

به نام خدا

اصول و مبانی حفاظت

در

سیستم‌های قدرت

www.ketab.ir

تألیف: دکتر مهرداد عابدی

مهندس ایرج پورکیوانی

دانشکده مهندسی برق دانشگاه صنعتی امیرکبیر

دکتر مهدی آذری

سرشناسه	:	عابدی، مهرداد، ۱۳۲۷-
عنوان و نام پدیدآور	:	اصول و مبانی حفاظت در سیستم‌های قدرت / تألیف مهرداد عابدی، ایرج پورکیوانی، مهدی آذری.
مشخصات نشر	:	تهران: نهر دانش، ۱۴۰۰
مشخصات ظاهری	:	۴۱۲ ص.: مصور، جدول، نمودار؛ ۲۹×۲۲ س.م.
شابک	:	۹۷۸-۶۰۰-۵۷۱۴-۳۰-۲
وضعیت فهرست‌نویسی	:	فیا
یادداشت	:	کتابنامه: ص. ۴۱۱-۴۱۲؛ همچنین به صورت زیرنویس.
موضوع	:	برق -- سیستم‌ها -- حفاظت
موضوع	:	Electric power systems -- Protection
موضوع	:	رله‌های محافظ
موضوع	:	Protective relays
شناسه افزوده	:	پورکیوانی، ایرج، ۱۳۶۵ -
شناسه افزوده	:	آذری فرد، مهدی، ۱۳۶۵ -
رده‌بندی کنگره	:	TK۱۰۰۵
رده‌بندی دیویی	:	۶۲۱/۳۱۷
شماره کتابشناسی ملی	:	۸۵۳۸۳۲۸



عنوان:	اصول و مبانی حفاظت در سیستم‌های قدرت
ناشر:	انتشارات نهر دانش
تألیف:	مهرداد عابدی، ایرج پورکیوانی، مهدی آذری
نوبت چاپ:	اول ۱۴۰۰
صفحه‌آرایی:	۰۹۳۹۳۹۱۱۲۲۸
تیراژ:	۳۰۰ نسخه
قیمت:	۱۶۸۰۰۰ تومان
شابک:	۹۷۸-۶۰۰-۵۷۱۴-۳۰-۲
چاپ و صفحافی:	آوا

تلفن پخش: رنجبر (۰۹۱۲۹۲۴۴۲۴۶)

حق چاپ برای ناشر محفوظ است

پیشگفتار

در زمینه حفاظت در سیستم‌های قدرت کتب چندانی به زبان فارسی وجود ندارد. لذا مؤلفین تصمیم به نگارش کتابی در این زمینه گرفتند که شاید تا حدودی با سایر کتب فارسی متفاوت باشد. این کتاب با توجه به سلیقه مدرسین محترم می‌تواند برای سطح کارشناسی یا کارشناسی ارشد در گرایش قدرت مورد استفاده قرار گیرد. واضح است که هر کتاب تألیفی دارای نواقصی است که این کتاب نیز از آن بی‌نصیب نمی‌باشد. لذا از خوانندگان محترم تقاضا می‌شود لغزش‌ها را به بزرگواری خود چشم‌پوشی نموده و مؤلفین را با توصیه‌های ارزشمند خود بی‌نصیب نگذارند. مطالب این کتاب از منابع معتبر خارجی به‌ویژه کلاس‌های اینترنتی صاحبان فن در سراسر دنیا اقتباس و استخراج شده است. در این جا لازم است از افراد زیر به‌خاطر همکاری‌های بی‌دریغ‌شان سپاسگزاری شود:

- (۱) خانم مهندس زهرا شیخی فارغ‌التحصیل دوره کارشناسی‌ارشد قدرت در دانشگاه صنعتی امیرکبیر به‌خاطر ویرایش کتاب.
 - (۲) مهندس کسری خلیلی دانشجوی اسبق کارشناسی‌ارشد (گرایش قدرت) در دانشگاه صنعتی امیرکبیر و دانشجوی فعلی دوره دکترا در دانشگاه شاهد، به‌خاطر رسم و طراحی شکل‌ها.
- در خاتمه این کتاب را به اساتید ارجمند زنده یاد مهندس مسعود سلطانی استاد دانشکده فنی دانشگاه تهران و شادروان دکتر علی محمد رنجبر استاد دانشگاه شریف که از پایه‌گذاران درس حفاظت در ایران بوده‌اند، تقدیم می‌کنیم.

مهرداد عابدی

ایرج پورکیوانی

مهدی آذری

۱۴۰۰

فهرست مندرجات

۱۱	۱	اصول و مبانی سیستم‌های حفاظتی در شبکه‌های قدرت
۱۱	۱.۱	مقدمه
۱۱	۲.۱	بررسی اجمالی سیستم‌های انرژی الکتریکی
۱۲	۱.۲.۱	چرا به حفاظت نیاز داریم
۱۳	۲.۲.۱	انواع حفاظت
۱۵	۳.۲.۱	مقایسه سیستم‌های حفاظتی با واکنش‌های غریزی در بدن انسان
۱۵	۴.۲.۱	رله چیست؟
۱۷	۵.۲.۱	سیر تکاملی رله‌ها
۲۱	۳.۱	مدار شکن چیست؟
۲۳	۴.۱	الگوهای حفاظت - حفاظت تجهیزات
۲۳	۱.۴.۱	حفاظت اضافه جریان
۲۴	۲.۴.۱	حفاظت اضافه جریان جهت‌دار
۲۵	۳.۴.۱	حفاظت دیستانس
۲۹	۴.۴.۱	حفاظت دیفرانسیل
۲۳	۵.۱	الگوهای حفاظت - حفاظت سیستم
۲۳	۱.۵.۱	بررسی اجمالی دینامیک سیستم‌های قدرت
۲۴	۲.۵.۱	رله‌های حفاظتی در سیستم توزیع
۳۸	۳.۵.۱	حفاظت خطوط انتقال در مقابل رعد و برق
۳۹	۶.۱	ویژگی‌های مطلوب در سیستم‌های حفاظتی
۴۰	۱.۶.۱	قابلیت اعتماد
۴۰	۲.۶.۱	حساسیت
۴۰	۳.۶.۱	امنیت

۴۱	قابلیت انتخاب	۴.۶.۱
۴۳	قابلیت اطمینان	۵.۶.۱
۴۴	نیاز به سرعت در طرح‌های حفاظتی	۶.۶.۱
۴۷	تضاد سرعت و دقت در طرح‌های حفاظتی	۷.۶.۱
۴۸	مسائل و پرسش‌ها	۷.۱

۲ ترانسفورماتورهای جریان و ولتاژ

۵۱	مقدمه	۱.۲
۵۱	مدار معادل برای CT	۲.۲
۵۵	انواع CTها	۳.۲
۵۶	طبقه‌بندی CTها	۴.۲
۵۶	طبقه‌بندی ANSI/IEEE	۱.۴.۲
۵۹	چند مثال درباره CT	۵.۲
۶۵	اشباع در CT و جریان آفست DC	۶.۲
۶۵	جریان آفست DC	۱.۶.۲
۶۷	اشباع CT بخاطر جریان آفست DC	۲.۶.۲
۷۱	عامل بزرگ‌تر شدن اندازه CT	۳.۶.۲
۷۲	ملاحظات در رابطه با انتخاب CT	۴.۶.۲
۷۴	مقدمه‌ای بر VT	۷.۲
۷۴	معرفی VT	۱.۷.۲
۷۶	استفاده از CCVT در سیستم مخابراتی از طریق خطوط انتقال	۲.۷.۲
۷۷	فرورزونانس در CCVT	۳.۷.۲
۷۷	پاسخ گذرا در CCVT	۸.۲
۷۸	طبقه‌بندی CCVTها	۱.۸.۲
۸۰	چند مثال در رابطه با CCVT	۹.۲
۸۶	مسائل و پرسش‌ها	۱۰.۲

۳ مؤلفه‌های توالی و تحلیل خطا

۸۷	مقدمه	۱.۳
۸۸	آشنایی	۲.۳

۸۸	مؤلفه‌های توالی	۳.۳
۸۹	مؤلفه‌های توالی مثبت	۱.۳.۳
۹۰	مؤلفه‌های توالی منفی	۲.۳.۳
۹۱	مؤلفه‌های توالی صفر	۳.۳.۳
۹۱	روش تحلیلی	۴.۳
۹۴	مدل‌سازی شبکه به کمک مؤلفه‌های توالی	۵.۳
۹۷	مزایای تبدیل توالی (تبدیل فورسکیو)	۱.۵.۳
۹۸	محاسبات خطا در حوزه توالی	۶.۳
۱۰۴	مؤلفه‌های توالی و تحلیل خطا (اتصال کوتاه)	۷.۳
۱۱۴	مدل‌سازی تجهیزات به کمک مؤلفه‌های توالی	۸.۳
۱۱۴	مروری بر محاسبات در سیستم پریونیت	۱.۸.۳
۱۱۵	نکاتی درباره مدل‌سازی برای تجهیزات ایستا	۹.۳
۱۱۵	مدل‌سازی خطوط انتقال انرژی تک‌مداره	۱.۹.۳
۱۱۷	مدل‌سازی خطوط انتقال انرژی دومداره	۲.۹.۳
۱۱۸	مدل‌سازی سیم زمین در خطوط انتقال انرژی	۳.۹.۳
۱۱۸	مدل‌سازی ترانس 3ϕ	۴.۹.۳
۱۲۴	مدل‌سازی تجهیزات دوار	۱۰.۳
۱۲۴	مدل‌سازی ماشین‌های سنکرون	۱.۱۰.۳
۱۲۷	مدل‌سازی سیستم‌های تحت مدیریت شرکت‌های برق	۱۱.۳
۱۲۷	مدل‌سازی بار	۱.۱۱.۳
۱۲۸	مدل‌سازی خازن سری	۲.۱۱.۳
۱۲۹	ماتریس ادمیتانس شبکه در توالی‌های مختلف	۱۲.۳
۱۳۱	تفاوت ماتریس ادمیتانس شبکه ($[Y_{bus}]$) در هنگام تجزیه و تحلیل اتصال کوتاه و پخش بار	۱.۱۲.۳
۱۳۲	تجزیه و تحلیل اتصال کوتاه با استفاده از مؤلفه‌های توالی	۲.۱۲.۳
۱۳۲	مدار معادل تونن	۳.۱۲.۳
۱۳۴	محاسبه ظرفیت اتصال کوتاه	۱۳.۳
۱۳۵	چند توصیه	۱.۱۳.۳
۱۳۶	مسائل حل شده	۱۴.۳
۱۴۵	مسائل و پرسش‌ها	۱۵.۳