

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

تحليل موتور القائي با استفاده از روش اجزاء محدود

تأليف:

پروفسور نیکلا بیانکی

دکتر لوئیجی آلبرتی

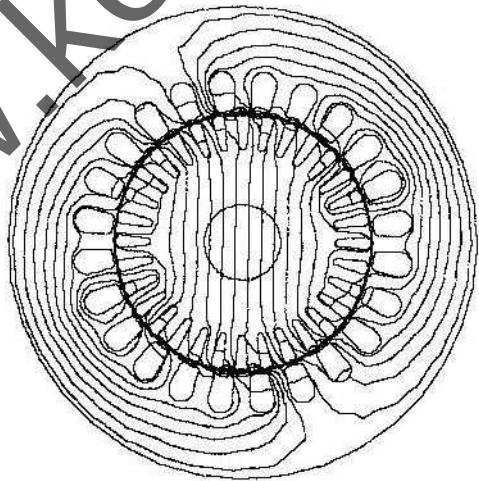
پروفسور سیلوریو بولوگناتی

دانشگاه بادوا

ترجمه:

دکتر آرش کیومرثی

دانشگاه اصفهان



سرشناسه	:	بیانکی، نیکلا	Bianchi, Nicola
عنوان و نام پدیدآور	:	تحلیل موتور القایی با استفاده از روش اجزاء محدود/ تألیف نیکلا بیانکی، لوتیجی آلبرتی، سیلوریو بولوگنانی، ترجمه آرش کیومرثی.	
مشخصات نشر	:	تهران: نهر دانش، ۱۳۹۳.	
مشخصات ظاهری	:	۱۵۲ ص.: جدول.	
شابک	:	۹۷۸-۶۰۰-۵۷۱۴-۱۶-۶	
وضعیت فهرست نویسی	:	فیا	
یادداشت	:	عنوان اصلی: A modern approach to the analysis of induction motor	
یادداشت	:	واژنامه.	
موضوع	:	موتورهای برقی القایی	
شناسه افزوده	:	آلبرتی، لوتیجی	
شناسه افزوده	:	Alberti, Luigi	
شناسه افزوده	:	بولوگنانی، سیلوریو	
شناسه افزوده	:	Bolognani, Silverio	
شناسه افزوده	:	کیومرثی، آرش، (۱۳۵۱-، مترجم	
رده بندی کنگره	:	TK ۲۷۸۵ ج۳، ۹۴-۱۳۹۳	
رده بندی دیویی	:	۶۲۱/۴۶	
شماره کتابشناسی ملی	:	۳۶۹۹۸۳۷	

عنوان	:	تحلیل موتور القایی با استفاده از روش اجزاء محدود
ناشر	:	نهر دانش
قیمت	:	۸۰۰۰ تومان
ترجمه	:	آرش کیومرثی
تیراژ	:	۵۰۰ نسخه
چاپ اول	:	زمستان ۹۳
تلفن مرکز پخش	:	۰۹۱۲۲۶۸۷۷۴۵
شابک	:	۹۷۸-۶۰۰-۵۷۱۴-۱۶-۶

ISBN:978-600-5714-16-6

حق چاپ برای انتشارات نهر دانش محفوظ می‌باشد.

فهرست

فصل اول: مقدمه‌ای کوتاه بر تحلیل ماشین‌های الکتریکی با استفاده از نرم افزار FEMM.....	۹
۱-۱- مفاهیم اساسی در استفاده از روش اجزاء محدود.....	۱۱
۲-۱- تنظیمات اولیه مسئله.....	۱۳
۳-۱- مرحله پیش پردازش.....	۱۴
۱-۳-۱- ترسیم ساختار هندسی ماشین.....	۱۵
۲-۳-۱- نشانه گذاری.....	۱۶
۳-۳-۱- خصوصیت.....	۱۹
۴-۳-۱- تعریف سیم پیچی.....	۲۳
۴-۱- شبکه بندی و حل مسئله میدان.....	۲۵
۵-۱- مرحله پس پردازش.....	۲۵
۱-۵-۱- ترسیم خطوط شار.....	۲۶
۲-۵-۱- مقادیر کمیت‌های قابل حصول در هر گره.....	۲۷
۳-۵-۱- شار مغناطیسی.....	۲۸
۴-۵-۱- شار دور پیوندی.....	۲۹
۵-۵-۱- انرژی مغناطیسی.....	۳۰
۶-۱- برنامه نویسی در نرم افزار FEMM.....	۳۱
۱-۶-۱- برنامه نویسی برای قسمت پیش پردازش.....	۳۱
۲-۶-۱- انتقال از مرحله‌ی پردازش به مرحله‌ی پس پردازش.....	۳۵
۳-۶-۱- مرحله‌ی پس پردازش.....	۳۶
۴-۶-۱- توابع کتابخانه‌ای در برنامه نویسی با LUA.....	۳۸
۷-۱- مدل سازی و شبیه سازی موتور القایی با استفاده از FEMM.....	۳۹
۱-۷-۱- توزیع سیم پیچی استاتور.....	۴۰
۲-۷-۱- شرایط مرزی.....	۴۰
۳-۷-۱- اختصاص مواد به نواحی مختلف.....	۴۱
۸-۱- خروجی‌های شبیه سازی.....	۴۲
فصل دوم: آزمایش‌های لازم جهت تعیین پارامترهای موتور القایی قفسه سنجایی سه فاز.....	۴۳
۱-۲- مقدمه.....	۴۵

۴۸	۲-۲- آزمایش بی باری و مدل سازی آن
۴۹	۲-۲-۱- چگونگی اعمال جریان‌های استاتور
۵۰	۲-۲-۲- شبکه بندی (انجام مرحله مش بندی)
۵۰	۲-۲-۳- مرحله پس پردازش
۵۰	۲-۲-۳-۱- ترسیم خطوط شار
۵۱	۲-۲-۳-۲- شار دور پیوندی
۵۳	۲-۲-۳-۳- انرژی مغناطیسی ذخیره شده
۵۴	۲-۲-۳-۴- اندوکتانس مغناطیس کنندگی موتور
۵۶	۲-۲-۵- مقاومت معادل تلفات آهن
۶۰	۲-۳- آزمایش روتور-ایستاده
۶۱	۲-۳-۱- تخصیص جریان فازها
۶۲	۲-۳-۲- شبکه بندی المان‌های محدود
۶۲	۲-۳-۳- مرحله ی پس پردازش
۶۲	۲-۳-۳-۱- خطوط قوای مغناطیسی
۶۲	۲-۳-۳-۲- شار پیوندی
۶۴	۲-۳-۳-۳- انرژی مغناطیسی ذخیره شده
۶۵	۲-۳-۳-۴- تلفات ژول در روتور
۶۶	۲-۳-۵- محاسبه ی گشتاور اعمال شده به روتور
۶۷	۲-۳-۶- مقاومت معادل و اندوکتانس پشت روتور
۶۹	۲-۴- پارامترهایی که براساس مدل سه بعدی ماشین اصلاح میگردند
۷۰	۲-۴-۱- مقاومت سیم پیچی استاتور
۷۰	۲-۴-۲- مؤلفه اثر انتهایی برای اندوکتانس پشت
۷۰	۲-۴-۳- مقاومت حلقه ی انتهایی قفسه ی روتور
۷۱	۲-۴-۴- اندوکتانس پشت حلقه ی انتهایی قفسه ی روتور
۷۱	۲-۴-۵- مورب نمودن میله‌های روتور
۷۲	۲-۵- مدار معادل موتور القایی قفسه سنجابی با در نظر گرفتن مدل سه بعدی ماشین
۷۴	۲-۶- چگونگی محاسبه ی عملکرد موتور
۷۵	۲-۶-۱- مقایسه نتایج روش ترکیبی پیشنهادی با روش المان محدود
۷۶	۲-۶-۲- محاسبات در ولتاژهای تغذیه متفاوت
۷۸	۲-۷- توصیف روش ترکیبی
۸۱	فصل سوم: تحلیل موتور القایی در قاب مرجع شار روتور
۸۳	۳-۱- مقدمه

۱-۱-۳	بیان ولتاژ استاتور در قاب مرجع $d^s - q^s$	۸۵
۱-۲-۳	بیان ولتاژ روتور در قاب مرجع $d^r - q^r$	۸۵
۱-۳	معادلات ولتاژ در یک قاب مرجع عام $(d^g - q^g)$	۸۶
۱-۳-۴	معادلات حالت دائمی ماشین	۸۷
۱-۳-۵	معادلات ولتاژ در قاب مرجع چسبیده به روتور	۸۸
۲-۳	سیم پیچی روتور و استاتور	۹۰
۱-۲-۳	سیم پیچی استاتور	۹۰
۲-۲-۳	سیم پیچی روتور	۹۲
۳-۲-۳	سیم پیچی سه فاز معادل برای قفسه روتور	۹۵
۳-۳	آزمایش بی بار ماشین و نحوه در نظر گرفتن جریانها	۹۶
۴-۳	شرایط تحت بار ماشین	۹۹
۵-۳	پس پردازش	۱۰۴
۱-۵-۳	آزمایش های فرکانس پایین	۱۰۹
۲-۵-۳	آزمایش های فرکانس بالا	۱۱۱
۶-۳	مدار معادل استخراج شده	۱۱۲
۱-۶-۳	مدار معادل دینامیکی موتور القایی	۱۱۳
۲-۶-۳	مدار معادل حالت دائمی	۱۱۴
۳-۶-۳	مدار معادل موتور القایی بنا نهاده شده بر اساس شرایط جهت یابی شار	۱۱۶
۱-۳-۶-۳	مقایسه ی نتایج با در نظر گرفتن مدار معادل مغناطیسی خطی برای ماشین القایی	۱۱۹
۲-۳-۶-۳	ساختار مدار معادل موتور القایی	۱۲۰
۳-۶-۳-۳	استفاده از مدار معادل بدست آمده	۱۲۲
۷-۳	مشخصه گشتاور-سرعت ماشین القایی	۱۲۴
۱-۷-۳	حداکثر گشتاور تولید شده به ازای یک مقدار جریان	۱۲۶
۲-۷-۳	ناحیه تغییرات سرعت به ازای توان ثابت	۱۲۹
۳-۷-۳	حداکثر گشتاور تولید شده به ازای یک مقدار ولتاژ	۱۲۹
۴-۷-۳	اندازه گیری گشتاور	۱۳۱
۸-۳	نکاتی در ارتباط با توزیع جریان در میله های روتور	۱۳۴
	مراجع	۱۳۹
	واژه نامه انگلیسی - فارسی:	۱۴۵
	واژه نامه فارسی - انگلیسی و فهرست موضوعی:	۱۴۷

پیشگفتار:

امروزه موتورهای الکتریکی کاربرد بسیار گسترده‌ای در صنایع و لوازم خانگی پیدا کرده‌اند. در این میان موتورهای القایی (آسنکرون) به علت داشتن ساختمان ساده، هزینه تعمیر و نگهداری پایین، راه‌اندازی آسان و غیره، بیشترین کاربرد را دارند به طوری‌که بیشتر از حدود ۶۰ درصد از انواع موتورهای مورد استفاده در صنعت را این گونه موتورها تشکیل می‌دهند. بنابراین بررسی عملکرد دقیق این موتورها از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

در این کتاب به مدلسازی و شبیه‌سازی چگونگی عملکرد موتورهای القایی سه‌فاز قفس سنجابی پرداخته شده است. با توجه به اینکه یک از دقیق‌ترین روش‌های موجود جهت تحلیل ماشین‌های الکتریکی، روش اجزاء محدود می‌باشد؛ لذا در این کتاب از این روش استفاده شده است. نرم‌افزار مورد استفاده جهت تحلیل، FEMM می‌باشد که قابلیت تحلیل مسائل میدان را در حالت دوبعدی دارا است.

این کتاب شامل سه بخش است. در بخش اول به اصول کلی تحلیل میدان به روش اجزاء محدود و به طور خاص تحلیل موتور القایی سه‌فاز قفس سنجابی به وسیله نرم‌افزار FEMM پرداخته شده است، که شامل چگونگی ایجاد شکل قسمت‌های مختلف موتور، و تحلیل و استخراج نتایج می‌باشد. بخش دوم مربوط به انجام آزمایش‌های مختلف بر روی موتور القایی می‌باشد. این آزمایش‌ها که جهت تعیین پارامترهای مدار معادل حالت ماندگار موتور به کار می‌روند با استفاده از روش اجزاء محدود انجام می‌گردند. در بخش سوم تحلیل موتور القایی در قاب‌های مرجع صورت پذیرفته که مناسب برای بررسی عملکرد حالت گذرا و کنترل برداری موتور است. در این بخش بر پایه نظریه دو محوری میدان آرمیچر، تحلیل اجزاء محدود انجام شده و با استفاده از نتایج آن پارامترهای مدار معادل دو محوری موتور به دست آمده و عملکرد موتور از نظر گشتاور و سرعت در حالت کنترل جهت‌دار میدان، مورد مطالعه قرار گرفته است. از آنجا که نرم‌افزار مورد استفاده فقط قابلیت تحلیل دوبعدی میدان را دارا می‌باشد، جهت اضافه نمودن اثرات انتهایی-که فقط با تحلیل سه بعدی میدان قابل بررسی هستند-از روابط تحلیلی که در مراجع مختلف آورده شده‌اند، کمک گرفته شده است.

این کتاب می‌تواند برای دانشجویان کارشناسی ارشد و دکترای برق و مهندسیین شاغل در صنعت که در زمینه طراحی، ساخت و کنترل موتورهای القایی فعالیت می‌کنند، مفید واقع گردد. از آنجا که ترجمه این کتاب خالی از اشکال نمی‌باشد از خوانندگان گرامی خواهشمند است نظرات و پیشنهادهای خود را به اینجانب ارسال نمایند.

از آقایان مهندس شادمان رحیمی منجری، دکتر بهزاد میرزائیان دهکردی، مهندس امین ابوطالبی نجف آبادی و مهندس الله یار معظمی، که ویرایش این کتاب را انجام داده‌اند؛ سپاسگزاری می‌نمایم. بر خود لازم می‌دانم از جناب آقای پروفسور مهرداد عابدی، استاد دانشگاه صنعتی امیرکبیر، نیز به خاطر حمایت از چاپ این کتاب تشکر و قدردانی نمایم. همچنین از مسئولان انتشارات نهر دانش که در انتشار کتاب حاضر اهتمام ورزیدند، صمیمانه سپاسگزارم. در پایان از جناب آقای پروفسور نیکلا بیانکی، استاد دانشگاه پادوا، به جهت کلیه راهنمایی‌های ارزشمندی که در راستای ترجمه این اثر انجام داده‌اند، تشکر می‌نمایم.

این اثر را به همسر عزیزم؛ فرزانه دلبندم؛ و پدر، مادر و خواهر مهربانم تقدیم می‌دارم.

آرش کیومرثی

آدرس پست الکترونیکی: kiyoumars@eng.ui.ac.ir

www.ketab.ir