

مجموعه آزمایش‌های ماشین‌های الکتریکی

تألیف:

مهندس محمد رضا یوسفی نجف آبادی

مهندس افشین اعتصامی

اعضا هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف آباد

سرشناسه

: یوسفی نجف‌آبادی، محمدرضا، ۱۳۵۹ -

عنوان و نام پدیدآور

: مجموعه آزمایش‌های ماشین‌های الکتریکی /تألیف محمدرضا یوسفی نجف‌آبادی، افشین اعتصامی.

مشخصات نشر

: نجف‌آباد: دانشگاه آزاد اسلامی، واحد نجف‌آباد، دانشکده برق، ۱۳۹۱.

مشخصات ظاهری

: ۱۷۲ص: مصور، جدول.

شابک

: ISBN:978-964-10-1867-4

وضعیت فهرست نویسی

: فیا

یادداشت

: کتابنامه: ص. ۱۷۲.

موضوع

: ماشین‌آلات برقی — آزمایش‌ها

شناسه افزوده

: اعتصامی، افشین، ۱۳۵۶ -

شناسه افزوده

: دانشگاه آزاد اسلامی، واحد نجف‌آباد، دانشکده برق

رده بندی کنگره

: TK ۲۰۰۰/۴۹۳۱۳۹۱

رده بندی دیویی

: ۶۲۱/۳۱۰۴۲

شماره کتابشناسی ملی

: ۲۹۳۷۸۸۶



مجموعه آزمایش‌های ماشین‌های الکتریکی

تألیف: محمدرضا یوسفی نجف‌آبادی، افشین اعتصامی

ناشر: انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف‌آباد

تاریخ نشر: ۱۳۹۱

شمارگان: جلد ۲۰۰۰

تعداد صفحات: ۱۶۸ صفحه

لیتوگرافی: آسمان

چاپ: ارغوان

صحافی: امین

ناظر فنی: سیدمحسن کاظمی

قیمت: ۴۰۰۰ تومان

شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۱۰-۱۸۶۷-۴

نشانی: نجف‌آباد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف‌آباد، معاونت پژوهشی، مرکز انتشارات، تلفن: ۰۳۳۱-۲۲۹۱۱۱۰

حق چاپ و هرگونه کپی برداری برای ناشر محفوظ است. www.iaun.ac.ir

پیشگفتار:

مجموعه‌ای که پیش رو دارید مجموعه‌ای از اطلاعات فنی و تئوری مربوط به آزمایش‌ها و روش‌های راه‌اندازی ماشین‌های الکتریکی است. این مجموعه مشتمل بر دو بخش اصلی است:

۱- ماشین‌های DC (موتور و ژنراتور)

۲- ماشین‌های AC (ترانسفورماتورها، موتورهای القایی و ژنراتورهای سنکرون)

این مجموعه به صورت مجموعه‌ای از آزمایش‌ها تهیه شده است تا هم به عنوان دستور کار آزمایشگاه ماشین ۱ و ۲ و هم به صورت خود آموز راه‌اندازی موتورها و ژنراتورها بتواند مورد استفاده قرار گیرد. در این مجموعه برای هر آزمایش سه قسمت در نظر گرفته شده است:

الف: مقدمه و شرح آزمایش شامل بحث تئوری و نحوه انجام آزمایش.

ب: خواسته‌های آزمایش شامل مواردی که از دانشجو انتظار می‌رود پس از پایان آزمایش بتواند به آن‌ها دست یابد.

ج: سوال‌های آزمایش شامل سوال‌هایی که دانشجو در پایان آزمایش باید بتواند به آن‌ها پاسخ دهد.

دو قسمت آخر یعنی سوال‌های آزمایش و خواسته‌های آزمایش می‌تواند در جزوه‌ای جداگانه تحت عنوان گزارش کار تحویل مدرس گردد. مثال‌های عددی ذکر شده در آزمایش‌ها از ست‌های موجود در آزمایشگاه ماشین دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف آباد ساخت شرکت دانش پژوهان و آزمایشگاه ماشین دانشگاه آزاد اسلامی واحد خمینی شهر ساخت مرکز تخصصی برق و کامپیوتر تکاپو استخراج گردیده‌اند. مشخصات ست‌ها در ضمیمه آورده شده است. در این مجموعه تا حد ممکن، پارامترهای یادگیری آزمایشگاهی، تقویت نوآوری دانشجویان، ایمنی فردی دانشجویان و حفاظت دستگاه‌ها در نظر گرفته شده است. امید است توانسته باشیم با گردآوری این مجموعه گامی هر چند کوچک در جهت تقویت بنیه علمی و عملی دانشجویان و آماده سازی ایشان جهت ورود به بازار کار برداریم. در پایان از خانم رویا یوسفی که در تهیه این مجموعه و ویراستاری آن ما را یاری کردند کمال تشکر و سپاس‌گذاری را داریم.

یوسفی، اعتصامی

مهر ۱۳۹۱

فهرست:

بخش اول:	۱۵
ماشین‌های الکتریکی DC	۱۵
فصل اول:	۱۷
ماشین‌های الکتریکی DC از ساختمان تا راه‌اندازی	۱۷
۱- معرفی کلی ماشین‌های DC	۱۷
۱-۱ ساختمان ماشین‌های DC	۱۷
۲-۱ عکس‌العمل آرمیچر	۱۸
۳-۱ دسته‌بندی ماشین‌های DC	۱۸
۲- بررسی آزمایشگاهی	۱۹
۱-۲ آزمایش‌های مربوط به ژنراتور DC	۱۹
۲-۲ آزمایش‌های مربوط به موتور DC	۲۲
فصل دوم:	۲۷
آزمایش‌های ژنراتورهای الکتریکی DC	۲۷
آزمایش اول: ژنراتور تحریک مستقل	۲۷
آزمایش الف: آزمایش بی‌باری	۲۸
آزمایش ب: آزمایش بارداری	۳۰
آزمایش ج: محاسبه ولتاژ در بار ثابت	۳۲
خواسته‌های آزمایش	۳۴
سوال‌های آزمایش	۳۴
آزمایش دوم: ژنراتور شنت	۳۴
آزمایش الف: آزمایش بی‌باری	۳۷
آزمایش ب: مشخصه خروجی	۳۸
خواسته‌های آزمایش	۴۰
سوال‌های آزمایش	۴۰
آزمایش سوم: ژنراتور DC سری	۴۱
آزمایش مشخصه خروجی ژنراتور سری	۴۳
خواسته‌های آزمایش	۴۴
سوال‌های آزمایش	۴۴

- آزمایش چهارم: ژنراتور کمپوند..... ۴۵
- الف: مشخصه ولتاژ خروجی ژنراتور کمپوند اضافی..... ۴۷
- ب: مشخصه ولتاژ خروجی ژنراتور کمپوند نقصانی..... ۴۸
- ج: نحوه بدست آوردن مشخصه خروجی ژنراتور کمپوند..... ۴۸
- خواسته‌های آزمایش..... ۵۰
- سوال‌های آزمایش..... ۵۰
- فصل سوم:..... ۵۱
- آزمایش‌های موتورهای DC..... ۵۱
- آزمایش اول: موتورهای شنت و تحریک مستقل..... ۵۱
- ۱- مدار معادل موتور شنت و تحریک مستقل..... ۵۱
- ۲- کنترل سرعت موتور شنت و تحریک مستقل..... ۵۳
- ۱-۲ اضافه کردن یک مقاومت سری در مسیر آرمیچر..... ۵۴
- ۲-۲ تغییر ولتاژ آرمیچر..... ۵۴
- ۳-۲ تغییر شار ماشین..... ۵۵
- ۴-۲ محدوده عملکرد دو روش کنترل سرعت..... ۵۶
- آزمایش الف: تعیین مشخصه خروجی موتور شنت و تحریک مستقل..... ۵۶
- آزمایش ب: کنترل سرعت موتور شنت و تحریک مستقل..... ۵۹
- خواسته‌های آزمایش..... ۶۰
- سوال‌های آزمایش..... ۶۰
- آزمایش دوم: موتور DC سری..... ۶۱
- آزمایش تعیین مشخصه خروجی موتور سری..... ۶۲
- خواسته‌های آزمایش..... ۶۳
- سوال‌های آزمایش..... ۶۴
- آزمایش سوم: موتور DC کمپوند..... ۶۴
- آزمایش تعیین مشخصه خروجی موتور کمپوند..... ۶۷
- خواسته‌های آزمایش..... ۶۸
- سوال‌های آزمایش..... ۶۸
- آزمایش چهارم: محاسبه راندمان موتور DC به روش‌های مستقیم و غیر مستقیم..... ۶۹

خواسته‌های آزمایش ۷۱

سوال‌های آزمایش ۷۱

بخش دوم: ۷۳

ماشین‌های الکتریکی AC ۷۳

فصل چهارم: ۷۵

آزمایش‌های ترانسفورماتورهای تک فاز ۷۵

آزمایش اول: بررسی یک ترانسفورماتور تک فاز ۷۵

آزمایش الف: آزمایش بی‌باری ۷۷

آزمایش ب: آزمایش اتصال کوتاه ۷۸

آزمایش ج: آزمایش بارداری ۷۹

خواسته‌های آزمایش ۸۰

سوال‌های آزمایش ۸۱

آزمایش دوم: مشاهده شکل موج جریان تحریک ترانس و لوپ هیستریزیس بر روی اسیلوسکوپ

..... ۸۱

آزمایش الف: مشاهده جریان تحریک ترانسفورماتور ۸۳

آزمایش ب: مشاهده حلقه هیستریزیس هسته ترانس ۸۵

خواسته‌های آزمایش ۸۷

سوال‌های آزمایش ۸۷

فصل پنجم: ۸۹

آزمایش‌های ترانسفورماتورهای سه فاز ۸۹

آزمایش اول: شناسایی ترانس سه فاز ۸۹

آزمایش الف: شناسایی ترانس سه فاز آزمایشگاه ۸۹

آزمایش ب: شناسایی سرهای ترانس ۹۰

آزمایش ج: بدست آوردن پارامترهای نامی و نسبت تبدیل تک فاز ۹۰

آزمایش د: بررسی سرهای نقطه دار سمت اولیه ۹۲

آزمایش و: بررسی سرهای نقطه دار سمت ثانویه ۹۳

روش اول: ثانویه با اتصال ستاره ۹۳

روش دوم: ثانویه با اتصال مثلث ۹۴

خواسته‌های آزمایش ۹۶

.....	سؤالات آزمایش	۹۶
.....	آزمایش دوم: بررسی اتصالات و تعیین گروه ترانسفورماتور سه فاز	۹۷
.....	آزمایش الف: انواع اتصالات و نسبت تبدیل سه فاز	۹۷
.....	آزمایش ب: تعیین گروه ترانسفورماتور	۱۰۰
.....	روش تعیین گروه ولت متری	۱۰۱
.....	خواسته‌های آزمایش	۱۰۲
.....	سؤالات آزمایش	۱۰۲
.....	آزمایش سزم: بررسی تأثیر بارهای متقارن و نامتقارن در ترانس سه فاز	۱۰۲
.....	آزمایش الف: بار متقارن - محاسبه رگولاسیون	۱۰۲
.....	آزمایش ب: بررسی بار نامتقارن در ترانس سه فاز	۱۰۴
.....	خواسته‌های آزمایش	۱۰۸
.....	سوال‌های آزمایش	۱۰۸
.....	آزمایش چهارم: مدار معادل و بررسی هارمونیک‌های ترانسفورماتور سه فاز	۱۰۹
.....	آزمایش الف: بدست آوردن مدار معادل ترانس سه فاز	۱۰۹
.....	آزمایش ب: بررسی هارمونیک‌ها در ترانس سه فاز	۱۰۹
.....	آزمایش ج: تعیین امپدانس مؤلفه صفر ترانس سه فاز	۱۱۱
.....	آزمایش د: مشاهده شکل موج جریان هارمونیک سوم ترانسفورماتور سه فاز بر روی اسیلوسکوپ	۱۱۱
.....	خواسته‌های آزمایش	۱۱۲
.....	سوال‌های آزمایش	۱۱۳
.....	فصل ششم:	۱۱۵
.....	آزمایش‌های موتورهای القایی (آسنکرون)	۱۱۵
.....	آزمایش اول: محاسبه پارامترهای مدار معادل موتور القایی	۱۱۵
.....	آزمایش الف: آزمایش بی باری	۱۱۷
.....	آزمایش ب: آزمایش روتور قفل شده	۱۱۹
.....	آزمایش ج: بررسی تأثیر مقاومت راهانداز بروی گشتاور راهاندازی موتور القایی	۱۱۹
.....	خواسته‌های آزمایش	۱۲۰
.....	سوال‌های آزمایش	۱۲۰
.....	آزمایش دوم: تعیین مشخصه گشتاور سرعت موتور آسنکرون روتور قفسی	۱۲۰
.....	آزمایش الف: بدست آوردن ناحیه پایدار مشخصه گشتاور سرعت	۱۲۲

- آزمایش ب: گشتاور ماکزیمم در موتور القایی ۱۲۲
- خواسته‌های آزمایش ۱۲۷
- سوال‌های آزمایش ۱۲۷
- آزمایش سوم: اندازه گیری لغزش موتور آسنکرون ۱۲۷
- آزمایش الف: اندازه گیری لغزش با استفاده از سرعت موتور و فرکانس موتور ۱۲۸
- آزمایش ب: اندازه گیری لغزش با استفاده از پدیده استروفسکوپي ۱۲۹
- خواسته‌های آزمایش ۱۳۰
- سوال‌های آزمایش ۱۳۰
- آزمایش چهارم: موتور القایی موتور سیم پیچی شده سه فاز به عنوان یک ترانس سه فاز ۱۳۰
- آزمایش الف: آزمایش بی باری ۱۳۰
- آزمایش ب: آزمایش بارداري ۱۳۱
- خواسته‌های آزمایش ۱۳۲
- سوال‌های آزمایش ۱۳۳
- آزمایش پنجم: مشخصه گشتاور سرعت و کنترل دور موتور آسنکرون موتور سیم پیچی شده ۱۳۳
- آزمایش الف: آزمایش بارداري موتور موتور سیم پیچی شده ۱۳۴
- آزمایش ب: بررسی تأثیر مقاومت راهانداز بر کنترل سرعت ۱۳۶
- آزمایش پ: بررسی تأثیر مقاومت راهانداز بر جریان راهاندازی ۱۳۷
- خواسته‌های آزمایش ۱۳۸
- سوال‌های آزمایش ۱۳۹
- آزمایش ششم: ژنراتور القایی ۱۳۹
- آزمایش هفتم: راهاندازی موتور القایی تک فاز ۱۴۰
- آزمایش الف: راهاندازی اهمی سلفی (فاز شکسته) ۱۴۱
- آزمایش ب: راهاندازی خازن موقت و دائم ۱۴۲
- خواسته‌های آزمایش ۱۴۳
- سوال‌های آزمایش ۱۴۳
- فصل هفتم: ۱۴۵
- آزمایش‌های ژنراتورهای سنکرون ۱۴۵
- آزمایش اول: تعیین منحنی‌های بی باری و اتصال کوتاه ژنراتور سنکرون ۱۴۵
- آزمایش الف: تعیین منحنی O.C.C با مشخصه مغناطیسی ژنراتور ۱۴۵

۱۴۶	آزمایش ب: تعیین منحنی S.C.C یا مشخصه خارجی ژنراتور
۱۴۸	خواسته‌های آزمایش
۱۴۸	سؤالات آزمایش
۱۴۸	آزمایش دوم: بررسی افت ولتاژ در ژنراتور سنکرون
۱۵۰	خواسته‌های آزمایش
۱۵۰	سؤالات آزمایش
۱۵۰	آزمایش سوم: موازی کردن ژنراتور سنکرون با شبکه
۱۵۱	خواسته‌های آزمایش
۱۵۱	سوال‌های آزمایش
۱۵۳	ضمیمه ۱:
	مشخصات ست‌های آزمایشگاه ماشین دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف آباد ساخت شرکت
۱۵۳	دانش پژوهان پایا
۱۵۷	ضمیمه ۲:
	مشخصات ست‌های آزمایشگاه ماشین دانشگاه آزاد اسلامی واحد خمینی شهر ساخت شرکت
۱۵۷	تکاپو مدل KH10As
۱۶۱	مراجع