

بررسی سیستم‌های قدرت

شامل:

- متن کامل درس بر اساس سرفصل‌های مصوب وزارت علوم
- مسائل مفید و نمونه تست‌ها همراه با حل تشریحی
- مسائل تکمیلی همراه با حل تشریحی

مؤلف: وحید کریم‌پور

سرشناسه	: کریم پور، وحید، ۱۳۶۳ -
عنوان و نام پدیدآور	: بررسی سیستم های قدرت / مولف وحید کریم پور؛ [به سفارش] مؤسسه آموزش عالی آزاد پارسه.
مشخصات نشر	: تهران: حرکت نو، ۱۳۹۱.
مشخصات ظاهری	: ۲۰۰ ص.: مصور (بخشی رنگی)، نمودار (بخشی رنگی).
شابک	: ۹۷۸-۶۰۰-۶۳۴۷-۸۰-۶
یادداشت	: کتابخانه
وضعیت فهرست نویسی	: فیا
موضوع	: دانشگاه ها و مدارس عالی -- ایران -- آزمون ها
موضوع	: برق -- سیستم ها -- آزمون ها و تمرین ها (عالی)
موضوع	: برق -- سیستم ها -- راهنمای آموزشی (عالی)
موضوع	: آزمون دوره های تحصیلات تکمیلی -- ایران
شناسه افزوده	: مؤسسه آموزش عالی آزاد پارسه
رده بندی کنگره	: ۱۳۹۱ ف۴ ۳۸۱۷/۵ LB۲۴۵۳
رده بندی دیویی	: ۳۷۸/۱۶۶۴
شماره کتابشناسی ملی	: ۲۸۷۱۹۲۱

عنوان کتاب	: بررسی سیستم های قدرت
مؤلف	: وحید کریم پور
ناشر	: حرکت نو
نوبت چاپ	: اول - ۱۳۹۱
شمارگان	: ۲۰۰۰
طرح جلد	: مؤسسه آموزش عالی آزاد پارسه
قیمت	: ۲۰۰۰۰ تومان
شابک	: ۹۷۸-۶۰۰-۶۳۴۷-۸۰-۶
لینوگرافی، چاپ و صحافی	: شرکت چاپ و انتشارات راه فردا www.Rahefarda.co.ir
تمام حقوق مادی و معنوی این اثر متعلق به مؤسسه آموزش عالی آزاد پارسه است.	
هر گونه چاپ و تکثیر از محتویات این اثر بدون اجازه کتبی مؤسسه آموزش عالی آزاد پارسه ممنوع است، متخلفان به موجب بند ۵ از ماده قانون حمایت از مؤلفان و مصنفان و هنرمندان تحت پیگرد قانونی قرار می گیرند.	
نقل مطالب این اثر با ذکر منبع بلامانع است.	

یادداشت ناشر

خرد دست گیرد به هر دو سرای
تو بی چشم شادان جهان نسپری
به گیتی بیوی و به هر کس بگوی
از آموختن یک زمان نغسوی
فردوسی

خرد رهنمای و خرد دلگشای
خرد چشم جان است چون بنگری
به گفتار دانشدگان راه جوی
ز هر دانش چون سخن بشوی

در دنیایی زندگی می‌کنیم که تکنولوژی به پیش‌پاافتاده‌ترین جنبه‌های زندگی‌مان سرک می‌کشد و همه مرزهایش را درنوردیده، در این میانه دسترسی به متون و منابع نگارشی با یک کلیک میسر می‌شود و هر فرد می‌تواند صاحب کتابخانه‌ای بزرگ باشد، اما با تمام این تفاسیر، آنچه شگفت‌انگیز است میل انسانها به داشتن و خواندن کتاب‌های واقعی است، کتاب‌هایی از جنس کاغذ و جوهر که سالهاست از نسلی به نسل دیگر در سفرند و چرخ‌های سترگ تکنولوژی را به حرکت درمی‌آورند. شاید این خاصیت کاغذ و جوهر است که گویی با علم و دانش پیمانی ناگسستنی بسته است، اتاق اساتید بزرگ دانشگاه را که نگاه می‌کنی نخستین و برجسته‌ترین نکته‌ای که نظرت را جلب می‌کند کتابخانه‌های غنی و کتب منبع آنهاست که همگی شاید یادگار روزگار دانشجویی و علم‌آموزیشان بوده است.

مؤسسه آموزش عالی آزاد پارسه نیز آرزو دارد کتابهایش همواره همراه شما باشند از این روست که حداکثر تلاش خود را کرده تا این کتابها علاوه بر دربرگیری همه نکاتی که برای یک دانشجوی کنکوری مورد نیاز است با بیانی روان و قابل فهم کلیه مطالب و مباحث آکادمیک را شرح و بسط دهد تا خواننده را از رجوع به کتابهای مشابه بی‌نیاز کند و سالها در کتابخانه‌های شما به عنوان مرجعی ماندگار و جامع حضور داشته باشد.

پارسه دغدغه‌ای دیگر نیز دارد، امروز که اکثریت نسل جوان جامعه ما دارای تحصیلات عالی هستند، جای تفکر و تأمل بسیار است که سرانه کتاب و کتابخوانی هر ایرانی از جایگاه نازلی در میان دیگر کشورهای دنیا برخوردار باشد. این حقیقت تلخ تر می‌نماید وقتی نگاهی به پیشینه فرهنگ و هنر در این مرز و بوم بیاندازیم که هیچ کس نمی‌تواند منکر برجستگی و شکوهش باشد. شاید وظیفه هر انسان دلسوز و نهاد آموزشی و فرهنگی این است که در راه احیای مجدد این فرهنگ گام بردارد چرا که این قدم‌ها هر چند کوچک هم که باشد می‌تواند مقدمه‌ای گردد برای خیزی بلند و سرافرازانه به جایگاه مرتفع اسلاف بزرگ و ماندگارمان. پارسه نیز بر خود بایسته می‌داند با رویکردهای فرهنگی، مانند اهدا کتاب و تجهیز کتابخانه‌ها به سهم خود در پیشبرد این جریان همت گمارد و امیدوار است در آینده نزدیک شاهد شکوفایی دوباره این فرهنگ فاخر در کشورمان باشد. در پایان از زحمات جناب آقای عباس ثامنی و سرکار خانم فاطمه افشار به عنوان تیم طراحی جلد مجموعه کتاب‌های کنکوری جدید پارسه تقدیر و تشکر به عمل می‌آید.

مؤسسه آموزش عالی آزاد پارسه از شما تقاضا دارد تا نظرات و پیشنهادات خود را در مورد کتابهای این مؤسسه به پست الکترونیکی به آدرس CRM@parseh.ac.ir ارسال کنید تا هر روز و با یکدیگر به سمت بهتر شدن پیش رویم.

پارسه

مقدمه

خدایا! آرامشی به من عطا کن تا بپذیرم آنچه را نمی توانم تغییر دهم.
شجاعتی به من ده تا چیزهایی را که می توانم، تغییر دهم.
و عقلی، که تفاوت میان این دو را تشخیص دهم!

«دکتر علی شریعتی»

رشد سریع و بی سابقه علوم و فن آوری در قرن اخیر، منشأ دگرگونی اساسی در ساختار اقتصادی و فرهنگی ملل مختلف شده و معیار جدیدی را در روابط بین الملل بوجود آورده است. در جهان امروز، پشتوانه استقلال واقعی یک ملت را میزان برخورداری آن ملت از علوم و فنون تشکیل می دهد و ملتی می تواند مدعی خودکفایی باشد که قادر باشد معضلات اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی جامعه خود را با بهره گیری از تکنولوژی برطرف سازد. بدون شک، در عصر جدید، صنعت برق در صدر این علوم بوده و یکی از شاخص های پیشرفت جوامع، پیشرفت در صنعت برق می باشد. از سال ۱۸۸۲ که اولین شبکه برق در ایالات متحده در نیروگاه پرل استریت در شهر نیویورک توسط توماس ادیسون تأسیس گردد، تا به الان که اکثر تجهیزات و دستگاه ها، توسط انرژی الکتریکی کار می کنند، همه و همه نشان از رشد روز افزون صنعت برق می باشد.

یکی از بخش های مهم صنعت برق، سیستم های قدرت است که شامل نیروگاه ها، خطوط انتقال انرژی، پست های فشار قوی و شبکه توزیع انرژی می باشد. از این رو، بررسی و تحلیل این سیستم بزرگ می تواند آغازی بر تحلیل مناسبی از صنعت برق باشد. کتاب حاضر تلاشی در راستای همین هدف بزرگ می باشد که شامل ۶ فصل می باشد.

در فصل اول، به مفاهیم توان و مدارهای سه فاز اشاره شده است که از مبنای اساسی و نظری تحلیل سیستم های قدرت می باشد. در این فصل علاوه بر این مفاهیم، به بخش توان مختلط بین باس ها و نحوه شارش توان اکتیو و راکتیو پرداخته شده است.

در فصل دوم، نمایش و مدل سازی انواع ماشین های سنکرون و ترانسفورماتورهای قدرت که از عناصر تشکیل دهنده سیستم قدرت می باشند، در حالت دائمی مورد تحلیل قرار گرفته است و در ادامه، مباحث سیستم پریونیت و نمایش دیاگرام تک خطی با استفاده از مقادیر پریونیت تشریح خواهد شد.

در فصل سوم به شناسایی و محاسبه پارامترهای خطوط انتقال انرژی که شامل مقاومت الکتریکی، رسانایی، اندوکتانس و ظرفیت خازنی است، می پردازد. پس از آنکه در فصل سوم، پارامترهای خطوط انتقال انرژی محاسبه شده اند، در فصل چهارم با استفاده از همین پارامترها، خطوط انتقال مدل سازی و تحلیل می شوند، در این فصل علاوه بر مدل سازی و عملکرد حالت مانای انواع خطوط انتقال انرژی و تحلیل روابط ولتاژ و جریان در خطوط انتقال، مباحث خطوط انتقال بدون تلفات، تکنیک های جبران سازی توان راکتیو و بهره برداری، مورد بحث قرار خواهد گرفت.

در فصل پنجم، ابتدا ماتریس‌های شبکه اعم از ماتریس ادمیتانس و ماتریس امپدانس مورد تجزیه و تحلیل قرار خواهد گرفت و در ادامه، مبحث مهم پخش بار در شرایط مانای شبکه انتقال انرژی پرداخته می‌شود و روش‌های کلاسیک جهت تحلیل پخش بار ارائه خواهد شد. در ضمن، در انتهای این فصل نیز، مروری مختصر به پخش اقتصادی بار در حالت‌های خاص شبکه قدرت خواهیم داشت. پس از تحلیل و بررسی سیستم‌های قدرت در فصول ۱ تا ۵، در فصل ششم، سیستم‌های توزیع انرژی معرفی و مورد تحلیل قرار می‌گیرد، در ادامه، در انتهای این فصل نیز، پخش بار مختص به این شبکه ارائه خواهد شد.

پایه و اساس این درس، مبتنی بر روابط ریاضی و مداری می‌باشد. از اینرو در این کتاب تلاش شده است که مختصری بر این روابط ریاضی و مداری اشاره شود تا خواننده در هنگام مطالعه، در خود احساس نیاز به مطالعه کتب دیگر نکند.

اعتقاد راسخ دارم که درس بررسی سیستم‌های قدرت از شیرین‌ترین و جذاب‌ترین دروس مهندسی برق می‌باشد، چرا که دانشجو با مطالعه این درس، احساس می‌کند که علاوه بر فراگیری مباحث و روابط تئوری که در دیگر کتب فنی و مهندسی مشاهده می‌شود، نگاه مهندسی به وادی عملی صنعت برق آغاز شده است. نگاهی که هر مهندس برق، آرزوی آن را دارد.

در اینجا برخود واجب می‌دانم مراتب تشکر و امتنان را از حسن اعتماد مدیریت محترم موسسه آموزش عالی آزاد پارسه، جناب آقای مهندس کاوه عابدینی‌زاده داشته باشم که مهمترین عوامل انگیزه در کتابت این مجموعه بوده و خواهند بود.

به رسم احترام و کسب اجازه از محضر اساتید بزرگوار جناب آقایان پروفسور حمید لسانی و پروفسور محمود رضا حق‌فام لازم می‌دانم از بذل توجه و حمایت‌های بی‌دریغشان، کمال قدردانی را داشته باشم.

جا دارد از همکاری و مساعدت آقای کاوه امینی مدیر محترم انتشارات و پشتیبانی آموزش، کمال سپاسگزاری را داشته باشم.

از سرکار خانم صبا صیادی به جهت ویرایش و ارتقای کیفیت کتاب، صمیمانه تشکر و قدردانی می‌نمایم.

فرصت را مغتنم می‌شمارم از مجموعه خستگی‌ناپذیر بخش انتشارات موسسه به ویژه سرکار خانم بیگم محمدی به جهت حروف چینی و صفحه‌آرایی و نیز آقای ثامنی که زحمت طراحی روی جلد و اشکال کتاب را داشته‌اند، تشکر ویژه‌ای داشته باشم.

در انتها از همه انتقادات و پیشنهادات دلسوزانه عزیزان در ارتباط با این مجموعه کمال سپاسگذاری را دارم.

به امید موفقیت

فهرست

مفاهیم بنیادی در توان

فصل اول

۱	۱-۱ توان لحظه‌ای در مدارهای تک‌فاز
۱	۱-۱-۱ بار RLC
۳	۲-۱-۱ بار مقاومتی خالص
۳	۳-۱-۱ بار سلفی خالص
۴	۴-۱-۱ بار خازنی خالص
۵	۲-۱ توان مختلط
۵	۳-۱ توان اکتیو
۵	۴-۱ توان راکتیو
۵	۵-۱ توان ظاهری
۶	۶-۱ جهت پخش توان
۶	۷-۱ بررسی توان مختلط در مقاومت، سلف، خازن
۱۰	۸-۱ اصلاح ضریب قدرت
۱۳	۹-۱ نحوه عبور توان در سیستم‌های تک‌فاز
۱۸	۱۰-۱ اتصال سه‌فاز
۱۸	۱-۱۰-۱ اتصال ستاره (Y)
۱۹	۱-۱۰-۱ ولتاژ متعادل فاز
۱۹	۲-۱-۱۰-۱ ولتاژ متعادل خط
۲۰	۳-۱-۱۰-۱ جریان متعادل خط در اتصال ستاره

۲۱	۱-۱۰-۲ اتصال مثلث بار
۲۲	۱-۱۰-۲-۱ ولتاژ متعادل دو اتصال مثلث
۲۲	۱۱-۱ تبدیل برای بارهای متعادل
۲۵	۱۲-۱ توان سه فاز در سیستم متعادل
۳۱	تست های تکمیلی
۴۱	پاسخنامه تست های تکمیلی

فصل دوم

۵۳	۱-۲ ژنراتور سنکرون
۵۹	۲-۲ ضریب توان و کنترل توان
۶۰	۳-۲ ژنراتور سنکرون با قطب برجسته
۶۲	۴-۲ ترانسفورماتور دو سیم پیچه
۶۲	۱-۴-۲ ترانسفورماتور ایده آل
۶۴	۲-۴-۲ نسبت تبدیل ترانسفورماتور
۶۵	۳-۴-۲ قضیه انتقال ماکزیمم توان
۶۵	۴-۴-۲ توان در ترانسفورماتور ایده آل
۶۶	۵-۴-۲ مدل واقعی ترانسفورماتور
۶۹	۶-۴-۲ آزمایشات ترانسفورماتور
۶۹	۱-۶-۴-۲ آزمایش مدار باز (بی باری)
۷۱	۲-۶-۴-۲ آزمایش اتصال کوتاه
۷۲	۳-۶-۴-۲ آزمایش dc
۷۲	۵-۲ ترانسفورماتور سه سیم پیچه
۷۹	۶-۲ روش پربونیت

۹۰ تغییر مقادیر پیرامتری در اتصالات سه فاز ترانسفورماتور

۹۳ تست های تکمیلی

۹۷ پاسخنامه تست های تکمیلی

پارامترهای خطوط انتقال انرژی

فصل سوم

۱۰۳ ۱-۳ مقدمه

۱۰۳ ۲-۳ پارامترهای خطوط انتقال انرژی

۱۰۳ ۱-۲-۳ مقاومت الکتریکی R

۱۰۷ ۲-۲-۳ رسانایی خط (g)

۱۰۷ ۳-۲-۳ اندوکتانس خط (L)

۱۰۸ ۱-۳-۲-۳ محاسبه اندوکتانس (L)

۱۱۰ ۲-۳-۲-۳ تقسیم بندی اندوکتانس از نقطه نظر جادی و متقابل

۱۱۴ ۳-۳-۲-۳ ترانسپوز کردن هادی نامتقارن

۱۱۷ ۴-۳-۲-۳ ولتاژ القا شده روی خطوط تلفن ناشی از خطوط سه فاز

۱۳۱ ۴-۲-۳ ظرفیت خازنی (کاپاسیتانس)

۱۳۱ ۱-۴-۲-۳ محاسبه ظرفیت خازنی

۱۳۸ ۲-۴-۲-۳ مفاهیم GMD و GMR در ظرفیت خازنی

۱۳۹ ۳-۴-۲-۳ اثر زمین روی ظرفیت خازنی خط انتقال

۱۴۹ تست های تکمیلی

۱۵۹ پاسخنامه تست های تکمیلی

پارامترهای خطوط انتقال انرژی

فصل چهارم

۱۷۳ ۱-۴ یادآوری از شبکه های دوقطبی

۱۷۴ ۲-۴ ماتریس انتقال عناصر سری و موازی

۱۷۴	۱-۲-۴ عنصر سری
۱۷۵	۲-۲-۴ عنصر موازی
۱۷۶	۳-۴ خواص شبکه دوقطبی
۱۷۷	۴-۴ پارامتر Z
۱۷۸	۵-۴ پارامترهای Y
۱۷۹	۶-۴ تقسیم‌بندی خطوط انتقال انرژی
۱۷۹	۱-۶-۴ خط کوتاه
۱۷۹	۱-۱-۶-۴ تنظیم ولتاژ
۱۸۱	۲-۱-۶-۴ راندمان
۱۸۳	۲-۶-۴ خط متوسط
۱۸۹	۳-۶-۴ خط بلند
۱۹۴	۱-۳-۶-۴ خط بدون تلفات
۱۹۸	۲-۳-۶-۴ بارگذاری با امپدانس موجی (SIL)
۲۰۱	۳-۳-۶-۴ اثر فرانتی
۲۰۳	۷-۴ قابلیت انتقال توان (بهره‌برداری)
۲۰۵	۱-۷-۴ قابلیت انتقال توان در خط بدون تلفات
۲۰۶	۸-۴ بارپذیری خطوط انتقال انرژی الکتریکی و پایداری
۲۰۶	۱-۸-۴ حد آفت ولتاژ
۲۰۷	۲-۸-۴ حد پایداری حرارتی
۲۰۷	۳-۸-۴ حد پایداری سکرونیسم (پایداری زاویه‌ای)
۲۱۱	۹-۴ جبران سازی در سیستم‌های قدرت
۲۱۱	۱-۹-۴ حالت بی‌باری
۲۱۹	۲-۹-۴ حالت پرباری
۲۱۹	۱-۲-۹-۴ استفاده از خازن موازی

۲۱۹	۲-۲-۹-۴ استفاده از خازن سری
۲۲۷	تست‌های تکمیلی
۲۴۳	پاسخنامه تست‌های تکمیلی
	فصل پنجم
	ماتریس‌های شبکه و بخش بار
۲۶۷	۱-۵ مقدمه
۲۶۷	۲-۵ ماتریس شبکه
۲۶۷	۱-۲-۵ ماتریس ادیتال
۲۶۹	۲-۲-۵ ماتریس ایدانس
۲۷۹	۳-۵ ترانسفورماتور تنظیم‌کننده ولتاژ
۲۸۴	۴-۵ بخش بار
۲۸۶	۱-۴-۵ روش نیوتن رافسون
۲۸۹	۲-۴-۵ روش نیوتن رافسون تفکیک شده
۲۹۷	۳-۴-۵ روش گوس سایدل GS
۳۰۰	۴-۴-۵ بخش بار خطی (DC)
۳۰۲	۵-۵ بخش بار اقتصادی
۳۰۷	تست‌های تکمیلی
۳۱۹	پاسخنامه تست‌های تکمیلی
	فصل ششم
	سیستم‌های توزیع انرژی الکتریکی
۳۳۵	۱-۶ مقدمه
۳۳۵	۲-۶ انواع شبکه‌های توزیع
۳۳۵	۱-۲-۶ شبکه شعاعی (Radial)
۳۳۶	۲-۲-۶ شبکه حلقوی (رینگ)
۳۳۶	۳-۲-۶ شبکه با اولیه انتخاب‌گر (Primary Selective System)
۳۳۷	۴-۲-۶ شبکه با ثانویه انتخاب‌گر

۳۳۷	۵-۲-۶ شبکه نقطه‌ای (Spot network)
۳۳۸	۶-۲-۶ شبکه غربالی (عنکبوتی)
۳۳۸	۳-۶ پست‌های توزیع
۳۳۹	۴-۶ محاسبه افت ولتاژ در شبکه توزیع انرژی الکتریکی
۳۳۹	۱-۴-۶ شبکه شعاعی
۳۳۹	۱-۱-۴-۶ محاسبه افت ولتاژ در شبکه شعاعی
۳۴۳	۲-۱-۴-۶ محاسبه جریان تغذیه با استفاده از مفهوم گشتاور
۳۴۴	۳-۱-۴-۶ توزیع بار یکنواخت در شبکه یک سو تغذیه (شعاعی)
۳۴۶	۲-۱-۴-۶ تعیین سطح مقطع هادی در شبکه توزیع
۳۴۷	۲-۴-۶ شبکه دو سو تغذیه
۳۵۰	۳-۴-۶ شبکه حلقوی
۳۵۳	۵-۶ پخش بار در سیستم‌های توزیع انرژی
۳۵۵	تست‌های تکمیلی
۳۶۱	پاسخنامه تست‌های تکمیلی

۳۷۱	تست‌های سراسری ۱۳۸۸
۳۷۷	پاسخنامه تست‌های سراسری ۱۳۸۸
۳۸۳	تست‌های سراسری ۱۳۸۹
۳۸۷	پاسخنامه تست‌های سراسری ۱۳۸۹
۳۹۳	تست‌های سراسری ۱۳۹۰
۳۹۷	پاسخنامه تست‌های سراسری ۱۳۹۰
۴۰۳	تست‌های سراسری ۱۳۹۱
۴۰۷	پاسخنامه تست‌های سراسری ۱۳۹۱
۴۱۵	تست‌های آزاد ۱۳۹۱
۴۲۱	پاسخنامه تست‌های آزاد ۱۳۹۱