

۱۴۳۱۵۹.
۹۵۱۷۱۱۵

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

ماشین‌های الکتریکی ۱ و ۲

درس‌نامه و حل مسائل آزمون‌های کارشناسی ارشد و دکتری

www.ketab.ir

تألیف

دکتر حمید لسانی

استاد دانشکده برق و کامپیوتر پردیس دانشکده‌های فنی دانشگاه تهران

مجموعه کتاب‌های کمک آموزشی مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران

سرشناسه	لسانی، حمید، ۱۳۲۹-
عنوان و نام پدیدآور	ماشین‌های الکتریکی ۱ و ۲: درس‌نامه و حل مسائل آزمون‌های کارشناسی ارشد و دکتری/تألیف: حمید لسانی.
مشخصات نشر	تهران: دانشگاه تهران، مؤسسه انتشارات، ۱۳۹۵.
مشخصات ظاهری	۵۴۰ ص.
فروست	انتشارات دانشگاه تهران.
شابک	978-964-03-6944-9
وضعیت فهرست‌نویسی	فیا
نوع کتاب	کتابنامه.
موضوع	دانشگاه‌ها و مدارس عالی--ایران--آزمون‌ها
موضوع	ماشین‌آلات برقی--آزمون‌ها و تمرین‌ها (عالی)
موضوع	ماشین‌آلات برقی--راهنمای آموزشی (عالی)
موضوع	آزمون دوره‌های تحصیلات تکمیلی--ایران
شناسه افزوده	دانشگاه تهران، مؤسسه انتشارات
رده‌بندی کنگره	۱۳۹۵ م ۴۵ / ج ۲۳۵۳ LB
رده‌بندی دیویی	۳۷۸/۰۶۴
شماره کتابشناسی ملی	۳۳۱۸۴۲

این کتاب مشمول قانون حمایت از حقوق مؤلفان و مصنفان است. تکثیر کتاب به هر روش اعم از فتوکپی، ریسوگرافی، تهیه فایل‌های pdf لوح فشرده، بازنویسی در وبلاگ‌ها، سایت‌ها، مجله‌ها و کتاب، بدون اجازه کتبی ناشر مجاز نیست و موجب پیگرد قانونی می‌شود.

ISBN:978-964-03-6944-9



9 789640 369449

عنوان: ماشین‌های الکتریکی ۱ و ۲: درس‌نامه و حل مسائل آزمون‌های کارشناسی

ارشد و دکتری

تألیف: دکتر حمید لسانی

نوبت چاپ: اول

تاریخ انتشار: ۱۳۹۵

شمارگان: ۵۰۰ نسخه

ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران

چاپ و صحافی: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران

«مسئولیت صحت مطالب کتاب با مؤلف است»

«کلیه حقوق برای ناشر محفوظ است»

بها: ۳۵۰۰۰۰ ریال

خیابان کارگر شمالی - خیابان شهید فرش مقدم - مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران

پست الکترونیک: press@ut.ac.ir - تارنما: <http://press.ut.ac.ir>

بخش و فروش: تلفکس ۸۸۳۳۸۷۱۲

فهرست مطالب

فصل اول: مدارهای مغناطیسی

۲	قانون مداری آمپر
۲	قاعده‌ی مشت دست راست
۴	چگالی شار مغناطیسی
۴	شار مغناطیسی
۴	شار بیوندی
۴	قانون گوس
۵	قانون نیروی لورنتز (پلاس)
۵	قاعده کف دست چپ
۶	قانون القای فاراده - قانون لنز
۷	قانون لنز
۸	قوانین مدارهای مغناطیسی
۹	ضریب القا (اندوکتانس)
۱۷	تشابه مدارهای الکتریکی و مغناطیسی
۱۷	مدار معادل مغناطیسی
۱۹	موارد عدم تشابه
۲۱	انرژی در مدار مغناطیسی
۲۱	انرژی ذخیره شده در فاصله هوایی
۲۳	انرژی و شبه انرژی
۲۳	شبه انرژی
۲۵	تلفات آهن (هسته)
۲۷	هارمونیک در مدار مغناطیسی
۲۸	تلفات مس (اهمی)
۲۸	بازده
۲۸	انرژی و شبه‌انرژی در مدار مغناطیسی چند تحرکه
۲۹	مدار خطی
۳۰	شبه‌انرژی
۳۱	مجموعه تست‌های طبقه‌بندی شده
۴۱	پاسخ مجموعه تست‌های طبقه‌بندی شده

فصل دوم: اصول تبدیل انرژی الکترومکانیکی

۵۳	نیرو یا گشتاور در مدار خطی
۵۹	اصل مقاومت مغناطیسی
۶۳	نیرو یا گشتاور در مدار غیر خطی
۶۹	انرژی نوع تحریک

۷۱	ماشین‌های یک تحریکه
۷۶	ماشین‌های دو تحریکه
۸۱	گشتاور ماشین دو تحریکه
۸۶	شرایط گشتاور ثابت
۸۸	مجموعه تست‌های طبقه‌بندی شده
۹۹	پاسخ مجموعه تست‌های طبقه‌بندی شده
فصل سوم: ماشین‌های جریان مستقیم (dc)	
۱۱۲	ساختمان ماشین‌های جریان مستقیم
۱۱۲	استاتور
۱۱۲	آرمیچر
۱۱۲	کموتاتور و جارها
۱۱۳	سیم‌پیچی آرمیچر
۱۱۳	زاویه الکتریکی
۱۱۳	گام قطب
۱۱۴	گام پیچک
۱۱۴	گام کموتاتور
۱۱۴	سیم‌پیچی روی هم ساده
۱۱۵	سیم‌پیچی موجی ساده
۱۱۶	اتصالات متعادل کننده
۱۱۶	سیم‌پیچی مرکب
۱۱۶	سیم‌پیچی پای قورباغه
۱۱۷	مقاومت آرمیچر
۱۱۸	نیروی محرکه القایی آرمیچر
۱۱۹	انواع ماشین‌های جریان مستقیم و مدارهای معادل
۱۲۰	معادلات ماشین dc در حالت مولدی و موتوری
۱۲۱	واکنش آرمیچر
۱۲۲	جابه‌جا کردن جاروها
۱۲۴	فرآیند کموتاسیون (تعویض)
۱۲۶	قطب کمکی (فرعی)
۱۲۷	سیم‌پیچی جبرانگر
۱۲۹	عملکرد ماشین‌های جریان مستقیم
۱۲۹	مشخصه عملکرد مولدهای dc
۱۳۰	راه اندازی مولد تحریک خودی
۱۳۳	مشخصه خارجی (با بار)
۱۳۷	رسم مشخصه خارجی
۱۴۰	کنترل ولتاژ مولد dc
۱۴۱	مقادیر نامی

۱۴۱	کار موازی مولدهای dc
۱۴۳	مشخصه ها و عملکرد موتورهای dc
۱۴۳	گشتاور
۱۴۶	سرعت
۱۴۶	بازده ماشین dc
۱۴۶	تلفات ثابت و متغیر
۱۴۶	بازده حداکثر
۱۵۰	مشخصه گشتاور
۱۵۱	مشخصه سرعت
۱۵۱	مشخصه سرعت - گشتاور
۱۵۳	راه اندازی موتور جریان مستقیم
۱۵۶	کنترل سرعت موتورهای جریان مستقیم
۱۶۳	کنترل سرعت با مجرعه و موتور - م
۱۶۴	تغییر جهت گردش موتور
۱۶۴	موتور یونیورسال
۱۶۵	ترمز موتور dc
۱۶۷	مجموعه تست های طبقه بندی شده
۱۹۷	پاسخ مجموعه تست های طبقه بندی شده
فصل چهارم: ترانسفورماتور	
۲۳۴	ساختمان انواع ترانسفورماتور
۲۳۵	معادله نیروی محرکه ترانسفورماتور
۲۳۶	نسبت تبدیل ترانسفورماتور
۲۳۷	ترانسفورماتور بی بار
۲۴۱	ترانسفورماتور تحت بار
۲۴۳	پارامترهای ترانسفورماتور
۲۴۴	ارجاع کمیات ترانسفورماتور
۲۴۶	مدار معادل و نمودار برداری ترانسفورماتور
۲۴۸	تعیین پارامترهای مدار معادل
۲۴۹	بهره برداری از ترانسفورماتور در شرایط غیرنامی
۲۵۳	سیستم نسبی (PII)، در واحد یا یکایی
۲۵۴	تنظیم ولتاژ ترانسفورماتور
۲۵۷	تنظیم ولتاژ صفر
۲۵۸	بازده (بهره) ترانسفورماتور
۲۶۳	بازده انرژی (شبانه روزی)
۲۶۴	اتو ترانسفورماتور
۲۶۹	تبدیل ترانسفورماتور به اتو ترانسفورماتور
۲۷۱	کار موازی ترانسفورماتورها

۲۸۲	ترانسفورماتورهای سه فاز
۲۸۲	اتصالات ترانسفورماتور سه فاز
۲۸۳	الف: اتصال ستاره - ستاره
۲۸۴	ب: اتصال مثلث - مثلث
۲۸۶	بررسی هارمونیک‌ها در ترانسفورماتور سه فاز
۲۸۸	اتصال ستاره - مثلث
۲۸۸	اتصال مثلث - ستاره
۲۸۹	اتصال مثلث باز یا V شکل
۲۹۲	اتصال اسکات (T شکل)
۲۹۳	اتصال زیگززاگ
۲۹۴	مجموعه تست‌های ط‌ته‌بنده‌شده
۳۱۱	پاسخ مجموعه تست‌های طبقه‌بندی شده

فصل پنجم: ماشین‌های القایی (آسنکرون)

۳۲۲	ساختمان موتور القایی انواع آ
۳۲۳	اصول کار
۳۲۳	قضیه میدان دوار
۳۲۸	تکفازی شدن موتور سه‌فاز
۳۲۸	قضیه میدان دوار دوگانه
۳۲۸	تولید گشتاور در موتور القایی
۳۲۹	گشتاور راه‌اندازی
۳۴۰	گشتاور حداکثر
۳۴۲	مشخصه گشتاور - لغزش
۳۴۵	مدار معادل موتور القایی
۳۴۷	نمودار تحول توان در موتور القایی
۳۵۰	مدار معادل استاندارد IEEE
۳۵۰	گشتاور الکترومغناطیسی
۳۵۴	توان خروجی حداکثر
۳۵۴	مشخصه گشتاور - لغزش
۳۵۷	بازده و بازده حداکثر
۳۵۸	راه‌اندازی موتور القایی
۳۶۴	موتور دو قفسی
۳۶۵	مدار معادل موتور قفس دوگانه
۳۶۶	کنترل سرعت موتورهای القایی
۳۶۷	کنترل سرعت با تغییر ولتاژ
۳۶۷	کنترل سرعت با تغییر فرکانس
۳۶۹	کنترل سرعت با تغییر تعداد قطب‌ها
۳۷۰	کنترل سرعت با تغییر مقاومت رتور

۳۷۰	اتصال پله‌ای موتورها
۳۷۲	هارمونیک‌ها در موتور القایی
۳۷۲	هارمونیک‌های زمانی
۳۷۳	هارمونیک‌های مکانی (فضایی)
۳۷۴	خزش موتور
۳۷۷	قفل مغناطیسی موتور
۳۷۸	مجموعه تست‌های طبقه‌بندی‌شده
۳۹۶	پاسخ مجموعه تست‌های طبقه‌بندی‌شده

ضمیمه: آزمون‌های کارشناسی‌ارشد و دکتری سال‌های اخیر

۴۲۲	سؤالات کارشناسی‌ارشد سراسری سال ۹۵
۴۲۵	سؤالات کارشناسی‌ارشد سراسری سال ۹۴
۴۲۸	سؤالات کارشناسی‌ارشد سراسری سال ۹۳
۴۳۱	سؤالات کارشناسی‌ارشد دانشگاه آزاد سال ۹۴
۴۳۵	سؤالات کارشناسی‌ارشد دانشگاه آزاد سال ۹۳
۴۳۹	سؤالات کارشناسی‌ارشد دانشگاه آزاد سال ۹۲
۴۴۳	سؤالات کارشناسی‌ارشد دانشگاه آزاد سال ۹۱
۴۴۶	سؤالات کارشناسی‌ارشد دانشگاه آزاد سال ۹۰
۴۴۹	سؤالات دکتری سراسری سال ۹۴
۴۵۲	سؤالات دکتری سراسری سال ۹۳
۴۵۶	سؤالات دکتری سراسری سال ۹۲
۴۵۹	سؤالات دکتری سراسری سال ۹۱
۴۶۲	سؤالات دکتری دانشگاه آزاد سال ۹۴
۴۶۴	سؤالات دکتری دانشگاه آزاد سال ۹۳
۴۶۷	حل سؤالات کارشناسی‌ارشد سراسری سال ۹۵
۴۷۲	حل سؤالات کارشناسی‌ارشد سراسری سال ۹۴
۴۷۷	حل سؤالات کارشناسی‌ارشد سراسری سال ۹۳
۴۸۳	حل سؤالات کارشناسی‌ارشد دانشگاه آزاد سال ۹۴
۴۸۷	حل سؤالات کارشناسی‌ارشد دانشگاه آزاد سال ۹۳
۴۹۲	حل سؤالات کارشناسی‌ارشد دانشگاه آزاد سال ۹۲
۴۹۸	حل سؤالات کارشناسی‌ارشد دانشگاه آزاد سال ۹۱
۵۰۴	حل سؤالات کارشناسی‌ارشد دانشگاه آزاد سال ۹۰
۵۰۷	حل سؤالات دکتری سراسری سال ۹۴
۵۱۱	حل سؤالات دکتری سراسری سال ۹۳
۵۱۶	حل سؤالات دکتری سراسری سال ۹۲
۵۲۰	حل سؤالات دکتری سراسری سال ۹۱
۵۲۵	حل سؤالات دکتری دانشگاه آزاد سال ۹۴
۵۲۷	حل سؤالات دکتری دانشگاه آزاد سال ۹۳

مقدمه مؤلف

یکی از دروس اصلی مهندسی برق و از جمله اولین درس‌های مهندسی که دانشجویان مهندسی برق می‌آموزند و علم و عمل را توأم دارد درس ماشین‌های الکتریکی است. درس ماشین‌های الکتریکی ۱ و ۲ و آزمایشگاه ماشین‌های الکتریکی از دروس اصلی و اجباری برای کلیه گرایش‌های مهندسی برق است و از جمله دروسی است که در آزمون‌های ورودی نظیر کارشناسی ارشد و دکتری و یا آزمون‌های خاص دیگر مطرح می‌شود.

مفاهیم دروس فنی و مهندسی که مبتنی بر تئوری و عمل است باید در آزمایشگاه و کارگاه و کارآموزی درک شود تا دانشجویان بتوانند در صنعت این دانش را در جهت طراحی، بهره‌برداری یا تعمیرات و نگهداری و حتی بهینه‌سازی به کار گیرند. از این رو بیان این نوع درس در مقام تئوری نیز با دروس مشابه صرفاً نظری یا حتی علوم تجربی تفاوت دارد. مفاهیم و ویژگی‌های ماشین‌های الکتریکی متأثر از تجربیات عمده است که در طول سالیان برای بشر اندوخته شده است، به طوری که اگر صرفاً به صورت نظری به آن نگاه شود، مفاد از آموزش چنین درس‌هایی برآورده نمی‌شود.

بنا به نیاز فوق کتاب حاضر به خلاصه درس سبصل‌های ماشین‌های الکتریکی ۱ و ۲ مصوب وزارت علوم و تحقیقات و فناوری می‌پردازد و ضمن تأکید بر نکته‌های درسی، مسائل انتخابی آزمون‌های کارشناسی ارشد را به صورت طبقه‌بندی شده در متن حل کرده و بقیه تمامی مسائل آزمون‌های سراسری و دانشگاه آزاد در پایان هر فصل یکجا بررسی و تشریح شده است.

در تدوین این کتاب سعی شده نه تنها به صورت مرجعی برای داوطلبان آزمون‌ها درآید بلکه به فهم نکات مهم درس برای دانشجویان مهندسی برق نیز کمک نماید. در صورت نیاز به تشریح بیشتر دانشجویان عزیز می‌توانند به کتاب‌های درسی مراجعه فرمایند. مسلماً هر اثر بدون عیب و نقص نیست و این نقایص را استفاده‌کنندگان آن به خوبی درمی‌یابند و لذا از کلیه خوانندگان محترم تقاضا دارد از ارائه نظرات سازنده خود دریغ نفرمایند.

در پایان جا دارد از کلیه کسانی که در امر تدوین و نشر این اثر مؤثر بوده‌اند کمال تشکر را بنمایم.

با تشکر - حمید لسانی

استاد دانشکده برق و کامپیوتر پردیس دانشکده‌های فنی دانشگاه تهران