فصلنامه علمی تخصصی ایده های نو در علوم، مهندسی و فناوری ، دوره ۵، شماره ۲، تابستان ۱۴۰۰، ص ۴۴-۶۶
ISSN: 2588-3984
http://www.Tajournals.com

عنوان مقاله: رله ها در سیستم حفاظت الکتریکی
دوره ۵ / شماره ۲ / تابستان ۱۴۰۰/ ص ۶۶-۴۴

رله ها در سیستم حفاظت الکتریکی

اصغر قادری۱ ، مهران تقوی ایراندگان۲ ، محمد علی ایزدی فر۲ ، رامین افشین مهر۲
۱استادیار گروه برق (دکتری پلاسما) ، دانشگاه ازاد واحد ایرانشهر
۲ دانشجوی کارشناسی مهندسی برق ، دانشگاه ازاد واحد ایرانشهر

چکیده

حفاظت سیستم های الکتریکی ابعاد بسیار گسترده ای دارد از حفاظت یک خانه مسکونی گرفته تا حفاظت یک باس بار در یکپست فشار قوی به طور کلی هر حالت غیر عادی که در عملکرد سیستم به وجود می آید، خطا نامیده می شود. از این حالت های غیر عادی میتوان به وقوع اتصال کوتاه، افزایش و یا کاهش بیش از حد ولتاژ، افزایش و یا کاهش بیش از حد فرکانس، افزایش حرارت تجهیزات در اثر توان عبوری بیش از حد از آن ها یا اضافه بار،از سنکرون خارج شدن ژنراتورها و ... اشاره کرد. اتصال کوتاه ها از مهمترین و پراحتما ل ترین خطاهایی هستند که در یک شبکه به وجود می آید. این خطاها ممکن است بر اثر برخورد یک یا دو فاز با زمین،اتصال دو یا سه فاز به یکدیگر و ... به وجود آیند که در این حالت جریان زیادی درحدود ۱۱ تا ۱۱۱ برابر جریان عادی، از شبکه عبور می کند. عبور این جریان می تواند اثرات مختلف و زیانباری روی شبکه داشته باشد که از مهم ترین آن ها می توان به اثراتحرارتی روی تجهیزات اشاره کرد که باعث سوختن و آسیب دیدن عایق آن ها می شود. این امر ممکن است در زمانی در حدود چند ثانیه صورت گیرد. از این رو رفع خطا در یک سیستم باید در کوتاهترین زمان ممکن صورت گیرد. برایتشخیص حالت هایغیرعادی در یک شبکه و ایزوله کردن بخش معیوب از سایر بخش ها از سیستم حفاظت استفاده می شود. در اغلب موارد خطاهایبه وجود آمده در سیستم قدرت، باعث تغییرات ناخواسته و شدید در اندازه ولتاژ یا جریان می شوند. در این پژوهش با استفاده از روش توصیفی کتابخانه ای به بررسی سیستم حفاظت ، رله ها و انواع ان پرداخته میشود.

واژگان کلیدی: سیستم حفاظت ، رله ، خطا ،دیسانتس ، هماهنگی

فصلنامه علمی تخصصی ایده های نو در علوم، مهندسی و فناوری ، دوره ۵، شماره ۲، تابستان ۱۴۰۰، ص ۴۴-۶۶
ISSN: 2588-3984
http://www.Tajournals.com

مقدمه

دستیابی به یک سیستم قدرت با امنیت کاری مناسب ازاهداف ضروری و بسیار مهم صنعت برق می باشد.از طرفی بروز اختلالات بزرگ و تهدید آمیز برای این سیستم اجتناب ناپذیر است. لذا چگونگی پرهیز از این مشکل و رسیدن به نقطه کار مناسب پس از وارد شدن اختلال به سیستم برای مهندسان برق به صورت دقدقه ای جدی در آمده است.گستردگی شبکه های برق و مدل های پیچیده عناصر قدرت پایداری سیستم را از حالت ساده شبکه های کوچک خارج ساخته و عوامل مختلفی را دراثر گذاری بر پایداری این شبکه ها دخیل نموده است . عملکرد و رفتار یک سیستم قدرت در یک رژیم کاری مشخص متشکل از کلیه ویژگی های رفتاری می باشد که سیستم از خود نشان می دهد و با شناخت آن ها می توان عملکرد سیستم را بررسی نمود. برای یک سیستم قدرت در حال بهره برداری چنانچه کلیه متغیر های بهره برداری از قبیل دامنه ولتاژ شین ها-زاویه فاز شین ها – جریان و توان عبوری از خطوط – توان تولیدی ژ نراتورها و... نسبتا ثابت باشند در این صورت گوییم که سیستم قدرت در حالت تعادل بوده و این حالت کاری را حالت کار در رژیم ماندگار گوییم.

اهمیت عملکرد و پاسخ سیستم به خطاها در شبکه، رله‌گذاری همواره بر مبنای رله‌گذاری اصلی و پشتیبان انجام می‌شود. حفاظت پشتیبان به دو روش محلی یا از راه دور قابل اجراست. در حفاظت پشتیبان محلی، هر دو سیستم حفاظتی اصلی و پشتیبان به کلید واقع در پست فرمان می‌دهند. هر یک از سیستمهای حفاظت اصلی و پشتیبان از هسته‌های مجزای ترانس جریان تغذیه می‌شوند و به یکی از مدارهای قطع کلید فرمان می‌دهند. در صورتی که رله‌های مورد استفاده در حفاظت پشتیبان یکسان باشند.

۲-ادبیات تحقیق

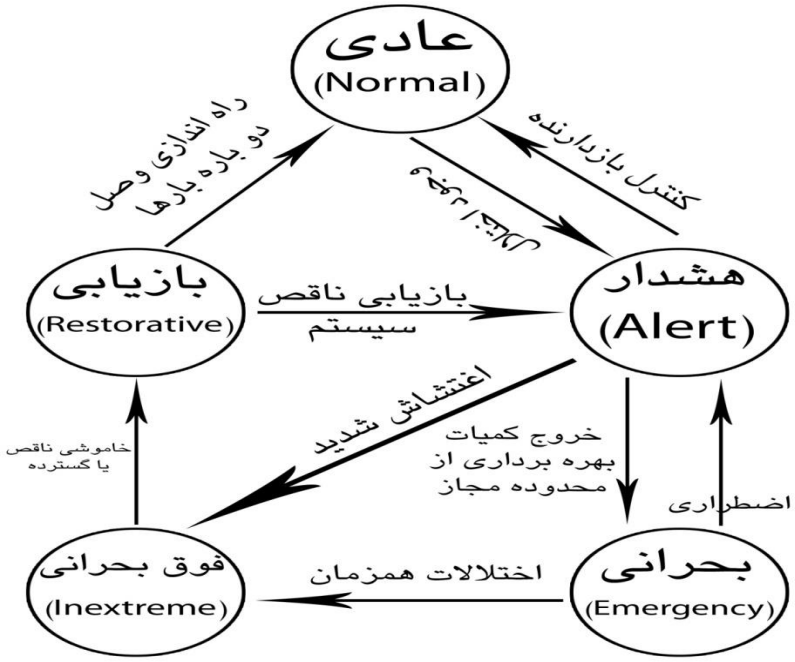
۲-۱-حالت های کاری سیستم قدرت

به منظور درک بهتر از سیستم قدرت وشرایط که در اثر یک پدیده برای آن پیش خواهد آمد مفید است که حالت های کاری سیستم قدرت تشریح گردد. حالت بهره برداری سیستم که به چند حالت عادی و هشدار و بحرانی و فوق بحرانی و بازیابی تقسیم می نماییم .شکل ۱ این حالتها ونیز نحوه انتقال از یک حالت به حالت دیگر را نشان می دهد. در شرایط عادی تمام متغیرهای سیستم در محدوده مجاز واقع شده اند بر هیچ یک از تجهیزات اضافه باری تحمیل نشده است. سیستم در حالتی مطمئن بهره برداری می شود وقادر است اغتشاش را بدون اینکه انحرافی از قیود ایجاد شود تحمل نماید. اگر قابلیت اطمینان کمتر از حد مشخص وقابل قبولی گردد ویا اینکه امکان بروز اغتشاش نظیر شرایط بد آب وهوایی (مانند طوفان های شدید) افزایش یابد سیستم وارد مرحله هشدار می شود. برای بازیابی سیستم به وضع عادی می توان اعمالی را از جمله جابجایی تولید یا افزایش ظرفیت ذخیره به کار بست. اگر اینگونه اعمال موفق نباشد سیستم همچنان در وضعیت هشدار باقی می ماند . اگر زمانی که سیستم در وضعیت هشدار است اغتشاشی سخت اتفاق بیافتد سیستم وارد مرحله بحرانی می شود. در این حالت ولتاژ بسیاری از شین ها کاهش یافته ویا بارگذاری تجهیزات از حد نامی اضطراری کوتاه مدت فراتر رفته است. در این وضع سیستم هنوز حالت فعال خود را حفظ کرده واگر بتوان با اعمال کنترلی لازم نظیر رفع خطا – کنترل سیستم تحریک و بار زدایی و... بکمک آن شتافت ممکن است سیستم به حالت هشدار منتقل شود اگر اعمال فوق اجرا نشود ویا اجرای آن موفقیت آمیز نباشد ویا با تاخیر صورت گیرد سیستم وارد مرحله فوق بحرانی می گردد که در نتیجه آن وقفه های متوالی و احتمالا خاموشی بخش عمده ای از سیستم خواهد بود. در این وضع اعمال کنترلی از قبیل بارزدایی و قطع ناحیه ها از یکدیگر تحت کنترل سیستم باید اجرا شود تا حتی المقدور بتوان آن را ازیک خاموشی سراسری نجات داد. حالت بازیابی وضعیتی را نشان می دهد که در آن اعمال کنترلی به منظور وصل مجدد تجهیزات و بارها

برای سیستمی که به آن اغتشاش وارد شده و درجه قابلیت اطمینان آن کاهش یافته کنترل کننده های سیستم قدرت به اپراتور کمک می کنند تا سیستم را به وضع عادی باز گرداند. اگر اغتشاش کوچک باشد کنترل کننده ها ممکن است خود قادر به انجام این کار باشند در غیر این صورت ممکن اعمالی نظیر جابجایی تولید یا کلید زنی اجزایی از سیستم ضروری باشد تا سیستم به وضعیت عادی باز گردد. همچنین در شکل زیر می توانیم بازه های زمانی کنترل سیستم قدرت برای جلوگیری از گسترش اغتشاش بوجود آمده را مشاهده نماییم. در این شکل مدت زمان اعمال کنترل برای ناپایداری گذرا بین 10 تا 1000 میلی ثانیه و جلوگیری از عدم توازن شدید بین تولید ومصرف از 1تا 60ثانیه و جلوگیری از ناپایداری دینامیکی و قطع خطوط به واسطه اضافه بار شدن سیستم به شدت حادثه از چند ثانیه تا چند دقیقه به طول می انجامد.

در صورتیکه این اعمال کنترلی در بازه مشخص نشان داده شده صورت گیرد از بوجود آمدن اغتشاشات دیگر و ناپایداری سیستم جلوگیری خواهد شد ولی عدم عملکرد در بازه زمانی ویا تاخیر در آن باعث گسترش اغتشاش واز دست رفتن پایداری شبکه در کل یا قسمتی از آن می شود.

فصلنامه علمی تخصصی ایده های نو در علوم، مهندسی و فناوری ، دوره ۵، شماره ۲، تابستان ۱۴۰۰، ص ۴۴-۶۶
ISSN: 2588-3984
http://www.Tajournals.com



شکل ۱: حالات بهره برداری از سیستم قدرت

۲-۲- اغتشاش در سیستم قدرت وآثار آن

هر تغییری در شبکه که برنامه ریزی نشده باشد یک اغتشاش نامیده می شود. اغتشاش توسط یک خطای سیستم یا یک خطای غیر سیستم ویا یک خطای شبکه می تواند بوجود آید. خطای سیستم شامل انواع اتصال کوتاه (سه فاز –تکفاز و...) پارگی وقطع خط ومسایلی از این قبیل می باشد.اما اگر به عنوان مثال کلیدی قطع کند در حالتی که هیچ خطایی در شبکه وجود نداشته باشد اغتشاش بر اساس خطای غیر سیستمی یعنی خطا در سیستم حفاظت حاصل شده است. اما اگر یک اضافه بار یا نوسان ویا افت ولتاژ یا فرکانس در شبکه وجود نداشته باشد اغتشاش بر اثر خطای غیر سیستمی یعنی خطا در سیستم حفاظت حاصل شده است.

اما اگر یک اضافه بار یا نوسان ویا افت ولتاژ یا فرکانس در شبکه بوجود آید آنگاه یک خطای شبکه اتفاق افتاده است. اغتشاشات شدید بروی توانایی سیستم برای تغذیه مصرف کنندگان با ولتاژ و فرکانس مطلوب تاثیر بیشتری می گذارد بنابراین رابطه بین خطا در سیستم قدرت و اغتشاشات شبکه رابطه مستقیمی وجود دارد. در شرایط اغتشاش سیستم قدرت بطور معمول قادر به انجام کار خود یعنی تغذیه انرژی با کیفیت مطلوب به مصرف کننده ها نیست. بنابراین در این شرایط اگر روشهای پیشگیری از جمله جدا کردن بخش معیوب از بقیه سیستم بکار گرفته نشود سیستم تحت فشار شدید تری قرار گرفته فروپاشی و خاموشی از عواقب آن خواهد بود.

۲-۳-عوامل ایجاد یک اغتشاش

خطا واغتشاش در همه شبکه ها اتفاق می افتد. امکان طراحی شبکه ای که هرگز خطایی در آن صورت نگیرد وجود ندارد یا از نظر اقتصادی این ممکن نیست. عوامل ایجاد خطا از کشوری به کشور دیگر و از ناحیه ای به ناحیه دیگر متفاوت است. عوامل متعددی می تواند در ایجاد یک اغتشاش یا گسترش آن دخیل باشد که آن ها را به دو دسته کلی عوامل غیر سیستمی و عوامل سیستمی تقسیم می نمایم:

۲-۳-۱-عوامل غیر سیستمی

آب وهوا: رعد وبرق و افزایش یا کاهش چشمگیر درجه حرارت هوا و طوفان و... از عوامل خارجی مهم در خرابی تجهیزات یا اتصال کوتاه در بین خطوط می باشند. شرایط آب و هوایی به عنوان عامل تحریک کننده و یا به عنوان عامل اصلی در ایجاد و گسترش یک اغتشاش نقش دارد.

۲-۳-۲- عوامل سیستمی عبار تند از

۱- پایین بودن حد حرارتی خطوط و ترانس ها و کلید ها : این عامل یک عامل تحریک کننده در یک اغتشاش است. در صورتی که حد

حرارتی این اجزا پایین ودر حد جریان نامی عبوری ازآنها در نظر گرفته شود در موقع اضافه بار شدن آن ها نخواهد توانست این بار را تحمل نماید و دچار آسیب دیدگی شده واز مدار خارج و باعث افزایش شدت حادثه خواهند شد.

۲- کمبود ظرفیت تولید (ذخیره جریان): در صورتی بار سیستم افزایش یابد در حالی که سیستم نتواند توان مورد نیاز را تولید کند فرکانس سیستم کاهش یافته و افت ولتاژدر سیستم ایجاد خواهد شد . با ادامه این روند وعدم انجام اعمال پشگیرانه از قبیل حذف بار و تزریق توان راکتیو (برای کاهش اثرات افت ولتاژ) سیستم دچار فروپاشی خواهد شد .

۳-کمبود سوخت (آب و گاز و ذغا ل سنگ وهسته ای) : این عوامل نیز به کمبود ظرفیت تولید و پیامدهای آن خواهد گردید .

۴- نوسان توان و فرکانس : در صورت وقوع این پدیده ها با وجود اینکه هیچ خطایی در سیستم رخ نداده است ولی این عوامل باعث عملکرد سیستم های حفاظتی گردیده وخط یا بار بدون دلیل از سیستم جدا می شود که بدنبال آن پیشامدهایی ناخواسته تا سر حد خاموشی صورت خواهد گرفت.

۲-۴-عوامل ایجاد خاموشی در شبکه قدرت

۱- نوع حادثه: گستردگی حادثه با توجه به نوع آن تغییر می کند به عنوان مثال اثرات ناشی از اتصال کوتاه سه فاز,اتصال کوتاه تکفاز ,اضافه بار یک خط و نوسان توان ,افت ولتاژو ... در شبکه بروی پدیده خاموشی متفاوت است. هرچه شدت حادثه بزرگتر باشد احتمال رفتن سیستم به سمت فرو پاشی بیشتر خواهد شد.

۲- زمان بروز حادثه: این یک عامل مهم در گسترش خاموشی است. هرچه این زمان به ساعات پیک مصرف شبکه یعنی زمان افزایش بار کل سیستم نزدیک تر باشد به دلیل پدیده پر شدگی تراکم خطوط وکار سیستم در حالت ماکزیمم توان خود احتمال ایجاد خطا های دیگر نیز افزایش می یابد.

۳- اهمیت تجهیزات دچار خطا شده در شبکه: هر چه حساسیت یک تجهیز (خط و پست و...) در شبکه افزایش یابد به همان اندازه در پدیده خاموشی تاثیر بیشتری خواهد داشت.

۴- ضعف تجهیزات شبکه و محدودیت آن ها: هر چه سطح اتصال کوتاه شبکه بواسطه گسترده شدن سیستم افزایش یابد به همان اندازه باید قابلیت و کارایی تجهیزات در شبکه افزایش یابد وتجهیزاتی که توانایی کار در حالت جدید را ندارند باید با تجهیزات بهتر و کاراتر تعویض گردند.

۵- نحوه عملکرد سیستم های حفاظتی: عملکرد و عدم عملکرد این تجهیزات در غیر از شرایطی که برای آن ها تعریف شده است هر کدام بنحوی در گسترش این پدیده موثر می باشند.

۲-۵- فلسفه رله‌گذاری حفاظتی

۲-۵-۱- رله‌گذاری حفاظتی چیست؟

معمولا وقتی درباره یک سیستم برق‌رسانی می‌اندیشیم، اجزا چشمگیر آن از قبیل نیروگاه‌های بزرگ، ترانسفورماتورها، خطهای فشار قوی و غیره به ذهنمان می‌آید. در عین حال که این اجزا قسمتهای اصلی را تشکیل می‌دهند، بسیاری اجزای ضروری و جالب دیگر نیز در سیستم وجود دارد که رله‌های حفاظتی از همین دسته‌اند. در اینجا نقش رله‌گذاری حفاظتی را در طراحی و کارکرد سیستمهای برق‌رسانی با بررسی مختصری از زمینه کلی موضوع توضیح می‌دهیم.

سه جنبه مختلف سیستم برق‌رسانی در این بررسی به کار می‌آید. این جنبه‌های عبارتند از :

الف) بهره‌برداری عادی

ب) جلوگیری از بروز عیب الکتریکی

ج) محدودکردن پیامدهای بروز عیب الکتریکی

اصطلاح "بهره‌برداری" به حالتی اطلاق می‌شود که در دستگاهها عیبی نباشد. اشتباهی از افراد سر نزند و بلایی آسمانی رخ ندهد. در این حالت، حداقل امکانات برای تامین برق مصرف‌کنندگان فعلی و برآوردن مقداری از نیازهای قابل پیش‌بینی برای آینده فراهم است. پیش‌بینیهای لازم برای بهره‌برداری عادی، قسمت عمده هزینه‌های سرمایه‌ای و عملیاتی را در برمی‌گیرد. لکن سیستمی که تنها از این دیدگاه طراحی شده باشد چه بسا پاسخگوی نیازهای امروزی نباشد.

عیب کردن دستگاههای برق‌رسانی سبب خاموشی‌های تحمل‌ناپذیر می‌شود. از این رو باید پیش‌بینیهایی انجام داد تا خسارتهای وارد بر دستگاهها و قطع جریان برق در هنگام بروز عیب به حداقل کاهش یابد.

در اینجا دو راه چاره به نظر می‌رسد: اولا خصیصه‌هایی با هدف جلوگیری از بروز عیب در طراحی منظور کنیم و ثانیا به راههایی بیندیشیم که در هنگام بروز عیب دامنه خسارتها را کاهش دهد. در طراحی سیستمهای جدید از هر دو راه حل به درجات مختلف و با توجه به جنبه‌های اقتصادی هر مورد خاص استفاده می‌شود و هر روز پیشرفتهایی محسوستر در جهت افزایش اطمینان‌بخشی دستگاهها صورت می‌گیرد. اما از سوی دیگر وابستگی به نیروی برق نیز هر روز بیشتر می‌شود. در نتیجه اگر چه احتمال بروز عیب کاهش می‌یابد، از سوی دیگر قطع برق نیز تحمل‌ناپذیرتر می‌شود. از اینجا به بعد سودمندتر آن است که وقوع عیب را مجاز بشماریم و در عوض، چاره‌ای برای کم کردن دامنه خسارات آنها بیندیشیم.

بعضی از خصیصه‌های طرح و بهره‌برداری که هدف آنها کم کردن پیامدهای عیب است عبارتند از :

الف) خصیصه‌هایی که آثار مستقیم عیب را محدود می‌سازند.

- طراحی به منظور محدود کردن مقدار جریان اتصال کوتاه
- طراحی به منظور ایستادگی در مقابل تنشهای حرارتی و مکانیکی حاصل از اتصال کوتاه.
- پیش‌بینی دستگاههای کسر ولتاژ با تاخیر زمانی بر روی کلیدها برای جلوگیری از قطع بارها در هنگام افتهای زودگذر ولتاژ.

ب) خصیصه‌هایی با هدف جداسازی فوری قسمت معیوب

- رله‌گذاری حفاظتی
- کلیدهای با قدرت قطع کافی
- فیوزها

ج) خصیصه‌هایی که پیامدهای کنار رفتن قسمت معیوب را کم می‌کند.

- مدارهای جانشین
- ظرفیتهای ذخیره در مولدها و ترانسفورماتورها
- بازبست خودکار

د) خصیصه‌هایی که در فاصله بین وقوع عیب تا حذف آن برای نگهداشت ولتاژ و پایداری سیستم وارد عمل شود.

- تنظیم خودکار ولتاژ
- مشخصه‌های پایداری مولدها

بنابراین رله‌گذاری حفاظتی یکی از چندین خصوصیت طرح سیستم در مورد به حداقل رساندن صدمات به دستگاهها و قطع برق در هنگام بروز عیب است. وقتی صحبت از حفاظت با رله به میان می‌آید منظور آن است که رله‌ها همراه با سایر وسایل به کاهش خسارات و بهبود خدمات‌رسانی کمک می‌کنند. پس تواناییها و شرایط کاربرد رله‌های حفاظت را باید همزمان با سایر خصیصه در نظر گرفت.

۲-۵-۲- وظیفه رله‌گذاری حفاظتی

وظیفه رله‌گذاری حفاظتی این است که بی‌درنگ هر جز از سیستم برق‌رسانی را که دچار اتصال شود یا آغاز به عمل غیرعادی کند به طوری که احتمال خطر برود یا موجب مزاحمت برای عملکرد درست بقیه سیستم شود از مدار خارج سازد. وسایل رله‌گذاری در اجرای این وظیفه از کلیدهایی کمک می‌گیرند که قادرند جز معیوب را با دریافت فرمان از وسایل رله‌گذاری جدا کنند.

۲-۵-۳-اصول اساسی در رله‌گذاری حفاظتی

ابتدا فقط وسایل رله‌گذاری برای حفاظت در مقابل اتصال کوتاه را درنظر می‌گیریم. دو گروه از این وسایل وجود دارد که یکی رله‌گذاری "اصلی" و دیگری رله‌گذاری "پشتیبان" خوانده می‌شود. رله‌گذاری اصلی درواقع خط اول دفاعی را تشکیل می‌دهد و حال آنکه رله‌گذاری پشتیبان فقط وقتی عمل می‌کند که رله‌گذاری مقدم در انجام وظیفه خود شکست خورده باشد

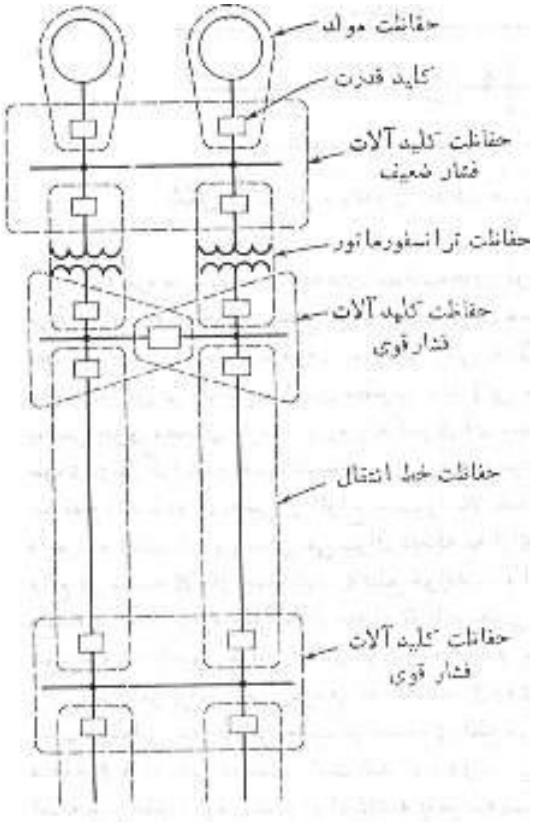
۲-۵-۴-رله‌گذاری مقدم

شکل (۲) رله‌گذاری مقدم را نشان می‌هد. نخستین اظهارنظر آن است که کلیدهای قدرت در محل اتصال هر جزء به سیستم جای گرفته اند.این پیش بینی اجازه می دهد که بتوان فقط جزء معیوب را از مدار جدا کرد. گاه می‌توان کلید بین دو جز مجاور را حذف کرد که در این حالت در هنگام عیب‌کردن یکی از این دو جز باید هر دو را از مدار جدا ساخت.

فصلنامه علمی تخصصی ایده های نو در علوم، مهندسی و فناوری ، دوره ۵، شماره ۲، تابستان ۱۴۰۰، ص ۴۴-۶۶
ISSN: 2588-3984
http://www.Tajournals.com

دومین نکته آن است که در اطراف هر جز از سیستم، یک منطقه حفاظت جداگانه‌ای بوجود می‌آید که اینک سخن بر سر چگونگی ایجاد آن نیست. اهمیت این مطلب در آن است که بروز عیب در هر منطقه سبب قطع همه کلیدهای واقع در آن منطقه خواهد شد.

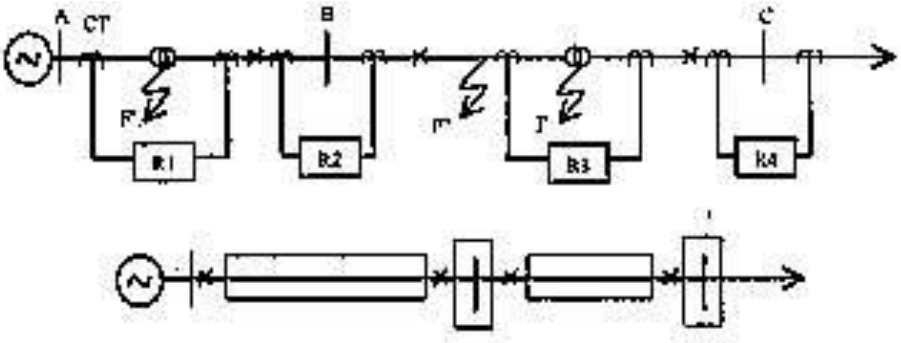
.



شکل (۲) نمودار تک خطی قسمتی از سیستم برق‌رسانی که حفاظت مقدم را نشان می‌دهد.

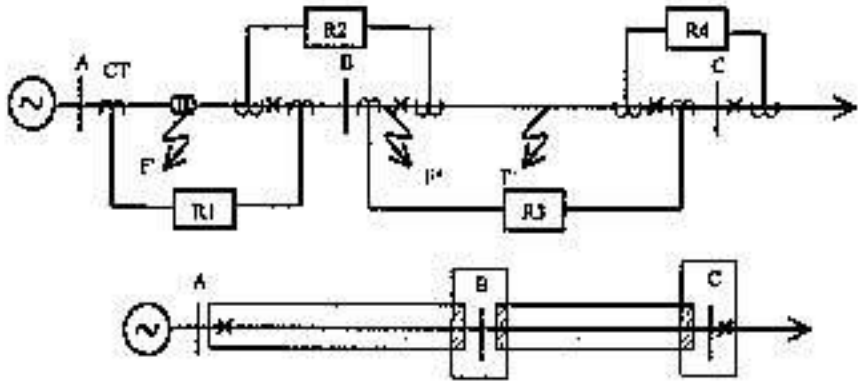
بالاخره می‌بینیم که منطقه‌های حفاظت مجاور در شکل (۲) در اطراف یک کلید تداخل می‌کنند. این روش عملا ترجیح دارد. زیرا برای عیب‌کردهای بیرون از ناحیه تداخل فقط قطع کمترین تعداد کلید ضرورت می‌یابد.

در حفاظت واحد که برای تجهیزات مختلف به‌کار می‌رود محل قرار گرفتن ترانسفورماتورهای جریان (C.T)ها به‌گونه‌ای انتخاب گردند که نواحی مجاور حفاظتی روی هم قرار گیرند. به عبارت دیگر، چنانچه C.Tهای حفاظت‌های واحد، مجاور کلید و به طرف قطعه مورد حفاظت (خطوط، ترانسفورماتور و ...) قرار گیرند. فاصله بین دو ناحیه حفاظتی مجاور یکدیگر، فاقد حفاظت خواهد بود. بنابراین اگر خطایی در فاصله بین دو C.T دو ناحیه مختلف اتفاق افتد آن خطا توسط سیستم حفاظتی برطرف نخواهد شد. شکل (۲) و (۳) به ترتیب قرار گرفتن ناصحیح و صحیح C.Tها را نشان می‌دهد.



شکل (۳) حفاظت نوع واحد و شکل قرار گرفتن ناصحیح C.Tها

فصلنامه علمی تخصصی ایده های نو در علوم، مهندسی و فناوری ، دوره ۵، شماره ۲، تابستان ۱۴۰۰، ص ۴۴-۶۶
ISSN: 2588-3984
http://www.Tajournals.com



شکل (۴) حفاظت نوع واحد و شکل قرار گرفتن صحیح C.Tها و روی هم قرار گرفتن نواحی حفاظتی

۲-۵-۵-رله‌گذاری پشتیبان

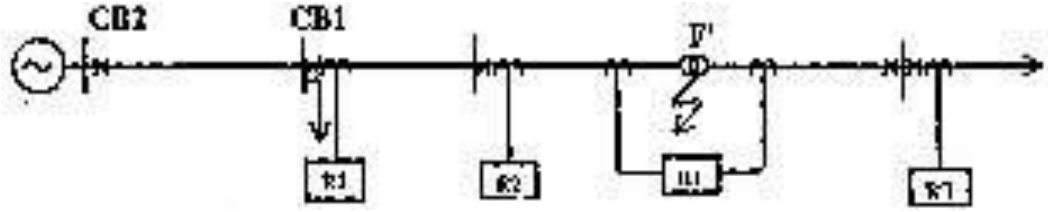
رله‌گذاری پشتیبان فقط برای حفاظت در مقابل اتصال کوتاه به‌کار می‌رود. از آنجا که اتصال کوتاه، فراوانترین نوع عیب در سیستمهای برقرسانی به‌شمار می‌رود احتمال عیب کردن رله‌گذاری مقدم بصورت اتصال کوتاه نیز بیشتر است. تجربه نشان می‌دهد که رله‌گذاری پشتیبان برای عیبهایی جز اتصال کوتاه از نظر اقتصادی موجه نیست.

برای آنکه بتوان بهتر به روشهای مربوط به رله‌گذاری پشتیبان پی برد، دریافتی روشن از علل احتمالی عیب کردن رله‌های مقدم ضرورت دارد. وقتی می‌گوییم رله‌گذاری مقدم می‌تواند عیبت کند یعنی اینکه در موارد چندی ممکن است از جدا کردن بخش معیوب بازبماند. بروز عیب در رله‌گذاری مقدم می‌تواند ناشی از عیب کردن هر یک از قسمتهای زیر باشد:

- منبع جریان یا ولتاژ رله‌ها
- منبع ولتاژ مستقیم قطع‌کننده کلیدها
- رله‌های حفاظت
- مدار قطع‌کننده یا مکانیزم قطع کلید
- کلید

در شکل (۴) برای حفاظت ترانسفورماتور، ابتدا رله R_1 در کوتاهترین زمان مثلاً ۰/۰۱ ثانیه عمل می‌کند (حفاظت اصلی) و سپس در صورت عدم قطع رله R_1، عمل قطع به ترتیب توسط رله‌های R_2 و R_3 بعنوان رله‌های پشتیبان محلی و دور انجام خواهد شد لازم به توضیح است رله‌های R_2 و R_3 مثلاً در زمانهای ۰/۳ یا ۰/۶ ثانیه عمل می‌نمایند.

در شکل (۵) برای خطا در نقطه F در ترانسفورماتور، R_1 رله اصلی، R_2 پشتیبان محلی و R_3 پشتیبان دور است.



شکل (۵) یک شبکه نمونه به همراه رله‌ها و کلیدهای قسمت‌های مختلف

وظیفه دوم رله‌گذاری پشتیبان غالباً این است که وقتی وسایل رله‌گذاری مقدم را برای تعمیر یا سرویس از مدار خارج می‌کنند. عهده‌دار تأمین حفاظت مقدم شود.

فصلنامه علمی تخصصی ایده های نو در علوم، مهندسی و فناوری ، دوره ۵، شماره ۲، تابستان ۱۴۰۰، ص ۴۴-۶۶
ISSN: 2588-3984
http://www.Tajournals.com

۲-۵-۶-حفاظت در مقابل دیگر حالتهای غیرعادی

رله‌گذاری حفاظتی در مقابل عواملی جز اتصال کوتاه هم در رده رله‌گذاری مقدم دسته‌بندی می‌شود. ولی از آنجا که حالتهای غیرعادی نیازمند حافظت در اجزای مختلف سیستم متفاوت است برخلاف حفاظت در مقابل اتصال کوتاه، تداخل حوزه عمل رله‌ها معمولاً در حالتهای دیگر به‌کار نمی‌رود. در عوض هر جزء سیستم را جداگانه به هر نوع رله‌گذاری که بدان نیاز باشد مجهز می‌کنند و این رله‌گذاری را طوری ترتیب می‌دهند که کلیدهای لازم را قطع کند. البته این کلیدها غیر از کلیدهایی هستند که در مورد رله‌گذاری در برابر اتصال کوتاه قطع می‌شوند. در این موارد چنانکه پیش از این گفتیم رله‌گذاری پشتیبان به‌کار نمی‌رود زیرا تجربه آن را از نظر اقتصادی توجیه نمی‌کند.

۲-۵-۷-ساختار عملکرد رله

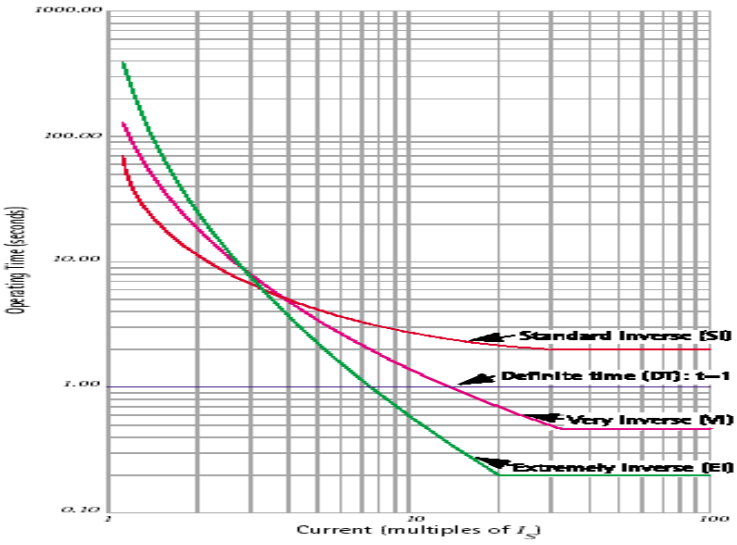
رله‌ها از نظر تکنولوژی ساخت به سه نوع الکترومکانیکی، استاتیک و دیجیتال[1] تقسیم می‌گردند. نوع الکترومکانیکی رله‌ها در حال جایگزین‌شدن با انواع دیجیتال بوده و استفاده از آنها بسیار محدود شده است. در نوع استاتیکی طراحی بر مبنای ادوات الکترونیکی آنالوگ بوده و لذا فاقد امکان برنامه‌ریزی می‌باشند.

۲-۶-انواع رله‌ها

جهت تشخیص انواع مختلف خطا و با توجه به مشخصه‌های موردنیاز، انواع مختلفی از رله در سیستم حفاظتی مورد استفاده قرار می‌گیرد که در ادامه به اجمال معرفی می‌شوند.

۲-۶-۱-رله اضافه جریان۲

متداولترین نوع رله که در شبکه استفاده می‌گردد، رله جریان زیاد است. رله‌های جریان زیاد تأخیری دارای چند مشخصه زمان _ جریان بوده و زمان قطع آنها وابسته به مقدار جریان خطا می‌باشد. مطابق استاندارد IEC سری ۶۰۲۵۵ این نوع رله‌ها بایستی دارای چهار مشخصه مختلف باشند که زمانهای قطع متفاوتی را ارائه می‌کنند. رله‌های اضافه جریان آنی می‌توانند بصورت واحد مجزا نیز مورد استفاده قرار گیرند. شکل شماره ۶ مشخصه‌های زمان – جریان رله اضافه جریان را مطابق با استاندارد IEC نشان می‌دهد. رله‌های اضافه جریان دارای دو تنظیم زمانی و جریانی می‌باشند. به کمک تنظیم جریان می‌توان حد جریان شروع عملکرد[3] رله را تنظیم کرد و به کمک تنظیم زمانی هماهنگی بین رله‌های مختلف امکانپذیر می‌گردد.



شکل (۶): مشخصه‌های رله اضافه جریان

۲-۶-۲-حفاظت های اضافه جریان

در شبکه ایران برای خطوط توزیع معمولا از رله های اضافه جریان بعنوان حفاظت اصلی استفاده می شود اما در خطوط انتقال و فوق توزیع به

1. *Digital / Numecrical*
2. *Overcurrent Relay*
3. *Pick up Current*

دلایلی که اشاره خواهد شد این رله ها نمی توانند حفاظت شبکه را به تنهایی تامین نمایند. بنابراین برای حفاظت این خطوط از رله های دیستانس و یا ترکیب رله های دیستانس و اضافه جریان استفاده می کنند. .

۲-۶-۳- پارامترهای تنظیم رله های اضافه جریان

یک رله اضافه جریان شامل دو قسمت است . یکی قسمت مربوط به عنصر سریع یا واحد آنی وقسمت دیگر مربوط به واحد تاخیری رله می باشد.

۲-۶-۴-رله های اضافه جریان

این رله ها را معمولا به دلیل تاخیر زمان منابعی که در مشخصه عملکرد شان به ازای جریان های اعمال شده وجود دارد بکار می برند.

۲-۶-۵- رله های اضافه جریان معکوس IDMT

زمان عملکرد این رله ها با جریان عبوری از آن ها نسبت عکس دارد. یعنی زمان عملکرد رله برای جریان های پایین , زیاد و برای جریان های بالا , کم است. بطوریکه زمان عملکرد رله برای جریان های حدود جریان آستانه بسیار زیاد است و با افزایش جریان زمان عملکرد کاهش می یابد. از این رله ها در جایی استفاده می شود که جریان اتصال کوتاه با نز دیک شدن محل اتصال کوتاه به شین افزایش خواهد یافت مشخصه عملکرد این رله معمولا روی محورهای لگاریتمی نمایش داده می شود.

۲-۶-۶-رله های اضافه جریان خیلی معکوس

این رله همانند رله جریان معکوس می باشد ولی کاهش زمان عملکرد رله با افزایش جریان بیشتر از رله اضافه جریان معکوس IDMT است. این نوع رله را در جایی که با نزدیک شدن به منبع جریان اتصال کوتاه شدید افزایش می یابد بکار می رود.

۲-۶-۷-رله های اضافه جریان بی نهایت معکوس

معمولا مشخصه عملکرد این رله ها طوری است که زمان عملکرد آن ها با مجذور جریان اتصال کوتاه نسبت معکوس دارد. این رله ها برای فیدرهایتوزیع که دامنه جریان در زمان سو یچینگ زیاد می باشد مناسب است. از این رله در حفاظت موتور هایی که دارای جریان راه اندازی زیاد می باشند استفاده می شود.

انتخاب نوع مشخصه به عوامل مختلفی بستگی دارد که بعد از بررسی , مشخصه مناسب تعیین می گردد. در صورت امکان بهتر است رله های مجاور دارای مشخصه یکسان , تقریبا یکسان می باشند , چون در شرایط مختلف تولید هماهنگ نمودن آنها آسانتر می باشد. یکی از عوامل مهم در تعیین نوع مشخصه رله طول خطوط می باشد. برای خطوط کوتاه که امپدانس آن ها در مقایسه با امپدانس معادل منبع کوچک می باشد جریان های اتصال کوتاه برای ابتدا و انتهای خط تقریبا مساوی می شوند. در این شرایط از رله های زمان ثابت استفاده می شود زیرا عملکرد این رله ها بر خلاف رله ها کاهشی نسبت به تغیر جریان اتصال کوتاه تغیر نمی نما ید. برای خطوط بلند و جاهایی که جریان اتصال کوتاه شدید است بهتر است از رله های معکوس زمانی استفاده شود.

۲-۶-۸-رله دیستانس

رله دیستانس نامی عمومی برای رله‌های امپدانسی است که از ورودیهای ولتاژ و جریان استفاده کرده و یک سیگنال خروجی را تهیه می‌نمایند. فرمان قطع زمانی صادر می‌شود که فاصله نقطه خطا از محل نصب رله کوچکتر از یک مقدار مشخص باشد.

این نوع رله بطور گسترده‌ای برای حفاظت خطوط مورد استفاده قرار می‌گیرد. رله دیستانس همچنین برای حفاظت اتصال حلقه به حلقه سیم‌پیچی‌های ترانسفورماتورهای قدرت نیز می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد.

مشخصه عملکردی رله دیستانس معمولاً بصورت گرافیکی و بر حسب دو متغیر R و X نشان داده می‌شود. دیاگرام مشخصه رله نشان‌دهنده امپدانسهایی است که در جهت قطع رله واقع می‌شوند و هچنین شامل امپدانسهایی است که رله به ازای آنها عمل نمی‌کند. رله‌های دیستانس بر حسب مشخصه عملکردی خود به انواع مختلفی تقسیم می‌شوند که در ادامه مورد بررسی قرار می‌گیرد.

الف ـ رله دیستانس نوع راکتانسی

این نوع رله جزء موهومی امپدانس یعنی راکتانس (X) را اندازه می‌گیرد و مشخصه آن در صفحه R-X بصورت یک خط موازی با محور R است. رله راکتانسی هنگامی عمل می‌کند که مقدار راکتانس خط از محل رله تا نقطه خطا، کوچکتر از مقدار تنظیم شده باشد. این نوع رله نسبت به مقاومت خطا و بالطبع مقاومت جرقه حساس نمی‌باشد اما لازمست به امکاناتی برای جهت‌دار شدن و عملکرد مناسب در مقابل امپدانس بار مجهز گردد. این نوع رله جهت حفاظت خطوط کوتاه که مقاومت جرقه در مقایسه با امپدانس خط قابل توجه است مناسب

فصلنامه علمی تخصصی ایده های نو در علوم، مهندسی و فناوری ، دوره ۵، شماره ۲، تابستان ۱۴۰۰، ص ۴۴-۶۶
ISSN: 2588-3984
http://www.Tajournals.com

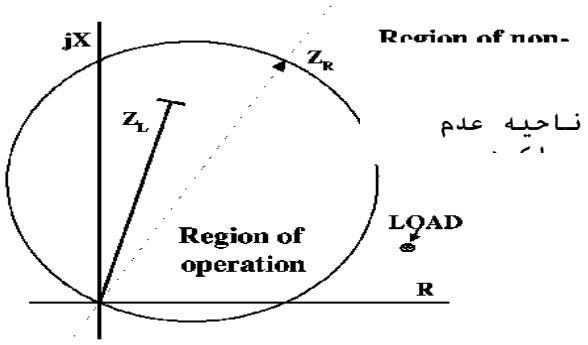
می‌باشد.

ب ــ رله دیستانس نوع امپدانس

رله امپدانسی به اندازه امپدانس($|Z|$) پاسخ می‌دهد و به این ترتیب مشخصه این رله بصورت یک دایره به مرکز مبدا مختصات صفحه R-X می‌باشد. برای اینکه رله جهتدار شود لازم است که دارای امکانات اضافی دیگری باشد تا جهت منفی (ربعهای دوم، سوم و چهارم) را جدا کند.

ج ــ رله دیستانس نوع مهو

مشخصه رله مهو همانطور که در شکل (۷) دیده می‌شود به صورت دایره‌ای است که قطر آن برابر امپدانس تنظیم شده است. رله مهو هنگامی عمل می‌کند که امپدانس دیده شده از محل رله تا نقطه خطا درون مشخصه قرار گیرد. از آنجا که قسمت اعظم مشخصه دایره‌ای شکل در ربع اول واقع می‌شود این رله جهت‌دار خواهد بود.



شکل (۷): مشخ ناحیه عملکرد مهو ناحیه عدم

این مشخصه بخاطر سادگی و جهت‌دار بودن بسیار مورد استفاده قرار گرفته و در قیاس با رله امپدانسی دارای حساسیت کمتری در مقابل نوسانات قدرت در شبکه می‌باشد. این مشخصه همچنین دارای فاصله کافی با امپدانس بار می‌باشد. با این حال به دلیل آنکه این مشخصه دارای پوشش کمی در جهت محور حقیقی (R) است، در خطوط کوتاه ممکن است دچار مشکل در تشخیص ناحیه حفاظتی گردد (تأثیر مقاومت جرقه می‌تواند به حدی باشد که رله خطای موجود در یک ناحیه را در ناحیه بعدی ببیند).

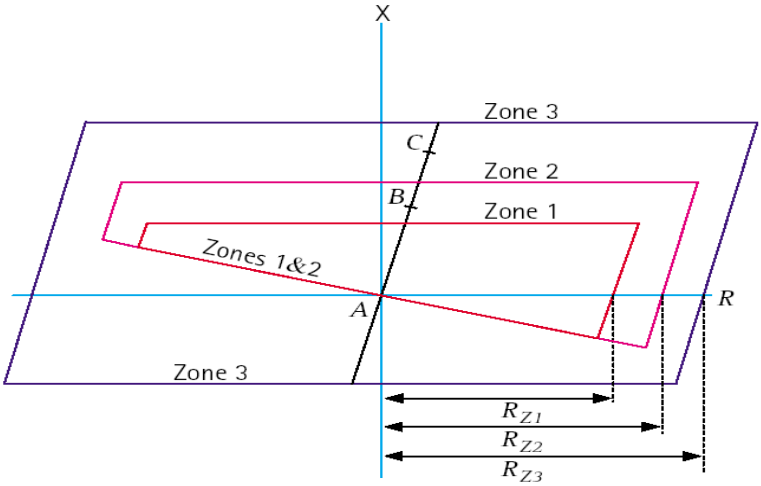
در بعضی موارد زون سوم رله مهو کمی به سمت ربع سوم صفحه مختصات تغییر مکان داده می‌شود که این مشخصه به افست مهو[4] مشهور است. این موضوع باعث می‌شود که برای خطاهای حوالی شینه پشت خط حفاظت پشتیبان فراهم شود. نوع دیگری از انواع رله‌های مهو که به آن Cross Polarized می‌گویند دارای مشخصه مهو برای خطاهای سه فاز بوده و برای سایر خطاها، مشخصه در امتداد محور مقاومت باز می‌شود تا بتواند خطاهای جرقه را پوشش دهد.

دــ رله دیستانس با مشخصه چهارضلعی

مشخصه این رله در شکل(۸) نشان داده شده است. تنظیم رله بر روی محور X و R بطور مستقل امکانپذیر بوده و این امر باعث بهبود مشخصه مقاومتی رله در مقایسه با رله مهو می‌گردد و امکان درنظرگرفتن مقاومت جرقه را به طور موثری فراهم می‌آورد.

4. *Offset Mho*

فصلنامه علمی تخصصی ایده های نو در علوم، مهندسی و فناوری ، دوره ۵، شماره ۲، تابستان ۱۴۰۰، ص ۴۴-۶۶
ISSN: 2588-3984
http://www.Tajournals.com



شکل(۸): مشخصه چهارضلعی رله دیستانس

۲-۷-حفاظت اصلی و پشتیبان

قابلیت اطمینان یک سیستم قدرت در فصل های قبلی مورد بحث قرار گرفت عوامل بسیاری می توانند باعث عیب در سیستم حفاظت شوند و همیشه امکان نقص و خرابی قطع کننده های مدار وجود دارد . به این دلیل معمول است که حفاظت اولیه با سیستم های دیگر حمایت شود تا عمل سیستم اصلی کامل شده و امکان اشتباه در برطرف کردن خطا ازسیستم مینیمم گردد.

حفاظت پشتیبان ممکن است بطور اتوماتیک بعنوان یک جنبه ذاتی از شکل حفاظت اولیه بدست آید یا اینکه بطور جداگانه توسط تجهیزات اضافی حاصل شود..امروزه بواسطه پیچیدگی شبکه هماهنگی رله های حفاظتی با استفاده از برنامه های کامپیوتری صورت می گیرد.

بطور کلی حفاظت پشتیبان برای عیب هایی نظیر عیب در اسباب کمکی وقطع مدارDC ونقص در ترانسفورماتورهای ولتاژو جریان و عوامل خرابی کلید شامل عیب کنتاکت های اصلی یا عیب مکانیکی مکانیسم قطع کلید و اتصال کوتاه و یا باز شدن مدار سیم پیچی ترانس ها و یا قطع تغذیه DCمی باشد . بنابراین هر حفاظت پشتیبان باید پشتیبانی از رله و پشتیبانی ازقطع کننده را فراهم کند. تنظیم رله ها به شرایط کار سیستم از قبیل تولید وبارگذاری شبکه وابسته است . با توجه به اینکه شرایط کار می تواند با زمان تغییر کند مثلا تولید می تواند کم ویا زیاد شود ویا خطی به شبکه اضافه یا کم شود. بنابراین لازم است همواره تنظیم پارامترهای رله ها بررسی شود و از هماهنگی بین آن ها اطمینان حاصل شود. در صورتیکه با تغییر برخی شرایط کار هماهنگی بین تعدادی از رله ها به هم بخورد باید با تغییر تنظیم بعضی از رله ها سیستم حفاظت را اصلاح نمود . حتی گاهی لازم است که بعضی از رله ها با انواع دیگر جایگزین شوند. در شبکه های بزرگ قدرت طراحی و تنظیم سیستم حفاظت بطور دستی کاری بسیار مشکل و یا حتی غیر ممکن است. ریشه مشکلات در حجم زیاد اطلاعات و محاسبات بسیار فراوان و محدودیت های موجود در هر رله می باشد . با استفاده از کامپیوتر دیجیتال و نوشتن برنامه هماهنگی رله ها ویا استفاده از نرم افزارهای شبیه سازی سیستم های قدرت می توان براحتی اطلاعات را ساماندهی نمود ودر صورتیکه هر گونه تغییری در شرایط شبکه ایجاد شود می توان با اصلاح اطلا عات ورودی این تغییر را در نظر گرفت. همچنین محاسبات زیاد تکراری با استفاده از کامپیوتر براحتی امکان پذیراست.

۲-۸-مشخصات فنی سیستم و تجهیزات حفاظت

با توجه به اهمیت عملکرد و پاسخ سیستم به خطاها در شبکه، رله‌گذاری همواره بر مبنای رله‌گذاری اصلی و پشتیبان انجام می‌شود. مهمترین دلایل بکارگیری حفاظت پشتیبان به شرح زیر است:

- عدم عملکرد احتمالی یا ایراد در هر یک از المانهای تشکیل‌دهنده حفاظت اصلی اعم از ترانسفورماتور جریان، ترانسفورماتور ولتاژ، رله‌های اصلی، رله‌های کمکی و... که موجب عدم کارکرد صحیح حفاظت اصلی شود.
- تعمیرات و آزمایش حفاظت اصلی باعث خروج این سیستم از مدار می‌گردد که در این حالت حفاظت پشتیبان وظیفه حفاظت سیستم را برعهده می‌گیرد.

حفاظت پشتیبان به دو روش محلی یا از راه دور قابل اجراست. در حفاظت پشتیبان محلی، هر دو سیستم حفاظتی اصلی و پشتیبان به کلید

واقع در پست فرمان می‌دهند. هر یک از سیستمهای حفاظت اصلی و پشتیبان از هسته‌های مجزای ترانس جریان تغذیه می‌شوند و به یکی از مدارهای قطع کلید فرمان می‌دهند. در صورتی که رله‌های مورد استفاده در حفاظت پشتیبان یکسان باشند (به عنوان مثال استفاده از رله دیستانس هم در حفاظت اصلی و هم در حفاظت پشتیبان)، سیستم به نام SUB I و SUB II شناخته می‌شود. در این حالت بایستی سعی شود رله‌ها در دو حفاظت از تیپهای و یا سازندگان مختلف انتخاب شوند تا ایمنی و قابلیت اطمینان سیستم حفاظتی افزایش یابد. این امکان وجود دارد که رله‌ها در حفاظتهای SUB I و SUBII یکسان نباشند اما لازم است که بین عملکرد رله‌ها در دو حفاظت اختلاف زمانی وجود نداشته باشد. روش دیگر پیاده‌سازی حفاظت پشتیبان محلی، استفاده از اختلاف زمانی عملکرد بین دو حفاظت می‌باشد. در این روش رله‌های پشتیبان به نحوی انتخاب و تنظیم می‌شوند که همواره پس از رله‌های اصلی عمل کنند و به این ترتیب در صورت عدم موفقیت رله‌های اصلی، رله‌های پشتیبان خطا را با تأخیر قطع می‌کنند

۲-۹-حفاظت خطوط انتقال

خطوط انتقال هوایی با توجه به شرایط محیط و آب و هوا و دیگر مسائل در معرض انواع مسائل طبیعی و حوادث می‌باشند که هر کدام از این حوادث ممکن است به نحوی باعث اتصالی فازها با یکدیگر و یا با زمین شود. در بعضی موارد پارگی فاز و یا برخورد به بدنه برجهای خط انتقال نیز اتفاق می‌افتد. در فیدرهای کابلی و یا فیدرهای هوایی که از مناطق خاص جنگلی و یا زمینهای با مقاومت بالا عبور می‌کند احتمال بروز جریانهای نشتی خطای زمین بسیار پایین نیز وجود دارد که نیازمندیهای حفاظتی خاص خود را دارد.

۲-۱۰- حفاظت دیستانس

رله‌های دیستانس جزء حفاظتهای اصلی غیرواحد بوده و علاوه بر اقتصادی بودن مزایای فنی قابل ملاحظه‌ای دارند. این نوع حفاظت ساده و از نوع حفاظتهای سریع می‌باشد. با ترکیب این سیستم با کانال سیگنال می‌توان حفاظت واحد را فراهم نمود و به این ترتیب هماهنگی رله‌های وصل مجدد دو طرف خط امکانپذیر می‌گردد.

اصول عملکرد رله دیستانس بر مبنای اندازه‌گیری امپدانس از محل رله می‌باشد و این امر به کمک سنجش ولتاژ و جریان در محل پایانه رله انجام می‌گیرد. در هنگام وقوع خطا و اتصال کوتاه، امپدانس اندازه‌گیری شده متناسب با امپدانس از پایانه رله تا نقطه خطا بوده که بسیار کوچکتر از امپدانس دیده شده توسط رله در حالت عادی کار سیستم است. در هنگام بروز خطای فاز به زمین، جهت اندازه‌گیری صحیح امپدانس خطا لازمست که $\frac{k-1}{3}$ برابر جریان باقیمانده یعنی $(I_a+I_b+I_c)$ به جریان اندازه‌گیری شده در فاز a افزوده شود. ضریب k که ضریب جبرانسازی باقیمانده[5] خوانده می‌شود به شکل زیر تعریف می‌گردد:

$$k=\frac{z_0-z_1}{3z_1}$$

که z_1 و z_0 امپدانسهای مؤلفه مثبت و صفر خط مورد حفاظت هستند. بایستی دقت شود که رله‌های دیستانس به عنوان ورودی امپدانس تنها مقادیر امپدانس مؤلفه مثبت خط را دریافت کرده و به کمک ضریب k محدوده‌های حفاظتی خطاهای فاز به زمین را تشخیص می‌دهند.

۲-۱۰-۱-محدوده‌های حفاظتی

در عمل به علت خطاهایی از قبیل تفاوت بین امپدانس محاسباتی و امپدانس واقعی خط، خطای ترانسفورماتورهای جریان و ولتاژ و همچنین عدم دقت رله‌ها، محدوده اول حفاظتی رله دیستانس در ۱۰۰درصد طول خط تنظیم نشده بلکه محدوده تنظیمی ناحیه اول حدود ۸۰ تا ۸۵ درصد خط انتقال خواهد بود. زمان عملکرد رله در این ناحیه آنی بوده و هیچ گونه تأخیری بر روی رله منظور نمی‌گردد. به این ترتیب ۱۵ تا ۲۰ درصد انتهای خط توسط ناحیه دوم رله دیستانس حفاظت خواهد شد که این حفاظت از نوع تأخیری می‌باشد.

جهت حفاظت آنی کل طول خط و هماهنگی رله‌های وصل مجدد دو طرف خط، از روشهایی همچون توسعه زون اول[6] و یا ترکیب با سیگنال حامل استفاده می‌شود که در بخشهای بعد بدان پرداخته خواهد شد. فرمان قطع ناحیه اول رله دیستانس به رله وصل مجدد ارسال می‌شود (در خطوط هوایی). در بسیاری موارد، رله وصل مجدد به عنوان یک واحد در داخل رله دیستانس تعبیه شده است.

5. *Residual Compensation*

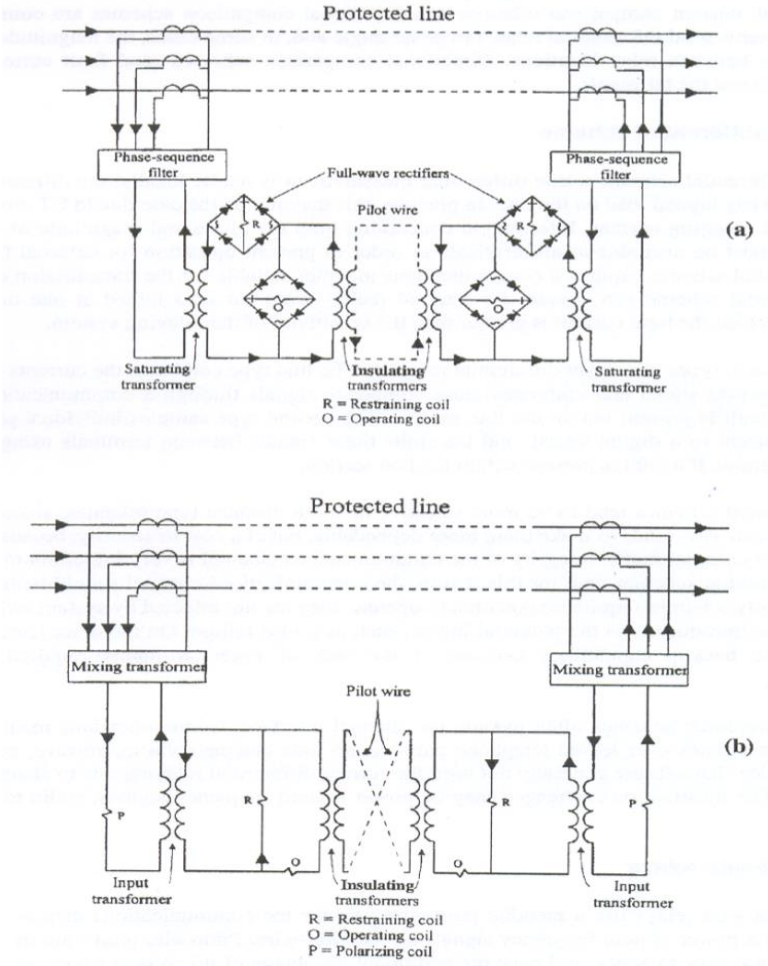
6. *Zone Extension*

فصلنامه علمی تخصصی ایده های نو در علوم، مهندسی و فناوری ، دوره ۵، شماره ۲، تابستان ۱۴۰۰، ص ۴۴-۶۶
ISSN: 2588-3984
http://www.Tajournals.com

۲-۱۰-حفاظت پایلوت خطوط انتقال

این نوع حفاظت جزو حفاظتهای واحد بوده و جهت حفاظت خطوط کوتاه و یا هادیهای محوطه پست استفاده می‌شود. این حفاظت تنها به حفاظتهای داخل محدوده پاسخ می‌دهد و به دو شکل سیستم جریان چرخشی و سیستم توازن ولتاژ اجرا می‌شود.

در این طرحها، رله‌های دو طرف خط توسط یک جفت سیم پایلوت به یکدیگر متصل شده و مقادیر جریانهای یکطرف خط از طریق سیم پایلوت به طرف دیگر منتقل می‌شود. شکل شماره (۹) دو طرح مختلف حفاظت پایلوت را نشان می‌دهد.



R: سیم‌پیچ نگهدارنده

O: سیم‌پیچ عمل‌کننده

P: سیم‌پیچ پلاریزه‌کننده

شکل (۲-۸) حفاظت پایلوت a) طرح جریان چرخشی b) طرح توازن ولتاژ

در این طرحها، سیگنالهای جریان فازها و جریان باقیمانده به یک سیگنال تبدیل می‌شوند تا از طریق سیم پایلوت قابل انتقال باشند. در طرحهای حفاظتی پایلوت می‌توان از رله‌های دیفرانسیل امپدانس بالا[۷] و یا امپدانس پایین[۸] استفاده کرد و در هر یک از موارد بایستی اطمینان داشت که در شرایط اشباع ترانسفورماتورهای جریان، سیستم حفاظتی عملکرد مناسبی خواهد داشت.

۲-۱۱-قواعد هماهنگی

از آنجا که مسئله هماهنگی به تجربه و قضاوت انسانی ومشخصات وسایل حفا ظتی مربوط می شود لذا کارخانجات سازنده و طراحان سیستم های حفاظتی شبکه های توزیع الکتریکی هر کدام نظریات ودیدگاههای خاص خود را راجع به نحوه تنظیم و هماهنگ نمودن وسایل حفاظتی

7. *High Impedance Differential Relay*

8. *Low Impedance Differential Relay*

دارند. برخی از سازندگان برای تنظیم هماهنگ و مطمئن وسایل حفاظتی که تولید نموده اند جداولی ارائه می نمایند که در شرایط مختلف اندازه تنظیمات و مقادیر نامی پیشنهادیشان را عرضه می کنند. بعلاوه روش هایی را نیز با مقایسه منحنی های TCCوسایل حفاظتی مختلف معرفی می نمایند. مثلا در هماهنگی رکلوزر- فیوز برخی پیشنهاد می کنند که تنها کافی است باند منحنی های TCC فیوز(حداقل زمان ذوب شدن) در بین منحنی های عملکرد سریع وکل زمان عملکرد تجمعی رکلوزر قرار گیرد. دیدگاهی دیگر می گوید که برای هماهنگی رکلوزر و فیوز کافی است منحنی حداقل ذوب فیوز بالاتر از منحنی عملکرد سریع رکلوزر ومنحنی کل زمان باز شدن فیوزپایین تر از منحنی عملکرد تاخیری رکلوزر قرار گیرد.

قیود یا قواعد هماهنگی به صورت مجموعه ای از نا مساویها و تساویها بوده لذا باعث می شود که بجای داشتن تنها یک جواب برای مسئله هماهنگی جوابهای متعددی وجود داشته باشد اما این رابطه به ازائ مقادیری از پارامترهای وسایل حفاظتی بکار گرفته شده که درعین حصول هماهنگی فاصله هماهنگی نیز حتی الامکان محدود نگردد.بسته به آنکه وسایل حفاظتی اصلی وپشتیبان از چه نوع باشند محدودیت خاصی را برای هماهنگی شان باید اعمال نمود. در ذیل قواعد هماهنگی وسایل حفاظت کننده در شبکه های صنعتی آورده می شود.

در جدول (۱-۵) مجموع قیود هماهنگی که برای حالات مختلف ذکر گردیده متمرکز شده است.

ردیف	نوع هماهنگی	قاعده هماهنگی
۱	رله- رکلوزر	$OTRel(IMF) > TAT(IMF) + 0.2$
۲	رکلوزر- رکلوزر	$OTRec(B;F;IMf) > OTRec(P;F;IMF)$ $OTRec(B;F;IMF) > OTRec(P;D;IMF) + 0.3$ $LO(B;P)=P$
۳	رکلوزر – رکلوزر	$OTRec(B;F;IMF) < 0.75 \times MCTfus \quad (P;IMF)$ $OTRec\ (B;D;IMF) > TCTfus(P;IMF)$ $NOFS \geq 1 \qquad NOFS \geq 1$
۴	رکلوزر- جدا کننده	$LOTRec(IMF) < MEMsec$ $MACsec = 0.8 \times MTRRec$ $Countsec = NOFS + NODS - 1 \qquad NOFS + NODS \geq 1$
۵	رکلوزر-جدا کننده فیوز	مجموعه شرایط هماهنگی رکلوزر فیوز و مجموعه شرایط هماهنگی رکلوزر – جداکننده بطور همزمان باید برقرار باشد. $NODS = 1 \qquad NOFS = 1$
۶	رله-فیوز	$OTRel(IMF) > TCTFUS(IMF) + 0.35$
۷	رله-رله	$OTRel(B;IMF) > OTRel(P;IMF) + 0.4$
۸	فیوز - فیوز	$TCTFUS(P;IMF) < 0.75 \times MCTFUS(B;IMF)$

علائم مورد استفاده در روابط (۱-۵) تا (۶-۵) به صورت زیر بطور یکجا تعریف می شود.

۲-۱۲-دستورالعمل نصب، راه‌اندازی و نگهداری سیستم حفاظت

۲-۱۲-۱-نصب

باتوجه به استفاده از رله‌های دیجیتال که نیازمندیهای خاص خود را در استفاده و نصب دارند، نصب این رله‌ها بایستی کاملاً مطابق دستورالعمل سازنده انجام گیرد.

۲-۱۲-۲-آزمونهای راه‌اندازی

آزمونهای موردنیاز جهت راه‌اندازی سیستم حفاظت بایستی مطابق دستورالعمل سازنده بوده با این حال در این بخش به برخی مطالب عمومی پرداخته خواهد شد.

هدف از انجام آزمونهای راه‌اندازی در سایت عبارتست از:

- اطمینان یافتن ازاینکه تجهیزات در حین حمل و نقل و نصب آسیب ندیده‌اند.

- اطمینان ازاینکه فرایند نصب به شکل صحیح انجام شده است.
- اطمینان از عملکرد صحیح سیستم حفاظتی بطور کلی

۲-۱۲-۳-آزمونهای عایقی

اندازه‌گیری مقاومت عایقی بین زمین و مدارات الکتریکی مجزا از هم انجام می‌شود. مقادیر اندازه‌گیری‌شده ثبت و با آزمونهای جاری مقایسه می‌شود تا هر نوع اشکال عایقی را مشخص سازد. مقاومت عایقی اندازه‌گیری شده به عواملی چون میزان سیم‌بندی تحت آزمون، رطوبت محل پست و غیره بستگی دارد.

۲-۱۳-مکانیزم عملکرد کلیدهای قدرت (دژنگتور، سکسیونر و...)

کلیدهای فشارقوی تنها یک وسیله ارتباط برقرارکردن بین مولدها وترانسفورماتورها ومصرف کننده ها و سیم های انتقال انرژی ویاجداکردن آن ها ازیکدیگرنیستند. بلکه حفاظت دستگاه ها و وسایل وسیستم های الکتریکی رادرمقابل جریان زیاد, بار زیاد وجریان اتصال زمین نیز بعهده دارند. بدین جهت باچشم پوشی ازبعضی حالت های استثنائی باید کلیدهای فشارقوی بتوانند هر نوع جریانی را اعم ازجریان کوچک بار سیم ها(جریان خازنی خطوط) ویا جریان مغناطیسی ترانسفورماتور بدون بار تا بزرگترین جریانی که ممکن است در شبکه بوجود آید(جریان اتصال کوتاه) ازخود عبور دهند بدون اینکه اثرات حرارتی ویا دینامیکی این جریان ها خطراتی برای کلید فراهم سازد. درضمن نوعی ازکلیدها (کلید قدرت) باید قادر باشند هرنوع جریان با هرشدتی را(جریان های عادی ویا جریان های اتصال کوتاه) را درکوتاهترین مدت قطع و وصل کنند وبالاخره کلیدهای فشارقوی باید قادرباشند درحالت قطع(جدابودن تیغه ها) هرنوع ولتاژی که بین دو سربازکلید(دوتیغه بازکلید) برقرار می شود بدون کوچکترین احتمال ایجاد قوس الکتریکی تحمل کنند.

بطورکلی باید کلیدهای فشارقوی درحالت های مختلف دارای شرایط ومشخصاتی به شرح زیرباشند.

۱- درحالت بسته انواع کلیدهای فشارقوی باید اولا درمقابل عبورجریان بار و یاحتی جریان شدیداتصال کوتاه ازخود مقاومت قابل ملاحظه ای نشان ندهند. درثانی درمقابل اثرات حرارتی ودینامیکی این جریان ها دریک زمان گسترده وطولانی بایدکلیدهای فشارقوی دارای پایداری و ثبات قابل ملاحظه ای باشند. به عبارت دیگربایدکلیدهای فشارقوی ازیک استقامت حرارتی ودینامیکی تعیین شده ومورد اطمینانی برخوردار باشند. انتخاب صحیح مقاطع قسمت های هدایت کننده جریان کلید درکم کردن مقاومت عبور بسیار موثراست.

۲- درحالت باز(قطع مدار) بایدکلید قادرباشد اختلاف سطح الکتریکی موجود بین دوکنتاکت بازرا بطورکاملا مطمئن تحمل کند. مقداروشدت این ولتاژبستگی به وضعیت وکیفیت ومحل نصب کلیددارد, مثلا اگرکلیدی وسیله ارتباط دوشبکه ای را فراهم می سازد که ممکن است نسبت بهم آسنکرون نیزباشند, درحالت قطع کلیدهردوطرف کلیدزیرپتانسیل قرار دارد.

۳- تمام قسمت های کلید که درشرایطی هم پتانسیل فشارالکتریکی شبکه هستند باید درموقع قطع ویا درحالت وصل بطور کاملا مطمئن نسبت به زمین ونسبت به قطب ها وتیغه های دیگر ایزوله وعایق باشند ومتحمل فشارالکتریکی وارد شده گردند. شبنم وآلودگی های سطحی روی کلیدویا گازها وبخارات ومایعاتی که ازخودکلید متصاعد می شود نیزنباید باعث نقصان بیش ازحدمجاز قدرت عایقی قسمت های مختلف کلید گردد.

۴- کلیدهای فشارقوی بایدبتوانند مدارالکتریکی رازیرولتاژنامی ببندند. البته دربعضی کلیدها(قطع کننده ها) این شرط بدون عبورجریان صادق است(بدون توجه به جریان های کوچک بارسیم ها) ودربرخی دیگر(کلیدقدرت) شرط محدودیت جریانی وجود ندارد وباید بتوان آن ها رادرزیرهرجریانی حتی جریان اتصال کوتاه موجود درشبکه نیز بست.

۵- کلیدفشارقوی باید بتواند مدارالکتریکی را درضمن عبورجریان بازکند. این شرط فقط برای قطع کننده لازم نیست مراعات شود(ازجریان کوچک شارژصرفنظر می شود) .

نظربه اینکه شرایط 4 و5 مشکلات اصلی کلیدهای قدرت فشارقوی رافراهم می کنند, ساختمان ومکانیزم کلیدو چگونگی قطع ووصل کلید با توجه به شرایطی که دربند 4 و5 به آن اشاره شد طرح ریزی می گردد.

ازنقطه نظر کاربا شبکه کمال مطلوب است, اگرهریک ازکلیدهای فشارقوی شامل کلیه شرایطی که فوقا به آن اشاره شد باشندولی چون ازدیدگاه اقتصادی تجمع کلیه شرایط دریک کلیدمقرون به صرفه نیست کلیدهای خاصی یا شرایط بخصوص ومحدودی طرح وساخته می شود.

کلیدهای فشارقوی رامی توان برحسب وظایفی که بعهده دارند به انواع مختلف زیر تقسیم نمود:

۱- کلید بدون باریا سکسیونر.

۲- کلید قابل قطع زیربارکم یا سکسیونرقابل قطع زیربار.

۳- کلید قدرت یا دیژنکتور(Circuit Breaker

۲-۱۴-رله‌های حفاظتی در پستهای فشار قوی

۲-۱۴-۱-ضرورت اتصال به زمین ــ نوتر

تا زمانیکه اتصال به زمین در شبکه اتفاق نیفتاده باشد، نیازی به برقراری اتصال نوترال یا زمین نمی‌باشد. اما به لحاظ امکان وقوع اتصال کوتاه‌های با زمین و برقراری سیستم حفاظتی برای تشخیص آنها، ناچار به داشتن سیستم نوترال خواهیم بود. به این ترتیب که سه فاز شبکه را از طریق یک ترانس نوتر (معمولاً دارای سیم‌پیچ زیگزاگ) به یکدیگر متصل و نقطه صفر یا خنثی (نول) آن را با زمین مرتبط می‌کنیم. این ترانس ضمن ایجاد نوترال برای شبکه، بدلیل راکتانسی که وارد جریان اتصال کوتاه با زمین را نیز محدود می‌کند.

۲-۱۴-۲-ضرورت برای برقراری حفاظت

پس از برپایی یک سیستم قدرت، اولین چیزی که نیاز به آن احساس می‌شود، برخورداری سیستم از یک حفاظت اتوماتیک است. در اوایل پیدایش شبکه‌های قدرت، سعی می‌شد سیستم را در مقابل جریانهای اضافی حفاظت نمایند و اینکار توسط فیوز انجام می‌شد اما با گسترش شبکه‌ها و تمایل به داشتن حفاظتی انتخاب‌کننده. یعنی آن نوع از حفاظت که به‌واسطه آن برای هر خطائی، در هر نقطه از شبکه، مناسب‌ترین عمل قطع انجام شود، سیستم حفاظت

over current (ماکزیمم جریان) مطرح شد و گسترش یافت.

البته نباید حفاظت اورکارنتی را با حفاظت over load (اضافه بار) که بر مبنای ظرفیت حرارتی مدار منظور می‌شود اشتباه گرفت، در حفاظت اخیر اگر بار از مقدار معینی (معمولاً ۱/۲ برابر جریان نامی خط) بیشتر شود، فرمان قطع رله صادر می‌شود در حالیکه منظور عمده از طرح حفاظت اورکارنتی آنست که در صورت بروز خطا، رله‌ها به ترتیب نزدیکی به نقطه اتصالی در نوبت قطع بایستند و در صورت عمل نکردن یک رله، رله بعدی فرمان قطع صادر کند.

۲-۱۵-انواع سیستمهای اورکارنتی

در جائیکه نیروگاه فقط یک بار منفرد را تغذیه می‌دهد، نیاز حتمی به وجود اورکارنت نیست و رله‌ای که بتواند پس از تأخیر معینی مدار را قطع نماید کافی به نظر می‌رسد. اما در یک شبکه توسعه‌یافته، که هر باسبار بیش از یک خروجی را تغذیه می‌کند. رفتار سلکیتو بیشتری لازم است تا قسمت حذف شده و خاموشی حاصله به حداقل برسد.

۲-۱۶-سیستم حفاظت اورکارنتی فاز به زمین

حفاظت اورکارنتی برای تک‌تک فازها ضروریست اما یک رله زمین (EF) برای هر سه فاز کافیست. غالباً نیاز به آن هست که رله E/F نسبت به جریان‌های زمین بسیار حساس باشد. بعبارت دیگر، تنظیم رله زمین اغلب کمتر از مقدار تنظیمی رله فاز قرار می‌گیرد. (حدود ۲۰٪ آن).

۲-۱۷-حفاظت باقیمانده پارزیجوال

در صورتیکه بخواهیم رله زمین به جریانهای بسیار کم زمین حساس باشد، از اتصال باقیمانده یا (Residual connection) استفاده می‌شود، در این روش، سیم‌پیچهای ثانویه سه ترانس جریان ـ یکی برای هر فاز ـ بصورت موازی بسته می‌شوند و مشترکاً یک رله زمین را تغذیه می‌کنند در حالتی که وضعیت نرمال باشد، خروجی مجموعه این ترانسها صفر است و همچنین در حالتی که اتصال کوتاه در فاز رخ دهد، این تعادل همچنان باقی می‌ماند. خط پارگی در یک فاز نیز باعث عمل رله نمی‌شود. اما هنگامی که جریان اتصال کوتاه با زمین بوجود می‌آید. جریان رزیجوال بوجود آمده، باعث عمل رله می‌شود.

۲-۱۸-هماهنگ کردن رله‌های جریانی زمان ثابت

اگر تنظیم رله‌های پشت سرهم در یک شبکه را به‌گونه‌ای قرار دهیم که دورترین رله نسبت به نقطه اتصالی با فاصله زمانی معین (نسبت به رله‌های ماقبل و مابعد خود) فرمان قطع دهد. در آن صورت چنین هماهنگی رله‌ای را هماهنگی جریانی ـ زمانی و فاصله زمانی بین عملکرد یک رله و رله بعدی را پله زمانی یا margin می‌نامیم. بدین صورت سیستم حفاظتی رله‌های اورکارنت با عملکرد آنی نیز بعنوان راه‌انداز و یا آشکارساز اتصالی بکار می‌روند. این رله‌ها می‌باید تنظیمات معینی داشته باشند.

در صورتی که در اتصالیهای ضعیف و شدید، رله‌ها به ترتیب تنظیمات زمان ثابت خود به عمل درآیند. المانهای شبکه خسارت بیشتری

فصلنامه علمی تخصصی ایده های نو در علوم، مهندسی و فناوری ، دوره ۵، شماره ۲، تابستان ۱۴۰۰، ص ۴۴-۶۶
ISSN: 2588-3984
http://www.Tajournals.com

می‌پذیرند و این مورد از نقاط ضعف رله‌های جریانی با زمان ثابت است.

۲-۱۹-رله‌های اورکارنت زمان معکوس (inverse-time)

اشکال فوق که در رله‌های زمان ثابت وجود داشت، در رله‌های با زمان معکوس کمتر می‌شود در این رله‌ها در صورت زیاد شدن جریان عبوری، زمان عملکرد رله کوتاهتر می‌شود و در نتیجه ترانسفورماتور و سایر المانهای شبکه، مدت کمتری تحت جریان اتصالی قرار می‌گیرند و لطمات کمتری متوجه آنها می‌شود. در عین آنکه منحنی‌های رله‌های پشت سرهم را می‌توان طوری انتخاب کرد که انتخاب سلکتیو باقی بماند.

۲-۲۰-کاربرد رله‌های جریانی

از رله‌های جریان با زمان ثابت و معکوس، در غالب فیدرهای ورودی یا خروجی کاربرد دارد. در فیدرهای خروجی ۲۰ کیلو ولت و پائین‌تر، از دو رله جریانی در دو فاز و یک رله زمین استفاده می‌شود. حذف رله جریانی از فاز وسط به جهت صرفه‌جویی صورت می‌گیرد و اشکالی نیز بوجود نمی‌آورد، اما در ولتاژهای بالاتر هر سه فاز از رله جریانی برخوردارند و رله زمین نیز بر سر راه نقطه صفر ترانس جریانها و انتهای سه رله فازها بسته می‌شود.

۲-۲۱-رله دیفرانسیل

برای حفاظت ژنراتور ترانسفورماتور و خطوط با کابلهای کوتاه از رله دیفرانسیل استفاده می‌شود. این رله تفاوت جریانهای ورود و خروج را سنجیده و در صورت وجود تفاوت بین آنها ، بعمل می‌آید. باتوجه به اینکه جریانهای طرفین ترانس، از طریق ترانسهای جریان حاصل می‌شود و از آنجا که ترانسهای جریان با هر مقدار دقت و هم کلاس بودن، از لحاظ موقعیت نقطه اشباع باهم تفاوتهایی دارند، بنابراین بروز اختلاف و عمل بی‌مورد رله محتمل خواهد بود. برای خروج رله از این حالت ناپایداری، مدار را بصورتی تغییر می‌دهند که جریان مجموع یا دورزننده، مقداری از نیروی جریان عمل کننده را خنثی و تا اندازه‌ای از شدت حساسیت رله کاسته و حالت پایداری بوجود آید. کویل نگهدارنده عامل این بازدارندگی است و به گونه‌ای در مدار جریان دورزننده تعبیه می‌شود که نیمی از کویل در طرف اول و نیم دیگر در طرف دوم مدار قرار گیرد. با این حساب، آمپر دور این کویل نگهدارنده به دو قسمت تقسیم میشود، یکی I1N/2 ودیگری I2N/2ومجموعاین دو N(I1+I2)/2است.

متوسط جریان نگهدارنده نیز (I1+I2)/2 خواهد بود. هنگامی که اتصال کوتاه در خارج از محدوده رله دیفرانسیل رخ می‌دهد، هردوجریان (I_1+I_2) افزایش می‌یابد و از اینرو گشتاور کویل نگهدارنده نیز بیشتر شده و مانع از عمل رله می‌گردد.

تنظیم این رله در دو قسمت متمایز صورت می‌گیرد.

۱- تنظیم جریان پایه برا یکویل عمل‌کننده یا تنظیم مقدار پایه

۲- تنظیم جریان برا ی کویل نگهدارنده

تنظیم جریان برا ی کویل عمل‌کننده بصورت زیر تعریف می‌شود.

۱۰۰* کمترین جریانی که موجب عمل رله می شود
جریان نامی کویل عمل کننده

و این در حالیست که جریان در کویل نگهدارنده برابر صفر باشد و تنظیم جریان عمل رله هنگامی که از کویل نگهدارنده یا کنترل کننده هم جریانی عبور می‌کند با رابطه زیر تعریف می‌شود.

۱۰۰*مقدار جریان در کویل عمل کننده به نحوی که رله به عمل در آید
جریان در کویل نگهدارنده

۲-۲۲-حفاظت خط با رله‌های پیلوتی

رله‌گذاری پیلوتی برای حفاظت خط بهترین نوع است. این رله‌گذاری در جایی به‌کار می‌رود که در برابر هرگونه اتصالی، در هر جا که روی دهد، خواهان حفاظت تندکار باشیم. در خطهای دو پایانه و بسیاری از خطهای چند پایانه، همه کلیدهای پایانه‌ها عملاً همزمان قطع می‌شوند و بدین وسیله بازبست سریع و خودکار مقدور می‌شود. ترکیب قطع تندکار و بازبست تندکار به سیستم انتقال نیرو این امکان را می‌دهد که میزان بارگیری از آن را به حد پایداریش نزدیکتر سازد.

رله‌گذاری پیلوتی را در برخی از خطوط چند پایانه هم به‌کار می‌برند که در آنها قطع و بازبست تندکار چندان اهمیتی ندارد اما شکل کلی مدار مانع از آن است که حتی بتوان سرعت عملکرد متوسط لازم را از رله‌های فاصله انتظار داشت.

پاره‌ای از خطوط برای هر نوع رلهٔ فاصله، بیش از حد کوتاه هستند. در چنین خطهایی مشکل فقط این نیست که رلهٔ فاصله‌ای در اختیار داشته باشیم که حداقل درجه تنظیم اهمی آن به مقدار کمتری برسد، بلکه خطاهای اهمی در مقایسه با اهمهایی که باید اندازه‌گیری شوند

چنان زیاد است که چنین رله‌گذاری را غیرعملی می‌سازد.

بارهای بحرانی ممکن است به قطع تندکاری بیش از تواناییهای رله‌های فاصله نیاز داشته باشند. بنابر دلایل فوق، معمولاً در بیشتر مدارهای انتقال نیروی فشار قوی و بسیاری از مدارهای فوق توزیع و توزیع، رله‌گذاری پیلوتی به‌کار می‌رود. پس موضوع انتخاب بین پیلوت سیمی، پیلوت جریان کارپر و پیلوت میکروموج پیش می‌آید. اگر یکی از دو نوع اخیر را برگزینیم باید در انتخاب بین رله‌گذاری مقایسهٔ فاز، مقایسهٔ سو و یا ترکیب آنها نیز تصمیم گرفت.

۲-۲۳-رله‌های پیلوتی سیمی

اصطلاح "پیلوتی" به این معنی است که در انتهای خط انتقال نیرو را نوعی کانال به هم می‌پیوندد که به کار مبادله اطلاعات می‌آید. امروزه سه نوع از این کانالها وجود دارد که آنها را "پیلوت سیمی" "پیلوت جریان کارپر" و "پیلوت میکروموج" می‌گویند.

پیلوت سیمی معمولا از مدار دو سیمه‌ای از نوع خطوط تلفنی بصورت لخت یا کابل تشکیل می‌شود و غالبا اینگونه مدارها را از شرکت تلفن محل، اجاره می‌کنند. پیلوت جریان کارپر ویژه رله‌گذاری حفاظتیِ آن است که جریانهای فشار ضعیف پربسامد (بین ۳۰ تا ۲۰ کیلوسیکل) در طول یکی از سیمهای خط انتقال نیرو به گیرنده‌ای واقع در سر دیگر منتقل می‌شود و زمین و سیم زمین معمولا به جای سیم برگشت عمل می‌کنند.

پیلوت میکروموج، سیستم رادیویی پربسامدی است که در فرکانسهای بالای ۹۰۰ مگاسیکل کار می‌کند. پیلوت سیمی، بیشتر برای فواصل ۸ تا ۱۶ کیلومتر اقتصادی است و بعد از آن غالبا پیلوت جریان کارپر باصرفه‌تر خواهد بود.

پیلوتهای میکروموج هنگامی به کار می‌روند که تعداد خطوطی که نیاز به کانال پیلوت دارند از ظرفیت فنی و اقتصادی جریان کارپر بیشتر شود.

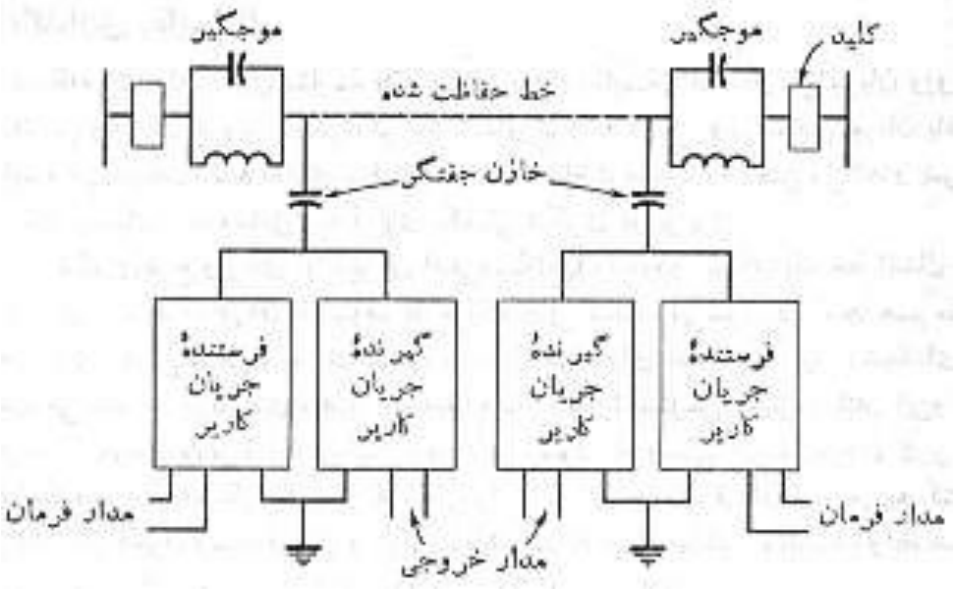
۲-۲۴-رله‌های پیلوتی با جریان کارپر و میکروموج

۲-۲۴-۱-پیلوت با جریان کارپر

هرگاه ولتاژی با قطبداشت مثبت بر مدار کنترل فرستنده وارد شود ولتاژ خروجی پربسامدی ایجاد خواهد کرد. معمولاً فرکانس این ولتاژ بین ۳۰ تا ۲۰۰ کیلو سیکل در ثانیه است. این ولتاژ خروجی بر طبق شکل (۱۰) بین یکی از سیمهای فاز خط انتقال نیرو و زمین وارد می‌شود.

هر گیرنده کارپر، جریان کارپر را از فرستنده محلی و نیز از فرستنده واقع در سر دیگر خط دریافت می‌دارد. درواقع دستگاه گیرنده، جریان کارپر دریافتی را به ولتاژ مستقیمی تبدیل می‌کند که می‌تواند در رله یا مدار دیگری به‌کار رود و هر عمل دلخواهی را انجام دهد. وقتی جریان کارپر دریافت نشود این ولتاژ صفر خواهد بود. موج‌گیرهایی که در شکل (۱۰) نشان داده شده‌اند مدارهای تشدید موازی هستند که امپدانس آنها در مقابل فرکانس معمولی نیروی برق ناچیز اما در برابر جریان‌های با فرکانس کارپر، بسیار زیاد است. فایدهٔ موج‌گیرها این است که جریان‌های کارپر را در کانال دلخواه نگه دارند به نوعی که کانالهای کارپر مجاور با هم تداخل نکنند و نیز از تلف شدن علامات کارپر در مدارهای انتقال نیروی همجوار به هر دلیل و از جمله اتصالی‌های خارجی که از دلایل اصلی است جلوگیری شود. در نتیجه جریان کارپر فقط می‌تواند از قطعه خط بین دو موجگیر بگذرد.

فصلنامه علمی تخصصی ایده های نو در علوم، مهندسی و فناوری ، دوره ۵، شماره ۲، تابستان ۱۴۰۰، ص ۴۴-۶۶
ISSN: 2588-3984
http://www.Tajournals.com



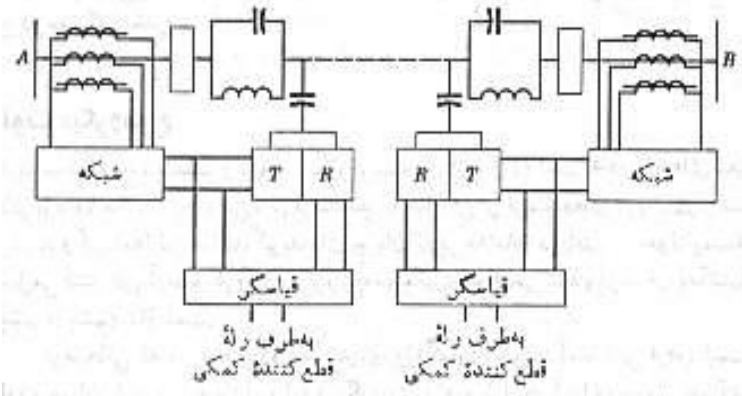
شکل (۱۰): پیلوت با کانال جریان کاریر

۲-۲۴-پیلوت میکروموج

پیلوت میکروموج، سیستم رادیویی پربسامدی (UHF) است که در باندهای معینی بالاتر از ۹۰۰ مگاسیکل کار می‌کند. فرستنده‌ها به همان روش فرستنده‌های جریان کاریر کنترل می‌شوند و گیرنده‌ها نیز همانند گیرنده‌های جریان کاریر علامات دریافتی را به ولتاژ مستقیم تبدیل می‌کنند. در پیلوت میکروموج، تزویج و موجگیری حذف می‌شود توضیحاتی که در زیر درباره دستگاههای رله‌گذاری خواهد آمد با این فرض است که پیلوت جریان کاریر داشته باشیم، اما دستگاههای رله و طرز کار آنها در صورتی هم که از پیلوت میکروموج استفاده شود به همین‌گونه خواهد بود.

۲-۲۵-رله‌گذاری مقایسه فاز

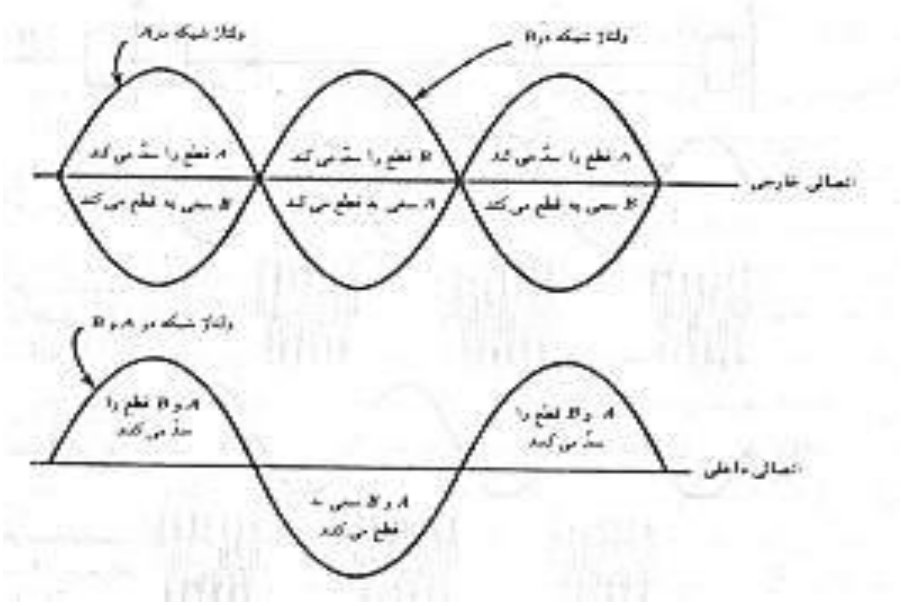
در دستگاههای رله‌گذاری مقایسه فاز، پیلوت برای مقایسه رابطه فاز بین جریان ورودی به یک سر و جریان خروجی از سر دیگر خط انتقال نیرو به‌کار می‌رود. مقادیر جریان با هم مقایسه نمی‌شوند. رله‌گذاری مقایسه فاز فقط حفاظت مقدم را تأمین می‌کند و برای حفاظت پشتیبان باید وسایل رله‌گذاری تکمیلی دیگری به‌کار رود. شکل (۱۱) اجزای اصلی دستگاهها را در دو انتهای یک خط انتقال دو سره نشان می‌دهد که در آن از پیلوت با جریان کاریر استفاده می‌شود. در اینجا هم مانند رله‌گذاری پیلوتی سیمی با جریان متناوب، C.Tهای خط انتقال نیرو، شبکه‌ای را تغذیه می‌کند که جریانهای مبدلها را به یک ولتاژ تک‌فازه سینوسی تبدیل می‌کند. این ولتاژ به فرستنده جریان کاریر و یک "قیاسگر" وارد می‌شود. خروجی گیرندهٔ جریان کاریر نیز به قیاسگر می‌رود.



شکل (۱۱) نمایش دستگاههای رله‌گذاری پیلوتی با جریان کاریر از نوع مقایسه فاز

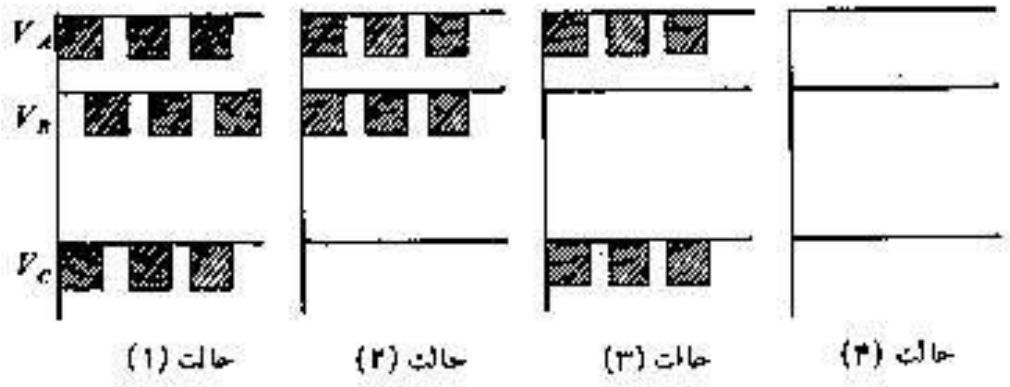
فصلنامه علمی تخصصی ایده های نو در علوم، مهندسی و فناوری ، دوره ۵، شماره ۲، تابستان ۱۴۰۰، ص ۴۴-۶۶
ISSN: 2588-3984
http://www.Tajournals.com

طرز کار رله‌گذاری مقایسه فاز بدین ترتیب است که هرگاه علامتهای جریان کاریر ناهمزمان باشند به نحوی که فاصله زمانی که طی آن علامتی از یک سر یا سر دیگر فرستاده نمی‌شود معادل صفر و یا بسیار کم باشد دستگاه رله‌گذار به‌کار افتاده عمل قطع را در هر دو طرف خط سد می‌کند. هرگاه علامتهای جریان کاریر تقریباً همزمان باشند، چنانچه مقدار جریان اتصال کوتاه کافی باشد قطع روی خواهد داد. این موضوع را شکل (۱۲) نشان می‌دهد که در آن ولتاژهای خروجی دو شبکه و گرایشهای نسبی قطع کردن و سد کردن نشان داده شده است.



شکل (۱۲): رابطه گرایشهای به قطع و سد با ولتاژهای خروجی شبکه

چنانچه در شکلهای (۱۱) و (۱۲) دیده می‌شود، دستگاه نصب شده در یک ایستگاه در طول نیم سیکل، یک علامت سدکننده به طرف دیگر می‌فرستند و در نیم سیکل بعدی که علامتی فرستاده نمی‌شود سعی به قطع می‌کند. حال اگر در نیم سیکل، جریان کاریری از سر دیگر خط دریافت نشود دستگاه برای قطع کلید قدرت طرف خود، عمل خواهد کرد اما اگر در فاصلهٔ زمانی که فرستندهٔ محلی بیکار است جریان کاریر از سر دیگر دریافت شود عمل قطع روی نخواهد داد. قلب سیستم مقایسهٔ فاز چیزی است که گاهی آن را "قیاسگر" می‌نامند. قیاسگر نوعی ابزار رله‌گذاری به حساب می‌آید که در هر یک از دو طرف خط نصب می‌شود. قیاسگر علامتهایی را که از دو سر خط می‌رسد با هم مقایسه کرده از روی وضع نسبی آنها به کلید طرف خود اجازهٔ قطع می‌دهد و یا قطع آن را سد می‌کند. فرض بر آن است که قیاسگر در ایستگاه A شکل (۵) برای حفاظت خط AB در نظر گرفته شده باشد. علامتهای مربوط به ایستگاه A از طریق شبکه محلی و در نیم سیکلهایی که جریان کاریر به سر دیگر فرستاده نمی‌شود فراهم می‌آید و علامتهای ایستگاه B از روی جریان کاریری که به ایستگاه A فرستاده می‌شود به‌دست می‌آید. حالتهایی که قیاسگر باید تشخیص دهد در شکل (۱۳) نشان داده شده است.



شکل (۱۳)

حالت (۱):اگر علامتهای رسیده به قیاسگر، ناهمزمان باشند می‌توان گفت که اتصالی بین A و B است و قطع کلید A باید مجاز باشد.

حالت (۲): اگر علامتها در قیاسگر، همزمان باشند اتصالی در خارج از قطعه خط AB است و قطع باید سد شود.

حالت (۳): اگر علامت کاریر از B به A نرسد می‌توان گفت که جریانی از کلید خط AB در ایستگاه B نمی‌گذرد. در این صورت اگر رله‌های خط AB در ایستگاه A وجود اتصالی را حس کنند این اتصالی در فاصله A و B خواهد بود که در این حالت کلید A باید مجاز به قطع باشد.

حالت (۴): اگر هیچ علامتی به قیاسگر نرسد جریانی از هیچ یک از دو انتهای خط نمی‌گذرد که خواه علتش بازبودن خط در هر دو طرف یا عدم مبادله باز بین دو ایستگاه یا عدم وجود اتصالی بر روی خط AB باشد موضوع عملکرد کلیدها از طریق رله‌های حفاظت منتفی است لازم نیست که علامتهای جریان کاریر دقیقاً ناهمزمان باشند تا عمل سد کردن انجام گیرد یا دقیقاً همزمان باشند تا قطع تجویز شود. برای سد کردن، اختلاف فازی تا حدود ۳۵ درجه در دو طرف رابطه ناهمزمانی کامل، قابل چشم‌پوشی است. اختلاف فاز قابل گذشت برای حالت قطع بسیار بزرگتر است. لازم است که در حالت قطع بتوان اختلاف فاز بزرگتری را مجاز شمرد زیرا در حالت قطع، نسبت به حالت سد، احتمال پیدایش اختلاف فاز بیشتری وجود دارد. اختلاف فاز در حالت سد (یعنی وقتی اتصالی خارجی روی دهد) از تفاوت زاویه‌ای مختصر میان جریان‌های دو سر خط ناشی می‌شود که علت آن مولفهٔ جریان شارژکننده خط و زمانی است که برای انتقال علامتهای کاریر از یک سر خط به سر دیگر آن با سرعتی نزدیک به سرعت نور صرف می‌شود در سیستم با فرکانس ۵۰ سیکل در ثانیه، اثر این انتقال برای هر ۱۰۰ کیلومتر از طول خط در حدود ۶ درجه اختلاف فاز خواهد بود و می‌توانیم آن را به این وسیله جبران کنیم که ولتاژی را که از شبکه به قیاسگر وارد می‌شود به همین میزان، تغییر فاز دهیم.

از آنچه گذشت چنین برمی‌آید که پیلوت مقایسه فاز، پیلوتی سدکننده است زیرا برای آنکه اجازهٔ قطع داده شود نیازی به علامت پیلوت نیست. بدون وساطت پیلوت، رله‌گذاری مقایسه فاز به رله‌گذاری اضافه جریان تندکار بی‌سو تبدیل می‌شود. اگر عیبی در پیلوت به‌وجود آید مانع قطع نخواهد بود اما عمل قطع در چنین وضعی جایگزین خود را ندارد یعنی ممکن است قطع ناخواسته پیش آید. چنانچه اتصال کوتاهی بر روی خط حفاظت شده، بین زمین و سیمی که دستگاههای جریان کاریر به آن پیوند یافته است پیش آید برای قطع مطلوب، مزاحمتی ایجاد نخواهد کرد زیرا برای آنکه اجازه قطع داده شود به انتقال جریان کاریر نیازی نیست. عیبهای خارجی که در طرف دیگر موج‌گیر روی دهند مانع از انتقال صحیح جریان کاریر وقتی به چنین جریانی نیاز باشد نخواهند بود.

۲-۲۶-حفاظت دیستانس

رله های دیستانس برای حفاظت خطوط انتقال به کار می روند و از آنجا که فاصله عیب را با اندازه گیری امپدانس مشخص می کنند بدین نام مشهور شده اند. به طور کلی وقتی اتصالی در شبکه رخ می دهد اینگونه رله ها نقش حفاظتی خط و تعیین فاصله اتصالی تا رله را برعهده دارند. معمولا حفاظت اصلی خطوط انتقال رله های دیستانس و حفاظت پشتیبان این خطوط رله های جریان زیاد هستند. دلیل این امر آنست که زمان عملکرد رله های دیستانس برروی خطی که رله روی آنست بسیار کم و زمان عملکرد رله جریان زیاد نسبتا زیاد است.

۲-۲۷-رله های جریان زیاد

این رله ها بردوهستند که عبارتند از:

الف) رله های زمان ثابت

ب) رله ها با زمان کاهشی

۲-۲۷-۱-رله ها با زمان ثابت

وقتی رله برای زمان ثابتی مثلا t0ثانیه تنظیم شود با افزایش میزان جریان الکتریکی رله در همان زمان معین عمل می کند.

هماهنگی این رله ها در شبکه های مختلف به دو صورت هماهنگی زمانی و جر یانی صورت می گیرد

۲-۲۷-۲-رله های جریان زیاد با منحنی مشخصه کا هشی

از آنجا که بکار بردن رله به هر دو صورت مذکور دارای نواقصی در هماهمنگی است لذا برای شبکه های پیوسته و شعاعی طولانی از رله های با منحنی کاهشی استفاده می شود.

شکل (۴-۴) هماهنگی شماتیکی این نوع رله ها را درمقایسه با رله جریان زیاد با زمان ثابت نشان می دهد. به منظور سهولت کار مثال ساده ای از یک شبکه کوچک توزیع آورده می شود .

فصلنامه علمی تخصصی ایده های نو در علوم، مهندسی و فناوری ، دوره ۵، شماره ۲، تابستان ۱۴۰۰، ص ۴۴-۶۶
ISSN: 2588-3984
http://www.Tajournals.com

۳-نتیجه گیری

در تاسیسات الکتریکی مانند شبکه انتقال انرژی ء مولدها وترانس ها وتجهیزات واسباب و ادوات دیگر برقی در اثر نقصان عایق بندی ویا ضعف استقامت الکتریکی ء دینامیکی و الکتریکی در مقابل فشارهای ضربه ای پیش بینی نشده و همچنین در اثر ازدیاد بیش از حد مجاز درجه حرارت ء خطاهایی پدید می آید که اغلب موجب قطع انرژی می گردد.این خطاها ممکن است بصورت اتصال کوتاه ء اتصال زمین ء پارگی و قطع شدگی هادی ها و خورده شدن و شکسته شدن عایق ها و غیره ظاهر شود. قطعات یا وسایلی که چنین خطایی پیدا می کنند باید بلافاصله از شبکه ای که آنرا تغذیه می کند جدا شود تا ازدیاد و گسترش خطا و از کار افتادن بقیه قسمت های سالم شبکه جلوگیری گردد.پس باید شبکه طوری طرح ریزی شود که از یک پایداری و ثبات قابل قبول در حد امکان برخوردار باشد برای این کار باید از رله استفاده کرد ء وظیفه رله این است که در وقع پیش آمدن خطا در محلی از شبکه برق متوجه خطا شود و آن خطا را بسنجد و دستگاه خبر را آماده کند یا در صورت لزوم خود رله عمل کندو سبب قطع مدار الکتریکی شود . رله اصولا به دستگاهی گفته می شود که در اثر تغییر کمیت الکتریکی و یا کمیت فیزیکی مشخص تحریک می شود و موجب به کار افتادن دستگاه ویا دستگاه های الکتریکی دیگری می شود . محل وقوع عیب از شبکه جدا سازی شده باعث می شود که سایر قسمتهای سالم شبکه همچنان به کار خودادامه دهند و پایداری و ثبات شبکه به همان حالت قبلی محفوظ بماند .· تجهیزات و دستگاهها در مقابل عیوب و اتصالی ها محافظت شده و میزان خسارات وارده به آنها محدود گردد . سبب به وجود آمدن اتصالی ها و تأثیرات آنبه دو علت زیر اتصالی ها می توانند به وجود آیند : الف – تأثیرات داخلی تأثیرات داخلی که باعث خراب شدن و از بین رفتن دستگاهها یا خطوط انتقال و توزیع می شود عبارتند از :فاسد شدن قسمتهای عایق در یک مولد ، ترانسفورماتور ، خط ، کابل و غیره . این ضایعات و امکانات مکن است مربوط به عمر عایق ، عدم تنظیم صحیح ، عدم ساخت صحیح و یا عدم نصب صحیح عایق باشد . ب – تأثیرات خارجیتأثیرات خارجی شامل تأثیرات زیادی است از آن جمله رعد و برق ، اضافه بار که باعث به وجود آمدن حرارت شود ، برف و باران ، باد و طوفان ، شاخۀ درختها ، حیوانات و پرندگان ، سقوط اشیاء اشتباه در عملیات و خسارتهایی که یه وسیله مردم وارد می شود و غیره . وقتی که یک اتصالی در مداری رخ دهد ، جریان افزایش یافته و ولتاژ (اختلاف پتانسیل) نقصان پیدا می کند افزایش جریان حرارت زیادی را به وجود آورده که ممکن است منجر به آتش سوزی یا انفجار شود . اگر اتصالی به صورت جرقه باشد ممکن است خسارت زیادی به بار آورد . برای مثال اگر جرقه ای بر روی خط انتقال نیرو به وجود آمده و سریعاً بر طرف نشود خط را سوزانده و باعث پاره شدن آن خواهد شد و نتیجه سبب قطع برق برای مدت طولانی خواهد شد . نقصان ولتاژ که در اثر یک اتصالی به وجود آید می آید برای دستگاههای الکتریکی بسیار زیان آور است و اگر این ولتاژ ضعیف برای چند ثانیه ایی ادامه داشته باشد ، موتورهای مشترکین از کار باز ایستاده ، دوران مولدهای برق نامنظم و نا مرتب خواهد شد پس در صورت وقوع جریان شدید و ولتاژ ضعیف به سبب اتصالی در مدار می بایست به فوریت اتصالی کشف و برطرف گردد و جریان ولتاژ به حالت عادی باز گردانده شود.رله های جریانی : رله های جریانی به منظور حفاظت شبکه های الکتریکی در مقابل عیوب ناشی از خطاهای جریان بکار میروند . عمده عیوبی که توسط رله های جریانی تشخیص داده می شوند عبارت است از : اتصال کوتاه در شبکه اضافه جریان اضافه بار جریان نشتی ارت فالت عدم تقارن جریان سه فاز کاهش بار در مورد موتورها (افزایش مدت زمان راه اندازی) در مورد موتورها قفل بودن روتور (در مورد موتورها) حفاظت اتصال کوتاه و اضافه جریان و اتصالی زمین : اولین و یکی از مهمترین حفاظت هایی که در یک سیستم وجود دارد حفاظت اتصال کوتاه و اضافه جریان و نشتی زمین می باشد . این حفاظت ها با حفاظت اضافه بار تفاوت آشکاری دارد چون حفاظت اضافه بار بر اساس ظرفیت حرارتی واحد می باشند . در این نوع حفاظت جریان سه فاز توسط سه عدد ترانسفورمر جریان حس می گردند و به رله انتقال می یابند و بر اساس آن حفاظت صورت می گیرد . در مورد حفاظت فوق منحنی قطع رله از اهمیت بسیار زیادی برخوردار است زیرا حفاظت صحیح بر اساس آن صورت میگیرد .

منابع و ما خذ

منابع فارسی

۱- استاندارد پستهای ۶۳/۲۰ کیلوولت معمولی: مشخصات فنی، مشانیر ۱۳۷۳
۲-استاندارد پستهای (۳۳) ۱۳۲/۲۰ کیلوولت معمولی، جلد ۱۲۱۹: حفاظت رله‌ای، مهندسین مشاور قدس نیرو، ۱۳۷۵.
۳- استاندارد طراحی بهینه پستهای ۲۳۰ و ۴۰۰ کیلوولت، جلد ۲۱۹: معیارهای طراحی و مهندسی سیستم حفاظتی، مهندسین مشاور نیرو، ۱۳۷۷.
۴- استاندارد طراحی بهینه پستهای ۲۳۰ و ۴۰۰ کیلوولت، جلد ۳۱۹: مشخصات فنی سیستم و تجهیزات کنترل، حفاظت، اندازه‌گیری، ثبات وقایع و اطلاعات، مهندسین مشاور نیرو، ۱۳۷۷.
۵- آزمونهای دوره‌ای تجهیزات حفاظت و کنترل پستهای ۲۳۰ و ۴۰۰ کیلوولت، مهندسین مشاور، ۱۳۸۱.
۶- رحمتی زاده- حسین, کتاب کارگاهی سال چهارم هنرستان وزارت آموزش وپرورش,۱۳۷۰.
۷- سلطانی- مسعود, تجهیزات نیروگاه1, چاپ سوم, انتشارات جعفری,۱۳۶۶.
۸- سلطانی- مسعود, تجهیزات نیروگاه2, چاپ سوم, انتشارات جعفری,۱۳۶۶.
۹- طالقانی- سید محمد, ماشین های الکتریکی جریان متناوب, انتشارات علمی وفنی,۱۳۶۱

منابع خارجی

11-Network protection and automation guide, alstom
12-W.A Elmore, "protective relaying theory and applications", marcel dekker inc. 2004
13-applied protective relaying, Westinghouse electric corporation relay, 1976
14-C.R. mason, "the art and science of protective relaying", John wiley & sons, 1956
15-S. rao, "switchgear and protection", khana publishers.
16- IEC 60255, electrical relays
17-IEEE std c37.113: IEEE guide for protective relay applications to transmission lines,1999
18-IEEE c37.97: IEEE guide for protective relay applications to power system buses,1979
19-IEEE c37.91: IEEE guide for protective relay applications to power transformers, 2000