



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

موتورهای القایی خطی

تحلیل، طراحی و مدل سازی

تصنیف:

دکتر عباس شولایی
عضو هیأت علمی دانشگاه
علم و صنعت ایران

دکتر عباس شیری
عضو هیأت علمی دانشگاه
تربیت دبیر شهید رجائی

سر شناسنامه	: شیرزی، عباس، ۱۳۵۹-
عنوان و نام پدید آور	: موتورهای القایی خطی: تحلیل، طراحی و مدل سازی / نویسندگان عباس شیرزی، عباس شولایی.
مشخصات نشر	: تهران: دانشگاه تربیت دبیر شهید رجائی، ۱۳۹۴.
مشخصات ظاهری	: هـ ۱۸۵ ص: مصور، جدول، نمودار.
شابک	: ۹۷۸-۶۰۰-۶۵۹۴-۵۱-۴
وضعیت فهرست نویسی	: فیپا
یادداشت	: کتابنامه.
موضوع	: موتورهای برقی القایی
موضوع	: موتورهای برقی خطی
شناسه افزوده	: شولایی، عباس، ۱۳۲۸-
شناسه افزوده	: دانشگاه تربیت دبیر شهید رجائی
رده بندی کنگره	: ۱۳۹۴ م۹ش/TK ۲۷۸۵
رده بندی دیویی	: ۶۲۱/۴۶
شماره کتابشناسی ملی	: ۴۱۳۲۳۹۲



عنوان	: موتورهای القایی خطی: تحلیل، طراحی و مدل سازی
تصنیف	: دکتر عباس شیرزی عضو هیأت علمی دانشگاه تربیت دبیر شهید رجائی، دکتر عباس شولایی عضو هیأت علمی دانشگاه علم و صنعت ایران
ویراستار ادبی	: دکتر پدالله بهمنی
نوبت چاپ	: اول - پاییز ۱۳۹۵
انتشارات	: دانشگاه تربیت دبیر شهید رجائی
لیتوگرافی	: فرانقش
چاپ	: فردوس
طراح جلد	: محمد معتمدی نژاد
ناظر چاپ	: محمد معتمدی نژاد
کارشناس چاپ و صفحه آرا	: نیره فیروزی
کارشناسان	: طاهره کیا، علی رضایی اهوآنوئی
شمارگان	: ۱۰۰۰ جلد
قیمت	: ۱۵۰,۰۰۰ ریال
شابک	: ۹۷۸-۶۰۰-۶۵۹۴-۵۱-۴ ISBN:978-600-6594-51-4

کلیه حقوق این اثر برای نویسندگان و دانشگاه تربیت دبیر شهید رجائی محفوظ است.
 نشانی: تهران، لویزان - کد پستی ۱۵۸۱۱-۱۶۷۸۸ - صندوق پستی ۱۶۳ - ۱۶۷۸۵ - تلفن: (۲۶۳۲) ۹ - ۰۶۰-۲۲۹۷۰۰۶۰،
 تلفکس: ۲۲۹۷۰۰۴۲، پست الکترونیکی: Publish@srutu.edu، وب سایت: http://Publish.srutu.edu

پیشگفتار

با توجه به نیاز روز افزون بشر به حمل و نقل با سرعت‌های بالا، در دهه‌های اخیر استفاده از قطارهای مغناطیسی مورد توجه کشورهای مختلف دنیا قرار گرفته است. با استفاده از قطارهای مغناطیسی، می‌توان به سرعت‌های زیاد و قابل مقایسه با هواپیماها دست یافت. در برخی موارد برای رسیدن به سرعت‌های فوق‌العاده زیاد، این قطارها از روی زمین بلند شده و بدون تماس با ریل و با اصطکاک بسیار کم به حرکت خود ادامه می‌دهند. این نوع سیستم‌ها که به قطارهای شناور معروفند، تا سرعت‌های نزدیک به ۶۰۰ کیلومتر بر ساعت مورد آزمایش قرار گرفته‌اند. با به‌کارگیری این نوع تکنولوژی و ادامه پیشرفت آن، آرزوی بشر برای از بین بردن فاصله بین شهرها و کشورها محقق خواهد شد. برای حرکت این قطارها مؤلفه‌های مختلفی نظیر رانش، شناورسازی، کنترل و ... باید در کنار هم قرار گیرند که مهمترین آن‌ها یعنی رانش قطار، توسط موتورهای خطی امکان‌پذیر می‌شود. علاوه بر این، استفاده از موتورهای خطی در صنایع مختلفی نظیر شتاب‌دهنده‌های مغناطیسی، سیستم‌های بالابر، صنایع ریسندگی و بافندگی، رباتیک و ... باعث شده که این سیستم‌ها بیش از پیش مورد توجه محققان قرار گیرد. در کشور ما نیز کارهای مختلفی در این زمینه در دانشگاه‌ها شروع شده و یا در حال انجام است. در همین راستا شورای برنامه‌ریزی آموزش عالی در وزارت علوم، تحقیقات و فناوری درسی تحت عنوان "طراحی ماشین‌های الکتریکی خطی" در دوره تحصیلات تکمیلی تصویب نموده است. از این‌رو، نویسندگان با توجه به تجربه چندین ساله خود در زمینه طراحی، بهینه‌سازی و ساخت موتورهای خطی، اقدام به نوشتن کتاب حاضر نموده‌اند. تا جایی که نویسندگان اطلاع دارند، تاکنون کتابی در زمینه ماشین‌های الکتریکی خطی به زبان فارسی در کشور منتشر نشده است، لذا انتظار می‌رود تا کتاب پیش رو زمینه‌ساز گسترش این تکنولوژی جدید در کشور باشد. امید است با تلاش همگانی و توجه ویژه مسئولان و دست‌اندرکاران سیستم‌های حمل و نقل، این تکنولوژی پیشرفته در کشور ما نیز مورد استفاده قرار گیرد.

از بین موتورهای خطی مختلف، موتورهای القایی خطی با توجه به سادگی ساختار و ویژگی‌های منحصر به فردشان بیشتر مورد توجه می‌باشد. لذا در این کتاب به تحلیل، مدل‌سازی و طراحی آن‌ها پرداخته شده است. این کتاب علاوه بر پوشش دادن سرفصل درس طراحی ماشین‌های الکتریکی خطی، می‌تواند

مورد استفاده کلیه محققان دانشگاهی و صنعتی در زمینه ماشین‌های خطی باشد. مثال‌هایی در زمینه تحلیل و همچنین طراحی با روش‌های مختلف، تهیه شده تا هم برای دانشجویان جهت دنبال کردن مطالب، مفید واقع گردد و هم برای افرادی که در زمینه طراحی فعالیت می‌کنند، قابل استفاده باشد.

در نگارش کتاب حاضر فرض بر این است که خواننده، با اصول اولیه ماشین‌های الکتریکی آشنایی دارد. با وجود این سعی شده است، مطالب به شکلی ساده بیان شود تا برای دانشجویان کارشناسی نیز که درس ماشین‌های الکتریکی ۱ و ۲ را گذرانده‌اند، قابل استفاده گردد.

مسلماً هیچ مجموعه‌ای نمی‌تواند بدون ایراد و نقص باشد. هر چند در نوشتن کتاب تلاش شده تا ایرادات به حداقل برسد، ولی از خوانندگان گرامی صمیمانه تقاضا داریم ما را از ایرادات احتمالی این اثر و همچنین راهنمایی‌های ارزنده خود بهره‌مند سازند تا در چاپ‌ها و ویرایش‌های بعدی، مجموعه کامل‌تری تقدیم پژوهشگران محترم گردد.

دکتر عباس شیری

دکتر عباس شولایی

پاییز ۱۳۹۵

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱	فصل اول: مقدمه‌ای بر موتورهای القایی خطی
۳	۱-۱- مقدمه
۳	۱-۲- معرفی موتورهای خطی
۷	۱-۲-۱- انواع موتورهای القایی خطی
۱۱	۱-۳- کاربرد موتورهای خطی
۱۵	۱-۴- تاریخچه مختصری از موتورهای القایی خطی
۱۷	۱-۵- خلاصه
۱۹	فصل دوم: محاسبات نیروی محرکه مغناطیسی و الکتریکی و راکتانس‌های ماشین‌های القایی خطی
۲۱	۲-۱- محاسبات نیروی محرکه مغناطیسی
۲۱	۲-۱-۱- محاسبه نیروی محرکه مغناطیسی تولید شده توسط یک سیم‌پیچی
۲۴	۲-۱-۲- محاسبه نیروی محرکه مغناطیسی ناشی از سیم‌پیچی سه فاز
۲۷	۲-۲- محاسبه راکتانس مغناطیس‌کنندگی
۳۰	۲-۳- محاسبه شار و راکتانس پراکندگی سیم‌پیچی اولیه
۳۰	۲-۳-۱- سیم‌پیچی تک لایه
۳۶	۲-۳-۲- سیم‌پیچی دو لایه
۴۰	۲-۳-۳- راکتانس پراکندگی ناشی از هارمونیک‌های مراتب بالاتر (پراکندگی دیفرانسیلی)
۴۲	۲-۴- خلاصه
۴۳	فصل سوم: محاسبه عملکرد موتور القایی خطی
۴۵	۳-۱- ساختار موتور القایی خطی
۴۷	۳-۲- سیم‌پیچی
۵۰	۳-۳- پدیده‌های خاص

۵۰	..... ۱-۳-۳- نشستی شار ناشی از زیاد بودن فاصله هوایی
۵۰	..... ۲-۳-۳- اثر پوستی
۵۱	..... ۳-۳-۳- اثر لبه‌ای
۵۴	..... ۴-۳-۳- اثر انتهایی
۵۴	..... ۴-۳-۳- مدار معادل موتور القایی خطی
۶۳	..... ۵-۳-۳- مفاهیم اساسی در موتور القایی خطی
۶۵	..... ۶-۳-۳- محاسبه کمیت‌های خروجی موتور
۶۵	..... ۱-۶-۳- محاسبات بدون در نظر گرفتن اثر انتهایی
۶۹	..... ۲-۶-۳- محاسبات با در نظر گرفتن اثر انتهایی
۷۲	..... ۳-۶-۳- نیروی ترمزی ناشی از اثر انتهایی
۷۳	..... ۴-۶-۳- نیروی رانش خروجی
۸۱	..... ۷-۳-۳- محاسبه وزن سیم‌پیچی‌ها و آهن اولیه
۸۲	..... ۸-۳-۳- تأثیر تغییر پارامترهای مختلف طراحی بر عملکرد موتورهای القایی خطی
۸۸	..... ۹-۳-۳- بررسی نفوذ میدان در آهن ثانویه و تأثیر فرکانس ورودی بر روی عملکرد موتور القایی خطی یک‌طرفه
۹۷	..... ۱۰-۳-۳- خلاصه

فصل چهارم: طراحی موتورهای القایی خطی

۹۹	
۱۰۱	..... ۱-۴-۱- مقدمه
۱۰۱	..... ۲-۴-۱- طراحی موتور القایی خطی
۱۰۱	..... ۱-۲-۴- روش تکرار
۱۱۵	..... ۲-۲-۴- روش مستقیم
۱۳۰	..... ۳-۴-۱- بهینه‌سازی طراحی
۱۳۳	..... ۴-۴-۱- تحلیل حرارتی موتور طراحی شده
۱۳۳	..... ۱-۴-۴- تحلیل حرارتی ثانویه
۱۳۳	..... ۲-۴-۴- تحلیل حرارتی اولیه
۱۳۵	..... ۵-۴-۱- مسائل انتقال حرارت و ضرایب آن
۱۳۷	..... ۶-۴-۱- خلاصه

۱۳۹	فصل پنجم: مدل سازی دینامیکی موتورهای القایی خطی
۱۴۱	۵-۱- مقدمه
۱۴۱	۵-۲- مدل سازی دینامیکی بدون در نظر گرفتن اثر انتهایی
۱۴۸	۵-۳- مدار معادل موتور القایی خطی با در نظر گرفتن اثر انتهایی
۱۵۳	۵-۴- رفتار دینامیکی موتور با در نظر گرفتن اثر انتهایی و بدون آن
۱۵۸	۵-۵- خلاصه
۱۵۹	پیوست ۱: تعیین پارامترهای مدار معادل موتور القایی خطی
۱۶۱	پ-۱-۱- آزمایش جریان مستقیم برای اندازه گیری مقاومت اهمی اولیه
۱۶۳	پ-۱-۲- آزمایش اولیه قفل شده
۱۶۵	پ-۱-۳- آزمایش بی باری
۱۶۹	پیوست ۲: تعیین منحنی مغناطیس شونددگی آهن
۱۷۱	پ-۲-۱- به دست آوردن حلقه هیستریزیس با آزمایش
۱۷۲	پ-۲-۲- رسم منحنی مغناطیس شونددگی با استفاده از منحنی هیستریزیس
۱۷۵	مراجع و منابع
۱۷۹	واژه نامه ها
۱۸۱	واژه نامه (فارسی به انگلیسی)
۱۸۹	واژه نامه (انگلیسی به فارسی)
۱۹۵	نمایه

