

# 2012

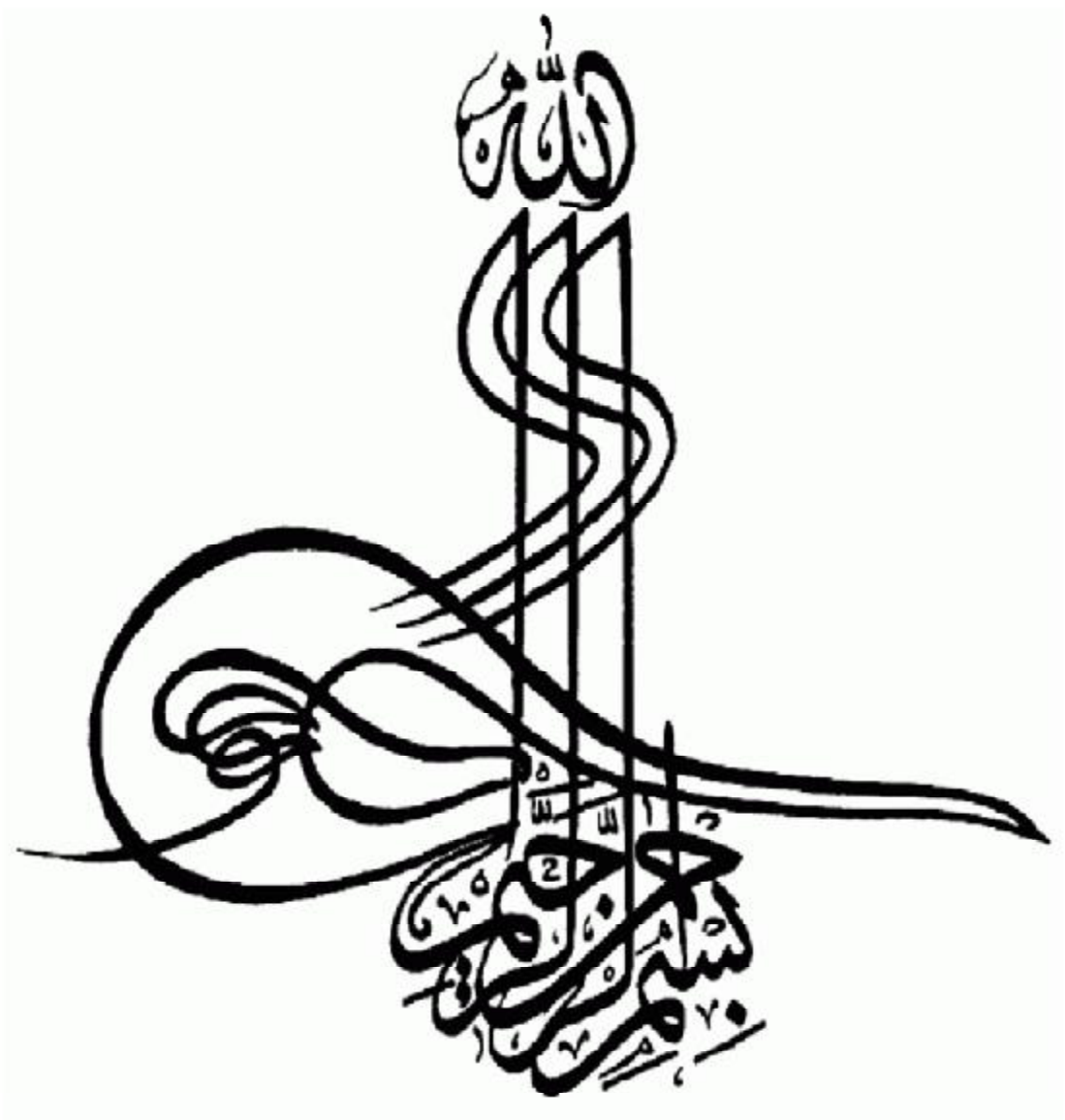
## موتور PMSM؛ ساختمان و کنترل دور

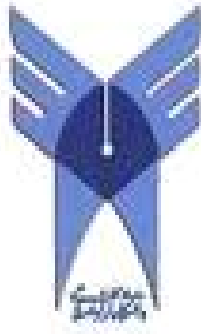


حسین داودی فارسانی

۸۷۴۱۲۷۴۰۰۴۸

بهمن ۹۰





دانشگاه آزاد اسلامی واحد خمینی شهر

دانشکده فنی مهندسی

پایان نامه دوره کارشناسی

مهندسی برق قدرت

عنوان پروژه :

موتور PMSM

استاد راهنما:

جناب آقای دکتر دولشاهی

گردآورنده:

حسین داودی فارسانی

بهمن ماه 90

# تقدیر و تشکر

پروردگارا

با نثار عمیق ترین سپاس ها به آنان که از لغزش ها درمیگذرند. بدین سان از استاد گرامی جناب آقای دکتر میلاد دولتشاهی به خاطر راهنمایی های ارزنده شان در گرد آوری این پروژه تشکر می نمایم و همینطور از همه اساتید گرانقدر گروه برق دانشگاه آزاد اسلامی واحد خمینی شهر که بنده را در این مرحله از تحصیل یاری رساندند.

## فهرست مطالب

vii	چکیده
viii	مقدمه:
۱	فصل اول
۲	موتور سنکرون سه فاز : ۱-۱
۳	۱-۲ راه اندازی به صورت موتور القائی سه فاز:
۴	۱-۳ موتور سنکرون با مغناطیس دائم PMSM
۴	۱-۳-۱ مزایا:
۵	۱-۳-۲ کاربردهای موتور:
۶	۱-۳-۳ ساختمان:
۷	۱-۴ مواد مورد استفاده در روتور:
۱۰	۱-۵ انواع موتورهای PMSM از نظر ساختار:
۱۲	۱-۶ دسته بندی رتورها :
۱۵	۱-۷ مقایسه رتورهای مغناطیس سطحی و درونی :
۱۶	۱-۸ اصول عملکرد :
۲۰	۱-۹ توضیح در مورد گشتاور رلوکتانسی :
۲۲	۱-۱۰ انواع روشهای کنترل سرعت این موتور :
۲۶	فصل دوم
۲۷	۲-۱ مقدمه:
۲۸	۲-۲ ایده ی اساسی :
۳۰	۲-۳ دکوپله سازی ولتاژ در هنگام استفاده از اینورتر کنترل شده با ولتاژ :
۳۲	۲-۴ کنترل در سرعت های بالای سرعت نامی :
۳۵	۲-۵ بهینه سازی عملکرد موتور در ناحیه ی توان ثابت:
۳۶	۲-۶ شبیه سازی روش کنترل برداری:
۴۱	۲-۷ مقایسه دو روش کنترل برداری DTC و FOC:
۴۳	۲-۸ روش های کنترل بدون سنسور موتور PM موتور سنکرون:
۴۴	۲-۹ تخمین موقعیت براساس تئوری مؤلفه های متقارن:
۴۸	۲-۱۰ تخمین موقعیت بر مبنای هارمونیک سوم ولتاژ استاتور:
۵۰	۲-۱۱ تخمین موقعیت بر مبنای ولتاژ ضد محرکه ی استاتور:
۵۱	۲-۱۲ تخمین موقعیت بر مبنای تغییرات اندوکتانس استاتور:
۵۲	۲-۱۳ تخمین موقعیت در موتورهای بدون برجستگی قطب :
۵۴	۲-۱۴ تخمین موقعیت در موتورهای با قطب برجسته (IPM):
۵۸	فصل سوم
۵۹	۳-۱ مقدمه

۶۰	۳-۲ معادلات اساسي ماشين آهنرباي دائم.....
۶۱	۳-۳ اساس کنترل مستقيم گشتاور .....
۶۲	۳-۴ تحليل تغييرات گشتاور الكترومغناطيسي.....
۶۴	۳-۵ DTC اصلاح شده چند سطحی .....
۶۷	۳-۶ نتايج شبیه سازی .....
۷۰	.....
۷۲	۳-۷ نتیجه گیری .....
۷۳	فصل چهارم : .....
۷۴	۱-۴ مقدمه .....
۷۵	۴-۲ پياده سازی کنترل برداري موتور <i>PMSM</i> .....
۷۶	۴-۳ پردازنده هاي ویژه کنترل موتورهاي الكتريكي .....
۸۱	۴-۴ بررسی عملکرد درايو .....
۸۴	۴-۵ نتیجه گیری .....
۸۵	فصل پنجم: .....
۸۶	۵-۱ مقدمه: .....
۸۷	۵-۲ روابط ماشين در دستگاه شار استاتور: .....
۸۹	۵-۲ کنترل ماشين سنكرون آهنرباي دائمي در دستگاه شار استاتور با استراتژی $i = cost$ .....
۹۱	۵-۳ نتايج به دست آمده از شبیه سازی: .....
۹۵	۵-۴ کنترل ماشين سنكرون آهنرباي دائمي در دستگاه شار استاتور .....
۱۰۲	۵-۵ تعيين شار فرمان به منظور اعمال استراتژی بيشينه بازده: .....
۱۰۴	۵-۶ اعمال استراتژی هاي کنترل به يك موتور: .....
۱۰۵	۵-۷ شبیه سازی مدار کنترل در دستگاه شار استاتور و مقایسه آن با کنترل در دستگاه چرخان: .....
۱۱۰	۵-۸ نتیجه گیری: .....
۱۱۲	فصل ششم: .....
۱۱۳	۶-۱ مقدمه: .....
۱۱۵	۶-۲ مشخصات سيستم عملي .....
۱۱۷	۶-۳ الگوریتم کنترل بدون سنسور در فریم مرجع: .....
۱۲۲	۶-۴ نتايج شبیه سازی: .....
۱۲۴	۶-۵ نتايج پياده سازی عملي: .....
۱۲۷	منابع و مراجع : .....

## چکیده

با افزایش روز افزون اتوماسیون و جایگزینی ماشین به جای انسان صنعت روز به روز به سمت استفاده از دستگاه‌های الکترونیکی و الکتریکی پیش می‌رود در این میان استفاده از موتورهای الکتریکی در نوارهای نقاله‌ها و بازوهای مکانیکی برای تامین حرکت مورد نیاز نقش بسزایی دارد. امروزه ماشین سنکرون مغناطیس دائم (PMSM) به علت دارا بودن ویژگی‌های منحصر به فرد مانند سرعت ثابت، عدم نیاز به جریان تحریک و در نتیجه نیاز کمتر به تعمیرات و نگهداری و همچنین نداشتن تلفات رتور و حجم کوچک این نوع ماشین به طور گسترده در صنعت استفاده شده و گوی سبقت را از دیگر رقبا ربوده است.

با توجه به استفاده گسترده این ماشین در صنعت، نیاز به کنترل دقیق سرعت و مکان آن بخصوص در کارهای با دقت بالا به شدت احساس می‌شود لذا همواره محققان در پی یافتن راه‌های بهتر برای کنترل دقیق تر این ماشین می‌باشند.

با توجه به اهمیت مساله کنترل به خصوص کنترل در این نوع ماشین در این پایان نامه به بررسی انواع روشهای کنترل سرعت این موتور پرداخته شده است.

همینطور روش‌های تشخیص موقعیت رتور، به لحاظ اهمیت این موضوع، در بحث کنترل سرعت این موتور مورد بررسی قرار گرفته است.

در بخش دیگر این پایان نامه کنترل موتور در بالای سرعت نامی و در ناحیه‌ی توان ثابت تشریح گردیده است.

## مقدمه:

موتورهای الکتریکی ازدید کلی به دو دسته ی AC و DC تقسیم میگردند که موتورهای AC به دلیل ساختمان ساده وهمینطور عدم نیاز به تعمیر ونگهداری زیاد به نسبت نوع DC در صنعت ومدارات با تغذیه AC بیشتر مورد استفاده قرار گرفت، که البته با توجه به امکان کنترل دور در سطح بالای موتور DC نسبت به AC در گذشته این موتور به وفور مورد استفاده قرار گرفت .

اما امروزه با پیشرفت تکنولوژی ساخت عناصر نیمه هادی قدرت در سطح وسیع و استفاده از این عناصر در کنترل دور موتورهای AC استفاده از موتورهای DC در مدارات با تغذیه ی AC تقریبا منسوخ گردیده است (به جز در موارد خاص).

موتور AC نیز به طور کل به دو دسته تقسیم میگردد:

## سه فاز و تکفاز

موتورهای سه فاز به دو گروه اصلی سنکرون و آسنکرون (القائی) دسته بندی میشوند که از نظر ساختمان، طرز کار و کاربرد تفاوتهای زیادی دارند. اما اساس کار هر دوی آنها ایجاد میدان مغناطیسی دوار است.



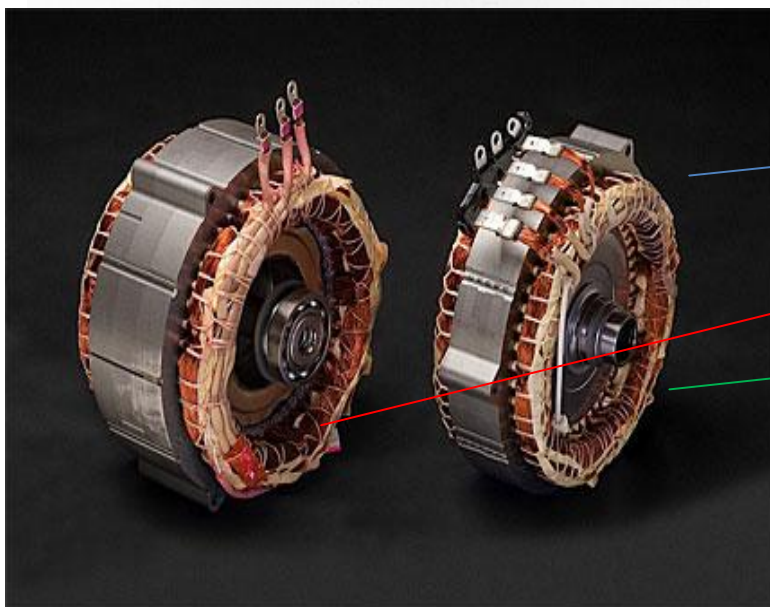
## موتور سنکرون

**ساختمان:** استاتور موتورهای سنکرون از نظر ساختمان دقیقا مشابه موتورهای القائی است. سیم پیچ های سه فاز در داخل شیارهای هسته ی آهنی استاتور تعبیه شده که وظیفه ی آنها ایجاد میدان دوار در هسته ی استاتور است .

روتور این موتور به صورت یکپارچه یا از ورق های مغناطیسی ساخته میشود. و بردونوع است یا دارای یک سیم پیچ تحریک با تغذیه ی DC است و یا از جنس آهنربای دائم (PM) میباشد. در شکل 1 نمونه ای از یک موتور سنکرون PM با توان نسبتا پایین نشان داده شده است.



سیم پیچ های سه فاز استاتور



روتور

هسته ی مغناطیسی

# فصل اول

موتور مغناطیس دائم (PMSM)

ساختمان و شرح عملکرد

