



سری طلای برق

ماشین های الکتریکی

دفتر مرکزی سری برق
(مرکز بخش و توزیع کتاب):
مشهد، بلوار احمدآباد،
رضا، پلاک ۸۳
تلفن: ۰۵۱۱-۷۶۲۵۰۸۰
و ۰۹۳۰۷۷۶۵۰۸۰
مدیر پروژه:
۰۹۱۵۴۴۰۹۷۰۰



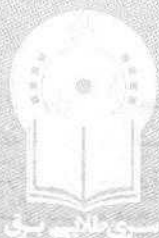
انتشارات نسیم آفتاب: مشهد،
خیابان دانشگاه، دانشگاه ۲۰
پلاک ۱۱۰، طبقه اول
تلفن: ۰۵۱۱-۲۲۵۷۴۳۰

www.Seriebargh.com

سرشناسه	: مصلحی بجستان، مهران
عنوان و نام پدیدآور	: ماشین های الکتریکی / مولف مهران مصلحی بجستان؛ مدیر تألیف عباس شفیعی
مشخصات نشر	: مشهد: نسیم آفتاب، ۱۳۹۳.
مشخصات ظاهری	: ۳۲۰ص: مصور (رنگی)، جدول (رنگی)، ۲۲×۲۹سم.
فروست	: سری برق.
شابک	: ۹۷۸-۶۰۰-۶۸۹۴-۱۱-۹
وضعیت فهرست نویسی	: فیبا
یادداشت	: کتابنامه: ص ۳۱۲-۳۲۰.
موضوع	: دانشگاه ها و مدارس عالی - ایران - آزمون ها
موضوع	: ماشین آلات برقی - آزمون ها و تمرین ها (عالی)
موضوع	: ماشین آلات برقی - راهنمای آموزشی (عالی)
موضوع	: آزمون دوره های تحصیلات تکمیلی - ایران
شناسه افزوده	: شفیعی، عباس، ۱۳۵۵
رده بندی کنگره	: ۲۱۳۹۳/۲۴۵۳LB/۵۴۴۴۳۶م
رده بندی دیویی	: ۳۷۸/۱۶۶۴
شماره کتابشناسی ملی	: ۳۴۴۴۵۸۹

ناشر	: انتشارات نسیم آفتاب
عنوان کتاب	: ماشین های الکتریکی
مدیر پروژه	: علی خسروی
مدیر تألیف	: عباس شفیعی
مؤلف	: مهران مصلحی بجستان
ناظر فنی چاپ	: محمدامین نجانی مقدم
واژه نگار و صفحه آرا	: زهرا نوری دهنوی
طراح شکل	: سیده زهرا تقدیسی
طراح جلد و گرافیک	: طیبه رضوانی
لیتوگرافی و چاپخانه	: گویا اسکنر، چاپ معین
شابک	: ۹۷۸-۶۰۰-۶۸۹۴-۱۱-۹
نوبت چاپ	: اول (۱۳۹۳)
شمارگان	: ۱۰۰۰ نسخه
قیمت	: ۲۸۵۰۰ تومان

- هرگونه چاپ و تکثیر (اعم از: زیراکس، بازنویسی، ضبط کامپیوتری، تهیه CD) از محتویات این اثر بدون اجازه کتبی مدیر پروژه ممنوع است.
- متخلفان به موجب بند ۵ از ماده ۲ قانون حمایت از مولفان، مصنفان و هنرمندان تحت پیگرد قانونی قرار می گیرند.
- کلیه حقوق مادی و معنوی این اثر متعلق به مدیر پروژه این اثر می باشد.



شکر و سپاس خداوند یکتا و بی همتایی را که توفیق عنایت فرمود پس از کوشش و ممارست فراوان، موفق به ارائه مجموعه‌ای به واقع بی نظیر در عرصه علوم دانشگاهی و در جهت ارتقاء سطح علمی دانشجویان و مهندسان برق گرامی شویم.

تخفیف اول کتاب های آمادگی آزمون کارشناسی ارشد

اولین گام سری برق در پهنه‌ی آموزش عالی کشور، تألیف کتاب‌های آمادگی آزمون کارشناسی ارشد در سطحی متمایز بود، سال‌هاست که همکاران عزیز ما در عرصه انتشار کتاب‌های دانشگاهی، خدمت به جوانان ایران زمین را سرلوحه کار خود قرار داده‌اند. چاپ و نشر کتاب همواره با مشکلات و سختی‌های فراوان مواجه بوده و تنها اراده‌ای مستحکم و عزمی جزم، آن را امکان‌پذیر می‌سازد. موسسه سری برق با هدف ارائه شیوه‌های مدرن آموزشی و منطبق با تکنیک‌های به روز شده، بعنوان نخستین مجموعه‌ی تخصصی مهندسی برق از سال ۱۳۸۸ پا به عرصه‌ی آموزش نهاد و از سال ۱۳۹۰ فعالیت رسمی خود را جهت نیل به اهداف والای علمی و آموزشی آغاز نمود و به سرعت جهت تکمیل ارائه خدمات گام برداشته است. پایبندی به اصول اخلاقی و حرفه‌ای، شناخت صحیح از نیازهای مخاطبین و همکاری با اساتید برجسته از ویژگی‌های موسسه سری برق می‌باشد. از سویی دیگر گروه آموزشی جوان و فعال مؤسسه سری برق، به‌عنوان یک قطب جدید و کاملاً موفق در مهندسی برق در سالیان اخیر مطرح شده‌اند.

اهداف بلند مدت و مسجّم سری برق در زمینه نشر کتب تخصصی مهندسی برق و همچنین فعالیت در کنکور کارشناسی ارشد، تولید بخش آینده‌ای درخشان و ایجاد فضایی متفاوت برای مهندسان برق است. آنچه در این راستا برای ما پراهمیت بود، نتیجه کار و حاصلی بود که در اختیار دانشجویان عزیز قرار می‌گرفت، که رضایت خاطر آن‌ها محل آرامش هر وجدان بیدار و متعهدی می‌باشد. دانشجویان ما لیاقت آن را دارند که با صرف کمترین زحمت ممکن، بیشترین بهره را از مطالعه یک کتاب ببرند و می‌بایست کتابی کم نقص، پرمحتوا و شاید جذاب در کنار خود ببینند. در همین راستا یک سری کامل از کتاب‌های آزمون کارشناسی ارشد مهندسی برق توسط سری برق تقدیم گردید. در این مجموعه کتاب‌های ریاضیات مهندسی، تجزیه و تحلیل سیستم‌ها، مدارهای الکتریکی، الکترونیک، الکترومغناطیس، سیستم‌های کنترل خطی، ماشین‌های الکتریکی و بررسی سیستم‌های قدرت، حاصل تلاش ما در درس تخصصی مهندسی مهندسی برق است.

ویژگی‌های مجموعه کتاب‌های آمادگی آزمون کارشناسی ارشد سری برق:

- شرح روان و کامل درس، بصورت مسجّم و قوی جهت درک بهتر مطالب.
- ارائه روش‌های حل ابداعی و اختصاری در مباحث درسنامه و راه حل کوتاه مسائل گوناگون.
- ارائه تمرین‌های متنوع در متن درسنامه جهت تفهیم و تثبیت موضوع درسی در تمام فصول.
- ایجاد ایستگاه نکته و تست بصورت میکروطبقه‌بندی شده (بانک تست کامل) در پایان هر فصل از کتاب.
- طبقه‌بندی کلیه سؤالات آزمون‌های کارشناسی ارشد مهندسی برق و رشته‌گرایش مرتبط با مهندسی برق.
- ارائه تست‌های تألیفی همراه با دیدگاه‌های جدید طراحان، با نام «تست جهت دستیابی به تسلط بیشتر».

• راجع به خدمات آموزشی موسسه سری برق بیشتر بدانیم



نخستین دو هفته کلاس های آمادگی آزمون کارشناسی ارشد

به دنبال استقبال فراوان دانشجویان و مهندسان عزیز از کتاب های سری برق و همکاری مجموعه با مولفان نام آشنا که به عنوان برترین اساتید کنکور کارشناسی ارشد در سال های اخیر مطرح هستند و نیز با توجه به تجربیات کسب شده توسط اعضای گروه آموزشی سری برق و همچنین نتایج درخشان دانشجویان اساتید سری برق در آزمون کارشناسی ارشد، امسال نیز این مجموعه قصد دارد تا با برگزاری کلاس های آمادگی کنکور کارشناسی ارشد برق به اعتماد دانشجویان عزیز پاسخ درخور و شایسته ای دهد.

این کلاس ها در دو دوره ی تابستان (شروع کلاس ها در تیرماه) و پائیز (شروع کلاس ها در مهرماه) توسط اساتید سری برق که اکثر آنها بطور انحصاری با مجموعه همکاری می کنند، ارائه می گردد. هدف مجموعه سری برق از برگزاری دوره های فوق، رساندن داوطلبان گرامی به سطح آمادگی مطلوب جهت شرکت در آزمون کارشناسی ارشد است. گروه آموزشی سری برق با برگزاری کلاس های آمادگی کنکور کارشناسی ارشد، خدمات زیر را ارائه می نماید:

- برگزاری کلاس های کامل کنکور با حضور اساتید مولف و اصلی که شامل: تدریس کامل و جامع مطالب درسی مورد نیاز برای آزمون در هر درس، ارائه نکات کنکوری و راه حل های سریع جهت پاسخگویی به تست ها، حل تست های متنوع تالیفی و بررسی سوالات آزمون های کارشناسی ارشد سال های قبل است.
- برگزاری آزمون های کلاسی جهت حفظ آمادگی دانشجویان در طول دوره.
- برگزاری کلاس های حل تمرین در حین دوره و پس از دوره با حضور اساتید.
- برگزاری جلسات مشاوره و برنامه ریزی درسی توسط اساتید و مشاوران تحصیلی سری برق.
- برگزاری کلاس های جمع بندی، نکته و تست در پایان کلاس های دوره یا حضور اساتید مولف.

جهت آمادگی هرچه بیشتر داوطلبان گرامی و نیز شبیه سازی موقعیت و فضای کنکور کارشناسی ارشد، مجموعه سری برق اقدام به برنامه ریزی و برگزاری آزمون های آزمایشی کشوری نموده است. هدف اصلی از برگزاری این آزمون ها، تسلط و افزایش آمادگی برای آزمون اصلی، ایجاد انگیزه و اعتماد به نفس و نیز تقویت قدرت حافظه ی دانشجویان عزیز می باشد.

داوطلبان گرامی می توانند با مراجعه به www.serieharghi.com یا www.serieharghi.com با سری برق در ارتباط باشند.

www.serieharghi.com

از چگونگی ثبت نام، مراکز مجری برگزاری در هر شهر، سرفصل آزمون ها، منطق آزمون ها، تاریخ ها و خدمات جانبی مشاوره ای آزمون، اطلاعات کافی را بدست آورند.

• راجع به خدمات آموزشی موسسه سری برق بیشتر بدانیم



• تنها راه ارتباطی سریع و مطمئن با سری برق، وب سایت رسمی این مجموعه می باشد.

سری برق ضمن توجه به ارتقاء سطح کیفی کلاس ها، استفاده از اصول آموزش مدرن را سرلوحه فعالیت های خود قرار داده است و برای پیشبرد این هدف، قویترین سایت تخصصی و آموزشی مهندسی برق را ایجاد نموده تا مهندسان و دانشجویان گرامی در فضایی متفاوت، به شکلی بهتر بتوانند از مجموعه خدمات آموزشی این مؤسسه در عرصه های مختلف بهره گیرند. آنچه در این سایت خواهید دید، فضایی کاملاً پویا و به روز، حاوی تمامی خدمات و اطلاع رسانی ها، پیرامون مجموعه سری برق می باشد، به عبارت دیگر مهندسان گرامی در هر نقطه ای از کشور می توانند با بهره گیری از دسترسی ها در سایت، به سهولت از خدمات مؤسسه استفاده نمایند.

• جهت دریافت مجوز استفاده از سری برق می توانید به یکی موارد زیر اقدام نمایید.

۱- ارسال درخواست PDF صفحات کتاب ها به صورت رایگان.

۲- ارائه مشاوره تخصصی توسط مشاورین بصورت آنلاین و آفلاین.

۳- طرح آخرین اخبار مؤسسه در زمینه تازه های نشر، اخبار نمایشگاه های

اختصاصی کتاب، همایش های سری برق و اطلاعیه مراکز ثبت نام کلاس های کنکور و آزمون های آزمایشی در شهرهای مختلف کشور مانند تهران، مشهد، اصفهان، شیراز، گرگان و ... همچنین انعکاس اطلاعیه های سازمان سنجش آموزش کشور در زمینه آزمون های کارشناسی ارشد و دکتری.

۴- جهت ارتباط بیشتر دانشجویان و اساتید با یکدیگر.

۵- آشنایی با تمامی گرایش های کارشناسی ارشد رشته مهندسی برق.

۶- داوطلبان گرامی می توانند تمامی کتاب ها و محصولات سری

برق و نیز دفترچه های کنکور و آزمون های آزمایشی را از فروشگاه سایت خریداری نمایند و در فاصله زمانی کمتر از ۷۲ ساعت در محل مورد نظرشان در هر نقطه از کشور تحویل بگیرند.

۷- نماینده رسمی سری برق در هر شهر یک صفحه اختصاصی

وب، همراه با اطلاعات کامل دارا می باشد.

۸- معرفی مراکز معتبر فروش و بخش کتاب به صورت عمده و

تک فروشی در هر شهر.

۹- نحوه ثبت نام در کلاس های آمادگی آزمون و ثبت نام آزمون های

آزمایشی کارشناسی ارشد سری برق.

۱۰- کارنامه رتبه های برتر و دانشگاه محل قبولی آنها.

مهندسان و دانشجویان گرامی می توانند با ورود به سایت سری برق از کلیه خدمات ارائه شده بصورت نامحدود استفاده نمایند.

آنچه بیان شد گوشه ای از دسترنج و زحمات بی کران گروهی می باشد که تنها هدفشان، همراهی شما عزیزان تا مقصود نهایی است.

آرزو مند موفقیتان هستیم...

ماشین‌های الکتریکی را می‌توان یکی از اصلی‌ترین و پرکاربردترین دروس مهندسی برق دانست که دانشجویان این رشته در تمامی گرایش‌ها ملزم به گذراندن آن می‌باشند. در تمام صنایع مختلف می‌توان ردپایی از ماشین‌های الکتریکی را مشاهده کرد، لذا یادگیری مفاهیم مقدماتی و بنیادی عملکرد ماشین‌های الکتریکی برای تمامی مهندسی برق فارغ از گرایش آن‌ها امری واجب و الزامی است. از سوی دیگر ماشین‌های الکتریکی ۱ و ۲ از جمله دروس مطرح شده در آزمون‌های ورودی مختلف نظیر کارشناسی ارشد، دکتری و با آزمون‌های خاص دیگر (مانند آزمون‌های استخدامی سازمان‌ها و شرکت‌های گوناگون) می‌باشد که خود بر اهمیت این درس نزد دانشجویان و فارغ‌التحصیلان مهندسی برق افزوده است.

آن‌چه به عنوان مفاهیم ماشین‌های الکتریکی در دسترس ماست، حاصل سال‌ها تجربیات عملی مهندسين برق می‌باشد. بنابراین اگر صرفاً به صورت نظری به این درس پرداخته شود، نمی‌توان به نتیجه قابل‌قبولی از آموزش آن دست یافت. از سوی دیگر حل مسائل ماشین‌های الکتریکی که در آزمون‌های مختلف مطرح می‌شوند، نیازمند درک صحیح و عمیق مفاهیم آن است؛ به گونه‌ای که دانشجوی مهندسی برق با یادگیری تنها چند رابطه و مفهوم مقدماتی قادر به کسب نتیجه رضایت‌بخشی در این درس نیست. بنابراین در نگارش کتاب حاضر سعی شده با نگاهی جامع و وسیع به مفاهیم ماشین‌های الکتریکی نگریسته شود. در این کتاب سرفصل‌های ماشین‌های الکتریکی ۱ و ۲ مصوب وزارت علوم، تحقیقات و فناوری به صورت کامل بررسی می‌شوند. سپس در انتهای هر بخش با تأکید بر بیان تمامی نکات درسی، دانشجو با حل مسائل انتخابی آزمون‌های کارشناسی ارشد (سراسری و آزاد) و دکتری که به صورت طبقه‌بندی شده در متن هر بخش در برنامه‌ها حل شده‌اند، برای پاسخ‌گویی به سؤالاتی که ممکن است از آن مبحث در آزمون‌های مختلف مطرح شوند، آماده می‌شود. در انتهای هر فصل پس از ذکر خلاصه‌ای جامع از تمامی مطالب در برنامه آن فصل و ذکر نکات پرکاربردی که می‌تواند در حل سریع مسائل راه‌گشا باشد، سؤالات آزمون‌های کارشناسی ارشد سراسری و آزاد به صورت طبقه‌بندی شده حل می‌شوند.

در تدوین کتاب حاضر از مراجع معتبر زیادی که در زمینه ماشین‌های الکتریکی موجود می‌باشند، استفاده گردیده است؛ به گونه‌ای که این کتاب نه تنها برای داوطلبان آزمون‌های ورودی، بلکه برای دانشجویان و مهندسين برق نیز می‌تواند مفید باشد. همانند هر اثر دیگری، این کتاب نیز خالی از نقص نیست. لذا از تمامی خوانندگان و مهندسين گرامی خواهشمندم با نظرات سازنده خود ما را یاری نمایند. در پایان از تمامی همکارانم در تدوین و نشر این کتاب به ویژه جناب آقای مهندس خسروی مدیریت محترم انتشارات سری برق تشکر و قدردانی می‌نمایم.



فصل سوم: ماشین‌های جریان مستقیم (DC)

۱۲۶	مقدمه
۱۲۷	۱-۲ ساختار ماشین جریان مستقیم (DC)
۱۲۷	۲-۲ سیم پیچی ماشین DC
۱۳۲	۳-۲ فرایند کموتاسیون
۱۳۴	۴-۲ واکنش آرمیچر
۱۳۸	۵-۲ ولتاژ آرمیچر
۱۳۹	۶-۲ گشتاور حاصله توسط آرمیچر
۱۴۰	۷-۲ منحنی مغناطیس شونده‌گی (بی‌باری) ماشین DC
۱۴۰	۸-۲ طبقه بندی ماشین‌های DC
۱۶۹	۹-۲ پخش توان و بازده در ماشین‌های DC
۱۷۴	۱۰-۲ راه‌اندازی موتورهای DC
۱۷۷	۱۱-۲ کنترل سرعت موتورهای DC
۱۸۶	۱۲-۲ روش‌های ترمز موتورهای DC
	۱۳-۲ بررسی عملکرد موتورهای DC در حالت تغذیه با منبع
۱۸۹	مقابله (AC)
۱۹۰	ایستگاه تخته و تست فصل سوم
۲۱۵	پاسخ تست‌های فصل سوم

فصل چهارم: ترانسفورماتورها

۲۵۸	مقدمه
۲۵۸	۱-۴ مفاهیم اولیه
۲۵۹	۲-۴ انواع ترانسفورماتورها
۲۶۱	۳-۴ عملکرد ترانسفورماتور در شرایط بی‌باری و بارگذاری
۲۶۶	۴-۴ ترانسفورماتور ایده آل
۲۷۰	۵-۴ ترانسفورماتور واقعی و مدار معادل آن
۲۷۶	۶-۴ تعیین بارهای مدار معادل ترانسفورماتور
۲۸۰	۷-۴ تلفات و توان نامی ترانسفورماتور
۲۸۱	۸-۴ سیستم یکایی یا پروینیت (p.u)

فصل اول: مدارهای مغناطیسی

۱۰	مقدمه
۱۰	۱-۱ تعاریف مقدماتی و قوانین حاکم بر سیستم‌های مغناطیسی
۱۵	۲-۱ رابطه بین شدت میدان و چگالی میدان مغناطیسی
۱۵	۳-۱ دسته بندی مواد از نظر خواص مغناطیسی
۱۶	۴-۱ مقاومت مغناطیسی یا رلوکتانس
۱۷	۵-۱ مدارهای مغناطیسی
۱۸	۶-۱ تحلیل مدارهای مغناطیسی
۲۲	۷-۱ شکستگی شار یا اثر لبه‌ها
۲۳	۸-۱ پراکنندگی با نشتی شار مغناطیسی
۲۴	۹-۱ اندوکتانس یا ضریب القا
۲۹	۱۰-۱ ولتاژ القایی در سیم‌پیچ‌ها
	۱۱-۱ مقایسه مدارهای مغناطیسی با منابع تحریک AC و DC
۳۷	نقطه نظر شار و جریان تحریک
۳۹	۱۲-۱ انرژی و تلفات انرژی در مدارات مغناطیسی
۴۳	۱۳-۱ هارمونیک در مدارهای مغناطیسی
۴۵	ایستگاه تخته و تست فصل اول
۵۲	پاسخ تست‌های فصل اول

فصل دوم: اصول تبدیل انرژی الکترومکانیکی

۶۰	مقدمه
۶۱	۱-۲ فرایند تبدیل انرژی الکترومکانیکی
۶۲	۲-۲ شرح ترسیمی تبدیل انرژی الکترومکانیکی
۶۳	۳-۲ شبه انرژی (کو انرژی)
۶۷	۴-۲ محاسبه نیرو (یا گشتاور) در یک میدل الکترومکانیکی
۷۶	۵-۲ اصول کار ماشین‌های دوار
۹۱	۶-۲ گشتاور از دیدگاه میدان مغناطیسی و شرایط وجودی آن
۹۳	ایستگاه تخته و تست فصل دوم
۱۰۷	پاسخ تست‌های فصل دوم



۲۸۳	 ۹-۴ تنظیم ولتاژ ترانسفورماتور (Voltage Regulation)
۲۸۹	 ۱۰-۴ بارده ترانسفورماتور
۲۹۶	 ۱۱-۴ بررسی حالت اتصال کوتاه ترانسفورماتور
۲۹۷	 ۱۲-۴ اتوترانسفورماتور
۳۰۸	 ۱۳-۴ عملکرد مواری ترانسفورماتورها
۳۱۶	 ۱۴-۴ ترانسفورماتورهای سه فاز
۳۳۱	 ایستگاه نکته و تست فصل چهارم
۳۵۲	 پاسخ تست‌های فصل چهارم

فصل پنجم: ماشین‌های القایی (آسنکرون)

۳۸۲	 مقدمه
۳۸۳	 ۱-۵ مفاهیم اولیه
۳۸۳	 ۲-۵ تئوری میدان مغناطیسی دوار یا گردان
۳۸۸	 ۳-۵ لغزش در ماشین‌های القایی
۳۹۳	 ۴-۵ نواحی عملکرد ماشین القایی
۳۹۵	 ۵-۵ مدار معادل موتور القایی
۴۰۲	 ۶-۵ تعیین کمیات مدار معادل موتور القایی
۴۰۵	 ۷-۵ توان در ماشین‌های القایی
۴۱۳	 ۸-۵ گشتاور در ماشین‌های القایی
۴۱۹	 ۹-۵ بررسی پایداری موتورهای القایی
۴۲۳	 ۱۰-۵ اثرات مقاومت روتور بر عملکرد موتورهای القایی
۴۲۸	 ۱۱-۵ راه‌اندازی موتورهای القایی
۴۳۲	 ۱۲-۵ کنترل سرعت موتورهای القایی
۴۳۸	 ۱۳-۵ هارمونیک در موتورهای القایی
۴۴۳	 ایستگاه نکته و تست فصل پنجم
۴۶۴	 پاسخ تست‌های فصل پنجم
۴۹۶	 فهرست منابع و مآخذ