

هماهنگی در رله‌های حفاظتی ژنراتورها و خطوط خروجی نیروگاه‌ها و شبکه انتقال

استوارالعمل شورای NERC به منظور تنظیم رله‌های حفاظتی و جلوگیری

از قطع واحدها در شرایط اضطراری کتاب سوم در تقسیم شبکه

Islanding-3

تألیف:

طهماسب علی شاهرخشاهی

۴۹ ک

یادآوری: کتاب اول Islanding تحت عنوان ژنراتورها در شرایط اضطراری در تاریخ مهر

۱۳۹۵، کتاب دوم Islanding تحت عنوان تقسیم اتوماتیک شبکه در شرایط اضطراری در

تاریخ شهریورماه ۱۳۹۶ منتشر گردیده است.



کاوش پردیز

تابستان ۱۳۹۶

شهرخشی، طهماسبقی، ۱۳۳۴ -	سرشناسه:
هماهنگی در رله‌های حفاظتی ژنراتورها و خطوط خروجی نیروگاه‌ها و شبکه انتقال دستورالعمل شورای NERC به منظور تنظیم رله‌های حفاظتی و جلوگیری از قطع واحدها ... Islanding طهماسبقی شهرخشی، ویراستار سارا شهبازی.	عنوان و نام پدیدآور:
تهران کاوش پرداز ۱۳۹۶. مشخصات ظاهری: ۲۰۶ ص. مصور، جدول، نمودار.	مشخصات نشر:
۹۷۸-۶۰۰-۶۱۰۲-۲۱-۳ وضعیت فهرست‌نویسی: فیا	شابک:
برق -- سیستم‌ها -- حفاظت. موضوع: Electric power transmission - Safety measures	موضوع:
Electric power systems - Protection موضوع: رله‌های محافظ	موضوع:
Protective relays موضوع: شبکه‌های هوشمند توزیع برق	موضوع:
Smart power grids موضوع: برق -- سیستم‌ها -- پایداری	موضوع:
Electric power system stability موضوع: برق نیرو - انتقال - پیش‌بینی‌های ایمنی	موضوع:
Electric power transmission - Safety measures موضوع:	موضوع:
۱۳۹۶ ۱۳۸۸ ش/۱۰۰۵ TK	رده بندی کنگره:
۶۲۱/۳۱۷	رده بندی دیویی:
۳۹۶۱۰۲۶	شماره کتابشناسی ملی:



- هماهنگی در رله‌های حفاظتی ژنراتورها و خطوط خروجی نیروگاه‌ها و شبکه انتقال کتاب سوم: Islanding 3
- مؤلف: طهماسبقی شهرخشی
- چاپ و صحافی: واژه
- چاپ اول، تهران ۱۳۹۶
- ناشر: کاوش پرداز
- قیمت: ۲۰/۰۰۰ تومان

تهران، خیابان انقلاب، روبروی دانشگاه تهران، خیابان فخرآزی، بن بست نبی به چک ۷

تلفن: ۶۶۴۹۵۹۱ - ۶۶۴۸۴۹۵۷

تلگرام: @kavoshpardaz

www.kavoshbook.com

مقدمه مترجم :

در خاموشی های سراسری روی داده در سال های اخیر کار نابجای رله های حفاظتی در شبکه و در نیروگاه ها همزمان با برقراری نوسانات PS نقش عمده را در گسترش نوسانات و تبدیل نوسانات پایدار به ناپایدار و بروز ناپایداری و خاموشی های سراسری دارا بوده است. کار نابجای رله های حفاظتی با توجه به اختلالات روی داده و نوسانات در کمیات ولتاژ و جریان در کتاب اول و دوم: " تقسیم شبکه در شرایط اضطراری – Islanding " بطور مشروح آورده شده است.

کار نابجای رله های حفاظتی در خطوط و روش مقابله و جلوگیری از قطع خطوط همزمان با برقراری نوسانات در کتاب اول (1-Islanding) و کار نابجای رله های حفاظتی در ژنراتورها و نیروگاه ها و جدا شدن ژنراتورها از شبکه در کتاب دوم (2-Islanding) نشان داده شده اند.

از هنگام بروز چند مورد خاموشی های سراسری و قطع نابجای ژنراتورها در حال کار عادی تحت تاثیر نوسانات PS، حفظ ژنراتورها در شبکه همزمان با برقراری شرایط اضطراری و جلوگیری از کار نابجای رله های حفاظتی از اهمیت فوق العاده برخوردار گردید. هدف از این مطالعه بررسی و تحلیل شرایط اضطراری و ناپایداری و ولتاژ و فرکانس و زاویه محسوب می گردد.

در خاموشی سال ۲۰۰۳ بالغ بر ۲۹۰ ژنراتور با قدرت بالا از شبکه جدا شده، قطع آنان منجر به از دست رفتن بار مصرفی به میزان ۲۵۰۰ MW گردید. مطالعات صورت گرفته توسط شورای NERC در آمریکا نشان داد قطع بسیاری از ژنراتورها در پی کار نابجای رله های حفاظتی ژنراتورها ناشی از عدم وجود هم آهنگی لازم در کار رله های حفاظتی در خطوط انتقال و در ژنراتورها بوده است. علاوه بر این دیگر موثر در قطع ژنراتورها افزایش بار خطوط خروجی نیروگاه، کار رله های حفاظتی ژنراتورها وابسته به جریان بار از جمله کار حفاظت System Back-Up و حفاظت های اندازه گیر امپدانس نظیر المان مانع از اضافه بار (کد ۵۱)، حفاظت دیستانس (کد ۲۱)، افت ولتاژ (کد ۲۷)، افت فرکانس و غیره بوده است. به همین جهت امکان اضافه بار خطوط خروجی نیروگاه ها و ژنراتورها در شرایط اضطراری به عنوان Loadability از اهمیت فوق العاده برخوردار بوده، حد افزایش بار از طرف شورای NERC^۱ تعیین گردیده است. تنظیم رله های حفاظتی وابسته به جریان بار در خطوط و ژنراتورها به منظور عدم کار در قبال قدرت های اکتیو و راکتیو در شرایط اضطراری تعیین و به صورت دستورالعمل به کلیه نیروگاه ها ابلاغ گردیده است. (دستورالعمل شماره PRC-024-2 و PRC-024-1 فصل سوم و دستورالعمل شماره PRC-025-01 فصل چهارم). دستورالعمل مورد اشاره با توجه به توانایی ژنراتورها در

تولید و جذب قدرت اکتیو و رآکتیو در شرایط اضطراری و هم آهنگی آنان با رله های حفاظتی در خطوط خروجی نیروگاه و شبکه تهیه شده است.

دستورالعمل مشابه در مورد تنظیم رله های حفاظتی اندازه گیر امپدانس طبق استاندارد شماره IEEE C37-113-1999 برای رله های دیستانس خطوط ارائه شده است.

بر طبق دستورالعمل حاضر سطح افزایش بار ژنراتورها و سطح افزایش بار خطوط به عنوان Loadability (قابلیت اضافه بار) تعیین شده، بر طبق آن سطح جریان اضافه بار اضطراری و جلوگیری از کار نابجای رله های حفاظتی وابسته به بار نظیر اضافه بار و دیستانس در خطوط و ژنراتورها در قبال آن تعیین گردیده است.

کتاب در چهار فصل همراه با ضمائم مربوطه از استانداردها و دستورالعمل های مختلف شورای NERC جمع آوری گردیده است. امید است مورد استفاده همکاران و کارشناسان در نیروگاه ها و بهره برداری شبکه ها واقع شود.

ط - شاهرخشاهی

پائیز - ۱۳۹۶

فصل اول - قطع نابجای ژنراتورها

- ۱-۱: هدف تهیه گزارش حاضر ۲
- ۱-۲: موضوع گزارش ۳
- ۱-۳: تعریف هم آهنگی ۴
- ۱-۴: رله های حفاظتی multi-function ۴
- ۱-۵: سطح ولتاژ مورد نظر ۴
- ۱-۶: موارد در نظر گرفته شده در مدل شبکه ۵

فصل دوم - روش ارائه شده به منظور هم آهنگی در کار رله های حفاظتی و نوع

اطلاعات مورد نیاز و مورد مبادله

- مقدمه ۷
- روش هم آهنگی و خلاصه اطلاعات مورد مبادله ۷
- بررسی Function های حفاظتی - اصل ۸
- اطلاعات مورد نیاز واحدهای بهره بردار ۹

فصل سوم - Function های حفاظتی در ژنراتورها و هم آهنگی با Function های

مشابه در شبکه

- مقدمه ۱۱
- ۳-۱: حفاظت دیستانس فاز به عنوان System Back-Up در ژنراتورها (Function - 2) ۳۱
- ۳-۲: اضافه تحریک یا حفاظت $\frac{Volt}{Hz}$ (Function - 24) ۳۸
- ۳-۳: حفاظت افت ولتاژ (Function - 27) ۵۷
- ۳-۴: حفاظت برگشت قدرت (Function - 32) ۵۷
- ۳-۵: حفاظت قطع تحریک: یا Loss Of Field (LOF) (Function - 40) ۶۰
- ۳-۶: حفاظت جریان عدم تعادل یا مولفه معکوس جریان فاز (Function - 46) ۶۸
- ۳-۷: حفاظت برق دار شدن اتفاقی و ناخواسته ژنراتورها (Function - 50/27) ۷۳
- ۳-۸: حفاظت از کار افتادگی کلید (Function - 50BF) ۷۷

- ۳-۹: حفاظت اضافه جریان فاز و اضافه جریان زمین در ترانسفورماتور GSU
 ۸۲..... (Function - 51T & 51TG)
 ۳-۱۰: حفاظت اضافه جریان کنترل شده یا مقاوم با ولتاژ (Function - 51V) ۹۲
 ۳-۱۱: حفاظت اضافه ولتاژ (Function - 59) ۱۰۲
 ۳-۱۲: حفاظت زمین استاتور (Function - 59GN/27TH) ۱۰۷
 ۳-۱۳: حفاظت در قبال کار آسنکرون یا: Out-Of-Step, (از دست رفتن ارتباط سنکرون),
 ۱۰۹..... (Function - 78)
 ۳-۱۴: حفاظت افزایش و کاهش فرکانس (Function - 81) ۱۲۱
 ۲-۱۵: حفاظت دیفرانسیل ژنراتور (Function - 87G), حفاظت دیفرانسیل
 ترانسفورماتور (Function - 87T), حفاظت دیفرانسیل سراسری ژنراتور -
 ترانسفورماتور (Function - 87L) ۱۲۸
 ضمیمه A - منابع و مراجع به کار برده شده در تهیه دستورالعمل و استاندارد NERC:
 (فصول اول، دوم و سوم) ۱۳۲

فصل چهارم - دستورالعمل NERC، شماره PRC-025-1 به منظور تنظیم

حفاظت ها وابسته به بار در ژنراتورها

- I- مقدمه ۱۳۵
 II- سیستم های تحریک ژنراتور و توانایی ژنراتور در تولید حداکثر ظرف قدرت های اکتیو و
 رآکتیو (Watt / Var Capability) ۱۳۶
 III- تبدیل توابع از صفحه مختصات P-Q به صفحه مختصات R-X ۱۳۹
 IV- استاندارد تامین Reliability ارائه شده از طرف NERC با شماره PRC-025-1 ۱۴۰
 V- نیازها طبق استاندارد NERC, PRC-025-1 ۱۴۱
 VI- تنظیم رله دیستانس فاز با کد 21 طبق استاندارد PRC-025-1 ۱۴۲
 VII- تنظیم رله های ولتاژ 51V در استاندارد PRC-025-1 ۱۴۷
 VIII- تنظیم رله اضافه جریان 51 در ترانسفورماتور GSU به منظور انطباق با استاندارد
 PRC-025-1 ۱۵۰

IX: تنظیم رله اضافه جریان کد 51 در ترانسفورماتور کمکی نیروگاه منطبق با استاندارد	152
PRC-025-1	152
X: نتایج فصل چهارم	153
XI: نتایج فصل چهارم	156
ضمیمه B- پاسخ رله ای در آزمایش قطع بار یا Step Response Of Load Rejection در	159
هیدروژنراتورها	159
ضمیمه C- حفاظت Back-Up با کد TR-22 در گروه ژنراتورهای متمرکز "Cohesive"	161
Generation Group"	161
تشریح Function بار رله ها	162
توصیه بعمل آمده در T < 2	163
ضمیمه D- روابط تبدیل منحنی ها از صفحه مختصات P-Q به صفحه مختصات R-X و	165
بالعکس	165
ضمیمه E- محاسبات مورد نیاز و جزئیات از محقق مثال ارائه شده در قسمت 1-3	167
ضمیمه F- نمونه تنظیم حفاظت: (Out-Of Step, OOS)	183
ضمیمه G- تشخیص شرایط کار Self-excltion ژنراتورها توسط رله OOS	187
ضمیمه H- جلوگیری از کار المان Zone-3 در شرایط اضافه بار	191
ضمیمه K- نتایج بررسی خاموشی ها و دستورالعمل تنظیم رله حفاظتی ژنراتورها با	199
احتمال کار نابجا	199