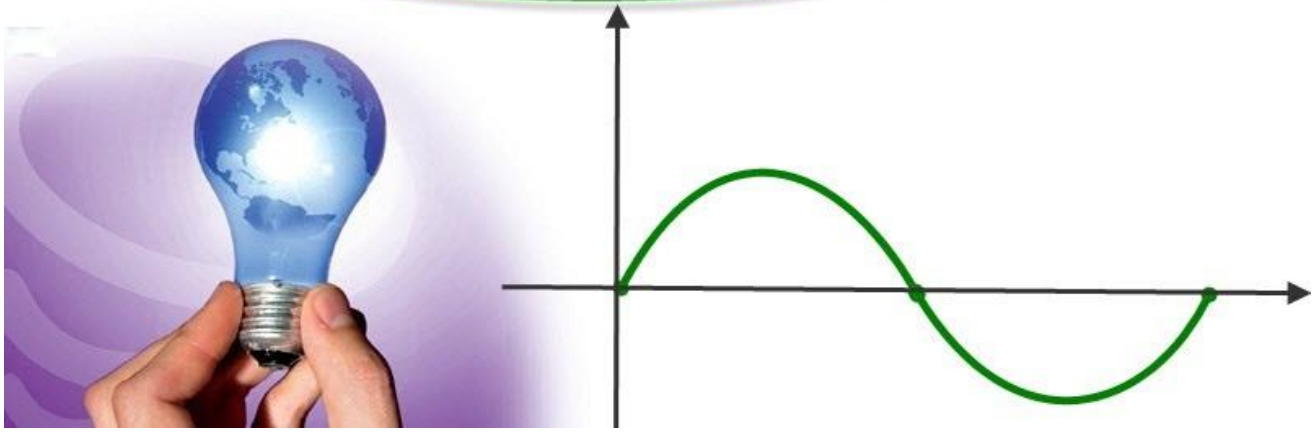
برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

بسم الله الرحمن الرحیم



برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

موضوع پروژه:

مکانیزم حفاظت از سیستمهای قدرت

WikiPower.ir

برای خرید فایل wordاین پروژه اینجا کلیک کنید.

(شماره پروژه = ۴۶۳)

پشتیبانی: ۰۹۳۵۵۴۰۵۹۸۶

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

وفهرست مندرجات

عنوان صفحه

مقدمه..... ۷

فصل اول - ماهیت ومکانیزم ایجاد خطا در شبکه های قدرت..... ۱۱

مقدمه..... ۱۱

۱-۱-حالت های کاری سیستم قدرت..... ۱۱

۱-۲-اغتشاش در سیستم قدرت وآثار آن..... ۱۴

۱-۳-عوامل ایجاد یک اغتشاش..... ۱۵

۱-۴-پیامد های ادامه داشتن یک خطا در شبکه..... ۱۸

۱-۵-عوامل ایجاد خاموشی در شبکه قدرت..... ۱۹

فصل دوم ـ (مروری بر حفاظت سیستم قدرت)اهداف، کلیات و تعاریف..... ۲۲

مقدمه..... ۲۲

۲-۱- کلیات ۲۳

۲-۲- ساختار عملکرد رله ۲۴

۲-۳- انواع رله‌ها..... ۲۴

۲-۳-۱- رله اضافه جریان[1]..... ۲۵

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۲-۳-۲- رله دیستانس..... ۲۶
الف ـ رله دیستانس نوع راکتانسی ۲۷
ب ـ رله دیستانس نوع امپدانس..... ۲۷
ج ـ رله دیستانس نوع مهو..... ۲۸
دـ رله دیستانس با مشخصه چهارضلعی..... ۲۹
هـ ـ سایر مشخصه‌ها..... ۳۰
۲-۳-۳رله دیفرانسیل..... ۳۰
الف ـ رله دیفرانسیل جریان زیاد..... ۳۱
ب ـ رله دیفرانسیل درصدی..... ۳۲
ج ـ رله دیفرانسیل امپدانس زیاد..... ۳۳
دـ رله دیفرانسیل پایلوت..... ۳۳
۲-۳-۴ رله ولتاژی..... ۳۴
-۳-۶- رله فرکانسی..... ۳۶
۲-۳-۷- رله سنکرونیزم..... ۳۶
۲-۵-۱-رله های دیجیتال..... ۴۰
.-۲-۵-۲ مزایای سیستم های حفاظت و کنترل دیجیتال..... ۴۳
۲-۶-۴ مبدل جریان به ولتاژ ۵۰

فصل سوم ـ مشخصات فنی سیستم و تجهیزات حفاظت..... ۹۴
مقدمه ۹۴

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۳-۱- کلیات ۹۴
۳-۲- حفاظت خطوط انتقال ۹۷
۳-۳- حفاظت شینه ۱۱۹
۳-۴- حفاظت کلید قدرت ۱۳۰
۳-۵- حفاظت ترانسفورماتور قدرت ۱۳۴
۳-۶- حفاظت راکتور ۱۴۷
۳-۷- حفاظت بانک خازنی ۱۵۱
۳-۸- طرحهای حفاظتی پیشنهادی ۱۵۴
۳-۹- نیازمندیهای ترانسفورماتورهای جریان ۱۵۶
۳-۱۰- نمونه‌هایی از انتخاب طرحهای حفاظتی پستهای فوق توزیع و انتقال ۱۵۷
پیوست۳-۱- شماره رله‌های حفاظتی و علائم نقشه‌ها ۱۶۴

عنوان صفحه

فصل چهارم-قواعد هماهنگی ۱۶۶
مقدمه ۱۶۶
۴-۱-قاعده هماهنگی رله-رکلوزر ۱۶۷
۴-۲-قاعده هماهنگی رکلوزر-رکلوزر ۱۶۹
۴-۳-قاعده هماهنگی رکلوزر-جدا کننده ۱۶۹
۴-۴-قاعده هماهنگی رکلوزر-جداکننده-فیوز ۱۷۰

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۴-۵-قاعده ه هماهنگی رله-رله ۱۷۱
۴-۶-قاعده هماهنگی فیوز-فیور..... ۱۷۱
۴-۷-انتخاب هماهنگی عناصر جریان زیاد..... ۱۷۶
۴-۸-مراحل انتخاب وهماهنگی رله-فیوز..... ۱۷۸
۴-۹-مراحل انتخاب و هماهنگی فیوز-رله..... ۱۷۹
۴-۱۰-هماهنگی فیوز-فیوز..... ۱۸۱
۴-۱۱-مراحل انتخاب و هماهنگی بین رکلوزر و فیوز..... ۱۸۳
فصل پنجم ـ دستورالعمل نصب, راه‌اندازی و نگهداری سیستم حفاظت..... ۱۸۸
مقدمه ۱۸۸
۵-۱- نصب..... ۱۸۸
۵-۲- آزمونهای راه‌اندازی..... ۱۸۸
۵-۳- آزمونهای دوره‌ای تجهیزات حفاظتی ۱۹۵
منابع و مراجع ۲۱۸

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

مقدمه

دست یابی به یک سیستم قدرت با امنیت کاری مناسب از اهداف ضروری وبسیار مهم صنعت برق می باشد. از طرفی بروز اختلالات بزرگ و تهدید امیز برای این سیستم اجتناب نا پذیر است.لذاچگونگی پرهیزاز این مشکل و رسیدن به نقطه کار مناسب پس از وارد شدن اختلال به سیستم برای مهندسان برق دقد دقه ای جدی در آمده است.

گستردگی شبکه های برق ومدل پیچیده عناصر قدرت پایداری سیستم را از حالت سادهشبکه های کوچک خارج سا خته و عوامل مختلفی را در اثر گذاری بر پایداری اینشبکه ها دخیل نموده است.

عملکرد ورفتار یک سیستم قدرت در رژیم کاری مشخص متشکل از کلیه ویژگی هایرفتاری می باشدکه سیستم از خود نشان می دهد وبا شتاخت انها می توان عملکردسیستم را بررسی نمود. دریک سیستم قدرت در حال بهره برداری چنانچه کلیه متغیر هااز قبیل دامنه ولتاژ شین ها-زاویه فاز شین ها – جریانوتوانعبوریازخطوط-توانتولیدی ژنراتورهاو... نسبتا ثابت باشند در این صورت می گوییم سیستم در حالت تعادلبوده واین حالت کاری را حالت کار در رژیم ماندگار گوییم.

اما چنانچه در یک سیستم قدرت به طور ناگهانی امپدانس اتصال دو نقطه از شبکهنسبت به زمین کاهش یافته یا نزدیک صفر گردد اصطلاحا گویند که در ان نقطه ازشبکه اتصال کوتاه رخ داده است وسیستم قدرت از رژیم ماندگاری به رژیم گذراياتصال کوتاه منتقل گردیده است.

همچنین اگر در یک سیستم در حال بهره برداری به طور نا گهانی خطا و اختلالی رخدهد که برای یک دوره بسیار کوتاه با عث افزایش یا کاهش انرژی جنبشی ژنراتورهایسنکرون گردد به این دوره تغییرات انرژی جنبشی واحد ها و برقراری دوره تعادل جدیددر انها دوره ورژیم کاری پایداری گذرا گفته می شود.در هنگام وقوع پدیده های ذ کرشده تغییراتی در شبکه صورت خواهد گرفت که در این رابطه مهندسان باید بتوانند بهسوالات کلی که در مورد چگونگی برخورد با این پدیده ها ایجاد می شود پاسخ دهند.

به عنوان مثال:

اگر خط شماره ۱یا ترانس شماره۲از مدار خارج شود چه اتفا ق یا تغییراتی در سیستمصورت خواهد گرفت وچه پیامد هایی برای شبکه خواهد داشت؟

برای پاسخ دادن به این سوالات باید تعاریفی از پدیده خروج از شبکه داشته باشیم کهعبارتند از:

۱-خروج برطبق زمان بندی:

برا ساس ساعت کارکرد وهمچنین فصول و شرایط مختلف بار لازم است که بعضیعناصر یا نیرو گاه ها جهت تعمیر ونگه داری براساس جدول زمانی از مدار خارجشوند.در این گونه موارد به کمک پخش بار می توان شرایط امنیت وپایداری سیستم راپس خروج عناصر وبا توجه به داشتن زمان کافی ومناسب پیش بینی کرد.

۲- خروج اضطراری وناگهانی:

هنگام وقوع حوادث که منجر به خروج ناگهانی عناصر از شبکه در حالت ماندگارمی شود.سرعت در تصمیم گیری امری ضروری می باشد.در هنگام خروج اضطراریعناصر وایجاد یک اغتشاش,سیستم دچار تغییر ونوسان می شود.با توجه به بزرگ بودنشبکه قدرت وهمچنین ترکیب های مختلف از خروج عناصر شبکه انجام محاسبات وپیشبینی کلیه حالات امری بسیار اساسی ومهم و در عین حال دشوار خواهد بود.

در مطالعات پایداری گذرا,برای شبیه سازی یک اغتشاش بزرگ معمولا از خطایاتصال کوتاه (سه فاز) استفاده می شود.ساده ترین روش برای بررسی پایداری گذراییک سیستم رزش قدم به قدم حل معادله دیفرانسیل است.دراین روش معادلات حالاتقبل خطا,حین خطا و پس از خطای سیستم با یک روش عددی مناسب حل می شوند

وتغییرات زوایای بار واحد های مختلف بدست می آیند.از انجایی که اغتشاش وارد شدهبه سیستم بزرگ است در اکثر مواقع رفع خطا با عملکرد سیستم های حفاظتی همراهاست.به هر حال وقوع شرایط خطا وغیر عادی در سیستم های قدرت اجتناب نا پذیراست.به منظور کاهش عواقب حاصل ازاین شرایط همچون آسیب دیدن تجهیزات مهموگران قیمت,جدا شدن بخشی از شبکه ویا در بدترین حالت ازدست رفتن پایداری سیستمکه می تواند منجر به خاموشی های منطقه ای یا سراسری شود لازم است اقداماتیصورت پذیرد از جمله مهمترین این اقدامات به کار گیری سیستم ها و طرح ها حفاظتیاست.

وظیفه رله های حفاظتی در یک سیستم انتقال قدرت,احساس وتشخیص هر گونه شرایطنا مطلوب از قبیل اتصال کوتاه ودر نتیجه صدور فرمان قطع ضروری برای کلید هایمربوط می باشد.در حفاظت سیستم انتقال معمولا از چند رله جریان زیاد ودیستانساستفاده می شود.اگر یک خطا روی خط انتقال روی دهد باید توسط نزدیک ترین رلهاصلی تشخیص داده شده وبه منظور برطرف شدن خطا کلید های مربوطه عمل نمایند.

در حالتی که رله یا کلید اصلی عمل نکند خطا باید توسط رله پشتیبان ویا کلید های رویخط یا خطوط مجاور برطرف شود.در پروسه هماهنگی رله ها باید هر جفت رله اصلیوپشتیبان برای انواع خطا وشرایط

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

بحرانی از نظر هماهنگی بررسی ودر صورت عدمهماهنگی با اعمال روش های مشخص و تنظیم پارامتر های هر رله بگونه ای تعیینگرددکه تا حد امکان هماهنگی برقرار شود.

در این پروسه ابتدا قواعد هماهنگی و بعد هماهنگی هر جفت رله اصلی وپشتیبان,بهعنوان مثال نواحی یک و دو وسه رله دیستانس باید عمل متقابل رله های جریان زیادودیستانس نیز بررسی شود واین رله ها نیز با یکدیگر هماهنگ شوند.

WikiPower.ir

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

فصل اول: ماهیت و مکانیزم ایجاد خطا در شبکه‌های قدرت:

مقدمه:

از دیرباز مسئله امنیت و پایداری سیستم‌های قدرت به‌صورت مسئله‌ای جدی مورد توجه بوده‌است. زیرا هر چند طراحان سیستم قدرت با فراهم کردن فواصل اطمینانی مناسب نسبت به ظرفیت تولید ژنراتورها ظرفیت انتقال خطوط ترانس‌ها و ... سعی در طراحی سیستمی کارا براساس فرضیات مهندسی داشته‌اند اما حوادث پیش‌بینی نشده گاهی عملکرد سیستم را دچار اختلال نموده‌است.

مسئله خروج المان‌های سیستم قدرت (خروج با برنامه‌ریزی یا خروج اتفاقی) شرایط مختلفی از نظر کاری برای سیستم ایجاد می‌نماید. در صورتی‌که این خروج‌ها بدون برنامه‌ریزی و ناگهانی باشد خروج یک المان ممکن است به دلیل عدم هماهنگی لازم در بین المان‌های شبکه (ژنراتورها- ترانس‌ها خطوط و بارها و ...) باعث خروج المان‌های دیگر گردد. این روند به‌گونه‌ای پیش خواهد رفت که بعد از خروج چند المان با عملکرد مناسب، سیستم حفاظتی بقیه شبکه پایداری خواهد ماند یا اینکه سیستم دچار اختلالات بیشتری شده و ادامه این روند باعث ایجاد خاموشی ناحیه‌ای یا سراسری خواهد شد. با توجه به مواردی که در بالا به آن اشاره شد لازم است تا در ادامه ابتدا شرایط مختلف کاری سیستم قدرت را تشریح نماییم و بعد از آن عواملی که باعث ایجاد خاموشی در شبکه می‌شوند را توضیح دهیم.

۱-۱ حالت‌های کاری سیستم قدرت:

به‌منظور درک بهتر از سیستم قدرت و شرایط که در اثر یک پدیده برای آن پیش خواهد آمد مفید است که حالت‌های کاری سیستم قدرت تشریح گردد. حالت بهره‌برداری سیستم که به چند حالت عادی و هشدار و بحرانی و فوق بحرانی و بازیابی تقسیم می‌نماییم. شکل (۱-۱) این حالتها و نیز نحوه انتقال از یک حالت به حالت دیگر را نشان می‌دهد. در شرایط عادی تمام متغیرهای سیستم در محدوده مجاز واقع شده‌اند بر هیچ یک از تجهیزات اضافه‌باری تحمیل نشده‌است. سیستم در حالتی مطمئن بهره‌برداری می‌شود و قادر

است اغتشاش را بدون اینکه انحرافی از قیود ایجاد شود تحمل نماید. اگر قابلیت اطمینان کمتر از حد مشخصی و قابل قبولی گردد و یا اینکه امکان بروز اغتشاش نظیر شرایط بد آب و هوایی (مانند طوفان‌های شدید) افزایش یابد سیستم وارد مرحله هشدار می‌شود. در این وضع هنوز متغیرهای سیستم در محدوده مجاز واقع شده‌اند و تمام قیود رعایت گردیده‌اند. با وجود این سیستم تا حدی تضعیف شده که ممکن است بروز یک اغتشاش باعث اضافه‌بار تجهیزات و در نتیجه وارد شدن سیستم به حالت بحرانی گردد. اگر اغتشاش خیلی شدید باشد ممکن است سیستم مستقیماً از وضعیت هشدار به وضعیت فوق بحرانی برود.

برای بازیابی سیستم به وضع عادی می‌توان اعمالی را از جمله جابجایی تولید یا افزایش ظرفیت ذخیره به‌کار بست. اگر اینگونه اعمال موفق نباشد سیستم همچنان در وضعیت هشدار باقی می‌ماند. اگر زمانی که سیستم در وضعیت هشدار است اغتشاشی سخت اتفاق بیافتد سیستم وارد مرحله بحرانی می‌شود.

در این حالت ولتاژ بسیاری از شین‌ها کاهش یافته و یا بارگذاری تجهیزات از حد نامی اضطراری کوتاه‌مدت فراتر رفته است. در این وضع سیستم هنوز حالت فعال خود را حفظ کرده و اگر بتوان با اعمال کنترلی لازم نظیر رفع خطا – کنترل سیستم تحریک و بارزدایی و ... به‌کمک آن شتافت ممکن است سیستم به حالت هشدار منتقل شود اگر اعمال فوق اجرا نشود و یا اجرای آن موفقیت آمیز نباشد و یا با تاخیر صورت گیرد سیستم وارد مرحله فوق بحرانی می‌گردد که در نتیجه‌ی آن وقفه‌های متوالی و احتمالاً خاموشی بخش عمده‌ای از سیستم خواهد بود. در این وضع اعمال کنترلی از قبیل بارزدایی و قطع ناحیه‌ها از یکدیگر تحت کنترل سیستم باید اجرا شود تا حتی‌المقدور بتوان آن را از یک خاموشی سراسری نجات داد.

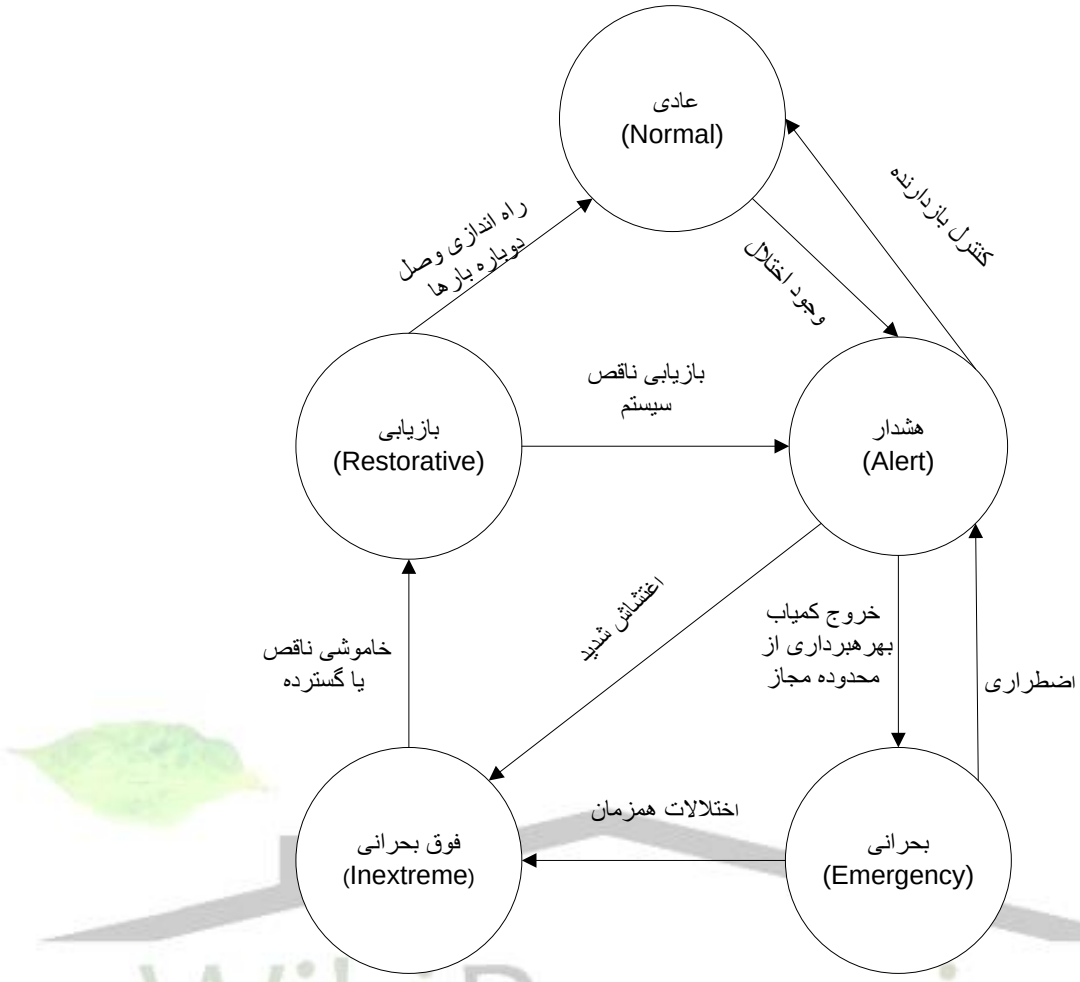
حالت بازیابی وضعیتی را نشان می‌دهد که در آن اعمال کنترلی به منظور وصل مجدد تجهیزات و بارها انجام می‌پذیرد و ممکن است سیستم را از این مرحله بسته به وضعیت به حالت هشدار یا عادی منتقل کند.

تقسیم حالات کاری یک سیستم قدرت به پنج حالت فوق چارچوبی را فراهم می‌آورد که در آن می‌توان روشهای کنترلی مناسب را برگزید و اعمال اپراتور را به منظور برخورد موثر با هر یک از آن‌ها تنظیم و مشخص کرد.

برای سیستمی که به آن اغتشاش وارد شده و درجه قابلیت اطمینان آن کاهش یافته کنترل کننده‌های سیستم قدرت به اپراتور کمک می‌کنند تا سیستم را به وضع عادی بازگرداند. اگر اغتشاش کوچک باشد کنترل‌کننده‌ها ممکن است خود قادر به انجام این کار باشند در غیر این صورت ممکن است اعمالی نظیر جابجایی تولید یا کلیدزنی اجزایی از سیستم ضروری باشد تا سیستم به وضعیت عادی بازگردد. همچنین در شکل زیر می‌توانیم بازه‌های 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 ۱۰ تا ۱۰۰۰ میلی‌ثانیه و جلوگیری از عدم توازن شدید بین تولید و مصرف از ۱ تا ۶۰ ثانیه و جلوگیری ار ناپایداری دینامیکی و قطع خطوط به واسطه اضافه بار شدن سیستم به شدت حادثه از چند ثانیه تا چند دقیقه به طول می‌انجامد.

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 و یا تاخیر در آن باعث گسترش اغتشاش و از دست رفتن پایداری شبکه در کل یا قسمتی از آن می‌شود.

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



شکل (۱-۱): حالات بهره‌برداری از سیستم قدرت

۱-۲- اغتشاش در سیستم قدرت و آثار آن:

هر تغییری در شبکه که برنامه‌ریزی نشده باشد یک اغتشاش نامیده می‌شود. اغتشاش توسط یک خطای سیستم یا یک خطای غیرسیستم و یا یک خطای شبکه می‌تواند بوجود آید. خطای سیستم شامل انواع اتصال کوتاه (سه فاز- تکفاز و ...) پارگی و قطع خط و مسایلی از این قبیل می‌باشد. اما اگر به عنوان مثال کلیدی قطع کند در حالتی که هیچ خطایی در شبکه وجود نداشته باشد اغتشاش براساس خطای غیرسیستمی یعنی خطا در سیستم حفاظت حاصل شده است. اما اگر یک اضافه بار یا نوسان و یا افت ولتاژ

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

یا فرکانس در شبکه وجود نداشته باشد اغتشاش بر اثر خطای غیرسیستمی یعنی خطا در سیستم حفاظت حاصل شده است.

اما اگر یک اضافه بار یا نوسان و یا افت ولتاژ یا فرکانس در شبکه بوجود آید آنگاه یک خطای شبکه اتفاق افتاده است.

اغتشاشات شدید بروی توانایی سیستم برای تغذیه مصرف‌کنندگان با ولتاژ و فرکانس مطلوب تاثیر بیشتری می‌گذارد 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 مصرف‌کننده‌ها نیست. در برخی از شرایط سیستم قدرت می‌تواند کار خود را انجام دهد ولی در اثر مقادیر غیرعادی کمیت‌های الکتریکی تجهیزات به نوعی تحت فشار قرار گیرند که پیامد آن وقوع خطای پی‌درپی می‌باشد.

بنابراین در این شرایط اگر روشهای پیشگیری از جمله جداکردن بخش معیوب از بقیه سیستم بکار گرفته نشود سیستم تحت فشار شدیدتری قرار گرفته فروپاشی و خاموشی از عواقب آن خواهد بود.

WikiPower.ir

۱-۳- عوامل ایجاد یک اغتشاش:

خطا و اغتشاش در همه شبکه‌ها اتفاق می‌افتد. امکان طراحی شبکه‌ای 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 ناحیه‌ای به ناحیه دیگر متفاوت است. عوامل متعددی می‌تواند در ایجاد یک اغتشاش یا گسترش آن دخیل باشد که آن‌ها را به دو دسته کلی عوامل غیرسیستمی و عوامل سیستمی تقسیم می‌نمایم:

۱-۳-۱- عوامل غیرسیستمی:

آب و هوا: رعد و برق و افزایش یا کاهش چشمگیر درجه حرارت هوا و طوفان و .... از عوامل خارجی مهم در خرابی تجهیزات یا اتصال کوتاه در بین خطوط می‌باشند. شرایط آب و هوایی به عنوان عامل تحریک‌کننده و یا به عنوان عامل اصلی در ایجاد و گسترش یک اغتشاش نقش دارد. به عنوان مثال در شرایطی که درجه حرارت هوا افزایش یا کاهش قابل ملاحظه‌ای دارد مصرف‌کننده‌ها بیشتر از لوازم حرارتی و برودتی مخصوصا برقی استفاده می‌نمایند. این عامل اگرچه به صورت مستقیم نقشی در ایجاد یک اغتشاش ندارد ولی شرایط شبکه را در وضعیتی قرار می‌دهد تا نزدیک به مرزهای امنیتی سیستم مورد بهره‌برداری قرار گیرد (وضعیت هشدار). حال با بروز یک اختلال کوچک سیستم می‌تواند به وضعیت بحرانی یا مستقیما به حالت فوق بحرانی برود. اما در جایی دیگر شرایط آب و هوایی می‌تواند نقش اصلی را در ایجاد یک اغتشاش ایفا نماید. به عنوان مثال در حادثه خاموشی ۱۹۶۵ در آمریکا برخورد دو صاعقه با برجهای خطوط انتقال و قطع این دو خط در فاصله زمانی کمتر از ۲۰ ثانیه سیستم را به حالت فوق بحرانی برد. این در حالی بود که قبل از برخورد این دو صاعقه با برجها سیستم به دلیل افزایش درجه حرارت هوا تقریبا با حداکثر ظرفیت خود در حال کار بود که با بروز حوادث بعدی سیستم نتوانست شرایط جدید را تحمل نموده و شبکه دچار فروپاشی شد.

WikiPower.ir

عوامل محیطی: از عوامل موثر و محرک در پدیده خاموشی در سیستم‌های قدرت می‌توان به حوادث طبیعی از جمله رانش زمین و زلزله (شکستگی گسل) آلودگی و سیل و ... اشاره نمود. این عوامل اگرچه در پدیده خاموشی نقش اصلی را ایفا نمی‌نمایند ولی زمینه را برای چنین پدیده‌ای فراهم می‌آورند. رانش زمین و زلزله و سیل و ... می‌توانند باعث سقوط برجهای خطوط انتقال و شکستن و خراب شدن تجهیزات پست‌ها و نیروگاه‌ها و قطع مشترکین گردیده که با توجه به شدت این حوادث دامنه خاموشی از یک ناحیه تا کل شبکه گسترش خواهد یافت. آلودگی نیز بیشتر در شرایطی مانند گرد و خاک ناشی از طوفان و دود ناشی از کارخانجات صنعتی و ماشین‌ها و یا مناطق نزدیک به سواحل دریا ایجاد می‌شود. آلودگی که بروی سطح مقره‌ها می‌نشیند باعث کاهش سطح عایقی بین فازها با برج یا فازها با یکدیگر می‌شود که این عامل باعث

ایجاد اتصال کوتاه بین خط با دکل می‌باشد که در نقاط جنوبی کشور نیز این پدیده کاملاً مشهود است. حال اگر این پدیده در شرایط ماکزیمم توان عبوری از خطوط و یا در شرایطی مشابه مخصوصا در مناطق جنوبی کشور که اکثر نیروگاه‌ها در آنجا متمرکز شده‌اند رخ دهد فروپاشی شبکه غیرمتحمل نخواهد بود.

خطای انسانی: خطای اپراتور از دیگر عوامل غیرسیستمی تاثیرگذار بر این پدیده است چه بسا که اپراتور با عملکرد خود در قطع یا وصل جزئی از شبکه باعث بهتر شدن یا بحرانی شدن وضعیت شبکه گردد. در بعضی از مواقع در صورت آشنایی اپراتور با وظایف خود و وضعیت شبکه از بروز گسترش خاموشی جلوگیری می‌شود که در این زمینه می‌توان به خاموشی تابستان ۱۳۸۵ اشاره نمود.

برخورد اجسام با اجسام شبکه: برخورد اشیاء و پرندگان با خطوط انتقال و همچنین رشد درختان در زیر خطوط انتقال و تماس با هادی خطوط از دیگر عوامل تاثیرگذار و مهم در ایجاد اغتشاش می‌باشد. که در بسیاری از خاموشی‌ها این عوامل از دلایل اصلی ایجاد حوادث شناخته شده‌اند.

۱-۳-۲- عوامل سیستمی عبارتند:

۱. پایین بودن حد حرارتی خطوط و ترانس‌ها و کلیدها: این عامل یک عامل تحریک‌کننده در یک اغتشاش است. در صورتی که حد حرارتی این اجزاء پایین و در حد جریان نامی عبوری از آنها در نظر گرفته شود در موقع اضافه بار شدن آنها نخواهد توانست این بار را تحمل نماید و دچار آسیب‌دیدگی شده و از مدار خارج و باعث افزایش شدت حادثه خواهند شد.

۲. کمبود ظرفیت تولید (ذخیره جریان): در صورتی بار سیستم افزایش یابد در حالی‌که سیستم نتواند توان موردنیاز را تولید کند فرکانس سیستم کاهش یافته و افت ولتاژ در سیستم ایجاد خواهد شد. با ادامه‌ی این روند و عدم انجام اعمال پیش‌گیرانه 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 زغال سنگ و هسته‌ای): این عوامل نیز به کمبود ظرفیت تولید و پیامدهای آن خواهد گردید.

۴. نوسان توان و فرکانس: در صورت وقوع این پدیده‌ها با وجود اینکه هیچ خطایی در سیستم رخ نداده است ولی این عوامل باعث عملکرد سیستم‌های حفاظتی گردیده و خط یا بار بدون دلیل از سیستم جدا می‌شود که به دنبال آن پیشامدهایی ناخواسته تا سرحد خاموشی صورت خواهد گرفت.

۵. بهره‌برداری در نقاط بحرانی کار شبکه: در صورت کار سیستم در این حالت شبکه با کوچکترین اغتشاش از محدوده‌ی امنیت دینامیکی خارج گشته که در انجام کنترل‌های پیش‌گیرانه و عدم بازگشت به شرایط مطلوب می‌تواند شرایط بحرانی‌تر گردد.

۶. بدی عملکرد تجهیزات ثانویه (CT و PT) رله‌ها و تجهیزات مخابراتی: در صورتی که در هر کدام از این اجزاء نقصی صورت گیرد می‌توانند با عملکرد اشتباه خود جزیی و یا اشیایی از شبکه را بدون دلیل از مدار خارج نمایند که منجر به حوادث بعدی خواهد گردید.

WikiPower.ir

۱-۴- پیامدهای ادامه داشتن یک خطا در شبکه:

اگر قسمت معیوب یا دارای خطا شده از شبکه جدا نگردد عواقب خطرناک و زیان‌آوری به دنبال خواهد داشت که در ذیل به آن‌ها اشاره شده است:

۱. **زیان به تجهیزات براثر آتش‌سوزی تنش‌های مکانیکی**
۲. **انفجار در تجهیزات دارای عایق‌بندی روغن**
۳. **ایجاد اضافه ولتاژ یا کاهش ولتاژ در نزدیکی محل خطا**
۴. **قطع جریان و توان در صورت قطع و پارگی فازها**
۵. **کاهش حدود پایداری و امنیت دینامیکی سیستم**

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۶. عملکرد ناصحیح تجهیزات و در نتیجه عدم کارآیی سیستم

۷. از بین رفتن تعادل و سنکرونیزم اجزای شبکه

۸. ایجاد خطاهای پی‌درپی

۱-۵- عوامل ایجاد خاموشی در شبکه‌ی قدرت:

مکانیزم اصلی در ایجاد یک خاموشی بزرگ پدیده‌ی خروج پی‌درپی اجزای شبکه می‌باشد. خطاهای متوالی سیستم را ضعیف نموده و باعث ایجاد خطاهای بیشتر می‌شوند به صورتی که بخش بزرگی از خطوط انتقال قدرت در اثر این خطاها از شبکه جدا شده و امکان سرویس‌دهی را از دست می‌دهند.

بطور کلی بواسطه خطاها انواع مختلفی از انواع واکنش‌ها از طرف سیستم صورت می‌گیرد که بعضی از آن‌ها ممکن است باعث گسترش سیستم به سمت یک خاموشی گسترده شوند. به عنوان مثال یک خط انتقال که به علت اتصال کوتاه و یا عوامل دیگر از مدار خارج شده ممکن است باعث اضافه‌بار دیگر خطوط و عملکرد و یا عدم عملکرد سیستم‌های حفاظتی و مسائل و مشکلات تأمین توان راکتیو در شبکه و مشارکت در ناپایداری ولتاژ سیستم و یا فشار آوردن به بهره‌بردار به منظور بهره‌برداری از سیستم با قیود بیشتر نماید.

از عواملی که ممکن است باعث گسترش حادثه شوند می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

۱) نوع حادثه: گستردگی حادثه با توجه به نوع آن تغییر می‌کند به عنوان مثال اثرات ناشی از اتصال کوتاه سه‌فاز، اتصال کوتاه تکفاز، اضافه‌بار یک خط و نوسان توان، افت ولتاژ و .... در شبکه بر روی پدیده خاموشی متفاوت است. هرچه شدت حادثه بزرگتر باشد احتمال رفتن سیستم به سمت فروپاشی 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 نزدیکتر باشد به دلیل پدیده پرشدگی تراکم خطوط و کار سیستم در حالت ماکزیمم توان خود احتمال ایجاد خطاهای دیگر نیز افزایش می‌یابد.

۳) اهمیت تجهیزات دچار خطا شده در شبکه: هرچه حساسیت یک تجهیز (خط و پست و ...) در شبکه افزایش یابد به همان اندازه در پدیده خاموشی تأثیر بیشتری خواهد داشت. بعنوان مثال در خاموشی ۱۲ فروردین ۱۳۸۲ ایران به دلیل افزایش حساسیت و وابستگی سیستم به پست انجیرک اراک و خطوط ورودی و خروجی به آن و عدم توجه و بازنگری در طرح توسعه آن یک اتصال کوتاه ساده بر روی خط خروجی از این پست منجر به یک خاموشی گسترده در بخش بزرگی از کشور گردید. بنابراین لازم است که طراحی شبکه‌های قدرت به‌گونه‌ای صورت گیرد تا حساسیت و وابستگی سیستم به جزء و اجزایی از شبکه افزایش نیابد و در مرحله توسعه شبکه به این مقوله توجهی خاص شود.

۴) ضعف تجهیزات شبکه و محدودیت آن‌ها: هرچه سطح اتصال کوتاه شبکه به‌واسطه گسترده شدن سیستم افزایش یابد به همان اندازه باید قابلیت و کارآیی تجهیزات در شبکه افزایش یابد و تجهیزاتی که توانایی کار در حالت جدید را ندارند باید با تجهیزات بهتر و کاراتر تعویض گردند. عدم توجه به این مسئله باعث می‌شود که این تجهیزات با بروز یک خطای اتصال کوتاه و .... نتواند آن را تحمل نموده و دچار آسیب دیدگی و در بعضی اوقات موجب انفجار گردد که این مسئله باعث اغتشاشات بیشتر و گسترش خطا در کل شبکه خواهد گردید.

۵) نحوه عملکرد سیستم‌های حفاظتی: عملکرد و عدم عملکرد این تجهیزات در غیر از شرایطی که برای آنها تعریف شده است هر کدام به نحوی در گسترش این پدیده موثر می‌باشد. با بروز خطا در صورتی که تجهیزات حفاظتی در زمان معین عمل ننمایند و خطا برای مدت بیشتری در شبکه باقی بماند و یا اینکه به جای رله‌های اصلی رله‌های پشتیبان عمل ننمایند بخش بیشتری از شبکه تحت تاثیر این اغتشاش قرار خواه گرفت. همچنین عملکرد اشتباه تجهیزات حفاظتی در حالتی که هیچ خطایی رخ نداده باشد و یا عملکرد آنها در اثر پدیده‌ی نوسان توان باعث می‌شود که بخشی از شبکه بدون دلیل خاص از بقیه جدا گردیده و عمل تولید ژنراتورها و تغذیه

مصرف‌کنندگان با مشکل مواجه گردد که این حالت نیز به نوبه‌ی خود می‌تواند در ایجاد اختلال در بقیه‌ی سیستم نقش داشته باشد.

فصل دوم

اهداف، کلیات و تعاریف

۱-۱-۱-۱- مقدمه

هدف از این فصل معرفی و شناخت سیستمهای حفاظتی در پستهای فشار قوی و المانهای آنها می‌باشد. همچنین تعاریف کلی مرتبط با سیستم حفاظتی نیز از دیگر مباحث این فصل خواهد بود.

۲-۱- کلیات

وظیفه سیستم حفاظت آن است که هر جزء از شبکه الکتریکی که دچار خطا یا اتصالی شده را درکمترین زمان ممکن از مدار خارج سازد، به شکلی که احتمال خطر از بین رفته و کوچکترین بخش از شبکه الکتریکی مجزا گردد. همین امر در شرایط بهره‌برداری غیرعادی نیز صادق است.

سیستم‌های حفاظتی نقش اساسی در ایمنی، پایداری و قابلیت اطمینان سیستم برق‌رسانی را عهده‌دار بوده و از شروع یا گسترش دامنه خسارت ناشی از خطاهای مختلف جلوگیری می‌نمایند. همچنین عملکرد مناسب و انتخابی[۱] سیستم حفاظتی باعث کاهش سطح خاموشی می‌شود چرا که حداقل ناحیه‌ای را که برای رفع عیب کافی است از شبکه جدا نموده و باعث تداوم برقرسانی به قسمتهای دیگر شبکه می‌شود.

اجزاء اصلی یک سیستم حفاظتی شامل رله‌ها، ترانسهای جریان و ولتاژ و کلیدها هستند که اختلال یا عدم کارکرد صحیح هر یک از این اجزاء باعث عملکرد نادرست سیستم حفاظتی می‌گردد. در این میان رله‌ها

[۱]. *Selective*

وظیفه شناسایی خطا را برعهده داشته و مهمترین جزء سیستم حفاظتی می‌باشند که در ادامه مورد بررسی قرار می‌گیرند.

۲-۲- ساختار عملکرد رله

رله‌ها از نظر تکنولوژی ساخت به سه نوع الکترومکانیکی، استاتیک و دیجیتال[۱] 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. در نوع دیجیتال از پردازنده جهت آنالیز جریان خطا و اعمال فرمان مناسب استفاده می‌شود و با توجه به این امر امکان برنامه‌ریزی رله و داشتن چندین مشخصه عملکردی متفاوت امکانپذیر خواهدبود. در این نوع رله‌ها چندین عملکرد مختلف که پیش از آن به کمک رله‌های مجزا انجام می‌گرفت را می‌توان بصورت مجتمع در یک رله قرارداد که البته این امر می‌تواند باعث کاهش قابلیت اطمینان سیستم حفاظتی گردد. با این حال استفاده از رله‌های دیجیتال در حال حاضر گزینه اصلی حفاظتی بوده و پیشنهادات بر این مبنا ارائه می‌شوند.

[۱]. *Digital / Numecrical*

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۲-۳- انواع رله‌ها

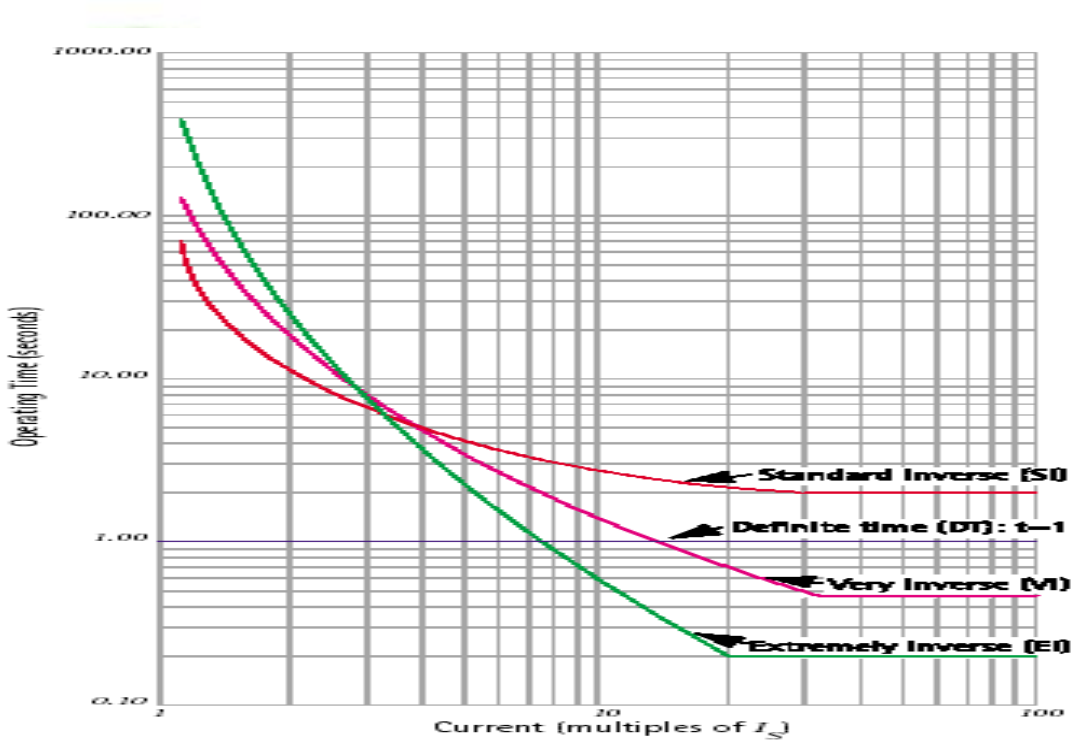
جهت تشخیص انواع مختلف خطا و با توجه به مشخصه‌های موردنیاز، انواع مختلفی از رله در سیستم حفاظتی مورد استفاده قرار می‌گیرد که در ادامه به اجمال معرفی می‌شوند.

۲-۳-۱- رله اضافه جریان[۱]

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 چها مشخصه مختلف باشند که زمانهای قطع متفاوتی را ارائه می‌کنند. این رله‌ها می‌توانند از نوع جهت‌دار باشند که در این صورت رله تنها به خطاهای در یک جهت پاسخ می‌دهد. رله جریان زیاد تأخیری می‌تواند به واحد آنی نیز مجهز گردد که در این صورت در جریانهای بسیار زیاد، زمان عملکرد رله ثابت و مقدار کوچکی خواهد بود. رله‌های اضافه جریان آنی می‌توانند بصورت واحد مجزا نیز مورد استفاده قرار گیرند. شکل شماره (۲-۱) مشخصه‌های زمان – جریان رله اضافه جریان را مطابق با استاندارد IEC نشان می‌دهد. رله‌های اضافه جریان دارای دو تنظیم زمانی و جریانی

[۱]. *Overcurrent Relay*

می‌باشند. به کمک تنظیم جریان می‌توان حد جریان شروع عملکرد[1] رله را تنظیم کرد و به کمک تنظیم زمانی هماهنگی بین رله‌های مختلف امکانپذیر می‌گردد.



شکل (۲-۱): مشخصه‌های رله اضافه جریان

[1]. *Pick up Current*

۲-۳-۲- 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 می‌باشد.

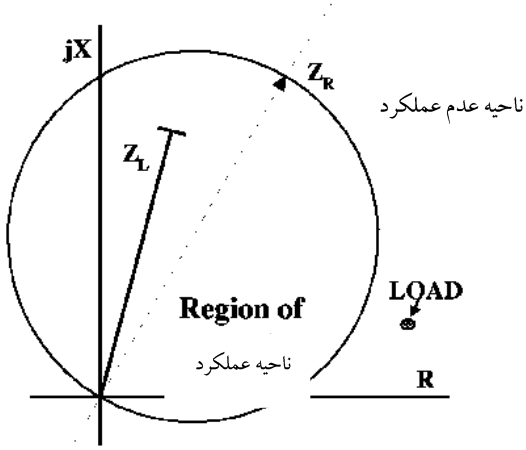
ب ـ رله دیستانس نوع امپدانس

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

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 ـ رله دیستانس نوع مهو

مشخصه رله مهو همانطور که در شکل (۲-۲) 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(۲-۲): مشخصه عملکردی رله مهو

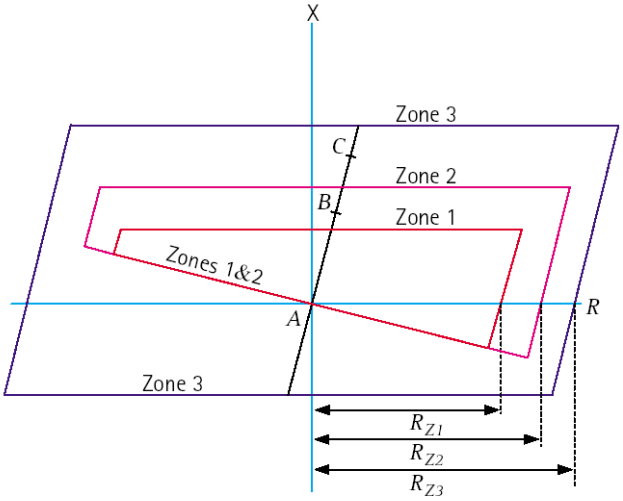
این مشخصه بخاطر سادگی و جهت‌دار بودن بسیار مورد استفاده قرار گرفته و در قیاس با رله امپدانسی دارای حساسیت کمتری در مقابل نوسانات قدرت در شبکه می‌باشد. این مشخصه همچنین دارای فاصله کافی با امپدانس بار می‌باشد. با این حال به دلیل آنکه این مشخصه دارای پوشش کمی در جهت محور

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[1] 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.

دـ رله دیستانس با مشخصه چهارضلعی

مشخصه این رله در شکل(۲-۳) 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.



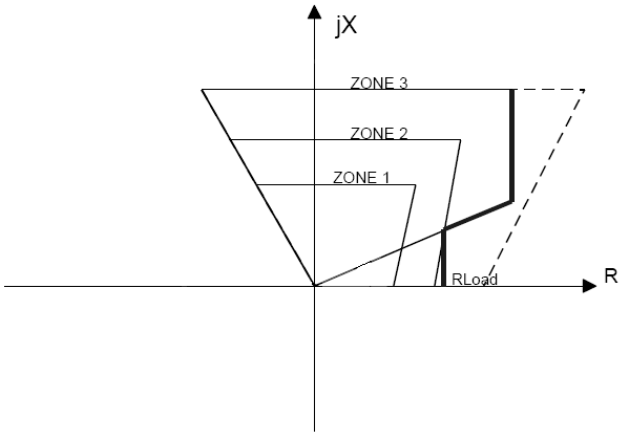
شکل۲۱-۳): مشخصه چهارضلعی رله دیستانس

[1]. *Offset Mho*

هـ ـ سایر مشخصه‌ها

بجز موارد ذکر شده، رله‌ها می‌توانند دارای مشخصه بیضوی، ترکیبی و حالات خاص باشند. در مشخصه ترکیبی معمولاً از نوع راکتانس نظارت شده توسط مشخصه مهو استفاده می‌شود. رله بیضوی دارای مشخصه بیضوی (عدسی شکل[۱]) در راستای زاویه خط بوده و به این ترتیب در مقابل امپدانس بار از پایداری مناسبی برخوردار است.

جهت پایداری بهتر رله دیستانس در مقابل امپدانس بار، می‌توان مشخصه چهارگوش رله‌ها را به نحوی اصلاح کرد که نسبت به امپدانس بار پایداری بیشتری نشان دهد. برای این کار مشخصه چهارگوش با توجه به حدود زاویه امپدانس بار بریده می‌شود. شکل شماره (۲-۴)این موضوع را نشان می‌دهد.



شکل۲۱-۴): مشخصه چند ضلعی بریده شده

۲-۳-۳رله دیفرانسیل

رله دیفرانسیل بر پایه جمع جبری جریانهای ورودی و خروجی در منطقه حفاظت شده عمل می‌نماید. در حالت عادی، جریانی که به یک نقطه وارد می‌شود برابر با جریانی است که از آن خارج می‌گردد، بنابراین تفاضل آنها صفر بوده و جریانی از رله نمی‌گذرد. اگر در نقطه حفاظت شده اتصالی رخ دهد، قسمتی از

[۱]. *Lenticular*

جریان به سمت نقطه اتصالی ریخته و جریان خروجی کمتر از جریان ورودی است، بنابراین جریانی از رله عبور می‌کند. اگر این جریان تفاضلی، بیشتر از مقدار تنظیم شده باشد، رله فرمان قطع را صادر می‌کند. این نوع حفاظت در اکثر قسمتهای سیستم مورد استفاده قرار می‌گیرد. قابل ذکر است که این نوع حفاظت، اضافه بار و یا اتصالیهای خارج از منطقه حفاظت‌شده را نمی‌بیند و همچنین این رله اتصالیهای بین دورهای سیم پیچی در موتورها، ژنراتورها و ترانسفورماتور را تشخیص نمی‌دهد.

رله دیفرانسیل، حفاظتی با سرعت بالا و حساس را ارائه می‌نماید و به انواع زیر تقسیم می‌گردد:

- رله دیفرانسیل جریان زیاد
- رله دیفرانسیل درصدی
- رله دیفرانسیل امپدانس زیاد
- رله دیفرانسیل پایلوت

در رله‌های دیفرانسیل، انتخاب ترانسفورماتورهای جریان بسیار مهم بوده و برای عملکرد صحیح و مناسب حفاظت حیاتی می‌باشد.

WikiPower.ir

الف ـ رله دیفرانسیل جریان زیاد

رله دیفرانسیل جریان زیاد در یک تفاضل جریان ثابت عمل کرده و براحتی توسط خطاهای ترانسفورماتورهای جریان تأثیر می‌پذیرد. این نوع رله، در مقایسه با بقیه رله‌های دیفرانسیل دارای حساسیت کمتری است بخصوص زمانی که برای اتصالیهای زمین با مقادیر کم مورد استفاده قرار گیرد. در شرایط عادی، جریانی که از ترانسفورماتورهای جریان دو طرف می‌گذرد برابر است و بنابراین باید جریان ثانویه ترانسفورماتورها نیز یکسان باشند تا جریانی از رله عبور نکند.

معمولاً ترانسفورماتورهای جریان دقیقاً نسبت تبدیل نامی را ارائه نمی‌نمایند. بنابراین اگر از رله دیفرانسیل جریان زیاد استفاده می‌گردد، این رله باید بطریقی تنظیم گردد که ماکزیمم جریان خطای ترانسفورماتورها

را تحمل نموده و فرمان قطع صادر نگردد. بهمین خاطر برای بدست آوردن حساسیت موردنظر معمولاً از رله دیفرانسیلی درصدی بهره گرفته می‌شود.

ب ـ رله دیفرانسیل درصدی

رله‌های دیفرانسیل درصدی در شینه‌ها، ترانسفورماتورها، موتورها و ژنراتورها مورد استفاده قرار می‌گیرد. این رله‌ها به سه نوع تقسیم می‌شوند. رله با درصد ثابت، رله با درصد متغیر که برای تمام موارد فوق بکار می‌روندو رله دارای فیلتر هارمونیک که تنها برای ترانسفورماتور بکار می‌رود.

رله‌های درصد متغیر برای تشخیص اتصالیهای سطح پایین در منطقه حفاظتی نسبت به رله‌های با درصد ثابت حساستر است. رله دیفرانسیل درصدی که برای ترانسفورماتور استفاده می‌شود، دارای حساسیت کمتری نسبت به رله‌هایی است که برای شینه، ژنراتور و موتور بکار می‌رود.

جهت بدست آوردن حساسیت مناسب در محدوده جریان خطا، رله‌های دیجیتالی دارای مشخصه بایاس متغیر می‌باشند. در این رله‌ها هرچه جریان دیفرانسیل ناشی از جریان خطا افزایش یابد، جریان بایاس نیز افزایش می‌یابد و رله در تمامی جریانها دارای حساسیت مناسب خواهد بود.

ج ـ رله دیفرانسیل امپدانس زیاد

رله دیفرانسیل امپدانس زیاد برای حفاظت شینه و سیم‌پیچی ترانسفورماتور و به صورت رله دیفرانسیل جریانی و یا رله دیفرانسیل ولتاژی بکار می‌رود. برای اتصالیهای خارج از منطقه حفاظتی خطای زیادی در ترانسفورماتور جریان مربوطه رخ می‌دهد و ولتاژی بالاتر از حد عادی بر روی رله بوجود می‌آید و از این رو ولتاژ زیادی بر روی ترانسفروماتور جریان قرار می‌گیرد و جریان تحریک ترانسفورماتورهای جریان را افزایش

می‌دهد. بنابراین جریانهای خطا ترجیح می‌دهند بجای عبور از امپدانس بالای رله، از امپدانس مغناطیسی معادل ترانسفورماتورهای جریان عبور کنند و برای جلوگیری از این عمل از مقاومت متغیر موازی با رله استفاده می‌شود تا این ولتاژ در یک حد قابل قبول باقی بماند.

دـ رله دیفرانسیل پایلوت

این نوع رله دارای سرعت بالایی بوده و برای حفاظت اتصالیهای فاز و زمین در خطوط کوتاه، مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این سیستم حفاظتی، پایلوت در حقیقت کانالی است که دو انتهای خط انتقال را به هم ارتباط می‌دهد. این کانال معمولاً به سه شکل وجود دارد. اولین نوع آن همان پایلوت وایر و یا کانال سیمی (کابل) است و ارتباط جریانی از طریق کابل تامین می‌گردد.

نوع دوم پایلوت جریان کاریر (PLC) است. در این سیستم جریان فرکانس زیاد که فرکانس آن بین ۳ تا ۲۰۰ کیلو هرتز می‌باشد، از طریق یکی از سیمهای خط انتقال به گیرنده‌ای واقع در سر دیگر خط منتقل می‌شود. در این سیستم معمولاً زمین و سیم زمین بجای سیم برگشت عمل می‌کنند.

پایلوت میکروویو، سیستم رادیویی با فرکانس بالای ۹۰۰ مگاهرتز است. جهت فواصل کوتاه از حفاظت پایلوت وایر استفاده می‌شود و برای فواصل بیشتر پایلوت کاریر مورد استعمال دارد. موارد کاربرد پایلوت میکروویو زمانی است که از لحاظ فنی و اقتصادی پایلوت کاریر جوابگو نباشد.

این نوع رله‌گذاری شامل دو رله در دو انتهای خط است که توسط سیم پایلوت، جریان کاریر و یا میکروویو بهم متصل می‌شوند. خروجی سه ترانسفورماتور جریان به شبکه توالی اعمال می‌شود. این شبکه جریانی ترکیبی که متناسب با جریان خط است تولید می‌کند و پلاریته آن متناسب با جهت جریان است. هر رله شامل یک عضو محدودکننده و یک عضو عمل‌کننده می‌باشد. عضو محدودکننده با مسیر جریانی پایلوت سری بوده و عضو عمل‌کننده هر رله، موازی با مسیر جریانی پایلوت واقع می‌شود.

در حالت کار عادی و در حالتی که اتصالی در خارج از منطقه حفاظتی رخ دهد جهت جریانها بگونه‌ای است که جریانی از اعضای عمل‌کننده عبور نمی‌کند.

اما زمانی که اتصالی در منطقه حفاظتی رخ دهد، جریان یک طرف در همان جهت باقی‌مانده ولی جریان طرف دیگر در جهت خلاف جاری می‌شود و نتیجتاً جریان را به سیم‌پیچهای اعضای عمل‌کننده تزریق می‌نماید. اگر جریان اتصالی تنها از یک کلید عبور کند رله واقع در محل آن کلید، جریان را از طریق مسیر پایلوت ارسال می‌کند و کلید در طرف مقابل نیز عمل می‌کند.

۲-۳-۴ رله ولتاژی

رله‌های ولتاژی به دو نوع ولتاژ کم و ولتاژ زیاد تقسیم می‌شوند که در حالت‌های نقصان و ازدیاد ولتاژ در شبکه عمل می‌نمایند. علاوه بر این، حالت عدم تقارن ولتاژ در سه فاز سیستم را حس نموده و فرمانهای کنترلی لازم را صادر می‌کنند. در بعضی از موارد، از رله ولتاژ زیاد در ترکیب حفاظت تفاضل ولتاژ بهره گرفته می‌شود، بنابراین چنانچه اختلاف دو ولتاژ از یک حد مشخص فراتر رود، رله عمل می‌کند.

WikiPower.ir

الف ـ رله ولتاژ کم

رله ولتاژ کم رله‌ای است که با کاهش ولتاژ مجموعه‌ای از کنتاکتها را متصل می‌کند و به دو نوع زیر تقسیم می‌گردد:

- رله با تأخیر زمانی: تنظیم ولتاژ با تپ‌های گسسته قابل انجام است و زمان تأخیر در ارسال فرمان قطع نیز قابل تنظیم می‌باشد.

- رله آنی: در این حالت نیز تنظیم تپ‌های ولتاژ وجود دارد و زمان در یک محدوده کوچک قابل تغییر می‌باشد.

ب ـ رله ولتاژ زیاد

رله ولتاژ زیاد در مقابل افزایش ولتاژ عمل نموده و فرمانهای کنترلی را صادر می‌نماید. این نوع رله در موارد زیر بکار می‌رود:

- حفاظت سیستم در مقابل اضافه ولتاژ: این رله می‌تواند در مقابل افزایش ولتاژ، سیگنال خبردهنده ارسال کند و یا در صورت لزوم بارها و مدارهای حساس به ولتاژ را قطع نماید و از صدمه دیدن آنها جلوگیری نماید.

- عدم تقارن ولتاژ فازها: رله ولتاژی، عدم تقارن ولتاژ در فازها را در حالت اتصال کوتاه و اشکال در فیوز ثانویه ترانس ولتاژ حس می‌کند که این کار با اندازه‌گیری توالی صفر و منفی ولتاژها انجام می‌گیرد.

رله عدم تقارن ولتاژ برای ایزوله‌کردن رله‌ها یا وسایلی که با قطع ولتاژ در یک یا هر سه فاز ثانویه ترانس ولتاژ یا وجود اشکال در فیوز ثانویه ترانس ولتاژ نادرست عمل می‌کنند، بکار می‌رود. بعنوان مثال رله دیستانس یا رله سنکرونیزم، در این صورت فرمان نادرست صادر می‌کنند. بنابراین زمان قطع رله بالانس ولتاژ باید بحدی کوچک باشد تا قبل از اینکه رله‌های نامبرده باعث قطع کلید شوند، آنها را از مدار خارج کند.

۲-۳-۵- رله اضافه شار یا اضافه تحریک

از آنجا که شار هسته ترانسفورماتور وابسته به نسبت ولتاژ به فرکانس است، رله اضافه شار نیز بر مبنای اندازه‌گیری نسبت ولتاژ به فرکانس (V/HZ) عمل می‌نماید. این رله دارای مشخصه عملکرد زمان معکوس می‌باشد، به این معنی که برای تغییرات زیاد (V/HZ)، در زمان کوتاهتری عمل می‌کند و تغییرات کوچک ولتاژ به فرکانس دارای تأخیری بیشتری خواهد بود. از آنجا که فرکانس در شبکه تقریباً ثابت است لذا افزایش ولتاژ در شبکه به معنی افزایش شار خواهد بود. به همین دلیل در بسیاری از موارد بجز در ترانسفورماتورهای نیروگاهی از این نوع رله استفاده نمی‌شود.

۲-۳-۶- رله فرکانسی

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

این رله‌ها برای اندازه‌گیری و نظارت بر روی فرکانس شبکه مورد استفاده قرار می‌گیرند. این رله‌ها به کاهش یا افزایش فرکانس و یا نرخ تغییرات فرکانس حساس می‌باشند.

کاربرد رله‌های فرکانس پائین زمانی است که در یک شبکه بارها بطور مستقل توسط ژنراتورهای داخلی و یا با ترکیب ژنراتورها و خطوط ارتباطی با شبکه‌های دیگر تغذیه گردند. زمانی که یک ژنراتور بطور ناگهانی از شبکه خارج می‌شود رله‌های فرکانس پایین بطور اتوماتیک تعدادی از بارها را خارج نموده تا مصرف با باقیمانده تولید هماهنگ شود.

۲-۳-۷- رله سنکرونیزم

این رله زمانی بکار می‌رود که دو یا چند فیدر به یک باس مشترک متصل می‌گردند. اتصال موفقیت‌آمیز دو منبع به یکدیگر بستگی به اختلاف دامنه‌های ولتاژ طرفین، زاویه‌های فاز و فرکانسهای دو منبع در زمان اتصال دارد. رله کنترل سنکرونیزم در صورت نزدیک بودن مقادیر دو طرف، اجازه اتصال را خواهد داد.

رله سنکرون‌کننده، رله‌ای است که در رابطه با اتصال ژنراتور به شبکه و یا اتصال دو شبکه مجزا مورد استفاده قرار می‌گیرد. این رله سنکرون‌کننده برای کنترل یک یا چند کلید در یک نیروگاه و ارتباط با سیستم کنترل نیز بکار می‌رود. بر خلاف رله کنترل سنکرونیزم، رله سنکرون‌کننده می‌تواند فرمان وصل کلید را در نقطه دقیق سنکرونیزم صادر نماید.

سنکرون‌کردن دستی نیازمند آموزش، استفاده از قدرت تشخیص، تجربه و دقت کافی از طرف اپراتور است. کلیدها و ژنراتورها در صورت عدم دقت اپراتور دچار صدمه می‌شوند. بنابراین فرمان وصل کلید، تنها وقتی که رله سنکرونیزم اجازه دهد، صادر می‌گردد.

رله کنترل سنکرونیزم برای نظارت بر اتصال دستی کلید بکار می‌رود. بنابراین اپراتور مقادیر سنکرونیزم را کنترل کرده و بطور دستی فرمان وصل می‌دهد ولی کنتاکت باز رله سنکرونیزم که بصورت سری قرار گرفته است از اتصال جلوگیری می‌کند. کنتاکت باز رله سنکرونیزم وقتی بسته می‌شود که اختلاف زاویه فاز در دو طرف کلید از مقدار مشخص کمتر بوده و همچنین اختلاف ولتاژ بین دو طرف مقدار کمی را دارا باشد.

رله سنکرونیزم به دو طریق مورد استفاده قرار می‌گیرد. می‌توان این رله را بعنوان ناظر در اتصال دستی ژنراتور به شبکه مورد استفاده قرار داد. طریق دیگر استفاده از رله سنکرونیزم در اتصال اتوماتیک ژنراتور به شبکه است که در این حالت علاوه بر اینکه شرایط سنکرونیزم مورد ارزیابی قرار می‌گیرد، فرمانهایی از طرف رله سنکرونیزم به سیستمهای تنظیم فرکانس و ولتاژ ژنراتور ارسال می‌گردد و اتصال کاملاً اتوماتیک صورت می گیرد.

۲-۳-۸- رله زمانی

رله زمانی در مواردی بکار می‌رود که تأخیر عمدی در ارسال سیگنال یا عمل قطع و وصل موردنیاز باشد. بدین خاطر این رله به تنهایی بکار نمی‌رود و در کنار رله‌های سنجشی در حفاظت شبکه مورد استفاده قرار می‌گیرد. دقت رله‌های زمانی زیاد و قابل تنظیم می‌باشند.

نوع دیجیتالی این رله‌ها دارای قسمتی است که تابع تأخیر را تهیه نموده و فرمان قطع یا وصل کنتاکتهای کنترلی را صادر می‌نماید. این رله‌ها علاوه بر سیستم حفاظت در تجهیزات کنترل اتوماتیک و فرآیند صنعتی مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرند.

۲-۳-۹- سایر رله‌ها

انواع رله‌ها به موارد گفته‌شده در قبل محدود نمی‌شود و از تنوع بسیار زیادی برخوردار است. از انواع دیگر رله‌ها می‌توان به رله نظارت بر قطع مدار تریپ، رله جابجایی نقطه صفر، رله کاهش امپدانس و... اشاره کرد.

۲-۴- تعاریف

۲-۴-۱- زمان پاک شدن خطا

فاصله زمانی مابین وقوع خطا و لحظه قطع نهایی خطا توسط کلید قدرت که مجموع زمان عملکرد رله اصلی، رله‌های تریپ و کمکی و بازشدن کلید می‌باشد.

۲-۴-۲- زمان عملکرد رله

فاصله زمانی بین وقوع خطا و بسته شدن کنتاکتهای رله

۲-۴-۳- زمان عملکرد رله‌های تریپ و کمکی

زمانی که طول می‌کشد تا رله‌های کمکی و تریپ سیگنال عملکرد را از رله اصلی دریافت نموده و سیگنال لازم جهت بازنمودن کلید قدرت را ارسال دارند.

۲-۴-۴- زمان بازشدن کلید قدرت

عبارتست از کل زمانی که صرف می‌شود تا مکانیسم عمل کننده، کنتاکتهای کلید را بازکرده و جرقه خاموش شود.

۲-۴-۵- حفاظت اصلی

حفاظتی را که وظیفه اصلی پاک نمودن خطا به عهده آن می‌باشد را حفاظت اصلی می‌نامند.

۲-۴-۶- حفاظت پشتیبان

حفاظتی است که در صورت عدم موفق بودن حفاظت اصلی در رفع خطا، با یک فاصله زمانی از قبل تعیین‌شده وظیفه پاک نمودن خطا را به عهده دارد.

۲-۴-۷- محدوده حفاظتی

ناحیه یا قسمتی از شبکه است که حفاظت آن به عهده یک سیستم حفاظتی مشخص واگذار شده است.

۲-۴-۸- قابلیت اطمینان

قابلیت اطمینان سیستم حفاظتی دارای دو جنبه است:

الف ـ سیستم در زمانی که به آن نیاز است عملکرد مناسب و صحیح داشته باشد[۱].

ب ـ سیستم در زمانی که به آن نیاز نیست عمل نکند[۲].

۲-۴-۹- حساسیت

یک سیستم حفاظت حساس است اگر جریان اولیه عملکرد کوچکی داشته باشد. چنانچه حساسیت در مورد یک رله مجزا مطرح گردد به معنای مصرف ولت آمپر در حداقل جریان عملکرد می‌باشد.

۲-۴-۱۰- تشخیص‌گذاری[۳]

عبارتست از توانایی سیستم حفاظتی در تشخیص ناحیه معیوب و جداسازی حداقل ناحیه از شبکه بطوریکه خطا پاک گردد.

۲-۵-۱-رله های دیجیتال

مقدمه کلی

رشد جهانی برای تقاضای انرژی الکتریکی باعث افزایش سرعت توسعه در طراحی سیستم های قدرت در جهت پاسخگویی به تامین نیازهای مصرف کنندگان برای تامین انرژی الکتریکی مطمئن ، ارزان و

WikiPower.ir

۱. *Dependability*
۲. *Security*
۳. *Selectivity*

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

شک۲-۵-۱ یک نمونه رله دیجیتال ساخت شرکت زیمنس [12]

با کیفیت بالا شده است. به دلیل افزایش مصرف انرژی الکتریکی و افزایش تراکم بارها و منابع تولیدالکتریسیته و لزوم عملکرد سریع و مطمئن تجهیزات حفاظت و کنترل ، استفاده از تجهیزات حفاظت دیجیتال مورد توجه قرار گرفته است.

حفاظت الکتریکی یکی از مهمترین مسائل در صنعت برق می باشد. از ابتدای پیدایش این صنعت مساله تولید، انتقال و توزیع انرژی الکتریکی همواره با خطاهای احتمالی و مساله قابلیت اطمینان همراه بوده است. به این معنی که تجهیزات گران قیمتی مانند ژنراتور، ترانسفوماتورهای قدرت و خطوط انتقال باید در مقابل انواع خطاهای احتمالی مورد حفاظت قرار گیردتا هم این سرمایه های با ارزش حفظ شوند و هم انرژی الکتریکی با قابلیت اطمینان بیشتری به مصرف کننده برسد. این حفاظت ها می تواند در مورد کمیتهای مختلف الکتریکی نظیر جریان، ولتاژ، توان، فرکانس و امپدانس انجام شود. رله های حفاظتی وظیفه نظارت بر این کمیت ها را دارند و در صورت نیاز باعث قطع واحد مورد حفاظت(تریپ) می شوند.

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

رله های حفاظتی اولیه بیشتر از نوع الکترومغناطیسی و از گروه دافعه ای هستند. اشکال اصلی این رله ها این است که مختص یک کمیت الکتریکی هستند یعنی اگر به عنوان مثال برای حفاظت اضافه جریان استفاده می شوند دیگر برای حفاظت ولتاژ یا فرکانس قابل استفاده نیستند. حتی رله های اضافه جریان هم تقسیم بندی خاص خود را دارند و استانداردهای مختلفی برای این منظور وجود دارد. در کل این رله ها به جز تنظیم زمانی وتنظیم جریانیقابلیت انعطاف دیگری ندارند.

رله های حفاظتی عمومی از نوع دیجیتالی هستند و در نتیجه می توان با تغییر برنامه نرم افزاری آن ها نوع حفاظت مورد نیاز را تعیین کرد. بعد از دیجیتالی شدن محاسبات اتصال کوتاه، پخش بار و پایداری سیستم های قدرت، دیجیتالی کردن رله های حفاظتی در سیستم های قدرت یکی از موضوعات جالب و مطرح در سالهای اخیر می باشد. موضوع رله های دیجیتال در اواخر دهه ۱۹۶۰شروع گردید. در اوایل به دلیل بالا بودن هزینه سیستم های دیجیتال ، سرعت پایین و همچنین قدرت مصرفی بالای آنها انگیزه ای جهت کاربرد این تجهیزات به جای رله های معمولی وجود نداشت. پیشرفت قابل توجه سیستم های دیجیتال ، کاهش قیمت ،کاهش قدرت مصرفی واندازه آنها و افزایش سرعت و قدرت محاسباتی آنها باعث شده است که این واقعیت ظاهر گردد که اقتصادی ترین و تکنیکی ترین و همچنین مطمئن ترین رله های حفاظتی در حال حاضر، رله های دیجیتال می باشد. لذاجدیدترین نسل رله ها، رله دیجیتالی می باشد که با کاربرد پردازش دیجیتال و استفاده از میکروپروسسورها به عنوان واحد پردازش در این گونه رله ها علاوه بر بالا بردن کارایی و قابلیت رله ها منجر به کاهش حجم و وزن رله و همچنین قیمت پایین طراحی و ساخت گردیده است. طراحی و ساخت رله های دیجیتال گام بزرگی در جهت حفاظت دقیق و مطمئن شبکه های گسترده و پیچیده امروزی است. عمده تفاوت رله های دیجیتالی با رله های استاتیکی در کاربرد یک تراشه به نام میکروپروسسور یا واحد پردازش مرکزی است. همچنین یک تراشه متمرکز به نام میکروکنترلر که در آن علاوه برcpu ، حافظه های RAM و ROM ، مدارهای واسطه، پورت های ورودی/خروجی، مدار های وقفه و... در یک تراشه مدار مجتمع(IC) قرار دارند، در برخی رله های دیجیتال

کاربرد یافته است. یکی از مزیت های اصلی رله های دیجیتال این است که با تغییر نرم افزار رله و برنامه ریزی مختلف می توان نوع حفاظت رله را تعیین کرد

۲-۵-۲-. مزایای سیستم های حفاظت و کنترل دیجیتال

مزایای سیستم های کنترل وحفاظت دیجیتال می توانند به دو قسمت کوتاه مدت ، در هنگام طراحی مهندسی و نصب و بلند مدت ، در هنگام بهره برداری و نگهداری ، تقسیم شوند . قسمت کوتاه مدت از نظر اقتصادی به صورت کمی ساده تر از قسمت بلند مدت ، که باید مقایسه ای در هزینه در طول عمر باشد، قابل بررسی است. در حال حاضر استفاده از هوش توزیع شده با ریزپردازنده هایی که از طریق فیبرهای نوری ارتباط دارند و استفاده از رایانه های شخصی به عنوان واسط های انسان – ماشین متداول است. بنابراین توسعه های جدید به طور پیوسته در این ناحیه انجام می گیرد و در نتیجه هزینه ها کاهش یافته و عملکرد بهتر می شود. اضافه بر این پرسنل آموزش دیده بیشتری با این فناوری نوین آشنا هستند. سیستم های سنگین متمرکز و از بالا به پایین که در دهه های ۶۰ و ۷۰ میلادی بکار می رفتند دیگر مناسب نیستند، زیرا سیستمهای غیر متمرکز می توانند با سادگی بیشتر با تغیرات آینده در مقایسه با سیستمهای متمرکز، تطبیق کنند. علاوه بر این نسلهای مختلف تجهیزات که به وسیله سازندگان مختلف ساخته شده است می توانند به راحتی در آنها ترکیب شوند . به روز کردن یا گسترش چنین سیستم توزیع شده ای ساده است . به عنوان مثال در ادامه یک مقایسه ما بین یک پست فشار قوی الکتریکی متداول و یک پست فشار قوی کاملا خودکار با استفاده از فناوری دیجیتال انجام شده است. مزایای استفاده از سیستم های حفاظت و کنترل دیجیتال در پست های فشار قوی الکتریکی به شرح زیر است:

۱- هزینه کمتر مهندسی با استفاده از قالب های نرم افزاری استاندارد شده (کاربرپذیر)

۲- هزینه نصب کمتر به خاطر کابل گذاری و نقاط اتصال کمتر

۳- هزینه راه اندازی کمتر با قالب های عملیاتی قبلا تست شده

۴- هزینه سخت افزاری کمتر بوسیله کاهش در تعداد رله های کمکی و بوردهای کنترلی و بکارگیری سخت افزار حفاظتی برای وظایف اندازه گیری

۵- تعداد کمتر تابلوها و در نتیجه نیاز به فضای کمتر و اتاق کنترل کوچکتر

۶- هزینه بهره برداری کمتر با دسترسی از راه دور از بالا به پایین

۷- افزایش ضریب اطمینان سیستم با خود نظارتی وهزینه کمتر قطع و ردگیری خطا.

۸- افزایش طول عمر تجهیزات با نگهداری زمان بندی شده از داده های آماری .

۲-۵-۳- رله دیجیتال و مزایای آن

رله های حفاظتی تجهیزاتی هستند که بر اساس سیگنالهایی که به آنها اعمال می شود ، در صورت تغییر غیر عادی یک کمیت فیزیکی عمل کرده و باعث تغییر وضعیت خود یا وسیله دیگری می شوند. رله های دیجیتال نوعی از رله های حفاظتی هستند که بر اساس پردازش دیجیتال سیگنال(DSP) عمل می کنند. رله های دیجیتال نسبت به سایر رله های حفاظتی (الکترومغناطیسی، الکترودینامیکی، حرارتی، اندوکسیونی و...) داری مزایایی به شرح زیر می باشند:

۱- امکان تشخیص زود هنگام خطا و جلوگیری از گسترش آن

۲- قابلیت تغییر عملکرد و نوع حفاظت رله با تغییر نرم افزار رله

۳- دارای کارایی و قابلیت اطمینان بالا

۴- هزینه نسبتا پایین طراحی و ساخت

۵- قابلیت ثبت و ضبط وقایع و رخدادهای سیستم به خاطر بهره گیری از حافظه

۶- دارای حجم و وزن کوچکتر

۷- دارای دقت بالا در تنظیم و انعطاف پذیری نسبت به شرایط مختلف شبکه جهت تنظیم

۸- نگهداری آسان و تعمیر و عیب یابی کمتر

۹- عملکرد به موقع و سرعت و دقت بالا

۱۰- امکان جلوگیری از تاثیر اشباع ترانسفورماتورهای نمونه بردار در کار نابجای رله

۲-۵-۴-مهم ترین انواع رله های دیجیتال

انواع مختلف رله های حفاظتی قابلیت ساخته شدن به صورت دیجیتال را دارا می باشند کهمهم ترین و پر کاربردترین آنها عبارتنداز:

۱- رله های اضافه جریان و اضافه بار

۲- رله های دیستانس

۳- رله های فرکانسی

۴- رله های سنکرون کننده

۵- رله های حفاظتی BF

۶- رله های دیفرانسیل

WikiPower.ir

۲-۶- سخت افزار و اجزای رله های دیجیتال

در این فصل ساختار، جزئیات سخت افزار و اجزای تشکیل دهنده رله های دیجیتال و عملکرد آنها بررسی می شود. ریزپردازنده، مبدل آنالوگ به دیجیتال، حافظه، ترانسفورماتورهای کمکی جریان و ولتاژ، واحدهای ورودی/ خروجی و برخی عناصر دیگر ساختار کلی رله های دیجیتال را تشکیل می دهند که با توجه به نوع رله و وظیفه حفاظتی آن اجزای دیگری نیز ممکن است به این عناصر اضافه شود ولی به طور کلی نرم افزار رله دیجیتال تعیین کننده نوع رله می باشد و رله های دیجیتال دارای یک ساختار کلی و مشابه به هم هستند. فناوری دیجیتال همچنین باعث پیشرفت در روشهای تست رله های حفاظتی گردیده است به طوری که منجر به ساخت دستگاه میکروپروسسوری تست کننده رله ها شده است که این مورد

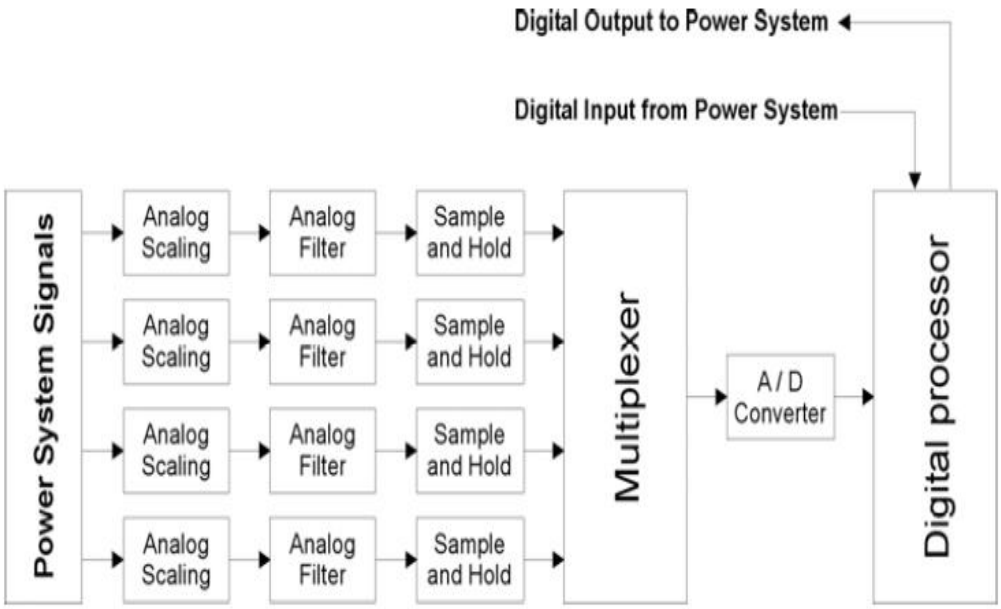
برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

در ادامه فصل بررسی می شود. فرایند فیلترکردن دیجیتال در رله های حفاظتی، ارتباط با رله، محیط عملکرد و اثرات تداخل الکترومغناطیسی(EMI) بر رله های دیجیتال نیز در این فصل ارائه شده است.

۲-۶-۱ ساختار کلی رله های دیجیتال

شکل۲-۶-۱ساختار کلی رله های دیجیتال را نشان می دهد. نوع رله دیجیتال وعملکرد آن را، نرم افزار رله که در حافظهE^2PROM قرار داده می شود تعیین می کند یعنی در رله های دیجیتال این امکان وجود دارد که با تغییر برنامه نرم افزاری رله نوع حفاظت مورد نیاز را تعیین کرد. لذا رله های دیجیتال دارای ساختار کلی مشابه به هم هستند. طبق دیاگرام، در یک رله دیجیتال سیگنالهای نمونه برداری شده توسط ترانسفورماتورهای جریان و ولتاژ از سیستم قدرت، به ترانسفورماتورهای کمکی جریان و ولتاژ اعمال میشود تا به حد مناسبی برسد. پس از آن به فیلترهای آنالوگ جهت حذف فرکانس هایی به جز فرکانس اصلی اعمال می شود. سیگنال های خروجی از این فیلتر ها به عناصر نمونه بردار و نگه دارنده(S/H) منتقل می شودتا متناسب با فرکانس نمونه برداری عمل نمونه برداری روی آن انجام شود. سیگنال های آنالوگ خروجی به مالتی پلکسرآنالوگ(MUX) اعمال می شودتا به صورت انتخابی به مبدل آنالوگ به دیجیتال(ADC) برسد. خروجی مبدلADC به صورت دیجیتال است که امکان پردازش دیجیتال بر روی آن وجود دارد. این سیگنال توسط ریز پردازنده طبق برنامه نرم افزاری رله پردازش می شود ودر صورت لزوم فرمان های لازم ارسال می شود. اجزای رله های دیجیتال در ادامه تشریح می گردد.

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



شکل ۲-۶-۱ ساختار کلی رله های دیجیتال [3]

۲-۶-۲- اجزای رله های دیجیتال

۲-۶-۳- ترانسفورماتورهای کمکی جریان و ولتاژ

برای اینکه سخت افزار رله دیجیتالی را به طور کامل از لحاظ الکتریکی از دیگر تجهیزات لازم برای حفاظت ایزوله کنیم از ترانسفورماتورهای جریان و ولتاژ استفاده می کنیم. انجام این عمل به منظور به حداقل رسانیدن امکان صدمه رسیدن به رله از جانب سیستم فشار قوی است در شکل۲-۶-۲مدار مورد نیاز برای AUXPT نشان داده شده است. این مدار شامل یک ترانسفورماتور کمکی می باشد که سه وظیفه به صورت زیر دارد:

۱- کاهش سطح ولتاژ به اندازه مطلوب

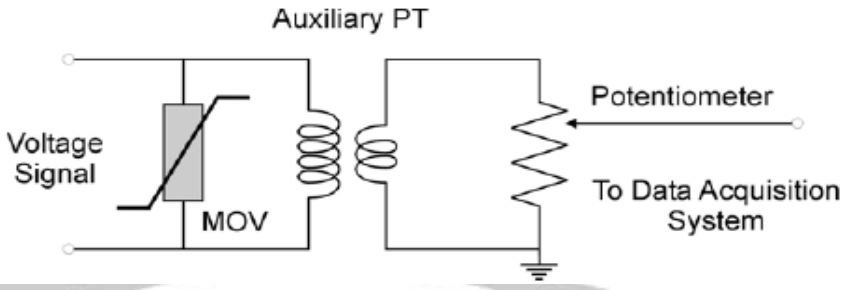
۲- ایزوله نمودن مدارات سخت افزار رله از مدارات قدرت

۳- همفاز نمودن جریانهای اولیه و ثانویه در حفاظت دیفرانسیل

ترانسفورماتورهای ولتاژ، ولتاژ اولیه را به سطح مطلوبی برای ورود به رله کاهش می دهند ورودی تراسفورماتورکمکی ولتاژدر حدود ۱۱۵ ولت می باشد و خروجی آن می بایست در حد ولتاژ ۴ ولت باشد

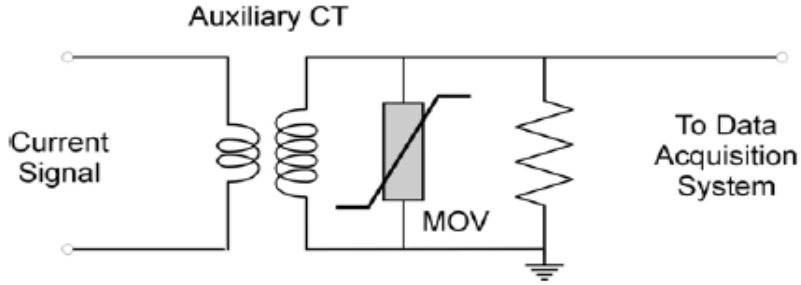
که این ولتاژ بعدا به وسیله یک پتانسیومتر به حدود ۳ ولت کاهش داده می شودیک واریستور اکسید فلز(Metal oxid varystor) در ورودی ترانسفورماتور AUXPT قرار داده می شود تا سخت افزار رله را در مقابل شرایط گذرا محافظت کند.

واریستور اکسید فلز (MOV) عنصری است که در بیشتر سیستمهای ارتباطی مدرن به عنوان یک عنصر مهم مدار در قسمتهای تقویت کننده پارامترهای نوسان کننده ها و مبدلهای سیگنال بکار می رود و می توان آن را به وسیله یک خازن غیر خطی مدل سازی نمود که در اینجا وظیفه محافظت کردن سخت افزار رله دیجیتال را در برابر شرایط گذرا انجام می دهد.



شکل۲-۶-۲ مدار ایزوله کننده و Scale کننده ولتاژی رله دیجیتال [3]

ترانسفورماتورهای جریان نیز، میزان جریان را به حد مناسبی می رسانند تاازکابلهای با سطح مقطع کوچک برای ورود سیگنال جریان به رله استفاده شود. در شکل ۲-۶-۳ مدار بکار رفته AUXCT نشان داده شده است.



برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

شکل ۲-۶-۳ مدار ایزوله کننده و Scale کننده جریانی رله دیجیتال [3]

در شرایط غیر عادی ترانسفورماتور جریان باید بتواند جریانهای تا ۴۰ برابر جریان نامی را تحمل کند. ثانویه ترانسفورماتور جریان اغلب به یک مقامت بسیار دقیق یک اهمی متصل می باشدکه جریان را به ولتاژ تبدیل مینماید. این مقاومت اغلب یک اهمی انتخاب می شود تا جریان گرفته شده از فازها به ولتاژی کاملا متناسب وبرابر با آن جریان تبدیل شود.پدیده اشباع درترانسفورماتورهای جریان یک عامل خطا در عملکرد رله های حفاظتی می باشد که در فصل سوم شرح داده خواهد شد.

۲-۶-۴ مبدل جریان به ولتاژ

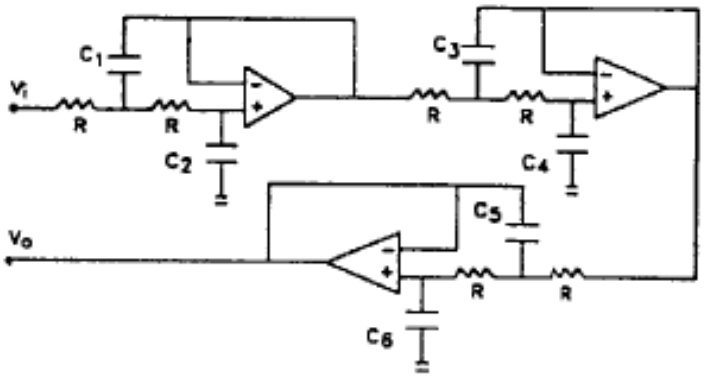
برای آنکه یک سیگنال بتواند پردازش دیجیتال شود لازم است که به مقدار دیجیتال تبدیل شود از آنجایی که این کار توسط مبدل آنالوگ به دیجیتال صورت می گیرد و این وسیله قادر به تبدیل سیگنالهای از جنس ولتاژ می باشد لذا لازم است که خروجی های جریانCT ها به سیگنال ولتاژ تبدیل شوند که این کار توسط مبدل های جریان به ولتاژ صورت می گیرد. همچنین در رله های فرکانسی اغلب فرکانس شبکه به ولتاژی متناسب با آن فرکانس تبدیل می شود تا پردازش دیجیتال بر روی آن انجام شود.

۲-۶-۵ فیلترهای ضد تشابهی

در یک رله حفاظتی دیجیتال ، سیگنالهایی که از ترانسفورماتورهای ولتاژ خازنی و ترانسفورماتورهای جریان دریافت می شوند ممکن است علاوه بر مولفه ۵۰ هرتز ، فرکانس های تا چند ده کیلو هرتز را نیز تحت شرایط عملیات کلید زنی و یا خطاهای سیستم قدرت دارا باشند . از آنجایی که فرکانس نمونه برداری در سخت افزار رله تثبیت شده است ، باید با محدود کردن باند فرکانسی تمامی سیگنالهای پیوسته ورودی به رله پیش از انجام نمونه برداری ، از تبعیت با نظریه نمونه برداری اطمینان حاصل شود . با بکارگیری یک فیلتر آنالوگ که جهت حذف تمامی فرکانس های موجود در سیگنال ورودی که از نصف فرکانس نمونه برداری بزرگتر هستند طراحی شده است ، این هدف تامین خواهد شد . این گونه فیلترها را فیلترهای ضد

تشابهی می نامند . شایان ذکر است که رله های حفاظتی دیجیتال ، تقریبا بدون استثنا تنها داده های مولفه اصلی سیستم قدرت (۵۰ هرتز) موجود در سیگنالهای ورودی را پردازش می کنند . بنابراین حذف هر فرکانس که پس از نمونه برداری بر روی فرکانس ۵۰ هرتز تصویر می شود توسط فیلتر ضد تشابهی اهمیت زیادی خواهد داشت.

در بیشتر کاربردهای رله دیجیتال، فیلترهای RC دو یا سه طبقه ای یک حد قابل قبول بین تیزی فرکانس قطع و تاخیر زمانی در پاسخ به پله واحد ارائه می دهند. شکل ۲-۶-۴ یک نمونه فیلتر آنالوگ رله های دیجیتال را نشان می دهد.



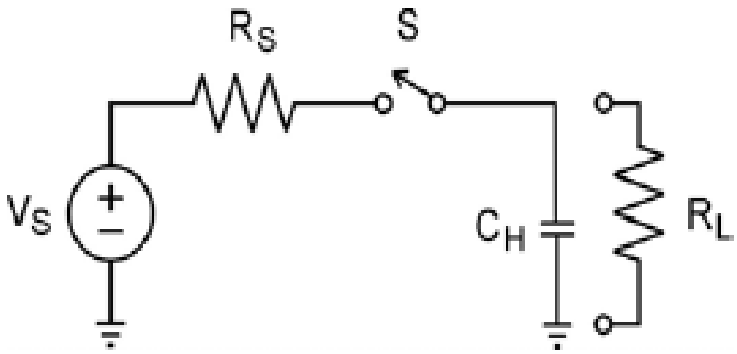
WikiPower.ir

شکل ۲-۶-۴یک نمونه فیلترضد تشابهی رله های دیجیتال

۲-۶-۵ تقویت کننده های نمونه بردار و نگه دارنده (S/H)

از آنجا که مبدل های آنالوگ به دیجیتال بکار رفته در رله ها حدود۱۵ الی ۳۰ میکروثانیه برای تبدیل سیگنالهای آنالوگ ورودی به دیجیتال وقت لازم دارند ، محتمل است در این مدت زمان تبدیل، تغییراتی در سیگنال آنالوگ ورودی حادث شود . برای حذف این منبع خطا، سیگنالهای آنالوگ ورودی از تقویت کننده های نمونه بردار و نگهدارنده (SH) عبور داده می شوند که با فرمان از ریزپردازنده در مدت زمان تبدیل ، سیگنال ورودی را در یک سطح ثابت آنالوگ نگه می دارند . در حالت عادی (در حالت نمونه

برداری) کلید بسته می شود و خروجی تقویت کننده SH ، ورودی را دنبال می کند . بلافاصله قبل از انجام عمل تبدیل ریزپردازنده کلید را باز می کند و ولتاژ آنالوگ قبلی در خازن نگهداشته می شود و بنابراین خروجی ثابت می ماند (وضعیت نگه دارنده) . فرایندی که به کمک آن می توان شکل موجهای پیوسته را به صورت مقادیر گسسته نمایش داد نمونه برداری نامیده می شود .این فرایند با بکارگیری یک مبدل آنالوگ به دیجیتال و یک تقویت کننده نمونه بردار و نگه دارنده ، صورت می پذیرد . وارون فرکانس نمونه برداری را



WikiPower.ir

شکل ۲-۶-۵ مدار تقویت کننده های نمونه بردار و نگه دارنده [3]

فاصله نمونه برداری می نامند . فرکانس نمونه برداری به طور دلخواه انتخاب نمی شود و معمولا عاملی تعیین کننده در طراحی سخت افزار یک رله حفاظت دیجیتال است. اما در هر صورت رابطه مهمی بین فرکانس نمونه برداری و فرکانس شکل موج نمونه برداری شده وجود دارد که به آن نظریه نمونه برداری می گویند. بطور اجمالی ، نظریه نمونه برداری می گوید که فرکانس نمونه برداری باید از دو برابر بزرگترین فرکانس نمونه برداری شونده بزرگتر باشد . اگر از این قانون تخطی گردد آنگاه دیگر نمایش دیجیتال منحصر به فردی از شکل موجهای پیوسته اولیه نخواهیم داشت و پدیده ای به نام تشابه رخ خواهد داد . پدیده تشابه بدین صورت است که دو شکل موج پیوسته متفاوت ، پس از نمونه برداری ، نمایش دیجیتال یکسانی داشته باشند.

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۲-۶-۶ مالتی پلکسر آنالوگ

مبدلهای آنالوگ به دیجیتال تقریب پی در پی نسبتا گرانند و معمولا بیشتر از یکی در رله ها مورد استفاده قرار نمی گیرند (البته پیشرفت فناوری مجتمع سازی تا حدی قیمت این مدارها راکاهش داده است) در رله هایی که چند کانال ورودی دارند ، به عنوان مثال رله دیستانس که شش کانال ورودی دارد (سه تا برای ولتاژ و سه تا برای جریان) یک مالتی پلکسر به ترتیب هر یک از کانالهای ورودی را به مبدل آنالوگ به دیجیتال متصل می سازد . اگر تبدیل هر ورودی ۲۵ میکروثانیه وقت لازم داشته باشد، تبدیل ششمین کانال ورودی ۱۵۰ میکروثانیه بعد از شروع اولین کانال انجام می شود . در فرکانس ۵۰ هرتز این مقدار متناظر با یک شیفت فاز به اندازه ۲/ ۷ درجه می باشد و بنابراین یک منبع خطا برای الگوریتم رله می باشد . به همین جهت معمول است که هر کانال آنالوگ ورودی یک تقویت کننده SH مربوط به خود داشته باشد . توجه شود که مالتی پلکسر (MUX) تحت کنترل ریز پردازنده است و تقویت کننده های SH همگی بطور همزمان در یکی از دو حالت نمونه برداری یا نگهداری انتخاب می شوند .

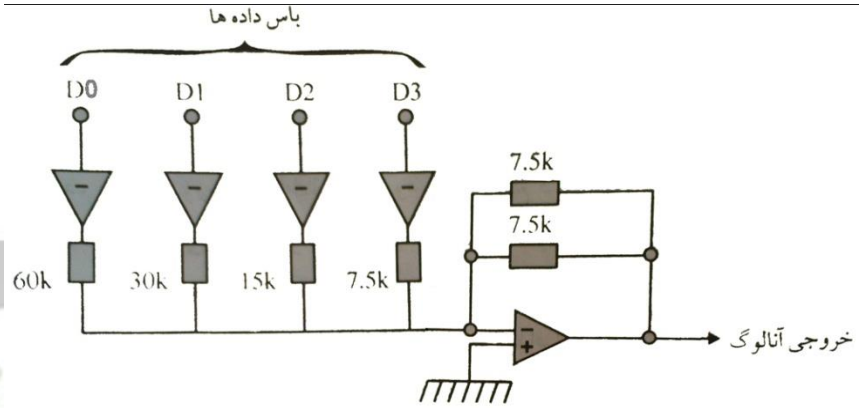
۲-۶-۷مبدل آنالوگ به دیجیتال

برای به دست آوردن اطلاعات سیستم قدرت، رله حفاظتی دیجیتال نمونه های منظمی از ولتاژ ثانویه و یا جریان ثانویه اعمال شده به آن را می گیرد. این فرایند تحت عنوان تبدیل آنالوگ به دیجیتال خوانده می شود و به وسیله سخت افزار خاصی انجام می پذیرد. در عمل سیگنال های مفید سیستم قدرت دوقطبی یعنی مثبت یا منفی می باشد و برای فرم دیجیتال آنها از نمایش مکمل جفتها استفاده می شود. چون در طراحی مبدل آنالوگ به دیجیتال، یک مبد ل دیجیتال به آنالوگ بکار رفته است لذا برای درک تبدیل آنالوگ به دیجیتال ابتدا یک مبدل دیجیتال به آنالوگ (DAC) تشریح می گردد.

۲-۶-۷-۱ مبدل دیجیتال به آنالوگ(DAC)

یک مدار اساسی برای یک DAC چهار بیتی در شکل ۲-۶-۷ نشان داده شده است که شامل یک تقویت کننده عملیاتی (OP-AMP) است که از طریق مقاومتهای وزن دهی به ورودیهای خط داده های بافر وصل می شود. مشاهده می شود که مقدار مقاومتهای وزن دهی متصل شده به هر یک از خطوط داده ها به صورت باینری زیاد شده است.بهره تقویت کننده عملیاتی به وسیله فرمول زیر داده می شود:

$$\frac{V_{out}}{V_{in}} = -\frac{R_f}{R_w} \quad (۱-۲)$$



شکل۲-۶-۷ مبدل دیجیتال به آنالوگ چهار بیتی [1]

ولتاژ آنالوگ خروجی از جمع کردن بهره های ورودیهای فعال شده توسط فرمول بالا به دست می آید. لذا ولتاژ در خروجی مستقیما متناسب با عدد باینری نمایش داده شده به وسیله خطوط داده ها است. مقاومت فیدبک تضمین می کند که بزرگترین عدد باینری متناسب با بالاترین ولتاژ آنالوگ است.

۲-۶-۷-۲ مبدلهای آنالوگ به دیجیتال : مبدلهای شیب

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

یک مبدل آنالوگ به دیجیتال (ADC) ساده به نام مبدل شیب است که طبق شکل ۲-۷ شامل اجزای زیر است

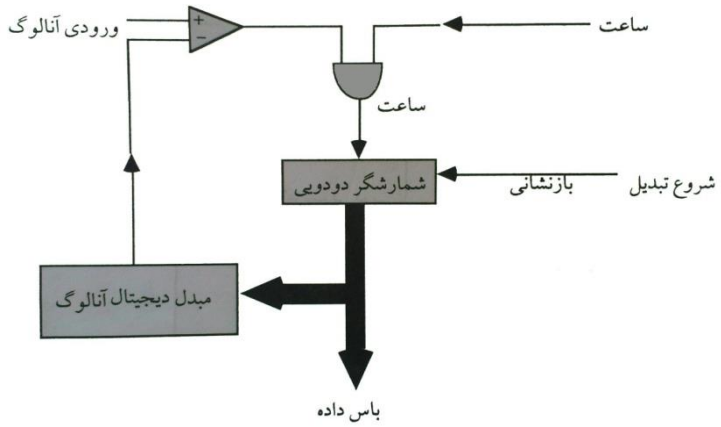
۱- مقایسه کننده

۲- شمارشگر باینری

۳- یک گیت AND

۴- ورودی ساعت

۵- یک مبدل دیجیتال به آنالوگ (DAC)



شکل ۲-۶-۷-۱* مبدل آنالوگ به دیجیتال نوع مبدل شیب [1]

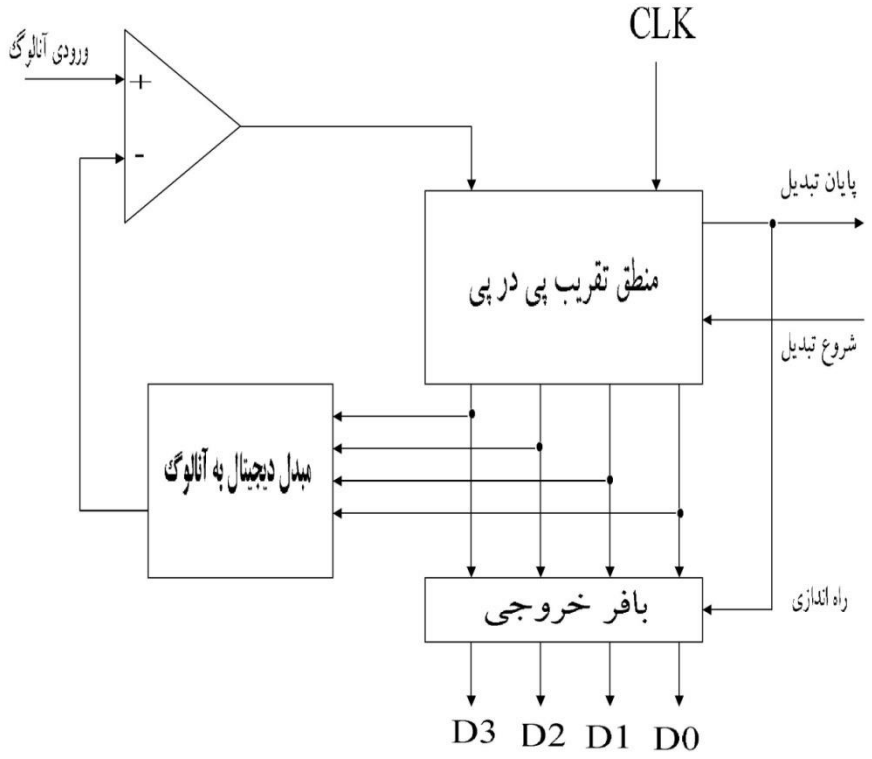
مقایسه کننده شبیه تقویت کننده عملیاتی است و چنانچه در این مدار به کار رفته است ، یک خروجی ۱ یا بالاتر می دهد اگر ولتاژ ورودی آنالوگ بزرگتر از خروجی DAC باشد و در غیر این صورت خروجی صفر یا پایین می دهد . دقت شود که سیگنال ساعت ، به خاطر دریچه AND ، اگر خروجی مقایسه کننده ۱ یا بالاتر نباشد به شمارشگر نمی رسد. با حضور ولتاژ آنالوگ مورد نظر در ورودی آنالوگ ، سیگنال شروع تبدیل داده می شود که شمارشگر باینری را بازنشانی می کند . بنابراین خروجی DAC صفر است ، خروجی مقایسه کننده بالاست و در نتیجه پالسهای ساعت به شمارشگر می رسد . با این فرض که ورودی آنالوگ غیر صفر باشد ، با افزایش شمارشگر خروجی DAC شبیه به یک شیب افزوده می گردد . هنگامی

برای دریافت فایل wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

که ولتاژ DAC از ولتاژ آنالوگ ورودی تجاوز کند ، خروجی مقایسه کننده پایین می آید و مانع رسیدن پالسهای ساعت به شمارشگر می گردد . بنابراین خطوط خروجی دیجیتال شمارشگر باینری در نزدیکترین مقدار دیجیتال مطابق با ولتاژ آنالوگ ورودی نگهداشته می شود .

۲-۶-۷-۳ مبدلهای آنالوگ به دیجیتال : مبدلهای تقریب پی در پی

مبدلهای تقریب پی در پی که با اقتباس از مبدل شیب ساخته شده اند مبدل بسیار بهتری می باشند. این مبدل در شکل ۲-۸ نشان داده شده است. شمارشگر باینری با یک ترکیب منطقی نسبتا پیچیده تری جایگزین شده است که ثبات تقریب پی در پی نامیده می شود . قبل از تبدیل ، همه خطوط داده ها در صفر تنظیم می شوند . با اولین پالس ساعت DAC به نصف خروجی حداکثر خود می رسد ، این معادل با تنظیم"بالا" بیت یا بیشترین ارزش باس داده ها ، D3 ، است با دریافت پالس ساعت بعدی منطق تقریب پی در پی حس می کند که خروجی DAC هنوز پایین تر از سیگنال ورودی است ، زیرا که خروجی مقایسه کننده بالاست . بنابراین خط داده D2 به "بالا" تنظیم می شود .



شکل۲-۶-۷-۲ مبدل آنالوگ به دیجیتال نوع تقریب پی در پی

این نتایج سبب می شود که مقایسه کننده به پایین برود ، زیرا معادل دیجیتال بزرگتر از ورودی آنالوگ است، بنابراین در سیکل ساعت سوم D2 به پایین تنظیم می شود و باز هم D1 به بالا تنظیم می شود . سیکل چهارم ساعت باعث می شود که D0 به بالا تنظیم شود و نتیجه دیجیتال به صورت " ۱۰۱۱ " در خواهد آمد . مشاهده می شود که یک مبدل DAC تقریب پی در پی هر بیت خروجی خطوط داده ها را به نوبت به طور جداگانه آزمایش می کند .بنابراین زمانی که برای تبدیل لازم است همیشه بطور ثابت برابر با تعداد بیتها ضرب در دوره تناوب ساعت داخلی است . زمانهای تبدیل برای ADC های تقریب پی در پی در محدوده ۱۵ تا ۳۰ میکرو ثانیه است . ADC ها معمولا دارای یک سیگنال پایان تبدیل می باشند که عموما به یک خط وقفه ریز پردازنده متصل می باشد ، تا پایان تبدیل و حاضر شدن مقدار تبدیل شده را اطلاع دهد .

اگر چه انواع دیگری از مبدل ADC وجود دارند ولی ADC های تقریب پی در پی نوع ترجیحی برای رله های حفاظتی هستند . انواع دیگر مبدلها شامل مبدل های فلاش هستند که برای زمانهای تبدیل خیلی سریع (کمتر از یک میکروثانیه) طراحی می شوند و در نتیجه گران هستند . این زمانهای تبدیل در یک رله حفاظتی در حال حاضر غیر ضروری می باشند. مشخصات انواع مبدلهای آنالوگ به دیجیتال در شکل ۲-۹ آمده است.

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

ردیف	نوع مبدل	سرعت تبدیل	قیمت	توضیحات
پ	مبدل ردگیری	کند	پایین	**نیاز به ورودی کم تغییر دارد.**
۲	مبدل شیب شمارنده	کند	پایین	**در موقع تبدیل بایستی ورودی تغییر نکند.**
۳	مبدل شیب تک حالته	کند	پایین	**عملکرد آن با زمان تغییر می کند.**
۴	مبدل شیب دوگانه	نسبتا کند	متوسط	**در دقت تفکیک ۲۰بیت و بالاتر کاربرد دارد.**
۵	مبدل تقریب پی در پی	سریع	متوسط	**نوع ترجیحی برای رله های حفاظتی دیجیتال است.**
۶	مبدل فلاش	خیلی سریع	بالا	**خروجی همواره موجود است و در رله های دیجیتال معمولا استفاده نمی شود.**

شکل ۲-۶-۷-۳مشخصات انواع مبدلهای آنالوگ به دیجیتال

نکاتی درباره مبدلهای آنالوگ به دیجیتال رله های حفاظتی

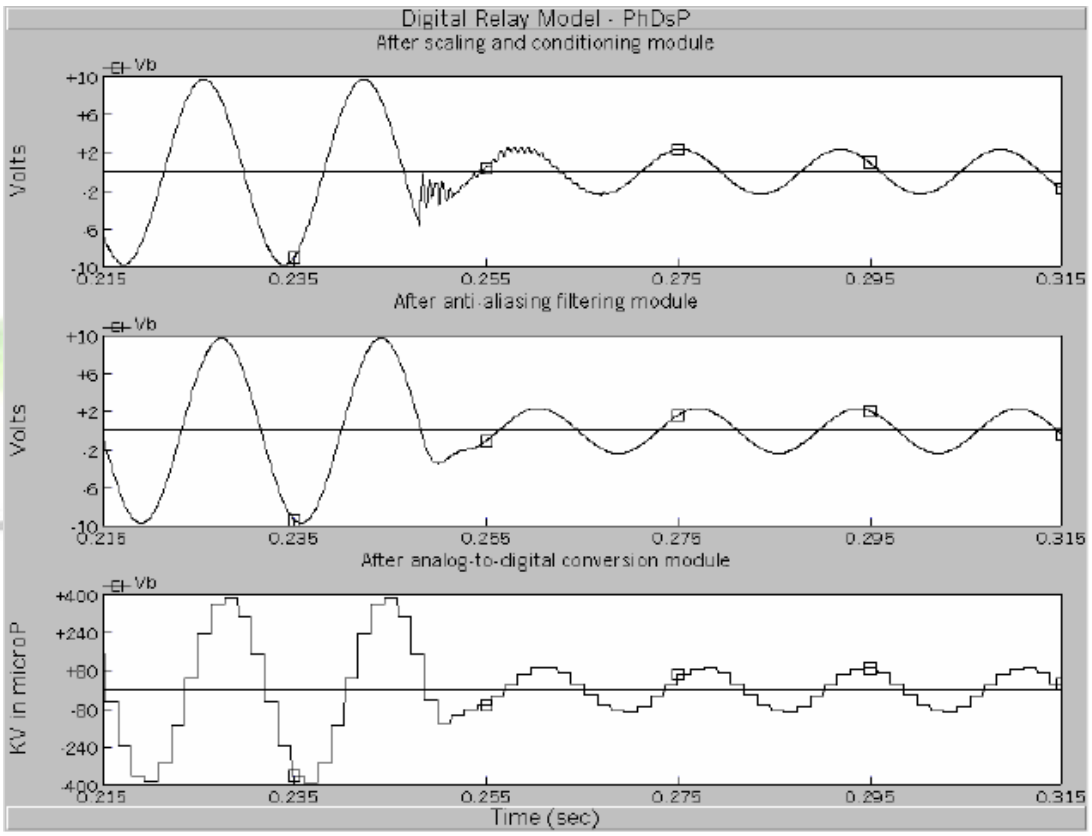
مبدلهای آنالوگ به دیجیتال تقریب پی در پی در انواع ۸، ۱۰، ۱۲، ۱۴ و۱۶ بیتی موجود می باشند . تعداد بیتهای ADC در محدوده دینامیکی سیگنالی که آن را تبدیل می کند موثر است . به عنوان مثال یک مبدل آنالوگ به دیجیتال ۸ بیتی می تواند یک سیگنال آنالوگ را به ۲۵۶ = $۲^۸$ سطح مختلف کوانتیزه کند. تعداد لازم بیتهای یک رله داده شده به کاربرد آن بستگی دارد . یک رله با یک مبدل با بیتهای اضافی ، یعنی تعداد بیشتری بیت از مقدار مورد نیاز ، بطور صحیح کار می کند ولی عکس این مطلب درست نیست . در اینجا یک مثال از چگونگی مشخص کردن مبدل آنالوگ به دیجیتال برای یک رله دیستانس ارائه می گردد .

یک رله دیستانس را در نظر بگیرید که حداقل امپدانس تنظیم آن ۴ اهم (از دید رله) باشد . برای یک رله دیستانس ورودی های جریان به نسبت ورودیهای ولتاژ محدوده دینامیکی وسعیتری دارند . حداقل امپدانس تنظیم مطابق با بالاترین سطح جریان با فرض اینکه ولتاژ ثانویه ترانسفورماتور ولتاژ، ۱۱۰ ولت باشد برابر با ۲۷/ ۵ = ۴ ÷ ۱۱۰ آمپر است . هر چند ممکن است که جریان در حین خطا دارای مولفه نمایی میرا شونده شود ، بنابراین با در نظر گرفتن آن به میزان ۱۰۰٪ جریان مورد انتظار برابر۵۵ آمپر خواهد شد . فرض کنید که رله باید برای یک حداقل سطح جریان ۲۵ میلی آمپر عمل کند و این مقدار متناظر با سطح دیجیتال "۱ " باشد . بنابراین محدوده دینامیکی جریان تک قطبی برابر با ۲۲۰۰۰ = ۰.۰۰۱ ÷ ۵۵ خواهد بود و برای سیگنال دو قطبی این محدوده دینامیکی آن برابر با ۴۰۹۶ = $۲^{۱۲}$ خواهد شد . برای اطمینان از اینکه ADC مشخصات لازم را برآورده می سازد از یک ADC ۱۴ بیتی استفاده می شود که دارای یک محدوده دینامیکی ۱۶۳۸۴=$۲^{۱۴}$ است . بنابراین در این حالت یک مبدل ۱۴ بیتی لازم است .

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

بطور کلی بیشتر رله های دیجیتال با عملکرد خوب از مبدلهای آنالوگ به دیجیتال ۱۲ ،۱۴ یا ۱۶ بیتی استفاده می کنند .

شکل۲-۶-۷-۴ سیگنال ورودی به رله دیجیتال را پس از عبور از اجرای رله و قبل از اعمال به ریزپردازنده نشان می دهد.



شکل ۲-۶-۷-۴سیگنال ورودی به رله دیجیتال پس از عبور از اجرای رله و قبل از اعمال به ریزپردازنده[3]

۲-۷ ریزپردازنده

ریزپردازنده مهمترین جز یک رله دیجیتال را تشکیل می دهد، وظایف ریزپردازنده در رله های دیجیتال به شرح زیر است:

۱- اجرای برنامه های مربوط به رله طبق برنامه نرم افزاری رله

۲- مقایسه سیگنال های ورودی به رله با مقادیر تنظیم شده روی رله وصدور فرمان های لازم

۳- کنترل عملکرد صحیح واحدهای نمونه بردار و نگه دارنده(S/H) ومالتی پلکسر(MUX)

۴- ارتباط با مبدل آنالوگ به دیجیتال وحافظه ها واجزای جانبی

۵- نگه داشتن کارهای زمان بندی شده متنوع وهماهنگی عملکرد اجزای رله

۲-۸ حافظه های دیجیتال

انواع حافظه هایی که در رله های دیجیتال استفاده می شود به شرح زیر است:

۱- **حافظه** ROM :جهت نگه داری اطلاعات دایمی رله دیجیتال بکار می رود.

۲- **حافظه** RAM : جهت نگه داری موقت اطلاعات در حین پردازش دیجیتال استفاده می شود.

۳- **حافظه** E^2PROM:مقادیر تنظیم رله و نیز برنامه نرم افزاری رله دیجیتال که وظیفه حفاظتی رله را مشخص می کند در این قسمت قرار داده می شود.

۴- **حافظه فلاش**: این همان E^2PROM است ولی فناوری آن با E^2PROM فرق می کند. یعنی حافظه آن می تواند به صورت الکتریکی پاک وبرنامه ریزی شودبدون اینکه تراشه مربوط جابجا شود.حافظه فلاش در اندازه حافظه های بزرگتر از E^2PROM در هر تراشه موجود می باشد.حافظه فلاش در رله های دیجیتال جدید برای ذخیره سازی حافظه برنامه و داده های تنظیم رله بیشتر کاربرد یافته است.قابلیت انعطاف این وسیله تولید رله های دیجیتال را ساده تر کرده است.علاوه بر اینکه اجازه ارتقای رتبه نرم افزار رله را در محل نصب آن می دهد.

۲-۹ پورت سریال(Serial port)

بخشی از سیستم است که جهت برآورده کردن امکان ارتباط یک رله با دیگر رله ها و یا کامپیوتر مرکزی بکار گرفته می شود.

۲-۱۰ واحد ورودی-خروجی(I/O)

به منظور دریافت و یا ارسال اطلاعات، در سیستم در نظر گرفته می شود.

۲-۱۱ منبع تغذیه

رله ها از باتریهایی که اغلب ۵۰ ولت هستند تغذیه می شوند . از آنجا که ولتاژ باطری می تواند بر حسب وضعیت ذخیره آن تغییر کند ، در رله، منبع تغذیه برای تهیه توان ثابت تنظیم شده و مطمئن در نظر گرفته شده است . مقدار آن ۵ ولت یا ۱۲ $\pm$ ولت است . منابع تغذیه سوئیچینگ بطور معمول از بسیاری از رگولاتورهای متداول نوع سری به خاطر راندمان بیشتر ، تلفات کمتر توان و امکان کار در شرایط تغییرات زیاد منبع تغذیه ولتاژ ، بیشتر به کار می روند . به علاوه تغذیه های سوئیچینگ امکان جدا سازی بین باتری خانه و رله های دیجیتال را فراهم می سازند .

۲-۱۲ فیلترکردن دیجیتال در رله های حفاظتی

امکان دارد که سیگنالهای ورودی به یک رله حفاظتی دیجیتال ، پس از نمونه برداری ، فرکانس هایی به جز ۵۰ هرتز داشته باشند . و چون الگوریتمهای حفاظتی دیجیتال معمولا براساس سیگنالهای ۵۰ هرتز هستند ، بنابراین جهت حصول اطمینان عملکرد رله ، این مولفه های اضافی فرکانسی باید حذف شوند. بهترین راه حذف مولفه ها ی غیر از ۵۰ هرتز ، استفاده از فیلتر دیجیتال است . فرایند فیلتر کردن، برروی شکل موجهای نمونه برداری شده از سیستم قدرت اعمال می گردد . اگر چه بکارگیری یک فیلتر آنالوگ ضد تشابهی نیز شرح داده شد ، اما به سبب تاخیر گروهی کمتر فیلترهای دیجیتال ، استفاده از آنها نسبت به فیلترهای آنالوگ برتری قابل ملاحظه ای دارد . با کاهش تاخیر گروهی ، زمان عملکرد رله نیز کاهش می یابد . تاخیر گروهی مدت زمانی است که طول می کشد تا یک سیگنال از یک فیلتر عبور نماید .

۲-۱۲-۱پاسخ ضربه محدود

معادله (۲-۲) تابع فیلتر کردن دیجیتال را نشان می دهد که در آن رشته مقادیر ورودی که باید فیلتر شوند (x [n]) با پاسخ ضربه فیلتر (h [k]) که از N ضریب تشکیل شده است ، درهم آمیخته می

شوند . به مقدارN ، طول فیلتر نیز اطلاق می گردد . اگر چه N می تواند مقدار بزرگی داشته باشد اما نمی تواند بطور نامحدود افزایش یابد زیرا برای ساخت یک فیلتر، N عمل ضرب و N عمل جمع باید بین لحظات نمونه برداری انجام پذیرد . به همین دلیل ، فیلتری از این نوع را فیلتر با پاسخ ضربه محدود (FIR) می نامند . فیلترهای FIR این خاصیت را دارا هستند که تاخیر گروهی آنها هیچ گاه از مقدارN.T بزرگتر نمی باشد ، که در آن T دوره تناوب نمونه برداری است . در هنگام طراحی فیلترهای FIR ، تاخیر گروهی به عنوان یک پارامتر طراحی به کار می رود . این مساله برای کاربردهای رله حفاظتی دیجیتال بسیار اهمیت دارد ، زیرا تاخیر گروهی مستقیما روی زمان عملکرد رله تاثیر می گذارد و معمولا روی کمترین مقدار ممکن نگه داشته می شود . اگر چه فیلترهای دیجیتال از نظر پاسخ های ضربه اهمیت دارند، نقطه شروع طراحی یک فیلتر دیجیتال ، پاسخ فرکانسی فیلتر مورد نظر خواهد بود . در این صورت مساله موجود، یافتن پاسخ ضربه (۲-۲)

$$y[n]=\sum_{k=1}^{N} x[n+1-k].h[k]$$

متناظر با پاسخ فرکانسی مورد نظر می باشد .هر چند تهیه یک برنامه طراحی بهینه فیلتر توسط پارکزومک للان به نام روش تعویض رامز موجب انقلابی در طراحی فیلترهای FIR شد واین برنامه برای پاسخ فرکانسی و طول فیلتر مطلوب ضرایب فیلتر بهینه را محاسبه می کند ولی متاسفانه این روش در کاربردهای حفاظتی که طول فیلتر بسیار اهمیت دارد کاربرد محدودی دارد و سازندگان رله معمولا از روشهای عملی تر در طراحی فیلتر بهره می برند .

۲-۱۲-۲پاسخ ضربه نامحدود

گروه دیگری از فیلترهای دیجیتال ، پاسخ ضربه نامحدودی دارند (IIR) . فیلترهای IIR ، به کمک معادله (۲-۲) بدست نمی آیند . در عوض از معادله ای که مقادیر قبلی ورودی و خروجی را بکار می برد ، استفاده می شود :

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

$$y[n]=\sum_{k=1}^{M}x[n+1-k].h[k]+\sum_{k=1}^{M}y[n+1-k].b[k] \qquad (۳-۲)$$

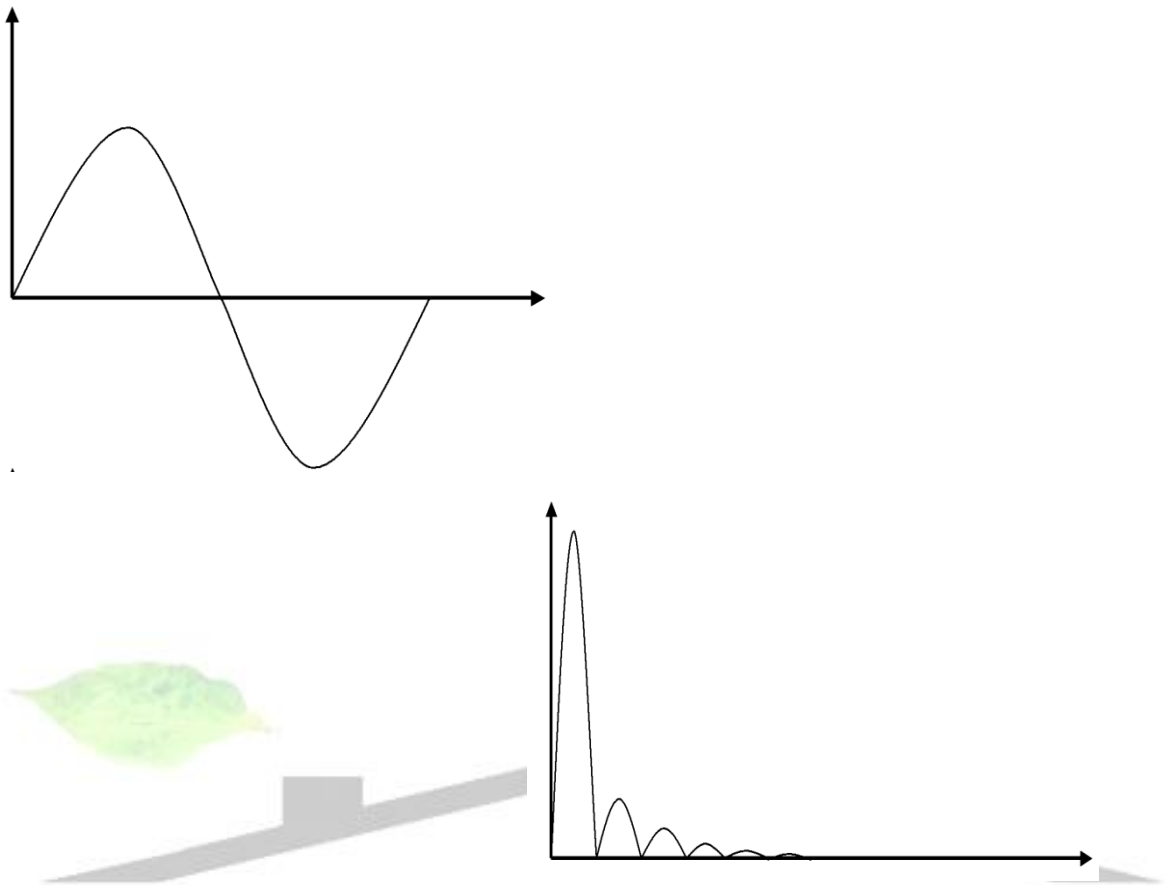
که a و b مجموعه ای از M ضریب فیلتر هستند . از آنجایی که مقادیر قبلی خروجی فیلتر ، در معادله(۲-۳) استفاده می شوند ، این معادله را " برگشتی " می نامند . عیب عمده استفاده از فیلترهای IIR در رله های دیجیتال آن است که در فرایند طراحی ، تاخیر گروهی را نمی توان تعیین نمود . این مساله کاربرد آن را در حفاظت دیجیتال به نوعی دشوار می سازد و بطور کلی معمولا فیلترهای FIR ارجحیت دارند . اما استثنای مهمی در این قانون وجود دارد که در ادامه بدان پرداخته خواهد شد .

۲-۱۲-۳ ملاحظات طراحی فیلتر های دیجیتال در رله های حفاظتی

انگیزه اصلی برای کاربرد فیلتر دیجیتال در رله های دیجیتال همانطور که قبلا بیان گردید آن است که به ازای یک پاسخ فرکانسی معین ، تاخیر گروهی یک فیلتر دیجیتال نسبت به معادل آنالوگ آن کمتر است و این به نوبه خود باعث تسریع در زمان عملکرد رله می شود . بطور کلی ، با وجود فیلترهای دیجیتال از نوع FIR ، معادل آنالوگ آنها به سادگی در دسترس نیست و بنابراین استفاده از فیلتر دیجیتال FIR به خودی خود یک مزیت به شمار می رود ، زیرا پاسخ های فرکانسی حاصل می گردد که در غیر این صورت امکان پذیر نمی بود .

اما استفاده از فیلتر دیجیتال در رله های حفاظتی مشکلاتی را نیز بوجود می آورد. پاسخ ضربه فیلتر FIRرا در شکل ۲-۱۱-(راست) و پاسخ فرکانسی آن را در شکل۲-۱۱-(چپ) به کمک روش FFT(تبدیل فوریه سریع) با فرکانس نمونه برداری ۴ KHz محاسبه شده است ، در نظر بگیرید. چون ۸۰ نقطه در پاسخ

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

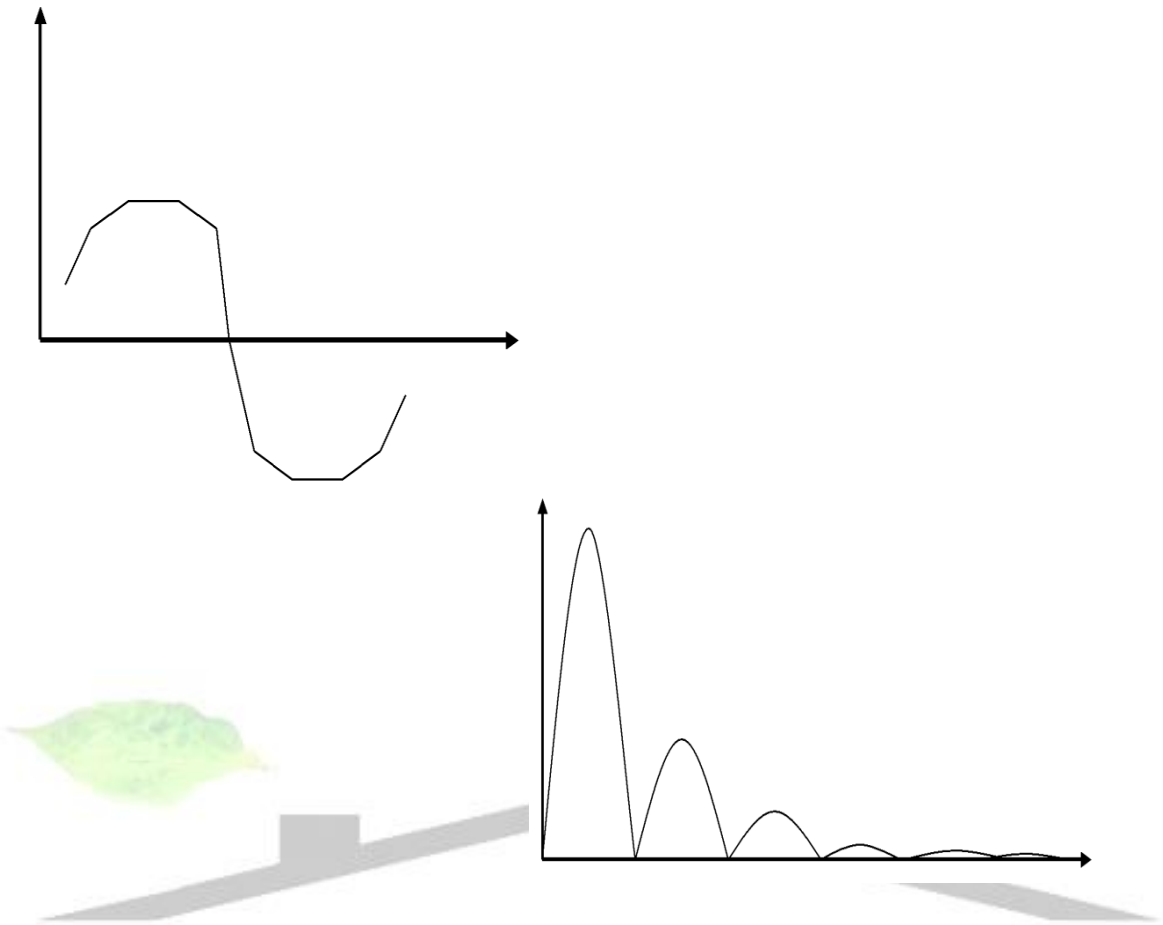


WikiPower.ir

(الف) (ب)

شکل۲-۱۱ (الف) پاسخ فرکانسی ، (ب)پاسخ ضربه فیلتر بر اساس سینوسی ۸۰ نقطه ای

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



(الف) (ب)

شکل۲-۱۲-۲ (الف) پاسخ فرکانسی ، (ب)پاسخ ضربه فیلتر بر اساس سینوسی ۱۲ نقطه ای

ضربه وجود دارد طول این فیلتر یعنی تاخیر گروهی آن برابر $N.T = \frac{N}{F} = \frac{80}{4000} = ۲۰\ ms$ خواهد بود. بررسی پاسخ فرکانسی نشان می دهد که ناحیه عبور آن حول ۵۰ HZ است و هارمونیک ها را نیز بسیار عالی حذف می نماید . با توجه به این ویژگیها به نظر می رسد که فیلتری آرمانی برای رله حفاظتی باشد. اما به سبب تاخیر گروهی ۲۰ میلی ثانیه ای آن ، ۲۰ ms پس از رخداد خطا ، رله کاربر این فیلتر نمی تواند به شکلی مناسب و صحیح عمل نماید و در نتیجه نمی تواند عملکرد فوق سریعی داشته باشد.شکل ۲-۱۱ وضعیت

مشابهی را برای ۱۲ نقطه نشان می دهد. بنابراین تاخیر گروهی این دفعه ۳ میلی ثانیه خواهد بود و امکان عملکرد فوق سریع وجود خواهد داشت . اما با بررسی پاسخ فرکانسی آن ، مشخص می گردد که چون مرکز ناحیه عبور در ۲۶۰ هرتز واقع شده است وضعیت با مطلوبیت کمتری وجود خواهد داشت. بدین ترتیب ، مساله اساسی طراحی فیلتر رله دیجیتال ، ایجاد یک توازن بهینه بین پاسخ فرکانسی و زمان عملکرد است .

مبحث مرتبط با فیلترهای دیجیتال روی فیلترهای با ضرایب ثابت متمرکز شد . دسته فیلترهای دیگری به نام " فیلترهای وفقی " وجود دارند که مطابق با تعدادی اثرات کنترل کننده ، ضرایب با زمان تغییر می نمایند . از آنجایی که مشخصه اعوجاج سیگنال سیستم قدرت تحت شرایط خطا براساس نوع خطا تغییر می کند ، فیلترهای وفقی مفید خواهند بود . چون نوع خطا قابل پیش بینی نیست ، یک فیلتر وفقی همواره پاسخ فیلتر بهینه ای در مقابل خطا خواهد داشت ، هر چند علاوه بر تاخیر گروهی فیلتر ، مدت زمان لازم جهت سازگاری فیلتر نیز باید مد نظر قرار گیرد . فیلترهای وفقی را می توان از نوع FIR و یا IIR طراحی نمود . همچنین به موضوع فیلتر کالمن که یک فیلتر وفقی بر اساس IIR است توجه زیادی می گردد .

عواملی که در طراحی فیلترهای دیجیتال مورد استفاده در رله های دیجیتال باید مد نظر قرار گیرند عبارتند از :

الف) اغتشاش ناشی از امواج سیار : در خلال خطا ، هنگامی که ولتاژ نقطه خطا به میزان قابل ملاحظه ای تغییر می نماید امواجی تولید می شوند که از نقطه خطا به شبکه قدرت مجاور حرکت می کنند (امواج سیار). این اثر به ویژه در کاربردهای خطوط هوایی با ولتاژ بسیار بالا بسیار معمول است و باعث خرابی کمیتهای حفاظتی می شود . محل خطا بر روی فرکانس غالب امواج سیار اثر می گذارد .

ب)هارمونیکها : هارمونیکها در شبکه قدرت اجتناب ناپذیر هستند . بهترین راه حذف آثار هارمونیکها بکارگیری روشهای حفاظتی ایمن نسبت به این اثرات است . حذف هارمونیکهای فرکانس پایین بویژه هارمونیک سوم با فرایند فیلتر کردن ، منجر به افزایش زمان عملکرد می گردد .

پ) انحرافات نمایی : این سیگنالها در پاسخ واقعی به یک خطا بوجود می آیند و یا می توانند در مبدلهای مانند مبدلهای جریان و ولتاژ (CVT) القا شوند . در این حالت بهتر است که تمامی انحرافات نمایی ناشی از هر عامل ممکن ، بطور جدی حذف گردند . این مساله ، استفاده از فیلترهای دیجیتال که قادر به حذف DC هستند را توجیه می کند .

۲-۱۳ملاحظات مرتبط با زمان واقعی

ظرفیت پردازش ، در میزان پردازش سیگنال دیجیتال که رله می تواند انجام دهد محدودیت می آفریند . حتی با استفاده از پردازشگرهای سریع ، مشکلات می توانند بوجود آیند . در زمان بین دو نمونه برداری رله باید تمامی سیگنالهای اندازه گیری شده را فیلتر نماید ، برنامه حفاظتی را اجرا کند و در مورد خطا اتخاذ تصمیم نماید . به عنوان مثال ، به ازای فرکانس نمونه برداری ۴ KHz ، رله دیجیتال به میزان $\frac{1}{4000}$ = ۲۵۰ sμ فرصت دارد تا تمامی این وظایف را به انجام رساند. این زمان در دسترس را زمان واقعی می نامند . به وضوح پیداست که اگر حفاظت دیجیتال نتواند تمامی امور را در خلال زمان واقعی موجود به انجام رساند ، عملکرد درستی نخواهد داشت . یک روش برای افزایش زمان موجود برای پردازش حفاظتی ، کاهش فرکانس نمونه برداری است . اما با کاهش فرکانس نمونه برداری ، ناحیه عبور لازم برای فیلترهای آنالوگ ضد تشابهی نیز کاهش می یابد و در نتیجه ، چون قطع فرکانسی تیزتری نیاز خواهد بود ، تاخیر گروهی این فیلترها افزایش خواهد یافت . در واقع ، کل فرایند فیلتر نمودن رله ، از مدار دیجیتال به مدار آنالوگ منتقل می شود . از آنجایی که از نظر تاخیر گروهی ، فیلترهای دیجیتال نسبت به انواع آنالوگ کارآیی بیشتری دارند تاثیر اصلی کاهش فرکانس نمونه برداری ، در افزایش زمان عملکرد رله مشاهده می گردد . توجه شود که رله های فوق سریع ، به عنوان یک قانون ، طبق یک اصل فرایند نمونه برداری را با فرکانس های بالا انجام می دهند . بدین ترتیب استفاده از فیلترهای ضد تشابهی ابتدایی و ساده، که تاخیر گروهی کوتاه مدتی دارند ، مجاز خواهد بود

روش پرطرفدار برای حل مسائل زمان واقعی ، افزایش ظرفیت پردازش با تعبیه بیش از یک پردازشگر یا افزایش سرعت آن است . یک رله مافوق سریع دیجیتال متداول ، سه پردازشگر دارد . بدین ترتیب که دو پردازشگر سیگنال ، جهت اکتساب اطلاعات ، فیلتر کردن دیجیتال و اجرای برنامه حفاظتی و یک ریزپردازنده متداول تر برای اجرای منطق طرح شامل نظارت بر اجزای رله ، ارتباط با سایر رله ها ، قطع اضطراری و تولید وقفه های زمانی در موقع مناسب ، در نظر گرفته می شوند . روش دیگری که زمان واقعی را افزایش می دهد اما روی ملاحظات سخت افزاری بی تاثیر است ، اجرای نمونه برداری و فیلتر کردن دیجیتال با فرکانس عادی اما اجرای برنامه حفاظتی با نصف فرکانس نمونه برداری می باشد . بدین ترتیب ، زمان موجود در دسترس افزایش می یابد اما زمان عملکرد ، تنها به اندازه دوره زمانی نمونه برداری به تاخیر می افتد .

۲-۱۴ فرایند ارتباط در رله های دیجیتال

ارتباط با یک رله به سه علت الزامی است ؛ اولا این امکان برای تنظیم رله برنامه ریزی شونده بایستی وجود داشته باشد ، ثانیا رله های حفاظتی نوع واحد با جفتهای مکمل خودشان بایستی ارتباط داشته باشند، و ثالثا رله بایستی سیگنالهای تریپ و هشدار را در شرایط وجود خطا و غیر عادی سیستم ارسال نماید. برخلاف رله های الکترومکانیکی و استاتیکی ، رله های دیجیتال کلیدهای کنترل لازم برای تنظیم را روی بدنه یا کمتر دارند ، یا اصلا ندارند . تنظیم آنها معمولا همراه با برنامه رله صورت می گیرد و به صورت نرم افزاری به رله داده می شود . بنابراین شکلهایی از تبادل اطلاعات برای کاربر جهت ارتباط با رله لازم می شود . این شکل از ارتباط معمولا در دو سطح انجام می گیرد . اولا رله های فعلی عموما دارای نمایشگرهای کریستال مایع (LCD) و کلید های مربوطه در صفحه جلویی خود هستند . برای ورود کردن تنظیمها به وسیله کلیدها و نمایشگر ، کاربر با به کارگیری صفحه کلید اطلاعات را از روی نمایشگر خوانده و آنها را به مقادیر مورد نظر تغییر می دهد . دقت شود که برخی رله ها از ضرایب k برای مشخص کردن تنظیم ها استفاده نمی کنند و به جای آنها مقادیر واقعی مانند مقادیر امپدانسها به کار برده می شوند . اما

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

سازنده هایی که از ضرایب k استفاده می کنند کاربر را با برنامه هایی برای اجرا بر روی رایانه های شخصی که به راحتی محاسبه ضرایب k را ممکن می سازند ، پشتیبانی می کنند . ثانیا یک واحد نمایشگر قابل دید (VDU) ممکن است که به رله از طریق یک ارتباط سری وصل شود . این امکان در پست یا بطور موضعی و یا به صورت کنترل از راه دور تعبیه می شود ، اگر خط ارتباط سری بتواند به یک مودم وصل شود که امکان انتقال اطلاعات سری را ، مثل یک خط تلفن ، داشته باشد . بنابراین ممکن است شماره یک رله و تنظیم های آن را از مرکز کنترل تلفنی تغییر داد . ارتباط از طریق واحد نمایشگر یا مانیتور شبیه به LCD و کلید ها است ، به غیر از آنکه واحد نمایشگر و صفحه کلید به کار برده می شوند . دقت شود که مشخصات قراردادها برای انتقال سری بسیار مختلف هستند ، بسیاری از آنها شبیه قرار داد RS232 می باشند .

رله های نوع واحد ، مثل رله های تفاضلی دیجیتال ، به صورت دیجیتال با قسمتهای دیگر خود از طریق سری ارتباط برقرار می نمایند . بعضی از آنها برای ارتباط از محیط های ارتباطی معمولی ، مثل کانالهای ارتباطی فرکانس گفتار ، استفاده می نمایند . بقیه از یک سیستم کامل دیجیتالی با مدولاسیون کد پالس (PCM) با ظرفیت ۶۴ کیلو بیت بر ثانیه استفاده می کنند . عموما ارتباط دیجیتالی به خاطر امکان آشکار سازی خطا در هنگام انتقال و تا حدی تصحیح خطا ، بر ارتباط آنالوگ برتری دارد . مدار لازم برای ارتباط دیجیتالی در داخل رله دیجیتال مجتمع شده و توسط ریزپردازنده کنترل می شود .

رله های دیجیتالی به روشهائی برای صدور سیگنالهای تریپ و هشدار نیاز دارند . از آنجا که این سیگنالها اساسا دو دویی (باینری) هستند ، دیکود کردن بخشی از فضای آدرس ریزپردازنده برای این استفاده ، نسبتا آسان است . علیرغم پیشرفت فناوری حاصل شده در یک رله دیجیتالی ، معمولا سیگنالهای تریپ و هشدار از طریق رله های الکترومکانیکی نوع رید به دنیای بیرون ارسال می گردند .

۲-۱۵ بررسی اثر تداخل الکترومغناطیسی بررله های دیجیتال

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

پستهای فشار قوی و نیروگاه ها به خاطر نزدیکی به خطوط انتقال ، جداسازها و مدار شکنها، محیطی با نویز الکترومغناطیسی مخرب برای رله های حفاظتی دیجیتال می باشند . در شرایط خطا و یا کلید زنی لازم است که نویزهای بیرونی نتوانند به رله نفوذ کنند و از عملکرد عادی رله جلوگیری نمایند. اغتشاشات در این حالت در کلاس تداخل الکترومغناطیسی (EMI) قرار می گیرند. دو عامل اصلی برای ایجاد تداخل الکترومغناطیسی وجود دارند:

- **عامل اول** :در نتیجه عملیات کلید زنی و موجهای ضربه خط بوجود می آید که ممکن است به داخل سیگنالهای ولتاژ پائین ورودی رله القا شوند
- **عامل دوم:** در اثر منابع خارجی تولید اغتشاشات الکترومغناطیسی ، همچون برخورد صاعقه به سیستم قدرت و نویزهای تداخل رادئویی می باشد .

باید تاکید شود که به علت سرعت زیاد عملیاتی ریزپردازنده ، رله های دیجیتال مخصوصا مستعد تاثیرات تداخل الکترومغناطیسی هستند . بنابراین از قابلیت سازگاری الکترومغناطیسی (EMC) رله دیجیتال با محیطش بایستی اطمینان حاصل گردد .برای اطمینان از اینکه رله های دیجیتالی سازگاری الکترومغناطیسی را برآورده می نمایند ، یک سری تدابیر در نظر گرفته شده اند . این تدابیر شامل پوشش تمام بدنه رله های الکترونیکی با یک فلز و ایزولاسیون تمام اتصالات رله به صورت گالوانیزه است . رله ها بر مبنای مشخصات ارائه شده توسط استاندارد IEC ، برای اطمینان مصرف کننده از کنترل کیفی آنها ، به صورت فزاینده ای تست می شوند . قابل ذکر است که رله های الکترومکانیکی به مقدار زیادی از تاثیرات تداخل الکترومغناطیسی مصون هستند و بکارگیری فناوری دیجیتال در محیط پستهای فشار قوی ، نیروگاهها و مراکز صنعتی علاوه بر فواید آن مسائلی را نیز به وجود آورده است .

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۲-۱۶ تست رله های دیجیتال

۲-۱۶-۱ مقدمه ای بر تست دیجیتال

پیدایش فناوری دیجیتال نه فقط رله های حفاظتی پیشرفته ای را تولید نموده است . بلکه همچنین استفاده از وسایل تست واقعی تر را نیز امکانپذیر ساخته است . بخصوص اینکه رله های دیجیتال ، که عموما عملکرد بهتری را تحت شرایط شکل موجهای با اعوجاج نسبت به رله های معمولی دارند ، تحت شرایط واقعی تست می شوند . برتری دستگاههای تست رله مبتنی برمیکروپروسسور شامل گسترده تر بودن پهنای باند سیگنالهای حاصل از خطا در رله ها ، تنوع ساختار سیستم قدرت و تست خودکار است .

۲-۱۶-۲ دستگاه میکروپروسسوری تست کننده رله های دیجیتال

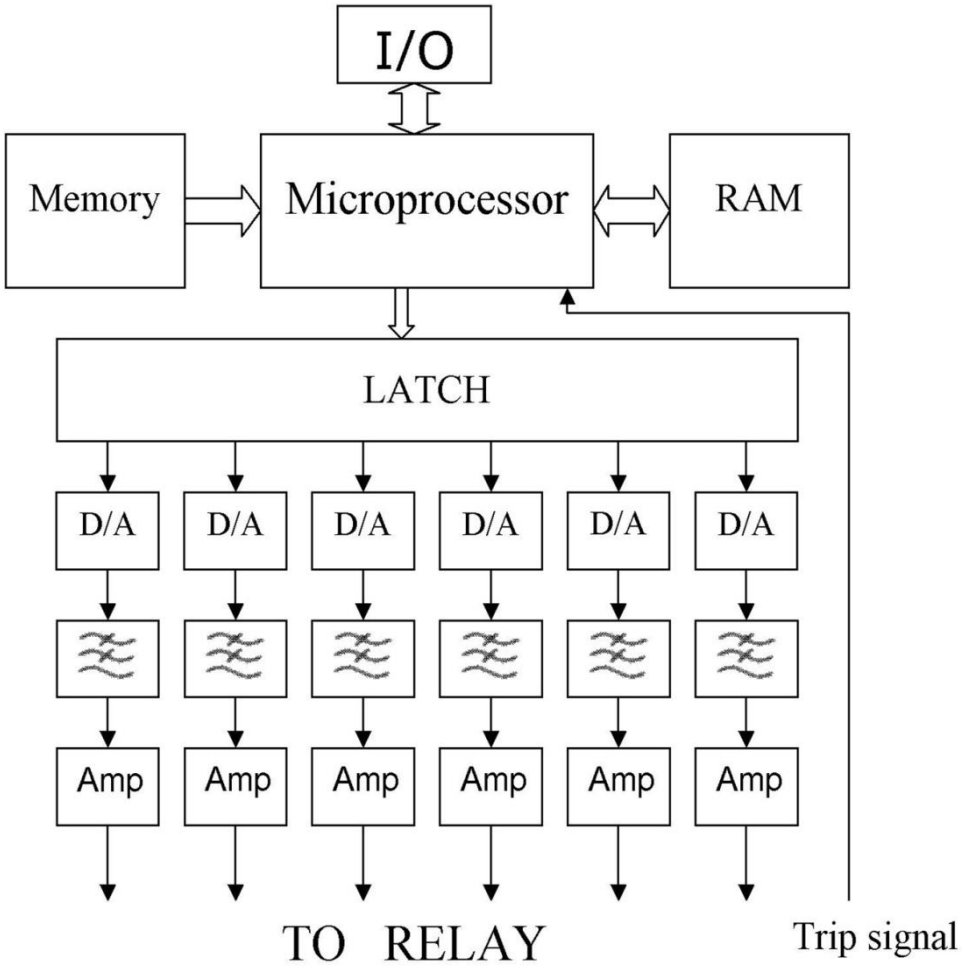
طرح عمومی یک دستگاه تست میکروپروسسوری رله در شکل ۲-۱۳نشان داده شده است . داده های مربوط خطای سیستم قدرت که قبلا محاسبه شده است به یک مبدل دیجیتال به آنالوگ (DAC) فرستاده می شود که به تقویت کننده های مناسب ولتاژ و جریان که قادر به تهیه سطوح واقعی ورودی رله می باشند، متصل شده اند . داده های شبیه سازی سری زمانی بر روی دیسک سیستم ذخیره می شوند . یک شبیه سازی خطا با دقت بالا به نرم افزار پیچیده ای نیاز دارد که معمولا روی رایانه اجرا می شود و سپس به دستگاه تست کننده توسط دیسک ،پورت سریال و... منتقل می شود . وظیفه پردازشگر دستگاه تست، انتقال داده از دیسک به DAC ها در فرکانس نمونه برداری مورد نیاز می باشد . از آنجا که فرکانسهای نمونه برداری می توانند به بالاتر از ۱۲ کیلو هرتز نیز برسند معمولا داده های شبیه سازی ابتدا به حافظه پردازشگر (RAM) و سپس به DAC ها انتقال داده می شوند تا بر مشکل محدودیت سرعت دسترسی

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

پایین درایوهای دیسک غلبه کنند . طول کلمه DAC ها باید حداقل برابر باشند ، ولی ترجیحا باید بزرگتر از طول کلمه مبدل آنالوگ به دیجیتال بکار رفته در رله تحت تست باشد . DAC های موجود در چنین دستگاههای تست رله طول کلمه ای برابر ۱۶ بیت دارند . وظیفه مهم دیگر برای ریزپردازنده تبدیل نمونه های داده ، که معمولا به صورت عددهای با ممیز شناور می باشند ، به مقادیر ۱۶ بیتی مناسب برایDAC هاست . قبل از هر یک ازDAC ها یک قفل(LATCH) ، یعنی ذخیره ساده یک کلمه ای ، وجود دارد . این مورد برای اطمینان از این است که همه خروجی های DAC از یک نمونه به نمونه بعدی دقیقا در یک لحظه تغییر می کنند. پردازنده ، هر قفل را با داده مربوطه بارگیری می کند و سپس به همهDAC ها دستور می دهد که به طور همزمان با استفاده از دستور خط CONVERT مشترک تبدیل مورد نظر را انجام دهند. یک فیلتر پایین گذر بعد از DAC قرار داده می شود تا پله های موجود در موج آنالوگ را ، که بر اثر تغییرات از یک نمونه به نمونه دیگر است، حذف کند . این فیلتر در اساس شبیه به فیلتر ضد تشابهی استفاده شده در واحد ورودی رله دیجیتال، که قبلا توضیح داده شده است ، عمل می کند . فیلتر دارای پهنای باند گذاری از dc تا نصف فرکانس نمونه برداری خروجی می باشد .

آخرین مرحله از دستگاه تست ، تقویت کننده خروجی است . تقویت کننده های ولتاژ، یک ولتاژ خروجی بطور نمونه ۱۱۰ ولت می دهند . تقویت کننده های جریان ، که به عبارت دیگر تقویت کننده های عبور هدایت هستند ، زیرا ورودی DAC یک ولتاژ و خروجی تقویت کننده یک جریان است ، قادرند پیک

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



WikiPower.ir

شکل ۲-۱۶-۲ ساختار دستگاه میکروپروسسوری تست کننده رله های دیجیتال

جریان در سطح ۱۰۰ آمپری تولید کنند . دستگاه تست نشان داده شده در شکل، شش کانال خروجی دارد، سه تا برای ولتاژ و سه تا برای جریان و بنابراین قادر است رله حفاظت دیستانس را تست کند . هر چند با اضافه کردن کانالهای بیشتر و تقویت کننده های مختلف می تواند هر رله ای را تست کند . به عنوان مثال با تبدیل سه تقویت کننده ولتاژ به تقویت کننده جریان خواهد توانست رله تفاضلی دو سر را تست نماید. علاوه بر سیگنالهای خروجی به رله ، یک سیگنال ورودی برای دستگاه تست بکار می رود تا کنتاکتهای رله تریپ را ثبت کند . این مورد به دستگاه تست اجازه می دهد که زمان عملکرد رله را به دقت

نظارت کند .یک واسط کاربر در دستگاه تست گذاشته شده است که معمولا به شکل یک صفحه نمایش و یک صفحه کلید می باشد . این تجهیزات تست رله علاوه بر این قادرند با داده های گرفته شده از سیستم واقعی توسط یک ثبات خطای دیجیتال رله ها را تست کنند

۲-۱۷- رله های اضافه جریان دیجیتال و کاربرد آن

مقدمه

رله های اضافه جریان ساده ترین انواع رله هستند که قابلیت ساخته شدن با مفاهیم دیجیتال را دارا می باشند. مزایای اصلی رله های اضافه جریان دیجیتال در قیمت کمتر و توانائی تهیه همه منحنی های مشخصه عملکرد در یک محصول است که مشخصه مورد نظر به راحتی با کلیدهای صفحه جلوی رله قابل دستیابی است . بروزاشباع در ترانسفورماتورهای جریان و عدم تغذیه و تحریک رله های حفاظتی در ردیف مشکلات اصلی حفاظتی در نیروگاهها و پستهای فشار قوی محسوب می شوند.در سالهای اخیر با توجه به تبدیل رله های حفاظتی از نوع آنالوگ به دیجیتال، امکان هوشمند کردن رله ها در قبال بروز اشباع در ترانسفورماتورهای جریان و کار مطمئن رله ها فراهم شده است. با هوشمند نمودن رله های حفاظتی به منظور مقابله با اشباع ترانسفورماتورهای جریان و جلوگیری از تاثیر اشباع در کار مرتب و مطمئن رله های حفاظتی، بسیاری از مشکلات حفاظتی رفع گردیده است.

در فصل حاضر روش هوشمند نمودن رله های اضافه جریان در قبال اشباع ترانسفورماتورهای جریان و عدم کار رله های حفاظتی مورد بررسی قرار می گیرد. همچنین ساختار رله های اضافه جریان و اضافه باردیجیتال ، انواع کاربرد این رله ها، ساختمان رله های اضافه جریان نوع میکروپروسسوری و هوشمند، و عملکرد رله های اضافه جریان میکروپروسسوری به همراه نمودارهای مربوطه ارائه می شود.

a)سخت افزار رله اضافه جریان دیجیتال

در رابطه با سخت افزار یک رله اضافه جریان دیجیتال ، می توان گفت که طرح کلی لزوما همان فرم کلی اشاره شده در فصل قبل را داراست ، جز اینکه نکات زیر در نظر گرفته شده اند :

الف) معمولا فقط یک جریان ورودی برای هر رله در نظر گرفته می شود .

ب) نیازهای پردازشی رله اضافه جریان کمتر از انواع دیگر رله های دیجیتال، می باشد .

ج) به خاطر شرایط ذکر شده بالا ، تجمع عناصر کسب اطلاعات و ریزپردازنده در یک تراشه ودر نتیجه کاهش اندازه برد مدار چاپی در رله قابل تحقیق است .

د) برخی از بردها از یکسو ساز پل برای جریان ورودی به رله برای پرهیز از استفاده از مبدلهای دو قطبی آنالوگ به دیجیتال استفاده می کنند .

b-عملکرد رله های اضافه جریان دیجیتال

در این بخش عملکرد یک نمونه رله اضافه جریان دیجیتال توصیف خواهد شد . سیگنالهای ورودی به رله اضافه جریان دیجیتال به صورت جریان است که این جریان ابتدا در داخل رله یکسو شده و سپس با عبور از یک شبکه مقاومتی که توسط یک کلید در جلوی رله قابل تنظیم است ، تبدیل به ولتاژهای متناسب با جریان ورودی به رله می شود . این کلید معادل پین ضریب تنظیم در رله های جریان زیاد الکترومکانیکی است و مقیاسی از جریان ورودی را بوجود می آورد . مقیاس مزبور چنان است که صرفنظر از مقدار تنظیم جریانی ، جریان ورودی در سطح تنظیم ، همان ولتاژ داخلی را در رله تولید خواهد کرد . این ولتاژ توسط یک مبدل آنالوگ به دیجیتال به شکل دیجیتالی در خواهد آمد . سپس نمونه های پشت سر هم برای پیدا کردن مقادیر پیک موج سینوسی یکسو شده ، مقایسه می شوند . مقادیر پیک در ثباتهای پیک داخل ریزپردازنده ذخیره می شوند ، چهار عدد ثبات پیک برای ذخیره چهار مقدار پیک اخیر بکار برده می شوند. هر بار که یک مقدار پیک جدید اضافه می شود ، همه ثباتهای پیک برای پیدا کردن بالاترین مقدار پیک در میان چهار پیک اخیر مقایسه می شوند . بالاترین مقدار پیک ، به جدول مرجع رجوع داده

می شود (جدول مرجع یک جدول از ضرایب ذخیره شده در حافظه می باشد) که تولید یک عدد افزایشی را می نماید .مقدار افزایش وابسته به بالاترین مقدار پیک است .

به علاوه یک زمان سنج و یک شمارنده برای شمارش تعداد دوره های تناوب ۲ /۳ میلی ثانیه ای بین پیکها بکار برده می شود . وقتی که یک پیک آشکار شود ، شمارنده صفر می شود و شروع به شمارش از صفر می کند . سپس تعداد شمارش های ۲ /۳ میلی ثانیه ای در عدد افزایش ضرب می شود تا تشکیل یک مقداری که به ثبات زمان تریپ اضافه می شود را بدهد . این فرایند که هرگاه یک مقدار پیک آشکار شود نیز روی می دهد . اگر مقدار ثبات زمان تریپ از یک مقدار k تجاوز کرد ، آنگاه رله فرمان تریپ را خواهد داد . مقدار k عملا همان مقدار ضریب تنظیم زمانی است . مشخصه مورد نظر رله ، مثلا کاهشی ، خیلی کاهشی ، آنی و یا غیره ، توسط جدول افزایشی که تنظیم عدد افزایش را به عهده دارد ، بدست می آید . با استفاده از این روش تمام انواع مشخصه های اضافه جریان می توانند بدست آیند.

c-مهم ترین کاربردهای رله های اضافه جریان و اضافه بار دیجیتال

۱- حفاظت موتورهای الکتریکی در واحدهای تولیدی و صنعتی

۲- حفاظت موتور تغذیه دیگ Boiler Feed pump (BFP) در نیروگاهها

۳- حفاظت موتور پمپ برج خنک کن Cooling Water pump (CWP) در نیروگاهها

۴- حفاظت موتور پمپ گردش آب کندانسر و موتور فن ها و دودکشها در نیروگاهها

۵- حفاظت درفیدرهای خروجی

۶- حفاظت درشبکه مصرف داخلی نیروگاهها و پستهای فشار قوی

d-مشکلات رله های اضافه جریان

طبق دستور العمل های ارائه شده در کلیه استانداردها لازم است احتمال اشباع ترانسفورماتورهای جریان تحت تاثیر جریانهای عیب در کلیه مدارهای حفاظتی در نظر گرفته شود ، طبق دستور العمل های فوق ، با انتخاب رله های حفاظتی و اتصال آنان به هسته حفاظت ترانسفورماتورهای جریان ، لازم است مقاومت اهمی مدار حفاظتی مقدار مناسب را کمتر از مقاومت اهمی قابل قبول ترانسفورماتور جریان با مواجه به مشخصات جریان عیب ، موسوم به Burden دارا باشد ، آن چنانکه احتمال اشباع در قبال جریانهای عیب مولفه DC آن موجود نباشد .

محاسبات به عمل آمده نشان می دهند مشخصات جریانهای عیب به ویژه در نیروگاه ها شامل دامنه و نسبت بالای $\frac{X}{R}$ مولفه DC ، مقاومت قابل تحمل ناچیز را عرضه ساخته، لذا جلوگیری از بروز اشباع در

ترانسفوماتورهای جریان در نیروگاه ها و پست های فشار قوی را در قبال عیوب فاز طبق دستور العمل فوق غیر ممکن خواهد بود. بروز اشباع در کلیه ترانسفورماتورهای جریان در نیروگاه ها و پست های فشار قوی، شامل ترانسفورماتورهای جریان نصب شده در محل ژنراتور ، در ترانسفورماتور واحد ، در ترانسفورماتورهای کمکی ، در ترانسفورماتورهای توزیع داخلی ، فیدرهای توزیع مصرف داخلی موتورهای فشار قوی مشاهده می شود . در شبکه مصرف داخلی و تجهیزات جنبی نیروگاهها ، رله حفاظتی اصل را رله های اضافه جریان تشکیل داده، از اهمیت فوق العاده برخوردار می باشد . در حالی که اشباع هر یک از ترانسفورماتورهای جریان در تجهیزات فوق در قبال برقراری جریانهای عیب ، مانع از کار رله و لذا منجر به کار رله های Back-up وSD ژنراتور می شود .شرط انتخاب ترانسفورماتورهای جریان به منظور جلوگیری از اشباع در قبال برقراری جریانهای عیب، تامین امپدانس بار مناسب یا Z_{Burdan} با توجه به مشخصات جریان عیب و نوع ترانسفورماتور جریان می باشد .

در استاندارد ANSI شرط تعیین امپدانس بار یا Burdan به منظور جلوگیری از اشباع ترانسفورماتورهای جریان در قبال برقراری جریانهای عیب به شرح زیر تعیین شده است .

برای دریافت فایل wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

$$Z^*_N I_B^* \left(1+\frac{X}{R}\right) \le 20$$

Z^*_N- امپدانس بار ترانسفورماتور جریان بر حسب .up. نسبت به امپدانس بار اسمی ترانسفورماتور.

I_B^* - جریان عیب حداکثر برقرار شده نسبت به جریان اسمی اولیه ترانسفورماتور بر حسب.p.u.

$\frac{X}{R}$ - ثابت مولفه DC جریان عیب .

ضریب $\frac{X}{R}$ ثابت مولفه DC جریان عیب را نشان می دهد . اشباع تحت تاثیر مولفهDC با عبارت $1+\frac{X}{R}$ نشان داده شده به عنوان DC seturation موسوم می باشد . بالا بودن دامنه جریان عیب عامل دیگر اشباع را مشخص می نماید .در صورت بالا بودن مولفه DC و محدود بودن مقدارI ، اشباع تحت تاثیر مولفه DC و برعکس در صورت بالا بودن مقدارI و ناچیز بودن نسبت $\frac{X}{R}$ ، اشباع تحت تاثیر مولفه AC و یا ممکن است اشباع تحت تاثیر هر دو عامل روی دهد . در نیروگاهها هر دو عبارت دامنه جریان و ثابت زمانی $\frac{X}{R}$ قابل ملاحظه بوده اشباع با توجه به مولفه AC و DC روی داده ، عبارت به عنوان ولتاژ طرف ثانویه در قبال برقراری جریان عیب به میزان ملاحظه پیش از ولتاژ اشباع طبق منحنی مغناطیس کننده آن می باشد .

طبق منحنی مغناطیس کننده ترانسفورماتورها ، برای ترانسفورماتورهای جریان با نسبتهای تبدیل متفاوت ، ولتاژ اشباع با افزایش نسبت تبدیل فزونی می یابد . بر طبق منحنی های فوق در ترانسفورماتورهای جریان با نسبتهای تبدیل پایین ، ولتاژ اشباع تبدیل محدود بوده از ولتاژ اشباع یا ولتاژ نقطه زانویی در منحنی های مربوط به ترانسفورماتورها با نسبت تبدیل بالا کمتر می باشد . به طوری که در ترانسفورماتورها با نسبت تبدیل پایین ، شرایط بروز اشباع قبل از ترانسفورماتورهای جریان با نسبت تبدیل بالا فراهم می شود . به عنوان مثال در ترانسفورماتورها احتمال اشباع ترانسفورماتورهای جریان در طرف فشار قوی با

نسبت تبدیل کمتر پیش از احتمال اشباع ترانسفورماتورهای جریان در طرف فشار ضعیف با نسبت تبدیل بالا می باشد .

برای ترانسفورماتورهای جریان تغذیه رله های اضافه جریان با احتمال بالا در بروز اشباع، دستورالعمل مشخص موجود نبوده ، پیش بینی خاص در ساختمان رله و یا راه حل مناسب در نصب ترانسفورماتورهای جریان در نظر گرفته نشده است . در رابطه ۳-۱ مقدار جریان عیب در مقایسه با جریان اولیه اسمی ترانسفورماتور جریان در کلیه استانداردها تا ۲۰ برابر به ازای $\frac{X}{R}=0$ تعیین شده است . در حالی که در نیروگاهها دامنه جریانهای عیب تا حدود ۲۰۰ – ۱۰۰ برابر جریان اسمی بار و نسبت $\frac{X}{R}$ نیز قابل ملاحظه بوده ، اشباع ترانسفورماتورهای جریان روی داده ، در قبال برقراری جریانهای عیب ، جریان در مدار ثانویه و در رله برقرار نخواهد شد .

بدین ترتیب امکان کار رله و تشخیص عیب موجود نخواهد بود .به عنوان مثال در مدار ثانویه ترانسفورماتور جریان نوع C– ۲۰۰ نصب شده در نیروگاه در قبال جریانهای عیب معمول نیروگاه با مقدار ۴۰- ۳۰ و نسبت حداقل : $\frac{X}{R}=20$ یا T=۷۰ms ، امپدانس بار مجاز یا Z_{Burden} با استفاده از رابطه ۳-۱برآورده می شود (جریان اولیه اسمی ترانسفورماتور جریان ۳۰۰A می باشد .)

$$I^{*}=\frac{I_{sc}}{I_{1}}=\frac{3000}{300}=100$$

$$I^{*}Z^{*}_{B}\left(1+\frac{X}{R}\right)\le 20\rightarrow 100(1+20)XZ^{*}_{B}\le 20$$

لذا :

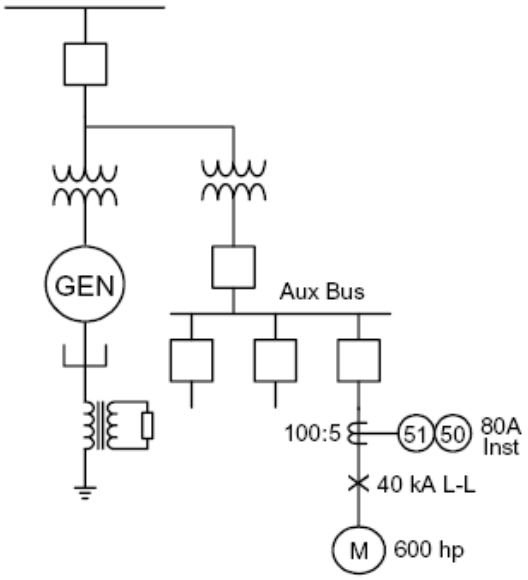
$$Z^{*}_{B}=\frac{1}{100}=0/01$$

برای ترانس جریان نوع ۲۰۰ - C مقاومت اهمی استاندارد ۲ Ω بوده ، مقاومت ثانویه مجاز Z_{Burden} خواهد بود .

$$Z_{Burden} = ۰/۰1 \times 2 = ۰/۰ 2^{\Omega}$$

چنانکه دیده می شود ، تامین مقاومت بار CT به میزان ناچیز $۰/۰ 2^{\Omega}$ به منظور جلوگیری از اشباع در قبال جریانها با ثبات $\frac{X}{R} \geq 20$ غیر ممکن می باشد . به طور معمول رله اضافه جریان لحظه ای تغذیه شده از ترانسفورماتور جریان مورد اشاره در مقدار ۵۰-۸۰A تنظیم می شود . در شکل ۳-۱ رله اضافه جریان محافظت موتور پمپ به قدرت ۶۰۰H.P تغذیه شده از ترانسفورماتور جریان ۱۰۰/۵ ، نوع ۵۰ - C نشان داده شده است جریان اسمی تغذیه موتور ۱۳۵ A و جریان تنظیم رله در طرف ثانویه ۶/۷ A می باشد . جریان برقرار شده در هنگام قفل شدن یا Locked موتور ۸۰۰ A و جریان برقرار شده در مدار ثانویه ۴۰ A می باشد .

WikiPower.ir



شکل ۲-۱۷ بروز عیب در فیدر خروجی، ورله اضافه جریان محافظت موتور پمپ به قدرت $^{H.P}$۶۰۰ [4]

چنانکه دیده شد عدم کار رله های اضافه جریانهای عیب در شبکه مصرف داخلی در نیروگاهها از اهمیت فوق العاده برخوردار بوده ، ادامه برقراری جریانهای عیب با تحریک رله های حفاظتی ترانسفورماتور کمکی و رله های Back-up و SD (قطع) ژنراتور همراه خواهد بود . لذا رعایت پیش بینی های مناسب به منظور فراهم نمودن شرایط کاری رله و تشخیص عیب توسط رله های اضافه جریان در نیروگاهها ، علی رغم اشباع ها از اهمیت فوق العاده برخوردار می باشد .

در رله های اضافه جریان نوع دیجیتالی امکان جلوگیری از عدم کار رله در قبال اشباع CT ها ، از طریق انتخاب فیلترهای مناسب در مسیر تغذیه رله موجود می باشد . نوع مناسب رله های اضافه جریان نوع دیجیتالی و فیلترهای مربوطه با توجه به احتمال اشباع ترانسفورماتورهای جریان در ادامه مورد مطالعه قرار می گیرد .در ترانسفورماتورها نسبت تبدیل ترانسفورماتورهای جریان در طرف ولتاژ فشار ضعیف بیش از نسبت تبدیل ترانسفورماتورها در طرف فشار قوی می باشد . به منظور مقابله با اشباع ترانسفورماتور های جریان در طرف فشار قوی و جلوگیری از کار نابجای محافظت دیفرانسیل در قبال جریانهای عیب

برای دریافت فایل wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

Through Fault ، رله را به سیم پیچی مقاوم با تعداد دور محدود به میزان چند درصد تعداد دور سیم پیچی محرک مجهز بوده ، امکان جلوگیری از کار نابجای رله را میسر می نماید .

روش جلوگیری از اشباع ترانسفورماتورهای جریان عبارت از استفاده از ترانسفورماتورهای جریان واسطه ، انتخاب هادیها ی ارتباط ثانویه با مقاطع بالا ، استفاده از ترانسفورماتورهای جریان متعدد و متوالی به عنوان ترانسفورماتورهای جریان زنجیره ای یا Cascade می باشد .

e-شرط انتخاب ترانسفورماتورهای جریان به منظور تغذیه رله میکروپروسسوری

جلوگیری از اشباع ترانسفورماتور جریان با برآورد ولتاژ اشباع CT امکان پذیر می باشد ، ولتاژ اشباع طبق دستورالعمل ANSI به شرح رابطه ۳-۲ محاسبه می شود . کار رله های اضافه جریان در صورت انتخاب ترانسفورماتور جریان نوع ۴۰۰ -c، با نسبت ۵ /۰ امکان پذیر می باشد . لذا شرط عدم اشباع ، به منظور استفاده از ترانسفورماتور جریان از نوع فوق تعیین می شود . رابطه کلی عدم اشباع عبارت است از :

$$V_s \geq \left(1+\frac{X}{R}\right) I^*_f Z^*_b$$

جریان I_f^* عبارت است از :

$$I^*_f = \frac{I_{\max sc}}{CT_{Rat}} = \frac{40000}{400} = 100$$

برای ترانسفورماتور جریان نوع ۴۰۰ –c امپدانس اسمی استاندارد بار ، 4^{Ω} بود ، با توجه به امپدانس رله و هادیها به میزان 5^{Ω} / . امپدانس بار برحسب p.u. خواهد بود :

$$Z^*_b = \frac{Z_{burden}}{Z_{Std}} = \frac{\circ/5}{4} = \circ/125^{p.u.}$$

به ازای $\frac{X}{R} = 20$ رابطه ۳-۲ خواهد بود :

$$V_s \geq (1+20)\times 100 \times \circ/125 = 262/5^*$$

بنابراین شرط انتخاب ترانسفورماتور جریان ، به منظور تغذیه رله میکروپروسسوری عبارت است از :

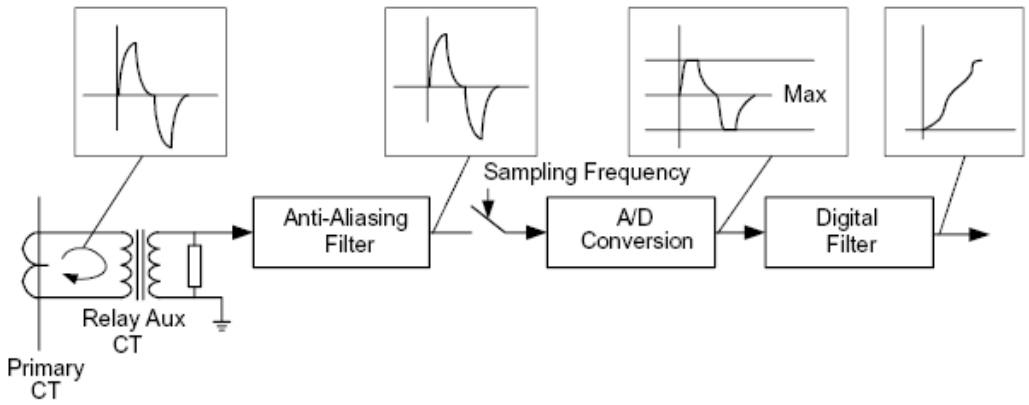
$$I^*_f Z^*_b \left(1+\frac{X}{R}\right) \le 262/5$$

حداکثر جریان عیب قابل قبول برای رله اضافه جریان با تنظیم ^{A} ۸۰ ، آن چنانکه اشباع روی ندهد خواهد بود :

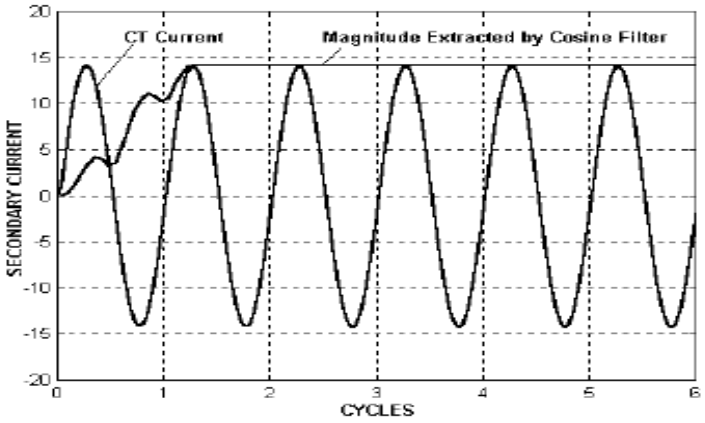
$$I_{max} = \frac{262/5}{1+\frac{X}{R}} . \frac{Z_{st}}{Z_B} . (CT)_{Rating}$$

f- ساختمان رله های اضافه جریان نوع میکروپروسسوری

در شکل ۲-۱۷-f مدار کار رله اضافه جریان نوع میکروپروسسوری ساده نشان داده شده است . جریان عیب منتقل شده به طرف ثانویه در مدار رله به کمیت دیجیتالی تغییر شکل می یابد . در شکل فوق در المان اول شامل ترانسفورماتور کمکی جریان ثانویه ترانسفورماتور جریان به ولتاژ تبدیل شده در المان دوم مجهز به فیلتر مناسب ، کلیه مولفه های فرکانس بالا از سیگنال ورودی حذف شده ، در المان سوم به کمیت دیجیتالی از نوع جریان ، شامل تعداد ۱۶ نمونه در سیکل تبدیل می شود .

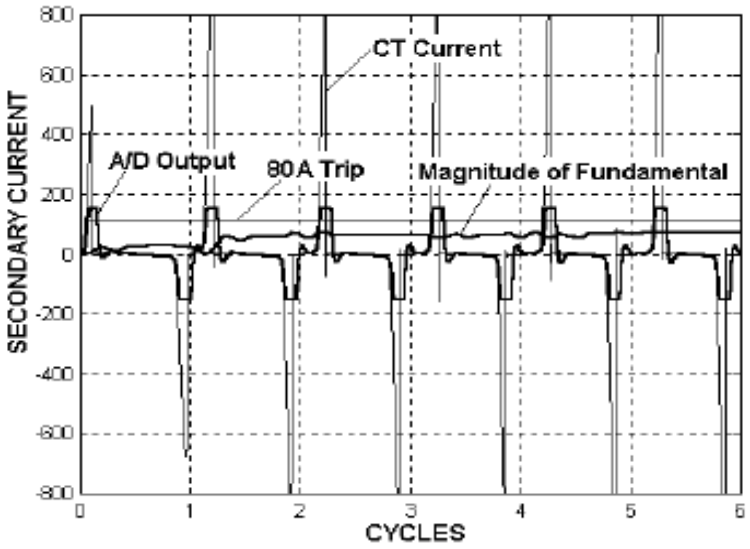


شکل۲-۱۷-f المان های مدار رله اضافه جریان نوع دیجیتالی ساده، وفیلترهای مربوطه[4]



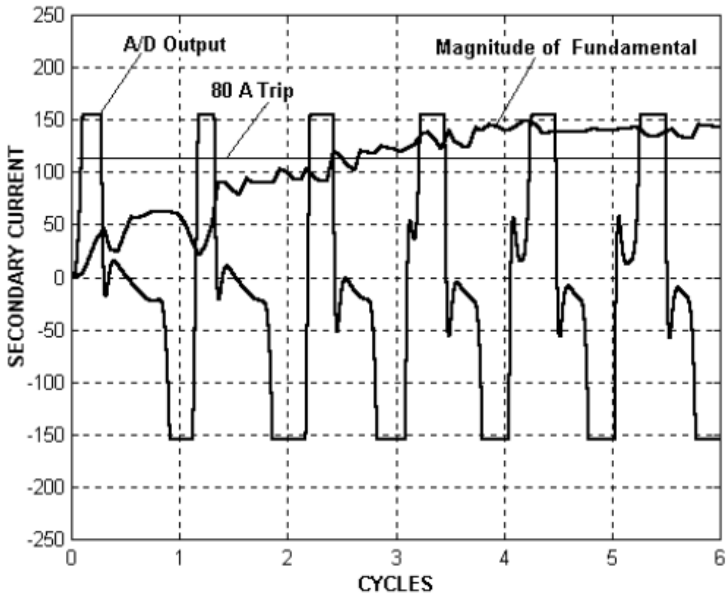
شکل ۲-۱۷-f1سیگنال تغذیه رله دیجیتال با استفاده از ترانسفورماتورهای جریان با جریان اسمی اولیه ۲۰A بدون اشباع CT[4]

وظیفه فیلتر دیجیتالی حذف کلیه مولفه های فرکانس بالا و تعیین مولفه اصلی می باشد، در شکل۲-۱۷-f1-نمونه منحنی جریان بار اولیه ۲۰۰A به صورت منحنی سینوسی کامل و پیک مولفه اصلی آن ، منطبق بر پیک منحنی سینوسی نشان داده شده است . به ازای جریان عیب ۴۰KA و ترانسفورماتور جریان ۵۰ –c با نسبت تبدیل ۱۰۰/۵ اشباع کامل روی داده ، منحنی جریان ثانویه به شکل امپولس های پریودیک و منحنی خروجی المان A/D با منحنی پررنگ نشان داده شده است (شکل۲-۱۷-f2) . در این حالت پیک مولفه اصلی در خروجی المان A/D علی رغم برقراری جریان عیب از مقدار تنظیم ۸۰A کمتر بوده ، رله عمل نکرده است .



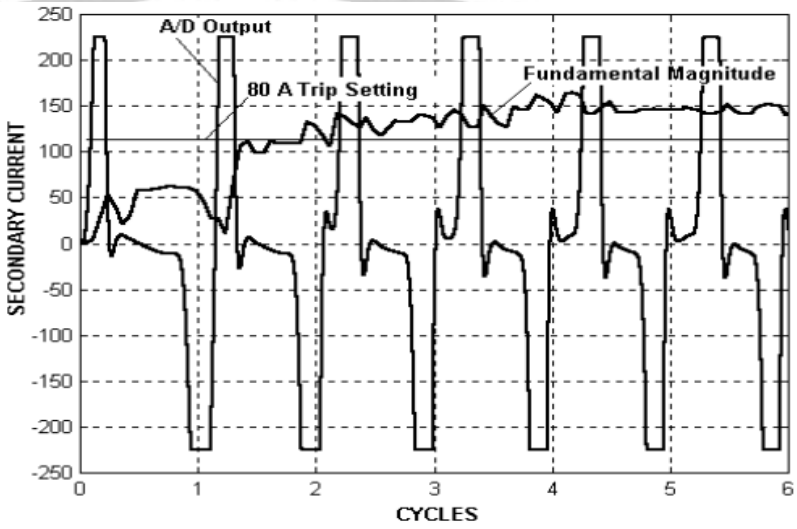
شکل۲-۱۷-f2سیگنال تغذیه رله اضافه جریان به ازایجریان عیب۴۰ KA و اشباع کامل CT[4]

در شکل۲-۱۷-f3 با انتخاب ترانسفورماتور جریان نوع ۲۰۰ –c با نسبت تبدیل ۲۰۰/۵ از میزان اشباع در قبال جریان ۴۰KA در حد وسیع کاسته شده ، امکان کار رله در فاصله زمانی نزدیک به ۲ سیکل فراهم شده است . با انتخاب ترانسفورماتور جریان ۴۰۰ –c با نسبت تبدیل ۴۰۰/۵ میزان اشباع ناچیز بوده ، پیک مولفه اصلی تا میزان کافی افزایش یافته ، رله در فاصله زمانی کمتر از ۲ سیکل عمل نموده است(شکل ۲-۱۷-f4)



شکل۲-۱۷-f4-سیگنال تغذیه رله اضافه جریان به ازای جریان عیبKA ۴۰ و اشباع CT به میزان ۶۰٪

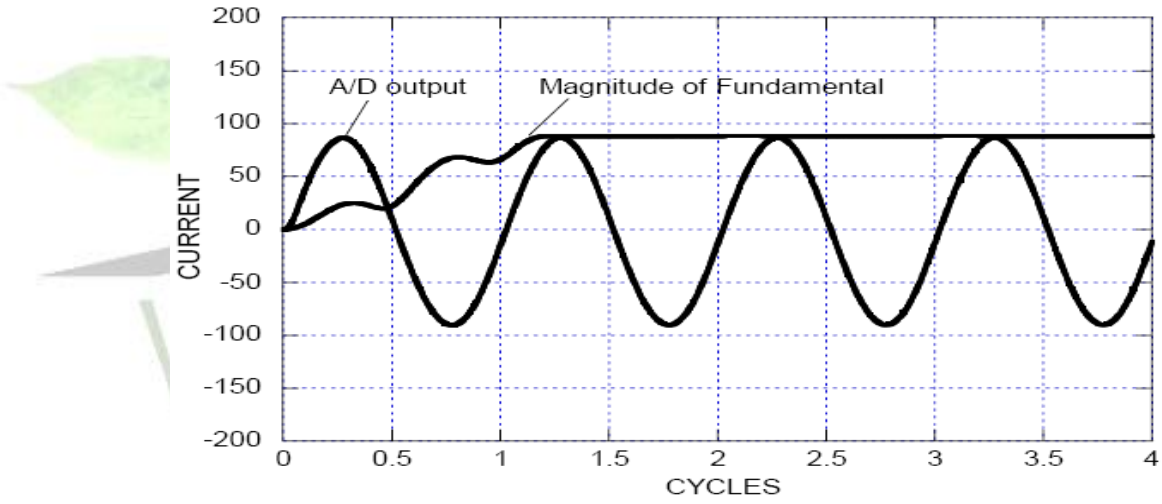
[4]



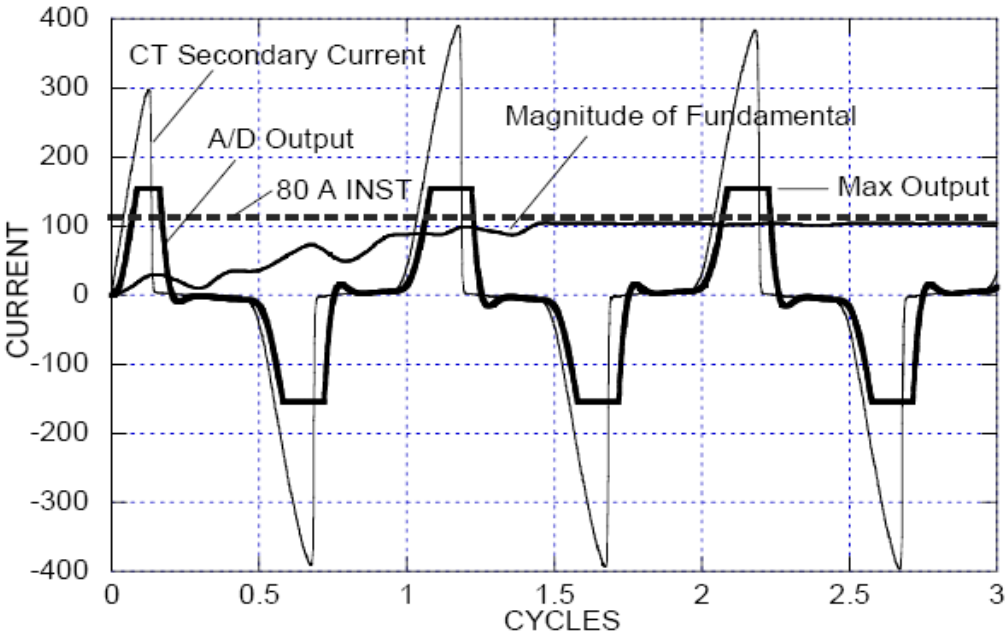
شکل۲-۱۷-f5-سیگنال تغذیه رله اضافه جریان به ازای جریان عیبKA ۴۰ و اشباع CT به میزان ۲۰٪

[4]

در نمونه دیگر در شکل ۲-۱۷-f6 پیک مولفه اصلی حاصل از جریان عیب ۱۰KA در طرف اولیه ترانسفورماتور جریان $800/5$ $c-50$ ارائه شده است . در حالی که در قبال جریان عیب۵۰ KA و بروز اشباع کامل CT ، منحنی جریان ثانویه و خروجی حاصل از آن توسط فیلترA/D در شکل ۳-۷ نشان داده شده است . چنانکه دیده می شود پیک حاصل از مولفه اصلی کمتر از مقدار تنظیم بوده ، لذا شرایط کار رله فراهم نشده است . هر قدر پیک جریان اولیه بیشتر باشد ، فاصله زمانی برقراری جریانهای امپولسی در ثانویه و خروجی A/D کمتر خواهد بود . به ازای ۲۰ برابر جریان ثانویه ، طبق استاندارد ، پیک جریان تا ۱۵۰آمپر بدون بروز اشباع افزایش می یابد .



شکل ۲-۱۷-f6-منحنی جریان ثانویه خروجی المانA/D با جریانKA ۱۰ [5]



-شکل ۲-۱۷-f7منحنی جریان ثانویه خروجی المانA/D با جریانKA ۵۰ وبروز اشباع کامل[5]

فیلتر برآورد پیک مولفه اصلی تنها سیگنالهای مستطیل شکل را با فاصله زمانی تقریبی $\frac{1}{4}$ سیکل دریافت می نماید . با افزایش پیک جریان ، مدت یا فاصله زمانی هر امپولس مستطیلی کاهش می یابد . لذا هنگامی که موج اصلی استخراج شود دامنه کافی را دارا نبوده ، رله عمل نمی نماید .

فصل سوم

مشخصات فنی سیستم و تجهیزات حفاظت

مقدمه

در این فصل به بررسی طرح حفاظتی استاندارد المانهای مختلف شبکه قدرت پرداخته می‌شود و برای هر المان بسته به سطح ولتاژ یک طرح پیشنهادی ارائه می‌شود.

۳-۱- کلیات

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.

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

لازم به ذکر است که در صورت استفاده از رله‌گذاری پشتیبان محلی، همچنان حفاظت پشتیبان راه دور نیز توسط نواحی حفاظتی سایر رله‌های غیر واحد پستهای دیگر و همچنین رله اشکال کلید[۱] فراهم می‌گردد. در رله‌گذاری شبکه قدرت این امر بایستی همواره مورد توجه قرار گیرد که مرز اجزاء مختلف شبکه توسط کلیدها از یکدیگر مشخص می‌شود اما مرزهای حفاظتی توسط ترانسفورماتورهای جریان از یکدیگر تفکیک می‌شوند. یکی از اصول مهمی که در رله‌گذاری بایستی رعایت شود آنست که مرزهای حفاظتی سیستم‌های مختلف تا حد امکان بایستی با یکدیگر همپوشانی داشته باشند تا این اطمینان حاصل شود که هیچ یک از بخشهای شبکه بدون حفاظت باقی نمانده است. بنا به توصیه استاندارد IEEE شماره C37.113، محل ترانسفورماتور جریان بایستی به گونه‌ای انتخاب شود که خطاهای به وقوع پیوسته بر روی کلید متناظر خود را نیز ببینند. به عنوان مثال در یک فیدر متصل به یک شینه با طرح ساده، محل ترانسفورماتورهای جریان بین شینه و کلید خواهد بود.

۳-۲- 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. با توجه به طیف گسترده خطاها در خطوط انتقال، سیستم حفاظتی بایستی توانایی تشخیص این خطاها و اعمال فرمان مناسب جهت رفع عیب را داشته باشد. به طور معمول در رله‌گذاری خطوط انتقال از رله‌های

[۱]. *Breaker Failure Protection*

دیستانس، جریان زیاد فاز و زمین، دیفرانسیل پایلوت، اضافه و کاهش ولتاژ و در پاره‌ای موارد حفاظت خطای زمین حساس[۱] استفاده می‌شود.

۳-۲-۱- 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. جهت سنجش امپدانس، بسته به نوع خطا، رله مقادیر مختلفی را اندازه‌گیری می‌کند و به عبارتی ورودیهای جریان و ولتاژ متفاوتی در نظر گرفته می‌شود. رله‌ها بسته به استفاده از یک واحد اندازه‌گیر و یا چند واحد اندازه‌گیری به رله‌های سوئیچ‌شونده و غیرسوئیچ‌شونده تقسیم‌بندی می‌گردند. در رله‌های غیرسوئیچ[۲] شونده، به ازای هر فاز و جهت هر نوع خطا یک واحد سنجش مجزا تعبیه شده که این امر سرعت و کارایی رله را افزایش می‌دهد و توصیه می‌شود همواره از اینگونه رله‌ها استفاده شود.

---

۱. *Sensitive Earth Fault*

۲. *Non Switch*

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[۱] 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.

۳-۲-۱-۱- 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[۲] و یا ترکیب با سیگنال حامل استفاده می‌شود که در بخشهای بعد بدان پرداخته خواهد شد. فرمان

---

۱. *Residual Compensation*

۲. *Zone Extension*

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.

تنظیم ناحیه دوم رله دیستانس بایستی حداقل برابر با ۱۲۰ درصد امپدانس خط مورد حفاظت باشد. حد بالای تنظیم ناحیه دوم رله دیستانس برابر کل خط مورد حفاظت به علاوه ۵۰ درصد کوتاه‌ترین خط بعدی می‌باشد. از آنجا که عملکرد ناحیه دوم رله در واقع حفاظت پشتیبان می‌باشد بایستی با تأخیری در حدود ۳۰۰ تا ۴۰۰ میلی‌ثانیه همراه باشد.

ناحیه سوم رله دیستانس را می‌توان در ۱/۲ برابر مجموع امپدانس خط مورد حفاظت و کوتاهترین خط بعدی تنظیم کرد و تأخیر زمانی آن را بین ۴۰۰ تا ۵۰۰ میلی‌ثانیه نسبت به ناحیه دوم در نظر گرفت. درتنظیم ناحیه سوم رله دیستانس بایستی دقت کرد که به هیچ عنوان ناحیه سوم با امپدانس بار تداخل نداشته باشد. جهت محاسبه امپدانس بار بایستی بدترین شرایط یعنی حداکثر جریان و حداقل ولتاژ مجاز را در نظر گرفت. این امپدانس را می‌توان از رابطه زیر محاسبه کرد:

$$Z_{load}^{\min} = \frac{U_{\min}}{\sqrt{3}I_{\max}} = \frac{0.9U_n}{\sqrt{3}I_{\max}} \qquad (۲-۳)$$

که U_n ولتاژ نامی سیستم و I_{max} بیشترین جریان خط در شرایط بهره‌برداری پیک می‌باشد.

در رله‌های جدید امکان استفاده از نواحی حفاظتی بیشتر و معکوس جهت حفاظت شینه نیز وجود دارد که جهت تنظیم این نواحی بایستی دستورات سازنده رله مورد مشورت قرار گیرد.

۳-۲-۱-۲- کارایی و حداقل ولتاژ پایانه رله

دقت عملکرد رله دیستانس و زمان علمکرد آن بستگی به حداقل ولتاژی دارد که در هنگام خطا در پایانه رله ظاهر می‌شود و رله از این نظر دارای محدودیت بوده و ولتاژ ورودی به آن که از طریق ترانس ولتاژ تأمین می‌شود بایستی از یک مقدار حداقل بالاتر باشد. این امر بخصوص در رله‌های قدیمی الکترومکانیکی و استاتیکی از اهمیت زیادی برخوردار است. ولتاژ ظاهرشده در پایانه رله را می‌توان به شکل زیر بیان داشت:

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

$$V_R = I_R Z_L = \frac{V}{Z_S + Z_L} Z_L = \frac{1}{(Z_S/Z_L)+1} V \qquad (۳-۳)$$

که در این رابطه:

Z_S: امپدانس منبع

Z_L: امپدانس خط

V: ولتاژ نامی سیستم

I_R: جریان خطا

V_R: ولتاژ ظاهرشده در پایانه رله می‌باشد.

برای خطاهای فاز، V در رابطه (۳) ولتاژ فاز به فاز و برای خطاهای زمین، ولتاژ فاز به زمین می‌باشد.

برای خطاهای زمین مقدار Z_S/Z_L بایستی به شکل زیر تصحیح شود:

$$\left.\begin{array}{l} Z_S = 2Z_{S1} + Z_{S0} \\ Z_l = 2Z_{L1} + Z_{L0} \end{array}\right\} \qquad (۴-۳)$$

همانطور که در رابط (۳-۳) دیده می‌شود حداقل ولتاژ ظاهرشده در پایانه رله وابسته به نسبت امپدانس منبع به خط (SIR)[۱] می‌باشد و لذا سازندگان ممکن است به جای ارائه حداقل ولتاژ پایانه جهت عملکرد رله، محدوده SIR را تعیین کنند.

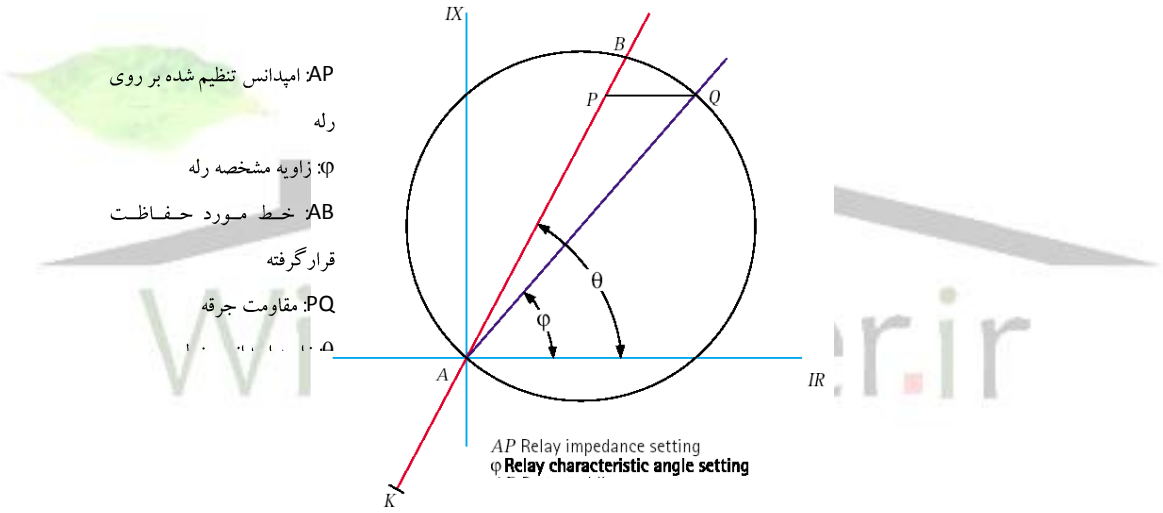
با مشخص بودن حداقل ولتاژ عملکرد رله می‌توان حداقل طول خط که امکان حفاظت آن وجود دارد را تعیین کرد، در عین حال خطاهای بسیار نزدیک[۲] به رله باعث ایجاد ولتاژ بسیار کمی در پایانه رله می‌شوند که در این حالت رله معمولاً به کمک استفاده از حافظه قبلی مقدار ولتاژ اندازه‌گیری شده عمل می‌کند.

۱. *Source to Line Impedance*

۲. *Close Up Faults*

۳-۲-۱-۳- مقاومت جرقه

تحت شرایط خطاهای سه‌فاز و یا تکفاز که در مسیر عبور جریان خطا، مقاومت جرقه و یا سایر انواع مقاومتها مثل مقاومت برج خط انتقال وجود داشته باشد، مقدار جزء اهمی امپدانس خطا افزایش یافته و این امر زاویه امپدانس خطا را تغییر می‌دهد. بنابراین دسترسی رله‌ای که بر مبنای زاویه امپدانس خط تنظیم شده باشد کاهش می‌یابد. شکل (۳-۱) این امر را در مورد یک رله با مشخصه مهو نشان می‌دهد.



شکل شماره (۳-۱): تأثیر مقاومت جرقه در امپدانس اندازه‌گیری شده

جهت جلوگیری از کاهش دسترسی رله همانطور که در شکل (۳-۱) نشان داده شده است می‌توان زاویه مشخصه رله را در مقداری کوچکتر از زاویه امپدانس خط تنظیم کرد. جهت تعیین این اختلاف زاویه لازمست که مقدار مقاومت جرقه تعیین گردد. این مقاومت را می‌توان از رابطه زیر بدست آورد:

$$R_a = \frac{28710}{I^{1.4}} L \qquad (۵-۳)$$

برای دریافت فایل wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

که در آن:

R_a: مقاومت جرقه بر حسب اهم

L: طول جرقه بر حسب متر و

I: جریان خطا برحسب آمپر می‌باشد.

در خطوط طولانی می‌توان از اثر مقاومت جرقه صرفنظر کرد اما در خطوط کوتاه و در جریانهای خطای پایین تأثیراین مقاومت قابل ملاحظه خواهد بود. جهت حل این مشکل در خطوط کوتاه می‌توان از رله راکتانسی استفاده کرد که اصولاً به بخش مقاومتی امپدانس خطا حساس نیست. در عین حال مشخصه چهارگوش (چند ضلعی) رله‌های دیجیتالی امکان حفاظت مناسب را چه در خطوط کوتاه و چه بلند فراهم می‌آورند چرا که دسترسی مقاومتی این گونه رله‌ها بطور مستقل قابل تنظیم است.

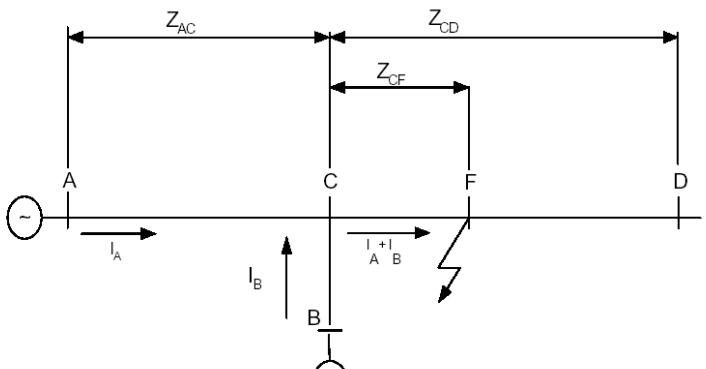
۳-۲-۱-۴- تزریق جریان در پایانه دور

تأثیر عمده تزریق جریان در پایانه دور کاهش دسترسی رله می‌باشد. کاهش دسترسی بدان معناست که امپدانس اندازه‌گیری شده توسط رله بیش از مقدار واقعی امپدانس خطا باشد. درصد کاهش دسترسی رله بصورت زیر تعریف می‌شود:

(۶-۳)

$$\frac{Z_R - Z_F}{Z_R} \times 100\%$$

که Z_R امپدانس تنظیم شده بر روی رله و Z_F مقدار موثر دسترسی رله می‌باشد. شکل (۳-۲) تأثیر تزریق جریان پایانه دور را بر امپدانس اندازه‌گیری شده توسط رله نشان می‌دهد.



برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

شکل (۳-۲): تأثیر تزریق جریان پایانه دور بر دسترسی رله دیستانس

همانطور که در شکل (۳-۲) دیده می‌شود، امپدانس خطا برابر $Z_{AC}+Z_{CF}$ می‌باشد در حالیکه امپدانس اندازه‌گیری شده توسط رله که برابر نسبت ولتاژ به جریان در پایانه آن است بصورت زیر محاسبه می‌شود:

(۷-۲)

$$Z=\frac{V_A}{I_A}=\frac{Z_{AC}I_A+Z_{CF}(I_A+I_B)}{I_A}=Z_{AC}+Z_{CF}+\frac{I_B}{I_A}Z_{CF}$$

در این حالت رله امپدانسی بیش از مقدار واقعی اندازه‌گیری می‌کند و لذا دسترسی آن کاهش می‌یابد. مقدار کاهش این دسترسی بستگی به نسبت $\frac{I_B}{I_A}$ دارد. جهت حل این مشکل می‌توان تنظیم رله را افزایش داد که این امر بایستی به دقت انجام گیرد چرا که در آینده ساختار شبکه و به تبع آن مقدار جریان تزریقی در پایانه دور تغییر خواهد کرد و چه بسا این جریان به صفر برسد که دراین صورت رله با پدیده فرا دسترسی مواجه خواهد شد.

۳-۲-۱-۵- خطوط چند مداره

اثر امپدانس متقابل در اندازه‌گیری مؤلفه‌های مثبت و منفی خطوط دو مداره ناچیز و در حد ۲ تا ۳ درصد امپدانس واقعی می‌باشد اما تأثیر امپدانس متقابل مؤلفه صفر قابل ملاحظه بوده می‌تواند باعث افزایش یا کاهش قابل ملاحظه دسترسی رله دیستانس گردد.

جهت حل این مشکل می‌توان از واحد جبران امپدانس متقابل که بر روی رله دیستانس وجود دارد استفاده کرد. تنظیم این واحد بایستی مطابق با دستورالعمل سازنده انجام شود.

تنظیم واحد جبرانسازی متقابل باعث عملکرد صحیح رله نصب شده بر روی خط اتصال کوتاه شده، می‌شود اما رله واقع در خط سالم جریان صحیح را اندازه‌گیری نمی‌کند و به همین دلیل عملکرد رله روی خط سالم بایستی قفل شود و یا واحد جبران امپدانس متقابل از مدار خارج گردد.

یکی از راه حلهای پیشنهادی عبارتست از مقایسه جریانهای زمین هر دو خط و آنگاه آزادساختن عامل جبران سازی بر روی خطی که جریان بیشتری دارد که طبعاً خط آسیب دیده می‌باشد. به دلیل پیچیدگی تنظیم و استفاده از واحد جبرانساز امپدانس متقابل، سازندگان و طراحان رله در بسیاری موارد از این واحد صرفنظر می‌کنند. جهت عملکرد مناسب در این حالت می‌توان از روشهای اینترتریپ استفاده کرد. لازم به ذکر است که در واحد تشخیص محل خطا، بایستی جبرانسازی امپدانس متقابل حتماً انجام گیرد چرا که در غیر اینصورت محل خطا به درستی تشخیص داده نمی‌شود.

WikiPower.ir

۳-۲-۱-۶- حفاظت دیستانس همراه با سیگنال حامل

همانطور که قبلاً ذکر شد، رله دیستانس تنها ۸۰ درصد خط را تحت پوشش حفاظت سریع زون اول خود قرار می‌دهد و به این ترتیب خطاهای رخ داده در ۲۰ درصد انتها یا ابتدای خط توسط یک رله در زون اول و توسط طرف دیگر در زون دوم دیده می‌شود. این امر باعث می‌شود که خطاها در این دو محدوده به اندازه تأخیر زون دوم دیستانس (حدود ۴۰۰ میلی‌ثانیه) از یک طرف تغذیه شوند و از طرفی عمل وصل مجدد در دو طرف خط ناهماهنگ باشد. برای رفع این مشکل به کمک یک کانال مخابراتی و استفاده از طرحهای اینترتریپ، عملکرد هماهنگ و همزمان رله‌های دو طرف خط به ازای بروز خطا روی خط موردنظر تضمین می‌شود. طرحهای استاندارد اینترتریپ در نشریه «اینترتریپ و اینترلاک در پستهای فشار قوی» مورد بررسی قرار گرفته است.

بجای استفاده از طرحهای اینترتریپ که نیازمند استفاده از کانالهای مخابراتی است می‌توان از روش توسعه زون اول نیز استفاده نمود. در این حالت رله دیستانس در زون اول خود بر روی ۱۲۰ درصد امپدانس خط تنظیم می‌شود و به این ترتیب رله‌های دو طرف خط، کل خط را در زون اول خود می‌بینند. پس از اولین فرمان قطع که به رله وصل مجدد ارسال می‌شود، اگر خطا رفع نگردد دسترسی ناحیه اول رله‌های دیستانس به ۸۰ درصد تغییر می‌کند. به این ترتیب به ازای خطاهای روی خط رله‌های وصل مجدد دارای یک عملکرد کاملاً هماهنگ خواهند بود اما در صورت دائمی بودن خطا، همچنان مشکل عدم هماهنگی در باز شدن کلیدهای دو طرف خط وجود دارد. با این حال از آنجا که اکثر خطاها بصورت گذرا هستند طرح توسعه ناحیه اول دارای کارایی مناسبی می‌باشد.

لازم به ذکر است که روش توسعه زون اول نبایستی در سطوح ولتاژ انتقال مورد استفاده قرار گیرد. در این سطوح ولتاژی همواره از طرحهای اینترتریپ استفاده می‌شود.

۳-۲-۱-۷- نظارت بر مدار ترانسفورماتور ولتاژ

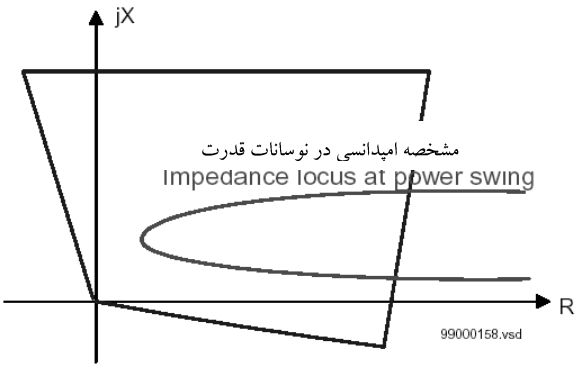
هر گاه سیگنال ولتاژ از ترانسفورماتور ولتاژ به رله دیستانس ارسال نشود، ولتاژ اعمالی به رله جهت اندازه‌گیری امپدانس صفرشده و از دیدگاه رله می‌تواند دلیل بر وجود خطا باشد. عدم ارسال سیگنال ولتاژ می‌تواند به دلیل عملکرد فیوز یا کلید مینیاتوری مدار ثانویه ترانسفورماتور ولتاژ و یا پارگی کابلهای مسیر باشد. در این گونه مواقع بایستی به نحوی جلوی عملکرد نابجای رله دیستانس را گرفت که این کار با روشهای مختلفی انجام می‌شود.

یکی از روشها استفاده از رله‌های ناظر بر مدار ولتاژ است که به کمک تشخیص ولتاژها و جریانهای مؤلفه منفی و صفر، وجود خطا در مدار ثانویه ترانسفورماتور ولتاژ را نشان می‌دهد. در رله‌های دیستانس مدرن معمولاً این واحد به همراه رله دیستانس ارائه می‌شود.

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۳-۲-۱-۸- واحد سدکننده نوسانات قدرت[۱]

بروز اغتشاشات مختلف در شبکه می‌تواند باعث ایجاد تغییراتی در دامنه و زوایای ولتاژ دو سر خطوط در شبکه گردد. این تغییرات از دید رله دیستانس بصورت تغییر در امپدانس اندازه‌گیری شده مشاهده می‌شود. در صورتیکه تغییرات امپدانس به نحوی باشد که امپدانس دیده شده توسط رله وارد یکی از نواحی حفاظتی گردد رله عمل خواهد کرد. شکل (۳-۳) محدوده تغییرات امپدانس ناشی از نوسانات قدرت را در مقایسه با ناحیه حفاظتی سوم یک رله دیستانس نمونه با مشخصه چهارضلعی نشان می‌دهد.



WikiPower.ir

شکل (۳-۳): منحنی تغییرات امپدانس ناشی از نوسانات قدرت

رله دیستانس می‌بایستی بین تغییرات امپدانس ناشی از نوسانات قدرت و خطا تفاوت قائل شود و درصورتیکه این تغییرات امپدانس ناشی از نوسانات قدرت باشد عمل ننماید. بدین منظور یک واحد اضافی به نام سدکننده نوسانات قدرت به رله دیستانس اضافه می‌شود تا عملکرد رله را در هنگام بروز این نوسانات بلوکه نماید. جهت تمایز بین تغییرات امپدانس ناشی از خطا و نوسانات قدرت، از نرخ تغییرات امپدانس استفاده می‌شود. سرعت تغییرات امپدانس در هنگام بروز نوسانات قدرت بسیار کمتر از هنگام بروز خطاست و همین امر جهت تشخیص آن بکار می‌رود.

---

۱. *Power Swing Blocking*

۳-۲-۱-۹- واحد تشخیص خطا در هنگام برقدار نمودن[۱]

به دلایل مختلف ممکن است فرمان وصل کلید زمانی صادر شود که خط همچنان دچار اتصالی باشد. این امر می‌تواند به دلیل باقی ماندن وسایل زمین کردن موقتی مورد استفاده در پروسه تعمیر خطوط و یا عدم رفع خطا بعد از بازشدن کلید باشد. در این مواقع به دلیل عدم وجود ولتاژ در واحد حافظه رله دیستانس، رله عمل نکرده و بریکر، خط دچار اتصالی را برقدار می‌کند. جهت جلوگیری از این امر یک واحد اضافی جریان زیاد سریع به رله دیستانس افزوده می‌شود که تنها در هنگام وصل خط وارد مدار شده و پس از آن از مدار خارج می‌گردد.

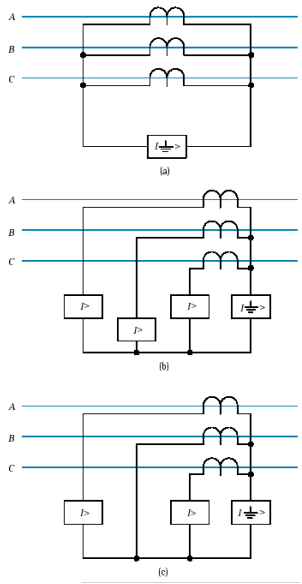
۳-۲-۲- حفاظت اتصال زمین خطوط

به کمک تعیین جریان باقیمانده در سیستم که تنها در هنگام بروز خطای زمین وجود دارد، می‌توان حفاظت موثری جهت خطاهای زمین فراهم کرد. به این ترتیب رله خطای زمین کاملاً در برابر جریان بار پایدار بوده و به آن پاسخ نمی‌دهد. شکل (۳-۴) نحوه اتصال ترانسفورماتورهای جریان را جهت حفاظت خطای زمین و حفاظت اضافه جریان نشان می‌دهد. با توجه به اینکه رله‌های خطای زمین به جریان بار حساس نیستند تنظیم جریانی آنها معمولاً بر روی ۳۰ تا ۴۰ درصد جریان بار حداکثر و یا حداقل جریان خطای زمین قرار می‌گیرد.

---

۱. *switch on to fault feature*

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



شکل (۳-۴): اتصالات ترانسفورماتورهای جریان جهت حفاظت اتصال زمین

رله جریانی اتصال زمین جهت‌دار در بیشتر خطوط انتقال نیرو به عنوان پشتیبان رله‌های دیستانس، جهت حفاظت اتصالیهای فاز به زمین به کار می‌رود. درخطوط کوتاهی که حفاظت اصلی آنها دیفرانسیل پایلوت است نیز رله‌های جریان زیاد به عنوان پشتیبان حفاظت اتصال زمین در نظر گرفته می‌شوند.

جریانهای اتصال زمین بستگی به نوع زمین کردن شبکه دارند و زمانیکه شبکه زمین نشده باشد، از ترانسفورماتور زمین بهره گرفته می‌شود. در این روش یک عنصر جهت‌دار برای تشخیص جهت جریان خطا و فیدر اتصالی منظور می‌گردد. در این حالت رله با یک سیم‌پیچ ولتاژ (جهت اندازه‌گیری ولتاژ باقیمانده) و یک سیم‌پیچ جریان (جهت اندازه‌گیری جریان باقیمانده) عمل می‌نماید.

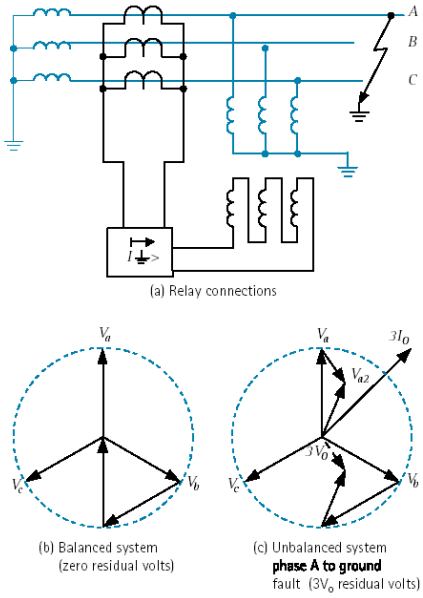
به طور معمول میزان تنظیم رله خطای زمین در سمت اولیه – مانند سایر رله‌های جریانی – برابر حاصلضرب تنظیم رله و نسبت تبدیل ترانسفورماتور جریان می‌باشد. این امر تا زمانی صادق است که تغییرات ولت آمپر

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

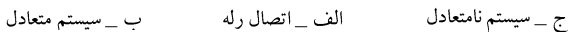
مصرفی[1] رله در بازه ممکن تنظیم رله کوچک باشد. این موضوع در مورد رله‌های دیجیتال و استاتیک صادق است، با این حال بایستی مورد بررسی قرار گیرد. اگر تغییرات ولت آمپر مصرفی این گونه رله‌ها در بازه تنظیم آنها زیاد باشد، بایستی از روشهایی که در مورد رله‌های الکترومکانیکی مورد استفاده قرار می‌گرفته‌اند، تنظیم موثر رله را بدست آورد.

فاصله زمانی بین عملکرد رله‌های خطای زمین جهتدار در فرآیند هماهنگی رله‌ها می‌تواند همانند رله‌های جریانی فاز در نظر گرفته شود اما در پاره‌ای موارد این زمان به خاطر وجود خطاهای مختلف بیشتر از ۴۰۰ میلی‌ثانیه در نظر گرفته می‌شود.

رله‌های خطای زمین بکار رفته در سطوح ولتاژی ۶۳ تا ۴۰۰ کیلوولت بایستی از نوع جهت‌دار باشند. برای تعیین جهت، ولتاژ باقیمانده سیستم که از جمع برداری ولتاژهای فازها بدست می‌آید به رله اعمال می‌شود. شکل شماره (۳-۵) ترکیب این سیستم را نشان می‌دهد.



[1]. *burden*



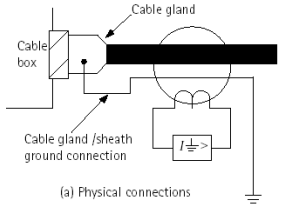
شکل (۳-۵): رله خطای زمین جهت‌دار پلاریزه شده توسط ولتاژ

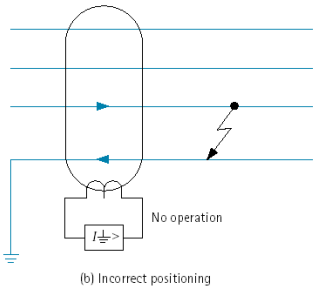
در بسیاری موارد جریان خطای زمین در شبکه بسیار کوچک بوده و در نتیجه رله‌های خطای زمین متداول قادر به تشخیص و جداسازی این خطاها نیستند. این موارد شامل شبکه‌های زمین شده با مقاومت و شبکه‌های با مقاومت زمین بالا می‌باشد. همچنین در مواردی که پارگی خط انتقال رخ می‌دهد جریان نشتی به زمین می‌تواند بسیار کوچک باشد و در عین حال اتصال خط برقدار به زمین باعث ایجاد خطرات خاصی خواهد شد. در این موارد می‌توان از رله خطای زمین حساس استفاده کرد. جهت دستیابی به حساسیت موردنظر لازمست که بجای ترانسفورماتورهای جریان متداول از ترانسهای جریان حلقوی[۱] استفاده نمود. تنظیم جریانی این رله‌ها می‌تواند تا حد ۱۰ درصد جریان عادی مدار باشد و از آنجا که هماهنگی این حفاظتها با سایر دیگر حفاظتها ممکن نیست، تأخیر زمانی قابل ملاحظه‌ای (تا ۱۵ ثانیه) برای این رله‌ها در نظر گرفته می‌شود. پیشنهاد می‌شود که فرمان این رله‌ها به جای تریپ کلید مربوطه صرفاً بصورت آلارم وارد پست گردد چرا که به دلایل مختلف این رله می‌تواند فرمانهای اشتباه صادر کند. به عنوان مثال در خطوطی که از مناطق جنگلی عبور می‌کنند معمولاً جریانهای نشتی ناچیزی وجود دارد که رله نباید به آنها پاسخ دهد. به هر حال بسته به دلیل استفاده از رله خطای زمین حساس و مشخصات محیطی که خط از آن عبور می‌کند می‌توان از این رله جهت تریپ و یا آلارم استفاده کرد. در فیدرهای کابلی این رله جهت تشخیص جریانهای نشتی مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این حالت بایستی دقت کرد که اتصالات

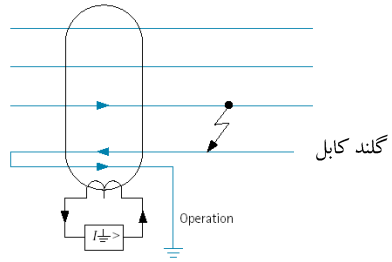
[۱]. *Core Balance*

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

ترانسفورماتور جریان حلقوی به گونه‌ای باشد که بتواند جریان نشتی را تشخیص دهد. اگر غلاف کابل زمین شده باشد، اتصال زمین گلند نیز بایستی وارد حلقه ترانسفورماتور جریان گردد تا امکان تشخیص جریانهای ناشی از اتصال فاز به غلاف وجود داشته باشد. این امر در شکل (۳-۶) نشان داده شده است.







عملکرد نادرست

اتصال زمین گلند

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

عملکرد صحیح

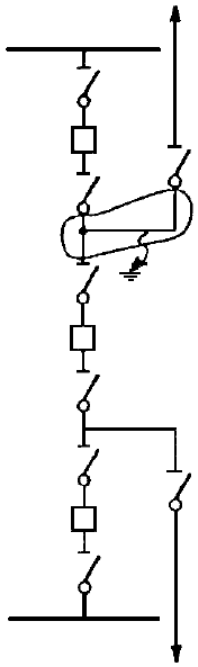
شکل (۳-۶): اتصال صحیح ترانسفورماتور حلقوی در فیدرهای کابلی

۳-۲-۳- حفاظت اضافه جریان خطوط

رله‌های اضافه جریان در واقع ساده‌ترین نوع رله قابل استفاده جهت حفاظت خطوط می‌باشند.

در سطوح ولتاژی ۲۳۰ و ۴۰۰ کیلوولت، رله‌های اضافه جریان جهت حفاظت ناحیه کور مورد استفاده قرار می‌گیرند. یکی از موارد کاربرد این نوع رله در پستهای ۱/۵ کلیدی می‌باشد. در این آرایش هنگامی که سکسیونر خط باز و خط برقدار باشد، چنانچه در حد فاصل فیدر خروجی از بی و سکسیونر خط (این ناحیه در شکل ۲-۷ مشخص شده است) اتصالی پیش آید رله ولتاژ کار سیستم را عادی دیده و به همین دلیل تحت تأثیر این اتصالی نخواهد بود و امکان برطرف شدن این خطا توسط رله دیستانس وجود ندارد. در این حالت از یک رله اضافه جریان تحت عنوان حفاظت ناحیه کور[۱] استفاده می‌شود که وظیفه قطع مدار در این مواقع را برعهده خواهد داشت.

[۱]. *Stub Proection*



شکل (۳-۷): ناحیه حفاظت شده در آرایش ۱/۵ کلیدی توسط حفاظت ناحیه کور

WikiPower.ir

در سطوح ولتاژی ۱۳۲ و ۶۳ کیلوولت، رله‌های اضافه جریان جهت‌دار به عنوان حفاظت پشتیبان خطوط بکار می‌روند. در صورتیکه این رله‌ها از نوع غیر جهت‌دار انتخاب شوند لازمست که با رله‌های اضافه جریان داخل پست نیز هماهنگ گردند که این امر باعث بالارفتن زمان عملکرد این رله‌ها می‌گردد و به همین دلیل لازمست که از نوع جهت‌دار انتخاب شوند.

تنظیم جریانی این رله‌ها باید به گونه‌ای باشد که در شرایط حداکثر بار عمل نکنند و در عین حال به ازای حداقل جریان خطا واکنش نشان دهند. تنظیم زمانی این رله‌ها بر مبنای نیازمندیهای هماهنگی[۱] بین سایر

[۱]. *Coordination*

رله‌ها انجام می‌شود. لازمست که بین عملکرد رله‌های اضافه جریان بین ۳۰۰ تا ۴۰۰ میلی‌ثانیه (بسته به زمان عملکرد کلیدها) فاصله وجود داشته باشد. جهت حصول فواصل زمانی مناسب، جدای از تغییرات تنظیم زمانی رله می‌توان از منحنی‌های مختلف مانند

(Standard inverse/very inverse/extremely inverse) استفاده کرد.

۳-۲-۴- حفاظت اضافه / کاهش ولتاژ

حفاظت اضافه ولتاژ در خطوط بلند ۲۳۰ و ۴۰۰ کیلوولت جهت حفاظت در مقابل اضافه ولتاژهای ناشی از جریان شارژ خط بکار می‌رود. این خطوط به طور معمول مجهز به راکتور موازی بوده و اگر این راکتور به شینه پست متصل و از نوع سوئیچ شونده باشد، حفاظت اضافه ولتاژ جزء حفاظتهای راکتور خواهد بود. کاربرد دیگر رله اضافه ولتاژ در پستهای نیروگاهی است.

رله کاهش ولتاژ به دو منظور در حفاظت خطوط منظور می‌گردد:

الف) پس از وقوع خاموشی سراسری در شبکه، جهت بازیابی[۱] ساده شبکه لازمست کلیه بارها و خطوط مجزاشده باشند که این امر توسط رله‌های کاهش ولتاژ (ولتاژ صفر) انجام می‌گیرد. تنظیم زمانی این رله‌ها معمولاً بصورت تأخیری و در حدود ۱ تا ۷ ثانیه می‌باشد.

رله کاهش ولتاژ در کلیه سطوح ولتاژ انتقال و فوق توزیع به عنوان حفاظت اصلی خط (SUB I) در نظر گرفته می‌شود.

ب) مجاز نمودن عمل بستن سکسیونر زمین خط: به کمک اینترلاک مناسب از این رله جهت جلوگیری از زمین کردن خط برقدار استفاده می‌شود.

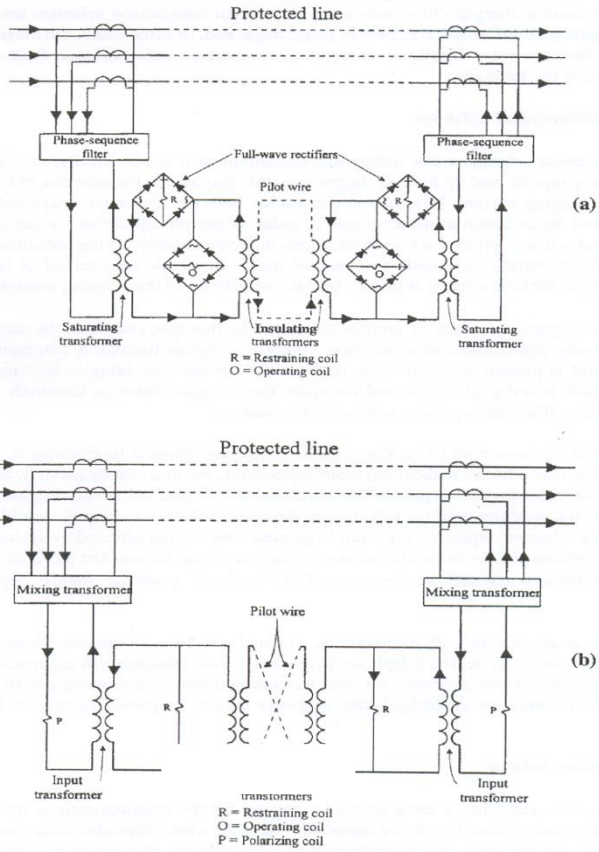
۳-۲-۵- حفاظت پایلوت خطوط انتقال

[۱]. *Restoration*

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

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 (۳-۸) دو طرح مختلف حفاظت پایلوت را نشان می‌دهد.



R: سیم‌پیچ نگهدارنده

O: سیم‌پیچ عمل‌کننده

P: سیم‌پیچ پلاریزه‌کننده

شکل (۳-۸) 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[۱] و یا امپدانس پایین[۲] استفاده کرد و در هر یک از موارد بایستی اطمینان داشت که در شرایط اشباع ترانسفورماتورهای جریان، سیستم حفاظتی عملکرد مناسبی خواهد داشت

جهت جلوگیری از القای ولتاژ توسط هادیهای فاز بر روی سیم پایلوت، می‌توان از فیبر نوری جهت انتقال سیگنال استفاده کرد. در غیر اینصورت بایستی نیازمندیهای عایقی لازم را در مورد سیم پایلوت رعایت نمود.

WikiPower.ir

۳-۳- حفاظت شینه

وقوع خطا در شینه، شبکه را دچار تنش کرده و مشکلات عدیده‌ای را فراهم می‌آورد. حتی ممکن است فرم فیزیکی شینه را تغییر داده و برای مدتی از سرویس‌دهی ممانعت به عمل آورد. چنانچه شینه به قسمتهای کوچکتر تقسیم شده و یا شینه‌های دوبل بکار رفته باشد، بایستی برای هر بخش حفاظتی جداگانه منظور شود تا خطا در یک قسمت نتواند وقفه‌ای در سرویس‌دهی سایر قسمتها ایجاد نماید. در عین حال باید دقت کافی مبذول داشت که از عملکرد اتفاقی حفاظت دراثر تداخل خارجی جلوگیری به عمل آید. غالب خطاهای

۱. *High Impedance Differential Relay*
۲. *Low Impedance Differential Relay*

شینه از نوع فاز به زمین هستند و بالا بودن سرعت رفع خطای شینه از اهمیت بسیار زیادی برخوردار است. جهت دستیابی به این سرعت معمولاً از رله‌های دیفرانسیل امپدانس بالا جهت حفاظت شینه بکار برد. از آنجا که عملکرد نادرست حفاظت شینه بر روی کلیه فیدرهای متصل به آن تأثیر نامطلوبی دارد، لذا در طراحی و تنظیم این حفاظت بایستی دقت کافی مدنظر قرار گیرد. اغتشاشات زیر نبایستی باعث عملکرد نادرست رله دیفرانسیل حفاظت شینه گردند:

- اشکال در ثانویه یک ترانسفورماتور جریان که توازن جریانی را بر هم می‌زند.
- شوکهای مکانیکی با شدت بالا

به منظور حفظ پایداری در اثر اشکال در ثانویه ترانسفورماتور جریان، رله بازبینی ثانویه ترانس جریان بکار می‌رود تا در صورت تشخیص اشکال در ثانویه جریان، رله مذکور از عملکرد نابجای رله حفاظت شینه جلوگیری کند.

حفاظت شینه در پستهای ۶۳ و ۱۳۲ کیلوولت بکار نمی‌رود و تنها محدود به پستهای ۲۳۰ و ۴۰۰ کیلوولت می‌باشد. این حفاظت فاقد حفاظت پشتیبان بوده و حفاظت پشتیبان شینه توسط نواحی حفاظتی دوم رله‌های دیستانس فراهم می‌شود.

در پستهای کلیدی می‌توان جهت اطمینان بیشتر دو سیستم حفاظتی دیفرانسیل یکسان برای شینه بکار برد که از هم مستقل بوده و فرمان قطع منوط به تشخیص خطا توسط هر دو سیستم باشد.

در شینه‌های تقسیم‌شده، سیستم حفاظتی دیفرانسیل دوم[1] بصورت سراسری بوده و کل شینه را در برمی‌گیرد (بر خلاف سیستم دیفرانسیل اصلی که برای هر بخش شینه تقسیم شده بصورت مجزا درنظر گرفته می‌شود).

[1]. *Check System*

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

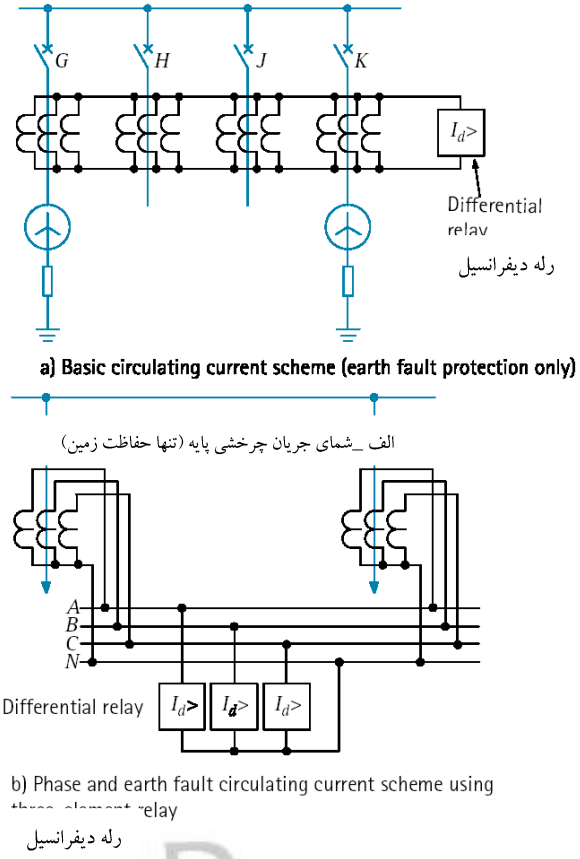
۳-۳-۱- حفاظت دیفرانسیل امپدانس بالا

درحفاظت شینه‌ها، اصل برابری ورودی و خروجی جریان اعمال می‌گردد. معمولاً از ترکیب جریان چرخشی استفاده می‌شود که در آن ترانسفورماتورهای جریان و اتصالاتشان متناظر با شینه و اتصالات سیستم می‌باشند. رله در محلی قرار می‌گیرد که مشابه مسیر خطا در شینه است و از اینرو تا زمانیکه خطایی اتفاق نیافتد انرژی‌دار نمی‌شود. در واقع عبور جریان از رله، نشانگر وجود جریان خطا است.

شکل شماره (۳-۹) طرح اتصال ترانسفورماتورهای جریان جهت آشکار سازی خطاهای فاز و زمین را نشان می‌دهد.

WikiPower.ir

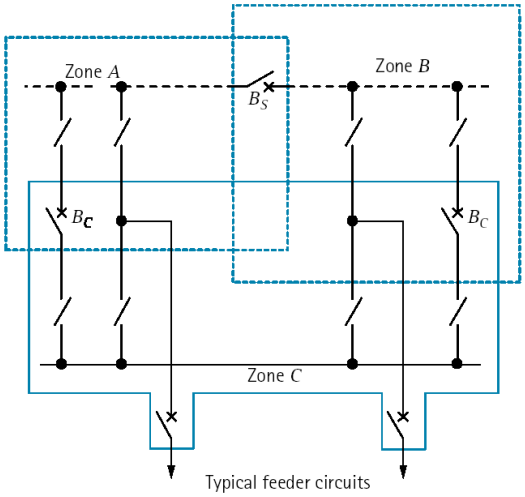
برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



شکل (۳-۹): طرح جریان چرخشی جهت حفاظت شینه

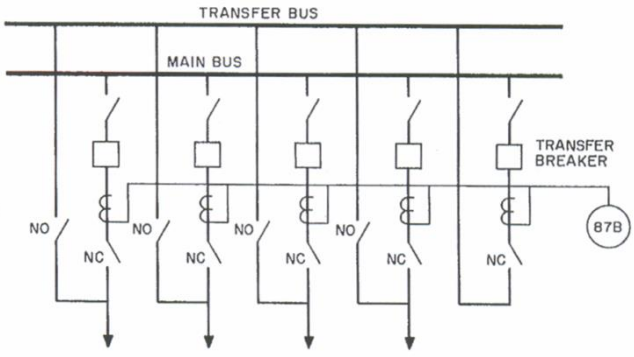
همانطور که قبلاً نیز گفته شد، در طرحهایی با شینه تقسیم‌شده، به ازای هر بخش یک سیستم دیفرانسیل مستقل در نظر گرفته می‌شود. نواحی حفاظتی این سیستمها بایستی با یکدیگر همپوشانی داشته و نواحی حفاظتی بایستی شامل کلیدها نیز گردند. شکل شماره (۳-۱۰) این موضوع را نشان می‌دهد. بایستی دقت کرد که مرزهای حفاظتی را ترانسفورماتورهای جریان تعیین می‌کنند و این امر بایستی در همپوشانی حفاظتهای مستقل مدنظر قرار گیرد.

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



شکل (۳-۱۰): نواحی حفاظت شینه در طرح شینه تقسیم شده

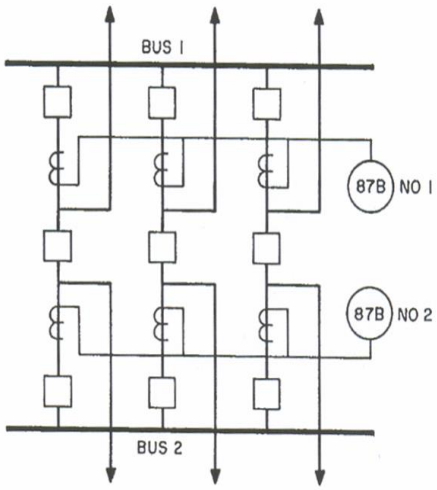
بروز خطا در کلید، دو محدوده همجوار را قطع می‌کند. در حفاظت شینه دوبل، باید دو شینه به عنوان محدوده‌های جداگانه تلقی شده و در باس کوپلر بر روی هم پوشش داشته باشند. شکل شماره (۳-۱۱) طرح حفاظتی شینه‌بندی اصلی _ فرعی[۱] و شکل شماره (۳-۱۲) طرح حفاظتی شینه‌بندی ۱/۵ کلیدی را نشان می‌دهد.



[۱]. *Main and Transfer*

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

شکل (۳-۱۱): طرح حفاظت شینه در طرح اصلی – انتقالی

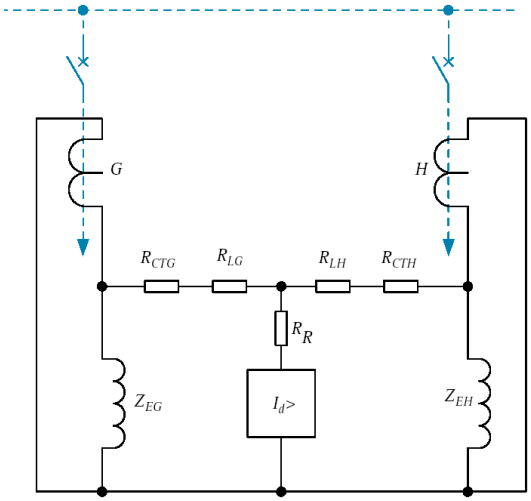


WikiPower.ir

شکل (۳-۱۲): طرح حفاظت شینه در طرح ۱/۵ کلیدی

پایداری حفاظت دیفرانسیل امپدانس بالا در مقابل مؤلفه‌گذاری جریان اتصالی بایستی به اثبات برسد. فلوی گذرا تا زمانی که در محدوده خطی مشخصه مغناطیس کنندگی باشد مشکلی ایجاد نمی‌کند. اشباع شدید یک ترانسفورماتور جریان می‌تواند باعث عملکرد رله دیفرانسیل در پاسخ به خطای خارجی گردد. جهت تحلیل وضعیت رله در هنگام اشباع ترانسفورماتور می‌توان از مدار معادل شکل (۳-۱۳) استفاده کرد. دراین شکل امپدانسهای تحریک ترانسفورماتورهای جریان، مقاومت سیم‌پیچ ثانویه و هادیهای رابط درنظر گرفته شده است.

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



شکل (۳-۱۳): مدار معادل الکتریکی سیستم دیفرانسیل جریان چرخشی

جهت مدلسازی بدترین حالت فرض می‌شود که یکی از ترانسفورماتورهای جریان کاملاً به اشباع رفته و در نتیجه امپدانس تحریک آن به صفر می‌رسد. محاسبات در این حالت نشان می‌دهد که جریان چرخشی[۱] ایجادشده در رله با R_R نسبت معکوس داشته و با افزایش آن کاهش می‌یابد. به این ترتیب با افزایش R_Rجریان چرخشی کمتر از مقدار تنظیم رله می‌شود و از عملکرد نادرست رله در اثر اشباع ترانسفورماتور جریان جلوگیری می‌شود. افزایش R_R به کمک افزودن مقاومت پایدارکننده[۲] قابل انجام است. جریان چرخشی به شکل زیر به مقاومت R_R مرتبط می‌گردد:

$$I_R = \frac{I_F (R_{LH} + R_{CTH})}{R_R + R_{LH} + R_{CTH}} \qquad (۳-۸)$$

۱. *Spill Current*

۲. *Stabilizing Resistor*

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

که در آن:

I_F: جریان خطا در ثانویه

R_{LH}: مقاومت سیمهای رابط

R_{CTH}: مقاومت ثانویه ترانسفورماتور جریان و

I_R: جریان چرخشی می‌باشد.

R_R بایستی تا حدی افزایش یابد که I_R از مقدار تنظیمی رله کوچکتر شود.

رابط (۳-۸) با این فرض نوشته شده که ترانسفورماتور جریان H در شکل (۳-۸) به اشباع رفته است.

با توجه به بزرگ بودن R_R، رابطه (۳-۸) را می‌توان به شکل زیر نوشت:

$$I_R = \frac{I_F (R_{LH} + R_{CTH})}{R_R} = \frac{V_f}{R_R} \qquad (۹-۳)$$

به این ترتیب رله را می‌توان یک رله حساس به ولتاژ در نظر گرفت که اگر تنظیم ولتاژ روی رله بیش از V_f باشد، رله پایدار خواهد بود. جهت پاسخ مناسب رله به خطاهای داخل ناحیه حفاظتی خود، لازم است که ولتاژ زانوی ترانسفورماتورهای جریان بیش از مقدار تنظیمی ولتاژ رله باشد. توصیه می‌شود که جهت جلوگیری از بروز خطا، ولتاژ نقطه زانو دو برابر ولتاژ تنظیم رله باشد.

هنگامی که تنظیم ولتاژ رله تعیین گردید، به کمک منحنی اشباع ترانسفورماتورهای جریان می‌توان جریان تحریک آنها را تعیین کرد و سپس با استفاده از رابطه زیر جریان موثر تنظیم رله را بدست آورد:

$$I_R = I_S + nI_{es} \qquad (۱۰-۳)$$

که در آن:

I_R : جریان موثر تنظیم

I_S: حداقل جریان عمل‌کننده رله

I_{es}: جریان تحریک ترانسفورماتور جریان در ولتاژ تنظیمی رله و

n: تعداد ترانسفورماتورهای جریان موازی است.

توصیه می‌شود که جریان موثر تنظیمی رله در سمت اولیه بیشتر از ۳۰ درصد حداقل جریان خطا نباشد. این جریان بایستی بیش از جریان بار ماگزیمم انتخاب شود تا احتمال عملکرد نامناسب رله تحت جریان بار وجود نداشته باشد.

قطع جریان ترانسفورماتورهای جریان به معنی وجود عدم تعادل در مدار رله خواهد بود. اگر چه تنظیم جریان موثر رله به گونه‌ای انتخاب می‌شود که رله در این شرایط عمل نکند، اما همزمانی این مشکل با بروز خطا می‌تواند به عملکرد نامناسب رله منجر شود. به همین منظور لازم است تمهیدات لازم جهت نظارت بر مدار ترانسفورماتورهای جریان در نظر گرفته شود.

با توجه به معادله (۳-۹) واضح است که ولتاژ تنظیم رله بطور مستقیم به مقاومت سیمهای رابط ترانسفورماتورهای جریان وابسته است و لذا بایستی تا حد ممکن این مقاومت در سطح پایین حفظ شود. از طرف دیگر این رابطه نشان می‌دهد که هر چه جریان خطا در ثانویه کوچکتر باشد، ولتاژ تنظیمی رله نیز کوچکتر خواهد بود لذا توصیه می‌شود جهت حفاظت شینه از ترانسفورماتورهای جریان با نسبت تبدیل بزرگ استفاده شود.

WikiPower.ir

۳-۳-۲- حفاظت دیفرانسیل امپدانس پایین

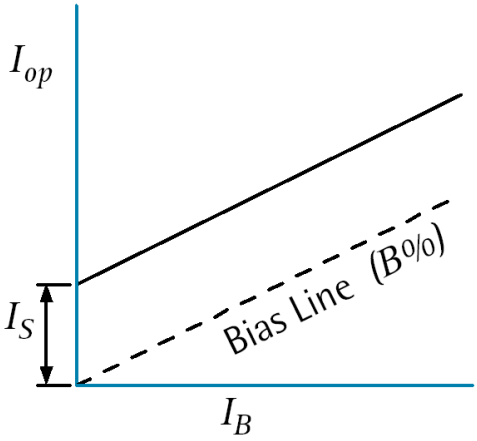
جهت حفاظت دیفرانسیل شینه می‌توان از رله‌های امپدانس پایین بایاس‌دار مدرن استفاده کرد. اصول حاکم بر ناحیه‌بندی حفاظتی و سایر موارد مشابه حالت قبل می‌باشد.

در این مورد بایستی دقت کرد که تنها به کمک بایاس‌کردن رله نمی‌توان به پایداری مناسب دست یافت و لازم است که از مقاومت پایدارکننده نیز استفاده شود. مقدار مقاومت پایدارکننده را می‌توان به کمک رابط زیر بدست آورد:

$$R_R = \frac{R_{LH} + R_{CTH}}{B} \qquad (۳-۱۱)$$

که B شیب خط بایاس می‌باشد که در شکل (۳-۱۴) نشان داده شده است.

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



شکل (۳-۱۴): منحنی بایاس یک رله امپدانس پایین

با وجود آنکه جریان تنظیمی رله Is می‌باشد اما جریان موثر عملکرد رله دیفرانسیل به صورت زیر خواهد بود:

$$I_R=I_S+BI_F \qquad (۱۲-۳)$$

که در آن:

I_R: حداقل جریان موثر عملکرد رله

I_S: جریان تنظیمی رله

I_F: جریان خطای عبوری و

B: شیب خط بایاس می‌باشد.

همانطور که در رابطه (۳-۱۱) دیده می‌شود مقدار مقاومت پایدار کننده مستقل از سطح جریان می‌باشد و لذا با تعیین این مقاومت، رله به ازای همه جریانهای خطا پایدار خواهد بود.

۳-۴- حفاظت کلید قدرت

بواسطه اهمیت نقش کلید و اشکالاتی که ممکن است در عملکرد صحیح آن بروز کند، یک سری حفاظت جهت تشخیص عملکرد نامناسب کلید و انجام اعمال اصلاحی درنظر گرفته می‌شود. از جمله مسائلی که ممکن است برای یک کلید قدرت پیش آید، ناموفق بودن کلید در برطرف کردن جریان اتصالی و یا عدم همزمانی بازشدن کنتاکتهای اصلی فازها مختلف کلید به هنگام قطع جریان می‌باشد. بنابراین حفاظتهای مورد استفاده جهت کلیدهای قدرت عبارتند از:

- حفاظت اشکال کلید
- نظارت بر مدار تریپ
- حفاظت ناهماهنگی در باز شدن کنتاکتهای کلید

در طرح استاندارد حفاظتی پستهای ایران، حفاظت اشکال کلید منحصر به پستهای ۲۳۰ و ۴۰۰ کیلوولت می‌باشد.

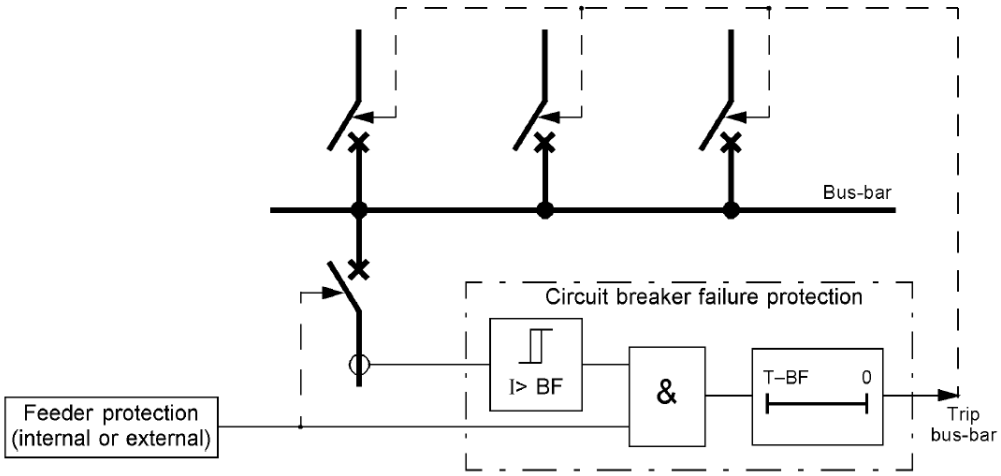
۳-۴-۱- حفاظت اشکال کلید[۱]

این احتمال وجود دارد که کلید قدرت با وجود دریافت سیگنال تریپ، به هر دلیلی عمل نکند و در اینصورت کلید یا کلیدهای پشتیبان وظیفه قطع جریان خطا را بر عهده خواهند داشت. جهت پیاده‌سازی این امر از رله اشکال کلید (50BF) که در واقع یک رله جریان زیاد آنی است استفاده می‌شود. نحوه کار رله اشکال کلید به شکل زیر می‌باشد:

همزمان با ارسال سیگنال تریپ از سوی رله‌های اصلی حفاظت تجهیز مورد نظر، رله اشکال کلید نیز فعال شده و چنانچه جریان اتصالی بیش از مدت مشخص شده از کلید قدرت عبور نماید رله اشکال کلید فرمانهای مناسب قطع را برای کلیدهای دیگر ارسال می‌کند. منظور از کلیدهای دیگر مجموعه کلیدهای محلی و یا راه دوری است که بازشدن آنها تغذیه جریان خطا را قطع می‌کند. شکل شماره (۳-۱۵) اصول کار این رله نشان می‌دهد.

---

۱. *Breaker Failure Protection (CBF)*



حفاظت فیدر

WikiPower.ir

شکل (۳-۱۵): حفاظت اشکال کلید

همانطور که در این شکل دیده می‌شود، به محض بروز خطا در فیدر، حفاظت فیدر سیگنال تریپ را به کلید مربوطه و همزمان سیگنال شروع را به رله حفاظت اشکال کلید ارسال می‌کند.

بعد از گذشت یک زمان مشخص که تنظیم آن وابسته به زمان عملکرد کلید می‌باشد، در صورت وجود جریان خطا، رله اشکال کلید فرمانهای مناسب را به سایر کلیدها ارسال می‌کند.

در پستها با طرح شینه‌بندی غیر ساده (دوبل، ۱/۵ کلیدی و...)، سیگنال تریپ رله اشکال کلید بایستی از کنتاکتهای مناسب عبور داده شود تا کلید همجوار مناسب انتخاب گردد.

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

در صورتیکه لازم باشد رله اشکال کلید به کلیدهای راه دور فرمان دهد، از کانالهای مخابراتی PLC استفاده شده و جهت حصول اطمینان از دو کانال مخابراتی استفاده می‌شود. در عین حال جهت اطمینان از صحت فرمانهای تریپ دریافتی از کانالهای مخابراتی، می‌توان در هنگام دریافت سیگنال تریپ، وجود جریان خطا را بطور مستقل و به کمک رله‌های جریانی و یا دیستانس چک کرد.

مدت زمان تأخیر رله اشکال کلید بستگی به پارامترهای متعددی دارد. زمان کلی رفع خطا توسط این رله از مجموع زمانهای زیر بدست می‌آید:

- زمان عملکرد حفاظت اصلی
- زمان بازشدن کلید قدرت
- زمانهای رله‌های کمکی
- تأخیر زمانی مربوط به عضو تشخیص دهنده جریان در رله اشکال کلید
- رله‌های کمکی تریپ
- زمان بازشدن کلیدهای مجاور

حفاظت اشکال کلید دارای دو طرح مختلف است: در طرح اول رله پس از سپری شدن زمان موردنظر سیگنال تریپ را مجدداً به همان کلید تحت نظارت خود ارسال می‌کند و سپس به اندازه زمان لازم برای بازشدن کلید صبر کرده و پس از آن به کلیدهای مجاور، فرمان قطع را ارسال می‌کند. در طرح دوم، رله پس از سپری شدن زمان اول دیگر به کلید تحت نظارت خود فرمان قطع ارسال نکرده و مستقیماً فرمان را به کلیدهای مجاور ارسال می‌کند. روشن است که طرح دوم از سرعت بیشتری برخوردار است اما طرح اول در صورت موفقیت‌آمیز بودن تریپ دوم کلید منجر به نتیجه مطلوبتری می‌گردد.

۳-۴-۲- نظارت بر مدار تریپ

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

این حفاظت، برای جلوگیری از ایجاد وقفه در مدار تریپ بکار می‌رود. چنانچه مدار تریپ دچار قطعی باشد، همراه با بسته شدن کنتاکت تریپ، مدار فرمان باز خواهد ماند و فرمان قطع ارسال نخواهد شد.

اهمیت نظارت بر مدار تریپ در مداراتی که تنها یک بوبین برای تریپ دارند و بازشدن کلید قدرت برای شبکه ارزش حیاتی داشته باشد، بیشتر جلوه می‌کند.

رله نظارت بر مدار تریپ از طریق تزریق یک جریان کوچک در مدار تحت نظارت، کامل بودن مدار را بررسی می‌کند. بدلیل اینکه این رله از جریان کوچک در محدوده ۱ تا ۵ میلی‌آمپر استفاده می‌کند، می‌تواند در مدارات با مقاومت بالا بکار رود. برای کلیدهایی که از چندین نقطه فرمان قطع می‌گیرند، می‌توان رله‌های ناظر را بصورت موازی متصل نمود.

رله نظارت شامل یک رله برای ایجاد جریان ثابت کم است که جریان تزریقی به مدار را تهیه می‌کند. علاوه بر آن از تایمر و رله خروجی دو وضعیته تشکیل شده و از منبع کمکی جداگانه تغذیه می‌شود. تأخیر زمانی چند میلی‌ثانیه برای ارسال آلارم و بستن کنتاکت خروجی در نظر گرفته می‌شود تا از عمل کردن در حالات گذرا جلوگیری بعمل آید.

WikiPower.ir

۳-۴-۳- حفاظت عدم هماهنگی کنتاکتهای کلید

شرایط ایده‌آل در عملکرد یک کلید قدرت در این است که در زمان کوتاه مدار را قطع نماید و بازشدن کنتاکتها بطور همزمان انجام گیرد. اما در عمل تأخیر زمانی بسیار کوچکی بین باز یا بسته شدن کنتاکتهای کلید قدرت وجود دارد. چنانچه این زمان از مقداری معقول (چندمیلی ثانیه) فراتر رود، این ناهماهنگی قابل قبول نمی‌باشد. بدین منظور از حفاظت عدم هماهنگی کلید برای تشخیص همزمان نبودن عملکرد بهره گرفته می‌شود.

این حفاظت از موازی کردن کنتاکتهای باز کلید قدرت و موازی کردن کنتاکتهای بسته آن استفاده کرده و اتصال سری این دو مجموعه با یک تایمر، عدم هماهنگی کنتاکتها را تشخیص می‌دهد. چنانچه عدم

هماهنگی موردنظر بیش از مدت زمان تنظیمی تایمر (۵ میلی‌ثانیه یا نیم سیکل) برقرار بماند،تایمر فرمان تریپ را ارسال می‌نماید. در صورتیکه کلید موفق به باز کردن مدار نشود، حفاظت اشکال کلید پس از مدت زمان مشخص فرمان قطع را برای کلیدهای مجاور صادر می‌کند.

چنانچه از وصل مجدد تکفاز بهره گرفته شود، باید از فرمان قطع حفاظت عدم هماهنگی کلید جلوگیری شود. بنابراین در هنگام وصل مجدد تکفاز با قراردادن کنتاکت آن در مسیر تایمر، حفاظت عدم هماهنگی کنتاکتهای کلید متوقف می‌گردد.

۳-۵- حفاظت ترانسفورماتور قدرت

خطاهای ترانسفورماتور قدرت به طور کلی به پنج دسته عمده زیر تقسیم می‌شوند:

- خطاهای سیم‌پیچ و ترمینال
- خطاهای هسته
- خطاهای تجهیزات جانبی ترانسفورماتور
- خطای تپ چنجر قابل تغییر زیر بار
- شرایط بهره‌برداری غیرنرمال
- خطاهای خارجی سنگین

با توجه به تنوع خطاها در ترانسفورماتور و ارزش اقتصادی و اهمیت بالای آن در شبکه، طیف گسترده‌ای از حفاظتهای مختلف جهت ترانسفورماتور درنظر گرفته می‌شود که بطور معمول شامل موارد زیر است:

- حفاظت جریان زیاد فاز و نوترال
- حفاظت خطای زمین محدودشده
- حفاظت دیفرانسیل
- حفاظت شار زیاد (برای ترانسفورماتورهای نیروگاهی)
- حفاظت امپدانسی

WikiPower.ir

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

- حفاظت جریانی سیم‌پیچ سوم
- حفاظت تپ چنجر
- حفاظت اتصال زمین تانک
- حفاظت دمای زیاد سیم‌پیچ و روغن
- حفاظت رله بوخهلتس
- حفاظت در مقابل فشار و آزاد ساز فشار
- حفاظت نرخ افزایش فشار روغن

دسته‌ای از حفاظتهای ذکرشده همچون حفاظت رله بوخهلتس بر روی خود ترانسفورماتور قرار داشته و توسط سازنده ترانسفورماتور تهیه می‌شود و سایر حفاظتها به دو دسته حفاظت اصلی و کمکی تقسیم می‌گردند. رله‌های اصلی شامل رله دیفرانسیل، ولتاژ کم و شار زیاد و رله‌های پشتیبان شامل رله‌های جریان زیاد اولیه و ثانویه، رله اتصال زمین محدودشده و سایر رله‌ها می‌باشد که بسته به سطح ولتاژ و نوع سیم‌پیچی ترانسفورماتور انتخاب می‌شوند.

می‌توان ادعا کرد که درصد بالایی از خرابیهای ترانسفورماتور ناشی از خطاهای بین دورهای سیم‌پیچی است. اتصالی بین دورها، جریان بزرگی را در حلقه اتصال کوتاه ایجاد می‌کند ولی به علت نسبت تبدیل بزرگ بین کل سیم‌پیچی و دورهای اتصال کوتاه شده، جریانهای ترمینال ترانسفورماتور کوچک خواهد بود. بزرگی خطاهای فاز به زمین در ترانسفورماتورها به عوامل متعددی از جمله نحوه سیم‌پیچی اولیه و ثانویه، نحوه زمین کردن نوترال، فاصله نقطه خطا تا نوترال و... وابسته است. در طراحی حفاظت ترانسفورماتور بایستی اطمینان حاصل شود که سیستم حفاظتی به کلیه خطاهای ترانسفورماتور بدون توجه به محل بروز خطا و میزان جریان خطا پاسخ می‌دهد.

۳-۵-۱- حفاظت دیفرانسیل ترانسفورماتور قدرت

حفاظت دیفرانسیل مهمترین حفاظت اصلی ترانسفورماتور است که نسبت به خطاهای فاز به زمین، فاز به فاز و حلقه دارای حساسیت مناسبی می‌باشد. در این حفاظت از رله‌های دیفرانسیل امپدانس پایین بایاس شده استفاده می‌شود. نکات بسیاری را بایستی در هنگام کاربرد و تنظیم رله دیفرانسیل مدنظر قرارداد که به شرح زیر می‌باشند:

- نسبت تبدیل و فاز ترانسفورماتورهای جریان
- خطای ناشی از اشباع ترانسفورماتورهای جریان
- اتصالات ترانسفورماتور و نحوه زمین‌کردن
- خطاهای ناشی از تغییرات تپ
- جریان هجومی ترانسفورماتور
- جریان بی‌باری
- خطای ناشی از اضافه تحریک

ترانسفورماتورهای جریان بایستی به نحوی انتخاب گردند که اختلاف جریان بواسطه نسبت تبدیل ترانسفورماتور قدرت و اختلاف فاز بین اولیه و ثانویه مرتفع گردد. با این حال معمولاً نمی‌توان صرفاً به کمک انتخاب ترانسفورماتور جریان مناسب به این امر دست یافت و لازم است که از ترانسهای کمکی[۱] استفاده کرد. رله‌های دیفرانسیل دیجیتالی این امکان را فراهم می‌آورند که اصلاح نسبت تبدیل و اختلاف فاز بصورت نرم‌افزاری و بر روی خود رله انجام شود و به این ترتیب نیازی به ترانسهای کمکی نخواهد بود. درصورتیکه ترانسفورماتور مجهز به تپ چنجر باشد، اصلاح نسبت تبدیل بر روی تپ اصلی انجام خواهد گرفت و در این حالت بایستی اطمینان داشت که به ازای سایر تپها رله عمل نمی‌کند.

در صورتیکه امکان تغذیه جریان مؤلفه صفر از سوی یک سیم‌پیچ ترانسفورماتور وجود داشته باشد (به عنوان مثال ترانسفورماتور با اتصال Y_nD)، رله دیفرانسیل بایستی به فیلتر مؤلفه صفر مجهز باشد تا نسبت

۱. Interposing CT's

به خطاهای زمین خارجی حساس نباشد. درگذشته این امر به کمک اتصال مثلث ترانسفورماتورهای جریان فراهم می‌گردید اما در رله‌های دیجیتال این فیلترینگ بصورت نرم‌افزاری انجام می‌شود.

عبور جریان هجومی ترانسفورماتور نبایستی باعث عملکرد رله دیفرانسیل گردد. اگرچه این جریان معمولاً در هنگام وصل ترانسفورماتور کشیده می‌شود ولی می‌تواند بوسیله هر حالت گذرایی که سبب تغییر ناگهانی ولتاژ روی شاخه مغناطیس‌کننده ترانسفورماتور گردد ایجاد شود. جریان هجومی دارای محتوی هارمونیکی بالایی می‌باشد که هارمونیکهای دوم تا هفتم دامنه‌های بیشتری دارند. جهت حفظ پایداری رله دیفرانسیل درمقابل جریان هجومی می‌توان از روشهای زیر استفاده کرد:

الف) تأخیر زمانی: از آنجا که حضور جریان هجومی گذرا و کوتاه‌مدت است، به کمک ایجاد تأخیر زمانی می‌توان رله را درمقابل آن پایدار کرد. این روش به دلیل بالابردن سرعت رفع خطا تنها جهت ترانسفورماتورهای کوچک و کم اهمیت قابل استفاده است.

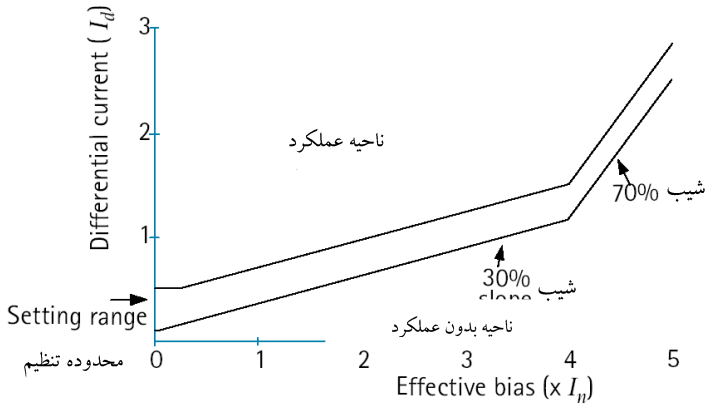
ب) استفاده از هارمونیک دوم: از آنجا که معمولاً چه در شرایط عادی و چه در شرایط خطا هارمونیک دوم جریان در شبکه وجود نخواهد داشت، از این هارمونیک می‌توان جهت پایدارسازی رله درمقابل جریان هجومی استفاده کرد.

ج) استفاده از شکل موج جریان هجومی: در این روش باتوجه به مشخصه زمانی خاص جریان هجومی، وجود آن توسط رله تشخیص داده شده و از عملکرد رله جلوگیری می‌شود.

۳-۵-۱-۱- بایاس رله دیفرانسیل

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

جهت تضمین پایداری رله دیفرانسیل درمقابل خطاهای خارجی، سیم‌پیچهای عمل‌کننده رله بایاس می‌گردند که این امر بوسیله درصدی از جریان عبوری انجام می‌شود. شکل شماره (۳-۱۶) نمونه‌ای از منحنی بایاس رله‌های دیفرانسیل را نشان می‌دهد. تغییر جریان بایاس در این مشخصه باعث می‌شود که رله چه در جریانهای کم و چه در جریانهای زیاد، حساسیت مناسب داشته باشد.



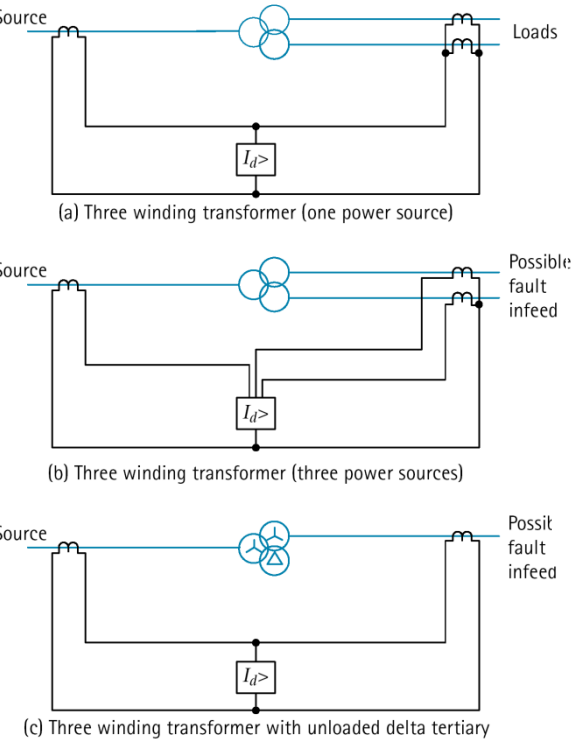
شکل شماره (۳-۱۶): یک نمونه منحنی بایاس رله دیفرانسیل

حداقل بایاس بایستی بیش از بیشترین اختلاف جریان ناشی از تپ حداکثر و خطای ترانسفورماتورهای جریان باشد. بطور کلی رله دیفرانسیل نباید خیلی حساس تنظیم گردد و معمولاً این تنظیم بر روی ۲۰ تا ۳۰ درصد جریان نامی قرارداده می‌شود. سازندگان مختلف معمولاً مشخصه‌های بایاس متفاوتی را عرضه می‌کنند که یک نمونه آن با دو شیب متفاوت در شکل (۲-۱۶) آمده است. تنظیم این رله‌ها بایستی مطابق با دستورالعمل سازنده انجام گیرد.

۳-۵-۱-۲- ترانسفورماتورهای چند سیم‌پیچه و اتوترانسفورماتور

ترکیب حفاظت دیفرانسیل برای اتو ترانسفورماتورها از هر جهت شبیه حفاظت ترانسفورماتورهای دو سیم‌پیچ می‌باشد. در ترانسفورماتورها با چند سیم‌پیچ نحوه اتصالات بستگی به نحوه تغذیه ترانسفورماتور دارد. هنگامی که تنها یکی از سیم‌پیچهای ترانسفورماتور امکان تغذیه داشته و سایر سیم‌پیچها به بار متصل می‌باشند، طرح اتصال رله دیفرانسیل مطابق شکل (۳-۱۷-a) خواهد بود.

شکل (۳-۱۷) موارد دیگری که ممکن است در رابطه با ترانسفورماتورهای چند سیم‌پیچه وجود داشته باشد نشان می‌دهد.



الف _ ترانسفورماتور سه سیم‌پیچه تغذیه از یک طرف

ب _ ترانسفورماتور سه سیم پیچه تغذیه از سه طرف

ج _ ترانسفورماتور سه سیم‌پیچه بدون بارگیری از سیم‌پیچ مثلث

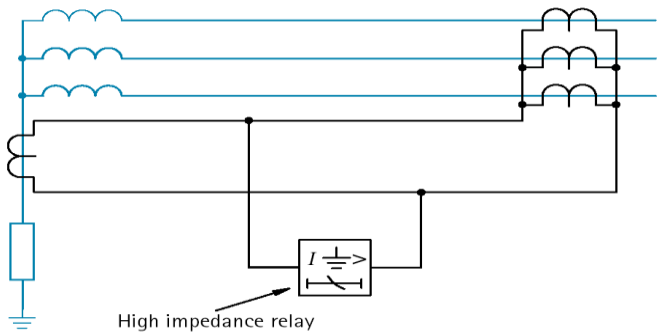
شکل (۳-۱۷): حفاظت دیفرانسیل ترانسفورماتورهای چند سیم‌پیچه

در مواردی که ترانسفورماتور زمین ـ کمکی نیز جزء محدوده حفاظت رله دیفرانسیل قرارداده شود، جریان توالی صفر ترانسفورماتور زمین ـ کمکی در هنگام خطای زمین، از ترانسفورماتورهای جریان خط در یک طرف عبور نموده ولی جریان معادل آن در ترانسفورماتورهای جریان طرف دیگر موجود نمی‌باشد لذا باعث عملکرد نادرست رله می‌گردد.

در چنین مواقعی، جریان مناسبی از خروجی ترانسفورماتور جریان اصلی کسر می‌گردد. این جریان از نوترال ترانسفورماتور زمین ـ کمکی که حامل سه برابر جریان توالی صفر می‌باشد بدست می‌آید.

۳-۵-۲- حفاظت خطای زمین محدودشده[۱]

در پاره‌ای از موارد، حفاظت دیفرانسیل ترانسفورماتور قدرت، کل سیستم را تحت پوشش قرار نداده لذا حفاظت خطای زمین محدودشده همواره در طرح حفاظتی ترانسفورماتور قدرت بکار می‌رود. به عنوان مثال اگر نقطه نوترال سیم‌پیچ ستاره یک ترانسفورماتور با مقاومت یک پریونیت زمین شود و تنظیم موثر رله دیفرانسیل برابر ۲۰ درصد باشد، تنها ۴۲ درصد ابتدای سیم‌پیچ (نسبت به ترمینال خط) تحت پوشش حفاظت دیفرانسیل قرار می‌گیرد. در حفاظت خطای زمین محدده شده معمولاً از رله دیفرانسیل امپدانس بالا استفاده شده و مدار رله به کمک جریان نوترال بسته می‌شود. شکل شماره (۳-۱۸) شمای این حفاظت را در یک سیم‌پیچ ستاره نشان می‌دهد. در صورت عدم وجود نقطه نوترال ترانسفورماتور قدرت (نوترال زمین نشده و یا سیم‌پیچ مثلث)، جریان نوترال از ترانسفورماتور زمین دریافت می‌شود که در این صورت خود ترانسفورماتور زمین نیز در ناحیه این حفاظت قرار می‌گیرد. از آنجا که در این حفاظت تنها جریان خطا اندازه‌گیری می‌شود (جریان مؤلفه صفر)، می‌توان رله را در مقدار جریان پایینی تنظیم نمود. استفاده از ترانسفورماتورهای جریان کمکی (ICT) در این حفاظت مجاز نمی‌باشد چرا که باعث پایین آمدن حساسیت رله می‌گردد.

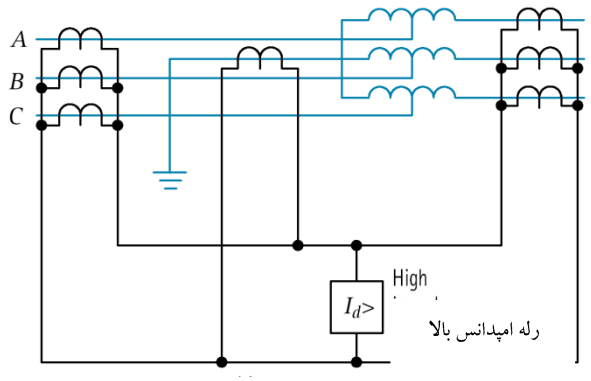


۱. *Restricted Earth Fault Protection*

رله امپدانس بالا

شکل (۳-۱۸): حفاظت خطای زمین محدودشده

در اتوترانسفورماتورها اگر اولیه و ثانویه ترانسفورماتور هر دو زمین‌شده باشند با یستی از این حفاظت در هر دو طرف اتوترانسفورماتور استفاده کرد. جهت این امر می‌توان نمونه‌های جریان اولیه، ثانویه و نوترال را به یک رله دیفرانسیل اعمال کرد. شکل (۳-۱۹) این طرح را نشان می‌دهد.



شکل (۳-۱۹): حفاظت خطای زمین محدود شده اتو ترانسفورماتور

۳-۵-۳- حفاظت افزایش شار/ولتاژ

هسته ترانسفورماتور بایستی در مقابل فلوی زیاد محافظت گردد. فلوی عبوری از هسته وابسته به نسبت ولتاژ به فرکانس بوده و از آنجا که فرکانس در شبکه معمولاً با دقت مناسبی ثابت است، حفاظت اضافه ولتاژ

می‌تواند به نوعی حفاظت اضافه شار را نیز انجام دهد. حفاظت افزایش شار معمولاً در ترانسفورماتورهای نیروگاهی استفاده می‌شود. رله افزایش شار دو مرحله‌ای (آلارم و تریپ) و از نوع تأخیری می‌باشد. زمان تأخیر زمان قطع این رله بسته به قابلیت تحمل اضافه شار ترانسفورماتور تنظیم می‌شود و بطور معمول بین یک تا دو دقیقه است.

در مواردی که سیم‌پیچ سوم مجهز به راکتورهای ۲۰ کیلوولت باشد، حفاظت اضافه شار یا افزایش ولتاژ بایستی بتواند این راکتورها را سوئیچ کند و در صورت عدم رفع اضافه ولتاژ، این حفاظتها بایستی به کلید اصلی ترانسفورماتور فرمان قطع دهند.

۳-۵-۴- حفاظت کاهش ولتاژ

این حفاظت جهت جلوگیری از پایدارماندن ولتاژ در ترمینالهای ترانسفورماتور به میزان کمتر از ولتاژ نامی سیستم بکار می‌رود. تنظیم این رله معمولاً بر روی ۷۰ درصد ولتاژ نامی قرارداده شده و از نوع تأخیری است. زمان قطع رله می‌تواند تابع میزان افت ولتاژ و یا ثابت باشد. ورودی این رله از ترانسفورماتور ولتاژ در ثانویه ترانسفورماتور تأمین می‌شود. حفاظت کاهش ولتاژ همانند اضافه شار/ولتاژ جزء حفاظتهای اصلی ترانسفورماتور می‌باشد.

۳-۵-۵- حفاظت اضافه جریان فاز و نوترال

رله اضافه جریان با مشخصه معکوس و رله اضافه جریان آنی به عنوان حفاظت پشتیبان در هر دو طرف ترانسفورماتور مورد استفاده قرار می‌گیرد. رله‌های جریان زیاد با مشخصه معکوس بایستی با سایر رله‌های اضافه جریان هماهنگ شوند. در تنظیم رله‌های اضافه جریان لحظه‌ای بایستی دقت کرد که جهت پایداری

جریان زیاد آنی انجام می‌شود. ترانسفورماتورهای جریان قرار گرفته در قسمت فشار قوی به رله جریان زیاد آنی متصل می‌گردند و در صورت بروز خطای این رله از عملکرد سیستم تپ چنجر ممانعت بعمل می‌آورد.

۳-۵-۷- سایر حفاظتها

زمانیکه تنظیم و هماهنگی رله‌های جریان زیاد امکانپذیر نباشد می‌توان از حفاظت امپدانسی جهت پیاده‌سازی حفاظت پشتیبان استفاده کرد. اصول کار این رله شبیه رله دیستانس می‌باشد و در طرحهای استاندارد حفاظتی به طور معمول در نظر گرفته نمی‌شود.

علاوه بر حفاظتهای الکتریکی گفته شده، رله درجه حرارت سیم‌پیچ و رله بوخهلتس در بخش حفاظت اصلی و سایر حفاظتهای مکانیکی ترانسفورماتور و تپ چنجر در بخش حفاظت کمکی در نظر گرفته می‌شوند.

در صورتی که لازم باشد سیم‌پیچ سوم ترانسفورماتور قدرت بطور کامل و دقیق مورد حفاظت اضافه جریان قرار گیرد لازمست که از دو رله اضافه جریان با مشخصه‌های متفاوت استفاده شود که به رله‌های تنظیم بالا و پایین[۱] معروف هستند. مشخصه ترکیبی این دو رله در صفحه زمان ـ جریان، بایستی همواره زیر منحنی گرمایی ترانسفورماتور قرار گیرد. به عبارتی این مشخصه ترکیبی به ازای هر جریان خطا بایستی پیش از آنکه سیم‌پیچ صدمه ببیند، عمل کند. لازم به ذکر است که با توجه به مشخصه گرمایی سیم‌پیچ، نمی‌توان تنها به کمک یک رله اضافه جریان، حفاظت مناسبی را در کل بازه جریانهای خطا فراهم آورد.

[۱]. *High and low set*

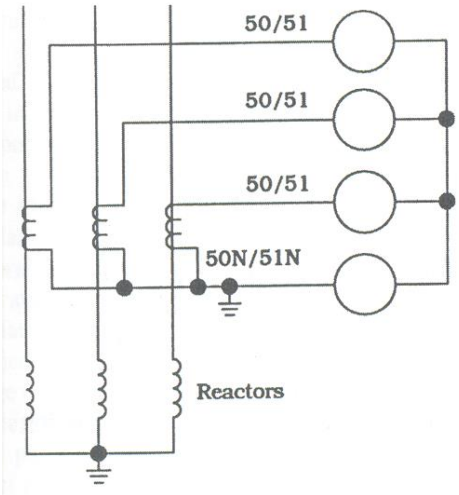
برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۳-۶- حفاظت راکتور

راکتورهای شنت در شبکه قدرت جهت جبران سوسپتانس خطوط در سطوح ولتاژی انتقال و خطوط بلند بکار می‌روند. این راکتورها یا به صورت مستقیم به خط انتقال متصل می‌شوند و یا به سیم‌پیچ سوم ترانسفورماتور قدرت متصل می‌گردند.

اتصال به خط انتقال معمولاً بدون وجود کلید بوده و لذا حفاظتهای راکتور بایستی به کلیدهای دو طرف خط فرمان قطع دهند. ارسال فرمان قطع به کلید پایانه دور از طریق کانال PLC (ترجیحاً دو کانال مخابراتی) انجام می‌شود. علاوه بر حفاظتهای مکانیکی که از طرف سازنده بر روی راکتور وجود دارد (مشابه حفاظتهای ترانسفورماتور)، حفاظتهای الکتریکی شامل رله‌های اضافه جریان و دیفرانسیل در نظر گرفته می‌شوند.

شکل شماره (۳-۲۰) طرح حفاظتی اضافه جریان فاز و نوترال را نشان می‌دهد. همانطور که در شکل دیده می‌شود، ترانسفورماتورهای جریان بصورت ستاره متصل شده و حفاظت اتصال زمین بین نقطه ستاره رله‌ها و ترانسفورماتورهای جریان قرار می‌گیرد. رله‌های اضافه جریان بایستی علاوه بر مشخصه معکوس دارای واحد آنی نیز باشند. پیشنهاد می‌شود تنظیم جریانی رله اضافه جریان با مشخصه معکوس ۱/۵ برابر جریان نامی راکتور و تنظیم جریانی رله اضافه جریان آنی ۵ برابر جریان نامی راکتور انتخاب شود.



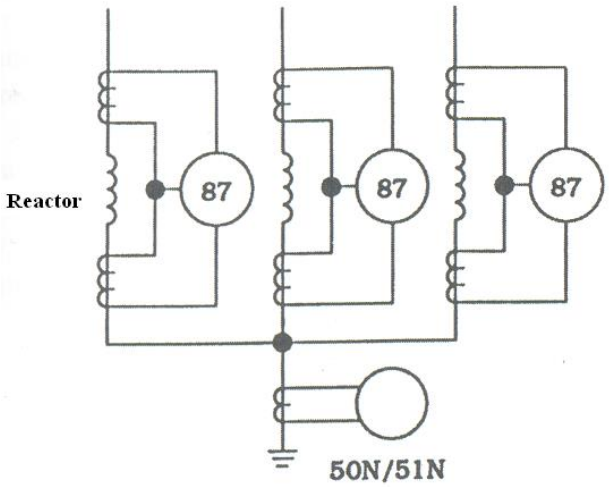
برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

شکل (۳-۲۰): حفاظت اضافه جریان فاز و زمین راکتور

به ازای بروز خطای زمین در خارج از راکتور، راکتور نیز در تأمین جریان خطای مؤلفه صفر مشارکت خواهد داشت و لذا تنظیمات رله اضافه جریان زمین بایستی به نحوی باشد که نسبت به عبور این‌گونه جریانها عمل نکند. پیشنهاد می‌شود پس از تعیین تنظیم جریانی رله جریان زیاد زمین با مشخصه معکوس، تنظیم جریانی واحد آنی در۵ برابر آن قرار گیرد.

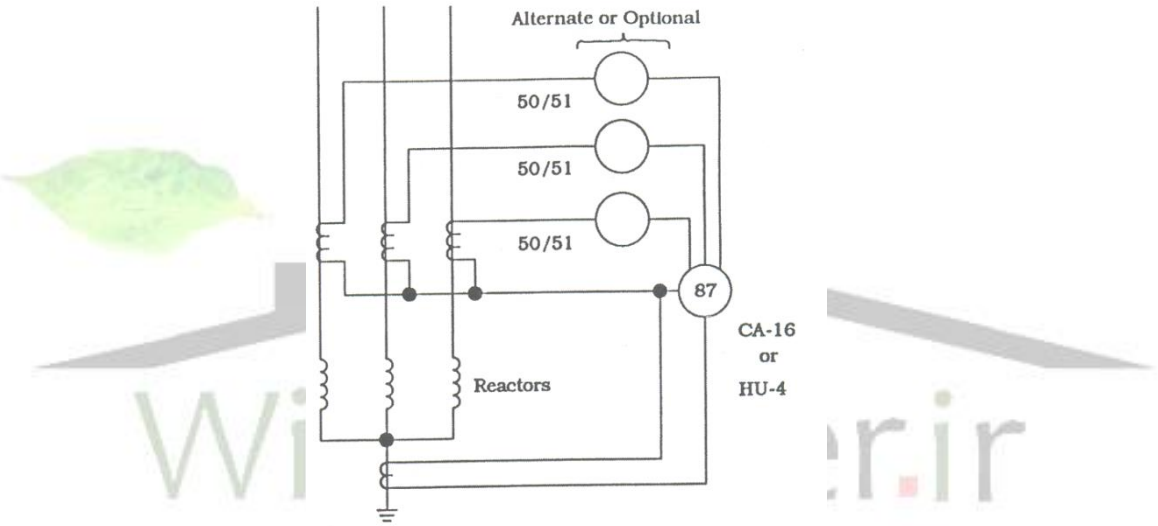
حفاظت اصلی راکتور شانت بایستی توسط رله دیفرانسیل پیاده‌سازی شود.

شکلهای شماره (۳-۲۱) الی (۳-۲۳) طرحهای مختلف حفاظت دیفرانسیل راکتورها را نشان می‌دهد. در طرح اول از سه رله دیفرانسیل تکفاز، در طرح دوم از یک رله دیفرانسیل سه فاز و در طرح سوم از یک رله دیفرانسیل زمین محدودشده استفاده شده است. در این شکلها شمای حفاظت اضافه جریان نیز نشان داده شده است.

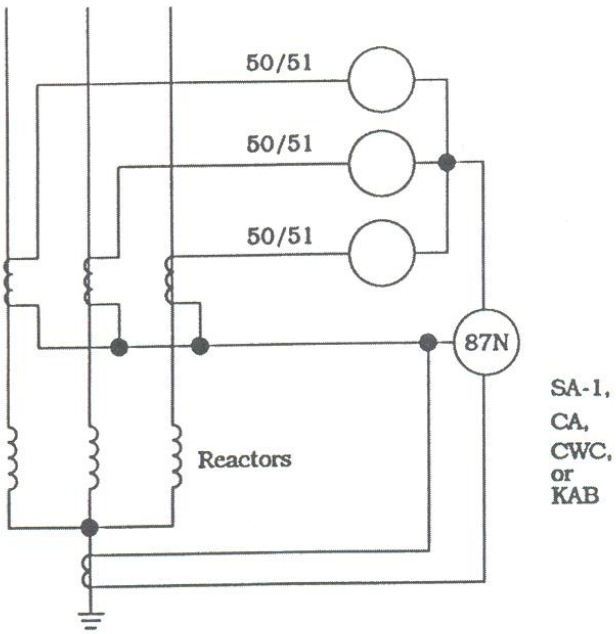


برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

شکل (۳-۲۱): حفاظت دیفرانسیل تکفاز راکتور شانت



شکل (۳-۲۲): رله‌گذاری دیفرانسیل سه فاز راکتور شانت



برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

شکل (۳-۲۳): رله‌گذاری دیفرانسیل زمین محدودشده راکتور شانت

طرحهای ارائه شده توانایی تشخیص خطاهای فاز و بوشینگ را دارند. رله‌های دیفرانسیل استفاده شده از نوع امپدانس بالا بوده و طبعاً بایستی پایداری این رله‌ها در هنگام اشباع کامل یک ترانسفورماتور جریان به اثبات برسد.

به ازای خطای زمین خارجی، حداکثر مشارکت راکتور درجریان خطا برابر جریان نامی راکتور خواهد بود. در مقابل جریان هجومی راکتو تقریباً دو برابر جریان نامی می‌باشد. رله دیفرانسیل بایستی با یک ضریب حاشیه اطمینان مناسب نسبت به عبور این جریانها پایدار باشد.

WikiPower.ir

۳-۷- حفاظت بانک خازنی

هر بانک خازنی از مجموعه‌ای از خازنها تشکیل شده که هر یک توسط فیوز مربوط به خود محافظت می‌گردند. در صورت بروز خطا و مجزا شدن یک یا چند خازن توسط این فیوزهای داخلی، بر روی سایر خازنهای سالم اضافه ولتاژ بروز می‌کند.

در طراحی حفاظت بانک خازنی فرض بر این است که خازنها توانایی کار دائم در شرایط ۱۰ درصد اضافه ولتاژ (همراه با هارمونیکها) و ۳۰ درصد اضافه جریان را دارند. همچنین خازنها در ولتاژ و فرکانس نامی (بدون حضور هارمونیکها) و درجه حرارت ۲۵ درجه سانتی‌گراد، نباید توان راکتیو کمتر از ۱۰۰ یا بیشتر از

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۱۱۰ درصد مقدار نامی خود را تولید کنند. با این حال به دلیل اثرات زیر، خازنها بایستی توان راکتیو تا ۱۳۵ درصد مقدار نامی خود را تحمل نمایند:

- ولتاژهای هارمونیکی
- تلورانس سازنده
- افزایش ولتاژ در فرکانس نامی تا ۱۱۰درصد

۳-۷-۱- حفاظت جریان زیاد یک واحد مجزا

وظیفه این حفاظت تشخیص خرابی در یک خازن و حذف آن است. حذف این خازن برای حفاظت خازنهای سالم و تداوم سرویس‌دهی آنها بسیار ضروری است. بنابراین، برای هر خازن یک فیوز بصورت سری قرار می‌گیرد. فیوز باید توانایی حمل دائم ۱۲۵ تا ۱۳۵ درصد جریان نامی خازن را داشته باشد.

WikiPower.ir

۳-۷-۲- حفاظت جریان زیاد بانک خازنی

خطاهای اصلی مثل خطای فاز به فاز یا خطای فاز به زمین، نیاز به حفاظت کلی دارند. اینکار توسط رله جریان زیاد فاز و زمین انجام می‌گیرد. چنانچه بانک خازنی ستاره مورد استفاده قرار گیرد و نول آن زمین نشده باشد، خطای فاز به زمین باعث افزایش جریان فاز به مقدار ۳ برابر جریان معمولی می‌گردد. از طرف دیگر، ممکن است بانکهای خازنی در ۱۳۵ درصد توان راکتیو کار کنند، بنابراین حفاظت پشتیبان باید ۱۲۵ تا ۱۳۵ درصد جریان نامی را بطور دائم عبور داده و بانک خازنی را در ۳ برابر جریان نامی خارج نماید. در این حالت رله‌های جریان زیاد زمانی با مشخصه معمولی (بدون عملکرد اشتباه در امواج کلیدزنی یا جریانهای هجومی) می‌توانند مورد استفاده قرار گیرند . بهترین تنظیم برای این رله‌ها، ۱۳۵ درصد جریان نامی خازن است چنانچه رله‌های آنی بکار گرفته شوند، باید در ۳ برابر جریان نامی تنظیم گردند.

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۳-۷-۳- حفاظت قوس الکتریکی در میان خازن

یک بانک خازنی عموماً از چندین بازوی موازی تشکیل شده است که در هر بازو، تعدادی مجموعه بصورت سری قرار دارند و هر مجموعه شامل خازنهای موازی است. جرقه ابتدا بر روی بخشی از یک بازو (یکی از خازنها) آغاز می‌گردد. چنانچه از اضافه جریان ناشی از آن جلوگیری نگردد، گروههای دیگر (در همان بازو) را فرا می‌گیرد و نهایتاً حفاظت کلی بانک عمل می‌نماید. محدوده زمانی توسعه جرقه در یک بانک خازنی در حد چندین ثانیه است. وقوع جرقه و توسعه آن، صدمه قابل ملاحظه‌ای به بانک خازنی وارد می‌آورد.

برای حفاظت در مقابل توسعه جرقه از رله ولتاژ زیاد سریع در ترکیب عدم تقارن ولتاژها استفاده می‌شود. برای بانکهایی که کاملاً زمین شده باشند، تأخیر زمانی عدم تقارن بین ۰/۳ تا ۰/۵ ثانیه توصیه می‌گردد. در بانکهایی که زمین نشده باشند، تأخیر زمانی طولانی مورد نیاز است.

۳-۷-۴- حفاظت ولتاژ زیاد بانک خازنی

اضافه ولتاژهای گذاری صاعقه و کلیدزنی باید توسط تجهیزات حفاظتی رایج مثل برق‌گیر یا فاصله هوایی، کاهش یابند. باید توجه داشت که یک خازن، بدلیل طبیعت اتصال کوتاه آن در مقابل پله‌های ولتاژ، اضافه ولتاژهای آنی را جذب می‌کند. یعنی اضافه ولتاژهای اطراف بانکهای خازنی، شدیداً کاهش می‌یابند ولی حفاظت کلی تضمین نشده است.

همچنین بانک خازنی تحت اضافه ولتاژهای ناشی از شرایط عملکرد نامتعارف سیستم قرار می‌گیرد. چنانچه اضافه ولتاژ باعث صدمه زدن به خازنها شود، رله‌های ولتاژ زیاد بایستی در نظر گرفته شوند. این رله بصورت فاز به فاز متصل شده و دارای دو مرحله جهت آلارم و قطع می‌باشد.

۳-۷-۵- حفاظت عدم تقارن جریان

یک مجموعه جریان زیاد (رله تعادل جریان (۶۰)) جهت آشکارسازی عدم تقارن (بر اثر تغییر ظرفیت خازنها در مقایسه با یکدیگر) بایستی تأمین شود. این عدم تقارن با پی بردن به جریان عبوری بین نقاط نوترال بانکهای خازنی آشکار می‌شود.

۳-۸- طرحهای حفاظتی پیشنهادی

طرح حفاظت رله‌ای برای یک المان بایستی بتواند کلید خطاهای ممکن بر روی آن المان را تشخیص و در کمترین زمان ممکن برطرف سازد. هر نوع طرح حفاظتی که این قابلیت را داشته مطلوب می‌باشد. انتخاب طرح مناسب تا حدود زیادی به نظر و سلیقه مهندس طراح بستگی دارد. با این حال با توجه به مجموعه تجربیات موجود در کشور طرحهای پیشنهادی زیر به عنوان طرحهای استاندارد حفاظت ارائه می‌گردد.

۳-۸-۱- حفاظت خطوط ۲۳۰ و ۴۰۰ کیلوولت

حفاظت SubI شامل: رله دیستانس، رله اتصال زمین جهت‌دار، رله اضافه یا کاهش ولتاژ و حفاظت ناحیه کور (بسته به طرح شینه‌بندی).

حفاظت SubII شامل: رله دیستانس و رله اتصال زمین جهتدار.

۳-۸-۲- حفاظت خطوط ۱۳۲ و ۶۳ کیلوولت

حفاظت SubI : رله دیستانس و رله کاهش ولتاژ

حفاظت SubII : رله اضافه جریان جهت‌دار و رله اتصال زمین جهت‌دار

۳-۸-۳- حفاظت ترانسفورماتورهای با ولتاژ اولیه ۲۳۰ و ۴۰۰ کیلوولت

حفاظت اصلی: رله دیفرانسیل، رله دیفرانسیل اتصال زمین محدودشده، رله کاهش ولتاژ و رله اضافه شار / ولتاژ

حفاظت پشتیبان: رله جریان زیاد لحظه‌ای طرف اولیه، رله جریان زیاد زمانی طرف ثانویه، رله جریان زیاد نوترال، رله جریان زیاد زمانی طرف ثالثیه و ترانسفورماتور زمین – کمکی، رله جریان زیاد زمانی نوترال ترانسفورماتور زمین – کمکی، رله جریان زیاد آنی تپ چنجر و رله جریان زیاد قابل تنظیم بالا و پایین برای سیم‌پیچ سوم.

۳-۸-۴- حفاظت ترانسفورماتورهای با ولتاژ اولیه ۱۳۲ و ۶۳ کیلوولت

حفاظت اصلی: رله دیفرانسیل، رله دیفرانسیل اتصال زمین محدودشده، رله کاهش ولتاژ و اضافه ولتاژ

حفاظت پشتیبان: رله اضافه جریان اولیه، رله اضافه جریان ثانویه، رله اضافه جریان اتصال زمین ترانسفورماتور زمین کمکی و رله اضافه جریان نوترال سیم‌پیچ ستاره.

WikiPower.ir

۳-۸-۵- حفاظت کلید قدرت (تنها در سطوح ولتاژی ۲۳۰ و ۴۰۰ کیلوولت)

حفاظت اشکال کلید، نظارت بر مدار تریپ و حفاظت ناهماهنگی در باز شدن کنتاکتهای کلید.

۳-۸-۶- حفاظت شینه (تنها در سطوح ولتاژی ۲۳۰ و ۴۰۰ کیلوولت)

حفاظت دیفرانسیل شینه (نوع امپدانس بالا).

۳-۸-۷- حفاظت راکتور

رله دیفرانسیل سه فاز و یا دیفرانسیل زمین محدودشده، رله جریان زیاد سه فاز و یا زمین.

۳-۸-۸- حفاظت بانک خازنی

رله جریان زیاد، حفاظت قوس الکتریکی در خازن توسط رله ولتاژی، حفاظت ولتاژ زیاد بانک خازنی و حفاظت عدم تقارن جریان.

۳-۸-۹- حفاظت فیدر (۳۳) ۲۰ کیلوولت در پستهای ۶۳ و ۱۳۲ کیلوولت

رله اضافه جریان فاز و زمین، رله خطای زمین حساس (فیدر کابلی).

۳-۹- نیازمندیهای ترانسفورماتورهای جریان

جزئیات نیازمندیهای ترانسفورماتورهای جریان مورد استفاده برای هر رله را بایستی به کمک دستورالعمل سازنده رله تعیین کرد. تجربه متداول استفاده از ترانسفورماتورهای جریان موارد زیر را توصیه می‌کند:

رله اضافه جریان: کلاس حفاظتی P

رله دیستانس: سطح ولتاژ ۶۳ کیلوولت کلاس حفاظتی P و برای سطوح بالاتر کلاس حفاظتی TPY

رله دیفرانسیل: کلاس حفاظتی X

رله خطای زمین حساس: نوع حلقوی

۳-۱۰- نمونه‌هایی از انتخاب طرحهای حفاظتی پستهای فوق توزیع و انتقال

در این بخش دو نمونه رله‌گذاری برای یک پست ۶۳ و ۲۳۰ کیلوولت ارائه می‌شود.

۳-۱۰-۱- رله‌گذاری یک پست ۶۳/۲۰ کیلوولت نمونه

پست ۶۳/۲۰ کیلوولت با دو فیدر ترانسفورماتور و چهار فیدر خط ۶۳ کیلوولت را در نظر بگیرید. در بخش ۲۰ کیلوولت، پست دارای چندین فیدر خروجی و دو فیدر خازن می‌باشد. دو ترانسفورماتور پست دارای اتصال Ynd بوده و در سمت ۲۰ کیلوولت مجهز به ترانسفورماتورهای زمین کمکی هستند.

در نقشه‌های حفاظتی جهت مشخص نمودن رله‌ها از شماره این رله‌ها مطابق استاندارد IEEE شماره C37.2 استفاده شده است که به همراه راهنمای نقشه در پیوست این فصل آمده است.

۳-۱۰-۱-۱- حفاظت خطوط ۶۳ کیلوولت

حفاظت خطوط ۶۳ کیلوولت مطابق شکل (۲-۲۴) شامل رله دیستانس، رله ولتاژ پایین (۲۷)، رله اضافه جریان با واحد آنی و رله خطای زمین با واحد آنی می‌باشد. از آنجا که معمولاً رله‌های دیستانس مجهز به رله خطای زمین جهتدار نیز هستند، این حفاظت نیز در نظر گرفته شده است.

رله دیستانس بایستی با توجه به دستورالعمل بند (۳-۲-۱-۱) و با توجه به آرایش شبکه در خط بعدی تنظیم شود. رله اضافه جریان با توجه به اینکه از نوع غیرجهتدار می‌باشد بایستی با رله‌های اضافه جریان داخل پست (سمت فشار قوی ترانسفورماتور) هماهنگ شود. تنظیم جریان رله خطای زمین جهتدار را می‌توان در ۱۰ درصد جریان اسمی ثانویه ترانسفورماتور جریان که در این حالت یک آمپر است قرار دارد.

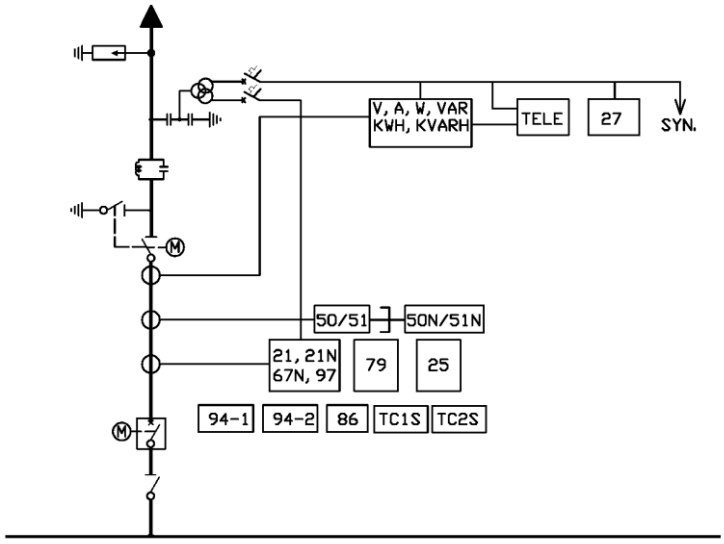
علاوه بر موارد گفته شده رله چک سنکرونیزم، رله وصل مجدد و رله‌های نظارت بر مدار تریپ نیز در نظر گرفته شده است.

شکل (۳-۲۴): حفاظت نمونه‌ای یک خط ۶۳ کیلوولت

۳-۱۰-۱-۲- حفاظت ترانسفورماتور ۶۳/۲۰ کیلوولت

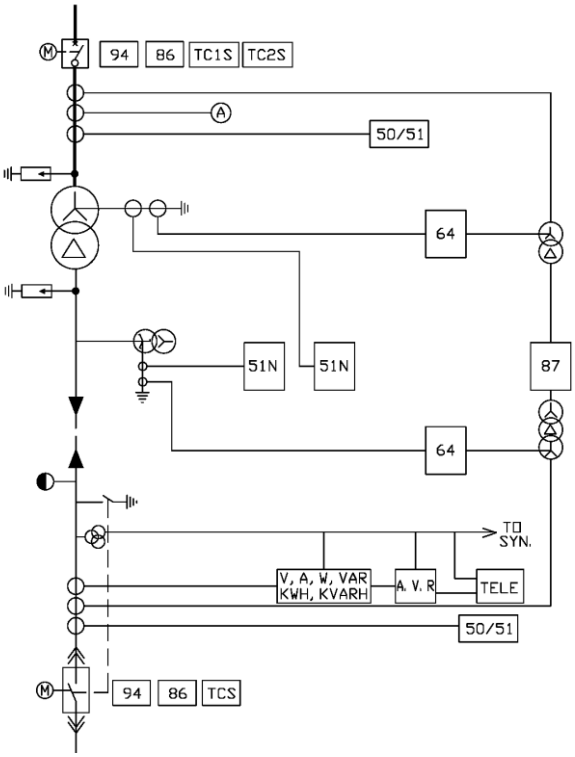
حفاظت ترانسفورماتور قدرت مطابق شکل (۲-۲۵) شامل رله دیفرانسیل و رله خطای زمین محدودشده در هر دو سمت، رله اضافه جریان با واحد آنی در سمت فشار قوی و ضعیف و رله‌های اضافه جریان خطای زمین بر روی نوترال ترانسفورماتور و نوترال ترانسفورماتور زمین کمکی می‌باشد.

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



رله ولتاژ پایین بر روی شینه ۲۰ کیلوولت قرار گرفته لذا در هنگام برقدار شدن پست هر دو ترانسفورماتور بدون بار خواهند بود.

WikiPower.ir



برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

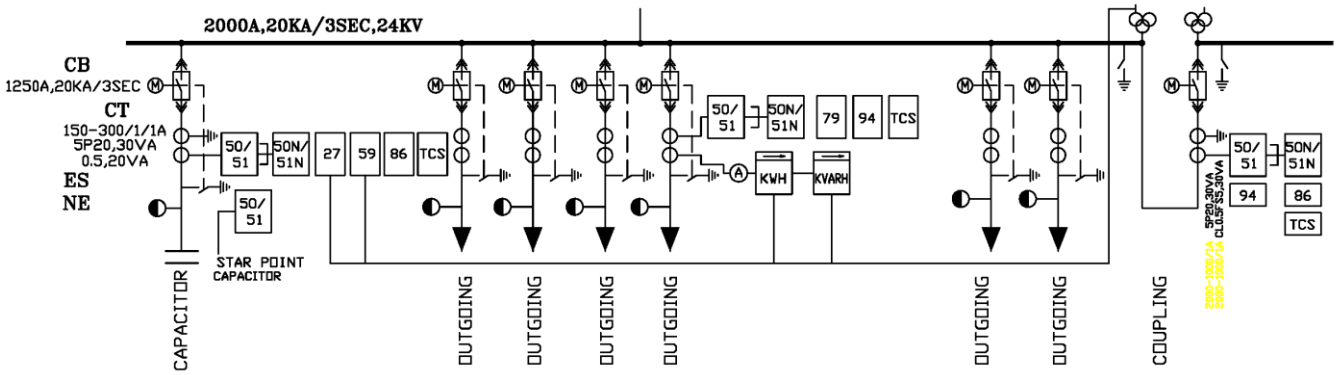
شکل (۳-۲۵): حفاظت ترانسفورماتور قدرت

۳-۱۰-۱-۳- حفاظت فیدر ۲۰ کیلوولت، باس کوپلر و خازن

حفاظت فیدر خروجی که در این مثال خط هوایی است، شامل رله‌های اضافه جریان و خطای زمین با واحد آنی است که به رله وصل مجدد فرمان می‌دهند.

حفاظت کوپلر نیز شامل رله‌های اضافه جریان فاز و زمین با واحد آنی می‌باشد. رله‌های اضافه جریان فیدر و کوپلر بایستی با حفاظت پایین دستی در سمت ۲۰ کیلوولت هماهنگ گردند.

حفاظت بانک خازنی شامل حفاظت جریان زیاد فاز و نوترال، حفاظت اضافه ولتاژ و حفاظت عدم تقارن جریان در نوترال می‌باشد که در شکل (۳-۲۶) نشان داده شده است.



شکل (۳-۲۶): حفاظت فیدر ۲۰ کیلوولت، باس کوپلر و خازن

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۳-۱۰-۲- رله‌گذاری یک پست ۲۳۰/۶۳ کیلوولت نمونه

در این بخش یک پست ۲۳۰/۶۳ کیلوولت با شینه‌بندی دوبل، ۳ فیدر خط ۲۳۰ کیلوولت، دو فیدر ترانسفورماتور و ۸ فیدر ۶۳ کیلوولت در نظر می‌گیریم. ترانسفورماتورها مجهز به سیم‌پیچ سوم و با اتصال Y_nyd_n می‌باشند و از سیم‌پیچ سوم آنها جهت تغذیه ترانسفورماتور زمین کمکی استفاده شده است.

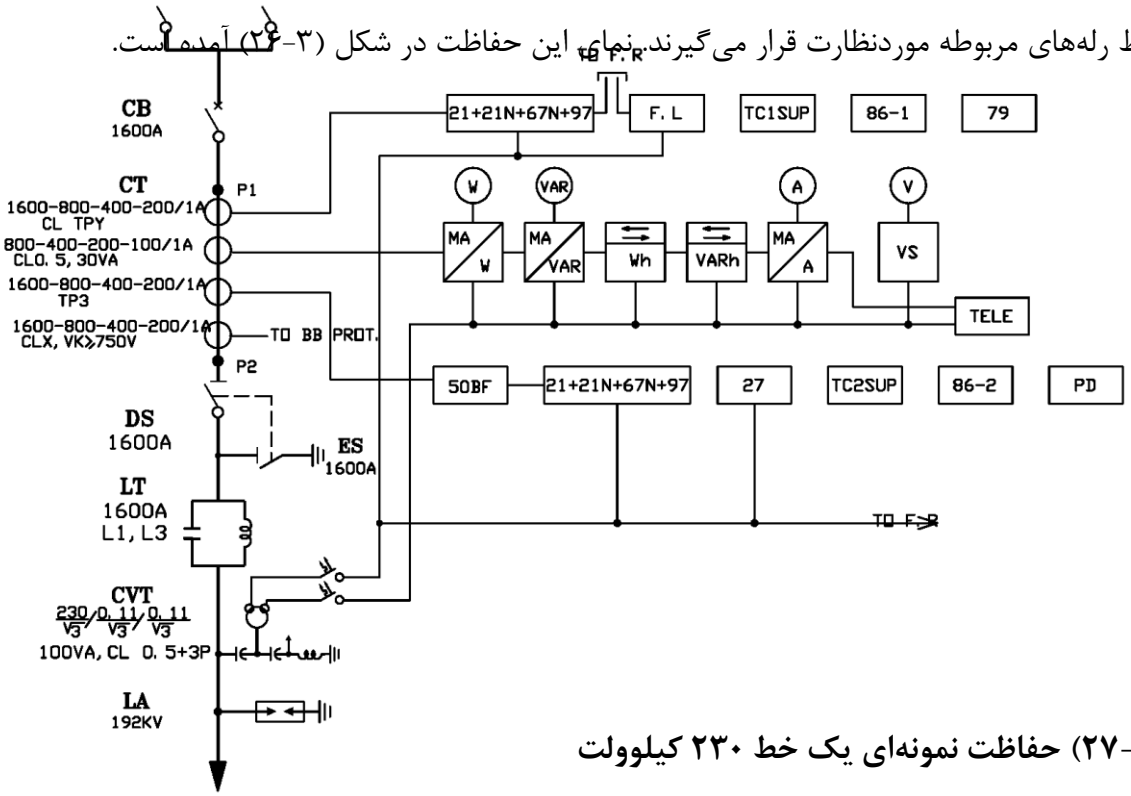
۳-۱۰-۲-۱- حفاظت خطوط ۲۳۰ کیلوولت

مطابق بند (۲-۸-۱)، حفاظت خطوط ۲۳۰ کیلوولت به شکل زیر خواهد بود:

حفاظت subI: رله دیستانس، رله اتصال زمین جهتدار و رله کاهش ولتاژ

حفاظت subII: رله دیستانس و رله اتصال زمین جهتدار

فرمان تریپ ناحیه اول رله‌های دیستانس به رله وصل مجدد اعمال شده و برحسب اینکه خطا از نوع سه فاز و یا تکفاز باشد وصل مجدد نیز بصورت سه فاز و یا تکفاز انجام می‌گیرد. همچنین هر دو بوبین تریپ کلید توسط رله‌های مربوطه موردنظارت قرار می‌گیرند.نمای این حفاظت در شکل (۳-۲۷) آمده است.



شکل (۳-۲۷) حفاظت نمونه‌ای یک خط ۲۳۰ کیلوولت

۳-۱۰-۳- حفاظت ترانسفورماتور قدرت

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

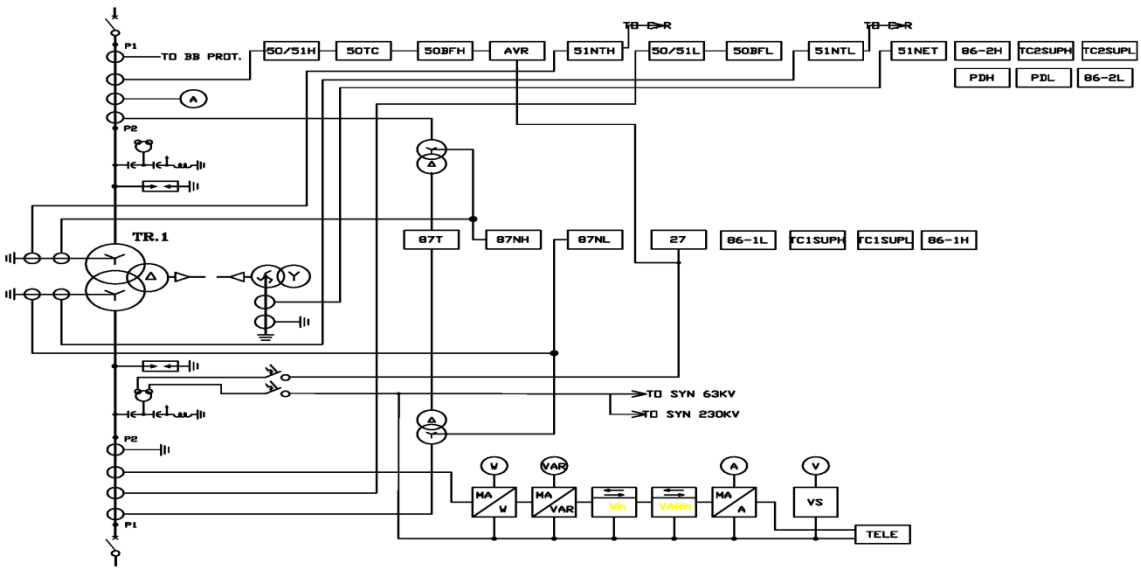
حفاظت ترانسفورماتور قدرت مطابق بند (۲-۸-۳) شامل موارد زیر است:

حفاظت اصلی: حفاظت دیفرانسیل کلی، حفاظت اتصال زمین محدودشده در هر دو سمت و رله کاهش ولتاژ در سمت فشار ضعیف

حفاظت کمکی: رله جریان زیاد زمانی واحد آنی در هر دو سمت فشار قوی و متوسط، رله جریان زیاد آنی تپ چنجر، رله جریان زیاد زمانی نوترال برای هر دو سیم‌پیچ و رله جریان زیاد بر روی نوترال ترانسفورماتور زمین کمکی.

از آنجا که در طراحی سیم‌پیچ سوم بر روی آن ترانسفورماتور جریان تعبیه نشده است لذا نمی‌توان حفاظت جریان زیاد بالا و پایین را برای این سیم‌پیچ در نظر گرفت.

جهت هماهنگ‌سازی جریانهای دو طرف ترانسفورماتور از دو ترانسفورماتور جریان کمکی استفاده شده است. نمای حفاظتی ترانسفورماتور در شکل (۲-۲۸) نشان داده شده است.



شکل (۳-۲۸): حفاظت ترانسفورماتور قدرت ۲۳۰/۶۳ کیلوولت

رله اضافه جریان سمت فشار متوسط ترانسفورماتور با توجه به رله‌های جریانی خطوط ۶۳ هماهنگ می‌شود و رله سمت فشار قوی با توجه به این رله و مشخصه گرمایی ترانسفورماتور قدرت بایستی هماهنگ گردد.

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

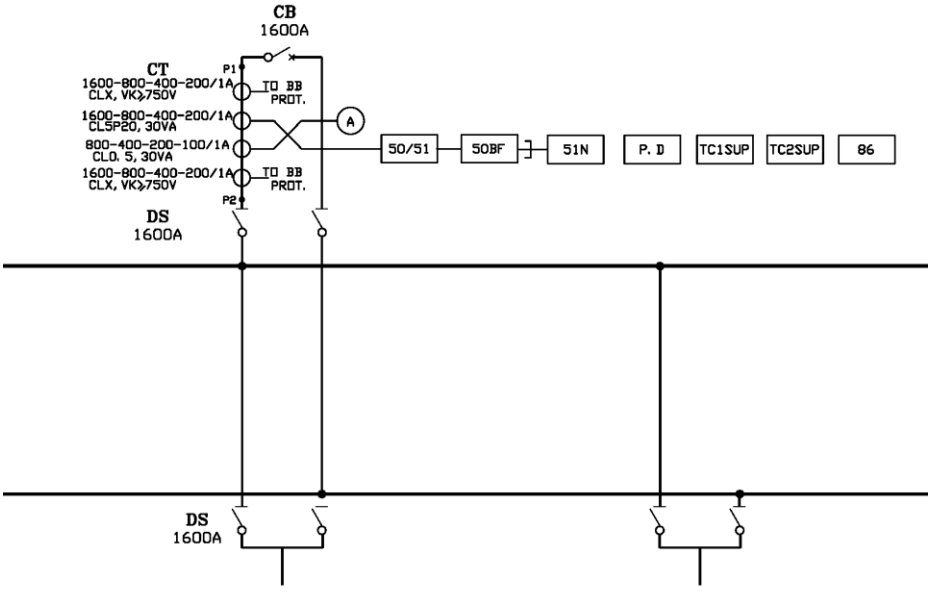
تنظیم جریانی این رله‌ها بایستی به گونه‌ای باشد که اجازه اضافه بارشدن ترانسفورماتور در بازه زمانی کوتاهی را بدهند.

۳-۱۰-۴- حفاظت شینه و باس کوپلر

حفاظت شینه شامل حفاظت دیفرانسیل امپدانس بالا (87B) می‌باشد. محل ترانسفورماتورهای جریان مورد استفاده در این حفاظت بایستی به گونه‌ای باشد که کلید فیدرها نیز در ناحیه حفاظتی رله دیفرانسیل قرار گیرد.

حفاظت باس کوپلر شامل رله جریان زیاد با واحد آنی و رله جریان زیاد زمین می‌باشد که در شکل (۳-۲۹) نشان داده شده است.

WikiPower.ir



برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

(۳-۲۹): حفاظت باس کوپلر

۳-۱۰-۵- حفاظت کلید قدرت

حفاظت کلید قدرت شامل حفاظت خرابی کلید (CBF)، حفاظت عدم هماهنگی کنتاکتهای کلید (PD) که در صورت اختلاف زمان عملکرد کنتاکتها بیش از ۵ میلی‌ثانیه فرمان قطع را صادر می‌کند و رله نظارت بر مدار تریپ (TC..SUP) می‌باشد. این حفاظتها برای کلیدهای قدرت سمت ۲۳۰ کیلوولت (خط ترانسفورماتور کوپلر) در نظر گرفته شده که در شکلهای (۲-۲۷) و (۲-۲۸) و (۲-۲۹) نشان داده شده است.

پیوست (۳-۱): شماره رله‌های حفاظتی و علائم نقشه‌ها

۲: رله استارت یا بستن با تأخیر زمانی

۳: رله چک کردن و اینترلاک

۲۱: رله دیستانس

۲۵: رله سنکرونایزینگ یا چک سنکرونیزم

۲۷: رله کاهش ولتاژ

۳۲: رله توان جهتدار

۳۷: رله کاهش جریان یا کاهش توان

۴۶: رله جریانی فاز معکوس یا بالانس توان

۵۰:رله جریان زیاد آنی

۵۱: رله جریان زیاد زمانی

۵۵: رله ضریب توان

۵۹: رله افزایش ولتاژ

۶۴: رله خطای زمین (خطای زمین محدودشده)

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۶۷: رله جریان زیاد جهت‌دار

۶۸: رله بلوک کردن

۷۴: رله آلارم

۷۹: رله وصل مجدد

۸۱: رله فرکانسی

۸۶: رله تریپ

۸۷: رله دیفرانسیل

۹۷: رله نظارت بر ثانویه ترانسفورماتور ولتاژ

TC..SUP: رله نظارت بر مدار تریپ

PD: رله عدم هماهنگی کنتاکتهای کلید

WikiPower.ir

فصل چهارم: قواعد هماهنگی

مقدمه

از آنجا که مسئله هماهنگی به تجربه و قضاوت انسانی و مشخصات وسایل حفاظتی مربوط می‌شود لذا کارخانجات سازنده و طراحان سیستم‌های حفاظتی شبکه‌های توزیع الکتریکی هر کدام نظریات و دیدگاههای خاص خود را راجع به نحوه‌ی تنظیم و هماهنگ نمودن وسایل حفاظتی دارند. برخی از سازندگان برای تنظیم هماهنگ و مطمئن وسایل حفاظتی که تولید نموده‌اند جداولی ارائه می‌نمایند که در شرایط مختلف اندازه تنظیمات و مقادیر نامی پیشنهادیشان را عرضه می‌کنند. بعلاوه روش‌هایی را نیز

با مقایسه منحنی‌های TCCوسایل حفاظتی مختلف معرفی می‌نمایند. مثلا در هماهنگی رکلوزر-فیوز برخی پیشنهاد می‌کنند که تنها کافی است باند منحنی‌های TCCفیوز (حداقل زمان ذوب شدن) در بین منحنی‌های عملکرد سریع و کل زمان عملکرد تجمعی رکلوزر قرار گیرد. دیدگاهی دیگر می‌گوید که برای هماهنگی رکلوزر و فیوز کافی است منحنی حداقل ذوب فیوز بالاتر از منحنی عملکرد سریع رکلوزر و منحنی کل زمان باز شدن فیوز پایین‌تر از منحنی عملکرد تاخیری رکلوزر قرار گیرد.

قیود یا قواعد هماهنگی به صورت مجموعه‌ای از نامساویها و تساویها بوده لذا باعث می‌شود که بجای داشتن تنها یک جواب برای مسئله هماهنگی جواب‌های متعددی وجود داشته باشد اما این رابطه به ازای مقادیری از پارامترهای وسایل حفاظتی به کار گرفته شده که در عین حصول هماهنگی فاصله هماهنگی نیز حتی-الامکان محدود نگردد. بسته به آنکه وسایل حفاظتی اصلی و پشتیبان از چه نوع باشند محدودیت خاصی را برای هماهنگی‌شان باید اعمال نمود. در ذیل قواعد هماهنگی وسایل حفاظت‌کننده در شبکه‌های صنعتی آورده می‌شوند.

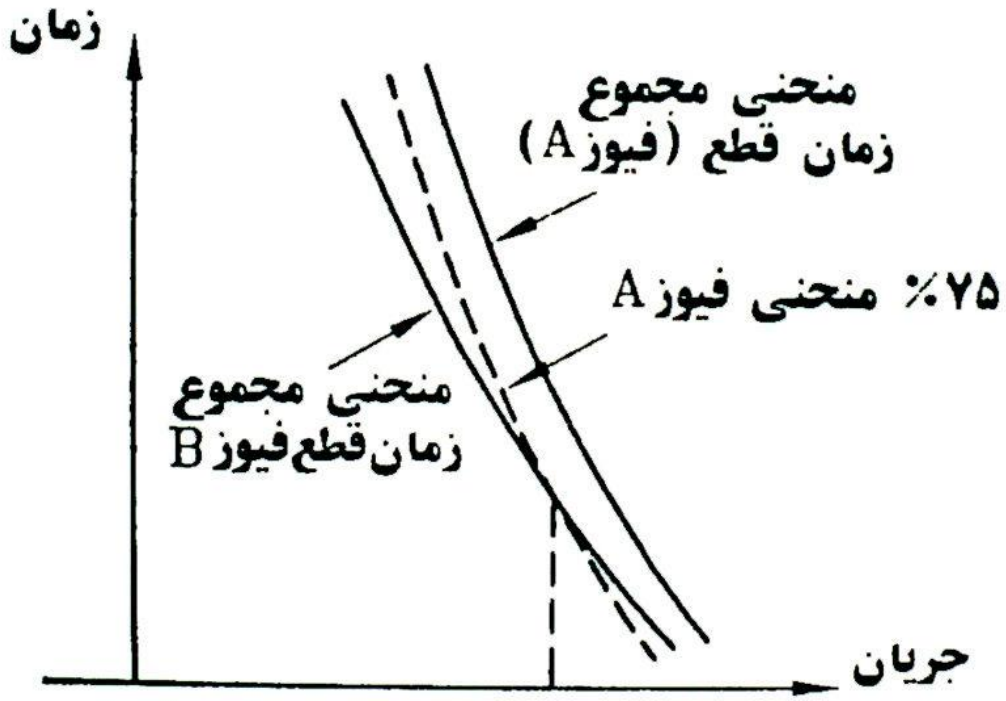
WikiPower.ir

۴-۱- قاعده هماهنگی رله-رکلوزر:

رکلوزر وسیله‌ای است که چند بار عمل قطع و وصل را انجام داده و در صورتی که خطا دایمی باشد فرمان وصل رکلوزر مسدود می‌شود. کل عملی که در چند بار قطع و وصل رکلوزر روی می‌دهد به کل زمان جمع شده معروف است.

بنابراین رله بایستی در شرایط ناموفق اتورکلوزر حداقل به اندازه کل زمان قطع شده صبر نماید و چنانچه اطمینان حاصل شد که رکلوزر عمل نمی‌کند در این صورت فیوز شروع به عمل نماید. به عبارت دیگر شرط لازم برای هماهنگی رله و رکلوزر آن است که زمان عملکرد رله به ازای حداکثر جریان خطای واقع شده در جلوی رکلوزر با کل زمان جمع شده عملکردهای رکلوزر به ازای همان جریان خطا حداقل به اندازه ۱۰ سیکل فاصله زمانی داشته باشد.

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



شکل ۴-۱

۴-۲- هماهنگی رکلوزر-رکلوزر:

از آنجا که هر رکلوزر دو گونه عملکرد سریع و تاخیری دارد لذا در هماهنگی دو رکلوزر لازم است که اولا عملکرد سریع رکلوزر اصلی زودتر از عملکرد سریع رکلوزر پشتیبان باشد که با توجه به سرعت عملکرد

سریع نمی‌توان فاصله هماهنگی زیادی بین آن دو قائل شد. ثانیا عملکردهای تاخیری دو رکلوزر نیز بایستی با هم هماهنگ گردند، لازم است بین آنها فاصله هماهنگی حداقل به اندازه ۱۵ سیکل یعنی ۰,۳ ثانیه در نظر گرفته شود. این فاصله زمانی به خاطر خطای عملکرد تجهیزات و حاشیه ایمنی است. نکته سوم آنکه در صورتی که شرایط قفل شدن رکلوزرها آماده شده لازمست رکلوزر اصلی قفل شود و رکلوزر پشتیبان نبایستی قفل نماید.

۴-۳- قاعده هماهنگی رکلوزر-جداکننده

اگرچه جداکننده دارای منحنی مشخصه عملکرد نمی‌باشد اما برای اینکه با رکلوزر به طور هماهنگ عمل نماید لازم است شرایط زیر را فراهم کرد:

اولا زمان قفل شدن رکلوزر به ازای عبور حداقل جریان اتصال کوتاه باید از زمان حافظه جداکننده کمتر باشد.

ثانیا بایستی حداقل جریان تحریک جدا کننده کمتر از حداقل جریان عملکرد رکلوزر باشد.

ثالثا جداکننده قبل از اینکه رکلوزر قفل نماید (قبل از آخرین عملکرد رکلوزر) بایستی بطور کامل باز شود.

رابعا تعداد عملکردهای لحظه‌ای و تاخیری بقدری باشد که جداکننده بتواند عمل نماید. قیود فوق‌الذکر را می‌توان به صورت زیر فرمول‌بندی نمود:

(۱-۴)

$$LOTRec(IMF)<MEMsec$$

(۲-۴)

$$MACsec=0.8\times MTRRec$$

(۳-۴)

$$Countsec=NOFS+NODS-1$$

(۴-۴)

$$NOFS+NODS\geq 1$$

LOTRec زمان قفل شدن رکلوزر و MEMsecزمان حافظه جدا کننده و MTRRecحداقل جریان عملکرد دررکلوز و NOFS تعداد عملکرد لحظه‌ای وNODSتعداد عملکردهای تأخیری می‌باشند.

۴-۴- قاعده هماهنگی رکلوزر – جدا کننده – فیوز

از آنجا که جدا کننده دارای منحنی مشخصه نمی‌باشد لذا در هنگامی که ترکیب حفاظتی رکلوزر – جدا کننده – فیوز وجود دارد لازم است رکلوزر علاوه بر هماهنگی با جدا کننده، با فیوز جلوی جدا کننده نیز هماهنگ گردد، بعلاوه بایستی فرصت کافی برای فیوز وجود داشته باشدکه با عملکرد تأخیری رکلوزر هماهنگ گردد و از این‌رو شرایط زیر بایستی توأماً برقرار باشد:

شرایط هماهنگی رکلوزر- جدا کننده که در قسمت قبل بیان گردید.

شرایط هماهنگی رکلوزر- فیوز نیز باید برقرار باشد.

تعداد عملکرد سریع رکلوزر باید برابر با ۱ و تعداد عملکرد تأخیری برابر ۳ گردد. در این حالت حفاظت اصلی فیوز و حفاظت پشتیبان رله است. با توجه به شیب تند فیوزها امکان هماهنگی فیوز با رله در صورتی که رله، حفاظت اصلی و فیوز حفاظت پشتیبان باشد وجود ندارد. برای نیل به هماهنگی مطمئن برقراری نامساوی زیر ضروری است:

(۵-۴)

$$OTRel(IMF)>TCTfus(IMF)+0.35$$

این رابطه بیان می‌دارد که زمان عملکرد رله پشتیبان به ازای حداکثر جریان خطا بایستی از کل زمانرفع خطا توسط فیوز در مقابل عبور همان جریان خطا به اندازه حداقل ۰,۳۵ فاصله زمانی داشته باشد. البته می‌توان حاشیه ایمنی را به صورت مجموع تابعی از زمان عملکرد فیوز و یک قسمت ثابت که بخاطر ضریب اطمینان و حرکت اضافی رله پشتیبان می‌باشد در نظر گرفت (t زمان عملکرد فیوز است).

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

0.4t+0.15= فاصله زمانی لازم جهت هماهنگی رله – فیوز

۴-۵- قاعده هماهنگی رله – رله

نحوه هماهنگی جفت رله – رله مشابه هماهنگی رله – فیوز می‌باشد.

البته در این حالت می‌توان فاصله هماهنگی ۲ رله اصلی و پشتیبان را براساس زمان عملکرد رله اصلی بیان نمود:

0.25t+0.25= فاصله لازم برای هماهنگی رله – رله

T زمانعملکرد رله است.

۴-۶- قاعده هماهنگی فیوز – فیوز

در این حالت حفاظت اصلی و پشتیبان هر دو فیوز هستند. شرط هماهنگی دو فیوز آن است که کل زمان رفع خطا توسط حفاظت اصلی به ازای عبور حداکثر جریان خطا از ۰,۷۵ حداقل زمان ذوب فیوز پشتیبان به ازای عبور همان جریان خطا کمتر باشد که می‌تواند به صورت رابطه زیر بیان گردد:

(۴-۵)

$$TCTfus(P;IMF)<0.75\times MCTfus(B;IMF)$$

جدول قواعد هماهنگی

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

جدول (۱-۴) مجموعه قیود هماهنگی

قاعده هماهنگی	نوع هماهنگی	ردیف
OTRel(IMF)>TAT(IMF)+0.2	رله – رکلوزر	1
OTRec(B;F;IMF)>OTRec(P;F;IMF)	رکلوزر- رکلوزر	2

OTRec(B;F;IMF)>OTRec(P;F;IMF) +0.3 LO(B;P)=P		
OTRec(B;F;IMF) <0.75 × MCTfus(P;IMF) OTRec(B;D;IMF)>TCTfus(P;IMF) NOFS ≥ 1 پNOFS≥	رکلوزر- رکلوزر	3
LOTRec(IMF)<MEMsec MACsec=0.8×MTRRec Countsec = NOFS + NODS- 1 پNOFS + NODS ≥	رکلوزر- جدا کننده	4
مجموعه شرایط هماهنگی رکلوزر فیوز و مجموعه شرایط هماهنگی رکلوزر – جدا کننده بطور همزمان باید برقرار باشد. NOFS=1 پNODS=	رکلوزر- جدا کننده- فیوز	5
OTRel(IMF) > TCTFUS(IMF) + 0.35	رله – فیوز	6
OTRel(B;IMF) > OTRel(P;IMF) + 0.4	رله- رله	7
TCTFUS(P;IMF) < 0.75 × MCTFUS(B;IMF)	فیوز-فیوز	8

علائم مورد استفاده در روابط (۱-۴) تا (۶-۴) به‌صورت زیر بطور یکجا تعریف می‌شود.

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

رله	Rel
رکلوزر	Rce
جدا کننده	Sec
فیوز	Fus
حفاظت پشتیبان	B
حفاظت اصلی	P
عملکرد تأخیری	D
عملکرد سریع	F
حداقل جریان عملکرد رکلوزر	MTR
حداقل جریان تحریک جدا کننده	MAC
جریان نامی پیوسته فیوز	CCR
حداکثر جریان بار	ILM
حداکثر جریان خطا	IMF
حداقل جریان خط	Imf
زمان عملکرد	OT
زمان عملکرد تجمعی رکلوزر	TAT
زمان قفل شدن رکلوزر	LOT
تعداد عملکرد سریع رکلوزر	NOFS
تعداد عملکرد تأخیری رکلوزر	NODS
تعداد تنظیم شدنی شمارش خطا توسط جدا کننده	Count

WikiPower.ir

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

زمان حافظه جدا کننده	MEM
کل زمان پاک شدن خطا توسط فیوز	TCTFUS
حداقل زمان ذوب اتصال	MCTFUS

WikiPower.ir

شکل۴-۲

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۴-۷- انتخاب هماهنگی عناصر جریان زیاد:

در این بخش اصول هماهنگی عناصر جریان زیاد توضیح داده می‌شود.

۴-۷-۱- انتخاب فیوز در انتهای شاخه:

انتخاب فیوز در فیدر انتهایی یک شبکه شعاعی بستگی مستقیم به نوع بار متصل به آن فیدر دارد. اگر بار متصل موتوری یا ترانسفورماتوری باشد فیوز انتخابی باید به‌گونه‌ای انتخاب شود تا در مقابل جریانهای هجومی و راه‌اندازی نسوزد. از طرف دیگر اگر بار روی فیدر انتهایی غیر موتوری باشد با توجه به نیاز قطع سریع مدار در حالتهای خطا فیوز انتخابی از نوع تندسوز انتخاب می‌گردد. به عبارت دیگر فیوزهای تندسوز جریان‌های اضافی تقریبا تا دو برابر مقدار نامی خود را بخوبی تحمل می‌نماید. طبق استاندارد IEC – 269 فیوزهای محافظ فیدرهای تغذیه باید توانایی تحمل ۱,۲ برابر جریان بار داشته باشند. از این‌رو نخست جریان اضافه بار برای مدت ۳۰۰ ثانیه ۱,۲ می‌گردد سپس در منحنی مشخصه MMT فیوزهای تندسوز فیوزی که زمان MMT آن تحت جریان فوق بزرگتر از ۳۰۰ ثانیه باشد انتخاب می‌گردد.

۴-۷-۲- تنظیم رله جریان زیاد در انتهای شاخه:

همانطور که گفته شد به منظور تنظیم رله جریان زیاد مستقر در فیدر انتهایی یک شبکه شعاعی نخست ضریب تنظیم زمانی (TSM) برابر ۰,۰۵ انتخاب شده و ضریب تنظیم جریانی (PS) با توجه به حداقل جریان اتصال کوتاه و C.T موجود در شبکه و حداکثر جریان بار انتخاب می‌شود تا جریان پیک آپ رله معین شود. به منظور سادگی حداقل جریان که در مقابل آن باید رله عمل نماید (RSI) با ضریب ۱,۳ جریان بار انتخاب می‌گردد از این‌رو:

(۴-۷)

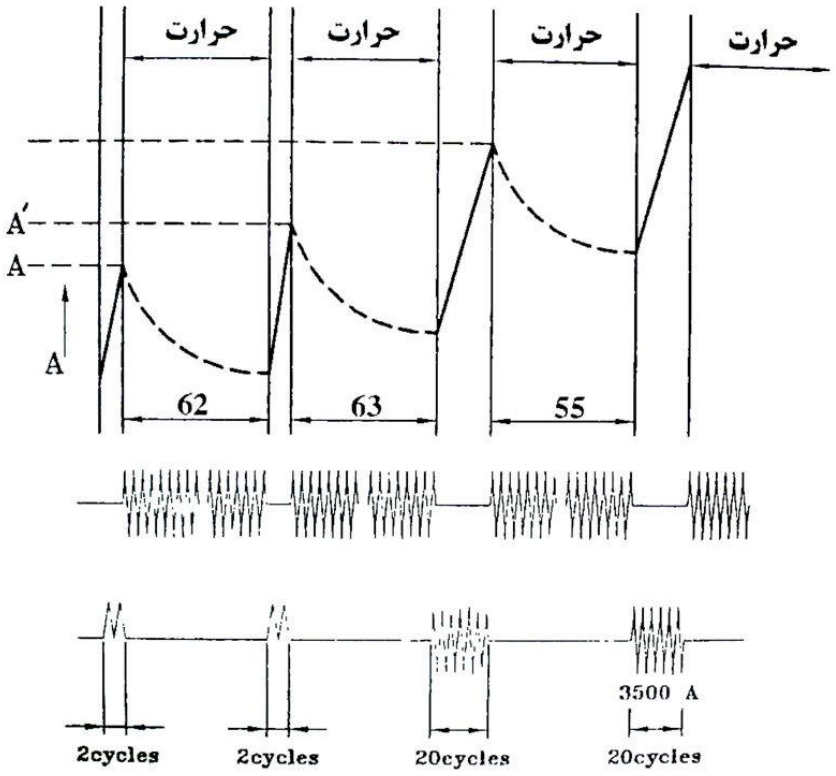
$$RSI=1.3IL$$

(۴-۸)

$$PS=(100\times RSI)\div C.T$$

که در رابطه (۴-۷) IL جریان بار و در رابطه (۸-۵) C.T ضریب تبدیل ترانسفورماتور جریان موجود در شبکه می‌باشد.

اگر PS بدست آمده بیشتر از حداکثر میزان مجاز آن رله باشد (۲۰۰ درصد) ترانسفورماتور جریان موجود در شبکه باید تعویض و یک مرتبه بالاتر انتخاب شود.



شکل۴-۳

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۴-۸- مراحل انتخاب و هماهنگی رله – فیوز

در این قسمت الگوریتم لازم جهت یافتن فیوزی مناسب جهت پشتیبانی یک رله جریان زیاد معرفی می‌گردد. معمولاً در مواردی که جهت حفاظت یک ترانسفورماتور توزیع از یک فیوز فشار قوی در اولیه آن استفاده می‌شود.

انتخاب فیوز مناسب به ترتیب زیر صورت می‌پذیرد:

الف) جهت پیدا کردن بیشترین جریان اتصال کوتاه محل خطا را جلوی رله (حفاظت اصلی) قرار می‌دهیم.

ب) با توجه به تنظیمات و نوع رله جریان زیاد زمان عملکرد رله از مدل ریاضی مربوطه پیدا می‌شود.

ج) زمان عملکرد برای مدار شکن ۵ یا ۸ سیکلی حدود ۰,۱ ثانیه بوده و ۰,۱ ثانیه نیز حاشیه امنیت جهت عملکرد صحیح حفاظت در نظر گرفته می‌شود.

د) به دلیل تلرانس موجود در عملکرد فیوزهای مختلف که ناشی از تفاوت‌های موجود در ساخت فیوز است ۴۰٪ خطا برای ذوب شدن فیوز (MMT) در نظر گرفته می‌شود.

ه) جهت پیدا کردن فاصله زمانی مناسب بین ذوب شدن فیوز پشتیبان و عملکرد رله رابطه زیر توصیه شده است.

(۴-۹)

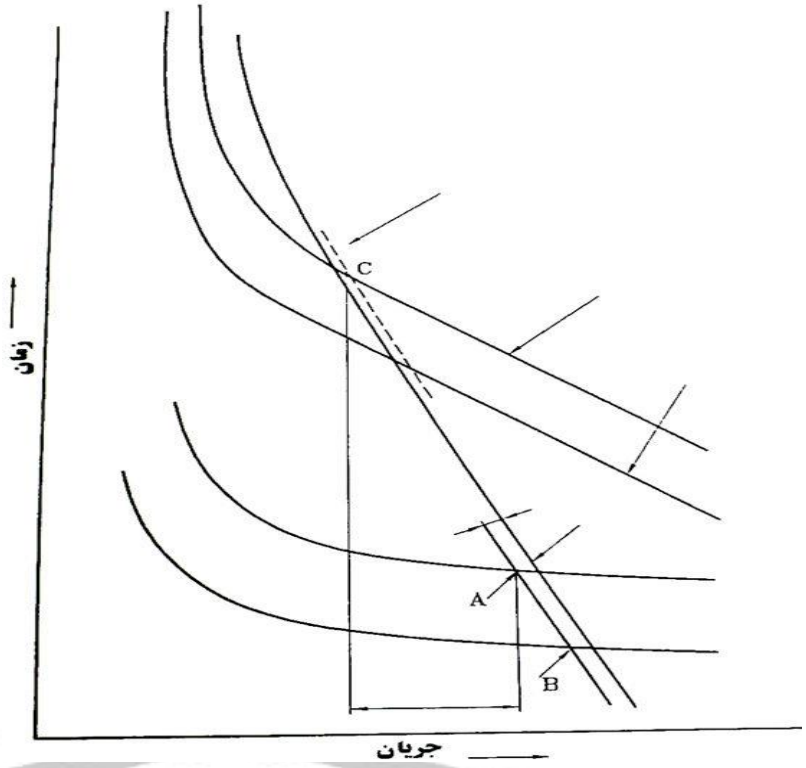
$$1.25tR + 0.1 + 0.1 = 0.6tF \text{ and } tF = 2tR + 0.3sec$$

در رابطه tF(4-9) زمان MMT فیوز و Tr زمان عملکرد رله در جریان اتصال کوتاه ماکزیمم می باشد .

و) با بدست آمدن زمان tF نزدیک ترین فیوز تندسوز (نوع K) با زمان MMT برابر tF انتخاب می شود. در صورتی که نتوان از فیوزهای تندسوز استفاده کرد و یکی از فیوزهای کندسوز (نوع T) با شرط فوق انتخاب می گردد. در هر حال جریان نامی فیوز باید بیشتر یا مساوی جریان نرمال بار عبوری از فیوز باشد .

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

$$\triangle T = MCT + 0.2 \quad sec \qquad (4\text{-}11)$$



شکل۴-۴

WikiPower.ir

ه) جهت بدست آمدن زمان عملکرد رله، $\triangle T$ به زمان عملکرد فیوز اضافه می شود .

و) حداقل جریان اتصال کوتاه 1/3جریان بار عبوری از رله انتخاب می گردد و با استفاده از رابطه (**5-10**) و (**4-11**) تنظیم جریان رله پیدا می شود (تنظیم پیک آپ رله) .

ز) اگر **PS**بدست آمده بیشتر از حداکثر میزان مجاز آن باشد (200 درصد) ترانسفورماتور جریان موجود در شبکه باید تعویض و یک مرتبه بالاتر انتخاب شود .

ح) با توجه به زمان عملکرد تنظیم جریانی اتصال کوتاه و نوع رله جریان زیاد (**NI**معمولی و **VI** خیلی کاهشی یا **EI**شدیدا کاهشی) و تنظیم زمانی آن از روی مدل ریاضی مربوطه پیدا می شود .

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

4-10- هماهنگی فیوز – فیوز :

از این رو یک را سریع انتخاب فیوزهای هماهنگ با فیوزهای اصلی انتخاب یک مرتبه بالاتر از همان نوع فیوز است .

در این بخش سه روش موجود انتخاب فیوز پشتیبان فیوز اصلی برای انواع فیوزها معرفی می شود :

4-10-1- هماهنگی با استفاده از منحنی زمان – جریان فیوزها :

در این روش هماهنگی دو فیوز **A** و **B** که بطور سری متصل شده اند مطابق با شکل (**4-2**) با مقایسه منحنی کل زمان رفع خطا مربوطه به فیوز **B**با منحنی زمان خرابی فیوز **A**حاصل می گردد.در اینجا ضروری است که زمان کل فیوز حفاظت شده (حفاظت اصلی) از **75%** منحنی حداقل زمان فیوز حفاظت کننده (حفاظت پشتیبان) تجاوز ننماید. حاشیه اطمینان **25%**به منظور احتساب متغیرهای عملیاتی مثل شرایط قبل از بارگیری درجه حرارت محیط و ذوب جزئی فیوز ناشی از اتصال کوتاه های گذرا منظور می شود. اگر بین دو منحنی اشاره شده تقاطع و برخوردی نباشد هماهنگی کامل حاصل می شود در غیر این صورت نقاط برخورد منحنی ها حدود هماهنگی را مشخص می کند .

4-10-2- هماهنگی با استفاده از مشخصه جریان – زمان عبور :

در این روش جهت هماهنگ بودن فیوز کات – اوت از جداول هماهنگی که توسط کارخانه سازنده فیوز تهیه گردیده استفاده می شود .

در صورتی که جداول هماهنگی وجود داشته باشد دیگر نیازی به تعیین منحنی کل زمان پاک شدن اتصالی نیازی نمی باشد زیرا برای هر ماکزیمم مقدار جریان خطا یک جفت فیوز سری با هماهنگی قابل قبول در جدول پیشنهاد شده است که البته به اندازه فیوز انتخابی بستگی دارد .

4-10-3- هماهنگی با استفاده از معیار انرژی

در این روش انرژی عبوری از فیوز تحت شرایط خلاء معیار هماهنگی می باشد .

در شکل (**4-3**) ضلع پایین هر مستطیل انرژی پیش از جرقه و ضلع بالای هر مستطیل انرژی کل جهت سوختن فیوز است. هر فیوز با فیوز بالاتر خود تنها در صورتی هماهنگ است که انرژی کل آن از انرژی پیش از جرقه فیوز بالاتر، کمتر باشد. به عنوان مثال در شکل (**4-3**) جهت انتخاب فیوز پشتیبان برای فیوز 32 آمپری فیوز 35 آمپری به دلیل عدم شرط فوق مناسب نبوده و باید از فیوز 40 آمپری استفاده کرد .

نمودارهای مشابه با شکل (**4-3**) معمولا توسط کارخانجات سازنده یا مراجع معتبر ارائه می گردد. همانگونه بر پایه انرژی یا معیار **t،I ^ 2**(خطوط افقی روی شکل (**4-3**) است، با فرض ثابت بودن انرژی فیوز داریم :

با**I ^ 2T=K** (4-12)

لگاریتم گرفتن از طرفین رابطه (**4-12**)خواهیم داشت :

$$2\log(I) + \log(T) = \log(K)$$

(4-13)

$$\mathrm{Log}(T) = -2\log(I) + \log(K)$$

همانطور که مشاهده می شود در این روش مشخصه جریان – زمان MMT و MCT فیوزها با یک خط با شیب **2-**تقریب زده می شود و یا به عبارت دیگر مدل ریاضی فیوز در این روش همان مدل رادکی ولی از درجه 1 می باشد . طبیعی است که این روش در مقایسه با مدل ریاضی درجه 8 رادکی که جهت مدل سازی فیوزها در برنامه کامپیوتری استفاده می شود دقت کمتری دارد .

11-4- مراحل انتخاب و هماهنگی بین رکلوزر و فیوز :

در این قسمت مسئله هماهنگی بین عملکرد رکلوزر و فیوز با توجه به منحنی مشخصه زمان – جریان آنها مورد بررسی قرار می گیرد. شکل (**4-4**) رکلوزری را نشان می دهد که در یک شبکه توزیع قبل از فیوز قرار گرفته است. همچنین در شکل مشخصه زمان – جریان لحظه ای رکلوزر (منحنی A) و مشخصه تاخیر آن (منحنی B) نشان داده شده اند. در اینجا پرهیز از پیچیدگی یک عملکرد لحظه ای و یک عملکرد تاخیری برای رکلوزر در نظر گرفته شده است .

در صورتی که خطای موقتی بعد از فیوز اتفاق افتد با عملکرد لحظه ای رکلوزر عملکرد بی مورد فیوز C جلوگیری خواهد شد. البته این در صورتی عملی خواهد بود که مشخصه لحظه ای رکلوزر یعنی منحنی A در زیر مشخصه فیوز قرار می گیرد .

بنابراین به ازای جریان های کمتر از جریان مربوط به نقطه b که محل تلاقی منحنی فیوز با A است عملکرد لحظه ای رکلوزر مدار را سریعا قطع کرده و پس از وصل مجدد خطا رفع می شود و در این بین فیوز C عمل نخواهد کرد. در صورتی که خطا دائمی باشد پس از وصل مجدد جریان خطا هنوز ادامه دارد و رکلوزر مطابق مشخصه عملکرد تاخیری B مدار را قطع خواهد کرد اما قبل از اینکه رکلوزر مدار را قطع کند باید فیوز عمل کرده و قسمت معیوب را از مدار جدا کند و این در صورتی عملی است که منحنی مشخصه فیوز C زیر منحنی B قرار گیرد و این شرط به ازای مقادیر بزرگتر از جریان مربوط به نقاط تلاقی a بین فیوز عملکرد تاخیری رکلوزر (منحنی B) برآورده می گردد. بنابراین کلا فیوز و رکلوزر برای جریان های بین دو حد فوق (جریان مربوط با نقطه a و جریان مربوط به نقطه b) با یکدیگر هماهنگ خواهد بود .

روش فوق برای هماهنگی رکلوزر و فیوز یک روش تقریبی است و برای بدست آوردن دقت بیشتر در هماهنگی عوامل دیگری باید در نظر گرفته شوند. به عنوان مثال مشخصه داده شده برای فیوز ها توسط

سازندگان برای حالتی است که فیوز از قبل زیر بار نبوده است در حالی که در بحث ما فیوز قبل از وقوع خطا تحت بار است و جریان از آن عبور می کند و بنابراین کمتر است .

و به ازای جریان مشخصی در مدت زمان کمتری نسبت به آن چه از روی مشخصه تعیین می شود عمل خواهد کرد. درجه حرارت محیط و خطای مربوط به مشخصه فیوز و نیز عبور جریان خطا از فیوز هنگام عملکرد سزیع رکلوزر و در نتیجه اثر گرم شدن و سرد شدن فیوز هنگام قطع و وصل رکلوزر از جمله عواملی هستند که باید در هماهنگی رکلوزر و فیوز در نظر گرفته شوند .

شکل (**4-5**) تغییرات درجه حرارت اتصال فیوز را در حین عملیات قطع و وصل خودکار توسط رکلوزر نشان می دهد.

همانطور که از روی شکل می توان دریافت هر یک از دو عملکرد لحظه ای اولیه فقط دو سیکل (در فرکانس 60Hz) طول می کشند. یعنی بعد از وصل مجدد مدار برای مدت دو سیکل بسته است و در طول این سیکل جریان اتصال کوتاه از فیوز عبور می کند و درجه حرارت فیوز بالا می رود .پس از قطع مدار 62 سیکل (یک ثانیه) باز باقی می ماند و در طول این مدت ولتاژ نامی شبکه روی کنتاکت های رکلوزر خواهد افتاد و فیوز مجددا سرد می شود تا وصل لحظه ای دوم صورت گیرد. درجه حرارت فیوز مجددا در طول دو سیکل وصل بودن مدار بالا می رود .

مدت زمان بسته بودن مدار برای عملکرد تاخیری 20 سیکل است و این زمان در مقایسه با عملکرد لحظه ای 10 برابر است لذا در طول اولین عملکرد تاخیری درجه حرارت فیوز تا حد زیادی بالا می رود. پس از آن مدار باز شده و 55 سیکل پریود سرد شدن فیوز می شود. در آخرین مرحله عملکرد تاخیری رکلوزر که مدار مجددا بسته می شود درجه حرارت فیوز باید به مقداری برسد که باعث ذوب شدن و عملکرد فیوز شود تا قبل از قفل شدن رکلوزر در وضعیت باز فیوز قسمت معیوب مدار را ازبقیه مدار جدا کند.

بنابراین لازم است که حرارت جذب شده توسط فیوز در این دو عملکرد جلوگیری گردد. برای اینکه محدوده هماهنگی رکلوزر و فلز دقیق تر تعیین شود باید تعدیل لازم در مشخصه داده شده توسط سازنده به خاطر زیر بار بودن قبل از وقوع خطا و متاثر بودن مشخصه فیوز از جریان های خطاهای گذاری قبلی (که باعث عملکرد فیوز نشده اند اما باعث ایجاد تغییر در مشخصه فیوز شده اند) اعمال شود . این تعدیل با اعمال ضریب 0.75 % (این ضریب در جایی که اطلاعات بیشتری در این مورد توسط

مشخصه های مربوط به رکلوزر (دو مشخصه لحظه ای و دو مشخصه با تاخیر) به همراه مشخصه اولیه فیوز و مشخصه تعدیل شده فیوز (مشخصه **0.75**)در یک دستگاه مختصات روی محورهای زمان- جریان ترسیم شده اند .

حد بالای هماهنگی توسط نقطه تلاقی مشخصه تعدیل شده فیوز و آخرین عملکرد لحظه ای رکلوزر (در اینجا عملکرد دوم) که با حرف A روی شکل نشان داده شده است مشخص می شود در حالی که حد پایین هماهنگی را نقطه تلاقی مشخصه فیوز و آخرین عملکرد تاخیری رکلوزر که در شکل با حرف C نشان داده شده است تعیین می کند .

برای جریان های خطاهای بین B و A هماهنگی فقط هنگامی موثر است که خطا بعد از اولین عملکرد لحظه ای رکلوزر رفع شده باشد. به ازای جریان های بزرگتر از B هماهنگی وجود ندارد زیرا فیوز زودتر از رکلوزر عمل می کند و به این ترتیب در صورتی که خطا گذرا باشد،رکلوزر نمی تواند از عملکرد بی مورد فیوز جلوگیری کند

برای جریان های کمتر از C قبل از اینکه فیوز بتواند عمل کند رکلوزر سیکل کامل عملکرد خود را طی کرده و در وضعیتی باز قفل می شود به شرط اینکه جریان از مقدار حداقلی که برای عملکرد رکلوزر لازم است بیشتر باشد و این جریان دو برابر جریان نامی رکلوزر است .از روش شکل (**4-6**) آشکار است که محدوده هماهنگی از شیب مشخصه فیوز متاثر می شود. شیب تند مشخصه فیوز (که مربوط به فیوزهای

سریع است) محدوده هماهنگی را کوچک کرده در حالی که شیب ملایم (مربوط به فیوزهای کند) محدوده هماهنگی را وسیع تر می کند. بنابراین اغلب از فیوزهای کند به همراه رکلوزر ها استفاده می شود.ضمنا اندازه فیوز توسط الزامات هماهنگی با رکلوزر مشخص می شود تا جریان بار و اغلب هنگامی که از فیوزها به همراه رکلوزر در یک سیستم استفاده می شود جریان نامی بزرگتری برای فیوزها انتخاب می شود. فیوزهای dual mode برای ایجاد هماهنگی با رکلوزر ساخته شده اند. چنین فیوزهایی دارای مشخصه سریع در جریان های کم و عملکرد کند در جریان های زیاد هستند .

فصل پنجم

دستورالعمل نصب، راه‌اندازی و نگهداری سیستم حفاظت

مقدمه

در این فصل دستورالعمل آزمونهای راه‌اندازی[1] و نگهداری از سیستم حفاظت ارائه می‌شود.

WikiPower.ir

۵-۱- 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.

۵-۲- 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.

---

[1]. *Commissioning*

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

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

فرآیند آزمونها کاملاً وابسته به شمای سیستم حفاظتی و نوع و تکنولوژی رله‌های بکاررفته می‌باشد. به همین دلیل نمی‌توان مجموعه‌ای از آزمونها را بطور ثابت ارائه کرد و در این بخش تنها به موارد متداول آن اشاره خواهد شد.

این آزمونها شامل موارد زیر می‌باشد:

- اطمینان از صحت سیم‌کشی و تطابق آن با نقشه‌ها
- بازرسی ظاهری تجهیز حفاظتی، اتصالات، سیم‌بندیها و غیره.
- اندازه‌گیری مقاومت عایقی کلیه مدارات
- انجام فرآیند آزمون خودکار[1] و ارسال و دریافت سیگنالهای مخابراتی (در رله‌های دیجیتال)
- آزمون ترانسفورماتورهای جریان
- آزمون ترانسفورماتورهای ولتاژ
- بررسی این امر که تنظیمات آلارم و تریپ رله به درستی بر روی رله وارد شده است.
- بررسی مدارات آلارم و تریپ
- تزریق جریان ثانویه و آزمودن عملکرد صحیح رله
- تزریق جریان در اولیه و آزمون پایداری رله در مقابل خطاهای خارج از محدوده حفاظتی خود
- بررسی صحت لاجیک طرح حفاظتی

در ادامه برخی از این آزمونها به اختصار شرح داده شده است.

[1]. *Self - Test*

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۵-۲-۱- 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. به عنوان مثال اگر آزمون محدود به سیم‌بندی داخلی یک تابلو گردد، عددی در حدود چند صد مگااهم قابل انتظار است در حالیکه اگر طول زیادی از سیم‌بندی در داخل سایت مورد آزمون قرار گیرد، عددی در حد چند مگااهم قابل قبول خواهد بود.

۵-۲-۲- آزمون ترانسفورماتورهای جریان

صحت اتصال و پلاریته صحیح هر ترانسفورماتور جریان بایستی بررسی و مورد آزمون قرار گیرد. این آزمون به کمک اعمال ولتاژ مستقیم (dc)به اولیه و اندازه‌گیری جریان القاشده در ترانسفورماتور جریان در لحظات وصل و قطع انجام می‌شود. در لحظه وصل بایستی جریان القاشده مثبت و در لحظه قطع منفی باشد. آزمون دیگر در ترانسفورماتورهای جریان آزمون مشخصه مغناطیسی می‌باشد. برای این‌کار ترانسفورماتور جریان را از سمت ثانویه تغذیه کرده و در چندین نقطه منحنی مغناطیس شوندگی را بررسی می‌کنیم. آزمون بایستی تا رسیدن به نقطه اشباع انجام شود.

۵-۲-۳- آزمون ترانسفورماتور ولتاژ

آزمونهای راه‌اندازی ترانسفورماتور ولتاژ شامل بررسی صحیح‌بودن پلاریته، آزمون نسبت تبدیل و بررسی اختلاف فاز بین اولیه و ثانویه می‌باشد.

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

آزمون پلاریته مشابه با آزمون پلاریته ترانسفورماتور جریان انجام می‌شود. با برقدارکردن سمت اولیه، چرخش فاز در ترانسفورماتور ولتاژ بایستی اندازه‌گیری شود. در ترانسفورماتورهای ولتاژی که بصورت مثلث باز بسته شده‌اند، هنگام اعمال ولتاژ متعادل در اولیه، ولتاژ دو طرف ترانسفورماتور مثلث باز بایستی کمتر از ۵ ولت باشد.

۵-۲-۴- بررسی صحت تنظیمات بر روی رله

کلیه تنظیمات قطع و آلارم رله‌ها در هنگام نصب بایستی چک شده و ثبت گردد و مقادیر ثبت شده در اختیار کارفرما قرار گیرد. مقادیر خوانده شده از روی رله بایستی با مقادیری که در محاسبات تنظیمات رله‌ها بدست آمده مقایسه شود و درصورت اختلاف، مقادیر صحیح بر روی رله تنظیم گردد.

۵-۲-۵- آزمون رله به کمک تزریق جریان در ثانویه

آزمونهای تزریق جریان در ثانویه به طور معمول پیش از آزمونهای تزریق جریان در اولیه انجام می‌گیرند. به کمک این آزمونها می‌توان صحت عملکرد سیستم حفاظتی را از نقطه ورودی جریان به رله بررسی کرد. در این آزمونها بایستی اتصالات اولیه را قطع کرد.

با اعمال جریان مناسب به ورودی رله، صدور فرمان قطع و آلارم رله چک شود.

نحوه انجام آزمون و موارد آن کاملاً وابسته به تکنولوژی استفاده شده از رله و درخواستهای کارفرما دارد. این آزمون می‌تواند به طور ساده شامل بررسی مشخصه رله در یک نقطه و یا بطور گسترده بررسی مشخصه رله در چندین نقطه، پاسخ رله به جریانهای گذرا، پاسخ به جریانهای هارمونیکی و ... باشد.

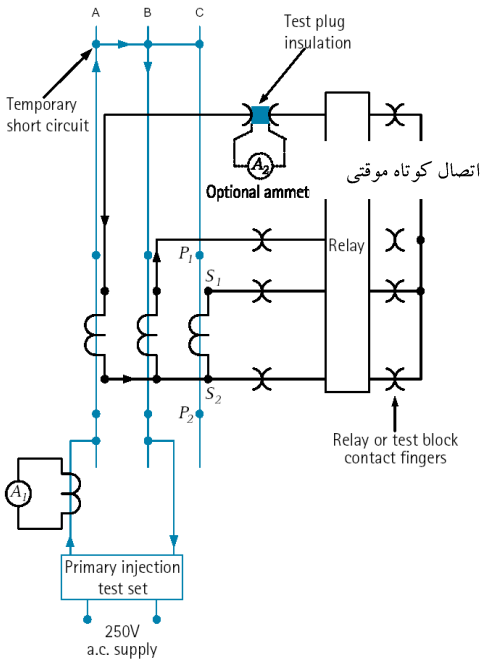
بطور معمول کارخانه‌های سازنده رله‌های دیجیتال، پروسه آزمون خودکار رله را جهت استفاده و بهره‌برداری از سیستم حفاظتی کافی می‌دانند، با این حال کارفرما می‌تواند مجموعه‌ای از آزمونهای ثانویه را درخواست

کند. درصورت پذیرش آزمون خودکار رله به عنوان معیار پذیرش صحت عملکرد رله، همچنان پاره‌ای از آزمونهای ثانویه که مدارات و المانهای خارج از رله را بررسی می‌کنند اجتناب‌ناپذیر خواهند بود.

بطورکلی این آزمونها بایستی به‌گونه‌ای انتخاب و انجام شوند که کلیهٔ مشخصات رله موردنظر را بتوان به کمک آنها بررسی کرد.

۵-۲-۶- آزمون سیستم حفاظتی به کمک تزریق جریان در اولیه

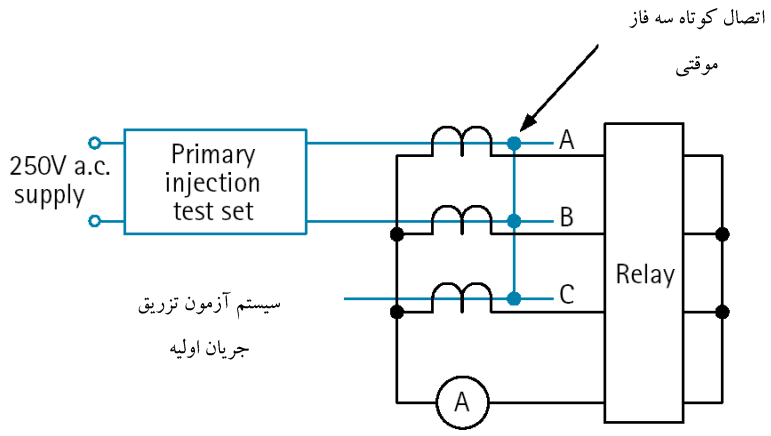
در این آزمون کل مدار سیستم حفاظتی شامل ترانسفورماتورهای جریان، رله، مدارات قطع و آلارم و سایر سیم‌بندیها مورد بررسی قرار می‌گیرد. این‌گونه آزمونها معمولاً بسیار وقت‌گیر و هزینه بر هستند. در عمل به کمک آزمونهای ثانویه کارایی رله به اثبات می‌رسد، اما اشکالات از ترانسفورماتورهای جریان و ولتاژ تا خود رله تنها به کمک آزمونهای اولیه قابل شناسایی است. آزمونهای تزریق جریان در اولیه شامل آزمون نسبت تبدیل و پلاریته ترانسفورماتور جریان و مجموعه آزمونهایی است که عملکرد رله و تطابق آن با مشخصات رله را مورد آزمون قرار می‌دهد. جهت انجام آزمون نسبت تبدیل ترانسفورماتور جریان می‌توان مطابق شکل (۵-۱) عمل کرد. نسبت جریانهای سنجیده شده توسط آمپرمتر A_1 به A_2 برابر نسبت تبدیل ترانسفورماتور جریان خواهد بود.



برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

شکل (۵-۱): مدار آزمون نسبت تبدیل ترانسفورماتور جریان

جهت انجام آزمون پلاریته، بایستی جریان باقیمانده را به نحوی ایجاد کرد. شکل شماره (۳-۲) این امر را نشان می‌دهد. درصورت درست بودن پلاریته ترانسفورماتور جریان، آمپرمتر A در شکل، جریانی در حد چند میلی‌آمپر نشان می‌دهد.



WikiPower.ir

شکل (۵-۲): مدار آزمون پلاریته ترانسفورماتور جریان

آزمون پلاریته درمورد ترانسفورماتورهای جریانی که به رله‌های جهت‌دار، دیفرانسیل و یا خطای زمین متصل هستند الزامی است.

آزمونهای اولیه لازم جهت تعیین مشخصات رله باتوجه به مجموعه آزمونهای ثانویه و قابلیتهای رله در آزمون خودکار تعیین شده و تعیین موارد آن برعهده کارفرما می‌باشد.

۵-۲-۷- سایر موارد

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

درصورتیکه آزمونهای تزریق جریان اولیه و یا ثانویه انجام نشده باشد، مدارات قطع و آلارم بایستی بطور مستقل مورد بررسی و آزمون قرار گیرند. جهت انجام این کار می‌توان کنتاکت رله را بطور دستی بست و موارد زیر را بازبینی کرد:

- کلید یا کلیدهای صحیح قطع شوند.
- مدار آلارم فعال شود.
- عملکرد غلطی در سایر تجهیزات مشاهده نشود.

جدای از آزمون این مدارات، منطق حفاظتی پیاده‌سازی‌شده به کمک لاجیک بایستی مورد آزمون قرار گیرد تا هم از برآورده‌سازی اهداف و هم از صحت عملکرد آن اطمینان حاصل شود.

لازم به ذکر است که موارد گفته شده در این بخش به عنوان آزمونهای راه‌اندازی، موارد کلی بوده و جزئیات این آزمونها باتوجه به نظر سازنده رله و تصمیم کارفرما تعیین می‌شود.

WikiPower.ir

۵-۳- آزمونهای دوره‌ای تجهیزات حفاظتی

باتوجه به اهمیت صحت عملکرد سیستم حفاظتی که تأثیر مستقیمی بر عملکرد ایمن و پایای شبکه دارد لازم است که در دوره‌های زمانی معین کلیه رله‌های نصب شده در یک پست مورد آزمون قرار گیرند.

درصورت استفاده از رله دیجیتال بسیاری از آزمونهایی که در ادامه آورده شده‌اند بصورت خودکار و توسط رله انجام می‌گیرد و لذا می‌توان آن موارد را از لیست آزمونهای دوره‌ای حذف کرد. در بسیاری از سیستمهای قدیمی موجود از رله‌های استاتیک و یا انواع قدیمی‌تر استفاده شده و در اینگونه موارد آزمونهای ارائه شده در ادامه بایستی بطور کامل انجام شوند.

نظر به اینکه آزمایشات دوره‌ای در پستهای در حال بهره‌برداری و برقدار صورت می‌گیرد رعایت موارد زیر ضروری می‌باشد:

الف_ هنگام آزمایش رله‌های حفاظتی حتی‌الامکان از تست پلاگهای مربوطه استفاده شده و از بازکردن سیمها و ترمینالها خودداری گردد.

ب_ آزمایشات رله‌های حفاظتی با تنظیمات موجود انجام گرفته و از تغییر تنظیمات آنها خودداری گردد و درصورت تغییر، مجدداً به حالت اولیه برگردد.

ج_ درصورتی که سیستم حفاظت دوبله و یا حفاظت اصلی و پشتیبان موجود باشد می‌توان آزمونهای رله‌های حفاظتی را در حالت برقدار انجام داد ولی درصورتی که با حذف رله مورد آزمایش، حفاظت ناقص گردد از آزمونهای در حالت برقدار خودداری گردد.

د_ هنگام آزمایش رله‌های حفاظتی در حالت برقدار دقت گردد که مدار ترانسفورماتور جریان حتماً اتصال کوتاه و مدار ترانسفورماتور ولتاژ باز باشد.

هـ _ هنگام آزمایش مدارهای فرمان قطع و آلارم ازطریق رله‌های حفاظتی دقت گردد تا فرمان قطع از طریق سیستم C.B.F و سیستم P.D به کلیدهای دیگر گسترش پیدا نکند.

و_ آچارکشی ترمینالهای جریانی و ولتاژی

ز_ نفرات آزمایش‌کننده بایستی دارای صلاحیت فنی موردنیاز برای آزمایش باشند.

۵-۳-۱- آزمایش دوره‌ای رله دیستانس (21,21N)

۵-۳-۱-۱- مراحل اجرا:

- اندازه‌گیری امپدانس ناحیه۱، ناحیه ۲، ناحیه ۳، ناحیه ۳ معکوس، ناحیه ۴ یا استارتر، زمان ناحیه‌های مربوطه برای اتصالیهای فاز _ فاز و فاز _ زمین بر روی تنظیمات موجود.

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

- آزمایش بلوکه‌شدن نوسان قدرت (P.S.B)، قطع فیوز (V.T.F.F)، وصل خط بر روی اتصالی (S.O.T.F)، ارسال و دریافت سیگنال شتاب‌دهنده (Acceleration Receive, Acceleration Send)، زمان t_p، زمان $t_{S.O.T.F}$.

- تحریک رله دیستانس در ناحیه۱ و ملاحظه عملکرد رله وصل مجدد توام با قطع و وصل کلید، مشاهده آلارمها، اسیلوگراف و ثبات حوادث.

- تحریک رله دیستانس در ناحیه۲ و ملاحظه قفل رله وصل مجدد توام با قطع کلید، مشاهده آلارم، اسیلوگراف و ثبات حوادث.

- تحریک رله دیستانس در ناحیه ۳ بدون قطع کلید و مشاهده آلارمها، اسیلوگراف و ثبات حوادث.

- اندازه‌گیری ولتاژ DC، ولتاژ AC و جریان و زاویه بین آنها و مقایسه آن با بار خط پس از برقدارکردن خط.

۵-۳-۱-۲- مهارتهای موردنیاز:

- کارشناس یک نفر
- تکنیسین یک نفر

WikiPower.ir

۵-۳-۱-۳- ابزارآلات و تجهیزات موردنیاز:

دستگاه آزمون رله دیستانس با متعلقات، دستگاه زاویه‌سنج، آمپرمتر کلمپی، آمپرمتر، ولتمتر، دستگاه تزریق ولتاژ و جریان متغیر، سیمهای ارتباطی.

۵-۳-۲- آزمایش دوره‌ای فاصله‌یاب خطا(96)

۵-۳-۲-۱- مراحل اجرا:

- آزمایش رله با ۵۰٪، ۱۰۰٪، ۱۲۰٪ امپدانس خط

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

- آزمایش و اندازه‌گیری مقدار امپدانس استارتر
- آزمایش آلارم‌های مربوط به رله
- آزمایش عملکرد ثباتها (F/R , E/R)
- اندازه‌گیری ولتاژ DC، ولتاژ AC و جریان وقتی که رله در مدار می‌باشد.

تذکر: فاصله‌یاب خطا بهتر است با رله دیستانس آزمایش گردد.

۵-۳-۲-۲- مهارتهای موردنیاز:

- کارشناس یک نفر
- تکنیسین یک نفر

۵-۳-۲-۳- ابزارآلات و تجهیزات موردنیاز:

دستگاه آزمون رله دیستانس با متعلقات، دستگاه زاویه‌سنج، آمپرمتر کلمپی، ولتمتر، دستگاه تزریق ولتاژ و جریان متغیر، سیم ارتباطی.

WikiPower.ir

۵-۳-۳- آزمایش دوره‌ای رله وصل مجدد (79)

۵-۳-۳-۱- مراحل اجرا:

- تحریک زون ۱ رله دیستانس و ملاحظه عملکرد رله وصل مجدد همراه با قطع و وصل کلید
- تحریک زون ۲ رله دیستانس و ملاحظه قفل‌شدن رله وصل مجدد توأم با قطع کلید
- وصل دستی کلید و ملاحظه قفل رله وصل مجدد
- اندازه‌گیری زمان مرده Dead time و زمان بازیافت Reclaim time
- آزمایش مربوط به سه فاز یا تک‌فازبودن رله وصل مجدد با ایجاد اتصالیهای مختلف در رله دیستانس
- آزمایش عملکرد ثباتها (F/R , E/R)

- آزمایش HL-DB, HB-DL، و سنکرون چک وقتی که از وصل مجدد سه فاز استفاده شود.

تذکر۱: رله وصل مجدد بهتر است همراه رله دیستانس آزمایش گردد.

۵-۳-۳-۲- مهارتهای موردنیاز:

- کارشناس یک نفر
- تکنیسین یک نفر

۵-۳-۳-۳- ابزارآلات و تجهیزات موردنیاز:

دستگاه آزمون رله دیستانس با متعلقات، دستگاه زاویه‌سنج، آمپرمتر کلمپی، آمپرمتر، ولتمتر، دستگاه تزریق ولتاژ و جریان متغیر، سیم‌های ارتباطی.

۵-۳-۴- آزمایش دوره‌ای رله سنکرون چک (25)

۵-۳-۴-۱- مراحل اجرا:

- اندازه‌گیری اختلاف ولتاژ، اختلاف فاز، اختلاف فرکانس $(\Delta u, \Delta\varphi, \Delta f)$

- در مدارگذاشتن رله و اندازه‌گیری ولتاژ DC، ولتاژهای AC و اختلاف زاویه آنها و اختلاف ولتاژ آنها

- آزمایش HB-DL، HL-DB، و سنکرون چک وقتی که از وصل مجدد سه فاز استفاده شود.

۵-۳-۴-۲- مهارتهای موردنیاز:

- کارشناس یک نفر
- تکنیسین یک نفر

۵-۳-۴-۳- ابزارآلات و تجهیزات موردنیاز:

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

دستگاه تزریق ولتاژ متغیر، دستگاه زاویه‌سنج، دستگاه تغییردهنده فرکانس و زاویه، ولتمتر، سیمهای ارتباطی.

۵-۳-۵- آزمایش دوره‌ای رله ولتاژ کم یا ولتاژ صفر (27)

۳-۳-۵-۱- مراحل اجرا:

- اندازه‌گیری ولتاژ عملکرد Drop – out , Pick – up
- اندازه‌گیری زمان عملکرد رله با ۸۰٪ ولتاژ تنظیمی
- تحریک رله و ملاحظه قطع کلید، آلارم و ثباتها
- اندازه‌گیری ولتاژ DC و ولتاژ AC وقتی که رله در مدار باشد

۵-۳-۵-۲- مهارتهای موردنیاز:

- کارشناس یک نفر
- تکنیسین یک نفر

۵-۳-۵-۳- ابزارآلات و تجهیزات موردنیاز:

دستگاه تزریق ولتاژ متغیر، دستگاه اندازه‌گیری زمان، ولتمتر، سیمهای ارتباطی.

۵-۳-۶- آزمایش دوره‌ای رله اضافه جریان مولفه منفی (46)

۵-۳-۶-۱- مراحل اجرا:

- اندازه‌گیری جریان Drop-out , Pick-up

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

- اندازه‌گیری زمان عملکرد رله با تزریق ۱۲۵٪ جریان تنظیمی (درصورتی که سازنده مقداری اعلام نکرده باشد)

- اندازه‌گیری ولتاژ DC و جریان وقتی که رله در مدار می‌باشد.

۵-۳-۶-۲- مهارتهای موردنیاز:

- کارشناس یک نفر

- تکنیسین یک نفر

۵-۳-۶-۳- ابزارآلات و تجهیزات موردنیاز:

دستگاه تزریق جریان متغیر سه فاز، دستگاه اندازه‌گیری زمان، آمپرمتر، ولتمتر، سیمهای ارتباطی

۵-۳-۷- آزمایش دوره‌ای رله اضافه جریان آنی (50,50N)

۵-۳-۷-۱- مراحل اجرا:

- اندازه‌گیری جریان Drop-out , Pick-up

- اندازه‌گیری زمان عملکرد رله در ۱۲۵٪ جریان تنظیمی (درصورتی که سازنده مقداری اعلام نکرده باشد)

- تحریک رله و ملاحظه قطع کلید، آلارم و ثباتها

- اندازه‌گیری ولتاژ DC و جریان وقتی که رله در مدار می‌باشد.

۵-۳-۷-۲- مهارتهای موردنیاز:

- کارشناس یک نفر

- تکنیسین یک نفر

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۵-۳-۷-۳- ابزارآلات و تجهیزات موردنیاز:

دستگاه تزریق جریان متغیر، دستگاه اندازه‌گیری زمان، ولتمتر، آمپرمتر و سیمهای ارتباطی.

۵-۳-۸- آزمایش دوره‌ای رله اضافه جریان با زمان معین (51,51N)

۵-۳-۸-۱- مراحل اجرا:

- اندازه‌گیری جریان Drop-out , Pick-up
- اندازه‌گیری زمان عملکرد رله در ۱۲۵٪ جریان تنظیمی (درصورتی که سازنده مقداری اعلام نکرده باشد)
- تحریک رله و ملاحظه قطع کلید، آلارم و ثباتها
- اندازه‌گیری ولتاژ DC و جریان وقتی که رله در مدار می‌باشد.

۵-۳-۸-۲- مهارتهای موردنیاز:

- کارشناس یک نفر
- تکنیسین یک نفر

۵-۳-۸-۳- ابزارآلات و تجهیزات موردنیاز:

دستگاه تزریق جریان متغیر، دستگاه اندازه‌گیری زمان، ولتمتر، آمپرمتر و سیمهای ارتباطی.

۵-۳-۹- آزمایش دوره‌ای رله اضافه جریان با زمان معکوس (51, 51N)

۵-۳-۹-۱- مراحل اجرا

- اندازه‌گیری جریان Drop-out , Pick-up

- اندازه‌گیری زمان عملکرد رله با تزریق ۲ و ۴ برابر جریان تنظیمی (برای رله‌های الکترومکانیکی ۲، ۵ و ۱۰ برابر جریان تنظیمی)

- تحریک رله و ملاحظه قطع کلید، آلارم و ثباتها

- اندازه‌گیری ولتاژ DC و جریان وقتی که رله در مدار می‌باشد.

۵-۳-۹-۲- مهارتهای موردنیاز

- کارشناس یک نفر

- تکنیسین یک نفر

۳-۳-۹-۳- ابزارآلات و تجهیزات موردنیاز

دستگاه تزریق جریان متغیر، دستگاه اندازه‌گیری زمان، ولتمتر، آمپرمتر و سیمهای ارتباطی.

WikiPower.ir

۳-۳-۱۰- آزمایش دوره‌ای رله تشخیص اشکال کلید (50 BF)

۵-۳-۱۰-۱- مراحل اجرا

- اندازه‌گیری جریان Drop-out , Pick-up

- اندازه‌گیری زمان عملکرد در تمام مراحل با تزریق ۱۲۵٪ جریان تنظیمی (درصورتی که سازنده مقداری اعلام نکرده باشد)

- اندازه‌گیری ولتاژ DC و جریان وقتی که رله در مدار می‌باشد.

- آزمایش پایداری C.B.F بدون حضور DC تریپ

- آزمایش کنتاکت PLC

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

- مدارات قطع و آلارم و ثباتهای مربوط به رله C.B.F بعلت اینکه ممکن است به تعداد زیادی از کلیدها فرمان قطع صادر نماید هر دو سال یکبار و در مواردی که مرکز کنترل شبکه اجازه دهد انجام می‌گردد.

آزمایش مذکور بایستی با دقت کافی انجام گیرد تا از گسترش قطعی‌ها جلوگیری گردد.

(تذکر: معمولاً قسمت جریانی و زمان رله‌های C.B.F جدا می‌باشند بنابراین زمان عملکرد سیستم C.B.F بایستی اندازه‌گیری گردد).

۵-۳-۱۰-۲- مهارتهای موردنیاز:

- کارشناس یک نفر
- تکنیسین یک نفر

۵-۳-۱۰-۳- ابزارآلات و تجهیزات موردنیاز

دستگاه تزریق جریان متغیر، دستگاه اندازه‌گیری زمان، ولتمتر، آمپرمتر و سیمهای ارتباطی.

WikiPower.ir

۵-۳-۱۱- آزمایش دوره‌ای رله اضافه ولتاژ (59)

۵-۳-۱۱-۱- مراحل اجرا

- اندازه‌گیری ولتاژ Drop-out , Pick-up
- اندازه‌گیری زمان عملکرد رله با اعمال ۱۲۰٪ ولتاژ تنظیمی
- تحریک رله و ملاحظه قطع کلید، آلارم و ثباتها
- اندازه‌گیری ولتاژ AC و جریان وقتی که رله در مدار می‌باشد
- آزمایش کنتاکت PLC

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۵-۳-۱۱-۲- مهارتهای موردنیاز

- کارشناس یک نفر
- تکنیسین یک نفر

۵-۳-۱۱-۳- ابزارآلات و تجهیزات موردنیاز

تزریق ولتاژ متغیر، دستگاه اندازه‌گیری زمان، ولتمتر، سیمهای ارتباطی.

۵-۳-۱۲- آزمایش دوره‌ای رله حفاظت اتصال زمین با ولتاژ باقی‌مانده (64)

۵-۳-۱۲-۱- مراحل اجرا

- اندازه‌گیری ولتاژ Drop-out , Pick-up
- اندازه‌گیری زمان عملکرد رله با اعمال ۱۲۰٪ ولتاژ تنظیمی
- تحریک رله و ملاحظه قطع کلید، آلارم و ثباتها
- اندازه‌گیری ولتاژ DC، ولتاژ AC وقتی که رله در مدار می‌باشد.

WikiPower.ir

۵-۳-۱۲-۲- مهارتهای موردنیاز

- کارشناس یک نفر
- تکنیسین یک نفر

۵-۳-۱۲-۳- ابزارآلات و تجهیزات موردنیاز

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

تزریق ولتاژ متغیر، دستگاه اندازه‌گیری زمان، ولتمتر، سیمهای ارتباطی.

۵-۳-۱۳- آزمایش دوره‌ای رله اضافه جریان جهت‌دار با زمان معین (67,67N)

۵-۳-۱۳-۱- مراحل اجرا

- اندازه‌گیری جریان Drop-out , Pick-up با تزریق جریان در ولتاژ نامی و در ولتاژ حداقل و در زاویه مشخصه رله (M.T.A)

- اندازه‌گیری زمان عملکرد رله با تزریق ۲ و ۴ برابر جریان تنظیمی (درمورد رله‌های الکترومکانیکی تزریق ۲، ۵ و ۱۰ برابر جریان تنظیمی) با ولتاژ نامی با زاویه مشخصه رله (M.T.A)

- اندازه‌گیری ناحیه عملکرد رله (زاویه حداقل و زاویه حداکثر) با تزریق ۱۲۰٪ جریان تنظیمی و ولتاژ نامی

- تحریک رله و ملاحظه قطع کلید، آلارم و ثباتها

- اندازه‌گیری ولتاژ DC، ولتاژ AC، جریان و زاویه بین ولتاژ و جریان و مقایسه آن با بار خط وقتی که رله در مدار می‌باشد.

- آزمایش کنتاکت PLC

۵-۳-۱۳-۲- مهارتهای موردنیاز

- کارشناس یک نفر

- تکنیسین یک نفر

۵-۳-۱۳-۳- ابزارآلات و تجهیزات موردنیاز

دستگاه تزریق جریان متغیر، دستگاه تغییردهنده زاویه سه فاز، دستگاه نشان‌دهنده زاویه، ولتمتر، آمپرمتر، سیمهای ارتباطی.

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۵-۳-۱۴- آزمایش دوره‌ای رله اضافه جریان جهت‌دار با زمان معکوس (67,67N)

۵-۳-۱۴-۱- مراحل اجرا

- اندازه‌گیری جریان Drop-out , Pick-up با تزریق جریان در ولتاژ نامی و در حداقل ولتاژ و در زاویه مشخصه رله (M.T.A)

- اندازه‌گیری زمان عملکرد رله با تزریق ۲ و ۴ برابر جریان تنظیمی (درمورد رله‌های الکترومکانیکی تزریق ۲، ۵ و ۱۰ برابر جریان تنظیمی) با ولتاژ نامی با زاویه مشخصه رله (M.T.A)

- اندازه‌گیری ناحیه عملکرد رله (زاویه حداقل و زاویه حداکثر) با تزریق ۱۲۰٪ جریان تنظیمی و ولتاژ نامی

- تحریک رله و ملاحظه قطع کلید، آلارم و ثباتها

- اندازه‌گیری ولتاژ DC، ولتاژ AC، جریان و زاویه بین ولتاژ و جریان و مقایسه آن با بار خط وقتی که رله در مدار می‌باشد

WikiPower.ir

۵-۳-۱۴-۲- مهارتهای موردنیاز:

- کارشناس یک نفر
- تکنیسین یک نفر

۵-۳-۱۴-۳- ابزارآلات و تجهیزات موردنیاز:

دستگاه تزریق جریان متغیر، دستگاه تغییردهنده زاویه سه فاز، دستگاه نشان‌دهنده زاویه، ولتمتر، آمپرمتر، سیمهای ارتباطی.

۵-۳-۱۵- آزمایش دوره‌ای رله دیفرانسیل ترانسفورماتور نوع درصدی (87NT,87T)

۵-۳-۱۵-۱- مراحل اجرا

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

- اندازه‌گیری جریان Pick-up , Drop-out با تزریق جریان در مدار عمل‌کننده (Operating Coil)
- تزریق جریان به اندازه ۱ و ۲ و ۳ برابر جریان نامی در مدار مقاوم (Restraining Coils) و اندازه‌گیری مقدار جریان عمل‌کننده (Operating Current)

تذکر: اگر رله دیفرانسیل دارای سه مدار مقاوم باشد (ترانسفورماتورهای سه سیم‌پیچه) در این صورت هر سه مدار بایستی آزمایش گردد.

- اندازه‌گیری زمان عملکرد رله با تزریق ۱۲۵٪ جریان تنظیمی در مدار عمل‌کننده
- تحریک رله و ملاحظه قطع کلید، آلارم و ثباتها
- اندازه‌گیری ولتاژ DC، جریانهای مقاوم و عمل‌کننده وقتی رله در مدار می‌باشد
- آزمایش واحد قفل‌کننده (Blocking Unit)
- بازبینی سولفاته‌بودن شانه‌های رله (رله‌های قدیمی) و تمیزکردن آن

۵-۳-۱۵-۲- مهارتهای موردنیاز

- کارشناس یک نفر
- تکنیسین یک نفر

۵-۳-۱۵-۳- ابزارآلات و تجهیزات موردنیاز

دستگاه تزریق جریان متغیر (دو دستگاه)، دستگاه اندازه‌گیری زمان، ولتمتر، آمپرمتر، سیمهای ارتباطی و دیود (۲ عدد)

۵-۳-۱۶- آزمایش دوره‌ای رله اتصال زمین محدودشده نوع امپدانس بالا (87N)

۵-۳-۱۶-۱- مراحل اجرا

- اندازه‌گیری ولتاژ Drop-out , Pick-up و جریانهای مربوطه
- اندازه‌گیری زمان عملکرد رله در ۱۵۰٪ ولتاژ نامی
- تحریک رله و ملاحظه قطع کلید، آلارم و ثباتها
- اندازه‌گیری ولتاژ DC، ولتاژ AC، وقتی که رله در مدار می‌باشد.

۵-۳-۱۶-۲- مهارتهای موردنیاز:

- کارشناس یک نفر
- تکنیسین یک نفر

۵-۳-۱۶-۳- ابزارآلات و تجهیزات موردنیاز:

دستگاه تزریق ولتاژ متغیر، دستگاه اندازه‌گیری زمان، ولتمتر، آمپرمتر، سیمهای ارتباطی.

WikiPower.ir

۵-۳-۱۷- آزمایش دوره‌ای رله دیفرانسیل باسبار (87B)

۵-۳-۱۷-۱- مراحل اجرا:

- اندازه‌گیری ولتاژ Drop-out , Pick-up و جریانهای مربوطه
- اندازه‌گیری زمان عملکرد رله در ۱۵۰٪ ولتاژ نامی
- اندازه‌گیری جریانهای Drop-out , Pick-up واحدهای CT Secondary Supervision و CT Shorting
- اندازه‌گیری زمان عملکرد CT Secondary Supervision و CT Shorting
- اندازه‌گیری ولتاژ DC و ولتاژ AC وقتی که رله در مدار می‌باشد.

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

- نظربه اینکه رله دیفرانسیل شینه ممکن است تعداد زیادی کلید را قطع نماید مدارهای قطع و آلارم و ثبات این رله هر دو سال یکبار با گرفتن مجوز از مرکز کنترل درصورت امکان آزمایش می‌گردد.

۵-۳-۱۷-۲- مهارتهای موردنیاز

- کارشناس یک نفر
- تکنیسین یک نفر

۵-۳-۱۷-۳- ابزارآلات و تجهیزات موردنیاز

دستگاه تزریق ولتاژ متغیر، دستگاه اندازه‌گیری زمان، ولتمتر، آمپرمتر، سیمهای ارتباطی.

۵-۳-۱۸- آزمایش دوره‌ای ترانسفورماتور جریان (CT)

ترانسفورماتورهای جریان در دوران بهره‌برداری دارای آزمایشات دوره‌ای نمی‌باشند. تنها بازدید و آچارکشی ترمینالها و سیم زمین کافی خواهد بود. این دستگاهها فقط در موارد زیر مورد آزمایش قرار می‌گیرند:

- در آزمونهای راه‌اندازی پستها
- هنگام بروز حوادثی نظیر ترکیدن کلیدها، برقگیرها، اتصالی شدید روی شینه‌ها ...
- درصورتی که تشخیص داده شود که مدار CT مدتی بازمانده است.
- پس از بررسی حوادث و تشخیص احتمال وجود عیب در CT ها و یا مدارات آنها

۵-۳-۱۸-۱- مراحل اجرا

آزمایش عایقی با استفاده از مگر (Meger):

- عایقی بین اولیه و ثانویه (۵۰۰۰ V)

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

- عایقی بین اولیه و زمین (۵۰۰۰ V)
- عایقی بین ثانویه و زمین (۲۵۰۰ V)
- آزمایش پلاریته با استفاده از باطری (۱۲ V-۳) و آمپرمتر DC و تطابق پلاریته بدست آمده با نقشه
- آزمایش منحنی اشباع
- تزریق ولتاژ AC از صفر تا مقدار ولتاژ زانوئی منحنی

تذکر: نقطه اشباع عبارتست از مقدار ولتاژی است که با افزایش ولتاژ به میزان ۱۰٪ جریان به اندازه ۵۰٪ افزایش یابد.

- آزمایش نسبت تبدیل
- تزریق جریان به مدار اولیه به میزان حداقل ۱۰٪ مقدار نامی و اندازه‌گیری آن در مدار ثانویه

تذکر: هنگام تزریق جریان در مدار اولیه، ثانویه تمام هسته‌ها (Core) بایستی اتصال کوتاه باشد.

- اندازه‌گیری مقاومت سیم‌پیچی ثانویه با استفاده از دستگاههای اندازه‌گیری مقاومت (پل وتستون)
- اندازه‌گیری ظرفیت مدار ثانویه با تزریق جریان AC به اندازه جریان نامی و اندازه‌گیری ولتاژ

تذکر: باید دقت شود که این آزمایش ممکن است موجب عملکرد رله‌های جریانی گردد.

۵-۳-۱۸-۲- مهارتهای موردنیاز

- کارشناس یک نفر
- تکنیسین یک نفر

۵-۳-۱۸-۳- ابزارآلات و تجهیزات موردنیاز

دستگاه تزریق ولتاژ و جریان متغیر، دستگاه پرایمری، دستگاه مگر، باطری، دستگاه اندازه‌گیری مقاومت، ولتمتر، آمپرمتر عقربه‌ای، آمپرمتر معمولی، ترانس واسط، سیمهای ارتباطی.

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۵-۳-۱۹- آزمایش دوره‌ای ترانسفورماتور ولتاژ

ترانسفورماتورهای ولتاژ در زمان بهره‌برداری آزمایش دوره‌ای نمی‌شوند. تنها بازدید و آچارکشی ترمینالها و سیم زمین بصورت سالانه کافی خواهد بود.

ترانسفورماتورهای ولتاژ در موارد زیر مورد آزمایش قرار می‌گیرند:

- آزمونهای راه‌اندازی پستها
- هنگام بروز حوادثی که موجب واردشدن خسارت بر تجهیزات پست می‌گردد.
- درصورت مشاهده عدم دقت در ولتمترها
- پس از بررسی حوادث و تشخیص احتمال وجود عیب در ترانسفورماتورهای ولتاژ و یا مدارات آنها

۵-۳-۱۹-۱- مراحل اجرا

آزمایش عایقی با استفاده از مگر (Meger):

- عایقی بین اولیه و ثانویه (۵۰۰۰ V)
- عایقی بین اولیه و زمین (۵۰۰۰ V)
- عایقی بین ثانویه و زمین (۵۰۰ V)
- آزمایش پلاریته با استفاده از باطری (۳-۱۲V) و آمپرمتر DC و تطابق پلاریته بدست آمده با نقشه‌ها
- آزمایش نسبت تبدیل
- تزریق ولتاژ به مدار اولیه و اندازه‌گیری آن در مدار ثانویه
- اندازه‌گیری ظرفیت مدار ثانویه با تزریق ولتاژ AC به اندازه ولتاژ نامی و اندازه‌گیری جریان عبوری از مدار
- اندازه‌گیری ظرفیت خازنی (ترانس ولتاژ خازنی)

تذکر: دقت شود که با انجام این آزمایش ممکن است بعضی رله‌های ولتاژی عمل نمایند.

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۵-۳-۱۹-۲- مهارتهای موردنیاز

- کارشناس یک نفر
- تکنیسین یک نفر

۵-۳-۱۹-۳- ابزارآلات و تجهیزات موردنیاز

دستگاه تزریق ولتاژ متغیر، دستگاه ترانسفورماتور افزاینده، دستگاه مگر، باطری، ولتمتر، آمپرمتر، سیمهای ارتباطی.

۵-۳-۲۰- آزمایش دوره‌ای رله اضافه شار(98)

۵-۳-۲۰-۱- مراحل اجرا

- اندازه‌گیری ولتاژ عملکرد مرحله اول و دوم در فرکانس نامی (50HZ) (Drop-out , Pick-up)
- اندازه‌گیری زمان عملکرد مرحله اول و دوم
- تحریک رله و ملاحظه قطع کلید، آلارم و ثباتها
- اندازه‌گیری ولتاژ DC، ولتاژ AC وقتی که رله در مدار باشد.
- اندازه‌گیری ولتاژ عملکرد مرحله اول و دوم در فرکانس (47 HZ) , (Drop-out , Pick-up) در صورت ملاحظه عملکرد نامطلوب رله

۵-۳-۲۰-۲- مهارتهای موردنیاز

- کارشناس یک نفر
- تکنیسین یک نفر

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۵-۳-۲۰-۳- ابزارآلات و تجهیزات موردنیاز

دستگاه تزریق ولتاژ متغیر، دستگاه اندازه‌گیری زمان، ولتمتر، دستگاه تغییردهندهٔ فرکانس، سیمهای ارتباطی.

۵-۳-۲۱- آزمایش دوره‌ای مدارات قطع و وصل و اینترلاک کلید و سکسیونرهای ۴۰۰ و ۲۳۰ کیلوولت

۵-۳-۲۱-۱- مراحل اجرا

- اندازه‌گیری ولتاژ DC بر روی کنتاکتهای مسیر
- قطع و وصل کلید و سکسیونرهای مربوطه و تکرار قسمت اول
- اندازه‌گیری ولتاژ DC بر روی تابلوهای کنترل و نشان‌دهنده‌ها

WikiPower.ir

۵-۳-۲۱-۲- مهارتهای موردنیاز

- کارشناس یک نفر
- تکنیسین یک نفر

۵-۳-۲۱-۳- ابزارآلات و تجهیزات موردنیاز

ولتمتر، آمپرمتر و سیمهای ارتباطی.

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

فهرست منابع و مراجع

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-صادق جمالی ، حفاظت سیستمهای قدرت ، جلد چهارم ، انتشارات دانشگاه علم و صنعت ، ۱۳۸۰

۷یاسر ابلاغی، افشین روشن میلانی، ابراهیم ابلاغی، سید مهدی مهائی ، "طراحی و ساخت رله فرکانسی دیجیتالی" ، بیست ودومین کنفرانس بین المللی برق(PSC2007) ، پژوهشگاه نیرو- مرکز توسعه فناوری نیرو ، تهران ، آبان ۱۳۸۶

Sandro Gianny Aquiles Perz , "Modeling Relays for Power System Protection Studies" , A Thesis Submitted to the College of Graduate Studies and Research in Partial Fulfillment of the Requirements For the Degree of Doctor of Philosophy , Department of Electrical Engineering , University of Saskatchewan Saskatoon , Saskatchewan Canada , 2006

Gabriel Benmouyal,Stanley E. Zocholl , "The Impact of Fault Current and CT Rating on Overcurent Protection" , Western Protective srelay Conparence , Spookan , Washigton , USA , 2002

[1] Network protection and automation guide, alstom

[2] W.A Elmore, "protective relaying theory and applications", marcel dekker inc. 2004

[3] applied protective relaying, Westinghouse electric corporation relay, 1976

[4] C.R. mason, "the art and science of protective relaying", John wiley & sons, 1956

[5] S. rao, "switchgear and protection", khana publishers.

[6] IEC 60255, electrical relays

[7] IEEE std c37.113: IEEE guide for protective relay applications to transmission lines,1999

[8] IEEE c37.97: IEEE guide for protective relay applications to power system buses,1979

9] IEEE c37.91: IEEE guide for protective relay applications to power transformers, 2000**214**