

به نام خدا

آشنایی با تجهیزات پست

شرکت تعمیرات نیروی برق فارس

(دفتر فنی)

تهیه کننده:

حسین اسکندری

بهار ۱۳۹۲

فهرست مطالب

صفحه

عنوان

مقدمه..... ۲

فصل اول

۳	آشنایی با پست فشار قوی و تقسیم بندی آن
۴	تجهیزات قدرت در پست های فشار قوی
۴	ترانس قدرت
۱۱	کلید قدرت (بریکر) و تقسیم بندی آن
۱۶	سکسیونر و انواع آن
۱۸	ترانسفورماتورهای اندازه گیری
۱۹	ایزولاتور (مقره) و انواع آن
۲۲	شین و شینه بندی
۲۳	تجهیزات حفاظتی در پست
۲۶	برقگیر
۲۷	لاین تراپ
۲۸	راکتور

مقدمه:

شبکه برق ایران یک شبکه گسترده و به هم پیوسته می باشد که کل شبکه برق ایران به صورت رینگ می باشند(البته در سالهای گذشته شبکه برق خراسان به صورت مستقل از شبکه برق کشور بود که شبکه برق خراسان نیز به صورت رینگ با برق کل کشور درآمد). در شبکه برق ایران برای اینکه برق مطمئن به دست مصرف کننده ها برسد باید از سه بخش مهم عبور کند که این سه بخش عبارتند از: تولید، انتقال و توزیع. بخش تولید مربوط به نیروگاه می شود که بسته به نوع نیروگاه ولتاژ تولیدی را به شبکه تحویل می دهد. در نیروگاه ژنراتور ولتاژ پائینی در حدود ۲۰KV تولید می کند و خروجی ولتاژ ژنراتور در پست نیروگاه که دارای ترانس های افزایشی است، را افزایش می دهند این ولتاژ را در حد چند صد کیلو ولت(حداکثر تا ۴۰۰ KV) افزایش داده و تحویل شبکه می دهد سپس در قسمت انتقال و فوق توزیع این ولتاژ را توسط پست های فشار قوی و به وسیله ترانسفورماتورهای کاهنده، کاهش می دهند به طور مثال در پست های انتقال ولتاژ ۴۰۰ KV را به ۲۳۰ KV و ولتاژ ۲۳۰ KV را به ۶۳ KV کاهش داده و در پستهای فوق توزیع نیز ولتاژ ۶۳ KV را به ۲۰KV کاهش می دهند.

در قسمت توزیع ولتاژ خروجی از پست فوق توزیع توسط ترانسفورماتورهای ۲۰ kv / ۴۰۰ kv تغییر می کند و بسته به نوع مصرف کننده به دست آن می رسد. در بعضی بارهای صنعتی ولتاژ خروجی از پست فوق توزیع توسط ترانسفورماتور ۲۰ kv / ۳/۶kv می شود.

در این بین پستهای فشار قوی نقش بسیار مهمی در رساندن برق از نیروگاه به مصرف کننده و همچنین پایداری شبکه دارند. در واقع پست های فشار قوی نقطه واصل بین نیروگاه و مصرف کننده می باشند و هر گونه اختلالی در پست ها رساندن برق به مصرف کننده ها را با مشکل مواجه خواهد کرد. پست فشار قوی محلی است که تجهیزات انتقال انرژی در آن نصب و تبدیل ولتاژ انجام می شود و با استفاده از کلیدها امکان انجام مانور فراهم می شود و در واقع کار اصلی پست مبدل ولتاژ یا عمل سوئیچینگ بود. که در بسیاری از پست ها ترکیب دو حالت فوق دیده می شود.

آشنایی با پست فشار قوی و تقسیم بندی آن:

پست فشار قوی به محل نصب تجهیزات فشار قوی اعم از ترانسفورماتور، بریکر، سکسیونر، ترانسفورماتورهای اندازه گیری و غیره گفته می شود. پستهای فشار قوی جهت تبدیل انرژی الکتریکی در سطوح مختلف برای رساندن آن به مصرف کننده بکار می روند که در زیر به چند نمونه تقسیم بندی پستها اشاره می کنیم.

پستهای فشار قوی از نظر ولتاژ:

سیم پیچ فشار ضعیف در داخل و فشار قوی در خارج واقع می شوند ترتیب فوق به این دلیل رعایت میشود که عایق کاری فشار ضعیف نسبت به هسته راحت تر است.

(۱) پستهای افزایشدهنده: اینگونه پستها برای افزایش ولتاژ به کار می روند و معمولاً در مجاورت نیروگاهها ساخته می شوند.

(۲) پستهای کاهشدهنده: اینگونه پستها برای کاهش ولتاژ به کار می روند و معمولاً در مراکز توزیع برای رساندن انرژی به مصرف کننده بکار می روند.

(۳) پستهای ترکیبی: در اینگونه پستها هم افزایش و هم کاهش ولتاژ صورت می گیرد.

(۴) پستهای کلیدی (Switching): در اینگونه پستها هیچگونه افزایش یا کاهش ولتاژی صورت نمی گیرد و در واقع رینگ شبکه سراسری را بر عهده دارند و در نقاط حساس شبکه نصب می شوند مثلاً پست تیران اصفهان.

پستهای فشار قوی از نظر عایق بندی:

(۱) پستهای فشار قوی معمولی (AIS): در این پستها فاصله بین فازها و مدارهای مختلف و تجهیزات توسط هوا عایق شده است.

(۲) پستهای فشار قوی گازی (GIS): در این پستها بجای هوا از گاز به عنوان عایق استفاده می کنند، کلیه تجهیزات درون کپسولهای محتوی گاز با فشار مناسب قرار دارد، اینگونه پستها در همه سطوح ولتاژی ساخته می شوند ولی برای بالاتر از ۶۳ kv کاربرد آن رایج تر می باشد.

مزایای پست (۱) GIS- سطح و حجم کمتری را اشغال می کند ۲- غیر حساس بودن نسبت به شرایط محیطی ۳- کوتاه بودن زمان نصب ۴- قابلیت استفاده در پستهای سیار ۵- عدم ایجاد سروصدا به هنگام عملکرد تجهیزات.

پستهای فشار قوی از نظر محل نصب:

۱- پستهای داخلی: پستهای داخلی معمولی تا ولتاژ ۱۱۰ kv ساخته می شوند ولی استفاده از این پستها تا ولتاژ ۳۳ kv بیشتر رایج است. در این پستها تجهیزات قدرت در داخل یک ساختمان نصب می گردد و از نظر ساختار و وضعیت فیزیکی تجهیزات، به سه دسته پستهای باز، نیمه باز و بسته تقسیم بندی می شوند. در پستهای داخلی از نوع باز تجهیزات عمده که شامل کلیدهای قدرت، شینه بندی و ترانسهای اندازه گیری می باشند کاملاً رویت می شوند و جهت حفاظت افراد از نزدیک شدن به تجهیزات برقدار از صفحات مشبک فلزی به عنوان محافظ استفاده می شود، در پستهای نیمه باز فقط شینه بندی که عموماً در بالاترین قسمت نصب می گردند، قابل رویت بوده و سایر تجهیزات تا ارتفاع دسترسی توسط دیوار یا مواد عایق نسوز پوشیده شده و دیده نمی شوند. در پستهای بسته قسمت‌های برقدار یعنی تمام تجهیزات و شینه بندی درون تابلوهای فلزی قرار دارند. پستهای داخلی گازی تا ولتاژ بالاتر از ۸۰۰ کیلوولت نیز ساخته میشوند، از آنجا که تجهیزات، داخل کپسولهای گاز قرار دارند، امکان تماس سهوی با قسمت‌های برقدار وجود ندارد.

۲- پستهای بیرونی:

در این پستها کلیه تجهیزات در یک محوطه با فضای باز که محدوده آن switchyard نامیده می شود، نصب می گردد. این پستها عموماً برای ولتاژهای بالاتر از ۶۳ kv ساخته می شوند. در اکثر پستهای برق که ولتاژهای مختلف وجود دارد مثل ۲۳۰/۱۳۲/۳۳ kv تجهیزات ۳۳ kv به صورت پستهای داخلی و تجهیزات ۲۳۰/۱۳۲ به صورت پستهای بیرونی در نظر گرفته می شوند.

تجهیزات قدرت در پستهای فشار قوی:

۱- ترانس قدرت ۲- کلید قدرت (بریکر) ۳- سکسیونر DS ۴- ترانسهای اندازه گیری جریان CT ۵- ترانسهای اندازه گیری ولتاژ PT ۶- مقره های نگهدارنده یا ایزولاتور ۷- شینه بندی Bus Bar ۸- برقگیر L.A ۹- لاین تراپ یا تله موج (Line Trap) ۱۰- راکتور و مجموعه بانک خازنی مجموعه تجهیزات فوق بدون ترانس قدرت سوئیچ گیر نامیده می شوند که وظیفه ارتباط ورودی و خروجیها را در یک سطح ولتاژ معین به یکدیگر یا به باسبار به عهده دارند. تعداد سوئیچ گیرها با تعداد سطح ولتاژی که در آن پست داریم، مرتبط است و به تعداد ورودیها و خروجیها بستگی ندارد.

ترانس قدرت:

ترانس های قدرت موجود در پست ها جهت افزایش یا کاهش ولتاژ به کار می روند که ترانسهای افزایشده معمولاً در مجاورت نیروگاهها و ترانسهای کاهشده بر سیستم های انتقال و فوق توزیع به کار می روند. ترانسهای قدرت ظرفیتشان متناسب با بار پست می باشد، برخلاف ماشینهای الکتریکی که انرژی الکتریکی و مکانیکی را به یکدیگر تبدیل می کنند ، در ترانسفورماتور انرژی به همان شکل الکتریکی باقیمانده و فرکانس آن نیز تغییر نمی کند و فقط مقادیر ولتاژ و جریان اولیه و ثانویه متفاوت خواهد بود.

انواع ترانسفورماتور ها را می توان بر حسب وظایف آنها به صورت زیر دسته بندی کرد:

- ۱- ترانسفورماتورهای قدرت در نیروگاهها و پستهای فشار قوی
- ۲- ترانسهای توزیع در پستهای توزیع زمینی و هوایی ، برای پخش انرژی در سطح شهرها و کارخانه ها
- ۳- ترانسهای قدرت برای مقاصد خاص مانند کوره های ذوب آلومینیوم ، مکیوسازها و واحد های جوشکاری
- ۴- قدرت جهت تبدیل ولتاژ با نسبت کم و راه اندازی موتورهای القایی
- ۵- ترانسهای ولتاژ و جریان جهت مقاصد اندازه گیری و حفاظت

ساختمان ترانسهای قدرت روغنی:

قسمتهای اصلی در ساختمان ترانسهای قدرت روغنی عبارتند از :

- ۱- هسته یک مدار مغناطیسی ۲- سیم پیچ های اولیه و ثانویه ۳- تانک اصلی روغن
- به جز موارد فوق اجزای دیگری به منظور اندازه گیری و حفاظت به شرح زیر وجود دارند:
- ۱- کنسرواتور یا منبع انبساط روغن ۲- تپ چنجر ۳- ترمومترها ۴- نشان دهنده های سطح روغن ۵- رله بوخهلتس ۶- سوپاپ اطمینان یا لوله انفجاری (شیر فشار شکن) ۷- رادیاتور ۸- پمپ و فن ها ۹- شیرهای

عونه برداری از روغن ۱۰- شیرهای مربوط به پرکردن و تخلیه روغن ترانس ۱۱- مجرای تنفسی و سیلیکاژل مربوط به تانک اصلی و تپ چنجر ۱۲- تابلوی کنترل ۱۳- تابلوی مکانیزم تپ چنجر ۱۴- چرخ ها ۱۵- پلاک مشخصات نامی

هسته:

هسته ترانس یک مدار مغناطیسی خوب با حد اقل فاصله هوایی و حداقل مقاومت مغناطیسی است تا فورانهای مغناطیسی به راحتی از آن عبور کنند. هسته به صورت ورقه ورقه ساخته شده و ضخامت ورقه ها حدود $0/3$ میلیمتر و حتی کمتر است. برای کاهش فوکو ورقه ها تا حد امکان نازک ساخته می شوند ولی ضخامت آنها نباید به حدی برسد که از نظر مکانیکی ضعیف شده و تاب بردارد. در ترانسهای قدرت ضخامت ورقه ها معمولاً $0/3$ یا $0/33$ میلیمتر انتخاب می شود که این ورقه ها توسط لایه نازکی از وارنیش عایقی با یک سیم نازک عایقی، نسبت به هم عایق می شوند.

سیم پیچی های ترانس:

در ساختمان سیم پیچی های ترانس باید موارد متعددی در نظر گرفته شوند که در زیر به آنها اشاره می کنیم:

۱- در سیم پیچ ها باید جنبه های اقتصادی که همان مصرف مقدار مس و راندمان ترانس می باشد، مراعات شود.

۲- ساختمان سیم پیچ ها برای رژیم حرارتی که باید در آنها کار کند محاسبه شود، زیرا در غیر این صورت عمر ترانس کاسته خواهد شد.

۳- سیم پیچ ها در مقابل تنش ها و کشش های حاصل از اتصال کوتاه های ناگهانی مقاوم شوند.

۴- سیم پیچ ها باید در مقابل اضافه و لتاژهای ناگهانی از نقطه نظر عایقی، مقاومت لازم را داشته باشند. سیم پیچ ترانس ها نسبت به هم دو نوع سیم پیچ، تعداد حلقه ها، درجه و اندازه سیم ها و ضخامت عایق بین حلقه ها متفاوت خواهند بود. هرچه ولتاژ ترانس بالا برود، تعداد حلقه های سیم پیچ بیشتر می شود و هرچه ظرفیت ترانس بیشتر شود، اندازه سیم ها بزرگتر می گردد. در ترانس با هسته ستونی، سیم پیچ ها اعم از فشار قوی، متوسط و فشار ضعیف و سیم پیچ تنظیم به صورت استوانه متحد المركز روی ستونهای هسته قرار می گیرند. معمولاً تانک ترانس یک ظرف مکعب یا بیضوی شکل است که هسته و سیم پیچ های ترانس در آن قرار می گیرند و نقش یک پوشش محافظتی را برای آنها ایفا می کند، داخل این ظرف از روغن پر می شود به طوریکه هسته و سیم پیچ کاملاً در روغن فرو می روند. سطح خارجی تانک تلفات گرمای داخل ترانس را به بیرون

منتقل می کند از هر متر مربع سطح تانک حدوداً ۴۰۰ تا ۴۵۰ وات توان گرمایی به بیرون منتقل می شود بطوریکه در ترانسهای کوچک ، همین سطح برای خنک کاری کافی است و به تمهیدات دیگری نظیر رادیاتور و فن نیاز نمی باشد. در ترانسهای تا ۵۰ KVA بدنه تانک از ورق ساده فولادی به ضخامت حدوداً ۳ میلیمتر ساخته می شود. سطح آن صاف بوده و نیازی به میله های تقویتی یا لوله های خنک کن ندارد. هر ۴ وجه ترانس از یک ورق یک پارچه درست می شود و فقط در یک گوشه جوشکاری می گردد. تانک ترانس بایستی موجب شود که موارد مشروحه زیر تأمین گردد:

- ۱- حفاظتی برای هسته ،سیم پیچ ، روغن و سایر متعلقات داخلی باشد.
 - ۲- دارای استقامت کافی باشد که در حین حمل و نقل و نیز در زمان اتصال کوتاه داخلی بتواند تنش های مکانیکی ایجاد شده را تحمل نماید.
 - ۳- ارتعاشات و صدا در آن به حداقل برسد.
 - ۴- ساختمان آن در برابر نشت روغن و یا نفوذ هوا کاملاً آب بندی باشد.
 - ۵- سطوح کافی برای دفع گرمای ناشی از تلفات ترانس را تأمین کند.
 - ۶- محلی برای نصب پوشینگها ، تپ چنجر ، مخزن ذخیره روغن و سایر متعلقات باشد.
 - ۷- حداقل تلفات فوکو در آن ایجاد شود.
 - ۸- حداقل میدان مغناطیسی در خارج آن وجود داشته باشد.
- به این ترتیب طراحی تانک ترانس به روش پیش بینی شده برای حمل و نقل آن نیز بستگی دارد.

مقره ها (بوشینگ ها):

سرهای خروجی سیم پیچ های فشار قوی و فشار ضعیف باید نسبت به بدنه فلزی تانک،عایق کاری شوند. برای این منظور از مقره ها استفاده می کنند. مقره یا بوشینگ تشکیل شده است از یک هادی مرکزی که توسط عایق های مناسبی درمیان گرفته شده است. بوشینگ ها روی درپوش فوقانی ترانس نصب می شوند و در موارد نادری

بوشینگها را روی دیواره جانبی تانک هم نصب می کنند. انتهای پائینی مقرر در داخل تانک جای می گیرد، در حالیکه سردیگر آن در بالای درپوش و در هوای خارج واقع می شود. ترمینالهای هر دو سر دارای بستهای مناسبی برای اتصال به سر هادی های داخل ترانس و نیز هادی های شبکه می باشند. شکل و اندازه بوشینگها به کلاس ولتاژ، نوع محل و جریان نامی آن بستگی دارد. بوشینگهای داخل ساختمانی نسبتاً کوچک بوده و سطح آن صاف است، اما بوشینگهای هوای آزاد کاملاً در معرض شرایط مختلف جوی نظیر برف و باران و آلودگی قرار می گیرند، بنابراین از نظر شکل کاملاً متفاوتند و از سپر هایی به شکل چتر تشکیل می شوند، تا سطح زیرین آنها در مقابل باران خشک نگه داشته شوند. در این صورت سطح خارجی آنها زیاد شده و فاصله خزش جرقه روی سطح چینی عایق زیادتر می گردد و در نتیجه استقامت الکتریکی بوشینگ افزایش می یابد در حال حاضر تمام ترانس های با قدرت زیاد، برای کار در هوای آزاد ساخته می شوند.

کنسرواتور یا منبع انبساط روغن

کنسرواتور تانکی است که در بالاترین قسمت ترانس نصب می شود و در حین تغییرات باد روزانه روغن ترانس انبساط و انقباض می یابد و در حین انبساط وارد منبع ذخیره می شود. اندازه و حجم منبع ذخیره به اندازه ترانس و تغییرات دمای آن در هنگام بهره برداری بستگی دارد. در ترانس هایی که دارای تپ چنجر قابل قطع زیر بار هستند، منبع انبساط به دو بخش تقسیم می شوند که قسمت کوچکتر برای تپ چنجر و قسمت بزرگتر برای تانک اصلی در نظر گرفته می شود. از بالای هر قسمت منبع ذخیره لوله ای به فضای آزاد آورده می شود که به آن مجرای تنفسی می گویند در ورودی این مجرا ظرف شیشه ای قرار دارد که داخل آن از ماده ای رطوبت گیر بنام سیلیکاژل پر می شود. به این ترتیب هوای ورودی به ترانس، رطوبت خود را از دست داده و کاملاً خشک خواهد بود.

در هر قسمت منبع ذخیره، یک نشان دهنده سطح روغن نصب می شود تا سطح روغن را در حین کار ترانس بتوان نظارت کرد و همچنین دو سطح منبع دیگر که مجهز به کنتاکت آلارم می باشند نیز بر روی آنها نصب می گردند سطح خارجی منبع ذخیره نیز با رنگ مناسب پوشیده می شود تا زنگ نزنند .

تپ چنجر (Tap chenger)

در بارهای مختلف افت ولتاژ در ترانسفورماتورها و خطوط نیز تغییر می کند و سبب تغییر ولتاژ شبکه می شود. کنترل ولتاژ شبکه های توزیع و انتقال عمدتاً توسط تپ چنجر ایجاد می شود. اساس کار تپ چنجر بر تغییر نسبت تبدیل ترانس استوار است بدین ترتیب که با انشعابات که در سیم پیچ فشار قوی تعبیه می گردد، تعداد دور سیم پیچ را تغییر داده و سبب تغییر ولتاژ خروجی ترانس می شود. تپ چنجرها به طور گسترده ای برای کنترل ولتاژ شبکه در سطوح مختلف ولتاژی بکار گرفته می شوند. معمولاً کنترل ولتاژ در محدوده ۱۵٪ مقدور

است. ولتاژ هر پله تپ چنجر معمولاً بین ۱ تا ۲/۵ درصد تغییر می کند انتخاب مقدار کم برای پله ها سبب افزایش تعداد تپ ها می گردد، مقدار بالا برای هر پله باعث عدم امکان تنظیم دقیق ولتاژ مورد نظر می گردد. تپ چنجر را در سمت فشار قوی ترانس نصب می کنند به دلایل زیر:

۱- در طرف فشار قوی جریان کمتر است لذا برای تپ چنجرهایی که زیر بار عمل می کنند حذف جرقه ساده تر است.

۲- چون تعداد دور سیم پیچی های فشار قوی بیشتر است لذا امکان تغییرات یکنواخت تر و پله های کوچکتر به راحتی میسر است .

تپ چنجرها عموماً بر دو/۲ نوع می باشند:

۱- on load Tap chenger : ترانسهایی که تپ آنها زمانی که ترانس زیر بار است، تغییر می کند

۲- off load Tap chenger : ترانسهایی که تپ آنها زمانی که ترانس زیر بار نیست، تغییر می کند.

این تغییر تپ در محل روی بدنه ی ترانس صورت می گیرد. به این ترتیب با توجه به تعداد تپ و اینکه هر تپ چه مقدار تغییر ولتاژ به وجود می آورد و نیاز به چه مقدار تغییر در ولتاژ می باشد، تپ آنها را بر حسب نیاز سیستم تغییر می دهیم. مکانیزم عمل تپ به طور کلی به این صورت است که اهرمی قادر است در جهت گردش عقربه های ساعت تعداد حلقه های سیم پیچ را کم و در خلاف آن زیاد نماید.

"ترموترها"

این نشان دهنده ها، از نوع عقربه ای بوده و برای تشخیص درجه حرارت گرمترین نقطه سیم پیچی ترانس بکار می رود. معمولاً به ازای هر گروه سیم یک نشان دهنده بکار می گیرند که روی یکی از فازها نصب می شود. این روش اندازه گیری به صورت غیر مستقیم است به این معنی که غلاف ترمومتر داخل روغن بوده و دمای روغن را حس می کند، سپس توسط یک ظرف جریانی متناوب با جریان عبوری از سیم پیچ از کوئل حرارتی عبور می کند، لذا گرمایی متناسب با سیم پیچ ها در ترمومتر ایجاد می شود.

نشان دهنده سطح روغن

اگر چه رله بوخهلتس می تواند کاهش سطح روغن را نشان دهد ولی برای داشتن ضریب اطمینان بالاتر، نشان دهنده سطح روغن نیز بر روی منبع ذخیره پیش بینی می شود. ممکن است نشان دهنده به صورت دریچه شیشه ای برای دیدن سطح روغن باشد. علاوه بر آن نشان دهنده نوع عقربه ای که از طریق مغناطیس، با شناور داخل منبع کنسرواتور در ارتباط است نیز تعبیه می گردد و باید طوری نصب شود که از سطح زمین قابل رؤیت باشد. عقربه نشان دهنده باید نمایانگر سطوح حداکثر، حداقل و نرمال بوده و کنتاکتهایی برای آلام نیز باید پیش بینی شده باشد.

رله بوخهلتس:

تجهیزات الکتریکی که داخل آنها پر از روغن است نظیر ترانسفورماتورها، بوشینگهای آنها و ترمینال باکس مربوط به کابلها را می توان جهت محافظت از عیوب داخلی و از دست رفتن روغن آنها، با رله بوخهلتس محافظت کرد. این رله که در لوله رابط بین تانک و منبع ذخیره نصب می شود از دو گوی شناور که در داخل محفظه رله نصب شده اند و می توانند همراه با سطح روغن جابجا شوند، تشکیل شده است. دو عدد کلید جیوه ای نیز با شناور همراه هستند و می توانند کنتاکتهایی را قطع یا وصل کنند، رله بوخهلتس بسیار دقیق است و از آنجا که در مراحل اولیه آغاز شدن بسیاری از مشکلات آلام می دهد. این شانس را به پرسنل بهره برداری می دهد که شرایط خطرناک را خیلی زود شناسایی کنند و از آسیبهای جدی به تجهیزات جلوگیری نمایند. تنظیم درجه حساسیت رله بوخهلتس کاملاً تجربی بوده و بستگی به ترانس و رله دارد. در هر حال باید دقت داشت که رله خیلی حساس نباشد زیرا اضافه بار کم و جریانهای اتصال کوتاه شدید خارجی و حتی تغییرات درجه حرارت موسمی، سبب جریان پیدا کردن روغن می شود که نباید رله بوخهلتس را بکار اندازد. پس از هر تریپ ترانس در اثر عملکرد رله بوخهلتس باید گازهایی که در محفظه رله جمع شده است را خارج نمود تا شناور آن به حالت اولیه خود بازگردد. در ضمن باید گازهایی را که به محفظه گاز رله خارج می کنیم، از نظر قابلیت اشتعال مورد آزمایش قرار دهیم زیرا در صورتیکه ترانسفورماتور خوب تحت خلاء قرار نگرفته باشد هوای موجود در داخل روغن کم کم خارج شده و در رله جمع می گردد و می تواند سبب ظاهر شدن آلام گردد. همچنین ممکن است به طریقی هوا به داخل ترانسفورماتور نفوذ کرده باشد. این عمل در ترانسهایی که روغن آن را جدیداً عوض کرده اند بیشتر پیش می آید. با وجود اینکه رله بوخهلتس یک رله بسیار خوبی است و می تواند از آغاز پیدایش نقص آن را تشخیص دهد و لیکن دارای محدودیت هایی نیز هست که در ادامه ذکر می کنیم.

محدودیت های رله بوخهلتس:

- (۱) فقط خطاهایی را تشخیص می دهد که در سطح روغن پائین تر از رله اتفاق می افتد.
- (۲) تنظیم کلید جیوه ای را نمی توان زیاد حساس گرفت، زیرا در این صورت لرزشهای ناشی از بهره برداری، زلزله، شوکهای مکانیکی در خط و حتی نشستن پرنده ها، ممکن است اشتباهاً آنها بکار اندازد.
- (۳) مینیمم زمان عمل کردن آن ۰/۱ ثانیه است و متوسط آن ۰/۲ ثانیه. چنین رله ای خیلی کند به حساب می آید و لیکن با وجود آن ارزش این رله بسیار بالاست
- (۴) از نظر اقتصادی رله بوخهلتس برای ترانسهای کمتر از ۵۰۰ KVA بکار نمی رود.

سوپاپ اطمینان یا لوله انفجاری (شیر فشار شکن)

در اثر اتصال کوتاه ناگهانی و یا هر حادثه دیگر در هسته و سیم پیچها که منجر به ایجاد گاز شدید شود. فشار داخل تانک می تواند به میزان خطرناکی افزایش یابد، برای جلوگیری از خطر انفجار تانک در بالای درپوش آن شیر فشار شکن نصب می گردد. این شیر در عرض چند میلی ثانیه عمل خواهد کرد و سبب تخلیه فشار خواهد شد. در همین موقع، میکروسوئیچی که همراه آن است سبب بسته شدن مدار تریپ می گردد. پس از کاهش فشار در اثر نیروی فنر، شیر خود به خود بسته خواهد شد.

رادیاتور یا مبدل حرارتی

نظر به اینکه روغن دارای خاصیت عایقی خوب و همچنین تبادل حرارتی زیاد می باشد. در ترانسها به عنوان خنک کننده مورد استفاده قرار می گیرد. جهت تبادل حرارتی بهتر با محیط اطراف، اصولاً روغن از طریق رادیاتور و پمپ های روغن یک سیکل بسته را طی می نماید و حین عبور از رادیاتورها توسط فن ها با محیط اطراف تبادل حرارتی انجام می دهد. لازم به توضیح است در بعضی از ترانسفوماتورهای واحد آبی روغن توسط کولرهای آبی خنک می شود.

پمپ ها و فن ها

جهت تبادل حرارتی بهتر با محیط اطراف، اصولاً روغن از طریق رادیاتور و پمپ های روغن یک سیکل بسته را طی می نماید و حین عبور از رادیاتورها توسط فن ها با محیط اطراف تبادل حرارتی انجام می دهد. معمولاً در

ترانس های قدرت که مجهز به پمپ روغن می باشند، یک نشان دهنده فولی روغن در مسیر بای پاس و به موازات مسیر پمپ های روغن نصب می شود که در شرایط روشن بودن پمپ ها و جاری بودن روغن، صفحه معلق آن به صورت مایل قرار می گیرد اما به خاموش شدن پمپ و یا قطع جریان روغن(به هر دلیل) صفحه بر اثر نیروی وزن پائین آمده و به صورت قائم واقع می شود. در این حالت، اغلب سبب بسته شدن کنتاکتی خواهد شد که موقعیت این صفحه را در اتاق فرمان گزارش می نماید. همچنین از طریق دریچه شیشه ای، موقعیت آن قابل رویت است.

مجرای تنفسی و سیلیکاژل مربوط به تانک اصلی و تپ چنجر

منبع ذخیره روغن توسط یک یا دو مجرای تنفسی به هوای آزاد مربوط می گردد و در ورودی آن یک ظرف شیشه ای کار گذاشته می شود که بسته به بزرگی منبع می تواند از یک یا چند قسمت تشکیل شده باشد. درون این ظرفها را با سیلیکاژل پر می کنند. هنگامیکه بار ترانس زیاد باشد و روغن گرم شود بر اثر انبساط روغن مقداری از هوای داخل منبع ذخیره از طرق مجرای تنفسی خارج می شود. در انتهای ظرف سیلیکاژل یک مجرا دارد که در بالای آن یک پیاله زنگی شکل به صورت معکوس قرار دارد و در ته ظرف مقداری روغن ترانس ریخته می شود به این مجموعه تله هوا گفته می شود. هوا برای خارج شدن از منبع ذخیره باید از این تله بگذرد هنگامیکه روغن منقبض می شود، فشار داخل منبع ذخیره کاهش می یابد و فشار هوای بیرون بر سطح روغن داخل تله، سبب می گردد که سطح روغن داخل زنگ تا آنجا پائین آید که هوا بتواند از آن عبور کند و پس از گذشته از سیلیکاژل به منبع ذخیره برسد. به این ترتیب روغن، ذرات معلق در هوا را می گیرد و سیلیکاژل به صورت دانه های گرد کوچکی است که در شرایط خشک، رنگ آن آبی است و با جذب رطوبت به رنگ صورتی در خواهد آمد. وقتی حدود ۷۵٪ از سیلیکاژل داخل ظرف تغییر رنگ داد باید آن را تعویض نمود. سیلیکاژل صورتی شده را برای بازیافت به آزمایشگاه می فرستند. سیلیکاژل از پائین ظرف شروع به تغییر رنگ می کند. اگر در مواردی مشاهده شود این تغییر رنگ از بالای ظرف شروع شده است به این معنی است که نشستی هوا وجود دارد و باید آنرا برطرف نمود.

کلید قدرت (بریکر) Breaker

بریکر یک کلید قطع و وصل قدرت می باشد و قابل قطع و وصل زیر بار می باشد چون عامل خاموش کننده جرقه دارد. بریکر جهت حفاظت شبکه به کار می رود و جریان شبکه را قطع می کند دارای همه خصوصیات مورد انتظار از کلیدها می باشد، عبور جریان نامی به صورت دائمی، قابلیت عبور جریان اتصال کوتاه، قابلیت عبور جریان اتصال کوتاه معین و قطع سریع آن، تحمل ولتاژهای بوجود آمده در سیستم، در حالت باز بودن بایستی

قادر به تحمل ولتاژهای ایجاد شده بین کنتاکتهای کلید را داشته باشد. بریکرها باید قابلیت سرعت عملکرد بالایی در قطع و وصل مدار الکتریکی را داشته باشند. بریکرها محدودیت جریانی ندارند و برای بزرگترین جریانهای اتصال کوتاه ساخته می شوند. یکی از مشخصه های مهم بریکرهای قدرت زمان تأخیر در قطع کلید است. این زمان عبارت است از هر فاصله بین لحظه فرمان قطع توسط رله مربوطه و آزاد کردن ضامن قطع کلید تا خاموش شدن کامل جرقه .

ویژگیهای مشترک بریکرها

(۱) داشتن مکانیزم عملکرد قطع و وصل (۲) داشتن مکانیزم خاموش کردن جرقه در اتاق جرقه (۳) داشتن کنتاکتهای اصلی بریکر (۴) داشتن سیم پیچ های قطع و وصل (۵) داشتن کنتاکتهای فرعی (۶) داشتن مدارات کنترل بریکر.

انواع کلیدهای قدرت:

(۱) کلید پر حجم روغن (۲) کلید کم حجم روغن (۳) کلید هوایی (۴) کلید خلأ (۵) کلید گازی (SF₆)

(۱) کلید پر حجم روغن

روش قطع قوس در این کلیدها توسط افزایش طول قوس به طریق مکانیکی و خنک کردن قوس با استفاده از عایق روغن صورت می پذیرد. بر اثر دمای بالای قوس الکتریکی میان کنتاکتهای کلید روغن تجزیه شده و اطراف جرقه را گازهای مختلفی می پوشانند که متناسب با شدت جرقه از لایه های مختلفی تشکیل شده است. حدود ۷۰٪ حباب گاز را هیدروژن و حدود ۳۰٪ را استیلن تشکیل می دهد، خاصیت مهم گاز هیدروژن ضریب بالای انتقال حرارت آن است و ضمناً برای تولید آن نیاز به انرژی است. روغن دارای ولتاژ دی الکتریک بالایی بوده و به عنوان عایق مناسب جهت ایزولاسیون تلقی می شود، این خاصیت در عدم بازگشت قوس بعد از صفر جریان فعالیت زیادی دارد. نقطه ضعف روغن معدنی قابل اشتعال بودن آنست که البته در قطع قوس کلید نقشی ندارد ولی در صورتیکه جریان و یا TRV ناشی از خطای اتصال کوتاه بیش از قدرت قطع کلید باشد

ممکن است منجر به انفجار کلید و آتش سوزی گردد به دلیل حجم بالای روغن در این نوع از کلید آتش سوزی ناشی از آن بسیار خطرناک است. این نوع کلیدها در همه رده ولتاژها تا ۲۳۰ kV کاربرد دارد.

۲) کلید کم حجم روغن

با ایجاد تغییر در طراحی کلید پر حجم روغن به دو ۲/ روش، مقدار روغن مورد نیاز را کاهش می دهیم .

۱- عایق کردن بدنه کلید توسط مقره ۲- برقراری قوس در یک محفظه جداگانه.

در اثر بروز قوس روغن تجزیه شده و گاز تولید می شود که دارای فشار بالایی در محفظه قطع است، بجز گاز پر فشار و گاز هیدروژن و استیلن در اطراف قوس لایه های دیگری از گاز و بخار روغن با دمای کمتر در اطراف آن قرار گرفته است، گاز پر فشار ولتاژ شکست بالایی دارد ولی به دلیل دمای بالا ولتاژ شکست آن کاهش یافته () و قادر به تحمل TRV نمی باشد، پس از صفر جریان به دلیل هدایت حرارتی بالای گاز هیدروژن و جایگزینی گازها و روغن با دمای کمتر در کانال قبلی قوس، گاز به تدریج خنک شده و ولتاژ شکست آن افزایش می یابد، وجود قسمتهای مختلف در محفظه قطع باعث حرکت عمودی و افقی گازها و روغن با دمای کمتر شده که در خنک کردن محل قوس و خروج گازهای یونیزه با دمای بالا اهمیت دارد. محفظه قطع با روغنهای جداگانه باعث جایگزینی روغن دیونیزه و تسریع خنک شدن قوس می شود.

۳) کلید هوایی

عایق بین کنتاکتها در حالت قطع، هوا می باشد که چون نسبت به عایق روغن، عایق ضعیف تری است در حالت قطع فاصله بین کنتاکتها بیشتر خواهد بود، به منظور کاهش زمان قطع و وصل تعداد کنتاکتهای ثابت و متحرک را افزایش می دهند و از آنجا که ولتاژ روی تمام کنتاکتها در این حالت یکسان نیست، از خازنهای با اندازه مساوی و کوچک برای توزیع یکنواخت ولتاژ استفاده می کنیم، همزمان با قطع کلید هوایی تحت فشار به قوس الکتریکی پاشیده می شود در این حالت از طریق جابجا کردن هوای بین کنتاکتها و خنک کردن و افزایش طول قوس به خاموش شدن سریعتر قوس کمک می شود بنابراین نیاز به کمپرسور و تانک مخزن به منظور ذخیره هوای فشرده داریم. این نوع کلیدها در همه سطوح ولتاژی کاربرد دارند.

۴) کلید خلأ:

هیچ ماده عایق فاصله بین کنتاکتها را در بر نگرفته است و کنتاکتها در خلأ قرار دارند، از نظر تئوری هنگام قطع کلید، قوس الکتریکی نبایستی برقرار شود اما در عمل به خاطر ایجاد پلاسمای بخار فلز قطع کلید همراه با قوس خواهد بود (بخار فلز و تشعشعات قطع کنتاکتها، باعث ایجاد قوس می شود) این کلید تا سطح ولتاژ 33 kV کاربرد دارند. ایجاد خلأ و نگهداری خلأ از مشکلات کلید می باشد. یک جریان فرکانس بالا به جریانی فرکانس قدرت اضافه می شود، در سایر کلیدها که زمان بازیابی یا ریکاوری ماده عایقی نسبتاً زیاد است، این نوسانات فرکانس بالا به تدریج میرا می شوند و مشکل ساز نمی شود ولی در کلیدهای خلأ در صفر شدن جریان گذرا کلید قطع شده و باعث ایجاد ولتاژ TRV در دو سر کلید می گردد، این حالت تا قطع کامل قوس تکرار می گردد همچنین به دلیل طبیعت برشی جریان و شکست الکتریکی با اطمینان نمی توان گفت که جرعه زنی بعدی نسبت به حالت قبل در سطح بالاتری رخ می دهد.

۵) کلید گازی

در کلیدهای گازی این گاز به عنوان ماده عایقی و ماده خاموش کننده قوس الکتریکی استفاده می شود در فشار پائین استقامت الکتریکی گاز به مراتب بیشتر از هوا بوده و در فشارهای بالا از روغن نیز بیشتر می شود، کلیدهای اولیه دارای دو سطح فشار بودند Double pressure در این حالت محفظه قطع دارای یک فشار معین بوده و فشار گاز در قسمتهای دیگر بیشتر است، هنگام قطع و وصل، گاز از محفظه پر فشار وارد محفظه قطع شده و با روشهای خنک کردن، افزایش طول قوس و جابجا کردن قوس آن را قطع می نمایند، در این کلیدها نیاز به تجهیزات زیادی جهت داشتن دو سطح فشار مختلف است.

کلیدهای با یک سطح فشار گاز:

در حالت عادی فشار گاز در تمام قسمتها یکسان است با قطع یا وصل کلید کنتاکت متحرک به صورت تلسکوپی در داخل کنتاکت ثابت حرکت می کند، بدین ترتیب فشار گاز در محفظه قطع افزایش یافته و به هنگام برقراری قوس گاز با فشار بالا به محل قوس دمیده می شود هم اکنون این کلیدها در کلیه سطوح ولتاژی از 20 kV تا 400 kV استفاده می شود.

انواع کلیدها از نظر ولتاژ بدنه کلید:

(۱) کلیدهایی که بدنه آنها دارای ولتاژ نمی باشند: در این کلیدها ملزم هستیم، حتماً برای ورود و خروج هادیها به کلید از بوشینگ استفاده کنیم. (حجم گاز در داخل آنها زیاد است) با توجه به پایین بودن مرکز ثقل کلید، پایداری آن در برابر نوسانات مکانیکی زیاد بوده و مناسب برای محل های زلزله خیز است.

(۲) کلیدهایی که بدنه آنها دارای ولتاژ می باشند: ولتاژ بدنه کلید توسط استفاده از یک ایزولاتور مناسب جبران می شود، حجم کمتری از گاز دارند، سبکتر با ابعاد کمتر و عیب یابی و تعمیر آنها ساده تر است این کلیدها نیاز به CT جداگانه در طرفین کلید دارند. آسیب پذیری در برابر زلزله، افزایش تعداد کنتاکتهای ثابت و متحرک با افزایش ولتاژ کلید صورت می گیرد اما این کار در ولتاژهای بالا انجام می شود.

انواع مکانیزم عملکرد کلیدها :

(۱) دستی (۲) موتوری (۳) سلونوئیدی (۴) فنر شارژ شده (۵) پنوماتیک (۶) هیدرولیک

(۱) **مکانیزم دستی:** ۱- تأمین انرژی و نیروی مکانیکی لازم برای جابجا کردن کنتاکتهای متحرک توسط دست یا اپراتور ایجاد می شود، در این حالت زمان عملکرد طولانی است ۲- امکان صدور فرمان از راه دور وجود ندارد ۳- مناسب برای قطع و وصل کلید تا ولتاژ ۶۳ kv یا برای باز و بسته کردن سکسیونر زمین معمولاً تا ولتاژ kv ۲۳۰ کاربرد دارد. این مکانیزم در سکسیونرها کاربرد دارد.

(۲) **مکانیزم موتوری:** نیروی مکانیکی لازم با استفاده از موتورهای الکتریکی AC تا DC تأمین می گردد. دور موتورها توسط چرخ دنده هایی کاهش می یابد. زمان عملکرد نسبتاً طولانی در حد ثانیه است. قابل استفاده برای سکسیونرها، امکان صدور فرمان علاوه بر محل از راه دور نیز وجود دارد.

(۳) **مکانیزم سلونوئیدی:** عمل قطع و وصل با استفاده از سیم پیچ و میدان مغناطیسی حاصل از آن انجام می شود. از این روش عملاً در کلیدهای فشار ضعیف نظیر کنتاکتورها استفاده می شود.

(۴) **مکانیزم فنر شارژ شده توسط موتورهای الکتریکی:** هیچکدام از روش های قبلی قابلیت ذخیره سازی انرژی را نداشته اند، به عنوان مثال در مکانیزم موتوری با افزایش ولتاژ که باعث بزرگتر شدن کلید می شود بایستی از موتور با توان بالاتر یا گیر نکس استفاده شود. در این روش منبع ذخیره انرژی یک فنر است، در

زمانیکه قطع یا وصل کلید اتفاق نمی افتد فنر وصل به تدریج شارژ می شود و با آزاد کردن فنر این فنر قادر به وصل سریع کلید است. با توجه به اینکه ممکن است وصل کلید بر روی شبکه خطا دار انجام شود، لذا بلا فاصله پس از وصل کلید بایستی آماده قطع آن باشیم. به همین دلیل فنر وصل قویتر از فنر قطع انتخاب می شود و در حین وصل کلید فنر قطع نیز شارژ شده و آماده قطع مدار است. معمولاً ساختمان فنرها به گونه ای است که با یک بار شارژ، چندین بار می توان عمل قطع و وصل را انجام داد. برای تأمین انرژی مورد نیاز عملکرد کلید گاهی از چند فنر موازی استفاده می شود.

مزایای مکانیزم فنری:

- (۱) عدم نشستی از سیستم و بروز حوادث ناشی از آن (۲) عدم تلفات انرژی در سیستم (۳) امکان شارژ دستی در صورت قطع تغذیه الکتریکی (۴) عدم نیاز به لوله های رابط، واشرها و سیستم آب بندی.

معایب مکانیزم فنری:

- (۱) سر و صدای زیاد هنگام عملکرد کلید (۲) زیاد بودن تجهیزات متحرک الکتریکی (۳) نیاز به تنظیم فنر هنگام تغییر دما در فصول مختلف (۴) انرژی در ابتدا و انتهای حرکت نبایستی یکسان باشد و مکانیزم هایی برای دمپینگ (میرا کردن) لازم است.

مکانیزم سیستم های پنوماتیک:

در سیستم پنوماتیک هوا در مخزن مجزا تحت فشار قرار می گیرد و با لوله های ارتباطی به کلید منتقل می شود، در کلیدهای نوع هوایی که نیاز به هوای فشرده برای خاموش کردن قوس الکتریکی دارد می توان از این سیستم ها استفاده نمود. نسبت به سیستم هیدرولیکی ساختمان ساده ای داشته و تعمیر و نگهداری آن آسانتر

است. زمان عملکرد کلید در این مکانیزم کمتر از فنر شارژ شده است. سر و صدای بیشتری نسبت به سایر مکانیزم‌ها دارد ضمناً بایستی فشار هوا با توجه به دمای محیط تنظیم شده و از لحاظ عدم وجود نشتی کنترل شود.

مکانیزم هیدرولیکی (Hydraulic mechanism)

در این سیستم معمولاً از روغن جهت حرکت سریع کنتاکتها استفاده می‌شود با توجه به این که فشار روغن را نمی‌توان مانند گاز زیاد کرد لذا از هوا یا ازت جهت ایجاد فشار مورد نیاز برای باز و بسته کردن کلید استفاده می‌شود. فشار حدود ۳۰۰ Bar مکانیزم هیدرولیکی معمولاً در کلیدهای فشار قوی و یا پستهای GIS استفاده می‌شود. این مکانیزم طوری طراحی می‌شود که بدون افت فشار زیاد قادر به چند مرحله قطع و وصل کلید باشد.

ویژگی های مکانیزم هیدرولیکی :

(۱) عملکرد بدون سر و صدا (۲) زمان کم قطع و وصل به دلیل اینرسی پایین مکانیزم فرمان.

سکسیونر (Disconnect Switch)

سکسیونر قابلیت قطع و وصل جریان را ندارد و فقط می‌تواند جریان محدود از جمله جریان بی باری و خازنی خطوط را قطع کند، پس از قطع جریان توسط کلید قدرت از سکسیونر به عنوان کلید بدون بار به منظور برداشتن ولتاژ از بقیه تجهیزات استفاده می‌شود اگر با وصل سکسیونر جریان از آن عبور کند و یا اگر با قطع سکسیونر جریان بار قطع شود نبایستی به سکسیونر فرمان داد مگر در شرایط زیر:

(۱) سکسیونر بسته ای که از آن جریان می‌گذرد را مجاز نیستیم باز کنیم (۲) سکسیونر بازی که اگر بسته شود از آن جریان عبور می‌کند مجاز نیستیم ببندیم

دستورالعمل باز کردن سکسیونر: (۱) قطع دژنکتور مربوطه (۲) قطع سکسیونر مورد نظر .

دستورالعمل بستن سکسیونر: (۱) اطمینان از باز بودن دژ نکتور (۲) بستن سکسیونر مورد نظر (۳) بستن دژنکتور.

خواص مورد انتظار سکسیونر DS

(۱) قابلیت عبور جریان نامی را در شرایط محیطی به صورت دائمی داشته باشد به نحوی که دمای آن از حد مجاز تجاوز ننماید (۲) قابلیت عبور جریان اتصال کوتاه را تا مدت زمان مشخص و بدون اضافه حرارت داشته باشد (۳) قابلیت تحمل ولتاژ با توجه به سطح عایقی تعیین شده را دارا بوده و در حالت قطع باید اضافه ولتاژ میان کنتاکتها را تحمل نماید (۴) سکسیونرهای مورد استفاده در شبکه های انتقال معمولاً مجهز به محفظه قطع نبوده و غیر قابل قطع و وصل زیر بار است.

سکسیونر قابل قطع زیر بار ضمن اینکه بایستی وظیفه یک سکسیونر را انجام دهد، باید قادر باشد مانند یک دژ نکتور قدرتهای کوچک الکتریکی را هم قطع کند. سکسیونر قابل قطع زیر بار دارای قدرت وصل زیاد است و می تواند جریان های ۲۵ تا ۷۵ کیلو آمپر را بخوبی وصل کند ولی دارای قدرت قطع کم در حدود ۴۰۰ تا ۱۵۰۰ آمپر هستند پس در صورتی می توانند بر روی شبکه هایی که امکان عبور جریان اتصال کوتاه را دارند به کار روند که جریان قطع توسط کلید یا فیوز مهار شود. هدف از بکار گیری سکسیونر قابل رویت مدار هست تا از قطع بودن مدار اطمینان حاصل شود، همچنین وظیفه جدا نمودن باسها و یا استفاده شینه بندی چند باسه نیز از دیگر کاربردهای سکسیونر است. سکسیونرهای سر خط انتقال مجهز به تیغه زمین است تا بار خازنی خط انتقال را دشارژ نماید، در غیر این صورت ولتاژ چند ده/۱۰ کیلو ولت روی خط باقی مانده و کار کردن روی خط خطرناک است، این تیغه یک اتصال زمین مستقیم و قابل مشاهده در سر خط انتقال یا ثانویه ترانس ایجاد می نماید.

انواع مختلف سکسیونر:

(۱) تیغه ای (۲) کشویی (۳) دورانی (۴) قیچی

(۱) سکسیونر تیغه ای:

این سکسیونرها که برای ولتاژهای تا ۲۳۰ kV به صورت یک پل و سه/۳ پل ساخته می شوند، دارای تیغه هایی هستند که ضمن قطع کلید عمود بر سطح افقی (در سطح محور پایه ها) حرکت می کنند و در بالای ایزولاتور قرار می گیرند. سکسیونر تیغه ای برای فشار قوی به صورت یک پل ساخته می شوند و فرمان قطع و وصل آنها عموماً کمپرسی با هوای فشرده انجام می گیرد.

۲) سکسیونر کشویی:

سکسیونر کشویی برای کیوسک با قفسه‌هایی که دارای عمق کم هستند بسیار مناسب است در این سکسیونر تیغه متحرک در موقع قطع در امتداد خود (در امتداد سطح افقی یا عمود بر سطح محور پایه‌ها) حرکت می‌کند و بدین جهت فضای اضافی برای تیغه در حالت قطع از بین می‌رود.

۳) سکسیونر دورانی:

سکسیونر دورانی که برای ولتاژهای زیاد به خصوص ۶۰ kv و ۱۱۰ kv ساخته می‌شود به جای یک تیغه بلند و یک کنتاکت ثابت دارای دو تیغه متحرک و دورانی می‌باشد که با برخورد آنها به هم ارتباط الکتریکی برقرار می‌شود. در این نوع کلید حرکت به موازات سطح افقی و یا عمود بر سطح محور پایه‌ها انجام می‌گیرد و دارای این وضعیت است که با کوچک کردن طول بازوی تیغه فاصله هوایی لازم بین دو تیغه به وجود می‌آید و چون تیغه‌ها با گردش پایه‌ها باز و بسته می‌شوند عوامل خارجی مثل فشار باد و برف و غیره نمی‌تواند باعث وصل بی‌موقع آن گردد یا به علت یخ زدگی کنتاکت‌ها در زمستان احتیاج به نیروی اضافی برای باز کردن آنها نیست.

۴) سکسیونر قیچی:

سکسیونر قیچی برای فشارهای زیاد بسیار مناسب است زیرا به علت اینکه کنتاکت آن شین با هوایی تشکیل می‌دهد احتیاج به دو پایه عایق مجزا از یکدیگر که در فشار قوی باعث می‌شود اعاد بزرگتر و وزن آنها سنگین تر شود و فقط شامل یک پایه عایقی است که چنگک یا تیغه قیچی مانند کنتاکت دهند روی آن نصب می‌شود و با حرکت قیچی مانندی با شین یا سیم هوایی ارتباط پیدا می‌کند، مورد استعمال سکسیونر قیچی که به آن سکسیونر ستونی نیز گفته می‌شود در شبکه ایست که دارای دو شین به ازای هر فاز در سطح و ارتفاع مختلف نسبت به زمین و بالای هم باشد و سکسیونر ارتباط عمودی بین آن دو شین را فراهم می‌سازد.

ترانسهای اندازه‌گیری جریان (Current Transformer)

در سیستمهای فشار قوی و صنعت اندازه گیری اهمیت بسیار زیادی دارد چرا که هر چه قدر سطوح جریان بالاتر رود با هزینه های بیشتری مواجه خواهیم شد و باید سعی کرد تا حد ممکن از هزینه ها کاست اما از طرفی کاهش نباید سبب ایجاد نقصان در سیستمهای قدرت شود زیرا با کوچکترین اشتباه خسارتهای سنگینی به بار می آید، پس باید به دنبال راهی بود تا اندازه گیری استاندارد، دقیق و کم باشد. همانطوری که می دانید و مطمئناً به دفعات زیاد در آزمایشگاهها دیده اید و عمل کرده اید، اندازه گیری سطوح ولتاژ و جریان کم به سادگی و با وسایل ساده آزمایشگاهی امکان پذیر است. اما در برق فشار قوی قضیه متفاوت است و اندازه گیری در این سیستم دشوارتر و حساستر به نظر می رسد. اگر در حالت عادی بخواهیم وسیله های اندازه گیری فشار قوی بسازیم باید طوری عمل کنیم تا دستگاه های ما قدرت و تحمل جریان بالا را داشته باشند اما ساخت این دستگاه ها بسیار سخت و پر هزینه می باشد و از طرفی دارای هزینه تعمیر و نگهداری بالایی می باشند بنابراین باید کاری کرد که سطوح جریان آنقدر کاهش ابد تا با دستگاههای اندازه گیری معمولی قابل اندازه گیری شوند. برای کاهش جریان و قابل اندازه گیری نمودن آن از دستگاههایی به نام ترانسفورماتورهای اندازه گیری استفاده می کنیم، برای اندازه گیری جریان از ترانسفورماتور جریان (CT) استفاده می کنیم.

اساس کار ترانس جریان CT

CT هم مانند همه ترانس ها از دو سیم پیچ اولیه و ثانویه تشکیل شده است که سیم پیچ اولیه بخاطر جریان زیاد دارای سیم با سطح مقطع زیاد و تعداد دور کم می باشد و در مقابل در ثانویه بخاطر جریان کمتر دارای سیم با سطح مقطع کم و تعداد دور زیاد می باشد که به آمپر متر وصل می شود. اگر فرض کنیم که جریان ۱۰۰۰ آمپر وارد یک دور سیم پیچ اولیه شود آن گاه در ثانویه به ازای هر ۱۰۰۰ دور سیم پیچ جریان ۱ آمپر خواهیم داشت. پس می بینیم که جریان ۱۰۰۰ آمپری که قابل اندازه گیری نبود به یک آمپر تبدیل شد که به راحتی با آمپر متر معمولی قابل اندازه گیری می باشد. بنابراین در این مثال اگر جریان ۱ آمپر روی آمپر متر مشاهده کردیم یعنی جریان واقعی ما ۱۰۰۰ آمپر می باشد و اگر ۱/۵ آمپر را مشاهده کردیم یعنی جریان واقعی ما ۱۵۰۰ آمپر می باشد. این نسبت عددی که مثال زده شد یعنی ۱۰۰۰/۱ برای درک بهتر مطلب بود اما به طور معمول در CT ها این نسبت ۱۰۰۰/۵ می باشد. نکته دیگر اینکه CT در مدار به صورت سری قرار می گیرد. ثانویه CT همیشه باید اتصال کوتاه باشد چون اگر باز باشد و بار به سر اولیه آن بدهیم در نتیجه جریان نیز سر ثانویه ظاهر می شود که از حد تعیین و تنظیم شده بیشتر می باشد و در نتیجه CT می سوزد.

ترانس ولتاژ PT (transformer voltage)

اساس کار PT هم مانند همه ترانسفورماتورها از دو سیم پیچ اولیه و ثانویه تشکیل شده است که سیم پیچ اولیه بخاطر جریان کم و ولتاژ زیاد دارای سیم با سطح مقطع کم و تعداد دور زیاد می باشد و در مقابل در ثانویه به خاطر جریان بیشتر دارای سیم با سطح مقطع زیاد و تعداد دور کم می باشد که به ولت متر وصل می شود PT دارای انواع مختلف و اندازه ها، قدرت متفاوت و ساختمانهای متفاوت است ترانسهای ولتاژ در انواع تک فاز، دو فاز و چند فاز نیز ساخته می شوند این ترانسها در ولتاژ های بالا برای صرفه جویی در هزینه ها و کمتر شدن حجم ساختمانی خود از خازنهایی سود می برد که در داخل خود ترانس تعبیه شده است و به ترانس های ولتاژ خازنی معروف است. علاوه بر اندازه گیری ولتاژ فشار قوی و نمونه برداری ولتاژ برای رله های حفاظتی از ترانس های ولتاژ در پستها برای ارتباطات PLC نیز استفاده می شود که در بعضی موارد وسایل ارتباطی (لاین تراپ) بر روی خود این ترانس ها نصب می شود.

مقره (ایزولاتور)

مقره ها نگهدارنده قسمتهایی از تأسیسات الکتریکی هستند که نسبت به زمین دارای اختلاف سطح الکتریکی می باشند. لذا مقره ها باید از یک استقامت مکانیکی و الکتریکی خاصی برخوردار باشند تا بتوانند علاوه بر نیروهای مختلف مکانیکی (فشار، کشش، خمش) و الکترو دینامیکی که به آنها وارد می شود. در نامناسب ترین شرایط فشار الکتریکی وارده را نیز تحمل کنند. بدین جهت پایداری و انتقال بدون وقفه انرژی الکتریکی تا حدودی بستگی به انتخاب و مراقبت صحیح ایزولاتور دارد. استقامت مکانیکی ایزولاتورها بستگی به جنس و ضخامت عایق و استقامت الکتریکی آن بستگی به جنس و طول و شکل مقره دارد. مقره ها و پایه های عایقی اکثراً از چینی و نوعی از مقره ها از شیشه ساخته می شوند. حتی در این دهه آخر از مواد مصنوعی نیز در شرایط خاصی استفاده شده است. مواد اولیه چینی که در ایزولاتور از آن استفاده می شود عبارت است از ۳۳ تا ۱۸ درصد فلدسپات ۴۶ تا ۴۳ درصد کائولین و ۳۰ تا ۱۰ درصد کوارتز .

انواع مقره ها از دید کلی

(۱) مقره های داخلی (مقره هایی که در شبکه و تأسیسات سر پوشیده به کار می روند)

(۲) مقره های خارجی (مقره های مخصوص شبکه و تأسیسات در هوای آزاد)

مقره های داخلی : الف- مقره های مقوایی ب- مقره های سرامیکی

الف) مقره های مقوایی: این مقره ها به شکل لوله از کاغذ آغشته به لاک و الکل در زیر فشار و حرارت زیاد پیچیده و ساخته می شود. ضخامت مقوا بستگی به استقامت مکانیکی که در آن انتظار داریم، دارد این پایه ها در ضمن اینکه نسبتاً سبک می باشند به قطعات و طول های مختلف قابل برش هستند و از این جهت است که بیشتر از آن که در اسباب و ادوات فشار قوی مخصوص آزمایشگاهها و لابراتورها استفاده می شود. در ضمن ایزولاتورهای مقوایی نسبت به ایزولاتورهای چینی دارای این مزیت هستند که در اثر جرقه های جنبی نمی شکنند و استقامت مکانیکی خود را از دست نمی دهند، در صورتیکه ایزولاتورهای چینی ممکن است در اثر جرقه ترک بردارند و متلاشی شوند و باعث تماس قطعات زیر فشار با زمین گردند.

ب) مقره های سرامیکی : این گونه مقره ها به دو/۲ دسته تقسیم می شوند : (۱)مقره توپر (۲) مقره توخالی

ایزولاتورهای توپر از نظر الکتریکی غیر قابل شکست هستند به عبارت دیگر ازدیاد ولتاژ همیشه قبل از شکست الکتریکی در داخل ایزولاتور باعث شکست جنبی ایزولاتور می شود، لذا ایزولاتور توپر نمی شکنند و مقاوم است . در ایزولاتورهای تو خالی امکان شکست داخلی وجود دارد زیرا در سوراخ داخل ایزولاتور نیز مانند سطح خارجی آن امکان نفوذ رطوبت و کثافت که از عوامل شکست الکتریکی زود رس می باشند موجود است . مقره های تو پر را که غیر قابل شکست الکتریکی هستند می توان فقط تا یک قطر معین و محدودی ساخت که مسلماً نمی تواند جوابگوی نیروی مکانیکی و الکترو دینامیکی در تمام قسمتهای تأسیسات می باشد. بدین جهت در قسمتهایی از تأسیسات که نیروی مکانیکی بیشتری را باید تحمل کند از مقره های توخالی استفاده می شود و برای بالا بردن اختلاف سطح شکست داخلی آن سوراخ داخل مقره را پس از پر کردن با گاز خشک ازت با فشار $at\ 5/1$ تا $1/2$ را می پوشانند. سوراخ مقره در انتها باریک شده و به یک سوراخ باریکی منتهی می شود که پس از پر شدن با گاز به وسیله شیشه مذاب پوشانده می شود. در ضمن در اطراف سطح خارجی ایزولاتورهای مخصوص شبکه های محصور و سر پوشیده نیز برآمدگی هایی تعبیه می شود ولی به هیچ وجه ایزولاتورها ی داخلی مانند مقره های خارجی چتری نیستند.

مقره های خارجی

مقره های خارجی را می توان به طور کلی به دو/۲ دسته تقسیم کرد:

الف) مقره های ثابت که مانند مقره های داخلی در روی زمین قرار می گیرند و یا اینکه با میله پیچ هایی با دکل های چوبی یا فلزی محکم می شوند و برای ولتاژهای تا ۳۳kV ساخته می شوند. این مقره ها به نام مقره های دلتا معروف هستند.

ب) مقره های آویزان که برای ولتاژهای زیاد ساخته می شوند و سه/۳ دسته هستند الف) بشقابی ب) توپر ج) بلند برای تمام مقره هایی که در هوای آزاد نصب می شوند، مشکلات زیادی از قبیل باران و اجسام خارجی (آلودگی هوا) به وجود می آید و با توجه به این که تمام این عوامل باعث شکست الکتریکی جنبی زود رس می گردد، ایزولاتورهای خارجی باید از نظر شکل ظاهری با ایزولاتورهای داخلی متفاوت باشند.

مقره دلتا:

مقره دلتا در ابتدا به صورت دوتکه ساخته شد ولی به علت مشکلاتی که چسباندن و اتصال این دو قطعه به وجود می آورد و باید پیشرفت صنعت چینی سازی بعدها به صورت یک تکه نیز ساخته شود به ایزولاتور دلتا مقره دو چتری نیز گفته می شود. در ایزولاتور دلتا بخاطر جلوگیری از پارازیت های مخابراتی که در اثر تخلیه ناقص در محل اتصال دو قطعه به وجود می آید بتونه یا ماده چسبنده را با موادهای الکتریسیته مثل گرافیت مخلوط می کند. ایزولاتورهای دلتا برای فشارهای از ۱۰ تا ۳۵kV و حداقل نیروی شکست ۱ تا ۱/۳ ساخته می شود.

الف) ایزولاتور بشقابی:

ایزولاتور بشقابی کلاً از سه ۳ قسمت، بشقاب چینی، کلاهد فولادی و میله آویز تشکیل شده است. بشقاب چینی از یک طرف دارای یک برآمدگی تقریباً نیمه کروی است که در داخل کلاهد فلزی قرار می گیرد. ارتباط کلاهد و بشقاب چینی به کمک سیمان یا سرب مذاب انجام می شود روی بشقاب صیقلی لعاب داده شده است و داخل بشقاب علاوه بر سوراخی که برای نصب میله آویز پیش بینی شده دارای شیارهایی برای بالا بردن شکست جنبی ایزولاتور نیز می باشد میله آویز شبیه دسته هاون می باشد و از فولاد ساخته شده است و به توسط رینگ فلزی در داخل سوراخ بشقاب آویزان می شود. در ضمن در مناطق مه آلود و هوای آلوده با رسوبات چسبناک، ایزولاتورهای بشقابی مخصوص مناطق مه آلود ساخته شده است. ایزولاتورهای بشقابی تنها

ایزولاتورهای آویزان هستند که از شیشه ساخته می شوند. استقامت مکانیکی ایزولاتورهای شیشه ای در حدود ۲۵٪ کمتر از استقامت مکانیکی ایزولاتورچینی هم نظیر هستند.

ب) ایزولاتور تو پر:

بزرگترین عیب ایزولاتور بشقابی در مقابل شکست الکتریکی داخلی بودن آن است. تلاش های زیاد برای به وجود آوردن ایزولاتو غیر قابل شکست داخلی منجر به ساختن ایزولاتور توپر گردید که به آن ایزولاتور دو چتری نیز گفته می شود. ایزولاتور توپر فاصله بین کلاهک و میله آویز نسبت به ایزولاتور قبل از اینکه شکست خارجی به وجود آید، شکست الکتریکی داخل محال است.

ج) ایزولاتور بلند:

در فشار قوی همانطور که گفته شد باید چند عدد ایزولاتور بشقابی یا توپر به هم زنجیر شوند. در نتیجه بر حسب ولتاژ شبکه در طول زنجیر ایزولاتور تعدادی قطعات فلزی هادی وجود دارد که علاوه بر اینکه زنجیر را سنگین می کند باعث تخلیه الکتریکی و جرقه پی در پی نیز می گردد. برای برطرف کردن این عیب از ایزولاتور بلند استفاده می شود. ایزولاتور بلند فاقد قطعات فلزی است و هر کدام به تنهایی شامل چندین چتر می باشند و به خصوص برای حل اختلاف سطح زیاد ساخته می شوند. ایزولاتور بلند از ایزولاتور بشقابی و توپر در فشار مساوی سبک تر است و بدین جهت حمل و نقل و نصب آن آسانتر و ارزان تر است. مثلاً یک ایزولاتور بلند برای kv۱۱۰ حدود ۲۵ky وزن دارد.

شین و شین بندی (Bas bar)

تمام ژنراتورها، ترانسفورماتورها، سیمها و کابلهای یک پست یا نیروگاه که ولتاژ مساوی دارند با یک شمش یا یک رسانا به نام شین در هر فاز به هم وصل می شوند، در اصطلاح شین یا باسبار محل تجمع و یا پخش انرژی می باشد. در شین تمام انرژی ژنراتورها و یا ترانسفورماتورها و یا هر دو به هم می پیوندند و از آنجا به طور مستقیم با همان ولتاژ و یا به کمک ترانسفورماتور افزایشده یا کاهشده با ولتاژ دیگر به مصرف کننده و یا شین های دیگر هدایت می گردند. شین ها را به طور کلی به دو/۲ دسته تقسیم می شوند:

الف) شین ساده ب) شین چند تایی (شین مرکب)

الف) شین ساده: ساده ترین نوع جمع و پخش انرژی شین ساده است در چنین تأسیساتی به ازای هر فاز یک شین وجود دارد (در شبکه سه فاز سه شین). تمام ژنراتورهای یک نیروگاه به این سه شین بسته می شوند و از همین شینها برای تغذیه پستها یا مصارف بزرگ استفاده می شود.

ب) شین چند تایی یا شین مرکب: شین ساده که در بالا به آن اشاره می شود دارای معایب زیر است .

(۱) تمیز کردن مقره ها و متعلقات دیگر شین بدون قطع برق به سادگی ممکن نیست (۲) گرفتن انشعاب جدید از شین ساده بدون قطع برق امکان پذیر نیست، به عبارت دیگر توسعه شبکه برق فقط با قطع برق ممکن است (۳) خراب شدن بریکر هر یک از سیمهای انتقال انرژی باعث قطع برق آن خط می شود .

برای برطرف کردن معایب فوق امروزه در نیروگاهها و تبدیل گاههای مهم از شین مرکب استفاده می شود . ساده ترین و متداولترین نوع شین مرکب، شین دابل است در سیستم شین دابل (دو شین به ازای هر فاز) معمولاً یک شین زیر بار است و شین دیگر به عنوان رزرو بکار گرفته می شود ارتباط خطوط ورودی و خروجی با هر یک از شین ها به کمک یک سکسیونر برقرار می گردد. لذا در حالت کار عادی شبکه، نیمی از سکسیونرها باز و نیم دیگر بسته هستند . در سیستم شین دابل می توان در یک حالت کاملاً استثنایی از هر دو شین در آن واحد نیز استفاده کرد و ژنراتورها و مصرف کننده ها را روی این دو شین تقسیم کرد باید توجه داشت که قطع و وصل سکسیونرها همانطور که گفته شد کاملاً بدون بار انجام گیرد. لذا در موقع تبدیل بار از یک شین به شین دیگر باید کاملاً مطمئن بود که شین تازه وارد با وصل اولین سکسیونر جریان نمی کشد از این جهت است که در سیستم شین دابل ارتباط دو شین به وسیله یک کلید قدرت به نام کلید کوپلاژ (کوپلاژ عرضی) انجام می گیرد، لذا برای تبدیل بار از یک شین به شین دیگر اول مرتبه کلید کوپلاژ را که از یک دژنکتور و دو سکسیونر تشکیل شده می بندیم و سپس سکسیونرهای باز را بسته و سکسیونرهای بسته را باز می کنیم و در پایان عمل کلید کوپلاژ باز می شود. با استفاده از شین دابل و کلید کوپلاژ قسمت زیادی از معایب شین ساده برطرف می شود و امکان تمیز کردن تأسیسات و انشعابات جدید گرفتن از آن بدون قطع برق تمام یا قسمتی از سیستم میسر می گردد ولی تعمیر یا سرویس کلیدهای قدرت در هر حال باعث قطع برق قسمتی از شبکه شهر می شود. دژنکتورهای مخصوص ژنراتورها و ترانسفورماتورها را می توان در یک فرصت مناسب (کم کاری) شبکه از مدار خارج و سرویس کرد. اما برای تعمیر یا سرویس کلیدهای خطوط انتقال انرژی هیچ فرصتی بجز قطع برق پیش نمی آید . از این جهت برای رفع این عیب بخصوص در شبکه های مهم و بزرگ برق رسانی طرح های مختلفی بکار برده شده است که در ذیل به چند مورد آن اشاره می کنیم:

(۱) استفاده از شین کمکی (۲) روش سکسیونرموازی با بریکر (۳) روش دو / ۲ بریکری (۴) روش یک و نیم کلیدی (۵) شین دابل با صرفه جویی در سکسیونر (یک و نیم سکسیونر) (۶) استفاده از اندوکتیویته (۷) شین سه تایی.

تجهیزات حفاظتی

در یک پست فشار قوی باید تجهیزاتی وجود داشته باشد که وسایل را در صورت وقوع خطا و به وقوع پیوستن اتصالی در شبکه مورد حفاظت قرار دهد و از آسیب رساندن به تجهیزات جلوگیری کند، وظیفه این حفاظت را دستگاهی به نام رله انجام می دهد. رله دستگاهی است که در اثر تغییر کمیت الکتریکی مثل ولت و جریان و یا کمیت فیزیکی مثل درجه حرارت و حرکت روغن تحریک شده و باعث عمل کردن دستگاهی می شود. رله وسیله ای است که با اندازه گیری کمیت‌های مختلف و یا دریافت یک سیگنال الکتریکی تغییرات از پیش تعیین شده ای را در سیستم قدرت به وجود می آورد رله های حفاظتی همیشه همراه یک کلید مدار شکن (بریکر) می باشند، در هنگام بوجود آمدن شرایط غیر عادی رله حفاظتی دستوری مبنی بر باز شدن یک یا چند مدار شکن را صادر می کند در نتیجه قسمت خطا دار از یستم اصلی جدا شده تا تعداد مصرف کننده هایی که دچار خاموشی می شوند به حداقل ممکن کاهش یابند. رله های حفاظتی که معمولاً در پست های فشار قوی به کار می روند عبارتند از:

رله دیستانس، رله دیفرانسیل، رله اورکارنت، رله اتصال زمین. که در قسمت ذیل اشاراتی به آنها می کنیم.

رله دیستانس:

رله های دیستانس برای حفاظت خطوط انتقال بکار می روند و از آنجا که فاصله عیب را با اندازه گیری امپدانس مشخص می کنند، بدین نام مشهور شده اند. این سیستم یک سیستم حفاظتی غیر واحد بوده و دارای مزایای فنی و اقتصادی زیادی است و سرعت بالایی را به خود اختصاص می دهد، از این نوع حفاظت می توان به عنوان حفاظت اصلی استفاده کرد. به طور کلی وقتی اتصالی در شبکه رخ می دهد اینگونه رله ها نقش حفاظتی خط و تعیین فاصله اتصالی تا رله را به عهده دارند. با توجه به اینکه امپدانس یک خط انتقال با طول آن متناسب است و در صورت اندازه گیری فاصله تا محل خطا می توان امپدانس خط را اندازه گیری کرد رله ای که بر این اساس طراحی شده رله دیستانس یا فاصله نامیده می شود. اصل اساسی در اندازه گیری امپدانس مقایسه جریان خطاست با ولتاژی که در نقطه رله می باشد اگر نسبت V/I بزرگتر از امپدانس باشد رله عمل می کند، رله های دیستانس بر اساس سیگنالهای ورودی و مقایسه آنها دسته بندی می شوند. نمونه ساده رله دیستانس اندازه دامنه یا فاز ورودی است، در هنگام خطا هنگامیکه اختلاف فاز بین ولتاژ و جریان به ۹۰ درجه نزدیک می شود شکل موج به وجود می آید به دلیل وجود شکل موج گذرا مقادیر ولتاژ و جریان به درستی اندازه گیری نمی شوند.

اصول کار رله های دیستانس:

رله های دیستانس صرفنظر از انواع مختلف آنها بر مبنای اندازه گیری فاصله الکتریکی رله تا محل خطا کار می کنند. در مواقعی که حداقل جریان خطا قابل مقایسه با جریان بار باشد، این رله ها کاربرد وسیعی پیدا می کنند و این از آنجا ناشی می شود که رله های دیستانس به جریان حساس نیستند، بلکه امیدانس ظاهری تا محل خطا را می سنجند. رله های دیستانس دارای یک امیدانس داخلی بنام امیدانس تنظیم رله می باشند. این امیدانس (برابر امیدانس قسمتی از خط است که رله باید آن قسمت را مورد حفاظت قرار دهد.

ساختمان رله دیستانس

این رله با دو عنصر ولتاژ و جریان سر و کار دارد و نسبت این دو پارامتر را می سنجد. یعنی در اصل از دو ترانس ولتاژ و جریان تشکیل شده است به طور کلی می توان گفت که یک رله دیستانس از قسمت‌های زیر تشکیل شده است:

(۱) عضو تحریک کننده (۲) عضو سنجی رله دیستانس (۳) عضو جهت یاب (۴) تعداد زیادی رله کمکی

طرز کار بدین صورت است که از سیم پیچ عمل کننده جریانی متناسب با جریان اتصال کوتاه می گذرد و هنگامیکه جریان خطا به یک آستانه رسید، این سیم پیچ تحریک شده و کنتاکتهای مربوطه را به هم وصل می کند در نتیجه رله عمل می کند و مدار را قطع می کند و در ضمن سیم پیچی که سیم پیچی باز دارنده نام دارد نیروی مقاوم یا نیروی باز دارنده را تولید می کند و باعث تولید گشتاور در خلاف جهت گشتاور حاصل از سیم پیچ عمل کننده می گردد. لذا هر چه ولتاژ بیشتر باشد یا نقطه اتصال کوتاه از رله دورتر باشد نیروی سیم پیچ بازدارنده بیشتر شده و در اصل مقاومت ظاهری خط تا نقطه اتصالی بیشتر می شود. به طور کلی در یک رله دیستانس از یک تحریک جریان زیاد و یک تحریک ولتاژ کم و در نتیجه از تحریک توسط امیدانس کم استفاده می شود. در تحریک توسط جریان زیاد از یک رله جریان زیاد که برای $0/8$ تا ۲ برابر جریان نامی ترانسفورماتور جریان قابل تنظیم است، استفاده می شود و می توان با توجه به نوع شبکه، در مواقعی که نقطه صفر ستاره آن ایزوله باشد، از دو رله استفاده کرد. در مواقعی که شبکه مستقیماً به زمین وصل شده باشد از سه رله استفاده می شود، البته رله سوم، رله اتصال زمین می باشد تحریک توسط رله های جریان زیاد در شبکه هایی قابل استفاده می باشد که حداقل جریان اتصال کوتاه فازی از ماکزیمم جریان کار عادی و نرمال شبکه بیشتر باشد.

رله دیفرانسیل

رله دیفرانسیل برای حفاظت سیستم‌های کوتاه مثلاً در داخل نیروگاه و یا پست به علت کوچک بودن امپدانس آن نمی‌توان از رله دیستانس استفاده کرد. لذا در اینگونه مواقع بیشتر از رله دیفرانسیل استفاده می‌شود. رله دیفرانسیل بر اساس مقایسه جریانها کار می‌کند و بدینوسیله جریان در ابتدا و انتهای وسیله که باید حفاظت شود، سنجیده شده و با هم مقایسه می‌شود. این تفاوت جریان در دو طرف محدوده حفاظت شده اغلب در اثر اتصال کوتاه یا اتصال زمین بوجود می‌آید. در صورتی که قبل از اتصالی شدن مسلماً جریانهای دو طرف با هم برابر هستند. این ترانسفورماتورهای جریان باید دارای جریان زگوند برابر و منحنی مغناطیسی برابر باشند و طوری مخالف یکدیگر بسته شوند که در حالت عادی و نرمال، جریانهای زگوند همدیگر را خنثی کرده و رله بدون جریان باشد. اگر این برابری جریان در دو طرف محدوده حفاظت شده در اثر یک اتصالی از بین برود، تفاوت جریانهای دو ترانسفورماتور جریان از مدار رله عبور کرده و باعث تحریک آن می‌شود که مستقیم یا غیر مستقیم سبب قطع کلید شبکه می‌گردد. رله دیفرانسیل فقط محدوده داخل خود را محافظت می‌نماید و از این جهت از آن بیشتر برای حفاظت ترانسها، ژنراتورها و موتورهای فشار قوی و شین‌ها استفاده می‌شود و چون از اول و انتهای محدوده حفاظت شده باید سیم‌های سنجش به محل رله کشیده شود لذا این روش در حفاظت سیستمهای انتقال انرژی کمتر مورد استفاده قرار می‌گیرد. برای رله دیفرانسیل معمولاً از رله جریان ساده استفاده می‌شود و جریانی که رله را به کار می‌اندازد برابر با تفاوت جریانهای زگوند ترانسفورماتور می‌باشد. ولی از آنجا که منحنی مغناطیسی ترانسفورماتورهای جریان دو طرف محدوده حفاظت شده، مخصوصاً در موقع عبور جریان اتصال کوتاه که خیلی بزرگتر از جریان نامی ترانسفورماتور جریان می‌باشد با هم برابر نیستند، اغلب اتفاق می‌افتد که رله دیفرانسیل در اثر اتصال کوتاه خارج از محدوده حفاظت شده عمل نماید. برای رفع این عیب باید رله دیفرانسیل در مقابل هر خطایی که در خارج از محدوده حفاظت شده اتفاق می‌افتد بی‌اعتنا باشد. این گونه رله دیفرانسیل را رله پایدار می‌نامیم. برای تعیین اتصال دو فاز داخلی و حفاظت ژنراتور در مقابل اثرات نامطلوب آن از همه مناسبتر رله دیفرانسیل می‌باشد. رله دیفرانسیل را نباید خیلی دقیق تنظیم نمود زیرا دقت زیاد باعث قطع بی‌موقع رله می‌شود. از این جهت رله دیفرانسیل عادی را معمولاً طوری تنظیم می‌کنند که اگر تفاوت جریان برابر با ۱۰ تا ۲۰ درصد جریان شد، رله عمل می‌کند، در صورتیکه نخواسته باشیم دقت و حساسیت رله دیفرانسیل را کوچک کنیم، باید از رله دیفرانسیل پایدار استفاده کنیم. برای حفاظت اتصال دو فاز ژنراتوری که در حالت خیلی استثنائی سیم پیچی استاتور آن به صورت مثلث بسته شده است، باید سیم پیچی زگوند ترانسفورماتورهای یک طرف ژنراتور را نیز به صورت مثلث وصل کرد زیرا همانطور که می‌دانیم اولاً جریان در سیمهای خروجی ژنراتور ۳ برابر جریان داخلی ژنراتور می‌باشد و در ثانی این دو جریان نسبت به هم ۳۰ درجه اختلاف فاز دارند و چون ترانسفورماتورهای جریان یک طرف ژنراتور در شاخه مثلث قرار می‌گیرد، اگر نسبت تبدیل ترانسفورماتور ۳ باشد و طرف زگوند آن را به صورت مثلث ببندیم، جریانهای خروجی ترانسفورماتورهای جریان ۳ برابر بزرگتر خواهد شد و در این صورت می‌توان از ترانسفورماتور با نسبت تبدیل برابر استفاده کرد. در اتصال واحد ژنراتورها می‌توان فقط از یک رله دیفرانسیل استفاده کرد و آن را طوری بست که ژنراتور و ترانسفورماتور هر دو در مقابل اتصال دو فاز حفاظت شوند. در این

حالت باید نسبت تبدیل ترانسفورماتورها را نیز در نظر گرفت و در ضمن نوع اتصال ترانسفورماتورهای قدرت در انتخاب ترانسفورماتورهای جریان موثر می باشد. اتصال کوتاه در استاتور ژنراتور در مرحله های ابتدایی و اولیه سبب خراب شدن و سوزاندن آهن دندانه های استاتور نیز می گردد. از رله دیفرانسیل می توان برای حفاظت بعضی از خطوط انتقال انرژی بکار برده می شود و به دو دسته طولی برای سیم های ساده و عرضی برای سیمهای موازی تقسیم می شود. این طریقه حفاظت به جهت اینکه فقط خطای موجود در محدوده خود را تعیین می کند و نمی تواند حتی به عنوان رزرو، حفاظت قسمتهای دیگر شبکه را به عهده بگیرد نسبت به رله های دیگر مثل رله جریان زیاد زمانی و رله دیستانس در درجه دوم اهمیت قرار دارد. از این جهت هیچ گاه سیمی را فقط با روش مقایسه حفاظت نمی کنند بلکه همیشه این روش حفاظتی در کنار رله جریان زیاد و نرمالی و یا رله دیستانس در شبکه بکار برده می شود. از این روش معمولاً موقعی استفاده می شود که خواسته باشیم قطعه سیم کوتاه یا شین اتصالی شده را در کمترین زمان ممکنه از شبکه خارج کنیم. در ثانی ارزش این روش در حفاظت قطع سیم کوتاه و یا رساناهای با مقاطع بزرگ می باشند زیرا امپدانس چنین قطعه سیمی به قدری کوچک می شود که نمی توان برای حفاظت آن از رله دیستانس استفاده کرد.

برقگیر (Lighting Arrester) L.A

وظیفه برقگیر حفاظت تجهیزات پست در برابر اضافه ولتاژهای گذرا به خصوص اضافه ولتاژهایی که از خارج پست وارد می شوند و معمولاً در ابتدای خطوط ورودی قرار می گیرد و به صورت موازی با فاز و زمین است.

خصوصیات مورد انتظار از برقگیر :

(۱) در برابر ولتاژ نامی شبکه از خود عکس العملی نشان ندهد (۲) سرعت عملکرد زیاد در برابر اضافه ولتاژهای گذرا (۳) پس از وقوع اضافه ولتاژ ارتباط شبکه با زمین را قطع کند (۴) قابلیت تحمل عبور جریان هنگام عملکرد را داشته باشد

انواع برقگیر:

(۱) برقگیر نوع شاخکی یا میله ای (۲) برقگیر با مقاومت غیر خطی

برقگیر نوع شاخکی یا میله ای

این مکانیزم یک مکانیزم تصادفی و از نظر قابلیت اطمینان بالا نیست. برای محافظت بوشینگ از حرارت ناشی از وقوع اتصال کوتاه (قوس الکتریکی) شاخک را با آن در فاصله قرار می دهند، عملکرد آن مانند حالت وقوع اتصال کوتاه می باشد. عملکرد آنها سریع نمی باشد چرا که پدیده بهمنی برای وقوع شکست الکتریکی زمانبر است و ممکن است پس از عبور پیک ولتاژ ضربه عمل کند ادامه عملکرد برقگیر پس از رفع اضافه ولتاژ و برگشت ولتاژ به ولتاژ نامی زمانبر می باشد.

برقگیر با مقاومت غیر خطی

مقاومتهای غیر خطی با افزایش ولتاژ خیلی سریع کاهش می یابد در واقع در برابر ولتاژ نامی مقاومت بسیار زیاد و کاهش سریع و قابل ملاحظه مقاومت در برابر اضافه ولتاژهای گذرا، بنابراین هنگام بروز اضافه ولتاژها عمل کرده و اتصال با زمین را برقرار می سازد

انواع برقگیر با مقاومت غیر خطی

الف) برقگیر نوع سیلیکونی: دارای جریان نشتی در ولتاژ نامی هستند چرا که در ولتاژ نامی مقاومت آنها زیاد نیست. برای افزایش مقاومت آن چندین فاصله هوایی به صورت سری با آن قرار می دهند. تعداد فاصله های هوایی بستگی به سطح ولتاژی دارد که برقگیر در آن استفاده می شود. فواصل هوایی با هم از نظر اندازه یا طول برابر اما اختلاف پتانسیل دو سر آنها یکسان نمی باشد. به این منظور برای یکنواخت سازی ولتاژ از خازن استفاده می نمایند

ب) برقگیر نوع اکسید روی (ZNO)

مقاومت بسیار زیاد در برابر ولتاژ نامی شبکه، عدم وجود جریان نشتی، عدم نیاز به فاصله هوایی، ساختمان ساده، سبکتر بودن و عملکرد بهتر از جمله مزیت‌های این نوع برقگیر می باشد.

لاین تراپ (LINE TRAP)

لاین تراب یا تله موج: امروزه یکی از اجزای اصلی در هر پست فشار قوی، سیستم ارتباطی PLC است. از این وسیله برای ارتباط صوتی استفاده می شود و در کاری حساس تر جهت انتقال داده های هر پست و سیستم های حفاظتی نیز استفاده می نمایند. خطوط فشار قوی به عنوان سیم های ارتباطی بین دو نقطه در ارتباط ها نقش دارند، برای در خدمت گرفتن از این کابل های ولتاژ بالا و فرکانس ۵۰ هرتز برق احتیاج به لوازمی است که بتواند اطلاعات و صوت و تصویر را با فرکانس مشخص (عموماً بین ۳۰۰ تا ۲۰۰۰ هرتز) بر روی سیستم انتقال انرژی منتقل نماید. این وسیله به طور عموم به تله موج شناخته می شود که شامل اجزایی است و تنظیمات خاص خود در ولتاژهای مختلف را دارد که در این مقوله با این تجهیز بیشتر آشنا می شویم .

لاین تراب از اجزایی تشکیل شده است که به مهمترین آنها می پردازیم:

(الف) کویل اصلی: عموماً به شکل استوانه ای است و شامل اندوکتانس اصلی مدار (حداکثر تا ۲ میلی هانری) لاین تراب می باشد. جنس آن عموماً از آلومینیوم سبک است و به طور سری با سیستم انتقال انرژی از یک طرف و با ترانس ولتاژ خازنی از طرف دیگر ارتباط دارد. این کویل تحمل بالایی دارد به طوریکه در برابر جریانات اتصال کوتاه و رعد و برق تحمل پذیری بالایی دارد و هادی های آن مستقیم توسط جریانات هوا خنک می شوند کویل را در برابر نفوذ پرندگان توسط سیم های توری در دو سر کویل محافظت می نمایند. بسته به طراحی کویل به صورت آویزان و یا بر روی ترانس ولتاژ نصب می شود (چه به صورت ایستاده و یا خوابیده)

(ب) برقگیر: کار برقگیر مشخص است، جهت زمین کردن اضافه ولتاژها در داخل کویل این برقگیر نصب می شود. البته در دو سر کویل هم جهت جلوگیری از کرونا می توان حلقه های محدود کننده تعبیه شود.

(ج) واحد تنظیم کننده: واحد تنظیم کننده در محفظه ای عایق و به صورت موازی با کویل اصلی به شکلی قابل انعطاف در داخل استوانه کویل قرار دارد. کار این دستگاه تطبیق امپدانس است که در کا رخانه سازنده با توجه به سفارش مشتری تنظیم می شود و در هنگام نصب تغییری در آن نمی توان ایجاد نمود هنگام کار بروی واحد تنظیم کننده باید آنرا حتماً اتصال کوتاه نمود چون به علت میدانهای الکتریکی ممکن است تا ولتاژهای بسیار بالایی شارژ شود و برای مدت زمانی می تواند باقی بماند.

دستگاه فرستنده گیرنده PLC:

این وسیله وظیفه ارسال و دریافت سیگنالهای مخ ابراتی را به عهده دارد. محدوده فرکانس مورد استفاده در سیستمهای PLC بین ۳۰ تا ۵۰۰ کیلو هرتز قرار دارد. حد بالاتر از ۵۰۰ کیلو هرتز به علت وجود نویز زیاد در این محدوده فرکانسی در شبکه های قدرت و حد پایین تر از ۳۰ کیلو هرتز به دلایل اقتصادی انتخاب نمی شوند. سیگنالهای مختلف صحبت، اطلاعات و... در یک باند فرکانس به پهنای ۲/۵ یا ۴ کیلو هرتز چیده شد. و سپس به فرکانسی مطلوب در محدوده ۳۰ الی ۵۰۰ کیلو هرتز مدوله می شوند. در مرحله بعد این اطلاعات از طریق کابل ارتباطی، وسیله کوپلاژ، خازن کوپلاژ و خط انتقال قدرت به سمت دیگر خط ارسال می گردند. در مقصد عمل عکس انجام شده و پس از مدولاسیون، هر بخش اطلاعاتی به واحد مربوطه هدایت می شود. برای ارسال و دریافت همزمان به دو باند فرکانس ۲/۵ یا ۴ کیلوهرتزی نیازمندیم. این باندها ممکن است از نظر فرکانس در مجاورت هم قرار گرفته و یا با یک فاصله نسبت به هم مدوله شوند. بنابراین برای هر کانال ارتباطی مرکب از یک باند فرکانس برای ارسال اطلاعات و یک باند دیگر برای دریافت آنها حداقلی به پهنای باندی در حدود ۸ کیلو هرتز نیاز داریم. برای استفاده بهتر از خط انتقالی انرژی می توان از تعداد کانالهای بیشتری استفاده نمود. تعداد این کانالها بستگی به نیاز پست فشار قوی داشته و با توجه به اهمیت، بزرگی و موقعیت آن انتخاب می شود. تمام این کانالها می باید در محدوده فرکانس ۳۰ الی ۵۰۰ کیلو هرتز قرار داشته باشند.

راکتور

راکتورها در شبکه های انتقال انرژی برای کنترل ولتاژ از طریق جذب توان راکتیو اضافی خطوط به کار میروند. به علت ولتاژ بالای خطوط انتقال انرژی و بستگی توان راکتیو تولیدی آنها به مربع ولتاژ استفاده از راکتور در دوطرف این خطوط امری ضروری است. این راکتورها ثابت روی خط و راکتورهای قابل قطع و وصل در پستها نصب می گردند.

در خطوط توزیع انرژی از راکتور برای محدود کردن جریان اتصال کوتاه استفاده می شود. در این رابطه لازم است که اشباع مغناطیسی سیم پیچهای راکتور در جریان بالا راکتانس سیم پیچ راکتور را کاهش ندهد. اگر جریان خطا بیشتر از سه برابر جریان بار کامل باشد از راکتور با هسته آهنی با ضریب پرمیثیویته مغناطیسی ثابت باید استفاده شود. نظر به اینکه این راکتورها گران هستند از راکتورهای محدود کننده جریان با هسته هوایی استفاده می شود. راکتوری که اندوکتانس آن با قدرمطلق جریان با هسته هوایی استفاده می شود. راکتوری که اندوکتانس آن با قدر مطلق جریان افزایش یابد برای محدود کردن جریان بسیار موثر است ولی این مشخصه از نظر عملی ممکن نیست.

راکتورهای با هسته هوایی دارای دونوع کلی راکتورهای داخل روغن و راکتورهای خشک هستند. خنک کردن راکتورهای داخل روغن بوسیله روشهایی که در ترانسفورماتورهای قدرت به کار می رود انجام میشود. راکتورهای داخل روغن برای هر سطح ولتاژ و در تجهیزات داخل یا خارج ساختمان استفاده می شوند. مزایای دیگر راکتورهای روغنی عبارتند از: ۱- ضریب اطمینان بالا در مقابل قوس الکتریکی ۲- عدم وجود میدان مغناطیسی در خارج تانک و در نتیجه عدم ایجاد حرارت یا نیروهای مغناطیسی در راکتورهای جانبی یا تاسیسات فلزی در اطراف حین اتصال کوتاه ۳- ظرفیت حرارتی زیاد

بهره برداری از راکتورهای خشک بستگی به هوای اطراف برای عایق بندی و خنک کردن دارد. بعلت حریم مورد نیاز و طراحی خاص برای حداقل کردن آنها این راکتورها به ولتاژ ۵/۳۴ بعنوان حداکثر کلاس عایقی محدود می شوند. جریان طبیعی هوا برای انتقال حرارت کافی انجام میشود. این راکتورها نباید با مواد هادی بصورت مدار بسته دور آن محاط شوند. زیرا اندوکتانس متقابل ایجاد شده در مواقع اتصال کوتاه ممکن است برای ایجاد نیروهای مخرب در تجهیزات جانبی کافی باشد.

تجهیزاتی از قبیل تیر آهن صفحه ها و دیگر وسایل فلزی بصورت مشخص یا مخفی اگر چه تشکیل مدار بسته ندهند نباید از حدی نزدیکتر به راکتور قرار داده شوند. بطور مثال حریم جانبی برابر یک سوم قطر خارجی راکتور از آن و حریم از هر سر راکتور برابر نصف قطر خارجی آن می تواند تولید افزایش درجه حرارت حدود ۴۰ درجه سانتی گراد در فولاد کند. در نتیجه حریم کافی برای جلوگیری از این اثرات باید در نظر گرفته شود.

منابع و مأخذ

- ۱- تجهیزات نیروگاه مولف مسعود سلطانی .
- ۲- مقررات و بهره برداری از پست فشار قوی مولف مهندس فریدون مختاری.
- ۳- طراحی و بهره برداری از سیستم های توزیع انرژی الکتریکی مولف دکتر علی اکبر گلکار.