

بسم الله الرحمن الرحيم

آزمایشگاه مبانی مهندسی برق

تألیف: مهندس محمد وطنی

مهندس محمد وطنی مهندس علی کیانی

مدرسین دانشگاه فنی و حرفه‌ای

مرکز شهید رجایی (ره) کاشان

سرشناسه : وطنی، محمد، ۱۳۳۱ -
 عنوان و نام پدیدآور : آزمایشگاه مبانی مهندسی برق / تألیف محمد وطنی، علی کیانی.
 مشخصات نشر : کاشان: محتشم، ۱۳۹۱.
 مشخصات ظاهری : ۱۸۴ ص.: مصور، جدول.
 شابک : ۵۵۰۰۰ ریال: ۵-۷۱-۶۸۱۷-۶۸۴-۹۷۸
 وضعیت فهرست نویسی : فیپا
 موضوع : برق -- مهندسی -- دستنامه‌های آزمایشگاهی
 موضوع : مدارهای برقی -- دستنامه‌های آزمایشگاهی
 شناسه افزوده : کیانی، علی، ۱۳۳۲ -
 رده بندی کنگره : ۱۳۹۱ / ۶۴۴ / TK۱۴۷
 رده بندی دیویی : ۶۲۱/۳۰۲۰۲
 شماره کتابشناسی ملی : ۲۹۰۹۴۹۱

پست الکترونیک: Mohtasham.pub@gmail.com

صندوق پستی: ۸۷۱۳۵/۱۵۳۶



آزمایشگاه مبانی مهندسی برق

تألیف: مهندس محمد وطنی، مهندس علی کیانی

ناشر: انتشارات محتشم

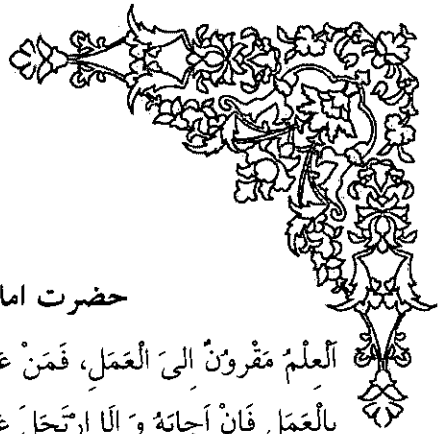
لیتوگرافی، چاپ و صحافی: چاپخانه دفتر تبلیغات اسلامی قم

نوبت چاپ: اول - تابستان ۱۳۹۱

تیراژ: ۲۰۰۰ نسخه قیمت: ۵۵۰۰۰ ریال

مرکز پخش: کاشان - خیابان امیرکبیر - ابتدای بلوار الغدير - غدیر ۱۸ - پلاک ۱

تلفن: ۰۹۱۳۳۶۱۰۸۱۰ - ۰۳۶۱۵۳۳۷۷۵۹



حضرت امام صادق علیه السلام:

اَلْعِلْمُ مَقْرُونٌ اِلَى الْعَمَلِ، فَمَنْ عَمِلَ عَمِلَ وَمَنْ عَمِلَ عَمِلَ، وَالْعِلْمُ يَهْتَفُ بِالْعَمَلِ فَاِنْ اَجَابَهُ وَاِلَّا ارْتَحَلَ عَنْهُ.

علم با عمل هم‌دوش است (نجات و رستگاری انسان به هر دو مربوط است)، هر که بداند باید عمل کند و هر که عمل کند باید بداند، علم عمل را صدا زند آنرا شنش گوید بماند و گرنه کوچ کند.

(اسماء کاتبی جلد اول - باب به کار بستن علم)

مثلاً کسی که می‌داند اطاعت خدا خوب و لازم است گویا همان دانستن او را به زیان حال صدا می‌زند و می‌گوید تو که می‌دانی اطاعت خدا خوبست اطاعت کن، اگر فرمان برد علمش ثابت و برجا می‌ماند و گرنه با شک و شبهه و فراموشی از میان برود.



تقدیم به پیشگاه معلمین و اساتید ارجمند

وظیفه خود می‌دانیم جایگاه رفیع و مقام بلند معلم را که به بلندای ابدیت است خدمت اساتید بزرگوار خودمان تبریک بگوئیم و به عنوان شاگردانی کوچک، مراتب قدردانی و سپاسگزاری خود را اعلام و از درگاه خداوند تبارک و تعالی و در ظل توجهات حضرت امام عصر «ارواحنا فداه» سلامتی و حسن عاقبت و سرافرازی آنان را آرزو کنیم.

چرا که: زبان شیرین هر سوسن و دهان معطر هر بنفشه و نستر، و پیام هر یاس خوشبو و کلام هر نرگس و شب‌بو، نسیم معطر هر پگاه و شمیم مُشکین هر سحرگاه، همه و همه شمه‌ای از عشق و ایثارِ معلم است. پس باید قدردان او و به یاد او باشیم که این «یاد» بزرگترین هدیه به پیشگاه معلم است چرا که:

هرگز نمیرد آن که دلش زنده شد به عشق
ثبت است بر جریده عالم دوام ما
بار خدایا، به درگاه بی نیاز تو، آنجا که همه نعمت است و نعمت نیست، همه عزت است و ذلت نیست، همه رفعت است و حضیض نیست، دست نیاز بر می داریم و از تو می‌خواهیم که:

به استادان ارجمندمان سلامتی و رفعت، به همکاران عزیزمان کامیابی و عزت، به دانشجویان عزیزمان کوشش و موفقیت، به خواهران و برادرانمان کامیابی و سعادت، به خاندانمان آبرو و برکت، به دوستانمان سلامت و عافیت، و به دشمنانمان انصاف و حسن عاقبت عطا کنی.

و بر این شاگردان و بندگان کوچک و عاصی منت گذاری و کلامی نافذ و روانی پاک، عبادتی بی‌ریا، ایمانی پر خلوص و روحی باصفا، فهمی تابناک و حیاتی دلپذیر، سرانجامی نیک و آخرتی مرحمت‌آمیز کرامت کنی و ... بار خدایا دمی ما را به خود وامگذار.

با توفیقات الهی

فهرست مطالب

نکاتی در مورد آزمایشگاه

فصل اول: ایمنی و حفاظت الکتریکی

- ۱-۱: برق گرفتگی و دلایل ایجاد شوک الکتریکی ۱۳
- ۲-۱: تعریف ایمنی - حفاظت از سیم‌ها و کابل‌ها ۱۴
- ۳-۱: حفاظت از مصرف کننده‌ها و دستگاه الکتریکی ۱۵
- ۴-۱: حفاظت انسان و حیوانات ۱۵
- پرسش‌ها ۱۸
- فصل دوم: انواع مقاومت الکتریکی و اندازه‌گیری مقادیر آن‌ها - اندازه‌گیری ولتاژ، جریان و توان
- ۱-۲: تعریف مقاومت ۱۹
- ۲-۲: آزمایش شماره ۱: اندازه‌گیری مقدار مقاومت با استفاده از کد رنگی و دستگاه اهمتر ۲۰
- ۳-۲: آزمایش شماره ۲: اندازه‌گیری مقدار مقاومت با استفاده از قانون اهم ۲۲
- ۴-۲: آزمایش شماره ۳: اندازه‌گیری مقدار مقاومت معادل در اتصالات سری، موازی ۲۳
- ۵-۲: آزمایش شماره ۴: اندازه‌گیری مقدار مقاومت با پل وینستون ۲۳
- ۶-۲: آزمایش شماره ۵: اندازه‌گیری مقدار مقاومت با پل تار ۲۴
- ۷-۲: آزمایش شماره ۶: اندازه‌گیری ولتاژ، جریان و توان ۲۵
- پرسش‌ها ۲۶

فصل سوم: مدار مقاومت و قوانین مربوطه در جریان مستقیم (DC)

- ۱-۳: مبانی ۲۷
- ۲-۳: آزمایش شماره ۱: بررسی قانون ولتاژ کیرشهف (KVL) ۲۹
- ۳-۳: آزمایش شماره ۲: بررسی قانون جریان کیرشهف (KCL) ۲۹
- ۴-۳: آزمایش شماره ۳: بررسی قانون جمع آثار ۳۰
- ۵-۳: آزمایش شماره ۴: بررسی مدار معادل تونن ۳۱

۳-۶: آزمایش شماره ۵: بررسی مدار معادل نورتن ۳۲

پرسش‌ها ۳۴

فصل چهارم: مدار RC - مدار RL در جریان مستقیم (DC)

۴-۱: مبانی ۳۵

۴-۲: آزمایش شماره ۱: چگونگی شارژ خازن و رسم منحنی‌های ولتاژ و جریان ۳۷

۴-۳: آزمایش شماره ۲: چگونگی دشارژ خازن و رسم منحنی‌های ولتاژ و جریان ۳۸

پرسش‌ها ۴۰

فصل پنجم: بررسی جریان الکتریکی متناوب سینوسی تک فاز

۵-۱: مبانی ۴۱

۵-۲: آزمایش شماره ۱: مشاهده و بررسی شکل موج ۴۳

۵-۳: آزمایش شماره ۲: بررسی مقادیر لحظه‌ای، مؤثر، متوسط ۴۴

۵-۴: آزمایش شماره ۳: بررسی مقادیر لحظه‌ای، مؤثر، متوسط برای امواج یکسو شده (نیم موج) ۴۴

۵-۵: آزمایش شماره ۴: بررسی مقادیر لحظه‌ای، مؤثر، متوسط برای امواج یکسو شده (تمام موج) ۴۵

۵-۶: آزمایش شماره ۵: بررسی اختلاف فاز بین دو فاز توسط سینوسکوپ ۴۵

پرسش‌ها ۴۶

فصل ششم: مدارهای RL، مدارهای RC سری و موازی

۶-۱: مبانی ۴۷

۶-۲: مدار RL سری ۴۸

۶-۳: مدار RL موازی ۴۹

۶-۴: آزمایش شماره ۱: بررسی ولتاژها در مدار RL سری ۵۱

۶-۵: آزمایش شماره ۲: بررسی جریان‌ها در مدار RL موازی ۵۲

۶-۶: آزمایش شماره ۳: بررسی ولتاژها در مدار RC سری ۵۲

۶-۷: آزمایش شماره ۴: بررسی جریان‌ها در مدار RC موازی ۵۳

پرسش‌ها..... ۵۴

فصل هفتم: بررسی مدارهای RLC سری و موازی

۱-۷: مبانی..... ۵۵

۲-۷: مدار RLC سری..... ۵۵

۳-۷: امپدانس (مقاومت ظاهری) Z ۵۶

۴-۷: ضریب توان مدار $(\cos \theta)$ ۵۷

۵-۷: رزونانس (تشدید) در مدار RLC سری..... ۵۷

۶-۷: مدار RLC موازی..... ۵۸

۷-۷: امپدانس (مقاومت ظاهری) Z ۵۹

۸-۷: ضریب کیفیت مدار $(Q.I)$ ۶۰

۹-۷: آزمایش شماره ۱: بررسی ولتاژها در مدار RLC سری..... ۶۱

۱۰-۷: آزمایش شماره ۲: بررسی جریان‌ها در مدار RLC موازی..... ۶۲

۱۱-۷: اندازه‌گیری زاویه اختلاف فاز توسط اسیلوسکوپ..... ۶۳

۱۲-۷: آزمایش شماره ۳: تعیین زاویه اختلاف فاز ولتاژ و جریان در مدار RL سری..... ۶۴

۱۳-۷: آزمایش شماره ۴: تعیین زاویه اختلاف فاز ولتاژ و جریان در مدار RC سری..... ۶۴

۱۴-۷: آزمایش شماره ۵: تعیین زاویه اختلاف فاز ولتاژ دو سر سلف و خازن در مدار LC سری..... ۶۵

۱۵-۷: آزمایش شماره ۶: تعیین زاویه اختلاف فاز ولتاژ و جریان در مدار RLC سری..... ۶۵

پرسش‌ها..... ۶۶

فصل هشتم: جریان الکتریکی متناوب سینوسی سه فاز

۱-۸: مبانی..... ۶۷

۲-۸: تبدیل اتصال ستاره - مثلث..... ۶۹

۳-۸: توان‌ها و اصلاح ضریب توان..... ۶۹

۴-۸: آزمایش شماره ۱: بررسی جریان‌ها در اتصال ستاره متعادل..... ۷۰

- ۵-۸: آزمایش شماره ۲: بررسی جریان‌ها در اتصال ستاره نامتعادل..... ۷۱
- ۶-۸: آزمایش شماره ۳: بررسی جریان‌ها در اتصال مثلث متعادل..... ۷۲
- ۷-۸: آزمایش شماره ۴: بررسی جریان‌ها در اتصال مثلث نامتعادل..... ۷۳
- ۸-۸: اندازه‌گیری توان در مدارهای سه فاز..... ۷۳
- ۹-۸: توان‌ها و اصلاح ضریب توان..... ۷۴
- ۱۰-۸: آزمایش شماره ۵: اندازه‌گیری توان سه فاز متعادل با سه واتمتر..... ۷۶
- ۱۱-۸: آزمایش شماره ۶: اندازه‌گیری توان سه فاز متعادل با یک واتمتر..... ۷۶
- ۱۲-۸: آزمایش شماره ۷: اندازه‌گیری توان سه فاز نامتعادل با سه واتمتر..... ۷۷
- ۱۳-۸: آزمایش شماره ۸: اندازه‌گیری توان سه فاز نامتعادل با دو واتمتر (روش آرون)..... ۷۷
- ۱۴-۸: آزمایش شماره ۹: اندازه‌گیری توان راکتیو سه فاز متعادل..... ۷۸
- ۱۵-۸: آزمایش شماره ۱۰: تعیین توان‌ها و اصلاح ضریب توان (ضریب قدرت)..... ۷۹
- ۱۶-۸: آزمایش شماره ۱۱: تعیین توان‌ها و اصلاح ضریب توان در یک موتور تکفاز..... ۷۹
- ۱۷-۸: آزمایش شماره ۱۲: تعیین توان‌ها و اصلاح ضریب توان در یک موتور سه فاز..... ۸۰
- پرسش‌ها..... ۸۲

فصل نهم: ترانسفورماتور تکفاز و سه فاز

- ۱-۹: مبانی..... ۸۳
- ۲-۹: آزمایش شماره ۱: آزمایش بی‌باری..... ۹۵
- ۳-۹: آزمایش شماره ۲: آزمایش اتصال کوتاه..... ۹۶
- ۴-۹: آزمایش شماره ۳: آزمایش بارداری..... ۹۷
- ۵-۹: آزمایش شماره ۴: تعیین گروه ترانسفورماتور..... ۹۹
- ۶-۹: آزمایش شماره ۵: تعیین گروه ترانسفورماتور..... ۹۹
- ۷-۹: آزمایش شماره ۶: تعیین گروه..... ۱۰۰
- ۸-۹: آزمایش شماره ۷:..... ۱۰۰

فصل دهم: ماشین‌های الکتریکی جریان مستقیم (DC)

- ۱۰-۱: ماشین‌های الکتریکی ۱۰۳
- ۱۰-۲: ماشین‌های جریان مستقیم ۱۰۵
- ۱۰-۳: ژنراتورهای جریان مستقیم ۱۰۷
- ۱۰-۴: ژنراتورهای با تحریک جداگانه ۱۰۸
- ۱۰-۵: آزمایش شماره ۱: آزمایش بی‌باری ژنراتور با تحریک جداگانه ۱۱۰
- ۱۰-۶: آزمایش شماره ۲: آزمایش بارداري ژنراتور با تحریک جداگانه ۱۱۱
- ۱۰-۷: ژنراتورهای جریان مستقیم با تحریک سر خود ۱۱۳
- ۱۰-۸: ژنراتورهای جریان مستقیم شنت ۱۱۳
- ۱۰-۹: آزمایش شماره ۳: آزمایش بی‌باری ژنراتور جریان مستقیم شنت ۱۱۸
- ۱۰-۱۰: آزمایش شماره ۴: آزمایش بارداري ژنراتور جریان مستقیم شنت ۱۲۰
- ۱۰-۱۱: ژنراتور جریان مستقیم سری ۱۲۲
- ۱۰-۱۲: آزمایش شماره ۵: آزمایش بارداري ژنراتور جریان مستقیم سری ۱۲۳
- ۱۰-۱۳: ژنراتور جریان مستقیم کمپوند ۱۲۵
- ۱۰-۱۴: آزمایش شماره ۶: آزمایش بی‌باری ژنراتور جریان مستقیم کمپوند ۱۲۸
- ۱۰-۱۵: آزمایش شماره ۷: آزمایش بارداري ژنراتور جریان مستقیم کمپوند ۱۲۹
- ۱۰-۱۶: موتورهای جریان مستقیم ۱۳۱
- ۱۰-۱۷: معادله گشتاور ۱۳۱
- ۱۰-۱۸: مشخصه گشتاور - دور در موتورهای جریان مستقیم شنت و تحریک جداگانه ۱۳۲
- ۱۰-۱۹: معادله سرعت در موتورهای شنت و تحریک جداگانه ۱۳۳
- ۱۰-۲۰: راندمان موتور شنت ۱۳۴
- ۱۰-۲۱: آزمایش شماره ۸: آزمایش بارداري موتور شنت ۱۳۵
- ۱۰-۲۲: آزمایش شماره ۹: آزمایش بی‌باری موتور شنت ۱۳۶
- ۱۰-۲۳: مشخصه گشتاور - دور موتورهای جریان مستقیم سری ۱۳۸

۱۰-۲۴: گشتاور الکترومغناطیسی و گشتاور مفید موتور سری..... ۱۳۹

۱۰-۲۵: راندمان موتور سری..... ۱۳۹

۱۰-۲۶: آزمایش شماره ۱۰: آزمایش بارداری موتور سری ۱۴۰

۱۰-۲۷: آزمایش شماره ۱۱: آزمایش بارداری موتور کمپوند ۱۴۴

۱۰-۲۸: پرسش‌ها ۱۴۸

فصل یازدهم: ماشین های الکتریکی جریان متناوب AC آسنکرون

۱۱-۱: ماشین های الکتریکی سه فاز ۱۴۹

۱۱-۲: آزمایش شماره ۱: آزمایش بی باری موتور آسنکرون ۱۵۴

۱۱-۳: آزمایش شماره ۲: آزمایش اتصال کوتاه موتور آسنکرون (آزمایش رتور قفل شده)..... ۱۵۵

۱۱-۴: آزمایش شماره ۳: آزمایش بارداری موتور آسنکرون ۱۵۷

۱۱-۵: آزمایش DC ۱۶۳

۱۱-۶: آزمایش شماره ۱: آزمایش بی باری موتور AC کرپل شده با ژنراتور سنکرون ۱۷۷

۱۱-۷: آزمایش شماره ۲: آزمایش بی باری ژنراتور سنکرون ۱۷۸

۱۱-۸: آزمایش شماره ۳: آزمایش اتصال کوتاه ژنراتور سنکرون ۱۷۹

۱۱-۹: آزمایش شماره ۴: آزمایش بارداری ژنراتور سنکرون ۱۸۰

۱۱-۱۰: آزمایش شماره ۵: آزمایش موتور سنکرون ۱۸۴

پرسش‌ها ۱۸۴