

ژنراتورها در شرایط اضطراری

ISLANDING-2

تأليف:

طهماسبقلي شاه رخشاهی

نيکان کتاب

پاييز ۹۵

سرشناسه	شاهرخشاهی، طهماسبقلی، ۱۳۳۴ -
عنوان و نام‌پیداآور	ژنراتورها در شرایط اضطراری ISLANDING-2 / تألیف: طهماسبقلی شاهرخشاهی
مشخصات نشر	زنجان: نیکان کتاب، ۱۳۹۵
مشخصات ظاهری	۳۰۴ ص.: جدول (بخشی رنگی)، نمودار (بخشی رنگی).
شابک	۹۷۸-۹۶۴-۱۹۶-۴۱۱-۷
وضعیت فهرست‌نویسی	فیپا
موضوع	ماشین‌های الکترونیک -- نگهداری و تعمیر
موضوع	Electronic apparatus and appliances -- Maintenance and repair
موضوع	برق -- سیستم‌ها -- حفاظت
موضوع	Electric power systems -- Protection
رده‌بندی کنگره	TK ۷۸۷۰/۲ ش ۹ ۱۳۹۵
رده‌بندی دیویی	۶۲۱/۳۸۱
شماره کتابشناسی ملی	۴۳۷۵۸۹۹



ژنراتورها در شرایط اضطراری ISLANDING ۲ / تألیف: طهماسبقلی شاهرخشاهی

حروفچینی و صفحه‌راستی: مریم منی

طراحی جلد: سعید خدائی

لیتوگرافی: ولیعصر

چاپ اول: پاییز ۹۵

تیراژ: ۵۰۰ نسخه

قیمت: ۲۵۰/۰۰۰ ریال

شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۱۹۶-۴۱۱-۷

دفتر نشر:

زنجان، چهارراه سعدی، روبروی بانک پاسارگاد، کوچه باقری، ساختمان پهنر، واحد ۴

تلفکس: ۰۲۴-۳۳۳۳۵۵۴۱-۲

Email: Nikanketab@yahoo.com

www.chaponashr.ir/nikanketab

یادآوری: بخش اول ISLANDING تحت عنوان:

"شرایط اضطراری در شبکه و جلوگیری از قطع خطوط انتقال یا ISLANDING-1" منتشر خواهد شد

فهرست مطالب

الف	مقدمه مؤلف
-----	------------

فصل اول: نقش و تاثیر اختلالات در کار سنکرن ژنراتورها

۱	مقدمه
۱	اختلالات در شبکه
۱۱	منابع و مراجع فصل اول

فصل دوم: رله های حفاظتی ژنراتورها تحت تاثیر اختلالات و تغییرات کمیات شبکه

۱۳	مقدمه
۱۳	سوابق تحریبی تاثیر اختلالات در رله های حفاظتی ژنراتورها
۱۶	رله های حفاظتی ژنراتورها تحت تاثیر اختلالات و تغییرات دینامیک در کمیات شبکه
۳۴	نتایج مطالعات
۳۶	منابع و مراجع فصل دوم

فصل سوم: رله های حفاظتی ترانسفورماتورها تحت تاثیر نوسانات PS

۳۷	مقدمه
۳۷	بررسی کار رله های حفاظتی ترانسفورماتورها تحت تاثیر نوسانات PS
۴۶	ضمیمه A: فصل سوم
۴۹	منابع و مراجع فصل سوم

فصل چهارم: شرایط زیر تحریک در کار سنکرن ژنراتورها

۵۱	مقدمه
۵۲	منحنی ظرفیت ژنراتور (GCC)
۵۷	حد پایداری استاتیک یا Steady State Stability LIMIT (SSSL)
۶۱	حفاظت ها به منظور محدود نمودن قدرت ژنراتورها در محدوده منحنی GCC
۶۷	مدارهای حفاظتی
۷۷	تنظیم حفاظت ها و امان های نظارت در صفحه مختصات $P - Q$
۸۴	مطالعات با استفاده از شبیه سازی دینامیک ژنراتور
۱۰۳	دستورالعمل شورای NERC به منظور تنظیم رله LOF و امان های محدودکننده
۱۰۶	نتایج مطالعات
۱۰۷	مثال ۱-۴: قطع اتفاقی تحریک در واحد 200MW
۱۱۷	ضمیمه A: اطلاعات شبکه و ژنراتورها شامل مقادیر عددی پارامترها و بلوک دیاگرام کنترل ژنراتور

- ضمیمه B: روش تعیین و تعریف مشخصه های MEL, GCC و SSSL برای ژنراتورها ۱۱۸
- منابع و مراجع فصل چهارم ۱۲۱

فصل پنجم: حفاظت OOS- حفاظت ژنراتورها در قبال نوسانات PS.

- مقدمه ۱۲۳
- امیدانس اندازه گیری شده در طی نوسانات PS در محل ژنراتور ۱۲۴
- نوسانات پایدار و ناپایدار و تاثیر فاصله زمانی رفع عیب در برقراری نوسانات ناپایدار ۱۲۸
- مثال ۱-۵ ۱۳۲
- حفاظت ژنراتورها در قبال نوسانات PS و کار آسنکرون ۱۳۵
- ساختمان رله های OOS در ژنراتورها ۱۳۷
- کمیات و پرامترهای مورد نیاز به منظور تنظیم حفاظت ۱۴۲
- مثال ۲-۵: تنظیم حفاظت OOS از نوع المان mho با یک blinder و تعیین زمان بحرانی رفع عیب ۱۵۶
- نتایج مطالعات ۱۵۷
- مثال ۳-۵: شبیه سازی پدیده OOS در نزدیک بارگاه حرارتی Batlle ۱۶۲
- مثال ۴-۵: روش تنظیم و هم آهنگ حفاظت OOS با حفاظت قطع تحریک LOF ۱۷۵
- منابع و مراجع فصل پنجم ۱۷۸

فصل ششم: رله های اندازه گیر امیدانس در ژنراتورها تحت تاثیر اختلالات در شبکه.

- مقدمه ۱۷۹
- کار نایجای رله های حفاظتی خاص در ژنراتورها تحت تاثیر نوسانات ۱۷۹
- بررسی رله های حفاظتی خاص در ژنراتورها (اندازه گیر امیدانس) ۱۸۰
- حفاظت دیستانس (کد ۲۱) به عنوان System Back-up ۱۸۳
- حفاظت قطع تحریک (LOF) با کد ۴۰ ۱۸۵
- حفاظت OOS با کد ۷۸ ۱۸۷
- مثال ۱-۶: انجام مطالعات به منظور تنظیم سه المان (رله) OOS, LOF و Syatem Back-up ۱۸۸
- ضمیمه A (فصل ششم) ۲۰۴
- منابع و مراجع فصل ششم ۲۰۸

فصل هفتم: رله اندازه گیر زاویه رتور و تشخیص کار آسنکرون ژنراتورها.

- مقدمه ۲۰۹
- روش اندازه گیری تعداد دور ژنراتور ۲۰۹
- تشخیص OOS ۲۱۱

- اندازه گیری و برآورد پارامترها به صورت سنکرون شده با زمان (time-synchronized) ۲۱۳
- کنترل پایداری گذرا ۲۱۷
- نتایج مطالعات ۲۲۳
- منابع و مراجع فصل هفتم ۲۲۳

فصل هشتم: نتایج تجربی حاصل از کار رله‌های حفاظتی ژنراتورها در خاموشی‌های روی داده

- مقدمه ۲۲۳
- بررسی حوادث خاموشی‌ها با توجه به کار نایجای رله‌های حفاظتی همزمان بانوسانات PS در شبکه ۲۲۴
- نتایج مطالعات ۲۳۸
- مشکلات ناشی از حفاظت ژنراتورها در خاموشی آگوست سال ۲۰۰۳ ۲۳۹
- منابع و مراجع فصل هشتم ۲۴۰

فصل نهم: پیش بینی‌ها و روش‌های مقابله با اختلالات در شبکه‌های سراسری در دنیا

- مقدمه ۲۴۱
- نمونه ۹-۱ ۲۴۱
- نمونه ۹-۲: بررسی حادثه روی داده منجر به Islanding در شبکه غرب آمریکا (تابستان ۲۰۰۸) ۲۵۸
- نتایج مطالعات ۲۶۵
- منابع و مراجع فصل نهم ۲۶۶

تصاویر ۲۶۷

مقدمه مؤلف

مطالعات و بررسی‌های انجام شده در خاموشی‌های سراسری و یا منطقه‌ای روی داده در سالهای اخیر در اروپا و آمریکا نشان داده است، کار نابجای رله‌های حفاظتی در خطوط و ژنراتورها تحت نوسانات ظاهر شده در طی اختلالات نقش عمده را در گسترش خاموشی‌ها و تشدید اختلالات دارا بوده است. رله‌های حفاظتی اندازه‌گیر امیدانس شامل المان‌های حفاظتی در رله‌های دیستانس خطوط و ژنراتورها از حساسیت فوق العاده نسبت به نوسانات روی داده در کمیات ولتاژ و جریان شبکه برخوردار بوده، تحت تاثیر هر نوسان ناشی از رفع عیب، وصل آسنکرن، قطع و وصل بارهای سنگین به فاصله زمانی کوتاه چند سیکل عمل کرده، قطع نابجای خطوط و ژنراتورها تحت ر را موجب شده‌اند. قطع خطوط و ژنراتورها در حال کار فاقد هرگونه عیب، همزمان با شرایط کار غیرعادی و سروری شبکه، در حالیکه وظیفه تامین قدرتهای اکتیو و راکتیو و حفظ ولتاژ را در شرایط اضطراری دارا بود. انداختن رله‌های حفاظتی روی داده را شدت بخشیده، ناحیه واقع در معرض کار آسنکرن را گسترش می‌دهد. کار نابجای المان‌های حفاظتی اندازه‌گیر امیدانس در رله‌های دیستانس در خطوط انتقال بطور مشروح در کتاب اول مورد مطالعه قرار گرفته است. به منظور جلوگیری از کار نابجای رله‌ها و قطع خطوط سالم در شرایط اضطراری، رله مخصوص تشخیص نوسانات کار آسنکرن یا Out - Of - Step (OOS) ابداع و در شبکه‌ها نصب گردیدند. تشخیص نوسانات در این رله‌ها مبنای است در فاصله زمانی کمتر از کار رله‌های اندازه‌گیر امیدانس در خطوط صورت گرفته، Function پیش بینی شده در خروجی رله‌های حفاظتی خطوط و راباز و آنان را بطور موقت در طول مدت برقراری نوسانات قفل می‌نماید. نصب رله مورد اشاره OOS با کد ۷۸ از سالها قبل بطور عمده به منظور تشخیص کار آسنکرن در بخشهای عمده شبکه معمول بوده است. رله OOS با کد ۷۸ به منظور تشخیص نوسانات PS و کار آسنکرن شبکه به روشهای مختلف از جمله اندازه‌گیری امیدانس، اندازه‌گیری ولتاژ در مرکز نوسان، اندازه‌گیری مولفه اهمی امیدانس، عمل نموده، در کلیه شینه‌ها در ایستگاه‌های اصلی مجاور مرکز نوسان در شبکه نصب شده به منظور نسیم شبکه در نوسانات ناپایدار با استفاده از دو Function عبارت از قطع (OST) و قفل (PSB) عمل می‌نماید.

در طی ۴۰ - ۳۰ سال گذشته در ژنراتورها نیز رله‌های حفاظتی اندازه‌گیر امیدانس به منظور تشخیص کار زیر تحریک (تبدیل ژنراتور به موتور) و تشخیص جریان عیب TF به عنوان System - Back - Up نصب شده‌اند. این حفاظتها نیز به نوسانات روی داده در شبکه حساس بوده، همزمان با برقراری نوسانات PS در شبکه عمل نموده قطع ژنراتورها را موجب شده‌اند به همین علت رله OOS با کد ۷۸ به منظور اجرای دو Function مورد اشاره در شرایط گذرا در خروجی ژنراتورها نیز نصب شده، در صورت پایدار بودن نوسانات با سرعت کافی عمل نموده، مانع از قطع ژنراتورها و کار دو المان مورد اشاره و قطع نابجای ژنراتورها می‌شوند. در صورت ناپایدار

بودن نوسانات، قطع ژنراتورها واقع در معرض کار آسنکرن را در اولین سیکل لغزش (Function قطع ژنراتور یا OST) قبل از صدمه به ژنراتور موجب می شوند.

کار رله OOS و تفکیک نوسانات ناپایدار در ژنراتورها به مراتب دشوارتر از کار رله در خطوط انتقال بوده عدم تفکیک صحیح نوسانات پایدار و ناپایدار می تواند با صدمه به ژنراتور و گسترش کار آسنکرن در شبکه منجر شود. بهمین علت رله پیش بینی شده به منظور تشیص نوسانات PS در شبکه، مشخصه خاص متفاوت از مشخصه کار رله در خطوط انتقال را (کتاب اول) دارا می باشد. با توجه به اهمیت کار رله در جلوگیری از قطع نابجای ژنراتورها در نوسانات پایدار و یا قطع ژنراتورها (در نوسانات ناپایدار)، در پی دو خاموشی سراسری روی داده، طبق دستورالعمل شورای NERC نصب آن در کلیه ژنراتورها با قدرت بیش از ۵۰ MW اجباری گردیده است.

تنظیم رله OOS در ژنراتورها مستلزم انجام مطالعات دقیق در شبکه، تعیین مرکز الکتریکی نوسان، محدوده فرکانس های لغزشی ظاهر، در ارتباط سنکرن ژنراتور، مکان امپدانس اندازه گیری شده در رله های حفاظتی ژنراتور در اختلالات روی داده خواهد بود. (فصل ششم). به همین علت دستورالعمل ها و توصیه های متعدد به منظور نصب رله و روش تنظیم آن در ژنراتورها ارائه شده اند. با این همه و علیرغم کلیه پیش بینی ها احتمال تشخیص نابجا و قطع ژنراتورها در اختلالات روی داده همواره به میزان ناچیز موجود بوده است.

در کتاب حاضر حساسیت رله های حفاظتی ژنراتورها به نوسانات PS روی داده در شبکه و جلوگیری از کار نابجای آنان با استفاده از رله OOS و با توجه به دستورالعمل و مقررات استاندارد شرح داده می شوند. همچنین مشخصه کار رله OOS در ژنراتورها و نتایج تجربی حاصل از تنظیم آنان در حوادث مختلف در شبکه های سراسری ارائه شده اند (فصل پنجم). مطالعات انجام شده نشان داده اند، ژنراتورها فاقد حفاظت OOS به سهولت در قبال نوسانات PS در شبکه قطع شده اند در حالیکه درصد ژنراتورهای قطع شده مجهز به حفاظت OOS محدود بوده است. (فصول هشتم و نهم).

کتاب اول Islanding اگرچه به مقابله با تاثیر نوسانات در حفاظت خطوط انتقال اختصاص یافته، یا این همه مطالعه آن امکان آشنائی بیشتر را با نقش رله OOS در ژنراتورها و شبکه بطور مناسب فراهم می نماید. از توجه کلیه علاقمندان، متخصصان و کارشناسان در زمینه برق و انرژی به کتب تالیفاتی و پژوهشی تالیف شده تشکر نموده، ادامه کار را مرهون لطف و توجه همکاران میدانم.