



ربانیات عملی بهره برداری

ایستگاه‌های فزونی برق

تهیه کنندگان:

جعفر نصرتیان اهور، محمد عبدالرحمانی، بهروز گودرزی، رضا عزیزی متواضع، علی حبیبی اکمل
راد، میثم دادخواه، رضوان رفیعی، مصطفی سوری، امیررضا شمس، حسن نوروزی، علیرضا
مصاحب، علی اصغر احمدی، مهیار عباسی، محمد مهدی دخیلی



انتشارات قدیس

WWW.Qeddis.com

عنوان و نام پدیدآور	تجربیات عملی بهره‌برداری از ایستگاه‌های فشار قوی برق/تهیه‌کنندگان جعفر نصرتیان‌اهور....[و دیگران].
مشخصات نشر	تهران: قدیس، ۱۳۹۵.
مشخصات ظاهری	۲۷۰ ص.
شابک	۹۷۸-۶۰۰-۸۰۵۰-۳۳-۹
وضعیت فهرست نویسی	فهرست نشده
موضوع	فشار قوی (برق)
موضوع	High voltages
موضوع	نیروگاه‌های برق
موضوع	Electric power-plants
موضوع	برق -- سیستم‌ها
موضوع	Electric power systems
شناسه افزوده	نصرتیان‌اهور، جعفر، ۱۳۷۵ -
رده‌بندی کنگره	TK۲۷۰۴ .۱۳۶
رده‌بندی لیبری	۶۷۱/۳۷۴
شماره کتابشناسی ملی	۶۶۴۱۰۵۸۴



انتشارات قدیس

تجربیات عملی بهره‌برداری از ایستگاه‌های فشار قوی برق

جعفر نصرتیان‌اهور و همکاران

ناشر: قدیس

صفحه آرایشی: قدیس

لیتوگرافی، چاپ و صحافی: رادین

نوبت و سال چاپ: اول، ۱۳۹۵

شمارگان: ۱۰۰۰ نسخه

قیمت: ۲۰۰۰۰ تومان

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۸۰۵۰-۳۳-۹

حق چاپ محفوظ و منحصرأ مخصوص ناشر است.

دفتر مرکزی و مرکز پخش:

نشر قدیس: تهران، خیابان انقلاب، خیابان ۱۲ فروردین، پایین‌تر از وحید نظری، نبش بن‌بست حقیقت، پلاک ۴

واحد ۵ تلفن: ۶۶۴۱۱۳۸۱-۶۶۴۰۳۵۴۸-۶۶۷۱۵۲۵۵

کتابفروشی الیاس:

تلفن: ۶۶۴۰۵۰۸۴

تهران، خیابان انقلاب، نبش خیابان ۱۲ فروردین، پلاک ۱۳۱۰

پیشگفتار

خداوند را شاکریم که این فرصت را به ما عطا فرمود تا بتوانیم تالیف کتابی دیگر از مجموعه کتاب‌های تجربیات عملی، با محوریت بهره‌برداری از پست‌های فشار قوی برق را به اتمام برسانیم.

پست‌های فشار قوی از اتصال اجزای مختلف فشار قوی شامل ترانسفورماتور قدرت، زمین و مصرف داخلی، تولید قدرت، سکسیونر، باسبار، ترانسفورماتور جریان و ولتاژ، هادی‌ها و... شکل می‌گیرد. برای بهره‌برداری، کنترل و حفاظت شبکه برق رسانی اجزای مختلفی نظیر تابلوهای کنترل و حفاظت، سیستم‌های تغذیه AC و DC، باتری و شارژر، منابع تغذیه اضطراری AC نظیر دیزل ژنراتور و... طراحی و اجرا می‌شوند. طبیعتاً، اطمینان از عملکرد صحیح تجهیزات، برقراری ارتباطات صحیح بین تجهیزات فشار قوی و سیستم‌های کنترل و حفاظت و صحت فرامین و عملکردها نقش مهمی در حفظ پایداری و امنیت شبکه برق رسانی دارد. پس از نصب یا توسعه ایستگاه‌های برق، لازم است تست‌های راه اندازی انجام شود تا از سلامت تجهیزات، عملکرد صحیح آنها، صحت نصب و برقراری مدارات، کنترل و حفاظت اطمینان حاصل شود. در این بین مبحث بهره‌برداری از پست‌های فشار قوی یکی از مباحث اساسی در بحث انتقال و فوق توزیع می‌باشد که باید تمامی استانداردها و نکات مهم و اساسی در آن رعایت شوند. در این راستا نبود مرجعی کامل در این زمینه، مزید بر علت شد تا اقدام به تالیف کتابی جامع و کاربردی در تشریح مباحث بهره‌برداری نماییم.

مزیت عمده این کتاب در استفاده از تجربیات عملی دوستان و عزیزانی است که عملاً در صنعت برق مشغول به فعالیت می‌باشند. امید است این تجربیات در بهره‌برداری از پست‌های فشار قوی، برق برای مهندسين جوان این صنعت قابل استفاده باشد. همچنین، مزیت دیگر این کتاب، رعایت تمامی سرفصل‌های مصوب وزارت علوم در زمینه درس بهره‌برداری از پست‌های فشار قوی است که در مقاطع کاردانی و کارشناسی مهندسی برق قدرت در دانشگاه‌های کشور در حال تدریس می‌باشد.

در پایان لازم می‌دانیم از تمامی همکاران محترم در صنعت برق کشور که تعامل سازنده‌ای در انتقال این تجربیات داشته‌اند، قدردانی نماییم.

۴	پیشگفتار
۱۳	فصل اول / مروری بر روند بهره‌برداری
۱۴	۱-۱ تعاریف عمومی و کلی
۱۵	۲-۱ مروری بر فرایند بهره‌برداری
۱۵	۲-۱ الف - ثبت آمار و اطلاعات و اعتبار سنجی داده‌ها
۱۷	۲-۱ ب - کنترل فرایند تعمیر و نگهداری
۲۰	۲-۱ ج - ز دیدهای بهره‌برداری و اقدامات کنترلی
۲۰	۲-۱ د - مانورهای حفاظتی
۲۰	۲-۱ هـ - مدیریت وقایع و اتفاقات و محدودیت‌های شبکه
۲۱	۲-۱ و - مدیریت اسناد مدارک
۲۱	۲-۱ ز - ثبت ورود و خروج و درخواست
۲۱	۲-۱ ح - سایر
۲۲	۳-۱ کنترل و نظارت عملیات بهره‌برداری از ایستگاه‌های برق
۲۳	۴-۱ کنترل و نظارت فرایندهای بهداشت سلفی ایمنی
۲۵	فصل دوم / معرفی تجهیزات پست
۲۶	۱-۱ انواع پست از لحاظ موقعیت در شبکه
۲۶	۱-۱-۲ پست‌های نیروگاهی
۲۶	۲-۱-۲ پست‌های انتقال
۲۶	۳-۱-۲ پست‌های فوق توزیع
۲۶	۴-۱-۲ پست‌های توزیع
۲۶	۵-۱-۲ پست‌های کویلاژ یا کلیدی
۲۷	۲-۲ انواع پست‌ها از نظر نحوه طراحی و ساخت
۲۷	۱-۲-۲ پست dcs
۲۷	۲-۲-۲ کانوشونال
۲۹	۳-۲ انواع پست‌ها از نظر عایق الکتریکی
۲۹	۱-۳-۲ پست‌های با عایق هوا
۳۰	۲-۳-۲ پست‌های گازی (GIS)

۳۳	فصل سوم / شناخت تجهیزات
۳۶	۱-۱-۳ انواع ترانس ها از نظر ساخت
۳۶	۲-۱-۳ انواع ترانس ها از نظر نسبت تبدیل
۳۷	۳-۱-۳ مزایای اتو ترانسفورماتور نسبت به ترانسفورماتورهای با دو سیم پیچ
۳۸	۴-۱-۳ پلاک مشخصات ترانس قدرت
۳۹	۵-۱-۳ نکات بهره برداری
۴۰	۶-۱-۳ وظایف بهره بردار در صورت بروز هریک از آلامها یا تریپ های ترانسفورماتور
۴۲	۷-۱-۳ هسته ترانس
۴۴	۹-۱-۳ تانک ترانسفورماتور
۴۴	۱۰-۱-۳ روغن
۴۴	۱۱-۱-۳ خنثرواتور
۴۶	۱۲-۱-۳ رادیاتور
۴۸	۱۳-۱-۳ فن
۴۸	۱۴-۱-۳ تابلوی فن
۴۸	۱۵-۱-۳ پوشینگ ها
۵۲	۱۶-۱-۳ سیستم تنفسی ترانس
۵۴	۱۷-۱-۳ تپ چنجر
۵۹	۲-۳ رله های مکانیکی ترانسفورماتور
۵۹	۱-۲-۳ رله بوخهلست
۶۲	۲-۲-۳ جانسون
۶۲	۳-۲-۳ ترمومتر روغن
۶۳	۴-۲-۳ ترمومتر سیم پیچ
۶۴	۵-۲-۳ رله نشانگر سطح روغن (Oil level)
۶۶	۶-۲-۳ رله فشار شکن (pressure relay valve)
۶۷	۷-۲-۳ شیر یک طرفه (Non Return Valve)
۶۸	۹-۲-۳ ترانس مصرف داخلی (Sub Station Transformer)
۷۰	۱۰-۲-۳ ترانس زمین (Ground Transformer)
۷۳	۱۱-۲-۳ ترانس کمپکت
۷۴	۱۲-۲-۳ راکتور شنت
۷۵	۳-۳ کلید قدرت یا بریکر
۷۸	۱-۳-۳ اجزاء جانبی

- ۲-۳-۳ مکانیزم های عملکرد (Operating Mechanism) ۹۷
- ۳-۳-۳ اجزای جانبی کلید ۱۰۱
- ۴-۳-۳ نکات بهره برداری ۱۰۷
- ۴-۳-۳ سکسیونر ۱۰۸
- ۴-۳-۳ سکسیونر چیست ۱۰۸
- ۴-۳-۳ انواع سکسیونر ۱۰۹
- ۴-۳-۳ نکات بهره برداری ۱۱۱
- ۵-۳-۳ ترانس های جریان ۱۱۱
- ۵-۳-۳ متعلقات ترانس های جریان ۱۱۲
- ۵-۳-۳ انواع CT از نظر ساخت ۱۱۳
- ۵-۳-۳ جان ثانویه CT ها ۱۱۸
- ۵-۳-۳ چرا نباید ثانویه CT مدار باز بماند؟ ۱۱۹
- ۵-۳-۳ تفاوت های ترانس های جریان با ترانس قدرت ۱۲۰
- ۵-۳-۳ انواع CT ها از نظر کاربرد یا استفاده ۱۲۰
- ۵-۳-۳ ضریب حد دقت کلاس در کرهای حفاظتی ۱۲۱
- ۵-۳-۳ کلاس دقت در کرهای اندازه گیری ۱۲۱
- ۵-۳-۳ انواع تست های CT در سایت ۱۲۲
- ۵-۳-۳ نکات بهره برداری ۱۲۳
- ۶-۳-۳ ترانس ولتاژ ۱۲۴
- ۶-۳-۳ فلسفه وجودی ۱۲۴
- ۶-۳-۳ متعلقات ترانس های اندوکتیو ۱۲۵
- ۶-۳-۳ متعلقات ترانس های ولتاژ خازنی (CVT) ۱۲۶
- ۶-۳-۳ قدرت خروجی نامی ۱۲۷
- ۶-۳-۳ خطای نسبت تبدیل ۱۲۷
- ۶-۳-۳ نحوه اتصال بار به ثانویه PT ۱۲۹
- ۶-۳-۳ حفاظت ترانس ولتاژ ۱۲۹
- ۶-۳-۳ شاخص های مهم در انتخاب ترانس ولتاژ ۱۲۹
- ۶-۳-۳ تست های راه اندازی ترانس ولتاژ ۱۲۹
- ۶-۳-۳ نکات بهره برداری ۱۲۹
- ۷-۳-۳ برقیگیر ۱۳۰
- ۷-۳-۳ اضافه ولتاژ های موجود در شبکه ۱۳۰
- ۷-۳-۳ انواع برقیگیر ۱۳۲

۱۳۶	۳-۷-۳ حلقه کرونا رینگ
۱۳۷	۳-۷-۴ نکات بهره‌برداری
۱۳۷	۳-۸-۸ لاین تراب یا موج گیر
۱۳۷	۳-۸-۱ محل استقرار لاین تراب ها در پست‌های فشارقوی
۱۳۸	۳-۸-۲ اجزای اصلی لاین تراب
۱۴۰	۳-۸-۳ نصب لاین تراب
۱۴۰	۳-۸-۴ نکات بهره‌برداری
۱۴۱	۳-۹ باتری‌ها
۱۴۲	۳-۹-۱ باتری اسیدی
۱۴۴	۳-۹-۳ باتری خشک
۱۴۴	۳-۹-۴ باتری خانه
۱۴۵	۳-۹-۵ نکات بهره‌برداری
۱۴۶	۳-۱۰ شارژر
۱۵۰	۳-۱۰-۱ نکات بهره‌برداری
۱۵۰	۳-۱۱ شناخت تابلوهای برق
۱۵۱	۳-۱۱-۱ دیاگرام میمیک
۱۵۱	۳-۱۱-۲ سوئیچ‌ها و نشانگرهای وضعیت
۱۵۲	۳-۱۱-۳ پوش باتوم ها
۱۵۲	۳-۱۱-۴ کلیدهای سلکتوری
۱۵۳	۳-۱۱-۵ پنجره آلام ها
۱۵۶	۳-۱۱-۶ تابلوهای میترینگ
۱۵۶	۳-۱۱-۷ تابلوهای توزیع
۱۶۱	۳-۱۱-۸ طراحی سیستم زمین در پست‌های فشارقوی
۱۶۷	۳-۱۱-۹ دیسپاچینگ ملی و منطقه‌ای سازمان برق ایران
۱۶۷	۳-۱۱-۱۰ نکات بهره‌برداری
۱۶۷	۳-۱۲ رله‌ها و سیستم‌های حفاظتی
۱۷۰	۳-۱۳-۱ محاسبه جریان در شرایط عادی و اتصال کوتاه
۱۷۲	۳-۱۳-۲ انتظارات از سیستم حفاظتی
۱۷۳	۳-۱۴-۱ تعریف مفاهیم پرکاربرد در بهره‌برداری از رله‌های حفاظتی
۱۷۳	۳-۱۴-۱ هماهنگی حفاظتی (coordination)
۱۷۳	۳-۱۴-۲ تریپ (trip)
۱۷۳	۳-۱۴-۳ تحریک (excitation یا start)

- ۱۷۳ ۳-۱۴-۴ حفاظت اصلی (main protection)
- ۱۷۳ ۳-۱۴-۵ حفاظت پشتیبان (Backup protection)
- ۱۷۳ ۳-۱۴-۶ انواع رله‌های پشتیبان
- ۱۷۵ ۳-۱۵-۱۵ اصول عملکرد حفاظت دیستانس در ایستگاه‌های برق
- ۱۷۵ ۳-۱۵-۱ فلسفه طراحی و رله گذاری
- ۱۷۶ ۳-۱۵-۲ انواع رله‌ها از دیدگاه تکنولوژی ساخت
- ۱۷۶ ۳-۱۵-۳ وجه مشترک رله‌های استاتیکی و نیومریکال
- ۱۷۶ ۳-۱۵-۴ نقش عناصر واسطه در سیستم حفاظتی
- ۱۷۷ ۳-۱۵-۵ عناصر نصب‌شده بر روی تابلوی حفاظت
- ۱۷۸ ۳-۱۵-۶ رله دیستانس
- ۱۷۹ ۳-۱۵-۷ دقت و حساسیت محاسبه فاصله محل اتصال توسط رله دیستانس
- ۱۷۹ ۳-۱۵-۸ ضرورت استفاده از رله دیستانس
- ۱۸۰ ۳-۱۵-۹ مشخصه‌های رله دیستانس
- ۱۸۱ ۳-۱۵-۱۰ تعریف زون‌های رله دیستانس
- ۱۸۲ ۳-۱۵-۱۱ سیستم تریپ با SOTF
- ۱۸۳ ۳-۱۵-۱۲ فانکشن SOTF
- ۱۸۴ ۳-۱۵-۱۳ فانکشن Stub
- ۱۸۵ ۳-۱۵-۱۴ فانکشن VTS
- ۱۸۵ ۳-۱۵-۱۵ فانکشن CTS
- ۱۸۶ ۳-۱۵-۱۶ فانکشن نوسان توان Power Swing
- ۱۸۶ ۳-۱۵-۱۷ تعریف LED های رله دیستانس
- ۱۸۷ ۳-۱۶-۱ آشنایی با حفاظت‌های ترانسفورماتور قدرت
- ۱۸۸ ۳-۱۷-۱ آشنایی با عملکرد دیفرانسیل
- ۱۹۱ ۳-۱۸-۱ روش تنظیم رله‌های جریانی (OC - EF - ...)
- ۱۹۲ ۳-۱۹-۱ بررسی اصول حفاظتی (چند حفاظت نمونه)
- ۱۹۲ ۳-۱۹-۱ اضافه شار (Over Flux)
- ۱۹۲ ۳-۱۹-۲ اضافه ولتاژ (over voltage)
- ۱۹۳ ۳-۱۹-۳ کاهش ولتاژ (under voltage)
- ۱۹۳ ۳-۱۹-۴ رله NEF (Neutral Earth Fault)
- ۱۹۴ ۳-۱۹-۵ رله NOC (Neutral Over Current)
- ۱۹۵ ۳-۱۹-۶ رله SEF (Sensitive Earth Fault)
- ۱۹۵ ۳-۱۹-۷ رله OC (Over Current) رله اضافه جریان

۱۹۵	۸-۱۹-۳ رله EF (Earth Fault) اتصال زمین
۱۹۶	۹-۱۹-۳ رله حفاظت خطای عدم عملکرد کلید (CBF)
۱۹۷	۱۰-۱۹-۳ حفاظت با سبارها
۱۹۸	۱۱-۱۹-۳ ریکلوزر
۱۹۹	۱۳-۱۹-۳ رله پل دیسکوردنس
۱۹۹	۱۴-۱۹-۳ رله عدم تعادل خازن
۲۰۰	۱۵-۱۹-۳ رله فرکانسی
۲۰۱	۱۶-۱۹-۳ رله TCS: (Trip Circuit Supervision) رله ناظر بر مدار تریپ
۲۰۱	۱۷-۱۹-۳ STUB PROTECTION
۲۰۲	۱۸-۱۹-۳ نکات بهره‌برداری
۲۰۳	فصل چهارم/ اصول و نکات قابل توجه در کنترل ایستگاه‌های فوق توزیع و انتقال
۲۰۴	۱-۴ نقش بهره‌بردار در ایستگاه شبکه
۲۰۴	۱-۱-۴ روش عملیات با بهره‌بردار تک‌مکالماتی
۲۰۶	۲-۱-۴ روش عملیات با بهره‌بردار تک‌مکالماتی
۲۰۸	۳-۱-۴ روش‌های بهره‌برداری از سیستم هنگام کاهش ولتاژ
۲۰۹	۴-۱-۴ کنترل فرکانس
۲۰۹	۲-۴ ارتباط بهره‌بردار با مرکز کنترل
۲۱۰	۳-۴ ارتباط بهره‌بردار با اکیپ‌های تعمیر و نگهداری
۲۱۰	۴-۴ ارتباط بهره‌بردار با مسئولین بهره‌برداری
۲۱۱	۵-۴ تدوین آمار و گزارش‌های مورد نیاز
۲۱۱	۱-۵-۴ نحوه ارسال گزارش حوادث
۲۱۲	۲-۵-۴ گزارش قطعی‌ها و خروجی‌ها
۲۱۲	۳-۵-۴ ثبت عملیات سیستم، گزارش روزانه و ثبت مقادیر انرژی (اکتیو و راکتیو)
۲۱۳	۶-۴ اینترنت لاک
۲۱۴	۱-۶-۴ روش‌های اینترنت لاک
۲۱۴	۲-۶-۴ سیستم‌های متکی بر کامپیوتر یا نرم‌افزاری
۲۱۴	۳-۶-۴ استفاده از رله‌ها یا سخت‌افزاری اینترنت لاک
۲۱۴	۴-۶-۴ نکات اصلی در کنترل شرایط اینترنت لاک
۲۱۵	۵-۶-۴ اینترنت لاک‌هایی که باید برای تعمیر و نگهداری بریکر برقرار باشد
۲۱۶	۶-۶-۴ اینترنت لاک در بی‌خط
۲۱۷	۷-۶-۴ اینترنت لاک در بی‌ترانس

۲۱۷	۸-۶-۴ گزارش حادثه
۲۱۸	۷-۴ بهره‌بردار و سرویس و نگهداری
۲۲۰	۱-۷-۴ مانور
۲۲۴	۸-۴ بررسی حوادث ایمنی
۲۲۴	۱-۸-۴ تعاریف
۲۲۵	۲-۸-۴ عوامل بروز حوادث
۲۲۹	۳-۸-۴ نمونه حوادث ناشی از خطای انسانی
۲۴۸	۴-۸-۴ نمونه حوادث ناشی از نقص و خطای تجهیز
۲۵۲	۵-۸-۴ نمونه حوادث ناشی از خطای انسانی و تجهیزات
۲۶۰	۹-۴ پیوست