جزوه

حفاظت خطوط

انتقال

PowerEn.ir

فهرست مطالب

موضوع شماره صفحه

فصل اول : پست ۴

مقدمه ۵

پست کوهسنگي ۷

برقگیر LA ۱۱

ترانسفورماتور ولتاژ VT ۱٤

سکسیونر DS ۱۵

ترانسفورماتور جریان CT ۱٦

کلید قدرت CB ۱۷

فصل دوم : حفاظت ۲۰

وسایل حفاظتی ۲۱

رله ۲۱

رله اضافه بار ۲۲

رله‌های ولتاژی ۲۳

رله دیفرانسیل ۲٤

رله REF (Restricted Earth Fault) ۲٤

رله SEF (Sensitive Earth Fault) ۲۵

تپ چنجر ۲۵

رله TCS (Trip Circuit Supervision) ۲٦

رله بوخهلتس ۲٦

فصل سوم : حفاظت خطوط انتقال ۲۷

قسمت های مختلف دکل ۲۸

تعریف و اصطلاحات خطوط ۲۹

رله دیستانس ۳۱

انواع رله‌های دیستانس ۳۳

روی هم قرار گرفتن نواحی حفاظتی (زون بندی) ۳۹

رله اضافه جریان ٤۱

رله ارت فالت ٤۱

رله اتصال زمین ٤۲

رله جهتی ٤۲

رله دیفرانسیل طولی ٤۲

رله سنکرون چک ٤٣
رله هاي وصل مجدد (Auto Recloser)..... ٤٣
فصل چهارم : مطالب دیگر ۴۵
پدیده گالوپینگ..... ٤٦
پدیده کرونا ٤٦
حریم خطوط انتقال نیروی برق و انواع آن ٤٧
پارامترهای موثر در انتخاب تعداد مقره های خطوط..... ٤٨
فهرست نمادهای به کاررفته..... ٤٩
تشکر و قدردانی..... ۵۱

POWEREN.IR

فصل اول :

پست

مقدمه

پیدایش و احساس نمودن اثر الکتریسته توسط بشر از حدود پنج هزار سال پیش از میلاد مسیح مشاهده و قابل لمس بوده است و بصورت رعد و برق و یا اثرات خواص آهن ربایی و کهربایی اجسام در اثر مالش مورد تحقیق قرار گرفته است. اما در سال ۱۸۰۰ میلادی به‌وسیله ولتا اولین پیل مولد برق اختراع شد، ولی دگرگونی صنعتی از زمانی شروع شد که انرژی حاصل از فشار بخار در خدمت بشر درآمد. همانطوریکه مستند است، قریب یکصد و هشتاد سال بیشتر از اختراع اولین پیل نگذشته بود که صنعت برق و انرژی الکتریسیته در تمام زمینه‌های علمی و صنعتی جای خود را باز نمود و حتی در مقام مادر صنایع قرار گرفت و با سرعت رو به تکامل رفت تا جایی که در تبدیل کلیه انرژی‌ها به یکدیگر می‌توان انرژی الکتریکی به دست آورد، مانند انرژی شیمیایی، مکانیکی، حرارتی، نورانی، اتمی، سنتیک، پتانسیل و غیره که به انرژی الکتریکی قابل تبدیل می‌باشد. حتی از جزر و مد دریا نیز در این زمینه در جهان استفاده شده است. بنابراین به اهمیت انرژی پی برده و از این علم درخدمت بشریت نهایت استفاده شده است؛ خصوصاً درعلم پزشکی بهداشتی و رفاهی. لذا می‌توان در این مورد مطالب زیادی را نگاشت که به همین چند سطر اکتفا نموده، مختصری درباره تاریخچه برق ایران گفته باشم. پس از فراز و نشیب‌های زیادی در مورد روشنایی منازل و معابر پایتخت یعنی تهران سرانجام در سال ۱۲۸۴ هجری شمسی مرحوم حاج امین الضرب با جلب بلدیه وقت در اول خیابان امیر کبیر فعلی کارخانه برق را دایر کرد که چهارصد کیلو وات نیرو داشت. زمانی که برق به پایتخت رسید آنقدر با اهمیت تلقی کردند که خیابان امیر کبیر بنام خیابان چراغ برق نامیده شد. نام قبلی این خیابان چراغ گاز بود. سپس در سال ۱۳۱۶ چهار واحد ۱۵۰۰ کیلو واتی الشکودا در تهران شروع بکار کرد و از آن پس رشد مصرف برق در ایران شروع گردید. متعاقب آن در دیگر شهرهای ایران از جمله شهر مشهد نیز از طریق شرکت نخریسی مشهد که دارای یک واحد به قدرت ۶۰۰ کیلو وات بود به قسمتی از شهر مشهد برق می‌داد. با تشکیل شرکت برق خسروی در سال ۱۳۱۹ دستگاه مولد به قدرت ۶۰۰ کیلو وات در محل فعلی شرکت برق بنام برق خسروی نصب و راه اندازی شد. به‌تدریج با اضافه شدن واحدهای کوچک با مشارکت شهرداری در سال ۱۳۳۶ شرکت سهامی برق مشهد تاسیس گردید.

در حال حاضر تغذیه اصلی برق شهر مشهد توسط دو رینگ شمالی و جنوبی شهر انجام می‌شود. هر کدام از این دو رینگ شامل دو خط ۱۳۲ کیلوولت می‌باشند که ابتدای آن‌ها پست نیروگاه شریعتی و انتهای آن‌ها پست نیروگاه توس می‌باشد. جهت اتصال این دو نیروگاه از دو پست کلیدی بر روی هر رینگ استفاده شده است.

موارد ایمنی در پست‌های انتقال نیرو

۱) لوازم حفاظت فردی :

شامل لباس کار، کفش مناسب، کلاه ایمنی و دستکش کار بوده و بایستی کلیه افراد که به نوعی درگیر با کارهای بهره برداری و تعمیرات می‌باشند به صورت مناسبی مجهز به لوازم یاد شده باشند.

۲) لوازم حفاظت گروهی :

شامل دستکش عایق ۲۰ کیلوولت، چراغ قوه با پوشش عایق، چوب استیک، فازمتر فشارقوی، چهارپایه مناسب، نوارهای هشدار دهنده، فازمتر فشار ضعیف و انبردست بوده و بایستی به صورت مناسب در فضای داخلی پست نگه داری شود.

۳) تجهیزات ایمن کننده :

شامل ارت‌های سیار ۲۰، ۶۳، ۱۳۲ و ۴۰۰ کیلوولت، کلید ارت باسبار، فرش عایق که بستگی به سطح ولتاژ پست و شرایط طراحی داشته و همچنین انواع تابلوهای هشدار دهنده بوده و بایستی در پست به صورت مناسبی نگه داری و در هنگام کارهای اجرائی به صورت مطمئنی از وسایل ذکر شده جهت ایمن نمودن محیط کار استفاده گردد.

۴) تجهیزات اعلام و اطفاء حریق :

شامل کپسول‌های پودر و گاز ۵۰ و ۱۲ کیلوگرمی، کپسول‌های گاز CO_2 ۳۰ و ۶ کیلوگرمی و حفاظت‌های غیر فعال (دیوار آتش، حوضچه‌های درین و ...)، سیستم‌های اطفاء حریق بوده و بایستی به صورت مطمئنی حفاظت و در زمان‌های تعیین شده مناسب، تست و رفع عیب گردند.

۵) وضعیت قفل‌ها (اینترلاک‌ها) :

کلیه اینترلاک‌های مکانیکی و الکتریکی بریکرها و سکسیونرهای موجود در پست به صورت مطمئن و در حد شرایط طراحی اولیه بایستی انجام وظیفه نماید و هرگونه نقص و اشکال بلافاصله برطرف گردد.

۶) وضعیت روشنایی :

سیستم روشنایی محوطه، اتاق فرمان و روشنایی DC بایستی در حد شرایط طراحی اولیه بوده و اشکالات به وجود آمده در اسراع وقت رفع گردد.

۷) وضعیت سیستم ارتباطی :

لازم است هر پست حداقل به دو سیستم ارتباطی مناسب مجهز باشد تا در مواقع لزوم اپراتور بتواند در اسراع وقت دستورات ارجاع شده را به نحو مقتضی انجام دهند.

۸) وضعیت نظافت و ضبط و ربط کار :

لازم است کلیه اماکن پست عاری از هرگونه بهم ریختگی و لوازم غیر ضروری بوده و اپراتور موظف است به کلیه گروه‌های اجرایی در حین انجام و زمان اتمام کار، تذکرات در جهت جمع آوری لوازم اضافی را بدهد.

۹) ثبت و ضبط وقایع و حوادث :

لازم است کلیه وقایع و حوادث که به نوعی صدمه یا خسارت به نیروی انسانی و تجهیزات وارد می‌شود به همراه شرح واقعه یا حادثه در دفتری که به این منظور با سرفصل " دفتر وقایع و حوادث ایمنی " در پست موجود می‌باشد، توسط اپراتور هر شیفت ثبت گردد.

پست کوهسنگی

پست کوهسنگی وظیفه اتصال دو نیروگاه مذکور را بر روی رینگ جنوبی شهر به عهده دارد و از این جهت یکی از پست‌های بسیار مهم شبکه قدرت خراسان می‌باشد. این پست در جنوب شهر مشهد و در حاشیه بزرگراه شهید کلانتری پشت پارک کوهسنگی در محدوده‌ای به وسعت ۲۲۵۰۰ مترمربع واقع شده است. این پست دارای ۷۰۰ مترمربع زیر بنا شامل اتاق کنترل، فیدر خانه، اتاق شارژر، اتاق P.L.C و R.T.U، اتاق رله، باطری‌خانه، انباری، رختکن، آشپزخانه و سرویس بهداشتی می‌باشد. عملیات ساخت و نصب تجهیزات آن در سال ۱۳۷۰ به پایان رسیده و در همین سال بهره برداری از آن آغاز گردیده است. این پست بجای پست قدیمی خداداد (۶۳/۲۰ کیلوولت) تاسیس شده است. ابتدای بهره برداری دارای ۷ خط ۲۰ کیلوولت و ۵ خط ۶۳ کیلوولت خروجی و همچنین ۴ خط ۱۳۲ کیلوولت که همان خطوط رینگ جنوبی مشهد می‌باشند، بوده است. در حال حاضر این پست دارای ۱۱ خط ۲۰ کیلوولت و ۶ خط ۶۳ کیلوولت و۶ خط ۱۳۲ کیلوولت که دو خط ۱۳۲ کیلوولت آن به صورت کابلی است که وظیفه تغذیه پست طالقانی و سجاد را به عهده دارد.

تمامی تجهیزات پست ساخت شرکت SIEMENS آلمان می‌باشد بجز خطوط طالقانی و سجاد که ساخت شرکت پارس سوئیچ می‌باشد. در این پست، ۲ دستگاه ترانسفورماتور نصب گردیده که ساخت شرکت ABB می باشند. قدرت نامی آنها 90/90/30 MVA و به صورت سه هسته (۱۳۲/۶۳/۲۰ کیلوولت) می‌باشند.

شینه بندی باسبار پست به صورت ساده فرم (U) و جدا شده توسط باس کوپلر می‌باشد. این نوع شینه بندی در سطح ولتاژ ۱۳۲ و ۶۳ کیلوولت اجرا شده است. (۲۰ کیلوولت ساده است.)

اطلاعات الکتریکی پست فشار قوی کوهسنگی

۱- ولتاژ نامی یا ولتاژ استاندارد طبق استاندارد IEC که در این پست سه سطح در نظر گرفته شده عبارت اند از: 132kv – 63 kv – 20 kv

۲- جریان نامی که ارتباط هماهنگ با قدرت انتقال خطوط دارد پس از محاسبه پخش بار و ظرفیت حرارتی خطوط بدست می‌آید. در این پست جریان نامی خطوط ۲۰ کیلوولت برابر ۴۰۰ آمپر، خطوط ۶۳ کیلوولت برابر ۶۰۰ آمپر و خطوط ۱۳۲ کیلوولت برابر ۱۲۰۰ آمپر در نظر گرفته شده است.

۳- اتصال فازها و گروه برداری که در مورد ترانسفورماتورها تعریف می‌شود و عبارت است از :

YNyn0d1

ارتباط پست کوهسنگی با شبکه قدرت :

پست کوهسنگی از طریق ۶ خط ۱۳۲ کیلوولت و ۶ خط ۶۳ کیلوولت به سایر پست‌های شبکه قدرت خراسان متصل می‌باشد. همچنین از طریق ۱۱ خط ۲۰ کیلوولت وظیفه تغذیه بخشی از شبکه توزیع مشهد را بر عهده دارد. خطوط فوق الذکر در جدول زیر لیست شده‌اند :

نام خط	سطح ولتاژ	پست مقصد	نوع خط
DT722	۱۳۲	طالقانی	زمینی
AD721	۱۳۲	سجاد	زمینی
DJ719	۱۳۲	دانشجو	هوایی
Dk720	۱۳۲	کوهستان	هوایی
DS717	۱۳۲	شریعتی	هوایی
DS718	۱۳۲	شریعتی	هوایی
DQ600	۶۳	دانشگاه	هوایی/زمینی
AD622	۶۳	آب و برق	هوایی
DH626	۶۳	دروازه قوچان	زمینی
DR625	۶۳	امام رضا (ع)	زمینی
DG620	۶۳	طرق	هوایی/زمینی
DM619	۶۳	ملک	هوایی/زمینی

توضیح :دو خط ۱۳۲ کیلوولت طالقانی وسجاد نیز کابل زمینی هستند وسه خط ۶۳ کیلوولت ملک و طرق ودانشگاه به صورت خط هوایي از پست خارج مي شوند ولي در قسمتي از مسیر خود به صورت کابل زمیني بوده و ورود آنها به پست مقصد به صورت کابلي مي باشد.

خطوط ۲۰ کیلوولت خروجی پست عبارت اند از :

تندر	تلاش	رودکی	عدل خمینی	حشمت	ناصر
رضا	لشکر	غزال	تلویزیون	جاوید	

تاسیسات بیرونی شامل :

۱- باسبارهای ۱۳۲ و ۶۳ کیلو ولت

۲- بریکرها

۳- سکسیونرها

۴- ترانس های جریان CT

۵- ترانس های ولتاژ C.V.T و ترانس های ولتاژ سنکرون

۶- برقگیرها

۷- ارتینگ سوئیچ‌ها

۸- ترانسفورماتورهای قدرت با نسب تبدیل 132/63/20 KV باقدرت 90/90/30 MVA

۹- ترانسفورماتورهای ارتینگ و کمکی

۱۰- مارشلینگ کیوسک‌ها

۱۱- سیستم اطفاء حریق

PowerEn.ir

تاسیسات IN DOOR **شامل :**

۱– اتاق فرمان : محل استقرار اپراتور، که بتواند دسترسی کامل به سیستم‌های ارتباطی، دید کامل به تاسیسات و عملیات را داشته باشد و همچنین قادر به شنیدن هر گونه صدا باشد.

۲– فیدر خانه : محل نصب ۱۲ عدد فیدر ۲۰ کیلوولت نوع زیمنس با بریکرهای نوع وکیوم می‌باشد. این فیدرها از نظر عملیاتی و ایمنی در سطح خوبی بوده و کار با آن‌ها به راحتی انجام می شود و کلیه فیدرها مجهز به سیستم اتصال زمین سر کابل می باشند. سیستم‌های اندازه گیری از قبیل آمپرمتر، کنتور اکتیو و راکتیو، کنتاکتورهای کمکی، کلیدهای فرمان قطع و وصل و سیگنال‌های مربوطه روی تابلو نصب می‌باشند.

۳– باطری خانه : محل استقرار مجموعه یک ست باطری ۱۱۰ ولت جهت تغذیه ۱۱۰ ولت پست، از قبیل تغذیه رله‌ها، روشنایی اضطراری و سایر موارد می‌باشد. بالا بردن تعداد باطری با هدف ایجاد آمپر ساعت بالاتر می‌باشد، تا در موقع بلک اوت شدن شبکه یا پست بتوان ولتاژ مورد نیاز را تا برقدار شدن مجدد تامین نماید.

یک مجموعه باطری ۴۸ ولت نیز به منظور تامین ولتاژ ۴۸ ولت پست، تغذیه رله‌ها و تامین سایر موارد در نظر گرفته شده است.

مجموعه دیگر باطری‌های ۴۸ ولت می‌باشند که تامین کننده ولتاژ ۴۸ ولت سیستم‌های P.L.C & R.T.U می‌باشند.

باطری‌خانه می‌بایست از نظر داشتن فن سالم، لوازم کار مناسب، دستشویی، پودر ضد اسید و روشنایی مناسب کنترل گردد و قبل از ورود به باطری‌خانه از عدم وجود گازها اطمینان حاصل و هرگز با شعله وارد آن نشوند.

۴– اتاق شارژر، توزیع 400 V AC، 48 & 110 V DC **:** محل نصب ۳ دستگاه شارژر که یک دستگاه شارژر ۱۱۰ ولت به منظور تامین ولتاژ ۱۱۰ ولت پست و شارژ نمودن یک مجموعه باطری ۱۱۰ ولت که در اتاق مجاور به نام باطری‌خانه می‌باشد.

یک دستگاه شارژر ۴۸ ولت به منظور شارژ نمودن یک مجموعه باطری ۴۸ ولت در اتاق مجاور.

یک دستگاه شارژر ۴۸ ولت به منظور تامین ولتاژ ۴۸ ولت سیستم تله متری و شارژر نمودن یک مجموعه باطری ۴۸ ولت در اتاق مجاور.

POWEREN.IR

PowerEn.ir

یک ردیف تابلو DC شامل ورودی های ۴۸ و ۱۱۰ ولت و کلیه خروجی‌های DC که سیستم‌های پست را تغذیه می‌نماید و هر خروجی دارای یک عدد کلید مینیاتوری با آمپراژ مختلف که قابل تنظیم می‌باشد، به منظور راهنمایی اپراتور یک عدد لامپ قرمز روی تابلو نصب شده است تا چنانچه هر کدام از کلیدها به دلیلی قطع شوند، لامپ مربوط به آن تابلو روشن شود. این عمل باعث سرعت بخشیدن در شناسایی عیب می‌باشد .

یک ردیف تابلو AC شامل دو ورودی ۴۰۰ ولت که توسط دو عدد بریکر به باسبار وصل می‌شوند و یک عدد بریکر باسکوپلر که در موقع قطع هر یک از ترانسفورماتورهای قدرت، باسبار بدون ولتاژ را برقدار می‌نماید. برداشت از باسبار ۴۰۰ ولت توسط کلیدهای مختلف با آمپراژهای متفاوت، برای مصارف روشنایی محوطه، روشنایی ساختمان، تغذیه شارژر و سایر موارد می‌باشد.

۵– اتاق P.L.C & R.T.U **:** محل نصب تعدادی تابلو R.T.U جهت ارسال اطلاعات پست به مرکز کنترل و تابلوهای P.L.C جهت ارتباط‌های مخابراتی می‌باشد.

بی خط

برقگیر LA (Lightning Accelerator)

در سیستم‌های قدرت بر اثر عوامل خارجی (صاعقه) و داخلی (کلید زنی) اضافه ولتاژهای موقت بوجود می آید که در صورت تداوم و یا قرار گرفتن بر روی تجهیزات می‌توانند باعث صدمه دیدن آن‌ها گردند.

در مورد اضافه ولتاژهای خارجی سعی بر این است که از ایجاد آن‌ها برروی خطوط و تجهیزات جلوگیری شود. این امر در خطوط انتقال توسط سیم گارد و در پست‌ها توسط سیستم حفاظت از صاعقه انجام می شود. با این حال باز هم ممکن است اضافه ولتاژهای ناشی از صاعقه روی تجهیزات قرار بگیرند. بعلاوه در مورد اضافه ولتاژهای ناشی از کلیدزنی راهی برای جلوگیری وجود ندارد. لذا در پست‌های فشار قوی از المانی به نام برقگیر در ابتدای ورود خطوط به پست استفاده می شود تا از ورود این اضافه ولتاژها به پست و قرار گرفتن آن‌ها برروی تجهیزات جلوگیری گردد.

نحوه عملکرد برقگیر به این صورت است که در ولتاژهای عادی شبکه به صورت مدار باز عمل کرده و تأثیری بر عملکرد پست ندارد. در مواقع بروز اضافه ولتاژهای گذرا به صورت اتصال کوتاه بین خط و زمین عمل کرده و باعث می شود اضافه ولتاژهای فوق از طریق برقگیر به سمت زمین هدایت شود. لذا نحوه قرار گرفتن برقگیر در مدار به صورت موازی می‌باشد. البته واضح است که پس از رفع این اضافه ولتاژها برقگیر به حالت اتصال باز برگشته و عملکرد عادی خود را ادامه می‌دهد.

POWEREN.IR

PowerEn.ir

برقگیرها دارای انواع مختلفی می‌باشند که مهم‌ترین آن‌ها عبارتند از :

الف – برقگیر شاخکی : این نوع برقگیرها به صورت دو الکترود یا دو شاخک هستند که متناسب با ولتاژ در فاصله معین بین هادی و زمین قرار می‌گیرند و در صورت بروز اضافه ولتاژ بین آن قوس الکتریکی برقرار می‌شود. این قوس باعث اتصال کوتاه گردیده و از اضافه ولتاژ جلوگیری می‌نماید. البته باعث اختلال در امر برق رسانی نیز می‌گردد. در شبکه با قدرت کم، با شکل دادن به این شاخک‌ها، پس از مدت نسبتا کوتاهی قوس خاموش می‌شود و چون جریان اتصال کوتاه کم بوده، خسارات ناشی از اتصال کوتاه وجود ندارد. در صورت بروز اضافه ولتاژ، فاصله هوایی بین الکترودها، قوس الکتریکی برقرار می‌شود و به این ترتیب از اعمال اضافه ولتاژ به تجهیزات جلوگیری می‌شود. از معایب اصلی برقگیر میله‌ای عدم توانایی در خاموش نمودن جرقه است و هنگامی که بر اثر صاعقه جرقه زده شد، این جرقه باقی خواهد ماند تا زمانیکه تجهیز بی برق شود.

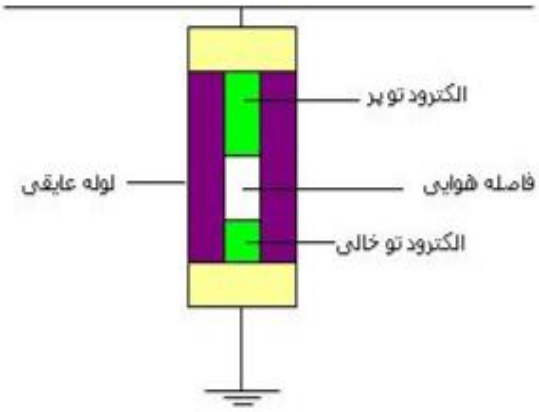
ب– برقگیر لوله‌ای : این نوع برقگیر شامل یک فاصله هوایی برای جرقه زدن در فضا و یک فاصله دیگر در درون یک محفظه مخصوص که با هم به صورت سری قرار دارند، می‌باشد.

این نوع برقگیرها به منظور کوتاه کردن زمان عبور جریان هدایت شونده (پرهیز از وقوع اتصال کوتاه) تهیه شده‌اند. در برقگیرهای لوله‌ای جریان هدایت شونده پس از یک یا چند پریود در اثر گازی که خود برقگیر تولید می‌کند از بین می‌رود و از این جهت می‌توان آن را برقگیر جرقه خاموش‌کن نیز نامید.

برقگیر لوله‌ای از یک لوله عایق از جنس فیبر لاستیک سخت تشکیل شده و در داخل آن یک الکترود فلزی تو پر و یک الکترود فلزی توخالی قرار دارد.

POWEREN.IR

PowerEn.ir



الکترود توخالی، مستقیم به دکل یا سیم زمین متصل می‌شود ولی بین الکترود تو پر و فاز شبکه یک فاصله هوایی وجود دارد. هرگاه اضافه ولتاژی بین فاز و برقگیر قرار بگیرد فاصله هوایی و فاصله بین الکترودها توسط جرقه اتصال کوتاه می‌شود و در اثر این جرقه، شبکه اتصال زمین می‌شود و جریان زیادی از برقگیر می‌گذرد که سبب بخار شدن قسمتی از سطح داخلی لوله می‌شود. این گاز فشار داخلی لوله را با وجود اینکه سوراخ لوله الکترود انتهایی به خارج راه دارد، به حدی بالا می‌رود که با سرعت زیاد از سوراخ خارج می‌شود.

جریان سریع گاز الکترون‌های موجود بین دو الکترود را با خود به خارج حمل می‌کند، جرقه را خنک کرده و طول قوس را به حدی زیاد می‌کند که پیوستگی قوس از بین می‌رود و قوس می‌شکند و به این ترتیب پس از یک یا چند پریود، به علت اینکه حامل‌های بارهای الکتریکی در مسیر قوس موجود نیستند، جرقه خاموش شده مجددا روشن نمی‌شود و برای همیشه خاموش می‌ماند و جریان اتصال کوتاه قطع می‌گردد.

از برقگیرهای لوله‌ای بیشتر در شبکه‌های با ولتاژ ۱۰ تا ۳۰ کیلوولت استفاده می‌شود. از معایب این برقگیر می‌توان به ناتوانی در محدود کردن دامنه جریان هدایت شده و همچنین بالا بودن ولتاژ جرقه این نوع برقگیر اشاره کرد.

ج – برقگیر اکسید روی (ZnO) **:** نوع جدیدی برقگیر دارای بلوک‌های با مقاومت الکتریکی غیرخطی و از جنس اکسید فلزات می‌باشند. از آنجا که حدود ۹۵ درصد از مواد تشکیل دهنده بلوک را اکسید روی تشکیل می‌دهد، به آن‌ها برقگیرهای ZNO گفته می‌شود.

اجزای تشکیل دهنده برقگیر ZNO شامل اکسید روی و مقادیر کمی از اکسید دیگر فلزات از قبیل بیسموت، کبالت، آنتیموان و اکسید منگنز می‌باشد. ذرات بسیار ریز اکسید روی و اکسید فلزات دیگر پس از فشرده شدن به صورت دیسک در اندازه های معین شکل می‌گیرند. سپس این دیسک‌ها در درجه حرارت بالا پخته می‌شوند، به صورت سری در محفظه استوانه‌ای شکل قرار گرفته و برقگیر ZNO را تشکیل می‌دهند. بلوک

POWEREN.IR

PowerEn.ir

ZNO دارای یک مشخصه ولتاژ-جریان کاملا غیرخطی می‌باشند و دارای قابلیت بالا برای جذب انرژی موج هستند. در پست کوهسنگی در هر دو سمت ۱۳۲ و۶۳ از برقگیرهای اکسید روی ساخت شرکت SIEMENS آلمان استفاده شده است.

محل نصب برقگیـــر

برقگیر باید در ورودی پست‌های ترانس قبل از کلیه تجهیزات و تا حد ممکن نزدیک به آن‌ها نصب گردد. علاوه بر برقگیری که در ورودی پست‌های ترانس نصب می‌شود قبل از تجهیزات مهم مانند ترانسفورماتورهای قدرت جداگانه نصب می‌شود. معمولاً در مسیر برقگیر به زمین یک شماره انداز قرار می‌دهند که می‌تواند تعداد دفعات تخلیه موج‌های ولتاژ ضربه‌ای بر روی برقگیر را ثبت نماید.

ترانسفورماتور ولتاژ VT (Voltage Transformer)

در پست‌های فشار قوی به علت بالا بودن ولتاژهای خطوط، امکان اندازه گیری مستقیم ولتاژ توسط وسایل اندازه گیری وجود ندارد. لذا از ترانسفورماتور کمکی که به ترانسفورماتور ولتاژ (PT) معروفند جهت پایین

POWEREN.IR

PowerEn.ir

آوردن ولتاژ استفاده می‌شود. این ولتاژ پایین آمده با انتقال به اتاق فرمان جهت اندازه گیری و حفاظت مورد استفاده قرار می گیرد. معمولا این ولتاژ تبدیل شده ۱۰۰، ۱۱۰ و یا ۱۲۰ ولت است.

در ولتاژهای بالاتر (فوق توزیع و انتقال) به علت زیاد شدن حجم و بالا رفتن هزینه ترانسفورماتور ولتاژ، نمی‌توان ولتاژ فشار قوی را مستقیماً به فشار ضعیف تبدیل نمود لذا برای این کار، مقسم خازنی، عمل تقسیم ولتاژ را انجام داده و توسط یک ترانسفورماتور ولتاژ با ولتاژ اولیه حدود ۱۰ کیلوولت و ولتاژ ثانویه ۱۱۰ / √۳ کاهش ولتاژ را انجام می‌دهند .

در پست کوهسنگی در هر دوسمت ۱۳۲ کیلوولت و ۶۳ کیلوولت از CVT استفاده شده است.

سکسیونر DS (Disconnecting Switch)

سکسیونر وسیله قطع و وصل سیستم‌هایی هستند که تقریباً بدون جریان هستند. به عبارت دیگر قطعات و وسایلی را که فقط زیر ولتاژ هستند از شبکه جدا می‌سازند و در درجه اول به منظور حفاظت اشخاص و متصدیان مربوطه در مقابل برق زدگی به کار برده می‌شوند. بدین جهت طوری ساخته می‌شوند که در حالت قطع و یا وصل قابل رویت می‌باشند، یعنی در هوای آزاد صورت می‌گیرد. سکسیونرها دارای انواع متعددی می‌باشند که مهم ترین آن‌ها عبارتند از :

POWEREN.IR

الف- سکسیونر نوع تیغه‌ای

ب- سکسیونر نوع کشوئی

ج- سکسیونر نوع قیچی‌ای

د- سکسیونر نوع دورانی

سکسیونرهای نصب شده در پست کوهسنگی درقسمت ۶۳ و ۱۳۲ کیلو ولت از نوع دورانی ساخت شرکت زیمنس می‌باشند و دارای دو تیغه متحرک و دورانی می‌باشند که با برخورد آن‌ها با هم ارتباط الکتریکی با هم برقرار می‌شود. در این نوع کلیدها حرکت تیغه‌ها به موازات سطح افق یا عمود برمحور پایه‌ها انجام می گیرد و دارای این مزیت است که با کوچک بودن طول بازوی تیغه‌ها فاصله هوایی لازم به وجود می‌آید و چون تیغه‌ها با گردش پایه‌ها باز و بسته می‌شوند، عامل خارجی مثل فشار باد نمی‌تواند باعث وصل بی موقع آن‌ها گردد و یا به علت یخ زدگی کنتاکت‌ها در زمستان احتیاج به نیروی اضافه‌ای برای باز شدن آن‌ها نیست. سکسیونر هر فاز دارای دو پایه عایق و قابل گردش می‌باشند که تیغه‌ها روی آن‌ها نصب شده به

POWEREN.IR

PowerEn.ir

طوری که در موقع قطع و یا وصل سکسیونر پایه‌ها حول محور خود در جهت خلاف یکدیگر به اندازه ۹۰ درجه می‌چرخند و باعث قطع و یا وصل کنتاکت‌ها می‌شوند.

کلید اتصال زمین ES (Earthing Switch)

گاهی اوقات لازم است که جهت حصول اطمینان از بی برق ماندن خطوط انتقال، برای مثال هنگام انجام عملیات، آن‌ها را به زمین اتصال دهیم. برای این کار از کلیدی به نام کلید اتصال زمین استفاده می‌گردد که معمولاً در ابتدای ورود خط به پست امکان زمین کردن خط را به ما می‌دهد. برای صرفه جویی در تجهیزات و ایزولاسیون، معمولاً این کلید بر روی سکسیونر سمت خط بر روی فیدر هر خط قرار می‌گیرد و دارای اینترلاک‌های مکانیکی و الکتریکی برای جلوگیری از اتصال خطوط برقدار به زمین می‌باشد. مهم ترین اینترلاک آن این است که فقط در هنگام باز بودن سکسیونر می‌توان خط را زمین نمود. سایر اینترلاک‌ها به صورت الکتریکی و در اتاق فرمان می‌باشند.

ترانسفورماتور جریان CT (Current Transformer)

در پست‌های فشار قوی برای اندازه گیری جریان‌های زیاد فیدرهای مختلف (بیش از چند صد آمپر تا چند کیلوآمپر) نمی‌توان از دستگاه‌های اندازه گیری به صورت مستقیم بر سر راه فیدر استفاده نمود. این امر در هنگام بروز اتصالی و ایجاد جریان‌های تا چندین کیلوآمپر بیشتر نمود می‌یابد. جریان کاری دستگاه‌های اندازه گیر در بیشترین مقدار خود از ۱۰ آمپر تجاوز نمی‌کند. لذا از ترانسفورماتوری به نام CT استفاده می گردد تا عمل تبدیل جریان را انجام دهد. این المان به صورت سری با فیدر قرار می‌گیرد و محل نصب آن در مجاورت کلید قدرت و معمولاً در سمت مخالف باسبار می باشد.

از جریان CT به دو منظور اندازه گیری و حفاظتی استفاده می گردد. از آنجایی که جریان‌های نامی که اندازه گیری می شوند در حدود چند صد آمپر و جریان های اتصال کوتاه که باید در حفاظت به کار روند در حد چند ده کیلو آمپر می باشند، لذا برای اندازه گیری این جریان‌ها نمی توان از یک CT استفاده نمود. معمولاً برای کاهش هزینه‌ها از یک CT ولی با هسته های مختلف و سیم‌پیچ های مختلف استفاده می‌گردد. هسته اندازه گیری دارای دقت زیاد در رنج خود می باشد ولی در جریان‌های زیاد سریع به اشباع می‌رود و از آسیب دیدن دستگاه‌های اندازه گیری جلوگیری می‌کند. هسته حفاظتی دارای دقت کمتری می‌باشد ولی قادر است تا جریان‌های بسیار زیادی به صورت خطی عمل کند.

در عمل نسبت تبدیل‌های این دو هسته و سیم پیچ‌های مربوطه به گونه ای ایست که جریان خروجی ۱ یا ۵ آمپر می‌باشد که این مقدار در پست کوهسنگی ۱ آمپر است.

POWEREN.IR

PowerEn.ir

CT به دو صورت هسته بالا و هسته پایین ساخته می شود. در نوع هسته بالا سیم پیچ ثانویه بر روی هسته پیچیده می‌شود و هسته نیز در قسمت بالای تجهیز دور سیم پیچ اولیه قرار می‌گیرد. در نوع هسته پایین اولیه توسط یک بازو به پایین تجهیز منتقل شده و از داخل هسته عبور می کند. سیم پیچ ثانویه نیز همانند حالت قبل بر روی هسته پیچیده می‌شود.

در پست کوهسنگی در سمت ۶۳ از CT هسته پایین و در سمت ۱۳۲ از CT هسته بالا استفاده گردیده است.

کلید قدرت CB (Circuit Breaker)

بریکر کلیدی است که می‌تواند در موقع لزوم جریان عادی شبکه و در موقع خطا جریان اتصال کوتاه و جریان اتصال زمین و یا هرنوع جریان با هر اختلافاتی را سریع قطع کند و در حالت قطع دارای استقامت الکتریکی کافی و مطمئن در محل قطع شدگی باشد و در حالت وصل باید کلید در مقابل کلیه جریان‌ها حتی جریان اتصال کوتاه مقاوم و پایدار باشد واین جریان و اثرات ناشی از آن نباید کوچک‌ترین اختلافی در وضع کلید برای هدایت صحیح جریان به وجود آورد. بدین ترتیب باید کلید فشارقوی در مقابل اثرات دینامیکی و حرارتی جریان مقاوم باشد و بسته به نوع خاموش کننده آن نامگذاری می‌شود.

کلیدهایی که مشخصات فوق را دارا باشند و تاکنون مورد استفاده قرارگرفته اند عبارتند از :

الف- بریکرهای نوع روغنی

ب- بریکرهای نوع نیمه روغنی

ج- بریکرهای نوع هوای فشرده

د- بریکرهای نوع SF6

ه- بریکرهای نوع وکیوم یا خلاء

در کلیدهای قدرت مکانیزم‌ها نقش عمده‌ای درعملکرد آن‌ها دارند، بدین معنی که هرچه مکانیزم بتواند سریعتر عمل قطع و وصل را انجام دهد طول آرک کمتر می‌شود که به نظر می‌رسد بهترین مکانیزم آن است که بتواند با توجه به فرکانس شبکه در یک پنجاهم ثانیه عمل قطع و وصل را انجام دهد که سه نوع متداول آن عبارت است از :

POWEREN.IR

PowerEn.ir

الف- مکانیزم‌های هوای فشرده

ب- مکانیزم‌های فنری

ج- مکانیزم‌های هیدرولیک

هر نوع از بریکرهای فوق و با هر مکانیزمی که کوپل شده باشند، نسبت به یکدیگر مزایا و معایبی دارند که مورد بحث ما نمی باشند. با توجه به اینکه در پست کوهسنگی بریکرهای نوع SF6 با مکانیزم هیدرولیک در قسمت فشار قوی و در قسمت فشار متوسط ۲۰ کیلو ولت نوع خلاء با مکانیزم فنری بهره برداری می‌شود لازم دانستیم مطالبی درج شود.

بریکرهای ۶۳ کیلوولت و ۱۳۲ کیلوولت

مجموعه بریکر تشکیل شده است از سه استوانه چینی که هم نقش ایزولاتور دارد و هم محفظه‌ای برای ماده خاموش کننده آرک یعنی گاز SF6 که دارای استقامت الکتریکی سطح ولتاژ اعمال شده و هم دارای استقامت الکتریکی فشارهای جانبی می‌باشد و هرکدام را به نام یک پل بریکر می‌نامند و هر پل از بریکر دارای دو محفظه یا دو ایزولاتور هست. ایزولاتور بالایی محل قطع و وصل دو کنتاکت ثابت و متحرک یعنی آرک است. گاز SF6 در آن محل است که نقش خود را ایفا می‌کند. ایزولاتور پایین محل عبور رول کنتاکت و هم ایزولاتور ترمینال خروجی بریکر نسبت به بدنه می‌باشد.

مجموعه سه پل که به یک مکانیزم کوپل می‌شوند و در ارتفاع بر روی یک استراکچر که به همین منظور در نظر گرفته شده نصب می‌گردد، به این مجموعه بریکر اطلاق می شود.

دراین نوع کلیدها از گاز SF6 به‌عنوان ماده خاموش کننده جرقه عایق بین کنتاکت‌ها و نگهدارنده ولتاژ استفاده شده است. خواص این گاز این است که الکترون‌های آزاد را جذب و ایجاد یون منفی بدون حرکت می‌کند و در نتیجه ابر بهمنی الکترون‌ها که باعث شکست عایق و ایجاد جرقه می‌شود جذب می‌گردد بطوری که استقامت الکتریکی گاز SF6 دو تا سه برابر استقامت الکتریکی هوا می‌باشد.

از جمله مزایای سیستم هیدرولیک قابلیت انتقال انرژی زیاد و حجم مکانیزم کم می‌باشد. عیب عمده آن تکنولوژی ساخت، قیمت بالا و نیاز به تخصص بالا برای تعمیرات می‌باشد.

بریکرهای 20 kv **:**

همانطور که می‌دانید تا سطح ولتاژ ۲۰ کیلوولت در محیط بسته بنام فیدر خانه وارد و توزیع می‌گردد که در قسمت فیدرخانه مختصری به آن پرداخته شده است. ورود خروجی ولتاژ توسط کلیدهای ۲۰ کیلوولت

POWEREN.IR

PowerEn.ir

صورت می‌گیرد که عملاً از دو نوع نیمه روغنی و خلاء می‌باشد. هر دو نوع آن از نظر بسیاری موارد فنی حتی جریان نامی و جریان‌های اتصال کوتاه همانند هستند. آنچه این دو نوع کلید را از هم متمایز می‌نماید ماده خاموش کننده است که همین امر باعث تمایز این کلیدها شده است.

POWEREN.IR

PowerEn.ir

فصل دوم :
حفاظت

POWEREN.IR

PowerEn.ir

وسایل حفاظتی :

اصطلاحی است که کلیه تجهیزات مورد استفاده برای تشخیص و مکان‌یابی خطا و همچنین ایجاد فرمان برای برطرف کردن خطا از سیستم قدرت را شامل می‌شود. این اصطلاح علاوه بر رله‌ها شامل ترانسفورماتورهای ولتاژ و جریان، فیوز می‌شود، اگرچه وسایل کلیدزنی (CB) نقش مهمی در حفاظت دارند ولی در گروه وسایل حفاظتی قرار نمی‌گیرند، زیرا مانند برخی از تجهیزات دیگر مانند باطری‌های پست دارای سرویس مشترک هستند و علاوه بر حفاظت برای کارهای دیگر نیز مورد استفاده قرار می‌گیرند.

سیستم حفاظتی :

ترکیبی از وسایل حفاظتی که در شرایط غیرعادی برای ارسال فرمان قطع به عنصر معیوب و یا دادن یک سیگنال آلارم و یا هر دو استفاده می‌شود.

رله :

رله اصولا به دستگاهی گفته می‌شود که در اثر تغییر کمیت الکتریکی و یا کمیت فیزیکی مشخص تحریک می‌شود و موجب به کار افتادن دستگاه و یا دستگاه‌های الکتریکی می‌شود و به دو دسته حفاظتی و کنترلی تقسیم می‌شوند.

رله‌هایی که برای حفاظت دستگاه‌های برقی به کار برده می‌شوند، رله‌های حفاظتی نامیده می‌شوند.

رله‌هایی که برای اندازه‌گیری کمیت‌های الکتریکی به کار برده می‌شوند، رله‌های اندازه‌گیری نامیده می‌شوند.

رله حفاظتی :

رله‌ای است که برای تشخیص قسمت معیوب یک تاسیسات الکتریکی و یا برای تولید یک سیگنال خطر در حالت وقوع خطا یا شرایط غیر عادی دیگر طراحی شده است.

وظیفه اصلی سیستم حفاظتی :

تشخیص وقوع خطا ۲- تشخیص محل خطا ۳- جدا نمودن قسمت آسیب دیده

انواع حفاظت :

۱- حفاظت در برابر ایجاد خطا : پیشگیری از وقوع خطا به معنی کم شانس کردن احتمال خطا خوب است ولی هزینه زیادی باید صرف شود. (قابلیت اطمینان)

POWEREN.IR

PowerEn.ir

۲- حفاظت پس از وقوع خطا : در این روش ما با حفاظت، جلوی تاثیرات نامطلوب پس از وقوع خطا را می‌گیریم که اقتصادی تر است.

روش‌های مناسب جهت کاهش احتمال خطا :

۱- ایزولاسیون مناسب
۲- استفاده از برقگیر
۳- استفاده از گارد و اتصالات زمین
۴- بارگذاری مناسب
۵- سرویس و نگه داری مناسب
۶- افزایش قدرت مکانیکی سیستم

رله اضافه بار :

معمولا هر مصرف کننده الکتریکی دارای توان مشخص و نامی است که توسط سازنده تعیین می‌گردد. در صورتی که توان مصرفی یک مصرف کننده بیشتر از توان نامی آن باشد، اصطلاحا دچار اضافه بار یا Overload می‌شود. در این حالت دستگاه جریانی بیشتر از جریان نامی خود از شبکه می‌کشد که این امر Overload باعث گرم شدن بیش از حد آن می‌شود. به عنوان نمونه در موتورهای آسنکرون که بیش از ۹۰ درصد موتورهای موجود در صنایع را تشکیل می‌دهند، بر طبق منحنی جریان-سرعت آن‌ها، چنانچه بر اثر اضافه بار مکانیکی دور موتور کاهش یابد، جریان استاتور افزایش یافته و حتی تا چند برابر جریان اسمی موتور نیز می‌رسد. ازین رو شرایط اضافه بار برای موتورها بسیار خطرناک بوده و می‌تواند موجب گرم شدن بیش از حد سیم پیچ استاتور و روتور و در نتیجه سوختن آن‌ها شود.

تجهیزات مختلف مانند ژنراتورها، ترانسفورماتورها و به ویژه الکتروموتورها را معمولا توسط رله‌های Overload که در استاندارد ANSI با کد شماره ۴۹ مشخص می‌شود، حفاظت می‌کنند. حرارت ایجاد شده در تجهیزات به میزان جریان بستگی دارد و از طرفی هرچه جریان اضافه بار بیشتر باشد، الکتروموتور زودتر آسیب می‌بیند. ازین رو منحنی عملکرد جریان-زمان رله‌های Overload از نوع معکوس بوده تا در جریان های بیشتر زودتر عمل نموده و عملا از ایجاد گرمای زیاد در دستگاه جلوگیری شود. این منحنی عملکرد باید دارای مشخصات زیر باشد :

- جریان نامی دستگاه در قسمت سمت چپ خط مجانب عمودی این منحنی قرار گیرد زیرا در این صورت رله در شرایط کار عادی دستگاه نیز عمل خواهد کرد.
- در مورد الکتروموتورها، منحنی عملکرد مربوطه باید اجازه راه اندازی الکتروموتور را بدهد. یعنی زمان عملکرد رله بر اساس جریان راه اندازی الکتروموتور از زمان استارت موتور بیشتر باشد. به عنوان مثال چنانچه الکتروموتوری در هنگام راه‌اندازی ۶ برابر جریان نامی را برای مدت ۴ ثانیه از

POWEREN.IR

PowerEn.ir

شبکه بگیرد، در منحنی عملکرد رله حفاظتی، زمان معادل ۶ برابر جریان نامی از ۴ ثانیه بیشتر باشد. معمولا رله‌های Overload به گونه‌ای انتخاب می‌شوند که در جریانی حدود ۱۱۰ درصد جریان تنظیمی شروع به زمان گرفتن یا Up pick کند. در موارد خاص که الکتروموتور دارای جریان استارت زیاد یا زمان راه اندازی طولانی می‌باشد، ممکن است از رله‌ها با منحنی‌های عملکرد خاص استفاده شود.

در رله‌های Overload اولیه از یک نوار بی متال تشکیل شده که این نوار در اثر حرارت خم شده و باعث عملکرد کنتاکت‌های مربوطه می‌شود. عملکرد این کنتاکت‌ها موجب ظهور آلارم و یا اعمال تریپ به موتور یا دستگاه مورد نظر می‌گردد. امروزه رله‌های Overload را با منحنی عملکرد معکوس از طریق مدارهای الکترونیکی یا Plc شبیه سازی می‌کنند. این رله‌ها قابلیت ارایه چندین منحنی را داشته و کاربر با توجه به مشخصه دستگاه مورد حفاظت، قادر به انتخاب منحنی مناسب خواهد بود. این منحنی‌ها را منحنی‌های هم خانواده یا Family Curves می‌نامند و توسط مختصات یک نقطه که معمولا ۶ برابر جریان نامی می‌باشد مشخص و توسط تنظیم زمان مورد نظر انتخاب می‌گردند.

رله‌های ولتاژی :

معمولا تجهیزات مورد استفاده در یک شبکه الکتریکی برای کار در یک ولتاژ مشخصی طراحی شده‌اند. از این رو نباید ولتاژ اعمالی به آن‌ها از حد مشخصی کمتر و یا بیشتر شود. محدوده این تغییرات به نوع دستگاه بستگی دارد. برای حفاظت شبکه‌های الکتریکی در برابر تغییرات ولتاژ، از دو نوع رله بنام رله Under Voltage و رله Over Voltage استفاده می‌شود.

رله Under Voltage برای حفاظت تجهیزاتی که در اثر افت ولتاژ آسیب می‌بینند، مانند الکتروموتورها به کار برده می‌شوند. این رله معمولا دارای یک تنظیم ولتازی و یک تنظیم زمانی است و در صورت افت ولتاژ شبکه تا حد تنظیم شده و پس از طی زمان تنظیم شده عمل می‌کند. تنظیمات این رله به نوع وسیله مورد حفاظت بستگی دارد. به عنوان مثال در مورد موتورهای الکتریکی، تنظیم ولتاژی این رله در حدود ۷۰ تا ۸۰ درصد ولتاژ نامی و تنظیم زمانی آن در حدود چند ثانیه است.

رله Over Voltage برای حفاظت شبکه در برابر اضافه ولتاژ مورد استفاده قرار می‌گیرد و معمولا دارای دو تنظیم زمانی و ولتاژی است. در صورت افزایش بیش از حد شبکه و رسیدن به حد تنظیم شده، در زمان تنظیم شده عمل می‌کنند. تنظیم ولتاژی این رله در حدود ۱۲۰ درصد ولتاژ نامی و تنظیم زمانی آن در حدود چند ثانیه است. این رله معمولا در خروجی ژنراتورها و روی باسبار اصلی شبکه نصب می‌شود.

POWEREN.IR

PowerEn.ir

از مزایای دیگر استفاده از کلیدهای حفاظت از خطر برق گرفتگی جلوگیری از بروز آتش سوزی در اثر وجود جریان نشتی می‌باشد. با توجه به اینکه جریان ۰.۵ آمپری می‌تواند موجب آتش سوزی شود، کلید حفاظت از خطر برق گرفتگی با تشخیص جریان نشتی و قطع جریان ورودی، مانع از بروز آتش سوزی می‌شود. همچنین از آنجا که در صورت وجود جریان نشتی در بدنه وسائل برقی و یا سیستم سیم کشی ساختمان را به وجود می‌آورد، لذا استفاده از کلیدهای حفاظت از خطر برق گرفتگی، با توجه به کاهش میزان هدر رفتن انرژی الکتریکی و برق مصرفی، صرفه جویی اقتصادی و حفظ ثروت‌های ملی را نیز در بر خواهد داشت.

رله دیفرانسیل :

رله دیفرانسیل با حفاظت اصلی ترانسفورماتور، مقایسه جریان‌های طرفین آن به عهده داشته و عملکرد آن ناشی از عوامل زیر می‌باشد:

- اتصالی در داخل ترانسفورماتور (نظیر اتصال فاز به بدنه، اتصال حلقه و یا اتصال بین سیم پیچ‌های اولیه و ثانویه)
- اتصال خارج از ترانسفورماتور بر اثر عوامل خارجی در محدوده حفاظت رله یعنی بین C.T های طرفین
- حالت‌های کاذب ناشی از اشکال در C.T مدارات مربوطه

رله دیفرانسل دارای ویژگی قطع سریع، دقت بالا و قدرت تشخیص و تفکیک عیوب واقع شده در محدوده بین C.T های دو طرف ترانسفورماتور قدرت می‌باشد.

لازم به ذکر است رله‌های دیفرانسل در جریان‌های هجومی ترانسفورماتور، عمل نمی‌نماید ولی برای تشخیص فالت‌های واقع شده محدوده C.T های دو طرف ترانسفورماتورهای قدرت همواره بهترین حفاظت، رله دیفرانسیل می‌باشد.

رله REF (Restricted Earth Fault) **:**

حفاظت REF بهترین گزینه برای حفاظت سیم‌پیچ ترانس است. روش کار این رله به این صورت است که مانند یک رله ارت فالت معمولی ولی با زمان صفر آنی عمل می‌کند و کوچک ترین اتصال را می‌بینند. برای سیم‌پیچ هر ترانس باید این حفاظت را به کار برد، یعنی در یک رله دیفرانسیل سه سیم‌پیچ طراح، سه رله REF نیز پیش بینی کرده است.

POWEREN.IR

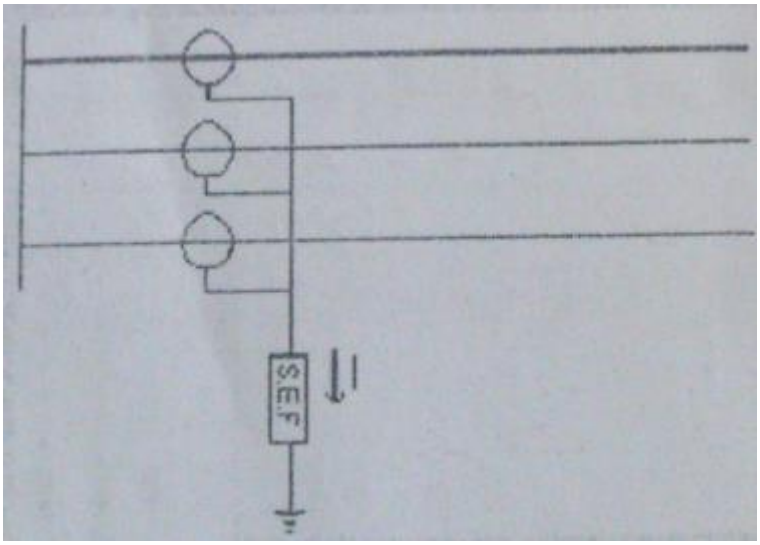
PowerEn.ir

این حفاظت حدودا روی ۱۵ درصد جریان نامی سیم‌پیچ ترانس تنظیم می‌شود و زمان عملکرد آنی دارد. این حفاظت هم مانند دیفرانسیل از حفاظت‌های اصلی ترانس است و حتما باید در مدارات ایستگاه طراحی شود.

در پست کوهسنگی از سه رله REF جهت REF 132,63,20 استفاده می‌شود که مشخص کننده سیم پیچ هر ترانس می‌باشد.

رله SEF (Sensitive Earth Fault)**:**

مشابه رله ارت فالت است. با توجه به شکل اگر یکی از خطوط قطع شود و در اثر برخورد با زمینی که دارای مقاومت زیادی باشد (این خط دارای رله O.C نیز می‌باشد.) در این صورت از این فاز جریان خیلی کمی عبور خواهد کرد که در این صورت رله O.C عمل نمی‌کند و اگر در همین حال فردی به سیم دست بزند، در این صورت جریان از بدن شخصی که با آن تماس پیدا کرده، عبور می‌کند. برای جلوگیری از عمل برق گرفتگی از رله SEF استفاده می‌شود.



تپ چنجر:

برای تنظیم و ثابت نگه داشتن ولتاژ خروجی ترانس مورد استفاده قرار می‌گیرد و اغلب در سمت HV ترانس قرار می‌گیرد، زیرا در سمت HV سطح ولتاژ بالا بوده و جریان عبوری کم می‌باشد و به راحتی می‌توان تپ را تغییر داد.

انواع Tap Changer **:**

On Load : هنگامی که جریان از سیم‌پیچ‌ها عبور می‌کند، می‌توان در زیر بار تپ را تغییر داد.

Off Load : برای تغییر سطح ولتاژ بایستی جریان را قطع نمود. (در زیر بار نمی‌توان تپ را تغییر داد.)

POWEREN.IR

PowerEn.ir

رله AVR (Automatic Voltage Regolator) **:**

مناسب جهت کنترل و تنظیم موقعیت Top changer ترانسفورماتورهای قدرت به منظور تثبیت ولتاژ خروجی آنها می‌باشد.

رله TCS (Trip Circuit Supervision) **:**

رله ناظر بر مدار قطع : با توجه به اهمیت قطع در سیستم، این رله به طور دائم مسیر قطع کلید را کنترل کرده و چنانچه در مسیر قطع خلال یا نقصی داشته باشیم سریعا با ایجاد آلارم به بهره بردار هشدار می‌دهد. به همین منظور در کلیدهای قدرت برای قطع از دو بوبین استفاده می‌شود که چنانچه یک بوبین در هنگام قطع دچار مشکل شد، بوبین دوم کلید را قطع و از انفجار بریکر جلوگیری کند. ولی برای وصل بوبین از یک کلید استفاده می‌شود.

رله بوخهلتس :

این رله یکی از مهم ترین رله‌های حفاظتی ترانسفورماتورهای قدرت می‌باشد. وظیفه تشخیص بروز هرگونه اتصالی در محفظه داخلی ترانسفورماتور و قطع سریع برق ورودی به آن می‌باشد. می‌دانیم که اصولا ترانسفورماتورهای قدرت به وسیله مایع مخصوصی مانند روغن، عایق کاری و خنک می‌شوند. به خاطر سرد و گرم شدن روغن مزبور، ظرف انبساطی برای آن در نظر گرفته شده و این ظرف از طریق لوله رابطی به محفظه داخلی ترانسفورماتور متصل می‌باشد.

رله بوخهلتس بر روی لوله رابط بین ترانسفورماتور و ظرف انبساط قرار می‌گیرد و روغن ازین لوله عبور می نماید. بنابراین تمامی محفظه داخلی رله پر از روغن می‌باشد. هرگاه هرگونه اتصالی در محفظه داخلی ترانسفورماتور پدید آید، در نقطه اتصالی مقداری جرقه و قوس الکتریکی زده می‌شود. در نتیجه این عمل کمی از روغن اطراف محل اتصالی سوخته و حباب‌های گازی شکل را تولید می‌کند. این حباب‌های گازی به طرف قسمت فوقانی ترانسفورماتور حرکت نموده و از طریق لوله رابط به رله بوخهلتس وارد شده و در قسمت فوقانی رله جمع می‌گردند. این رله دارای شناوری می‌باشد که با تجمع حباب‌های گاز، سطح روغن در رله پایین آمده و همراه با آن شناور نیز به پایین می‌آید.

پایین آمدن شناور باعث بسته شدن کلید الکتریکی رله و تحریک مدار هشدار و یا قطع می‌گردد.

POWEREN.IR

PowerEn.ir

فصل سوم :
حفاظت خطوط انتقال

POWEREN.IR

PowerEn.ir

قسمت های مختلف دکل :

۱- سیم گارد (Gard Wire) : حفاظت در برابر رعد و برق

۲- سه فاز به صورت قائم (دو مداره)

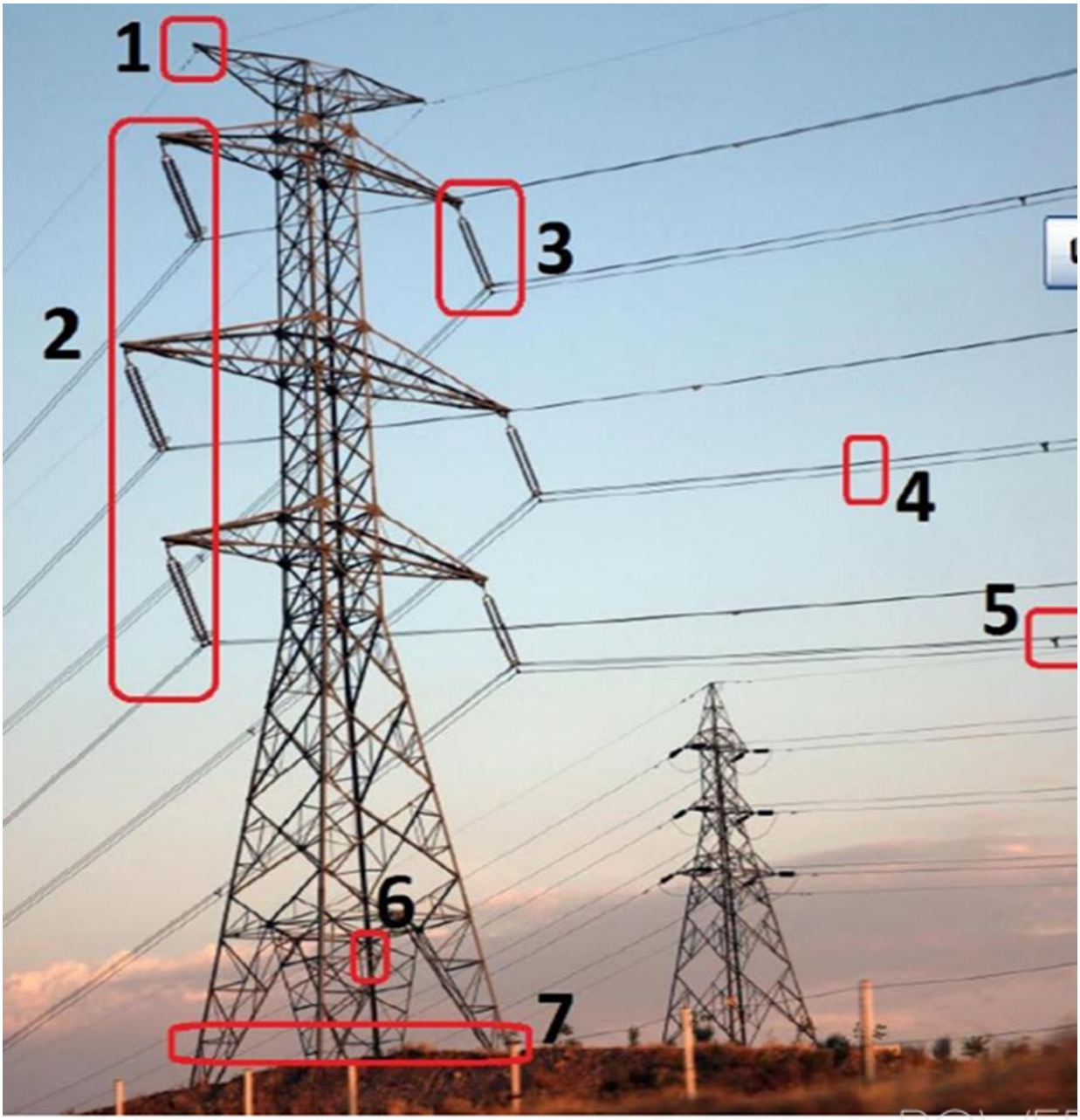
۳- زنجیر مقره (Insulator-String)

۴- باندل (Bandel) : هادی‌های گروهی

۵- جدا نگه دارنده سیم‌ها از یکدیگر (Spacer)

۶- پلاک دکل (Tower Plate)

۷- سیم خاردار برای جلوگیری از بالا رفتن از دکل



POWEREN.IR

PowerEn.ir

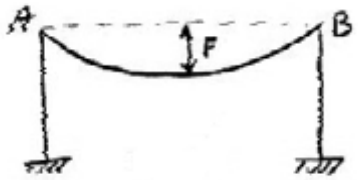
تعریف و اصطلاحات خطوط :

کشش (Tension) **:**

مقدار نیرویی که اگر سیم در نقطه‌ای پاره شود لازم است در همان نقطه اعمال گردد تا سیم شکل سابق خود را حفظ کند. کشش را با حرف T نمایش می‌دهند و واحد آن Kg است.

فلش (Sag) **:**

بزرگ ترین فاصله قائم بین منحنی سیم و خطی که از نقاط اتصال هادی به دو برج مجاور می‌گذرد را فلش گویند و با F نمایش می‌دهند.



اسپن معمولی (Normal Span) **:**

فاصله بین دو پایه (برج) در محاسبات اولیه را اسپن معمولی نامیده و با S_n نمایش می‌دهند.

اسپن متوسط (Average Span) **:**

مقدار متوسط اسپن موجود در یک خط انتقال را اسپن متوسط گویند و با S_{Av} نمایش می‌دهند.

سکشن (Section) **:**

قسمتی از مسیر خط که محدود به دو برج کششی بوده و ما بین آن‌ها تعدادی برج آویزی قرار گیرد را اصطلاحا یک سکشن گویند.

تمپلت (Template) **:**

به وسیله‌ای که منحنی‌های مختلف سیم بر روی آن رسم گردیده و جهت برج گذاری مورد استفاده قرار می گیرد، اصطلاحا تمپلت گویند.

پلان (Plan) **:**

دید از بالای مسیر خط انتقال که نشان دهنده وضعیت زمین و عوارض موجود در حاشیه باند مسیر عبور خط می‌باشد را پلان گویند.

POWEREN.IR

PowerEn.ir

پروفیل (Profile) **:**

دید از روبه روی مسیر خط انتقال را که نشان دهنده پستی و بلندی‌های مسیر عبور خط بوده و برشی از محور مرکزی خط انتقال و زمین را نشان می‌دهد، اصطلاحا پروفیل گویند.

برج (Tower) **:** وظیفه نگه داری هادی‌های خط انتقال را به عهده داشته و دارای انواع زیر است :

۱- برج آویزی (Suspention Tower)

۲- برج کششی (Tension Tower)

۳- برج انتهایی (Terminal Tower)

گنتری (Gantry) **:**

گنتری نوعی استراکچر فلزی دروازه‌ای شکل است که برای ارتباط الکتریکی تجهیزات مختلف به ویژه ارتباط خط با پست مورد استفاده قرار می‌گیرد.

دمپر (Damper) **:**

برای حذف نوسانات خطوط انتقال از وزنه‌های مستهلک کننده‌ای به نام دمپر استفاده می‌کنند.

مقره (Insulator) **:**

در شبکه‌های توزیع برق مانند خطوط انتقال، به تجهیزاتی نیاز است که بتوانند نقش عایقی و جداسازی قسمت‌های تحت ولتاژ را از یکدیگر قسمت‌ها داشته باشند. طبق تعریف (مقره) به وسیله یا آلتی گفته می شود که دارای مقاومت الکتریکی بالایی بوده و بین هادی‌های برقدار و سازه‌های نگه دارنده قرار می‌گیرند. مقره علاوه بر عایق نمودن هادی نسبت به پایه (و همچنین نسبت به زمین) ارتباط مکانیکی هادی و زمین را نیز تشکیل می‌دهد.

POWEREN.IR

PowerEn.ir

رله دیستانس :

رله دیستانس اولین بار در آلمان در سال ۱۹۲۳ در یک شبکه فشار قوی نصب شد.

رله‌های دیستانس برای حفاظت خطوط انتقال به‌کار می‌رود و از آنجا که فاصله عیب را با اندازه گیری امپدانس مشخص می‌کنند، به این نام مشهور شده اند. به‌طور کلی وقتی اتصالی در شبکه رخ می‌دهد، این گونه رله‌ها نقش حفاظتی خط و تعیین فاصله اتصالی تا رله را به عهده دارند. معمولا حفاظت اصلی خطوط انتقال رله‌های دیستانس بر روی خطی که رله روی آن است بسیار کم و زمان عملکرد رله جریان نسبتا زیاد است.

اصول کار رله‌های دیستانس :

رله دیستانس یک رله حفاظتی است که زمان قطع آن تابع مقاومت طول سیم می‌باشد. در اغلب اوقات باید زمان قطع رله تابع محل اتصال کوتاه نسبت به رله باشد و ازین جهت باید زمان قطع رله، تابع جهت معین از انرژی اتصال کوتاه نیز گردد.

همانطور که می‌دانیم هرچه محل اتصال از رله دورتر باشد، مقاومت ظاهری قطعه سیم بین محل اتصال تا رله بزرگتر شده و در نتیجه مقاوت اهمی و غیر اهمی آن نیز بزرگتر می‌گردد. از آنجا که رشد تاسیسات برقی رابطه مستقیم بین مقاومت و طول سیم موجود است، لذا با استفاده از رله دیستانس به عنوان رله حفاظتی در سراسر خطوط انتقال انرژی عملا مشکل حفاظت موضعی و تنظیم جهش زمانی پی در پی نیز برطرف می‌شود.

رله‌های دیستانس صرف نظر از انواع مختلف آن‌ها بر مبنای اندازه گیری فاصله الکتریکی رله تا محل خطا کار می‌کنند. در مواقی که حداقل جریان خطا قابل مقایسه با جریان بار باشد، این رله ها کاربرد وسیعی پیدا می‌کنند و این از آنجا ناشی می‌شود که رله‌های دیستانس به جریان حساس نیستند، بلکه امپدانس ظاهری (فاصله الکتریکی) تا محل خطا را می‌سنجند. رله‌های دیستانس دارای یک امپدانس داخلی به‌نام امپدانس تنظیم رله می‌باشند. این امپدانس (ZO) برابر امپدانس قسمتی از خط است که رله باید آن قسمت را مورد حفاظت قرار دهد. رله دیستانس از لحاظ کار مانند رله جریان زیاد در مقابل اتصال کوتاه می‌باشد و رله دیستانس بر اساس فاصله یا امپدانس عمل می‌کند، یعنی رله دیستانس زمانی عمل می‌کند که امپدانس خط از مقدار تنظیم شده کمتر باشد، درغیر این صورت عمل نمی‌کند و از لحاظی چون مقاومت مصرف کننده‌ها صرف نظر شده و در زمان اتصال کوتاه طبق رابطه z=u/I امپدانس کم می‌شود. چون جریان زیاد می‌گردد، هر چه این امپدانس به رله نزدیک تر شود، رله زودتر قطع می‌کند. در ضمن در شبکه‌ای که چند

POWEREN.IR

PowerEn.ir

رله دیستانس به کار می‌رود، در موقع اتصالی همه رله‌های دیستانس تحریک شده ولی فقط رله‌ای قطع می کند که به محل اتصال نزدیک بوده و بقیه رله‌ها به حال خود برمی‌گردند.

رله دیستانس یک رله حفاظتی است که زمان قطع آن تابع مقاومت طول سیم می‌باشد. در اغلب اوقات باید زمان قطع رله تابع محل اتصال کوتاه نسبت به رله باشد و ازین جهت زمان قطع رله، باید تابع جهت معین از انرژی، اتصال کوتاه گردد.

ساختمان رله دیستانس :

رله دیستانس نامی عمومی برای رله‌های امپدانس 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 کوچک تر 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 سیم پیچی‌های ترانسفورماتورهای قدرت نیز می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد.

این رله با دو عنصر ولتاژ و جریان سروکار دارد و نسبت این دو پارامتر را می‌سنجد. یعنی در اصل از دو ترانس ولتاژ و جریان تشکیل شده است. بطور کلی می‌توان گفت که یک رله دیستانس از قسمت‌های زیر تشکیل شده است:

- عضو تحریک کننده

- عضو سنجش رله دیستانس (عضو زمانی)

- عضو جهت یاب

- تعداد زیادی رله کمکی

در ضمن باید دانست که عضو سنجش رله دیستانس مطلقا مقدار قدر مطلق عوامل موثر را نمی‌سنجد بلکه تغییرات مقدار کمیتی را که قبلا تنظیم شده است می‌سنجد. طرز کار بدین صورت است که از سیم پیچ عمل کننده جریانی متناسب با جریان اتصال کوتاه می‌گذرد و هنگامی که جریان خطا به یک آستانه رسید، این سیم‌پیچ تحریک شده و کنتاکت‌های مربوطه را به هم وصل می‌کند. در نتیجه رله عمل کرده و مدار قطع می‌گردد و در ضمن سیم‌پیچی که بازدارنده نام دارد نیروی مقاوم یا نیروی بازدارنده را تولید می‌کند و باعث تولید گشتاور در خلاف جهت گشتاور حاصل از سیم‌پیچ عمل کننده می‌گردد. لذا هرچه ولتاژ بیشتر

POWEREN.IR

PowerEn.ir

باشد یا نقطه اتصال کوتاه از رله دورتر باشد، نیروی سیم‌پیچ بازدارنده بیشتر شده و در اصل مقاومت ظاهری خط تا نقطه اتصالی بیشتر می‌شود.

انواع رله‌های دیستانس :

رله‌های دیستانس با توجه به امپدانس تنظیم عمل می‌کنند. این امپدانس مقداری مختلط است، در نتیجه دارای دامنه و فاز خواهد بود. می‌توان محدوده عملکرد رله‌ها را در صفحه مختلط R-X توسط یک منحنی بیان نمود. یک رله دیستانس با هر نوع منحنی مشخصه‌ای دارای سه ناحیه حفاظتی می‌باشد. در ناحیه یک معمولا امپدانس معادل ۸۰ درصد خط اول (خط اصلی) تنظیم می‌شود و زمان عملکرد آن خیلی سریع یعنی حدود 0.01 s است و به عنوان حفاظت اصلی خط به کار می‌رود. علت اینکه کل خط اصلی به عنوان ناحیه اول انتخاب نمی‌شود آن است که به واسطه خطاهای ناشی از ترانسفورماتور جریان یا ولتاژ، عملکرد این رله روی خط بعدی همزمان نباشد. امپدانس تنظیم ناحیه دوم رله معمولا برابر کل امپدانس خط اصلی به اضافه حدود ۵۰ درصد امپدانس خط بعدی است و زمان عملکرد آن حدود 0.4 s است. ناحیه سوم رله دیستانس دارای امپدانس تنظیمی برابر کل خط به اضافه کل خط دوم به علاوه حدود ۲۵ درصد خط سوم است. بدیهی است زمان عملکرد این ناحیه حدود 0.8 s است.

مشخصه عملکردی رله دیستانس معمولا به صورت گرافیکی و بر حسب دو متغیر R و X نشان داده می‌شود. دیاگرام مشخصه رله نشان دهنده امپدانس‌هایی است که در جهت قطع رله واقع می‌شوند و همچنین شامل امپدانس‌هایی است که رله به ازای آن‌ها عمل نمی‌کند.

رله‌های دیستانس بر حسب مشخصه عملکردی خود به انواع مختلفی تقسیم می‌شوند :

الف– مشخصه مسطح

$$|Z|\angle\theta$$

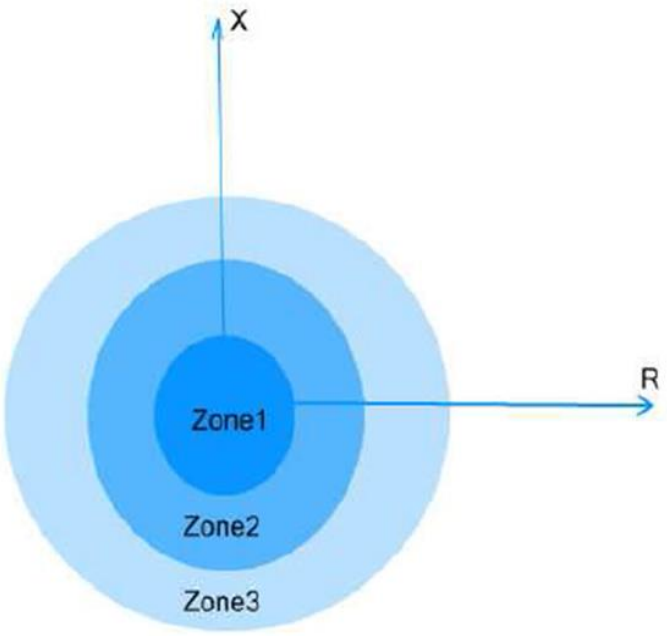
$$\theta=tg^{-1}\frac{x}{R}$$

$$|Z|=\sqrt{R^2+h^2}$$

فرمول رله های دیستانس

POWEREN.IR

PowerEn.ir



مشخصه مسطح رله دیستانس

مشکلات :

این رله خطای پشت خود را نمی‌بیند و جهت دار نیست.

معایب :

۱- مشخصه مسطح ذاتا جهت دار نیست. در صورت جهت دار شدن باید از یک رله دایرکشنال استفاده شود.
۲- وجود مقاومت ARC به هنگام اتصالی می‌تواند باعث عملکرد نادرست رله در زون‌های بالاتر شود.
۳- ناپایداری بیشتر در برابر نوسان توان پایدار (power swing) یعنی عملکرد نادرست در شرایط نوسان امپدانس اندازه گیری شده توسط رله که ناشی از خطا نبوده بلکه به دلیل تغییرات ناگهانی در شبکه است.

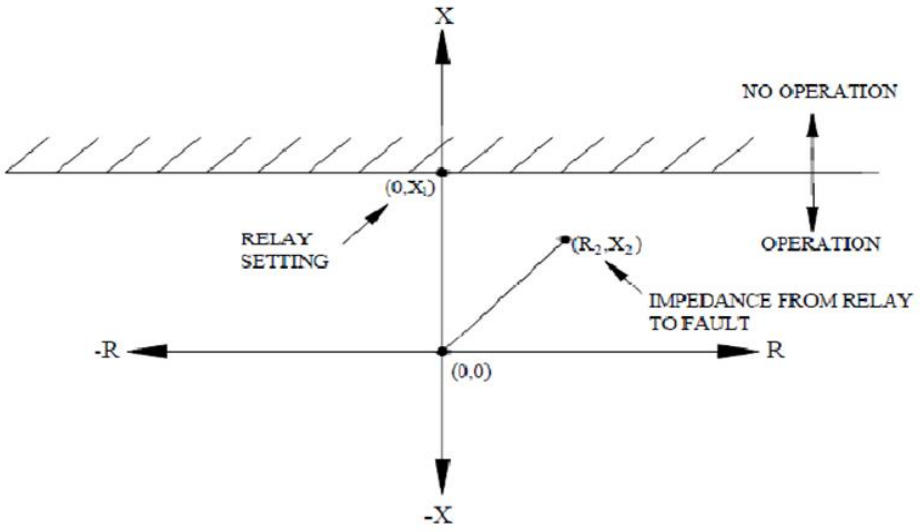
ب– رله دیستانس راکتانسی

این نوع رله جز موهومی امپدانس یعنی راکتانس (X) را اندازه می‌گیرد و مشخصه آن در صفحه R-X به صورت یک خط موازی با محور R است. رله راکتانسی هنگامی عمل می‌کند که مقدار راکتانس خط از محل رله تا نقطه خطا کوچک تر از مقدار تنظیم شده باشد. این نوع رله نسبت به مقاومت خطا و بالطبع مقاومت جرقه حساس نمی‌باشد. اما لازم است به امکاناتی برای جهت دار شدن و عملکرد مناسب در مقابل امپدانس

POWEREN.IR

PowerEn.ir

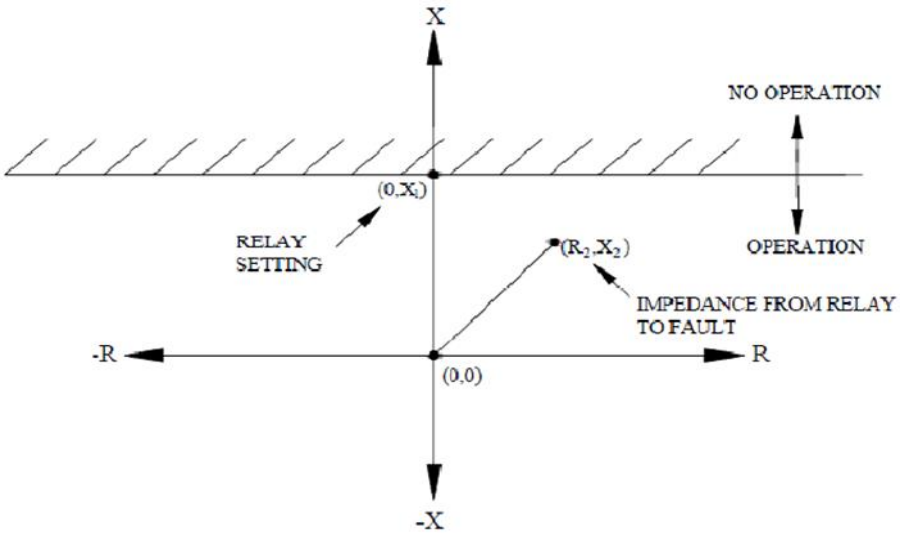
بار مجهز گردد. این نوع رله جهت حفاظت خطوط کوتاه که مقاومت جرقه در مقایسه با امپدانس خط قابل توجه است، مناسب می‌باشد.



دیاگرام R-X مربوط به رله راکتانسی

پ– رله دیستانس نوع امپدانسی

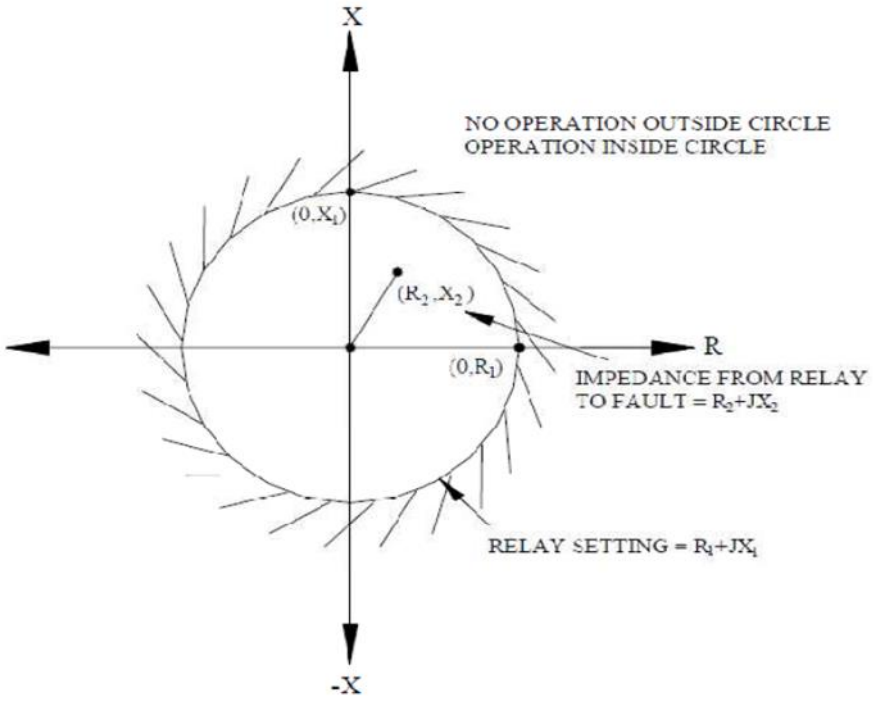
رله امپدانسی به اندازه امپدانس (Z) پاسخ می‌دهد و به این ترتیب مشخصه این رله به صورت یک دایره به مرکز مبدا مختصات صفحه R-X می‌باشد. برای اینکه رله جهت دار شود لازم است که دارای امکانات اضافی دیگری باشد تا جهت منفی (ربع‌های دوم، سوم و چهرم) را جدا کند.



دیاگرام R-X مربوط به رله امپدانسی

POWEREN.IR

PowerEn.ir



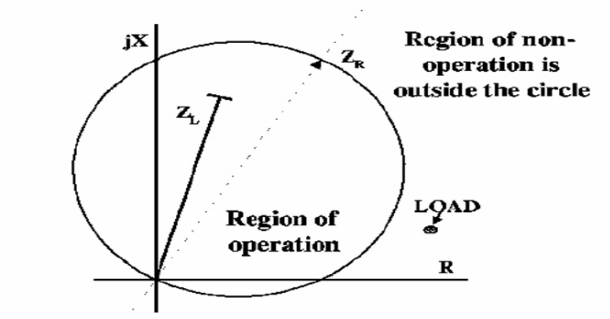
دیاگرام R-X مربوط به رله امپدانسی جهت دار

ت– رله دیستانس با مشخصه اهمی

مشخصه این رله یک خط مستقیم می‌باشد که ضریب زاویه آن می‌تواند تغییر کند. این رله همانند رله راکتانسی به تنهایی به کار نمی‌رود بلکه برای محدود کردن مشخصه دیگر رله‌ها به کار برده می‌شود.

ث– رله دیستانس نوع مهو

مشخصه رله مهو همانطور که در شکل 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 آن جا که قسمت اعظم مشخصه دایره‌ای شکل در ربع اول واقع می‌شود، این رله جهت دار خواهد بود.



مشخصه عملکردی رله مهو

POWEREN.IR

PowerEn.ir

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

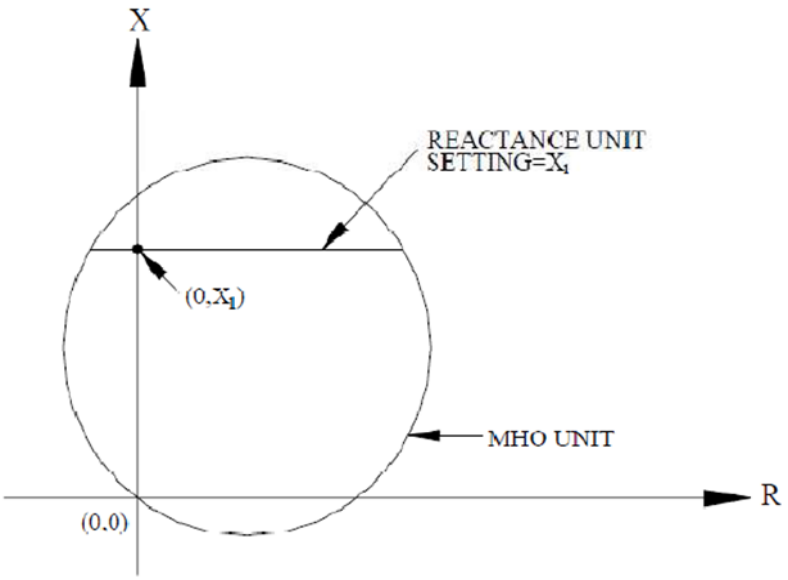
در بعضی موارد زون سوم رله مهو کمی به سمت ربع سوم صفحه مختصات تغییر مکان داده می‌شود که این مشخصه به آفست مهو (Offset Mho) مشهور است.

این موضوع باعث می‌شود که برای خطاهای حوالی شینه پشت خط حفاظت پشتیبان فراهم شود.

نوع دیگری از انواع رله‌های مهو که به ان 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.

ج– رله دیستانس نوع راکتانسی نظارت شده توسط مهو

این نوع رله ترکیبی از یک واحد راکتانسی و یک واحد مهو است که جهت کاربرد در خطوط کوتاه، مورد استفاده قرار می‌گیرد. واحد مهو، کنتاکت‌های استارت نامیده می‌شود و جهت دار عمل می‌کند. فرمان قطع زمانی صادر می‌شود که نقطه اتصالی در منطقه مشترک بین دو مشخصه قرار داشته باشد.

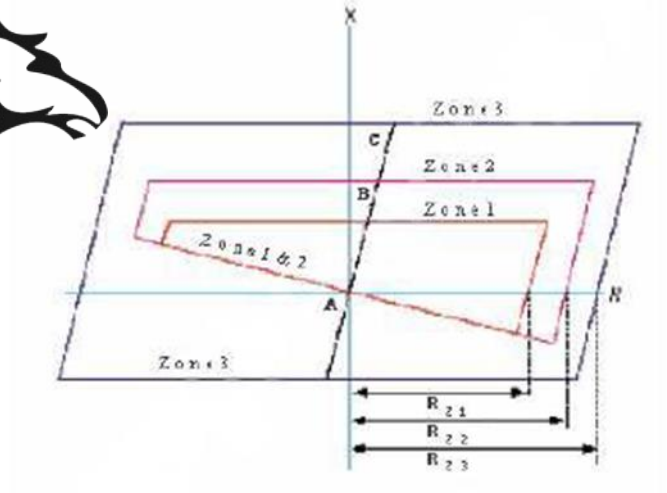


POWEREN.IR

PowerEn.ir

چ– رله دیستانس با مشخصه چهارضلعی

مشخصه این رله در شکل زیر مشخص شده است. تنظیم رله بر روی محور R و X به طور مستقل امکان پذیر بوده و این امر باعث بهبود مشخصه مقاومتی رله در مقایسه با رله مهو می‌گردد و امکان در نظر گرفتن مقاومت جرقه را به طور موثری فراهم می‌آورد.



مشخصه چهارضلعی رله دیستانس

د– رله دیستانس نوع دیجیتالی

در سال‌های اخیر پیشرفت‌های چشمگیری در ساخت و استفاده از رله‌های دیستانس دیجیتالی صورت گرفته است، بطوریکه رله‌های دیجیتالی سازندگان مختلف در شبکه برق تعدادی از کشورها نصب و بهره‌برداری می‌شوند.

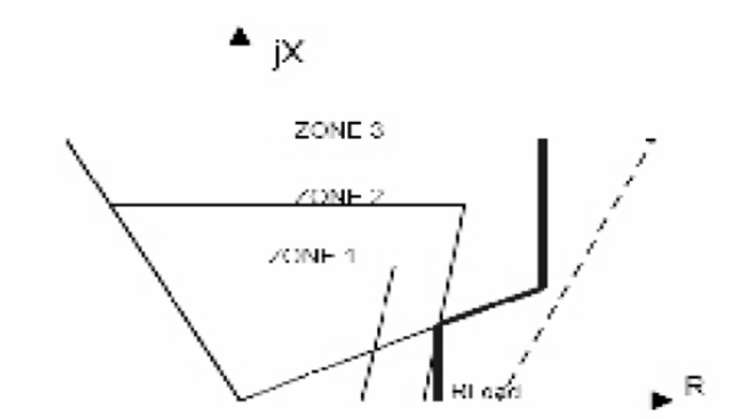
ز– سایر مشخصه‌ها

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

جهت پایداری 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 زیر این موضوع را نشان می‌دهد.

POWEREN.IR

PowerEn.ir

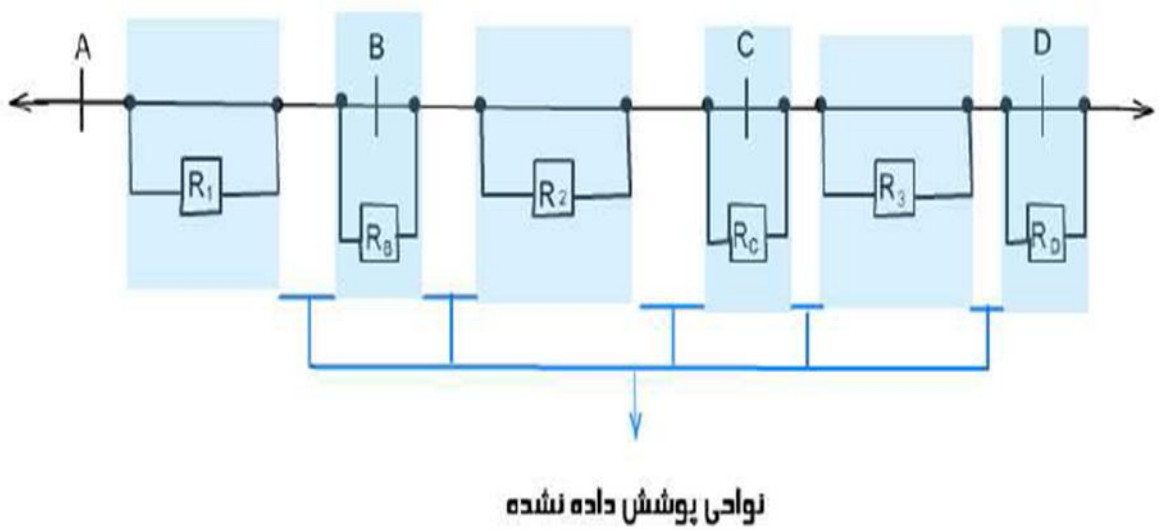


مشخصه چند ضلعی بریده شده

روی هم قرار گرفتن نواحی حفاظتی (زون بندی) :

روی هم قرار گرفتن نواحی حفاظتی که بیشتر در سیستم‌های حفاظت واحد معنا پیدا می‌کند، بدین معنی است که جهت پوشش کامل قطعات و تجهیزات سیستم فشار قوی لازم است مرزهای ناحیه‌ای (که بطور خلاصه منظور محل گیری C.T ها می‌باشد) به گونه‌ای قرار داده شود که هیچ نقطه‌ای از شبکه قدرت بدون حفاظت باقی نماند. عملا این کار با روی هم افتادن لایه‌های سیستم‌های حفاظتی مجاور انجام می‌شود و Over Lap نامیده می‌شود.

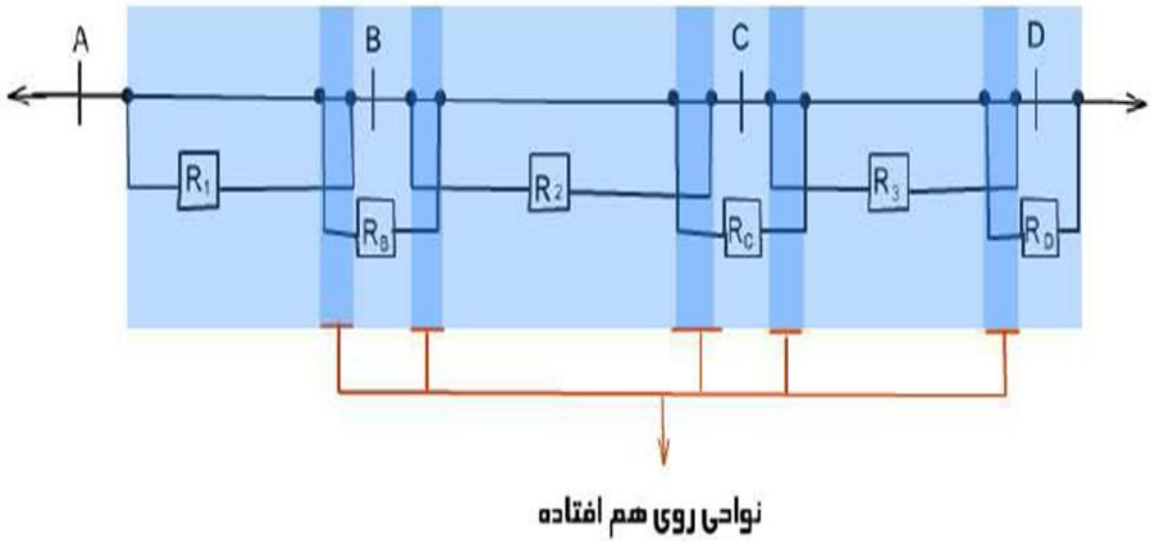
الف- شکل زون بندی غلط



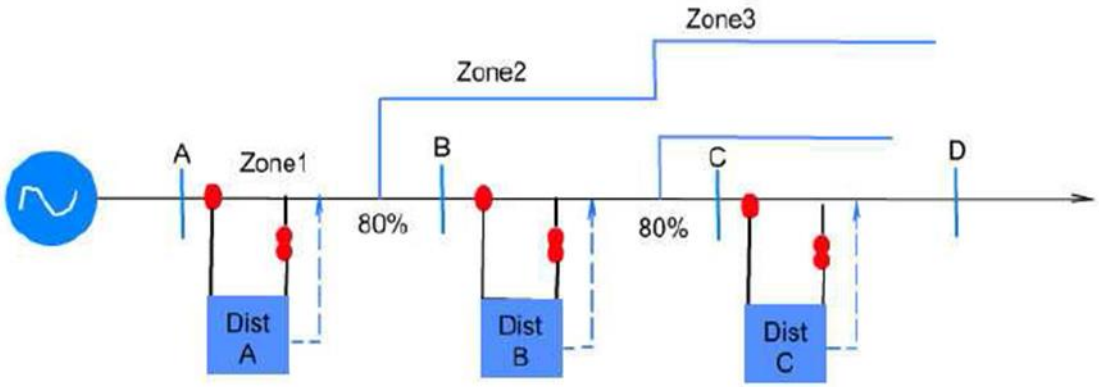
POWEREN.IR

PowerEn.ir

ب- شکل زون بندی صحیح



زون بندی در رله‌های دیستانس :



معمولا در رله‌های دیستانس به عنوان حفاظت اصلی تا ۸۰ درصد خط رو به روی خود را به عنوان رله پوشش می‌دهند. در این حالت یعنی در صورتی که خطایی در فاصله ۸۰ درصد خط اتفاق بیفتد، رله بدون هیچ گونه تاخیری عمل کرده و خط را قطع می‌کند. زمان این عملکرد که به صورت لحظه‌ای می‌باشد، بستگی به تکنولوژی و توانمندی رله دارد. (معمولا بین 20-40 ms). انتخاب درصد تنظیم ۸۰ درصد خط اول به دلیل احتمال بروز عملکرد نادرست رله Ra به ازای خطاهای نزدیک به Rb می‌باشد که می‌تواند به دلایل مختلف مانند عدم دقت ترانس‌های ولتاژ و جریان و یا عدم دقت خود رله و یا قطع اتصال کوتاه همراه با مقاومت باشد و انتخاب درصد تنظیم ۵۰ و ۲۵ درصد برای خطوط دوم و سوم به دلیل ایجاد هماهنگی با

POWEREN.IR

PowerEn.ir

سایر رله‌ها می‌باشد. در زون‌های ۲ و ۳ می‌توانند به عنوان پشتیبان بلاوقت استفاده شوند که در این صورت درصد تنظیم رله دیستانس برای زون ۲ تا ۵۰ درصد خط دوم می‌باشد.

در خطوط معمولا یک قسمت اهمی و یک قسمت موهومی است. $Z = R+Jx$

رله اضافه جریان :

حفاظت یک شبکه الکتریکی در برابر جریان‌های زیاد یکی از اولیه ترین حفاظت‌ها در شبکه است. باید توجه داشت که حفاظت در برابر اضافه جریان با حفاظت در برابر اضافه بار متفاوت است. در اتصال جریان‌ها که ناشی از وقوع اتصال کوتاه بین یک یا دو فاز با زمین، اتصال بین دو فاز و ... هستند، جریان به مراتب بیشتری نسبت به حالت‌های اضافه بار از شبکه می‌گذرد که این جریان باید در کوتاه ترین زمان ممکن تشخیص داده شده و قطع شود.

برای حفاظت در برابر اضافه جریان از رله Overcurrent که در استاندارد ASNI با کد شماره ۵۰ یا ۵۱ مشخص شده، استفاده می‌شود. کد شماره ۵۰ برای زمان عملکرد لحظه‌ای و کد ۵۱ برای عملکرد با تاخیر زمانی است. در حالت عملکرد لحظه‌ای پس از اینکه جریان از میزان تنظیم شده برای رله بیشتر شد، رله آن را تشخیص داده و بلافاصله تریپ می‌دهد. در عملکرد با تاخیر زمانی، پس از رسیدن جریان به میزان تنظیم شده، رله پس از مدت زمانی که به میزان جریان بستگی دارد، دستور تریپ را صادر می‌کند. در این حالت معمولا از منحنی‌های معکوس با شکل و شیب متفاوت استفاده می‌شود.

رله ارت فالت :

یکی از عوامل اصلی در بروز خسارات مالی، صدمات و تلفات جانی به ویژه در منازل مسکونی، مراکز اداری، تجاری و مجتمع‌های صنعتی عدم رعایت مسائل ایمنی در استفاده از انرژی برق می‌باشد.

به منظور حفاظت از جان افراد در مقابل خطر برق گرفتگی و جلوگیری از خطرات جریان نشتی از کلیدهای حفاظت از خطر برق گرفتگی (محافظ جان) استفاده می‌شود. این کلیدها که بر اساس حساسیت خود به دو نوع خانگی و صنعتی تقسیم می‌شوند، علاوه بر حفاظت افراد در مقابل تماس مستقیم و یا غیر مستقیم، با جلوگیری از نشتی جریان در حفاظت دستگاه‌ها و تجهیزات صنعتی نیز موثر می‌باشند. بر این اساس در صورتی که حساسیت کلیدها تا 30 mA باشد، این کلید به عنوان حفاظت از جان و در صورتی که حساسیت از آن از 30 mA بیشتر باشد به عنوان حفاظت از تجهیزات صنعتی به کار می‌رود. اساس کار کلیدهای حفاظت از خطر برق گرفتگی، مقایسه جریان ورودی با جریان خروجی کلید می‌باشد بطوریکه اگر جریان

POWEREN.IR

PowerEn.ir

نشتی در مداری که کلید در آن واقع شده است بیشتر از حساسیت کلید باشد، کلید عمل کرده و جریان ورودی و در نتیجه مدار را قطع می‌نماید.

رله اتصال زمین :

ساختمان و طرز کار این رله‌ها مانند رله‌های اضافه جریان بوده و وظیفه اصلی این رله، تشخیص بروز هرگونه اتصالی بین هر کدام از فازها با زمین و یا دو سه فاز با زمین نیز می‌باشند.

از نظر عملی، رله‌های اضافه جریان سیستم سه فازه و رله اتصال زمین تواما به صورت یک سیستم حفاظتی واحد بسته می‌شود. رله اتصال زمین اصولا حساس تر از رله‌های اضافه جریان بوده و هرگاه یکی از فازها به زمین اتصال یابد، رله اتصال زمین همراه با رله اضافه جریان همان فاز عمل می‌نماید. چنانچه مشاهده می گردد، برای سه فاز فقط احتیاج به یک رله اتصال زمین می‌باشد.

رله جهتی (Directional) **:**

بروز اتصالی در جهت جریانی که مدار جاری می‌شود، موثر می‌باشد. در بیشتر طراحی‌ها جهت جریان برای نصب دستگاه رله می‌بایست مشخص شود. در این صورت از رله‌های جهتی استفاده می‌شود. از نظر ساختمان داخلی و طرز کار، این رله به صورت‌های اندوکسیونی و الکترونیکی کاربرد فراوانی دارد. رله‌های جهتی دارای دو سیم پیچ بوده که یکی از آن‌ها مانند رله‌های اضافه جریان با شدت جریان ورودی تحریک شده و سیم پیچ دیگر با ولتاژ مناسبی تحریک می‌گردد. این رله‌ها از دو قسمت جهت یاب و اضافه جریان تشکیل شده‌اند و این بدین معنی است که هرگاه در شبکه تحت حفاظت، اتصالی رخ دهد، ابتدا این رله جهت عبور شدت جریان به محل اتصالی را به وسیله جهت یاب تشخیص داده و سپس اگر جریان در جهت عملکرد رله باشد و همچنین از نظر مقدار به اندازه‌ای باشد که بتواند موجب تحریک قسمت اضافه جریان رله گردد، رله مزبور تحریک شده و فرمان قطع را صادر می‌نماید.

رله دیفرانسیل طولی :

عملکرد این رله همانند رله دیفرانسیل می‌باشد، با این تفاوت که برای خطوط انتقال که کمتر از 4km می باشد، استفاده می‌شود. با توجه به این که اطلاعات دو طرف خط توسط فیبر نوری یا امکانی دیگر برای ما مهیا باشد.

POWEREN.IR

PowerEn.ir

رله سنکرون چک :

زمانی که دو خط از شبکه بخواهند به یکدیگر متصل گردند، این رله رابطه فازی و ولتاژ دو خط را مقایسه نموده و در صورت تطابق (تمایز نباید بیش از ده درصد باشد.) اجازه اتصال آن‌ها را می‌دهد.

این رله زمانی به کار می‌رود که دو یا چند فیدر به یک باس مشترک متصل می‌گردند. اتصال موفقیت آمیز 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 سنکرون کننده رله‌ای است که در رابطه با اتصال ژنراتور به شبکه و یا اتصال دو شبکه مجزا مورد استفاده قرار می‌گیرد. این رله سنکرون کننده برای کنترل یک یا چند کلید در یک نیروگاه و ارتباط با سیستم کنترل نیز به کار می‌رود. بر خلاف رله کنترل سنکرونیزم، رله سنکرون کننده می‌تواند فرمان وصل کلید را در نقطه دقیق سنکرونیزم صادر نماید.

رله سنکرونیزم به دو صورت مورد استفاده قرار می‌گیرد. می‌توان این رله را به عنوان 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 کاملا اتوماتیک صورت می‌گیرد.

رله های وصل مجدد (Auto Recloser) **:**

این رله یک رله غیر حفاظتی است یعنی فالت را تشخیص نمی دهد. به علت اینکه اکثر فالت‌های شبکه آنی و گذرا هستند (تقریباً حدود۹۰%) و به خاطر جلوگیری از ناپایداری شبکه از این رله استفاده می شود. اساس کار این رله یکسری تنظیمات زمانی می باشد که عبارتند از : فالت تایم ، زمان سکون و زمان احیا .

زمانی که یکی از رله های حفاظتی خطوط به بریکر مربوطه فرمان قطع بدهد این رله فعال شده و فرمان وصل مجدد به کلید می دهد. حال اگر فالت شبکه در زمان قطع شدن کلید بر طرف شده بود با این فرمان، وصل خط ادامه دارد ولی اگر فالت شبکه بر طرف نشده بود، خط مجدداً توسط رله به طور دائم قطع می ماند.

سیستم اتو رکلوزینگ ممکن است یک بار فرمان وصل بدهد که به آن تک ضربه ای و اگر چندین بار فرمان وصل بدهد چند ضربه ای نام دارد. همچنین ممکن است به صورت یک فاز و یا سه فاز عمل نماید، در فالت

POWEREN.IR

PowerEn.ir

تایم فرمان قطع از طریق رله های حفاظتی به کلید صادر می شود. در زمان سکون مدتی فرمان وصل بلوکه شده تا بلوکه آماده وصل گردد. سپس رله اتورکلوزینگ فرمان وصل می دهد.

POWEREN.IR

PowerEn.ir

فصل چهارم :
مطالب دیگر ...

POWEREN.IR

PowerEn.ir

پدیده گالوپینگ :

گالوپینگ یا پدیده نوسان هادی، به پدیده‌ای در خطوط انتقال هوایی گفته می‌شود که در آن هادی‌ها دچار ارتعاشی با دامنه بالا و بسامد پایین می‌شوند که در اثر وزش باد رخ می‌دهد. هادی‌ها ممکن است تکی یا باندل پوشیده شده از یخ باشند. در طراحی خطوط انتقال هوایی این پدیده نقش مهمی در تعیین فواصل عایقی و بارگذاری برج‌ها دارد.

این پدیده در هنگام وزش بادهای متقاطع نسبت به سطوح هادی‌های یخ زده رخ می‌دهد اما در مواردی هم، هنگام وزش بادهای شدید و دائمی در هادی‌هایی که یخ نزده‌اند مشاهده شده است.

گالوپینگ می‌تواند موجب تغییر شدید بار اعمال شده بین فازهای برج یا دو طرف برج شود که موجب خمش عمودی یا افقی و اعمال بارهای پیچشی روی برج یا بازوهای آن می‌شود. شدت این بارها در حدی است که می‌تواند موجب تخریب پیچ‌های برجش شود. از دیگر آثار این پدیده ساییدگی در بعضی تجهیزات مانند یوک پلیت‌ها و پین‌های مقره‌ها است.

فرکانس این پدیده، محدوده‌ای بین 0.1 - 1 Hz دارد و دامنه آن از 0.1 -/+ تا 1 -/+ برابر شکم (sag) هر اسپن متغیر است. در خطوط توزیع نیرو این دامنه ممکن است تا 4 برابر سگ هم برسد.

روش های حفاظت از پدیده گالوپینگ :

- جلوگیری از تشکیل یخ روی هادی‌ها
- دخالت مستقیم در مکانیزم‌های گالوپینگ برای جلوگیری از تشکیل آن یا جلوگیری از رسیدن آن به دامنه‌های بالا
- سخت گیری در طراحی برای بالا بردن مقاومت خطوط در مقابل گالوپینگ از طریق مواردی چون بالا بردن فاصله بین فازها و کنترل مود گالوپینگ با استفاده از ارتباط‌های بین فازی.

پدیده کرونا :

پدیده کرونا در اطراف خطوط فشار قوی که جریان متناوب دارند باعث مقداری تلفات الکتریکی و در شدیدترین حالت منجر به قوس الکتریکی و تخلیه کامل می‌شود. مهم‌ترین علامت آن به وجود آمدن هاله‌ای نورانی اطراف خطوط فشار قوی است.

POWEREN.IR

PowerEn.ir

علت به وجود آمدن پدیده کرونا :

وقتی ولتاژ متناوب که شکل موج سینوسی دارد به حد ولتاژ کرونا برسد، (ولتاژ یونیزاسیون عایق گازی) به علت یونیزه شدن گاز، جریان یونیزاسیون به جریان عادی هادی‌ها اضافه می‌شود و باعث غیر سینوسی شدن شکل موج جریان می‌شود که این موج غیر سینوسی به خاطر داشتن هارمونی‌های بالا باعث ایجاد پارازیت و تداخل رادیویی و اغتشاش در مدارهای مخابراتی مجاور آن می‌شود.

عوامل موثر بر کرونا :

- شرایط جوی : عواملی مانند چگالی هوا، میزان رطوبت، باران، طوفان و صاعقه‌های شدید که ولتاژ شکست هوا را تغییر می‌دهند بر وقوع کرونا موثر هستند.
- شرایط هادی‌ها : شرایط فیزیکی هادی‌ها که باعث تغییر ولتاژ کرونا می‌شوند به سه دسته تقسیم می‌شوند :

الف – شعاع هادی‌ها : هر چه هادی‌ها بزرگ تر باشد، سطح خارجی آن‌ها بزرگ تر می‌شود و شدت میدان به ازای واحد سطح کمتر می‌شود. با کم شدن شدت میدان ولتاژ کرونا نیز افزایش می‌یابد.

ب – صاف بودن سطح صافی‌ها : هرچه ناهمواری سطح هادی‌ها بیشتر باشد به علت شدت بیشتر میدان در لبه‌ها و نقاط نوک تیز، کرونا در آن نقاط در ولتاژ پایین تری رخ می‌دهد.

ج – دمای سطح هادی‌ها : با عبور جریان از هادی‌ها، دمای آن بالا می‌رود و باعث می‌شود شبنم‌های ریز ناشی از رطوبت هوا تبخیر شود و در نتیجه ناهمواری سطح کاهش پیدا می‌کند و ولتاژ کرونا افزایش می‌یابد.

حریم خطوط انتقال نیروی برق و انواع آن :

الف) حریم درجه یک : دو نوار است در طرفین مسیر خط و متصل به آن که عرض هر یک از این دو نوار در سطح افقی در جدول ذیل ذکر شده است.

ب) حریم درجه دو : دو نوار است در طرفین حریم درجه یک و متصل به آن. فواصل افقی حد خارجی حریم درجه دو از محور خط در هر طرف در ذیل آمده است.

نکته : بر اساس مقررات وزارت نیرو کاهش ۳۰ درصد حریم درجه یک خطوط توزیع در داخل محدوده شهرها شامل خطوط توزیع با ولتاژ ۶۳ کیلوولت نیز است.

POWEREN.IR

PowerEn.ir

مجریان طرح های خطوط انتقال نیرو اعم از شرکت توانیر، شرکت های برق منطقه‌ای و سازمان توسعه برق ایران، قبل از شروع عملیات اجرایی خطوط انتقال به منظور آگاهی عموم به انتشار آگهی مسیر خط در روزنامه‌های کثیرالنتشار هستند.

ردیف	ولتاژ	حریم درجه یک (متر)	حریم درجه دو (متر)
۱	۱ تا ۲۰ کیلوولت	۳	۵
۲	۳۳ کیلوولت	۵	۱۵
۳	٦۳ کیلوولت	۱۳	۲۰
٤	۱۳۲ کیلوولت	۱۵	۳۰
۵	۲۳۰ کیلوولت	۱۷	٤۰
٦	٤۰۰ و ۵۰۰ کیلوولت	۲۰	۵۰

پارامترهای موثر در انتخاب تعداد مقره های خطوط :

- سطح ولتاژ خط
- ارتفاع مسیر خط از سطح دریا (فشار محیط)
- میزان و نوع آلودگی و رطوبت منطقه
- درصد غیریکنواختی توزیع پتانسیل
- شکل و ابعاد مقره‌های انتخابی
- تعداد صاعقه‌های واقع شده پیرامون خط و دامنه اضافه ولتاژهای ناشی از آن
- دامنه اضافه ولتاژهای ناشی از کلیدزنی

طبق استاندارد HBB :

خط	تعدادمقره
۶۳ K	۵
۱۳۲ K	۸-۱۰
۲۳۰ K	۱۴-۱۵
۴۰۰ K	۲۳-۲۴

POWEREN.IR

PowerEn.ir

فهرست نمادهای به کار رفته :

ACSR	Aluminum Conductor Steel Reinforced
AMR	Automatic Meter Reading
AT	Advanced Training
bps	Bit Per Second
BT	Basic Training
CPEs	Customer Premise Equipments
CPU	Central Processing Unit
DAB	Digital Audio Broadcasting
db	Decibel
DLC	Distributed Line Carrier
DSM	Demand side management
DSSS	Direct Sequence Spread Spectrum Modulation
DVB	Digital Video Broadcasting
EHV	Extra High Voltage
EMC	Electromagnetic Compatibility
FD	Frequency Division
FDM	Frequency Division Multiplexing
FTTB	Fiber to the Building
FWA	Fixed Wireless Access
GIS	Geographical Information System
HDTV	High Definition Television
HF	High Frequency
HFC	Hybrid Fiber Coaxial
HV	High Voltage
Hz	Hertz
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
IF	Intermedite Frequency
ISDN	Integrated Services Digital Network
ISI	Inter symbol
KV	Kilo Volt

POWEREN.IR

PowerEn.ir

OFDM	Orthogonal Frequency Division Multiplex
OPGW	Optical fiber Ground wire
PLC	Power Line Carrier
PLT	Power Line Telecommunication
POTS	Plain Old Telephone Service
PSTN	Public Switched Telephone Network
ROI	Return On Investment
RTU	Remote Terminal Unit
SDH	Synchronous Digital Hierarchy
SNMP	Simple Network Management Protocol
SNR	Signal to Noise Ratio
TD	Time Division
TDT	Terrestrial Digital Television
TE	Transformer Equipment
UHF	Ultra High Frequency
VDSL	Very High Speed Digital Subscriber Line
VHF	Very High Frequency
VOIP	Voice Over Internet Protocol
Wi-Fi	Wireless Fidelity
xDSL	Digital subscriber line (All types: Asymmetric and Symmetric)

POWEREN.IR

تشکر و قدردانی

اینک که به یاری خداوند متعال موفق به گذراندن دوره کارآموزی در پست انتقال نیروی ۱۳۲ کیلوولت کوهسنگی شده ام جا دارد از زحمات اساتید محترم آقای مهندس هوشمند، آقای مهندس صبور و آقای مهندس حسین پور تشکر و قدرانی نمایم.