

۱۳۹۶۶۳۱

ماشین‌های الکتریکی مخصوص

(ویراست دوم)

دکتر جعفر سلیمان

دکتر شاهرخ شجاعیان

دکتر حسین ابوترابی زارچی

نیاز دانش



سرشناسه	: سلطانی، جعفر، ۱۳۳۰
عنوان و نام پدیدآور	: ماشین‌های الکتریکی مخصوص / نویسندگان جعفر سلطانی، شاهرخ شجاعیان، حسین ابوترابی زارچی .
وضعیت ویراست	: ویراست ۲
مشخصات نشر	: تهران: نیاز دانش، ۱۳۹۵
مشخصات ظاهری	: ۳۲۸ ص. : مصور، جدول، نمودار.
شابک	: 978-600-7724-53-8
وضعیت فهرست‌نویسی	: فیپا
موضوع	: ماشین آلات برقی
موضوع	: ماشین آلات برقی مسائل، تمرین‌ها و غیره (عالی)
شناسه افزوده	: شجاعیان، شاهرخ، ۱۳۵۴
شناسه افزوده	: ابوترابی زارچی، حسین، ۱۳۵۷
رده‌بندی کنگره	: ۱۳۹۴ م ۸/س TK۲۱۸۱
رده‌بندی دیویی	: ۶۲۱/۳۱۰۴۲
شماره کتابشناسی ملی	: ۴۰۹۲۵

نام کتاب	: ماشین‌های الکتریکی مخصوص (ویراست دوم)
مؤلفین	: دکتر جعفر سلطانی / دکتر شاهرخ شجاعیان / دکتر حسین ابوترابی زارچی
مدیر اجرایی - ناظر بر چاپ	: حمیدرضا محمد شیرازی - محمد شمس
ناشر	: نیاز دانش
صفحه‌آرا	: واحد تولید انتشارات نیاز دانش
نوبت چاپ	: اول - ۱۳۹۵
شمارگان	: ۱۰۰۰ نسخه
قیمت	: ۱۹۵۰۰۰ ریال

ISBN:978-600-7724-53-8

شابک : ۹۷۸-۶۰۰-۷۷۲۴-۵۳-۸

هرگونه چاپ و تکثیر (اعم از زیراکس، بازنویسی، ضبط کامپیوتری و تهیه‌ی CD) از محتویات این اثر بدون اجازه‌ی کتبی ناشر ممنوع است، متخلفان به موجب بند ۵ از ماده‌ی ۲ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان و هنرمندان تحت پیگرد قانونی قرار می‌گیرند.

کلیه حقوق این اثر برای ناشر محفوظ است.

تماس با انتشارات: ۰۹۱۲۷۰۷۳۹۳۵-۰۹۱۲۷۰۸۰۶۶۴۷۸۱۰۶-۰۲۱-۶۶۴۷۸۱۰۶

www.Niaze-Danesh.com

مشاوره جهت نشر: ۰۲۱-۶۷۰۹-۲۱۰۶۷۰۹

مقدمه ویراست دوم

استقبال اساتید و دانشجویان مهندسی برق در سراسر کشور باعث شد که پس از دو سال از انتشار چاپ نخست این کتاب، اکنون ویرایش جدیدی از آن با تغییرات و اضافات اساسی تقدیم جامعه صنعتی و دانشگاهی کشور شود. گرچه در ویرایش اول نیز توجه به درک عمیق فیزیکی و بیان‌های دقیق ریاضی برای نویسندگان در رتبه اول اهمیت قرار داشت، در ویرایش حاضر روی این جنبه‌ها با اصراری دوچندان، کار شده و موضوعات تئوریک و مثال‌های بیشتری به کتاب افزوده شده است. در عین حال برخی مطالب که مربوط به ماشین‌های تئوریک و از رده خارج بوده، حذف شده‌اند. متقابلاً به ماشین‌های مدرن کمی بیشتر پرداخته شد و مثال‌های تازه‌ای در زمینه ماشین‌های پله‌ای، سنکرون و... اضافه گردیده است. برخی مطالب نیز برای آنکه توسط دانشجویان بهتر درک شوند، نظم تازه‌ای یافته‌اند. مثلاً در ابتدای بحث ماشین‌های القایی، تئوری ماشین‌های دوفاز نامتعادل بیان شده و سپس ماشین القایی تکفاز از روی آن استخراج شده است.

علیرغم ماه‌ها تلاشی که جهت بازنگری در مطالب کتاب شده و نویسندگان معتقدند با انعکاس دیدگاه‌های اساتید و پژوهشگران کشور خواهند توانست بازهم بر غایب کتاب بیفزایند و چاپ‌های بعدی را بی‌نقص‌تر و کامل‌تر به خوانندگان عرضه نمایند.

دکتر شاهرخ شجاعیان
استادیار مهندسی برق
shojaeian@iaukhsh.ac.ir

دکتر جعفر سلطانی
استاد مهندسی برق
J1234sm@cc.iut.ac.ir

فهرست مطالب

فصل ۱ تشریح اندامی مغناطیسی و شرایط ایجاد گشتاور ماندگار در ماشین‌های الکتریکی دوار..... ۱۱

۱-۱	مقدمه	۱۱
۲-۱	مفاهیم اساسی	۱۱
۳-۱	نمایش میدان‌های الکترومغناطیسی با بردار فضایی	۱۶
۱-۳-۱	مفهوم فازور زمانی	۱۶
۲-۳-۱	مفهوم بردار فضایی (مکانی)	۱۶
۳-۳-۱	بررسی ماشین‌های دو فاز به کمک بردارهای فضایی	۱۹
۴-۱	محاسبه گشتاور تداخلی در ماشین‌های الکتریکی دوار	۳۱
۱-۴-۱	کلیات	۳۱
۲-۴-۱	شرایط ایجاد گشتاور ماندگار در ماشین‌های الکتریکی دوار	۳۲

فصل ۲ تجزیه و تحلیل موتورهای القایی دوفاز نامتعادل با منبع تغذیه دوفاز نامتعادل..... ۴۵

۱-۲	مقدمه	۴۵
۲-۲	تجزیه و تحلیل حالت ماندگار سینوسی موتور القایی دوفاز نامتعادل تغذیه شده با منبع تغذیه دوفاز نامتقارن	۴۶
۱-۲-۲	تجزیه و تحلیل حالت ماندگار موتور القایی تکفاز براساس روش اول	۴۹
۲-۲-۲	تجزیه و تحلیل حالت ماندگار موتور القایی تکفاز براساس روش دوم	۵۱
۳-۲-۲	بررسی موارد خاص	۵۴
۳-۲	تعیین گشتاور راه‌اندازی موتور القایی دوفاز نامتعادل تغذیه شده با منبع نامتقارن	۵۵
۴-۲	ساختمان سرو موتور القایی دوفاز (Ferraris)	۶۷

فصل ۳ موتورهای القایی تکفاز

۷۳	.....	۱-۳ مقدمه
۷۳	.....	۲-۳ شیوه‌های متداول راه‌اندازی موتور القایی تکفاز
۷۴	.....	۱-۲-۳ راه‌اندازی فاز شکسته
۷۵	.....	۲-۲-۳ موتور القایی از نوع خازن‌دار موقت
۷۶	.....	۳-۲-۳ موتور القایی با خازن دائم و دائم
۷۸	.....	۴-۲-۳ موتور القایی تکفاز با خازن دائم
۷۸	.....	۳-۳ سیم‌بندی ماشین‌های القایی تکفاز
۷۹	.....	۴-۳ تجزیه و تحلیل حالت کار اندگار ماشین القایی تکفاز قفسه سنجایی
۸۰	.....	۱-۴-۳ تجزیه و تحلیل کار ماندگار موتور القایی تکفاز پس از خروج فاز کمکی
۸۱	.....	۲-۴-۳ ماکزیمم نمودن گشتاور راه‌اندازی با مناسب در موتور فاز شکسته مقاومتی
۸۴	.....	۳-۴-۳ ماکزیمم نمودن گشتاور راه‌اندازی با انتخاب مناسب در موتور القایی تکفاز از نوع خازن‌دار موقت
۸۴	.....	۴-۴-۳ ماکزیمم کردن نسبت گشتاور راه‌اندازی به جریان راه‌اندازی با انتخاب مناسب خازن در موتور القایی تکفاز از نوع خازن‌دار موقت
۸۵	.....	۵-۳ اندازه‌گیری پارامترهای الکتریکی موتور القایی تکفاز
۸۹	.....	۱-۵-۳ آزمایش رتور قفل شده
۸۹	.....	۲-۵-۳ آزمایش بی‌باری
۹۰	.....	۶-۳ ساختمان و نحوه کار موتور القایی قطب چاکدار
۹۴	.....	۱-۶-۳ اصول کار
۹۴	.....	۲-۶-۳ محاسبه میدان‌های مغناطیسی موتور القایی قطب چاکدار
۹۶	.....	۷-۳ موتور القایی تکفاز با راه‌انداز رلوکتانسی (موتور قطب پله‌ای)
۹۸	.....	۸-۳ راه‌اندازی ماشین القایی سه‌فاز با تغذیه تکفاز (اتصالات اشتاین‌متر)
۹۹	.....	۱-۸-۳ آرایش ستاره‌ای اشتاین‌متر
۱۰۱	.....	۲-۸-۳ آرایش مثلثی اشتاین‌متر
۱۰۶	.....	

۱۳۳	فصل ۴ موتورهای القایی خطی
۱۳۳	۱-۴ مقدمه
۱۳۴	۲-۴ تجزیه و تحلیل حالت ماندگار ماشین القایی سه خطی سه فاز
۱۳۷	۳-۴ ماشین های آهنربای دائم خطی سنکرون
۱۳۸	۴-۴ انواع ساختارهای ماشین های آهنربای دائم خطی نوع تخت
۱۳۸	۱-۴-۴ ساختار یک طرفه با اولیه کوتاه و آهنربای سطحی
۱۳۹	۲-۴-۴ ساختار یک طرفه با اولیه کوتاه و آهنربای درونی
۱۳۹	۳-۴-۴ ساختار یک طرفه با اولیه کوتاه و آهنربای درونی عمودی
۱۴۰	۴-۴-۴ ساختار دی یک طرفه با ثانویه کوتاه
۱۴۱	۵-۴-۴ ساختار دوطرفه با دو ثانویه بلند و یک اولیه کوتاه با هسته هوایی (ساختار دوطرفه پایه)
۱۴۲	۶-۴-۴ ساختار دوطرفه با دو ثانویه بلند و یک اولیه کوتاه یوغدار
۱۴۳	۷-۴-۴ ساختار دوطرفه با دو ثانویه بلند و یک اولیه کوتاه با آهنربای دائمی درونی عمودی
۱۴۳	۸-۴-۴ ساختارهای دوطرفه با یک ثانویه بلند و دو اولیه کوتاه
۱۴۴	۹-۴-۴ ساختارهای دوطرفه با یک اولیه بلند و دو ثانویه کوتاه
۱۴۵	۱۰-۴-۴ ساختار دوطرفه با دو ثانویه کوتاه و یک اولیه دوطرفه
۱۴۶	۱۱-۴-۴ ساختار دوطرفه با یک ثانویه کوتاه و دو اولیه بلند
۱۴۷	۵-۴ ساختار لوله ای
۱۴۷	۶-۴ مقایسه ساختارهای مختلف ماشین آهنربا دائم خطی

۱۴۹	فصل ۵ سلسین ها و سینکروها
۱۴۹	۱-۵ مقدمه
۱۵۰	۲-۵ سلسین قدرت
۱۵۱	۱-۲-۵ محاسبه گشتاور در محور الکتریکی معادل
۱۵۵	۳-۵ سینکروها
۱۵۵	۱-۳-۵ خصوصیات ساختاری
۱۵۷	۲-۳-۵ روابط ولتاژ
۱۵۹	۳-۳-۵ کاربردها

۱۶۵	فصل ۶ موتورهای سنکرون مخصوص
۱۶۵	۱-۶ مقدمه
۱۶۵	۲-۶ موتورهای رلوکتانس تکفاز
۱۶۵	۱-۲-۶ اصول کار
۱۶۷	۲-۲-۶ محاسبه معادله گشتاور رلوکتانسی
۱۷۱	۳-۶ موتور رلوکتانس سه فاز
۱۷۱	۱-۳-۶ ساختمان موتور رلوکتانس سه فاز
۱۷۱	۲-۳-۶ حالت مبدوری
۱۷۶	۳-۳-۶ شرح مختصری از تکنولوژی ساخت موتورهای سنکرون رلوکتانسی سه فاز
۱۷۸	۴-۳-۶ مقایسه موتور سنکرون رلوکتانسی با سایر موتورها
۱۹۱	۴-۶ ماشین های سنکرون، ماشین دائم
۱۹۱	۱-۴-۶ معرفی
۱۹۶	۲-۴-۶ ماشین سنکرون مغناطیس دائم با شار شعاعی
۱۹۹	۳-۴-۶ ماشین های سنکرون و مغناطیس دائم با شار شعاعی (AFPM)
۲۰۰	۴-۴-۶ مقایسه ماشین های سنکرون شار محوری و شار شعاعی
۲۰۴	۵-۶ تجزیه و تحلیل حالت کار ماندگار ماشین های سنکرون مغناطیس دائم
۲۰۴	۱-۵-۶ نوع سطحی روتور (SPMSM)
۲۰۵	۲-۵-۶ نوع داخلی روتور (IPMSM)
۲۰۸	۳-۵-۶ محاسبه توان و گشتاور الکترومغناطیسی IPMSM
۲۰۹	۴-۵-۶ به دست آوردن مدار معادل
۲۱۰	۶-۶ موتور سنکرون مغناطیس دائم تکفاز
۲۱۲	۷-۶ موتور هیستریزیس
۲۱۲	۱-۷-۶ ساختمان
۲۱۳	۲-۷-۶ نحوه تولید گشتاور (بیان فیزیکی)
۲۱۴	۳-۷-۶ کاربرد و سایزهای متداول
۲۱۵	۴-۷-۶ محاسبه گشتاور موتور هیستریزیس سه فاز
۲۱۸	۵-۷-۶ محاسبه گشتاور موتور هیستریزیس تکفاز

۲۲۳	فصل ۷ ماشین‌های کلکتوردار مخصوص AC و DC
۲۲۳	۱-۷ مقدمه
۲۲۴	۲-۷ ژنراتورهای متادین و آمپلیدین
۲۲۴	۱-۲-۷ ژنراتور متادین
۲۲۶	۲-۲-۷ ژنراتور آمپلیدین
۲۲۷	۳-۷ انواع ولتاژهای القاء شده در سیم‌پیچ کموتاتور ماشین‌های AC
۲۲۷	۱-۳-۷ ولتاژهای القاء شده توسط میدان ضربانی
۲۲۳	۲-۳-۷ ولتاژهای القایی تولید شده توسط میدان دوار
۲۳۸	۴-۷ بررسی گشتار در رنور کلکتوردار تک‌فاز
۲۴۰	۵-۷ پدیده کموتاسیون
۲۴۱	۱-۵-۷ کموتاسیون در ماشین‌های کموتاتوردار تک‌فاز
۲۴۳	۲-۵-۷ روش‌های بهبود کموتاسیون
۲۴۴	۶-۷ موتورهای کموتاتوردار سری
۲۴۵	۱-۶-۷ موتور یونیورسال
۲۴۸	۲-۶-۷ تجزیه و تحلیل حالت ماندگار موتور اونیورسال
۲۵۰	۷-۷ موتور دفعی (ریپالسین)
۲۵۳	۸-۷ ماشین‌های کموتاتور سه‌فاز
۲۵۳	۱-۸-۷ کنترل سرعت و ضریب قدرت موتور القایی با اعمال ولتاژ به رنور
۲۵۶	۲-۸-۷ بررسی ولتاژ جاروبک‌های یک ماشین کموتاتوری
۲۵۸	۳-۸-۷ بررسی ولتاژ در انشعابات سیم‌پیچ کموتاتوری
۲۵۹	۴-۸-۷ بررسی انواع ماشین‌های کموتاتوری سه‌فاز

۲۶۷	فصل ۸ موتورهای پله‌ای و رلوکتانس متغیر
۲۶۷	۱-۸ مقدمه
۲۷۰	۲-۸ ساختمان و عملکرد موتور پله‌ای چند تکه
۲۷۵	۳-۸ معادلات ولتاژ یک موتور پله‌ای رلوکتانس متغیر چند تکه
۲۸۱	۴-۸ تجزیه و تحلیل موتور پله‌ای رلوکتانس متغیر یک تکه

۲۸۳	۵-۸ موتورهای پله‌ای مغناطیس دائم
۲۸۶	۶-۸ موتورهای پله‌ای هابیرید
۲۹۰	۷-۸ تجزیه و تحلیل موتورهای پله‌ای مغناطیس دائم
۲۹۲	۸-۸ تجزیه و تحلیل موتور پله‌ای مغناطیس دائم در چارچوب مرجع روتور
۲۹۶	۹-۸ مشخصه‌های موتورهای پله‌ای
۲۹۶	۱-۹-۸ مشخصه گشتاور - جابه‌جایی
۲۹۹	۲-۹-۸ مشخصه گشتاور - نرخ پالس
۳۰۲	۳-۹-۸ مدارات درایو موتورهای پله‌ای
۳۰۲	۴-۹-۸ مدار درایو تک‌قطبی برای موتور پله‌ای رلوکتانس متغیر (VRSM)
۳۰۳	۵-۹-۸ مدار درایو دو قطبی برای موتورهای پله‌ای PM و هیبرید
۳۰۳	۶-۹-۸ ظرفیت نام و کار بردها
۳۰۴	۱۰-۸ موتورهای رلوکتانس متغیر
۳۰۵	۱-۱۰-۸ خصوصیات ساختاری
۳۰۶	۲-۱۰-۸ اصول عملکرد
۳۰۷	۳-۱۰-۸ تولید گشتاور
۳۰۸	۴-۱۰-۸ حالت‌های کاری (مودهای کاری)
۳۱۱	۱۱-۸ مدارات درایو اینورتر برای موتورهای VR
۳۱۲	۱۲-۸ کاربردها
۳۱۳	مسائل حل شده

ضمیمه

۳۲۳	معادلات دینامیکی موتور القایی دوفاز نامتعادل تغذیه شده با منبع ولتاژ دوفاز نامتقارن
۳۲۷	منابع و مراجع