



مبانی ماشینهای الکتریکی

به ضمیمه

آزمایشگاه ماشینهای الکتریکی

ویژه دانشجویان رشته‌های کارشناسی و کاردانی فنی برق
(گرایش‌های قدرت، الکترونیک، مخابرات، کنترل و ...)

تألیف: مهندس محسن تقوی فر

عضو هیئت علمی دانشگاه صنعت نفت

سرشناسه	: تقوی‌فر، محسن
عنوان و نام پدیدآور	: مباحث ماشین‌های الکتریکی، به ضمیمه آزمایشگاه ماشین‌های الکتریکی ویژه دانشجویان رشته‌های کارشناسی و کارشناسی فنی برق ... / تألیف محسن تقوی‌فر.
مشخصات نشر	: تهران: صفار: اشراقی، ۱۳۹۰.
مشخصات ظاهری	: ۲۶۴ ص: مصور، جدول.
شابک	: 978-964-388-303-4
وضعیت فهرست نویسی	: فیبا
موضوع	: ماشین آلات برقی
موضوع	: ماشین‌آلات برقی — مسائل، تمرین‌ها و غیره (عالی)
رده‌بندی کنگره	: ۱۳۹۰ م ۲/ت ۲۰۰۰ TK
رده‌بندی دیویی	: ۶۲۱/۳۱۰۴۲
شماره کتابشناسی ملی	: ۲۵۵۳۷۱۱

فهرست نویسی پیش از انتشار: انتشارات صفار



نام کتاب	: مبانی ماشین‌های الکتریکی به ضمیمه آزمایشگاه ماشین‌های الکتریکی
تألیف	: محسن تقوی‌فر
طرح جلد	: فرهاد کمالی
حروفچینی	: معرفت
لیتوگرافی	: گنج شایگان
چاپخانه	: گنج شایگان
شمارگان	: ۱۱۰۰ نسخه
نوبت چاپ	: اول - پاییز ۱۳۹۰
قیمت	: ۷۰۰۰۰ ریال
ناشر	: انتشارات صفار - اشراقی
مرکز پخش	: خیابان انقلاب - روبروی دبیرخانه دانشگاه تهران - بازارچه کتاب - طبقه همکف
	انتشارات اشراقی ① ۶۶۴۰۸۴۸۷ تلفن گویا: ۶۶۹۷۰۹۹۲
	خیابان انقلاب - روبروی دبیرخانه دانشگاه تهران - بازارچه کتاب - طبقه زیرین
	پخش کتاب بینش ① ۶۶۴۹۶۲۹۹
	کتابفروشی مرادیان ① ۶۶۴۱۵۳۱۰
	کتابفروشی صفا ① ۶۶۹۷۸۸۴۶

www.saffarpublishing.com

شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۳۸۸-۳۰۳-۴

www.Eshraghi.ir

ISBN 978-964-388-303-4

این اثر، مشمول قانون حمایت مؤلفان و مصنفان و هنرمندان مصوب ۱۳۴۸ است، هرکس تمام یا قسمتی از این اثر را بدون اجازه مؤلف (ناشر) نشر، یا پخش یا عرضه کند مورد پیگرد قانونی قرار خواهد گرفت.

بسمه تعالی

پیشگفتار

این کتاب به منظور آشنایی با اصول و مبانی ماشین‌هایی الکتریکی نگارش یافته است. محتوای این کتاب موارد اساسی ماشین‌های الکتریکی از جمله تحلیل مدارهای مغناطیسی، ماشین‌های الکتریکی DC، ماشین‌های الکتریکی AC و ترانسفورماتورها را شامل می‌شود که در هفت فصل تنظیم گردیده و دارای مثال‌های مختلف می‌باشد.

فصل هفتم این کتاب که به آزمایشگاه ماشین‌های الکتریکی اختصاص یافته است، می‌تواند با فراهم کردن تجهیزات مورد نیاز، موارد تئوری را در عمل مورد آزمایش و بررسی قرار دهد. مطالب این کتاب برای رشته‌های کارشناسی و کاردانی برق و سایر رشته‌های فنی می‌تواند مفید و مثمر ثمر باشد.

در خاتمه شایسته است از انتشارات صفار و کلیه عزیزانی که زمینه چاپ و نشر این اثر را فراهم نموده‌اند تشکر و قدردانی نمایم.

مؤلف

محسن تقوی‌فر

فهرست مطالب

فصل اول: تعریف مفاهیم مغناطیسی و الکترومغناطیسی و تحلیل مدارهای مغناطیسی

- ۱۱.....- تعاریف مفاهیم مغناطیس و الکترومغناطیس
- ۱۳.....- حلقه هیستریزیس
- ۱۴.....- نیروی محرکه مغناطیسی
- ۱۵.....- جدول مقایسه مفاهیم مغناطیسی با معادل الکتریکی و واحدهای مربوط به آن
- ۱۵.....- تحلیل مدارهای مغناطیسی

فصل دوم: ماشینهای الکتریکی DC

- ۲۲.....- اصول کار ماشینهای الکتریکی
- ۲۳.....- تولید ولتاژ در یک هادی
- ۲۴.....- پلاریته ولتاژ القائی در هادی
- ۲۴.....- ولتاژ ایجاد شده در یک هادی در مسیر دایره‌ای
- ۲۶.....- ولتاژ القاء شده در یک کلاف (در یک دور سیم)
- ۳۰.....- چگونگی تولید نیرو و گشتاور در الکتروموتورها
- ۳۲.....- نیروی ضد محرکه
- ۳۳.....- بررسی جهت جریان القائی بر اثر نیروی ضد محرکه
- ۳۴.....- محاسبه رابطه گشتاور و ولتاژ القائی در ماشینها
- ۳۵.....- ماشینهای الکتریکی جریان مستقیم (DC)
- ۳۶.....- عمل یکسوسازی ولتاژ متناوب توسط کموتاتور
- ۳۸.....- عکس العمل آرمیچر و روشهای خنثی کردن آن
- ۴۰.....- اتصال کلافهای آرمیچر به کموتاتور
- ۴۳.....- تلفات انرژی در ماشینهای الکتریکی
- ۴۵.....- طبقه‌بندی ماشینهای جریان دائم از لحاظ نحوه اتصال مدار تحریک و مدار آرمیچر
- ۴۶.....- مولدهای الکتریکی DC (بهره‌برداری و رسم منحنی‌های مشخصه مولد)
- ۵۴.....- موتورهای الکتریکی DC (بهره‌برداری و رسم منحنی‌های مشخصه موتور)
- ۵۵.....- بررسی تغییرات سرعت موتورهای الکتریکی با بار
- ۵۵.....- موتور الکتریکی موازی
- ۵۵.....- موتور با تحریک سری
- ۵۶.....- مدار تحریک سری و موازی (کمپوند)
- ۵۶.....- منحنی تغییرات گشتاور با بار در موتورهای الکتریکی
- ۵۶.....- موارد استفاده موتورهای جریان مستقیم
- ۵۷.....- راه‌اندازی موتورهای DC
- ۵۷.....- تلفات و ضریب بهره موتورهای جریان مستقیم
- ۵۸.....- وسایل حفاظتی در موتورهای جریان مستقیم

فصل سوم: ترانسفورماتورهای تکفاز و سه فاز

- ۶۱ - تعریف ترانسفورماتور
- ۶۱ - اهمیت استفاده از ترانسفورماتور در مقاصد عمومی
- ۶۱ - اهمیت ترانسفورماتور در سیستم‌های قدرت
- ۶۴ - ترانسفورماتورهای تکفاز و سه فاز و مقادیر نامی آنها
- ۶۵ - ساختمان و عناصر ترانسفورماتورها
- ۶۵ - سیم‌پیچ اولیه و ثانویه ترانسفورماتورها
- ۶۶ - هسته مغناطیسی
- ۶۶ - چیدن ورق‌ها
- ۶۷ - شکل مقطع ستون
- ۶۷ - انواع ترانسفورماتورها بر اساس محل قرار گرفتن سیم‌پیچ‌ها بر روی هسته
- ۶۸ - تلفات در ترانسفورماتورها
- ۶۹ - راندمان در ترانسفورماتورها
- ۶۹ - محفظه (تانک) ترانسفورماتورها و نحوه خنک‌کنندگی آنها
- ۷۰ - مطالعه تئوری کار ترانسفورماتور تکفاز
- ۷۰ - ترانسفورماتور ایده آل
- ۷۵ - دیاگرام برداری ترانسفورماتور ایده آل
- ۷۵ - محاسبه قدرت در ترانسفورماتور ایده آل
- ۷۶ - مقایسه قدرت ورودی و خروجی در ترانسفورماتور ایده آل
- ۷۶ - تبدیل امپدانس از دیدگاه یک ترانسفورماتور ایده آل
- ۷۷ - مزیت استفاده از ترانسفورماتور در کاهش تلفات خطوط
- ۷۸ - مطالعه ترانسفورماتور واقعی یا حقیقی
- ۷۹ - نسبت ولتاژ اولیه و ثانویه در ترانسفورماتورهای واقعی
- ۸۰ - جریان مغناطیسی در ترانسفورماتور واقعی
- ۸۲ - دیاگرام برداری جریان تحریک هسته
- ۸۲ - تلفات ترانسفورماتور در حالت بی‌باری
- ۸۴ - ترانسفورماتور واقعی در حالت بی‌باری
- ۸۵ - دیاگرام برداری جریان در ترانسفورماتور واقعی
- ۸۶ - تلفات در ترانسفورماتورهای واقعی
- ۸۷ - مدار معادل دقیق یک ترانسفورماتور واقعی
- ۸۹ - مدارهای معادل تقریبی ترانسفورماتور
- ۹۳ - محاسبه ضریب بهره یا راندمان ترانسفورماتور
- ۹۵ - تعیین تجربی عناصر مدار معادل تقریبی ترانسفورماتور
- ۹۵ - آزمایش مدار باز (بی‌باری)
- ۱۰۱ - محاسبه افت ولتاژ و درصد رگولاسیون ولتاژ در ترانسفورماتور

- ۱۰۲..... محاسبه افت ولتاژ و درصد رگولاسیون به کمک رسم دیاگرام برداری
- ۱۰۴..... موازی بستن دو ترانسفورماتور تکفاز
- ۱۰۵..... روابط بین جریان و امپدانس دو ترانسفورماتور موازی با توجه به مدار معادل تقریبی
- ۱۰۶..... ترانسفورماتور با سیم‌پیچ ثانویه چندگانه
- ۱۰۸..... مقادیر نسبت به واحد
- ۱۱۳..... اتو ترانسفورماتور
- ۱۱۳..... بررسی روابط و نسبت‌های ولتاژ و جریان در اتو ترانسفورماتور
- ۱۱۵..... توان ظاهری نامی در اتو ترانسفورماتور
- ۱۱۷..... ترانسفورماتور سه فاز
- ۱۱۸..... ساختمان ترانسفورماتورهای سه فاز
- ۱۱۹..... انواع اتصالات ترانسفورماتور سه فاز
- ۱۲۰..... حروف در نامگذاری سرهای سیم‌پیچ‌های اولیه و ثانویه
- ۱۲۰..... اتصال ستاره و مثلث و زیگزاگ
- ۱۲۱..... بررسی نوع انتخاب سیم‌پیچ‌ها در ترانسفورماتور سه فاز
- ۱۲۳..... رابطه جریان‌ها و ولتاژهای اولیه و ثانویه انواع اتصالات در ترانسفورماتور سه فاز
- ۱۲۶..... راندمان ترانسفورماتور سه فاز
- ۱۲۷..... تعیین گروه ترانسفورماتورها
- ۱۲۹..... تعیین گروه ترانسفورماتور از طریق آزمایش
- ۱۲۹..... شرایط موازی بستن بین ترانسفورماتورهای سه فاز
- ۱۳۰..... مدار معادل ترانسفورماتور سه فاز
- ۱۳۳..... بارگیری اقتصادی از ترانسفورماتورهای قدرت
- ۱۳۷..... انشعابات در ترانسفورماتورها و تنظیم ولتاژ
- ۱۳۷..... تنظیم ولتاژ در ترانسفورماتورهای قدرت
- ۱۳۸..... تنظیم افت ولتاژ طولی
- ۱۳۹..... تنظیم افت ولتاژ عرضی
- ۱۳۹..... وسایل حفاظتی در ترانسفورماتورهای قدرت
- ۱۴۰..... رله بوخ هلتنس

فصل چهارم: موتورهای القایی سه فاز و تکفاز

- ۱۴۳..... موتورهای القایی سه فاز
- ۱۴۳..... لغزش موتور
- ۱۴۳..... سرعت میدان دوار
- ۱۴۴..... نحوه تشکیل میدان دوار مغناطیسی در سیستم سه فاز
- ۱۴۵..... ساختمان موتورهای القایی سه فاز
- ۱۴۶..... فرکانس برق روتور
- ۱۴۶..... مدار معادل الکتریکی موتورهای آسنکرون
- ۱۴۷..... بررسی قدرت در موتورهای القایی سه فاز (آسنکرون)

- ۱۴۸..... نمودار قدرت موتور.....
- ۱۴۸..... بررسی گشتاور در موتورهای القائی سه فاز (آسنکرون).....
- ۱۵۱..... تأثیر تغییرات ولتاژ ورودی روی عملکرد ماشین.....
- ۱۵۱..... جریان راهاندازی موتورهای آسنکرون و روش‌های محدود کردن آن.....
- ۱۵۲..... روشهای راهاندازی موتورهای آسنکرون.....
- ۱۵۳..... روشهای تنظیم سرعت موتورهای آسنکرون.....
- ۱۵۶..... موتورهای القائی تکفاز.....
- ۱۵۶..... ساختمان موتورهای القائی تکفاز.....
- ۱۵۷..... روشهای راهاندازی موتورهای القائی تکفاز.....

فصل پنجم: ژنراتورهای سنکرون و موتورهای سنکرون

- ۱۶۱..... ژنراتور سنکرون.....
- ۱۶۱..... چگونگی تولید جریان متناوب.....
- ۱۶۷..... ساختمان ژنراتورها.....
- ۱۶۸..... نیروی مکانیکی برای چرخش ژنراتورها.....
- ۱۶۸..... انواع سیستم تحریک.....
- ۱۷۰..... مزایا و معایب روش استاتیک و دینامیک.....
- ۱۷۰..... تحریک ژنراتور و انواع آن.....
- ۱۷۶..... آشنایی با دیود و اصول یکسوسازی دیودی.....
- ۱۷۸..... مدارهای یکسوسازی تریستوری.....
- ۱۷۸..... مدار یکسوساز نیم موج تریستوری.....
- ۱۸۰..... مدار یکسوساز قابل کنترل تمام موج.....
- ۱۸۱..... مدارهای پالس ساز.....
- ۱۸۵..... انواع و ساختمان رگولاتورهای ولتاژ.....
- ۱۸۵..... انواع رگولاتورهای ولتاژ.....
- ۱۸۶..... روش کمپوند در ژنراتور قطب ثابت با تحریک خودی.....
- ۱۸۷..... روش کمپوند در ژنراتورهای قطب گردان با تحریک خودی.....
- ۱۸۷..... روش کمپوند در ژنراتور قطب ثابت با تحریک خارجی ادغام شده.....
- ۱۸۸..... تنظیم ولتاژ ژنراتور دیود گردان به روش کمپوند.....
- ۱۹۲..... بررسی ساختمان داخلی سیستم تنظیم کننده تحریک الکترونیکی.....
- ۱۹۴..... رگولاتور ولتاژ الکترونیکی نوع KR4F.....
- ۱۹۷..... رگولاتور ولتاژ الکترونیکی برای ژنراتور ۱۵ کیلو وات.....
- ۱۹۷..... مشخصات مدار رگولاتور ولتاژ.....
- ۱۹۷..... اجزاء تشکیل دهنده مدار.....
- ۱۹۷..... مدار یکسوسازی و تغذیه.....
- ۱۹۸..... مدار تهیه ولتاژ نمونه.....
- ۱۹۹..... مدار تهیه ولتاژ مبنا یا ولتاژ مرجع.....

- ۱۹۹..... مدار مقایسه کننده و کنترل کننده
- ۲۰۰..... مدار انتگرال گیر به صورت کلی
- ۲۰۰..... مدار قدرت
- ۲۰۱..... طریقه آزمایش مدار در صورت عدم وجود ژنراتور
- ۲۰۱..... طریقه وصل کردن مدار به ژنراتور
- ۲۰۳..... مدار معادل مولد سنکرون
- ۲۰۳..... تعیین عناصر مدار معادل مولد سنکرون
- ۲۰۴..... بررسی تلفات و راندمان مولد سنکرون
- ۲۰۴..... آزمایشهای مورد نیاز جهت تعیین تلفات ژنراتور سنکرون سه فاز
- ۲۰۵..... موتورهای سنکرون
- ۲۰۵..... ساختمان موتورهای سنکرون
- ۲۰۶..... روشهای راداندازی موتور سنکرون
- ۲۰۷..... مدار معادل موتور سنکرون
- ۲۰۸..... اثر تغییرات تحریک روی موتور سنکرون
- ۲۰۹..... منحنی V شکل در موتورهای سنکرون
- ۲۱۰..... روابط قدرت و تلفات و راندمان در موتور سنکرون

فصل ششم: سوالات و مسایل فصل اول تا پنجم

- ۲۱۴..... فصل اول-الکترومغناطیسی و مدارهای مغناطیسی
- ۲۱۷..... فصل دوم- ماشینهای الکتریکی DC
- ۲۲۰..... فصل سوم- ترانسفورماتورهای تکفاز و سه فاز
- ۲۲۶..... فصل چهارم- موتورهای القائی سه فاز و تکفاز
- ۲۲۸..... فصل پنجم- ژنراتورهای سنکرون و موتورهای سنکرون

فصل هفتم: آزمایشگاه ماشینهای الکتریکی

- ۲۳۱..... آزمایش شماره ۱
- ۲۳۲..... آزمایش شماره ۲
- ۲۳۴..... آزمایش شماره ۳
- ۲۳۵..... آزمایش شماره ۴
- ۲۳۷..... آزمایش شماره ۵
- ۲۳۸..... آزمایش شماره ۶
- ۲۴۱..... آزمایش شماره ۷
- ۲۴۲..... آزمایش شماره ۸
- ۲۴۵..... آزمایش شماره ۹
- ۲۴۷..... آزمایش شماره ۱۰
- ۲۵۰..... آزمایش شماره ۱۱
- ۲۵۲..... آزمایش شماره ۱۲
- ۲۵۳..... آزمایش شماره ۱۳

۲۵۵.....	آزمایش شماره ۱۴
۲۵۸.....	آزمایش شماره ۱۵
۲۶۰.....	آزمایش شماره ۱۶
۲۶۲.....	آزمایش شماره ۱۷

www.ketab.ir