



وب سایت تخصصی برق و الکترونیک ECA

عنوان :

آشنایی با ترانسفورماتور

نگارش :

امیرارسلان

فروردین ۸۹

تعاریف و اصول کار ترانسفورماتور

ترانسفورماتور وسیله ای است که انرژی الکتریکی را در یک سیستم جریان متناوب از یک مدار به مدار دیگر انتقال می دهد و می تواند ولتاژ زیاد و بلعکس تبدیل نماید . ترانسفورماتور امروز یکی از وسایل لازم و حیاتی در سیستم های الکتریکی و همچنین سیستم های تبدیل انرژی می باشد و از دو بخش اصلی زیر تشکیل می گردد :

۱- هسته که از ورقه های نازک فولادی ساخته می شود .

۲- دو یا چند سیم پیچ که در ترانسفورماتور های معمولی با هم رابطه مغناطیسی و در اتوترانسفورماتورها دیگر رابطه الکتریکی و مغناطیسی دارند .

آن بخش از سیم پیچ که از مدار الکتریکی انرژی می گیرد سیم پیچ اولیه بخش دیگر که از آن انرژی گرفته می شود سیم پیچ ثانویه نامیده می شود . سیم پیچ متصل به مدار با ولتاژ زیاد به سیم پیچ فشار قوی (H.W.) و سیم پیچی که به مدار با ولتاژ کم اتصال می یابد به سیم پیچ فشار ضعیف (L.V) معروف است .

ترانسفورماتورهای که ولتاژ سیم پیچ ثانویه از ولتاژ اولیه آن کمتر باشد ترانسفورماتور کاهنده و آنکه ولتاژ ثانویه اش از ولتاژ اولیه بیشتر باشد ترانسفورماتور افزاینده نامیده می شود . اگر یکی از دو سیم پیچ ترانسفورماتور مثلاً اولیه را به منبع ولتاژ متناوب وصل کنیم فوران (فلوی) متناوبی تولید خواهد شد که دامنه اش نسبت مستقیم با ولتاژ دو سر سیم پیچ اولیه و شماره دورهای اولیه دارد .

فوران تولید شده ی سیم پیچ ثانویه را نیز دور میزند و ولتاژی در آن القاء می نماید که مقدار آن به شماره دوره های سیم پیچ ثانویه بستگی دارد . واضح است که ترانسفورماتور ها فقط با وجود فوران های متقابل که هر دو سیم پیچ را دور می زنند کار می کنند .

لازم به تذکر است که این فوران ها (فلوها) از مواد فرو مغناطیسی (پرماییلیته) زیاد به مراتب بهتر از سایر موارد عبور مینمایند و از اینروست که هسته ترانسفورماتورها از آهن (فرومغناطیس) می باشد. برای جلوگیری از اثر تخریبی هوا و بهبود شرایط خنک شدن ترانسفورماتورهای با قدرت زیاد، معمولاً هسته و سیم پیچ های آنها را در مخزن پر از روغن قرار می دهند که این نوع ترانسفورماتور را روغنی می نامند و آنهایی که توسط هوا خنک می شوند به ترانسفورماتورهای خشک معروفند.

انواع کاربری ترانسفورماتورها

- ۱- ترانسفورماتورهای قدرت برای انتقال و توزیع انرژی الکتریسیته
- ۲- ترانسفورماتورهای قدرت که برای مقاصد خاص مثل کوره ها
- ۳- یکسو کننده ها و واحدهای جوشکاری بکار می روند.
- ۴- ترانسفورماتورهایی که برای تنظیم ولتاژ در شبکه های توزیع بکار می روند.
- ۵- اتوترانسفورماتورها جهت تبدیل ولتاژ با نسبت کم و راه اندازی موتورهای القایی
- ۶- ترانسفورماتورهای وسایل اندازه گیری

قسمتهای مختلف ترانسفورماتور

اگر چه اصول کار تمام ترانسفورماتورهای ولتاژ یکسان است ولی در ترانسفورماتورهای بزرگ به علت ولتاژ بالا و عبور جریان زیاد آنها، هسته و سیم پیچ ها به شدت گرم می شوند و امکان بروز خسارت و از کار افتادن ترانسفورماتور وجود دارد، از این گونه ترانسفورماتورها با وسایل ایمنی مجهز می گردند و ساختمان آنها پیچیده تر از ترانسفورماتورهای خشک با قدرت کم می

باشد . با بررسی ساختمان ترانسفورماتورهای روغنی با قدرت زیاد دیگر احتیاجی به تشریح ترانسفورماتورهای کوچی نمی باشد .

قسمتهای مختلف این ترانسفورماتور عبارتند از :

هسته - سیم پیچ ها (بوبین ها) - مخزن روغن - بوشینگ - پاک و لوله انفجار - تاپ
چنچر - ترمومترها - رله بو خهلتنس - درجه نمای روغن - تابلوهای مشخصات - چرخها -
شیرهای مختلف رواشها - لوله های ارتباط - ترانسفورماتورهای جریان - جعبه کنترل (فرمان
پنکه ها ، ترموستات ، پمپ ورگولاتور) - سیستم خنک کننده (رادیاتورها - پنکه ها و غیره)

الف - هسته

هسته های ترانسفورماتورها باید تا حد امکان دارای قابلیت نفوذ مغناطیسی خوب و قابلیت هدایت الکتریکی بد باشد . هسته های ترانسها از ورقهای نورد شده ی دیناموبلش یا فریت به ضخامت ۰/۳۵ تا ۰/۵۰ میلیمتر ساخته می شوند . هسته ها به خاطر کاهش تلفات فوکو و هیسترزیس به صورت مورق ساخته می شوند که این ورقه ها نسبت به هم عایق می باشند . این خاصیت توسط یک لایه ی نازک از رزین یا مواد عایقی دیگر تأمین می گردد . هسته های ترانسها بسته به قدرت آنها ساخته و طراحی می گردد . که شامل دو نوع می باشد ، هسته های شکافدار (EI) و هسته های نواری . کاربرد هسته های شکافدار بیشتر از هسته های نواری می باشد . و این به این علت است که این هستهها به راحتی در کنار هم قرار گرفته و سیم پیچ ها بر روی آنها نصب می شوند .

ب - سیم پیچها

سیم پیچ ترانسها اغلب از جنس مس یا آلومینیم انتخاب می شود سیم پیچهای ترانسهای کوچک را معمولاً روی قرقره می پیچند جنس قرقره ها اغلب از ترموپلاست است . در اصل

بیشترین درصد اشکالات ترانسها در این قسمت نقش اصلی را ایفا می کند . سیم پیچها در کل به دو صورت هستند . نواری ، که غیر قابل تعمیر می باشند یا به صورت طبقه طبقه می باشند که به آنها دیسکی هم گفته می شود و قابل تعمیر هستند . سیم های به کار برده شده در ترانسها ، بسته به قدرت آنها تغییر می کنند مثلاً در قدرتهای پایین و متوسط از سیم های با سطح مقطع کوچک و گرد استفاده می شود . در ترانس هایی با قدرت بالا از شمشهائی با سطح مقطع مربعی و یا نواری استفاده می شود .

نحوه ی قرار گرفتن سیم پیچ ها

معمولاً در ترانسها قدرت ، ابتدا سیم پیچ ثانویه یا فشار ضعیف پیچیده می شود و سپس سیم پیچ اولیه یا فشار قوی پیچیده می شود . این کار به خاطر این است که در صورت اتصالی ، سیم پیچ فشار قوی از هسته و اتصال به بدنه دور بماند و همچنین از بالا رفتن شدت میدان میان سیم پیچ اولیه و هسته جلوگیری شود .

نحوه ی اتصال سیم پیچ ها

در ترانسهای سه فاز بسته به شرایط بارگیری ترانس ، اتصال سیم پیچ ها را تعیین می کنند . انواع اتصالات به شرح زیر می باشند :

۱- اتصال ستاره – ستاره (Y-y)

۲- اتصال ستاره – مثلث (Y-d)

۳- اتصال مثلث – ستاره (D-y)

۴- اتصال مثلث – مثلث (D-d)

۵- ستاره – زیگزاک (Y-z)

در میان اتصالات بالا فقط از یکی از آنها نمی توان در سیستم توزیع استفاده کرد . و آن هم اتصال ستاره – ستاره می باشد . در این اتصال ، در صورتی که ترانس به صورت نا متقارن زیر بار

رود ترانس می سوزد . علت این امر این است که ، هنگامی که از یک فاز به یک ترانس ستاره – ستاره جریان بیشتری کشیده شود در هسته شار بیشتری تولید می شود و هسته فوراً اشباع می شود و باعث گرم کردن بیش از حد می شود. از سوی دیگر هم برگشت این جریان از دو بازوی دیگر این ترانس می باشد و بر بازوهای دیگر هم تأثیر می گذارد . در چنین مواردی سع می شود در اولیه از اتصال مثلث استفاده شود . و در مواردی که استفاده از اتصال مثلث غیر ممکن باشد از اتصال زیگزکاک در ثانویه ی آن ترانس استفاده می شود تا بر روی دو بازوی ترانس در صورت نامتقارن بودن توزیع شود .

تپ چنجر

در بعضی از مواقع به علت طول زیاد شبکه ی توزیع و انتقال در انتهای خط با افت ولتاژی مواجه می شویم که باید این افت بر طرف شود تا مصرف کننده بتواند بدون هیچ مشکلی از ولتاژ شبکه استفاده کند . در چنین مواقعی از تغییرات نسبت دور در ترانسها استفاده می شود . همان طور که از رابطه اساسی ترانس ها برآورد می شود ($N_1/N_2 = V_1/V_2$) هنگامی که تعداد دور اولیه افزایش یابد ولتاژ خروجی کاهش و با کم کردن تعداد دور اولیه ولتاژ خروجی افزایش می یابد .

تپ چنجر که بر روی اولیه ی ترانسها می باشد ، در واقع تعداد دور اولیه را هنگام پایین بودن ولتاژ شبکه کم می کند و بالعکس . معمولاً تپچنجرها دارای پنج رنج می باشند که از ۱ تا ۵ مدرج می باشد .

عمل تپ چنجر در حقیقت افزایش یا کاهش شماره دوره های مؤثر سیم پیچ ترانسفورماتور می باشد و استفاده از تپ چنجر (یارگولاتورولتاژ) در ترانسفورماتور های با قدرت زیاد می باشد . تپ چنجرها امروزه با طرح های مختلف در حال کارند و معمولترین آنها شامل راکتورها یا مقاومتهای

محدود کننده جریان می باشند . تغییر ولتاژ توسط تپ چنجر و جریان حاصله در مدار و قوس های الکتریکی آن امکان سوختن شدید و از بین رفتن کنتاکتها را بوجود می آورد و وجود قوسها ی الکتریکی و حرارت حاصل از آن خود دلیل مجزا نمودن تاپ سلکتور و کنتاکتورها در تانک روغن جداگانه ای قرار می گیرند و بدین ترتیب بدون اینکه کنتاکتها صدمه ببینند قوس الکتریکی نیز از بین می رود . ضمناً بدون باز کردن ترانسفورماتور کنتاکتها می توانند بازرسی شوند و روغن فاسد شده در اثر قوسهای الکتریکی به آسانی تعویض شود . سوئیچ و کنتاکتورها توسط چرخ دنده و با موتور الکتریکی عمل می نمایند .

تانک روغن

تانک روغن مخزن روغنی است که هسته و سیم پیچ های ترانسفورماتور در آن قرار می گیرند ترانسفورماتورهای روغن تا ۴۰ KVA ممکن است فقط دارای تانک با دیواره های صاف و بدنه و وسائل خنک کننده اضافی باشند . برای ترانسفورماتورهای بزرگتر سطح صاف برای از بین بردن حرارت کافی نبوده و باید بطور مصنوعی افزایش یا باید در آنها وسائل خنک کننده اضافی تعبیه گردد . در ترانسفورماتورهای تا ۱۶۰۰ KVA سطح تانک توسط لوله هایی که از خارج به بدنه تانک جوش می خورند افزایش می یابد .

ترانسفورماتور های از ۱۰۰۰ تا ۱۰۰۰۰ KVA با تانک ساده از رادیاتورهایی که با اتصالات فلانچ به تانک جوش می خورد استفاده می نمایند در قدرت های بالاتر از ۱۰۰۰۰ KVA خنک کردن با روغن بطور طبیعی کافی نبود و باید از جریان هوا و روغن با فشار استفاده شود . یک تانک شامل یک دیواره ، کف و قاب به بالای دیواره جوش داده می شود و شامل نوار فولادی است که حاوی سوراخ هایی به فواصل مساوی می باشند .

یک پوشش (کاور) از ورق فولادی به قاپ پیچ می شود . ضمناً در روی تانک محل هایی برای حمل و نصب ترانسفورماتور در نظر گرفته می شود .

مخزن روغن

مخزن روغن در حقیقت یک طبل فولادی است که بطور افقی روی تانک نصب می شود و توسط یک لوله به آن ارتباط می یابد این مخزن طور ساخته می شود که بتوان کف آن را جهت تمیز نمودن و رنگ زدن جدا نمود . باک ها با والو روغن و رطوبت گیر مجهز می شوند تا بتوان رطوبت هوایی را که در مخزن به علت کم شدن روغن وجود دارد بر طرف نمود . هوا از طریق یک ماده جذب کننده رطوبت بنام سیلیکاژل (Silicagel) عبور می کند و در حالت خشک وارد مخزن می شود . والو روغن گرد و خاک را از هوا دور (جدا) می نماید و مواد جذب کننده را از اثرات رطوبت موجود در محط محافظت می نماید . در یک محفظه سیلیکاژل ، هوا ابتدا از یک توری عبور کرده و سپس پس از عبور روغن به منظور گرفتن گرد و غبار و رطوبت به سیلیکاژل رسیده و پس از رطوبت گیری کامل به بک ترانسفورماتور هدایت می شود .

بدنه

بدنه ترانسها از فولاد می باشد و در بعضی مواقع از استیل است . بر روی بدنه ترانسها رادیاتورهایی جهت تهویه و خنک شدن هر چه سریعتر ترانس تعبیه شده است . بر روی بدنه ، شیر تخلیه ی روغن ، تانک روغن ، مقرهای فشار ضعیف و فشار قوی قرار می گیرند .

تابلو مشخصات ترانسفورماتور

این تابلو (یا پلاک) که بر روی ترانسفورماتور نصب می شود معمولاً دارای مشخصات زیر است : نوع ترانسفورماتور - شماره سریال ترانسفورماتور - سال مونتاژ - تعداد فازها - گروه

ترانسفورماتور - فرکانس - نوع خنک کردن - قدرت اسمی - وزن کل - وزن روغن - و دیاگرام
سیم پیچی .

سیستمهای خنک کننده ی ترانسها

ترانسها را می توان از نظر سیستم خنک کنندگی به چند گروه تقسیم کرد . ترانسهایی که با جریان هوا خنک می شوند و ترانسهایی که با روغن خنک می شوند و یا ترکیبی از هر دو انتخاب سیستم خنک کننده ، بسته به قدرت ترانس و محل استفاده از آن می باشد . مثلاً در محل هایی که بلاجبار ترانس باید در سالن یا محل کار باشد از ترانسهایی با سمغ ریختگی استفاده می شود . این انتخاب به این علت است که چون امکان آتش سوزی در کارگاه یا محل کار وجود دارد از ترانس با سیستم روغنی استفاده نمی شود .

در ترانس های توزیع معمولاً از سیستم خنک کنندگی روغن استفاده می شود . معمولاً بر روی پلاک ترانس ها ، نوع سیستم خنک کنندگی آنها نوشته می شود . که نمونه ای از آنها در زیر نوشته شده اند :

روغن طبیعی و هوای طبیعی (ONAN)

روغن با گردش توسط پمپ و هوای طبیعی (OFAN)

روغن طبیعی و پنکه های خنک کننده (ONAF)

تلفات ترانسفورماتور باعث گرم شدن ترانسفورماتور می شود و اگر حرارت ایجاد شده بخارج هدایت نشود بار دهی ترانسفورماتور کم شده و چه بسا باعث سوختن ترانسفورماتور می شود .
برای خنک کردن ترانسفورماتور بر حسب نوع ترانسفورماتور (ترانسفورماتور خشک و ترانسفورماتور روغنی) طرق مختلفی موجود است که عبارتند از :

۱ - ترانسفورماتور خشک :

ترانسفورماتور خشک با قدرت زیاد بندرت ساخته می شود زیرا این ترانسفورماتورها از نظر استقامت الکتریکی و دینامیکی خیلی ضعیف تر از ترانسفورماتورهای روغنی می باشند .

ترانسفورماتور های خشک معمولاً با قدرت ۳۰۰ کیلو ولت آمپر و ولتاژ ماکسیموم ۱۰KV ساخته می شوند . زیرا در ولتاژ های زیاد فاصله پیچک ها از یکدیگر و از قسمت هائی که مربوط به مدار جریان نیستند خیلی زیاد می شود بطوری که برای ترانسفورماتورهای بیش از ۱۰KV نیز ترانسفورماتورهای روغنی با صرفه تر است.

در امریکا ترانسفورماتورهای خشک تا ولتاژ ۱۵KV و قدرت ۶۰۰۰ کیلو ولت آمپر نیز ساخته شده است .

در ترانسفورماتور های خشک با قدرت کم معمولاً وسیله اضافی برای خشک کردن ترانسفورماتور بکار برده نمی شود بلکه همان خنک شدن طبیعی در اثر تماس مداوم و عادی هوا با سطوح ترانسفورماتور کافی است . این نوع ترانسفورماتور را که خود به خود خنک می شود با TS نشان می دهند . ترانسفورماتور هایی با قدرت بیشتر کمک فنتیلاتور (باد زن) مخصوص خنک می کنند . این ترانسفورماتورها با علامت TF مشخص می شوند . در این طریق خنک کردن حرکت وسیر کولاسیون هوا به وسیله فنتیلاتور زیاد و سریع شده در نتیجه هدایت حرارت بخارج سریع تر عملی می گردد . ترانسفورماتور های خشک باید حتی الامکان بطور دائمی به ولتاژ وصل باشد و از شبکه برق قطع نگردند زیرا قطع شدن آن باعث خنک شدن عرق کردن و مرطوب شدن ترانسفورماتور می گردد .

۲ - ترانسفورماتور روغنی

در این ترانسفورماتور ها روغن واسطه انتقال حرارت از هسته و سیم پیچ ترانسفورماتور به هوای خارج می باشد .

طرق مختلف خنک کردن ترانسفورماتور های روغنی به شرح زیر است :

الف - خشک کردن طبیعی : (OS)^۱

این نوع خنک کردن عملاً بدون هیچ واسطه ای انجام می گیرد و در حقیقت برداشت حرارت در اثر تشعشع ، هدایت و انتقال حرارت بطور عادی و طبیعی انجام می شود و ساده ترین و ارزانه ترین روش خنک کردن ترانسفورماتور است زیرا ترانسفورماتور احتیاج به هیچ گونه مراقبت و نگهداری ندارد .

لذا در صورتی که تلفات ترانسفورماتور تا حدودی باشد که بتوان از این نوع خنک کردن استفاده کرد حتماً روش دیگری برای خنک کردن ترانسفورماتور به کار برده نمی شود

در ترانسفورماتور های کوچک تا قدرت ۳۰ کیلو ولت آمپر کافی است که سطح جدار خارجی منبع روغن صاف باشد و در قدرت های بیشتر تا ۶۰۰۰ کیلو ولت آمپر برای بزرگ کردن سطح تماس منبع روغن با هوا منبع روغن را پرده دار و یا موجی درست می کنند و در قدرت های بیشتر تا حدود ۲۰۰۰۰ کیلو آمپر منبع روغن دارای لوله های خنک کننده مجزا می باشد .

در پیوست ترانسفورماتور با منع پرده ای و ترانسفورماتور با لوله های خنک کننده را نشان داده ام . چنانچه دیده می شود منبع ترانسفورماتور دارای لوله هائی است که به داخل ترانسفورماتور راه ندارند . روغن گرم از بالای ترانسفورماتور وارد این لوله ها شده پس از خنک شدن مجدداً در زیر ترانسفورماتور راه می یابد و در آنجا مجدداً گرم شده و در سطح روغن بالا می رود . این لوله ها ضریب خنک کنندگی روغن را زیاد می کند و به این جهت سبب می شود که حجم روغن این ترانسفورماتور ها قدری کمتر از ترانسفورماتور پرده ای مشابه خود باشد .

^۱ O علامت روغن و S علامت خودی (سلف سرویس) است.

لوله ها متناسب با قدرت ترانسفورماتور در ۲ یا ۵ ردیف در اطراف منبع ترانسفورماتور نصب می شود . عمل خنک کردن بطور طبیعی را می توان با جریان انداختن سریع روغن توسط پمپ مخوصی تسریع نمود .

در بعضی از ترانسفورماتور ها که دارای تلافات بیشتر می باشند از رادیاتور مخصوص استفاده می شود و در صورتیکه ترانسفورماتور خیلی بزرگ باشد بخاطر جلوگیری از مشکلات حمل و نقل رادیاتور ها را طوری می سازند که در موقع حمل و نقل از ترانسفورماتور جدا شده و در محل مجدداً نصب شود .

این گونه ترانسفورماتور ها در محل ارتباط بین مخزن و رادیاتور دارای فنتیل مخصوصی می باشند که خارج شدن روغن ترانسفورماتور جلوگیری می کند .

ب- خنک کردن غیر طبیعی

ترانسفورماتور های خیلی بزرگ و یا ترانسفورماتورهایی که در اطاق سرپوشیده و کوچک نصب می شوند (پست ترانسفورماتور محصور) باید مصنوعی خنک شوند تا عمل خنک شدن تسریع یابد و از باردهی ترانسفورماتور کاسته نگردد . خنک کردن مصنوعی بیشتر به کمک آب (OW) و یا به کمک جریان انداختن سریع هوا (فنتیلاتور) (OF) انجام می شود .

خنک کردن ترانسفورماتور به کمک آب دو طریق است :

۱) خنک کردن روغن ترانسفورماتور در داخل منبع آب

۲) خنک کردن روغن ترانسفورماتور در خارج از منبع

در طریقه اول لوله های اب سرد از داخل منبع ترانسفورماتور در کنار دیواره های منبع و یا سقف منبع عبور داده می شود و جریان آب سرد باعث خنک کردن روغن می گردد . در این طریق نشت کردن احتمالی اب باعث خراب شدن ترانسفورماتور می شود .

در طریقه دوم روغن گرم از ترانسفورماتور خارج شده و به کمک آب خنک شده مجدداً به داخل ترانسفورماتور تزریق می شود .

چنانچه دیده می شود روغن از بالای ترانسفورماتور توسط پمپ روغن خارج شده پس از خنک شدن در کولر ابی مجدداً از زیر ترانسفورماتور وارد منبع روغن می شود .
در ترانسفورماتور هایی با قدرت زیاد از کولر مخصوصی استفاده می شود . رد این کولر آب و روغن در خلاف جهت یکدیگر جریان دارند و عمل خنک کردن روغن بطور قابل ملاحظه ای تسریع می گردد . در صورتیکه ترانسفورماتور هائی که در فضای آزاد نصب می شوند در روی بدنه خود دارای فنیلاتور های هوا می باشند .

۳- تهویه / تاق ترانسفورماتور

همانطور که می دانیم راندمان یک ترانسفورماتور در بارنامی N و $\cos\phi = 1$ برابر است با:

$$\eta\% = 100 \frac{VT.100}{N}$$

لذا با داشتن راندمان و قدرت ترانسفورماتور می توان تلفات حرارتی ترانسفورماتور را طبق رابطه زیر بر حسب Kcal/h بدست آورد :

$$V_T = 17.2N[1 - \eta]$$

اگر راندمان ترانسفورماتور فرض شود تلف حرارتی ترانسفورماتور برابر :

$$V_T = 17.2N[Kacl/h]$$

خواهد شد در این رابطه N قدرت ترانسفورماتور بر حسب کیلو ولت آمپر می باشد.

شین

تمام ژنراتورها و ترانسفورماتورها و سیمها و کابل های یک نیروگاه یا یک تبدیل گاه که ولتاژ مساوی دارند با یک شمش یا یک رسانا به نام شین در هر فاز بهم وصل می شوند . در شین تمام انرژی ژنراتور و یا ترانسفورماتورها و یا هر دو به هم می پیوندند و از آن ها به طور مستقیم با همان ولتاژ و یا به کمک ترانسفورماتور افزایشده یا کاهشده با ولتاژ دیگر به مصرف کننده ها و یا شین های دیگر هدایت می گردند . لذا می توان گفت که شین وسیله جمع و پخش انرژی در آن واحد است .

شین ها را می توان به طور کلی به دو دسته تقسیم کرد :

الف – شین ساده

ب – شین چندتایی (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 شین ها برای تغذیه تبدیل گاهها یا مصارف بزرگ استفاده می شود . هر یک از ژنراتورها و خطوط انتقال انرژی دارای دیژنکتور سه فاز مخصوص به خود میباشد . در ضمن هر یک از کلیدهای قدرت مربوط به ژنراتور با یک سکسیونر سه فاز به شین وصل می شوند تا در موقع قطع ژنراتور بتوان دیژنکتور مربوطه را سرویس و تعمیر نمود . در صورتیکه دیژنکتورها فاقد سکسیونر باشند یکی از قطبهای کلید قدرت که به شین وصل است همیشه ولتاژ شین را خواهد داشت .

ب - شین چندتائی یا شین مرکب

شین های ساده که فوقاً به آن اشاره شد دارای معایبی به شرح زیر است :

اول - تمیز کردن مقره ها و متعلقات دیگر شین بدون قطع برق به سادگی ممکن نیست .

دوم - گرفتن انشعاب جدید از شین ساده بدون قطع برق امکان پذیر نیست ، به عبارت دیگر توسعه شبکه برق فقط با قطع برق ممکن است .

سوم - خراب شدن دیژنکتور هر یک از سیم های انتقال انرژی باعث قطع برق آن خط می شود .
برای بر طرف 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 دابل (دو شین به ازای هر فاز) معمولاً یک شین زیر بار است و شین دیگر به عنوان رزرو به کار 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 ما نیمی از سکسیونر ها باز و نیم دیگر بسته هستند .

مشخصات و طرز انتخاب شین فشار ضعیف

شین ها معمولاً از مس (E-CU) و یا از آلومینیم (E-A1) ساخته می شوند و در مواقع خاص می توان از آلیاژ آلومینیم که دارای خواص الکتریکی و مکانیکی خوبی هستند و نیز استفاده کرد .

استقامت استاتیکی آلومینیم زیادتز از مس است زیرا در ضمن اینکه مقطع آن نسبت به مس بزرگتر است وزن آن کمتر می باشند تحمل دینامیکی آلومینیم و مس با هم برابر است زیرا گرچه استقامت آلومینیم متر است ولی در عوض سطح مقطع آن بزرگتر است .

ازدیاد درجه حرارت توسط ازدیاد شدت جریان و یا جریان اتصال کوتاه در آلومینیوم کمتر است زیرا جریان مخصوصی آلومینیوم کمتر از مس است و تشعشعات حرارتی و تبادل حرارتی آن بهتر است. آلومینیوم در موقع جرقه زدن و سوختن ایجاد خاکستر زیاد نمی کند و چون جسم باقیمانده هادی الکتریسیته نمی باشد به مقره ها و پایه های عایقی شین آسیب نمی رساند.

مس در مقابل بخار گوگرد خیلی حساس است، مس و گوگرد در هوای آزاد با هم ترکیب می شوند و سپس ایجاد اکسید مس (CU_2O) می کند که دارای قابلیت هدایت بسیار کمی است و باعث می شود که بخصوص در کنتاکتها اگر دائماً قطع و وصل نشود عمل کنتاکت دهی و هدایت جریان را مختل کند.

آلومینیوم گرچه در مقابل اسید کلریدریک و اسید سولفوریک و آمونیاک با ثبات است ولی به علت ناپایدار بودن در مقابل بخار کلر و جیوه و بسیاری از مواد شیمیایی دیگر باید در موقع بکار بردن شین های مسی و یا آلومینیومی در تابلوهای برق رسانی کارخانجات شیمیائی دقت و مطالعه کافی انجام گیرد.

معایب مهم آلومینیوم عبارتند از: اکسیداسیون سطحی، فرورفتن در اثر فشار و اثر الکترولیتی شدید.

در دست های فشار ضعیف فواصل شین ها بستگی به جریان اتصال کوتاه (جریان ضربه ای) و مقطع ماشین بستگی به جریان نامی دارد.

برای تعیین و انتخاب مقطع شین های مسی و یا آلومینیومی معمولاً از جد اولی که بدین منظور برحسب شدت جریان و باردهی شین ها و درجه حرارت مجاز داده شده است استفاده می شود.

ایزولاتور (مقره)

مقره ها نگهدارنده قسمت هایی 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 الکتروستاتیکی که به آنها وارد می شود . در نامناسب ترین شرایط (مه ، باران ، شب نم و آلودگی) 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 (صمغ مصنوعی ، آرالدیت و غیره) نیز در شرایط خاصی استفاده شده است . مواد اولیه چینی که در ایزولاتور از آن استفاده می شود عبارتست از ۳۳٪ - ۱۸٪ فلواسپات و ۴۳-۴۶٪ کائولین و ۱۰-۳۰٪ کوارتز

انواع تکیه گاه ها و مقره ها

تکیه گاه ها را می توان به طور کلی به دو دسته تقسیم کرد :

الف - مقره ها داخلی (مقره هائی که در شبکه و تأسیسات سرپوشیده به کار برده می شود)

ب - مقره های خارجی (مقره های مخصوصی شبکه و تأسیسات در هوای آزاد)

مقره های داخلی

الف - مقره های مقوائی

مقره های مقوائی 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 طولهای مختلف قابل برش هستند و از این جهت است که بیشتر از آن در اسباب و ادوات فشار قوی مخصوص آزمایشگاهها و لابراتوارها استفاده می شود . در ضمن ایزولاتورهای مقوائی 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 - تکیه گاههای سرامیکی

مقره های سرامیکی را می توان به طور کلی به دو دسته تقسیم کرد :

۱- ایزولاتورهای توپر

۲- ایزولاتور 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 شکند و مقاوم است .

در ایزولاتورهای توخالی 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 زودرس می باشد موجود است .

تکیه گاههای توپر را که غیر قابل شکست الکتریکی هستند می توان فقط تا یک قطر معین و محدودی (۱۶۰ mm) ساخت که مسلماً نمی تواند جوابگوی نیروی مکانیکی و الکترو دینامیکی در تمام قسمت های تأسیسات می باشد . بدین جهت در قسمت هایی از تأسیسات که نیروی مکانیکی بیشتری را باید تحمل کند از مقره های تو خالی استفاده می شود و برای بالا بردن اختلاف سطح شکست داخلی آن سوراخ داخل مقره را پس از پرکردن با گاز خشک ازت با فشار ۱/۵at-۱/۲ می پوشانند .

سوراخ مقره در انتها باریک شده و به یک منفذ باریکی منتهی می گردد که پس از پر شدن با گاز بوسیله شیشه مذاب پوشانده می شود . در ضمن در اطراف سطح خارجی ایزولاتورهای مخصوص شبکه های محصور و سرپوشیده نیز بر آمدگی هایی تعبیه می شود . ولی به هیچ وجه ایزولاتورهای داخلی مانند ایزولاتور های خارجی چتری نیستند .

مقره های خارجی

مقدمه

تکیه گاه ها و مقره های خارجی را می توان به طور کلی به دو دسته تقسیم کرد :

الف- مقره های ثابت که مانند تکیه گاه های داخلی در روی زمین قرار می گیرند و یا اینکه با میله پیچ هایی به دکل های چوبی یا فلزی محکم می شوند و برای ولتاژ های تا 35kv ساخته می شود . این مقره ها به نام مقره یا ایزولاتور ولتا معروف هستند .

ب- مقره های آویزان که برای ولتاژ های زیاد ساخته می شوند و به سه دسته :

الف - بشقابی Kappenisolator

ب- توپر Vollkernisolator

ج- وایزولاتور بلند laystabilisolator تقسیم می شوند .

برای تمام مقره هائی که در هوای آزاد نصب می شوند ، مشکلات زیادی از قبیل باران ، مرو شب نم و اجسام خارجی (آلودگی هوا) بوجود می آید و با توجه به اینکه تمام این عوامل باعث شکست الکتریکی جنبی زود رس می گردد ، ایزولاتور های خارجی باید از نظر شکل ظاهری با ایزولاتور های داخلی متفاوت بکشند .

مقره دلتا

مقره دلتا در ابتدا به صورت دو تکه 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 شد 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 مواد هادی الکتریسیته مثل گرافیت مخلوط می کند .

ایزولاتور های دلتا برای فشار های از 10-35kv و حداقل نیروی شکست 1-1/3t ساخته می شود .

الف- ایزولاتور بشقابی

ایزولاتور بشقابی کلاً از سه قسمت ، بشقاب چینی ، کلاhek فولادی و میله آویز تشکیل شده است . بشقاب چینی سربیک طرف دارای یک برآمدگی تقریباً نیمه کروی است که در داخل کلاhek فلزی قرار می گیرد . ارتباط کلاhek و بشقاب چینی به کمک سیمان یا سرب مذاب انجام می شود .

روی بشقاب صیقلی و 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 ، ایزولاتور های بشقابی مخصوص مناطق مه آلود ساخته شده است . ایزولاتور های بشقابی تنها ایزولاتور های آویزان هستند که از شیشه ساخته می شوند . استقامت مکانیکی ایزولاتور های شیشه ای در حدود ۲۵٪ کمتر از استقامت مکانیکی ایزولاتور چینی هم نظیر هستند .

ب- ایزولاتور

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

ج- ایزولاتور بلند

در فشار قوی همان طور که گفته شد باید چند عدد ایزولاتور بشقابی یا توپر بهم 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 بر طرف کردن این عیب از ایزولاتور بلند ساخته شد .

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 آسان تر و ارزان تر است . مثلاً یک ایزولاتور بلند برای 110kv در حدود 25ky وزن دارد .

از آنجا که شبکه هادر معرض ساعقه و جریان های هجومی می باشد باید تدابیری جهت حفاظت سیستم در برابر این امواج ضربه ای اندیشید ، که عموماً توسط وسائل زیر انجام می شوند :

۱- جرقه گیر

۲- برق گیر که خود به سه نوع زیر تقسیم می شوند :

الف (برق گیرهای با مقاومت غیر خطی و فواصل هوایی

ب) برق گیرهای با مقاومت غیر خطی و فاصله هوایی مجهز به کوپل مغناطیسی خاموش کننده .

ج) برق گیرهای اکسید فلزی یا ZnO بدون فواصل هوایی

جرقه گیرها :

ساده ترین و ارزانترین راه برای حفاظت عایقی در برابر اضافه ولتاژ ضربه ای استفاده از فواصل هوایی می باشد . بدلیل معایب زیر ، امروزه از این وسایل بعنوان حافظ اصلی در برابر امواج ضربه استفاده نمی شود :

الف (در صورت عمل کرد این وسائل ، شبکه با افت شدید ولتاژ روبرو می شود . حتی با سپری شدن ولتاژ ضربه ، جرقه بدلیل حضور ولتاژ همچنان پایدار باقی می ماند، ناگزیر جهت قطع جریان تعقیبی بایستی کلیدهای قدرت عمل کنند .

ب) مشخصه حفاظتی این وسائل شدیداً تابع پلار تیه موج گرایش الکترو دی و شرایط آب و هوایی است .

ج) چنانچه جرقه گیرها در موقعیت مناسب نصب نشوند ، احتمال آسیب دیدن تجهیزات توسط قوس ، نیز سرایت آن به سایر فاز ها وجود دارد . معمولاً در حال حاضر تجهیزاتی همانند مقره ها آویزی مجهز به این جرقه گیرها می گردند .

برق گیرها :

الف) برق گیرهای موسوم یا برق گیرهای با مقاومت غیر خطی و فواصل خطی

در این نوع از برق گیرها ، نقش حفاظتی تجهیزات و شبکه در مقابل موج های گذرا بعهدہ تعدادی المان یا مقاومت غیر خطی که بصورت سری با فاصله هوایی می باشد قرار دارد با این مقاومت ها در مقابل ولتاژ های فرکانس قدرت ، مقاومت زیادی دارند لذا ولتاژ شکست کافی بر روی فاصله هوایی نمی افتد . ولی این مقاومت ها در مقابل ولتاژهای صاعقه و یا کلید زنی ، مقاومت کمی داشته و نتیجتاً ولتاژ بالاتری از حد شکست الکتریکی فاصله هوایی بیشتر است بر روی فاصله هوایی می افتد .

مقایسه اجمالی بین برق گیرهای ZnO و برقگیرهای موسوم :

مزیت عمده برقگیرهای ZnO نسبت به برق گیرهای با فاصله هوایی در این است که جریان این برق گیر در ولتاژ عادی کار به حدود یک میلی آمپر محدود می شود در حالی که این مقدار برای مقاومت های غیر خطی از نوع SIC بسیار بیشتر است ، لذا در برق گیرهای موسوم نیاز به فاصله هوایی می باشد . دیگر مزیت ناشی از حذف فواصل هوایی در برق گیرهای ZnO بشرح زیر می باشد :

۱- تعداد قطعات بطور قابل ملاحظه کم شده و از این سادگی طرح و افزایش قابلیت اطمینان آن شده است .

۲- دقت در طرح و پیش بینی سطوح حفاظتی بیشتر شده و هرگونه عدم قطعیت در رابطه با ولتاژ های جرقه در شرایط مختلف از بین رفته است .

۳- در هنگام ظاهراً شدن اضافه ولتاژ برق گیر ZnO آرام تر و یکنواخت تر دارد ناحیه هدایت شده و یا از آن خارج می شود و این حالت موجب کاهش پدیده های گذرا در سیستم است .

۴- این نوع برق گیرها جریان تعقیبی (جریان هایی که بعد از رفع ولتاژ گذرا هنوز از طریق برق گیر به زمین جریان می یابند) ۲۰۰ الی ۴۰۰ آمپری برق گیرهای موسوم ندارد و بنابراین احتمال قطعی در شبکه بمراتب کمتر است .

۵- رفتار برقگیرها ZnO در مقابل آلودگی بمراتب بهتر است .

۶- کوچکی و سبکی از دیگر مزایای برقگیرهای نوع ZnO بشمار می رود .

برای این ولتاژها در فاصله هوایی شکست الکتریکی رخ می دهد . البته بعلمت مقاومت غیر خطی موجود ، ولتاژ کل خط در حد باقی مانده و حالت اتصال کوتاه جرقه گیر رخ نمی دهد و پس از رفع ولتاژ های گذرا مجدداً مقاومت ، مقاومت های غیر خطی بالا رفته و جرقه خاموش می شود چون جریان دائم این مقاومتها در مقابل ولتاژ فرکانس قدرت نسبتاً بالاتر از نوع ZnO می باشند وجود فواصل هوایی الزامی است .

ب (برقگیرهای با مقاومت غیر خطی و فواصل هوایی مجهز کوپل مغناطیسی خاموش کننده جرقه :

این برقگیر از همان نوع برقگیر با مقاومت غیر خطی و فاصله هوایی هستند که در محفظه فاصله هوایی علاوه بر فاصله هوایی کوپل مغناطیسی هم قرار دارد که عبور جریان از آن در حین

تخلیه میدان مغناطیسی ایجاد می شود . و این میدان بر قوس نیرو وارد می کند که باعث افزایش طول جرقه گشته و نتیجتاً خاموش شدن جرقه راحتتر خواهد بود .

ج) برق گیر های اکسید فلزی Zno بدون خواص هوایی :

این برقگیر از مجموعه ای از مقاومتهای غیر خطی که نسبت به ولتاژ مقاومت بالایی دارند تشکیل شده است ولی در زمان وقوع اضافه بار ولتاژ صاعقه یا کلید زنی در مقابل این موجها مقاومت کمی داشته جریان را از خود عبور می دهد و کل ولتاژی که برای عملکرد این برق گیر لازم است از ولتاژ قابل تحمل تجهیزات (کلید زن صاعقه) پایین تر است . این برقگیر ها فاقد فاصله هوایی می باشند .

تجهیزات و متعلقات برقگیر :

شمارنده موج ضربه :

شمارنده در واقع وسیله ای است که جهت نمایش عمل کردن برق گیر در مقابل ضربه های موج کلید زنی با صاعقه بکار برده می رود . شمارنده توسط کابل یا شیشه مسی به برقگیر وصل شده و جریان تخلیه از طریق این دستگاه به زمین جریان می یابد و هر بار عبور جریان تخلیه ، شمارنده عمل می نماید .

پایه ها یا مقره های عایق کننده :

در برقگیری که می بایست مجهز به شمارنده باشند بایستی تمام جریان تخلیه از شمارنده عبور نماید و مسیر دیگری جهت تخلیه جریان ضربه وجود نداشته باشد تا از عملکرد حتمی شمارنده به ازاء هر بار تخلیه جریان موج اطمینان حاصل شود . لذا لازم است که برق گیر از

استراکچی ایزوله باشد این عمل توسط مقره های کوچکی که زیر پایه های برقگیر نصب می شوند انجام می گیرد .

سوپاپ / اطمینان برقگیر :

یک برقگیر ممکن است در مواردی اضافه بار پیدا کند و معیوب شود . با معیوب شدن برقگیر ، شبکه با یک اتصال کوتاه در محل نصب برقگیر روبرو خواهد شد . اتصال کوتاه در برقگیر باعث تولید گازهای داغ یونیزه با فشار بالا شده و نهایتاً به انفجار برقگیر می انجامد . هدف از تعبیه مکانیزم سوپاپ اطمینان جلوگیری از انفجار ناگهانی و شدید برقگیر است . این انفجار ممکن است باعث آسیب دیدن تجهیزات مجاور و خسارت جانی گردد .

محل نصب برقگیر :

برقگیر ها معمولاً در ورودی خطوط هوایی به پست ، اطراف ترانسفورماتور های قدرت و ترمینالهای راکتور نصب می شوند . و وجودیکه کابلها تحت تأثیر ولتاژ صاعقه قرار نمی گیرند و دامنه امواج سیار در آنها کاهش می یابد لیکن در حد فاصل اتصال کابل به خطوط هوایی و در صورتیکه بیش از ۳۰ متر باشد به جهت مسائل ناشی از انعکاس امواج بسیار استفاده از برقگیر توصیه شده است .

میگر :

این دستگاه جهت تست برقگیر ها و مقرها و در کل تستهای عایقی تجهیزات مورد استفاده قرار می گیرد . طرز کار این دستگاه به این صورت می باشد که : بر روی این دستگاه سه ترمینال خروجی وجود دارد که هر کدام بسته به کارخانه ی سازنده ، سه ولتاژ خروجی دارند که شامل ۶۲۵ ، ۲۵۰۰ ، ۵۰۰۰ ولت می باشند . در بعضی دیگر از این دستگاهها هم فقط دو ترمینال

خروجی وجود دارد و در عوض یک رنج سلکتوری جهت انتخاب ولتاژ خروجی وجود دارد . برای تست برقی‌ها یک پروب را به سرب‌گیری و یک پروب دیگر را به ته برقی‌ر متصل می‌نماییم . سپس همدل این دستگاه که در کنار آن واقع شده را می‌گردانیم ، بر روی می‌گر یک اهم‌تر وجود دارد و در صورتی که عقربه ی اهم‌تر حرکت نکند و مقدار بی‌نهایت را نشان دهد برقی‌ر سالم است و در صورت حرکت عقربه ی اهم‌تر می‌گر ، برقی‌ر معیوب می‌باشد .

ساختمان داخلی می‌گر تشکیل شده از یک ژنراتور کوچک که ولتاژ تولیدی آن توسط یک چند برابر کننده ی ولتاژ به چندین کیلو ولت تبدیل می‌شود .

کلیدهای فشار ضعیف برای جریان متناوب

در تأسیسات برق فشار ضعیف ($U \leq 1000V$) برای قطع و وصل مدارهای مختلف الکتریکی و همچنین برای حفاظت سیم‌ها ، تأسیسات و مصرف کننده های بزرگ از کلیدهای فشار ضعیف مختلفی استفاده می‌شود که می‌توان آنها را به چهار دسته مهم زیر تقسیم کرد :

۱- کلید دستی که عبارتند از :

الف - کلید تیغه ای (چاقویی)

ب - کلید پا‌کو (کلید گردان)

ج - کلید فیوز

۲- کلید خودکار

۳- کلید محافظ موتور Motor schutz schalter

۴- کلید مغناطیسی (کنتاکتور) schutze

الف) کلید تیغه ای

کلید تیغه ای در تأسیسات رو باز برای جریان های از ۱۰۰ تا ۴۰۰۰ آمپر و تا یک کیلو ولت به کار می رود و دارای یک مزیت است که اولاً قطع کنتاکت های کلید حتی از فاصله نسبتاً زیاد نیز به آسانی آشکار می شود. در ضمن رساندن برق از یک شین به شین دیگر را میسر و ممکن می سازد.

این کلید ها بخصوص برای برق رسانی به موتورهای یکفاز و وسائل برقی جریان دایم بسیار مناسب است.

ب) کلید پاگو (گردان)

این کلید که برای آمپرهای کم (تا ۱۰۰ آمپر) ساخته می شود، یک کلید قابل قطع زیر بار است و بهمین جهت هر یک از کنتاکت های جریان رسان مربوط به یک قطب در یک محفظه عایقی مخصوص به خود، به طور انفرادی نصب شده است:

نصب کلید پاگو در تابلو بسیار ساده است و به علت اینکه کنتاکت ها پشت سرهم قرار گرفته اند جایگیری آن در تابلو نسبت به کلید تیغه ای مشابه خود بسیار کمتر است.

ج) کلید فیوز

بیشتر حوادث در شبکه فشار ضعیف که منجر به برق گرفتگی می شود مربوط به قوس الکتریکی است که در موقع تعویض فیوز بوجود می آید. لذا برای جلوگیری از خطراتی که در موقع تعویض فیوزها در شبکه فشار ضعیف پیش می آید بهتر و مناسب تر است بجای کلید و فیوز از کلید فیوز استفاده شود.

در ضمن در موقعی که جریان اتصال کوتاه شبکه یا مصرف کننده پشت فیوز خیلی زیاد باشد تا (ka ۱۰۰) اجباراً باید به جای کلید و فیوز از کلید فیوز استفاده شود زیرا قدرت قطع فیوز ها از ۶ تا ۶۰۰ آمپر همگی خیلی زیاد و در حدود ka ۱۰۰ مؤثر می باشد .

۲- کلید خودکار

کلید خودکار نسبت به کلید و فیوز دارای مزایای زیر است

(۱) کلید خودکار پس از قطع مدار در اثر جریان زیاد و یا بار زیاد و یا هر عامل دیگری بلافاصله مجدداً آماده برای بهره برداری می باشد .

(۲) به کمک کنتاکت های فرعی که در آن تعبیه شده می توان وضعیت کلید را در هر حالت (قطع و یا وصل) توسط سیگنال تعیین کرد و در اطاق فرمان منعکس نمود.

(۳) ساختمان این کلید طوری است که اگر کلید را به روی یک مدار اتصال کوتاه شده ای به بندیم ، در ضمن بسته شدن نیز رله جریان زیاد کلید ، به سرعت و بدون درنگ مدار را قطع می کند .

۳- کلید محافظ موتور

کلید محافظ موتور یک نوع بخصوص از کلید خودکار با قطع کننده جریان زیاد است و می تواند جریان راه اندازی موتور را طبق VDE0665 در زمان راه اندازی تحمل کند بدون اینکه باعث قطع کلید ود .

کلید محافظ موتور برای دو جریان راه اندازی مختلف ساخته می شود .

(۱) کلید محافظ موتور برای راه اندازی سبک

این کلید جریان راه اندازی موتور را در صورتیکه از ۵ برابر جریان نامی تجاوز نکند تا ۲۰ ثانیه نگه می دارد .

۲) کلید محافظ موتور برای راه اندازی سنگین

این کلید جریان راه اندازی موتور را در صورتیکه از ۱۰ برابر جریان نامی تجاوز نکند . به مدت ۴ ثانیه نگه می دارد .

۴- کلید مغناطیسی یا کنتاکتور

کلید مغناطیسی عبارت است از کلید با فرمان از دور و بدون نگهدارنده مکانیکی این کلید فقط تا موقعی که از الکترومغناطیس نگهدارنده آن جریان عبور می کند بسته است و به محض قطع جریان یا ولتاژ کلید خود به خود مدار را قطع می کند و باز می شود . کلید مغناطیسی دو نوع هستند ، هوایی و روغنی و در هر دو حالت می توان کلید را با قطع کننده بی متال حرارتی مجهز کرد و به عنوان کلید محافظ موتور از آن استفاده نمود .

کلید های فشار قوی

کلید های فشار قوی را می توان بر حسب وظایفی که به عهده دارند به انواع مختلف زیر تقسیم نمود .

۱- کلید بدون بار و یا سکسیونر Trennschalter – Isolotiny – switch

۲- کلید قدرت یا دیژنکتور Leistungsschalter

انواع مختلف سکسیونر

سکسیونر را می توان از نظر ساختمانی به انواع مختلف زیر تقسیم نمود :

- (۱) سکسیونر تیغه ای Hebeltrennschalter
- (۲) سکسیونر کشویی Schubtrennschalter
- (۳) سکسیونر دورانی Dretrennschalter
- (۴) سکسیونر قیچی ای Scherentrennschalter

۱ - سکسیونر تیغه ای

این سکسیونر ها که برای ولتاژهای از KV ۳۰ بصورت یک پل ساخته می شود دارای تیغه یا تیغه هایی هستند که در ضمن قطع کلید عمود بر سطح افقی حرکت می کنند و در بالای ایزولاتور قرار می گیرند

۲-سکسیونر کشویی

سکسیونر کشویی برای کیوسک یا قفسه هایی که دارای عمق کم هستند بسیار مناسب است .

برای جریان های خیلی زیاد که هر قطب از چندین تیغه موازی تشکیل می شود سکسیونر کشویی دارای این مزیت است که می توان تیغه ها را بصورت لوله ساخت و در داخل هم جای داد .

۳ - سکسیونر دورانی

سکسیونر دورانی که برای ولتاژهای زیاد بخصوص KV ۶۰ و KV ۱۱۰ ساخته می شود به جای یک تیغه بلند و یک کنتاکت ثابت دارای دوتیغه متحرک و دورانی می باشد که با برخورد آنها به هم ارتباط الکتریکی برقرار می شود .

۴-سکسیونر قیچی/ای

سکسیونر قیچی ای برای فشارهای زیاد و خیلی زیاد بسیار مناسب است زیرا به علت اینکه کنتاکت ثابت آن را شین یا سیم هوایی تشکیل می دهد احتیاج به دو پایه عایقی مجزا از یکدیگر که در فشار قوی باعث بزرگی ابعاد و سنگینی وزن آن می شود ندارد و فقط شامل یک پایه عایقی است که چنگک یا تیغه قیچی مانند کنتاکت دهنده روی آن نصب می شود و با حرکت قیچی ماندی با شین یا سیم هوایی ارتباط پیدا می کند.

کلیدهای فشار قوی (دیژنکتور) Lircuit Brea Ber(C.B)

تعریف :

منظور از یک کلید قدرت ، وسیله ای است که بتواند مدار الکتریکی فشار قوی را در شرایط عادی و شرایط خطا (با زمان تعریف شده محدود) قطع و وصل نماید در این حالت طوری عمل کند که خود آسیب ندیده و شبکه نیز به نحو مطلوبی کنترل شود .

کلید های فشار قوی از نقطه نیز محفظه قطع جریان الکتریکی (Are) به انواع مختلفی تقسیم می شوند که عبارتند از :

الف) کلیدهای قدرت روغنی

ب) کلیدهای قدرت با محفظه آبی

ج) کلیدهای قدرت قطع بادی

د) کلیدهای قدرت کم روغن

ه) کلیدهای خلاء

و) کلیدهای گازی SF6

کلیدهای نوع الف و ب از انواع بسیار قدیمی تر باشند و هم اکنون کاربردی کم دارند ، کلیدهای نوع ج و د با وجود این که در شبکه ایران نیز وجود دارند ولی بتدریج در حال خارج شدن از رده هستند و کلیدهای نوع نیز در سطوح 63KV به بالا کاربرد ندارد . در حال حاضر کلید مطرح در ولتاژ 63KV به بالا کلیدهای SF6 می باشد .

الف) کلیدهای قدرت روغنی :

در این کلیدها روغن بیشتر وظیفه عایقی را برعهده داشته و از مکانیزم خاصی برای قطع جرقه استفاده نمی شود و جرقه در اثر ازدیاد طول حادث از جدا شدن کنتاکتها از بین می رود . این کلیدها دارای فضای خالی بالایی روغن بودند تا در اثر انبساط حجم روغن بعلت بخار شدن روغن در لحظات قطع اتصال کوتاه و بروز جرقه از انفجار جلوگیری شود .

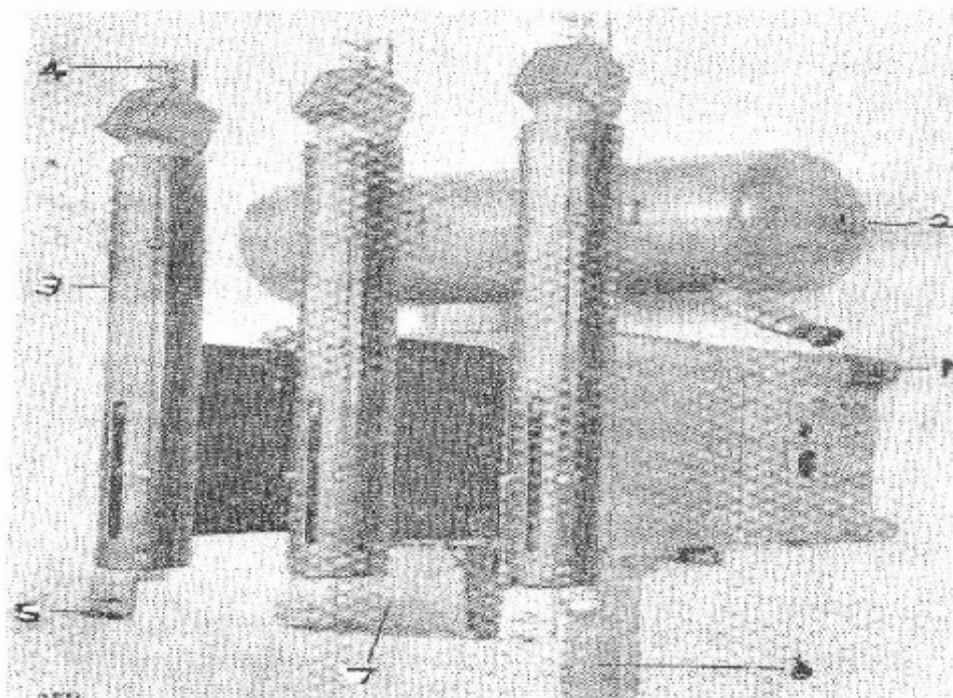
ب) کلیدهای با محفظه قطع آبی :

در این کلیدها از آب بعنوان ماده خاموش کننده جرقه استفاده می شود و در این کلیدها ابتدا حرارت جرقه موجب تجزیه و تبخیر آب می گردد و با خاموشی جرقه در نقطه صفر جریان ، قطرات آب داخل محیط یونیزه پاشیده می شود که این امر موجب خنک شدن جرقه و جذب یونهای آزاد شده و جرقه در حالت خاموش باقی می ماند .

شکل شماره ۱

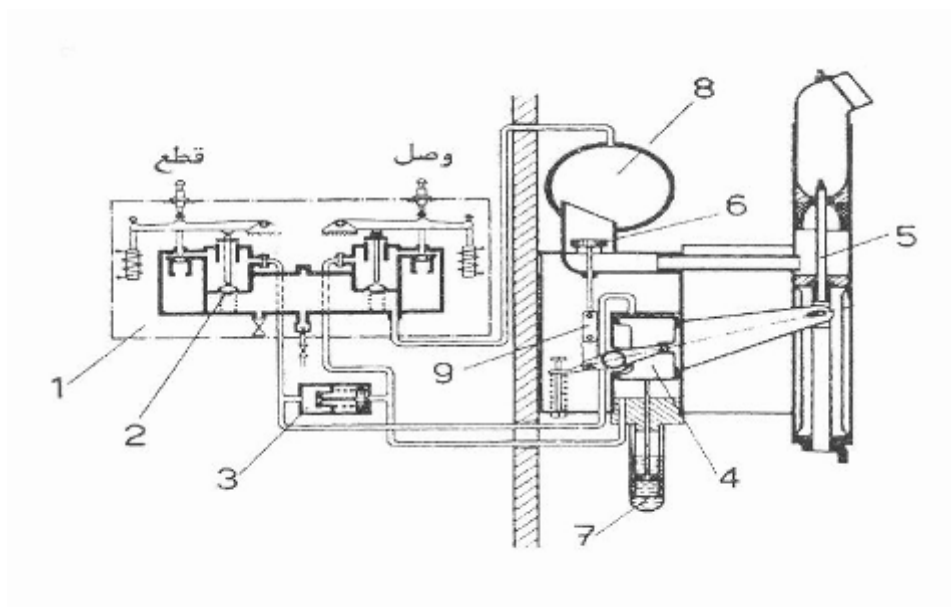
ج) کلیدهای قطع بادی

در این کلیدها بعد از ایجاد فاصله کمی ما بین کنتاکت های کلید با دمیدن باد با سرعت بالا ، یونها و گازهای داغ از محیط خارج می شود و با خاموش شدن جرقه بطور همزمان فاصله کنتاکت ها افزایشی می یابد و دریچه دمش باد نیز مسدود می گردد .



شکل شماره ۳

- ۱- جعبه تقسیم و فرمان ۲- منبع هوای فشرده ۳- ستونهای عایقی شامل کنتاکتور و محفظه احتراق ۴ و ۵- محل اتصال سیمهای ورودی و خروجی ۶- ضربه گیر و تنظیم کننده سرعت ، ۷- کلید .



د) کلیدهای کم روغن

در این کلید ها روغن تنها وظیفه خنک کردن جرقه و خارج کردن یونها را بعهدہ دارد و مستقیماً وظیفه عایق بین دو کنت را کت را نخواهد داشت نتیجتاً حجم روغن در این کلید بسیار کمتر از کلید روغن است . بعضی از انواع کلید به پمپ گردش روغن جهت خاموش کردن جرقه یا قوس مربوط به جریانهای کوچک مجهز می باشد .



هـ) کلیدهای خلاء :

اصولاً عاملی که باعث هدایت جریان در ایجاد قوس الکتریکی در هنگام جدا شدن کنتاکتها از یکدیگر می باشد ، حامل های باردار یا یونها هستند ، در خلاء کامل چون هیچ ماده یونیزه یا حامل باردار وجود ندارد ، لذا جدا شدن کنتاکتها بصورت تئوریک می بایستی بدون ایجاد قوس باشد . البته در عمل بعلت تبخیر مختصر سطوح کنتاکتها محیط حاصل یونها باردار ، که متناسب برقراری قوس الکتریکی است ایجاد می شود .

