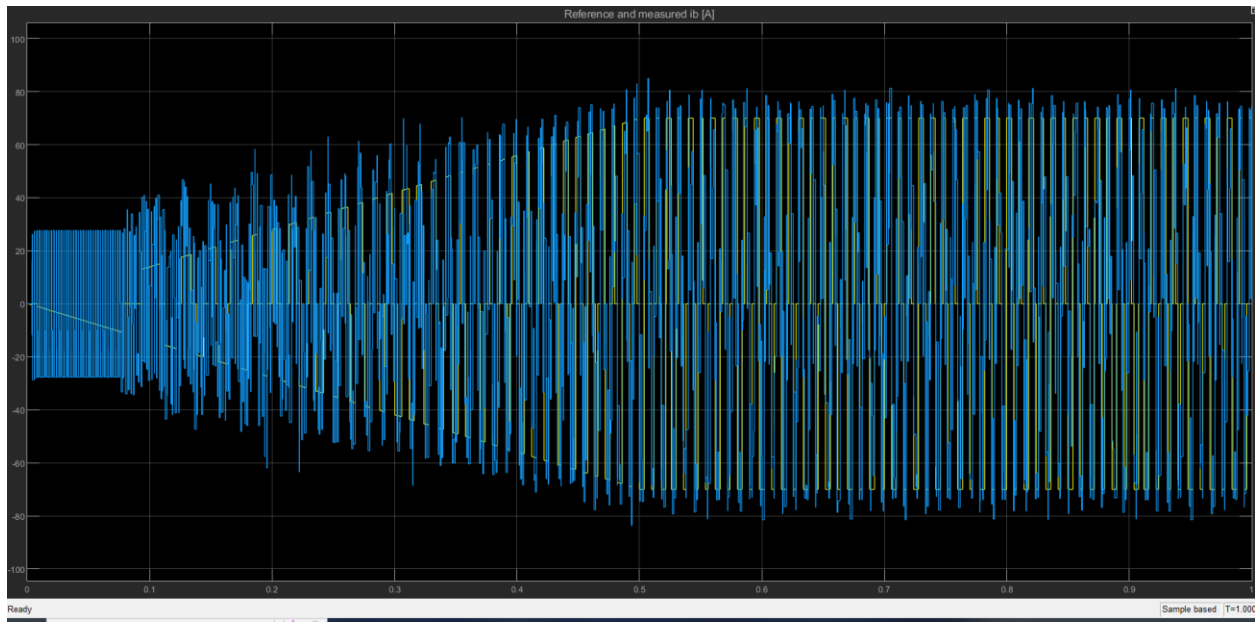


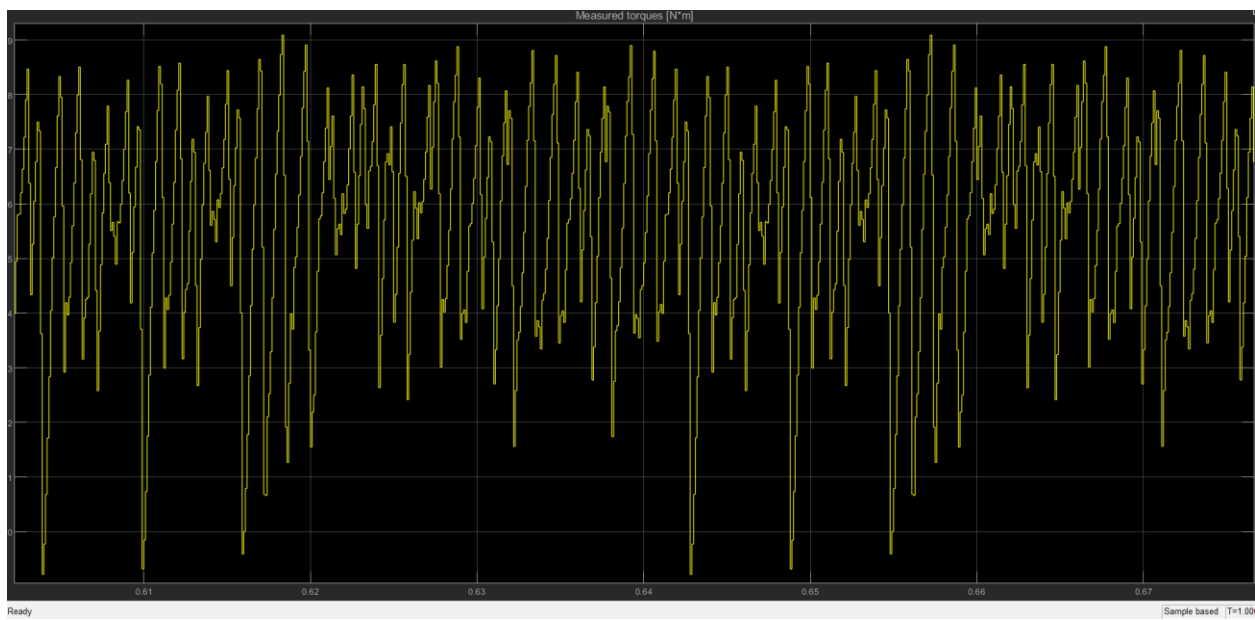
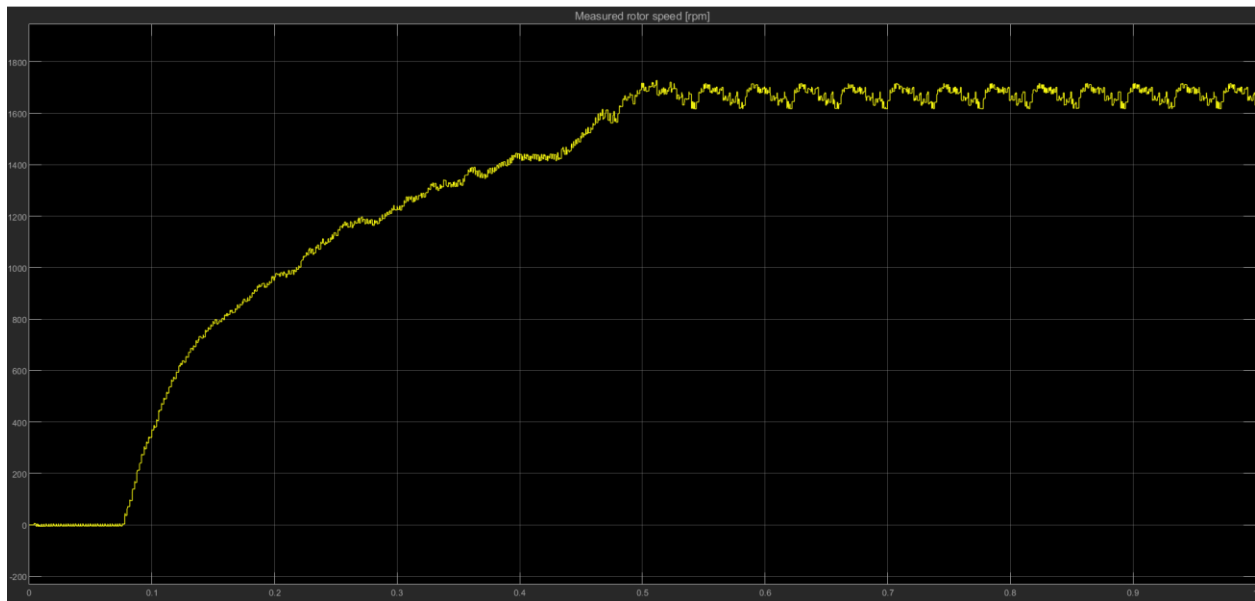
شبیه سازی :





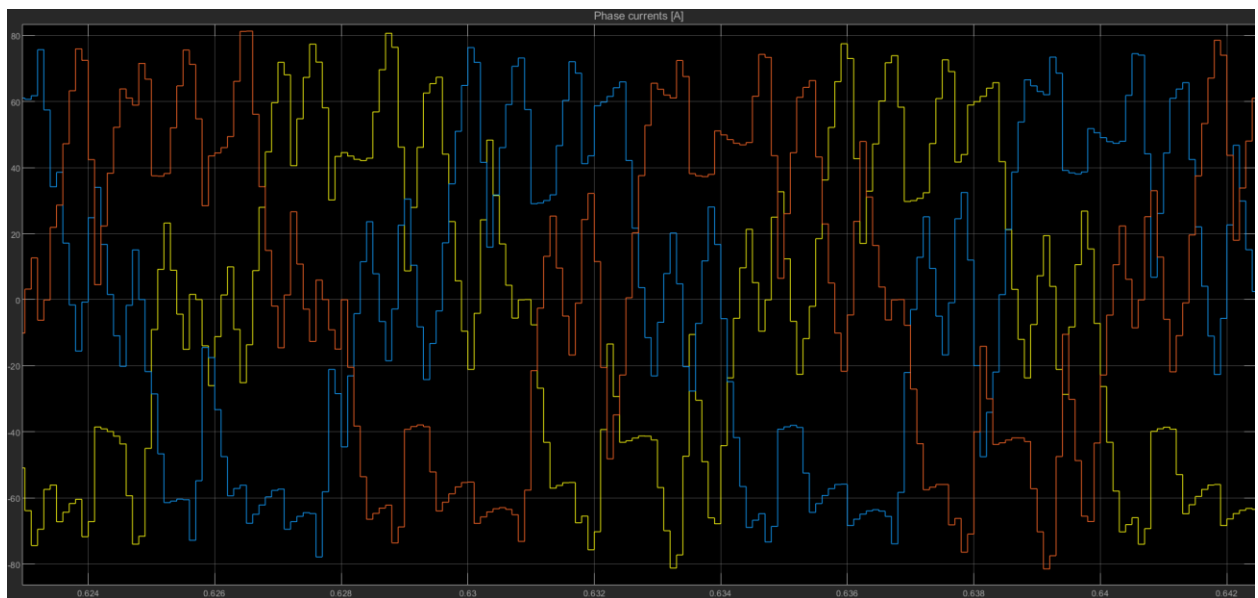
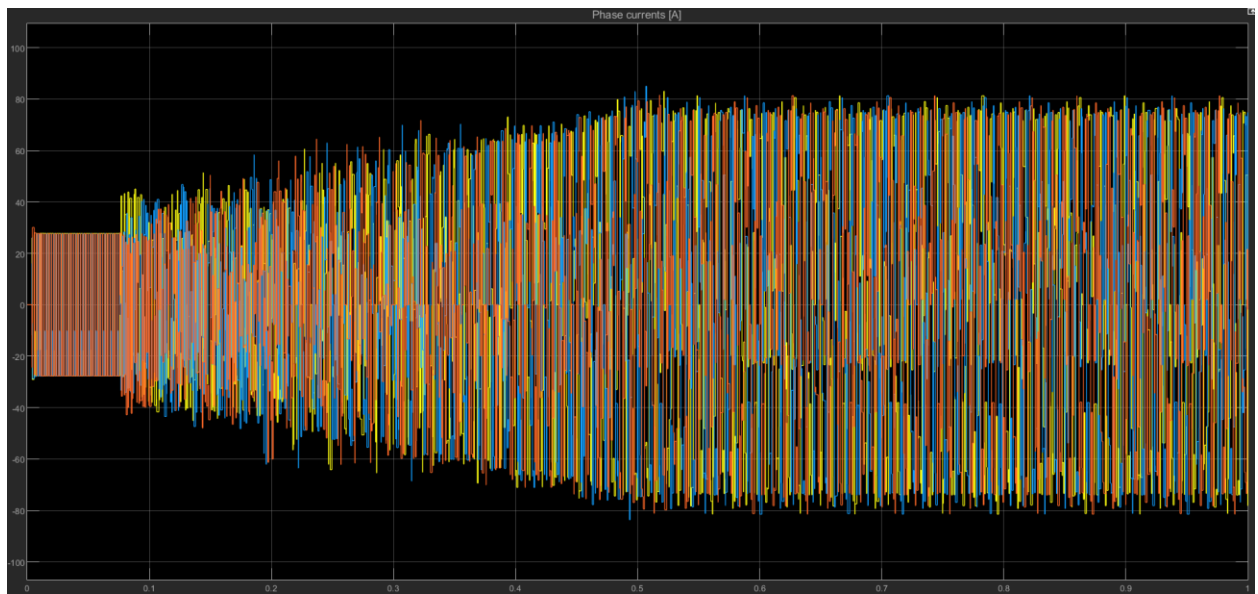






Ready

[Sample based] T=1.00



#### REFERENCES :

Fuzzy Logic Based Controllers for Speed Control of BLDC Motor Ajai Kumar Singh , Ankit Chhaba , Ajay Chhillar , Ashish Ranga , Rahul Dahiya, Department of Electrical Engineering, Deenbandhu Chhotu Ram University of Science and Technology Murthal, Sonapat (Haryana) India.

A Novel Tuning Method of PID Controller for a BLDC Motor based on Segmentation of Firefly Algorithm  
Indian Journal of Science and Technology, Vol 10(6), DOI: 10.17485/ijst/2017/v10i6/111209, February 2017

Speed Control of Brushless DC Motor based on Fractional Order PID Controller International Journal of Computer Applications (0975 – 8887) Volume 95– No.4, June 2014

SPEED CONTROL OF BLDC MOTOR USING PLC International Journal of Advance Research In Science And Engineering IJARSE, Vol. No.4, Issue 03, March 2015