بررسی تجهیزات پست ،

کلید قدرت و ترانس

آکادمی نیروگاه

فهرست

عنوان صفحه

کلیدهای فشارقوی ۴
کلید بدون بار(سکسیونر) ۴
انواع مختلف سکسیونر ۶
کلید قابل قطع زیر بار ۱۴
کلید قدرت ۱۸
شین وشین بندی ۲۸
اتصال شین ۳۲
ایزولاتور(مقره) ۳۴
انواع مقره ۳۷
حفاظت ایزولاتوردرمقابل جرقه ۳۹
پست های فشارقوی ۴۰
پستهای فشارقوی داخلی ۴۳
پستهای فشارقوی خارجی ۴۳
پستهای فشارقوی کپسولی ۴۸
حفاظت تاسیسات فشارقوی درمقابل اختلاف سطح زیاد ۵۰
رده بندی ایزولاسیون ۵۰
زمین کردن و صفرکردن درنیروگاه و تاسیسات الکتریکی ۵۲

عنوان	صفحه

تعیین مشخصات تاسیسات زمین حفاظتی ۵۶
اتاق فرمان ۶۱
سیستم های مخابراتی ۶۶
ترانسفورماتور ۶۷
انواع ترانسفورماتور ۷۰
گروه اتصال درترانسفورماتور ۷۸
نام گذاری اتصالات ترانسفورماتورهای قدرت ۸۰
خنک کردن ترانسفورماتور ۸۵
رابطه بین قدرت و امپدانس ۹۰
زمان عبورجریان اتصال کوتاه ۹۴
اضافه بارترانسفورماتور ۹۶
شرایط پارالل کردن ترانس قدرت ۹۹
میزان صدا درترانسفورماتور ۱۰۳
مقدارتغییرات مجاز ولتاژ در ترانسفورماتور ۱۰۹
مکانیزم عملکرد تپ چنجر و عملکرد آن ۱۱۴

Power Plant Academy

کلیدهای فشارقوی

مقدمه:

کلیدهای فشار قوی تنها یک وسیله ی ارتباط برقرار کردن بین مولدها وترانسفورماتورها ومصرف کننده ها وسیم های انتقال انرژی ویا جدا کردن آنها از یکدیگر نیستند. بلکه کلید های فشارقوی حفاظت دستگاهها و وسایل و سیستمهای الکتریکی را درمقابل جریان بار زیاد و جریان اتصال زمین نیز بعهده دارد. کلیدها وسیله ارتباط سیستم های مختلف هستند وباعث عبورویا قطع جریان می شوند. کلید درحالت بسته (عبور جریان) و یا در حالت باز(قطع جریان) دارای مشخصاتی به شرح زیرمی باشند.

۱- درحالت قطع دارای استقامت الکتریکی کافی ومطمئن درمحل قطع شدگی هست.

۲- درحالت وصل باید کلید درمقابل کلیه جریانهایی که امکان عبورآن در مدارهست حتی جریان اتصال کوتاه مقاوم وپایدارباشد واین جریانها واثرات ناشی ازآن نباید کوچکترین اختلالی دروضع کلید ایجاد کند.

کلیدهای فشارقوی را می توان برحسب وظایفی که برعهده دارند به انواع مختلف تقسیم کرد.

۱- کلید بدون باریا سکسیونر
۲- کلید قابل قطع زیرباریا سکسیونر قابل قطع زیربار
۳- کلید قدرت یا دیژنگتور

کلید بدون بار(سکسیونر)

سکسیونروسیله قطع و وصل سیستم هایی است که تقریباً بدون جریان هستند. به عبارت دیگر سکسیونر قطعات و وسایلی را که فقط زیر ولتاژ هستند ازشبکه جدا می کند.

تقریباً بدون باربدین معنی است که میتوان به کمک سکسیونر جریانهای کاپاسیتو مقره ماشینها و تأسیسات برقی و کابلهای کوتاه وهمین طورجریان ترانسفورماتور ولتاژ را نیز قطع نمود. ازآنچه گفته شد چنین نتیجه می شود که سکسیونریک کلیدنیست بلکه یک ارتباط دهنده یا قطع کننده ی مکانیکی بین سیستمها است بدون اینکه مداری بسته شود. سکسیونر باید در حالت بسته یک ارتباط گالوانیکی محکم و مطمین درکنتاکت هرقطب برقرار سازد و مانع افت ولتاژ گردد . لذا باید مقاومت عبورجریان درمحدود کننده سکسیونر کوچک باشد تاحرارتی که دراثرکارمداوم درکلید ایجادمی شودازحد مجازتجاوزنکند.

این حرارت توسط ضخیم کردن تیغه و بزرگ کردن سطح تماس درکنتاکت و فشار تیغه در کنتاکت دهنده کوچک نگه داشته می شود. درضمن باید سکسیونر طوری ساخته شودکه دراثرجرم ووزن تیغه یادر اثر فشارباد و برف و غیره خود بخود بسته نشود. یا در موقع بسته بودن کلید نیروی دینامیکی شدیدی که در اثر عبور جریان اتصال کوتاه بوجود می اید باعث لرزش تیغه یا احتمالا" باز شدن آن نگردد.

ازاین جهت درموقع شین کشی و نصب سکسیونرباید دقت کرد تا تیغه سکسیونر در امتداد شین قرار گیرد و بدینوسیله ازایجاد نیروی دینامیکی حوزه الکترومغناطیسی جریان اتصال کوتاه جلوگیری بعمل آید. به همین منظورتیغه سکسیونربصورت تسمه یاپروفیل های موازی ساخته می شوند تا نیروی الکترودینامیکی حاصل از جریان اتصال کوتاه باعث فشردن هرچه بیشترتیغه درمحل کنتاکت دهنده باشد و از لرزش آن که باعث کوچک شدن سطح تماس می گردد جلوگیری شود. همینطور مقره های که پایه سکسیونر را تشکیل می دهند

باید قادر به تحمل فشار وارده توسط نیروی کشش الکترومغناطیسی دو فاز مجاور و مربوط به یک فازدرزمان عبورجریان اتصال کوتاه باشند.

موارد استعمال سکسیونر

اصولا"سکسیونرها وسایل ارتباط دهنده مکانیکی و گالوانیکی قطعات وسیستمهای مختلف می باشند ودردرجه اول به منظورحفاظت اشخاص و متصدیان مربوطه در مقابل برق زدگی به کاربرده می شود. بدین جهت طوری ساخته می شوند که در حالت قطع یا وصل محل قطع شدگی یا چسبندگی بطور واضح قابل رویت باشد. یعنی درهوای آزاد انجام گیرد. برای جلوگیری ازقطع و وصل بی موقع و در زیر بار سکسیونر معمولاً بین سکسیونر و کلید قدرت چفت وبستی (مکانیکی یا الکتریکی) به نحوی برقرار می شود که با وصل بودن کلید قدرت نتوان سکسیونر را قطع و وصل نمود.

انواع مختلف سکسیونر(ازنظرساختمان)

۱- سکسیونر تیغه ای

۲- سکسیونر کشوایی

۳- سکسیونر دورانی

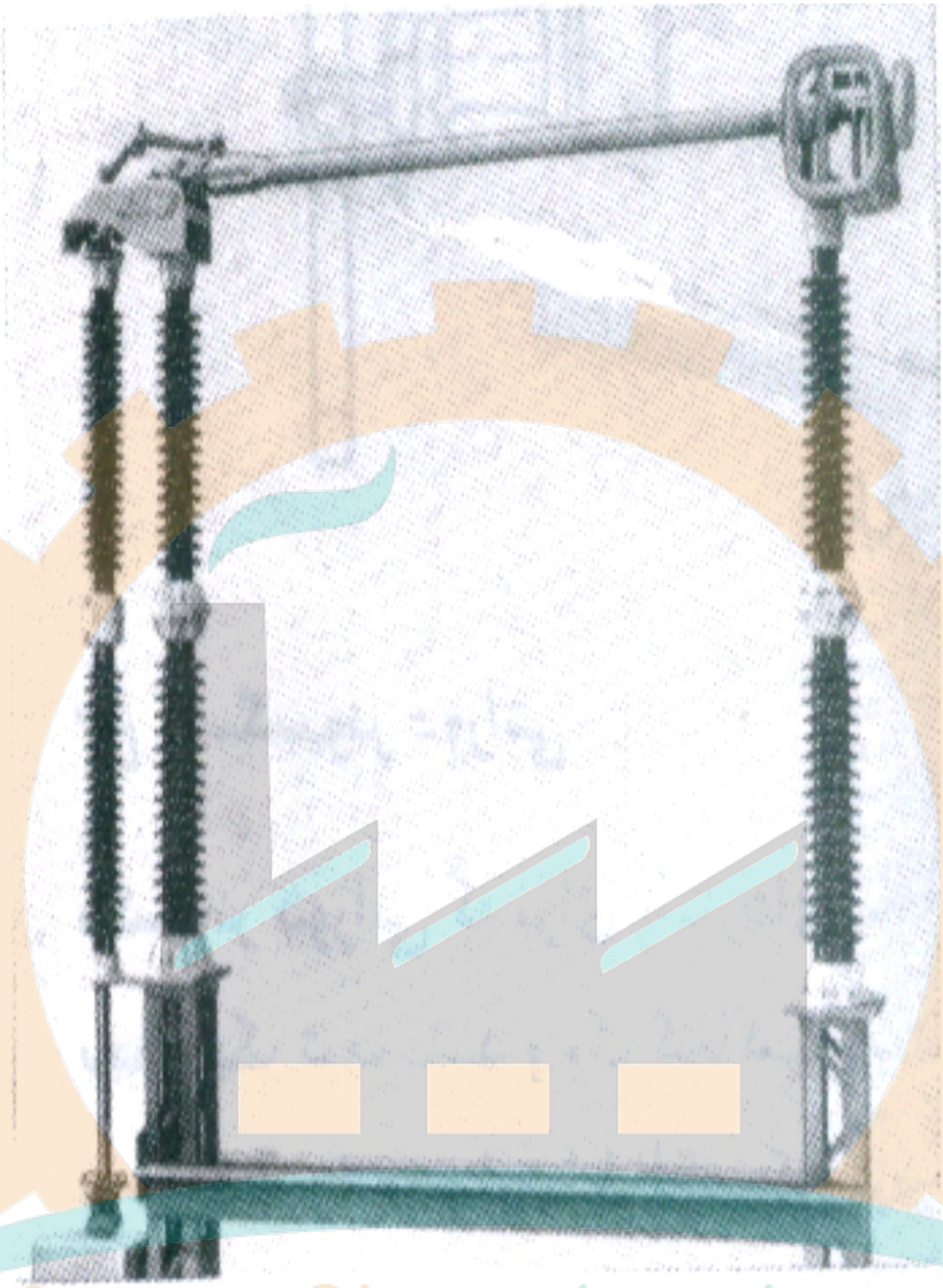
۴- سکسیونر قیچی ای

۱- سکسیونر تیغه ای

این سکسیونرهابرای ولتاژهای تا kv ۳۰ بصورت یک پل و سه پل ساخته می شوند دارای تیغه یا تیغه هایی هستند که درضمن قطع کلید عمود برسطح افقی حرکت می کنند ودر بالای ایزولاتورقرارمی گیرند. تیغه ها درجریان کم بصورت تسمه ودر جریانهای زیاد بصورت پروفیل وازمس ساخته می شوند ودرهرحال تیغه ها به خاطر جلوگیری ازارتعاشات کلید در موقع عبورجریان اتصال کوتاه به طوردوتایی وموازی وصل می شوند.

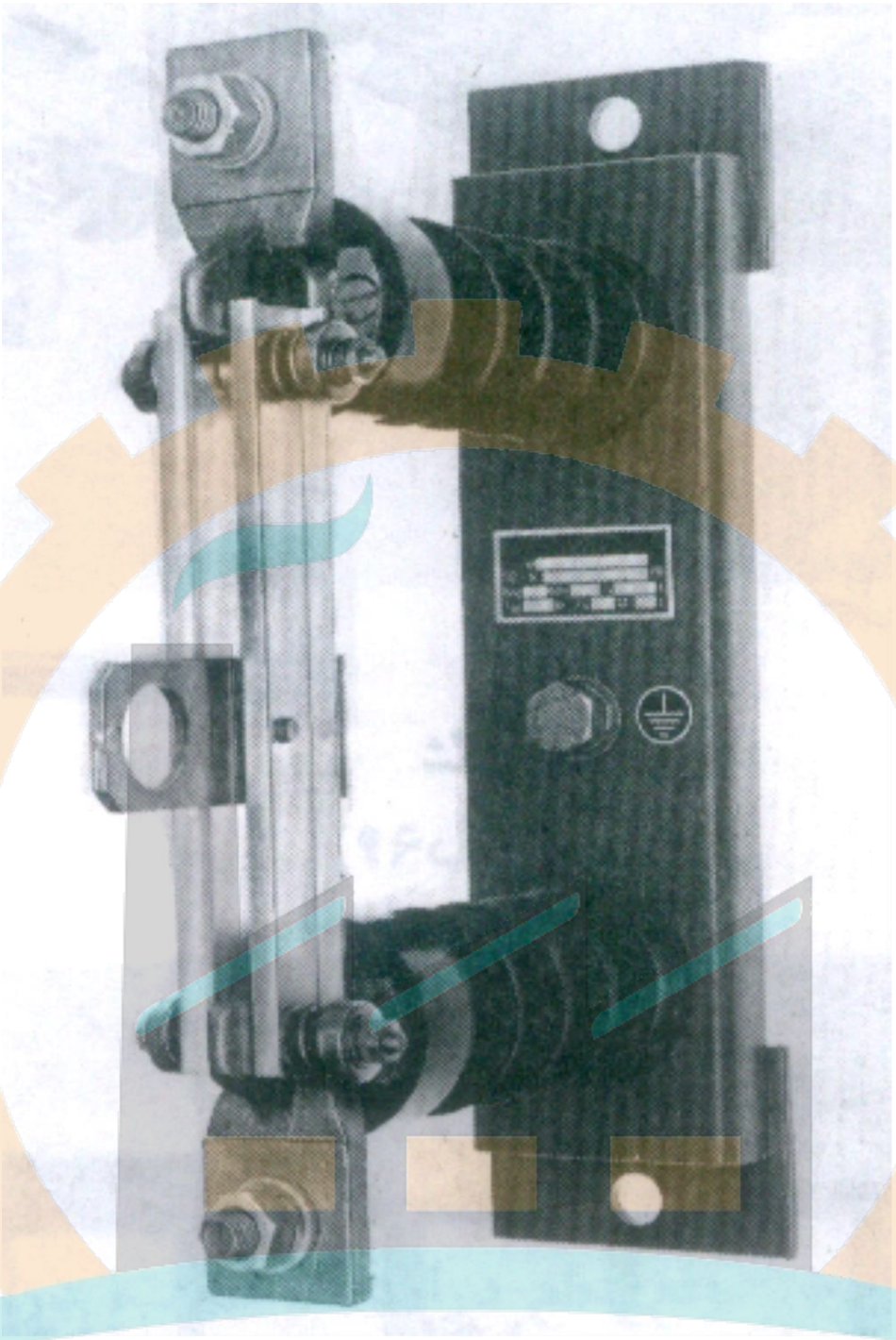
سکسیونرتیغه ای برای فشارقوی بصورت یک پل ساخته می شوند وفرمان قطع وصل انها عموما" کمپرسی باهوای فشرده انجام می گیرد. (شکل۱و۲ دونمونه ازسکسیونرتیغه ا رانشان می دهد) .

Power Plant Academy



Power Plant Academy

شکل ۱



Power Plant Academy

شکل ۲

۲- سکسیونرکشویی

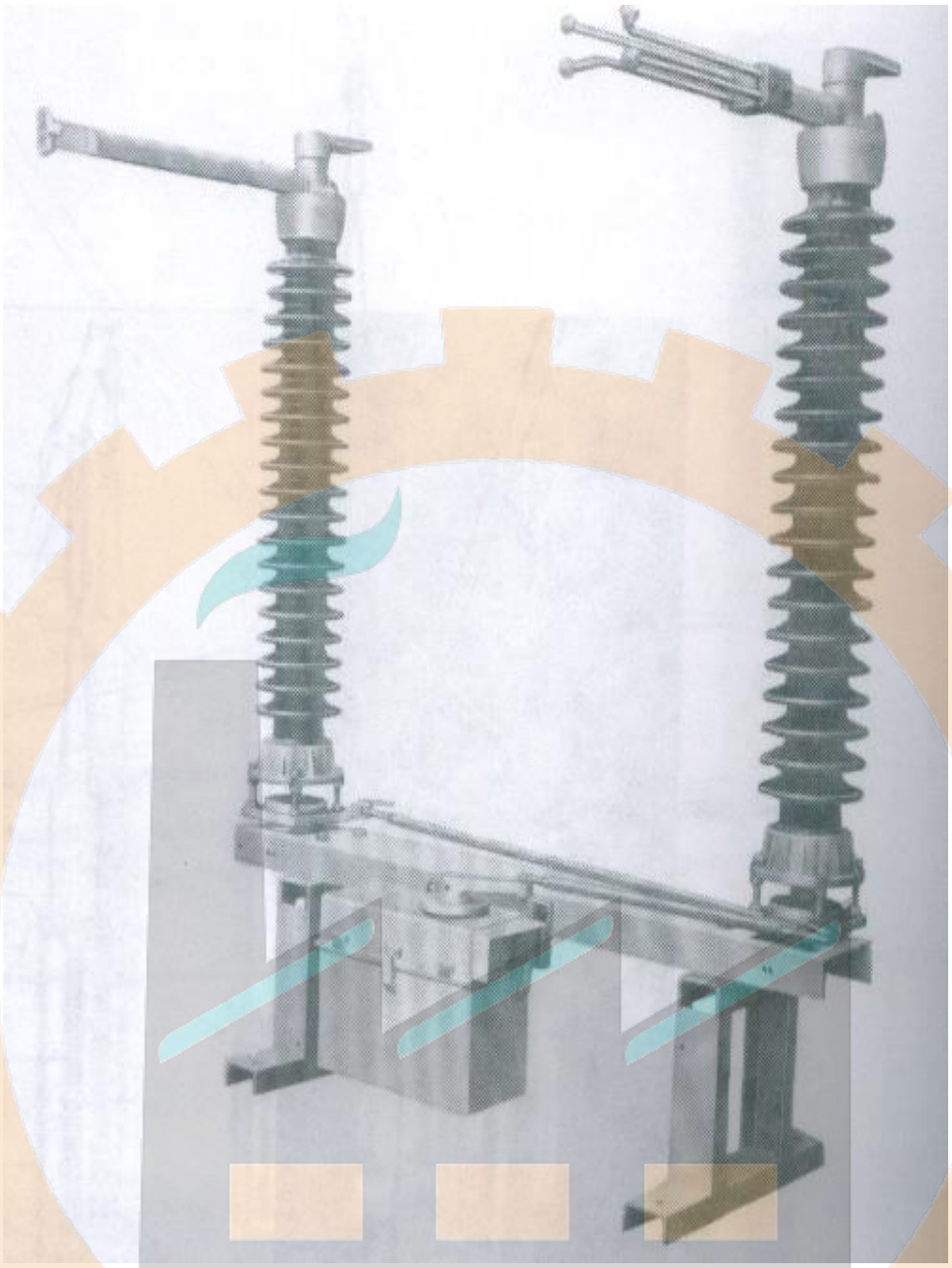
برای کیوسک یاقفسه هایی که دارای عمق کم هستندبسیارمناسب است دراین سکسیونر تیغه متحرک درموقع قطع درامتدادخودحرکت می کندوبدین ترتیب فضای اضافی برای تیغه درحالت قطع ازبین می رود.

برای جریان های خیلی زیاد که هرقطب ازچندین تیغه موازی تشکیل می شود سکسیونر کشویی دارای این مزیت است که میتوان تیغه را به صورت لوله ساخت ودرداخل هم جای داد.این طریقه باعث می شود که جریان درلوله ها که درداخل هم قرار دارند بهترازتیغه های پهلوی هم تقسیم شوند.

۳- سکسیونردورانی

سکسیونردورانی که برای ولتاژهای زیاد بخصوص ۶۰kv و۱۱۰ kvساخته می شوند بجای یک تیغه بلند و یک کنتاکت ثابت دارای دو تیغه ی متحرک و دورانی می باشد که با برخورد آنها بهم ارتباط الکتریکی برقرارمی شود.

سکسیونردورانی بصورت یکفاز ساخته می شود وبسته به نوع شین بندی شبکه سه تای آن بصورت متوالی در کنار هم با بصورت سری پشت سرهم در شبکه سه فاز نصب می گرددتمام قطبهاتوسط اهرم ومیله به طورمکانیکی به هم متصل می شوند و دارای فرمان واحد می باشند که معمولاً کمپرسی ودرحالت اضطراری دستی است.(شکل ۳)



شکل ۳

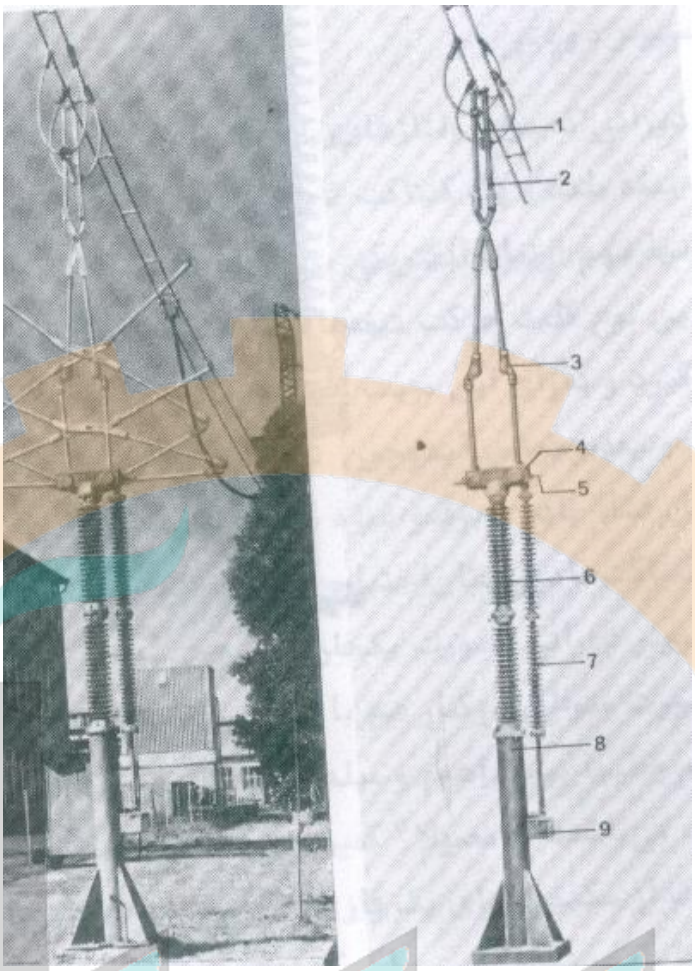
Power Plant Academy

۴-سکسیونر قیچی ای

سکسیونر قیچی ای برای فشارهای زیاد وخیلی زیاد بسیارمناسب است زیرا به علت اینکه کنتاکت ثابت آنرا شین یاسیم هوایی تشکیل می دهد احتیاج به دو پایه عایقی مجزا از یکدیگر که درفشار قوی باعث بزرگی ابعاد وسنگینی وزن آن می شود نداردوفقط شامل یک پایه ی عایقی که چنگک یا تیغه ی قیچی مانند کنتاکت دهنده روی آن نصب می شود با حرکت قیچی مانندی با شین یاسیم هوایی ارتباط پیدامی کند.

موارد استعمال سکسیونر قیچی ای که به آن سکسیونر ستونی نیز گفته می شود در شبکه ای است که دارای دو شین به ازاء هر فاز در سطوح و ارتفاع مختلف نسبت به زمین و بالای هم باشد و سکسیونر ارتباط عمودی بین این دوشین رافراهم می سازد. (شکل ۴و۵)

شکل ۴



شکل ۵

۱- انتخاب سکسیبونرازنظرنوع ومشخصات

انتخاب سکسیونر از نظر نوع فقط بستگی به شکل و طرز قرار گرفتن شین ها و شمش بندی شبکه ومحلی که باید سکسیونردرآنجانصب شوددارد. مشخصات سکسیونربستگی به مشخصات فنی والکتریکی شبکه داردسکسیونردرحالت باز باید عایق خوب ومطمینی برای پتانسیل بین تیغه و کنتاکت ثابت هر فاز و با زمین باشد. لذا مشخصات مهم یک سکسیونر که گویای مشخصات فنی و استقامت الکتریکی و دینامیکی آن می باشد عبارتند از:

۱- ولتاژ نامی Un

۲- جریان نامی In

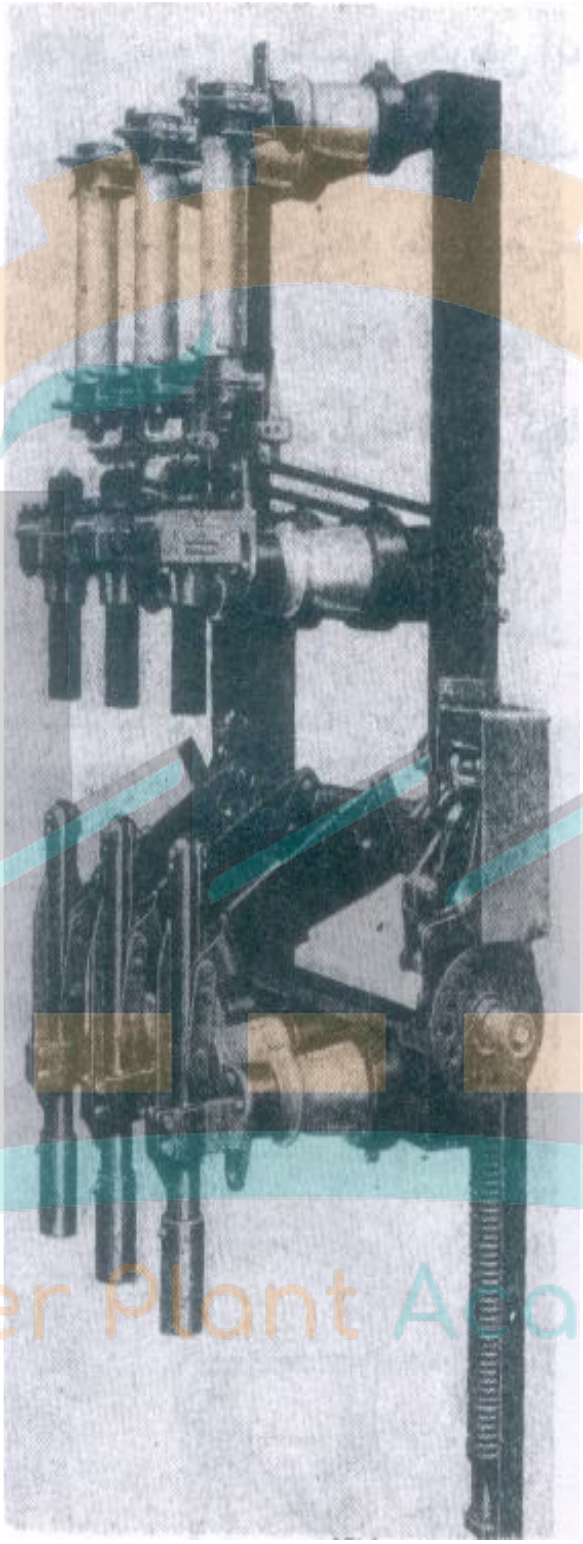
۳- جریان اتصال کوتاه ضربه ای Is

۴- جریان اتصال کوتاه کوتاه مدتIth

کلید قابل قطع زیربار

به علت اینکه دربیشترشبکه هاوپستهای کوچک کلیدقدرت وسکسیونرو وسایل اضافی مربوط به چفت وبست آنها مبالغ زیادی ازمخارج وهزینه های کل تاسیسات راشامل می شود. وبه علت اینکه دراغلب مواردنصب کلیدقدرت بامزایای قطع ووصل سریع آن حتماً لازم و ضروری نیست کلید سکسیونر قابل قطع زیربار طرح و ساخته شد. کلیدفشارقوی قابل قطع زیربار در ضمن اینکه باید وظیفه ی یک سکسیونر را انجام دهد. یعنی در ضمن برداشتن ولتاژ یک قطع شدگی قابل رویت ومطمین درمدارشبکه فشارقوی بوجود آورد و باید قادر باشد مانند یک دیژنگتور قدرتهای کوچک الکتریکی را نیز قطع کند. لذا هر سکسیونر قابل قطع زیر بار باید دارای وسیله ای برای قطع فوری جرقه باشد. سکسیونر قابل قطع زیر بار اصولاً دارای قدرت وصل بسیار زیاد می باشد و می تواند جریانهای باشدت ۲۵-۷۵کیلوآمپر(ماکزیمم مؤثر)رابه خوبی وصل کندولی قدرت قطع آن کم واز۱۵۰۰-۴۰۰ آمپر یعنی درحدود جریان نامی آن تجاوز نمی کند. لذا نتیجه می شودکه این کلیدهابرای قطع جریان اتصال کوتاه ساخته نشده و مناسب هم نمی باشد. به همین دلیل درصورتی می تواند سکسیونر قابل قطع زیربار در شبکه ی فشار قوی مورد استفاده قرارگیرد که این کلید مجهزبه قطع کننده ی جریان اتصال کوتاه شبکه از قدرت قطع کلیدتجاوزنکند. برای اینکه بتوان ازاین کلیددرشبکه هایی که جریان اتصال کوتاه آن بیش ازقدرت قطع کلید است استفاده شود باید جریان قطع کلید توسط فیوز مهار شود. لذا دراینگونه موارد به کلیدازفیوز فشارقوی که در۶ با ۲۰ هزار ولت

دارای قدرت قطع درحدود ۴۰۰ مگا ولت آمپرمی باشندوجریان اتصال کوتاه رادرهما ن مراحل ابتدایی قطع می کنند استفاده می شود. (شکل ۶)



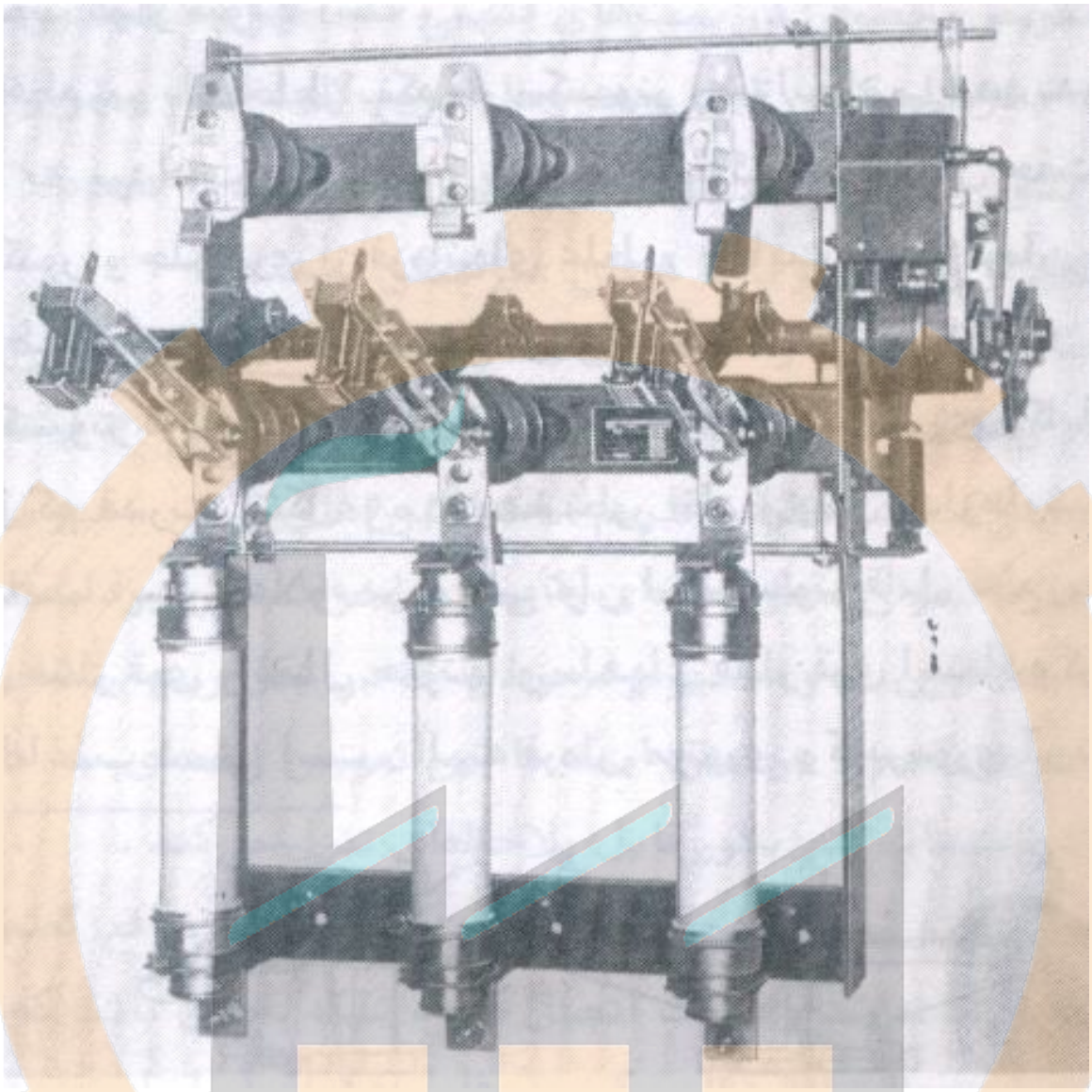
شکل ۶

موارد استعمال سکسیونر قابل قطع زیربار

نظربه اینکه کلیدقابل قطع زیر بار برای فشار نامی تا۲۰kv ساخته می شود مورداستعمال آن فقط درتاسیسات فشار متوسط می باشد. کلید قابل قطع زیر بار به خاطر اینکه کارسکسینررانیز انجام می دهدبدون اینکه برای قطع آن احتیاج به برداشت بارباشد برای صرفه جویی دروسایل چفت وبست بین سکسیونر و دیژنکتور و جلوگیری فرمان های غلط و رعایت نوبت فرمان از آن به جای سکسیونردرخطوط خروجی نیزاستفاده می شود. در ضمن سکسیونر قابل قطع زیربار برای و صل سیم های نقل خروجی وترانسفورماتورهای کم قدرت وهمینطور قطع و و صل مدارها و شبکه های حلقه ای ومسدود بسیارمناسب است. علاوه برآن می توان ازسکسیونرقابل قطع زیر بار برای راه اندازی موتورهای فشار قوی و اتصال خازنها و سلف های فشار قوی استفاده کرد. وسیله قطع و وصل این کلیدها اغلب دستی است. البته فرمان موتوری کمپرسوری آن نیز طبق سفارش امکان پذیر است. شکل ۷ سکسیونر قابل قطع زیر بار را که برای محدود کردن جریان قطع مجهز به فیوز فشار قوی قدرت زیاد است نشان می دهد.

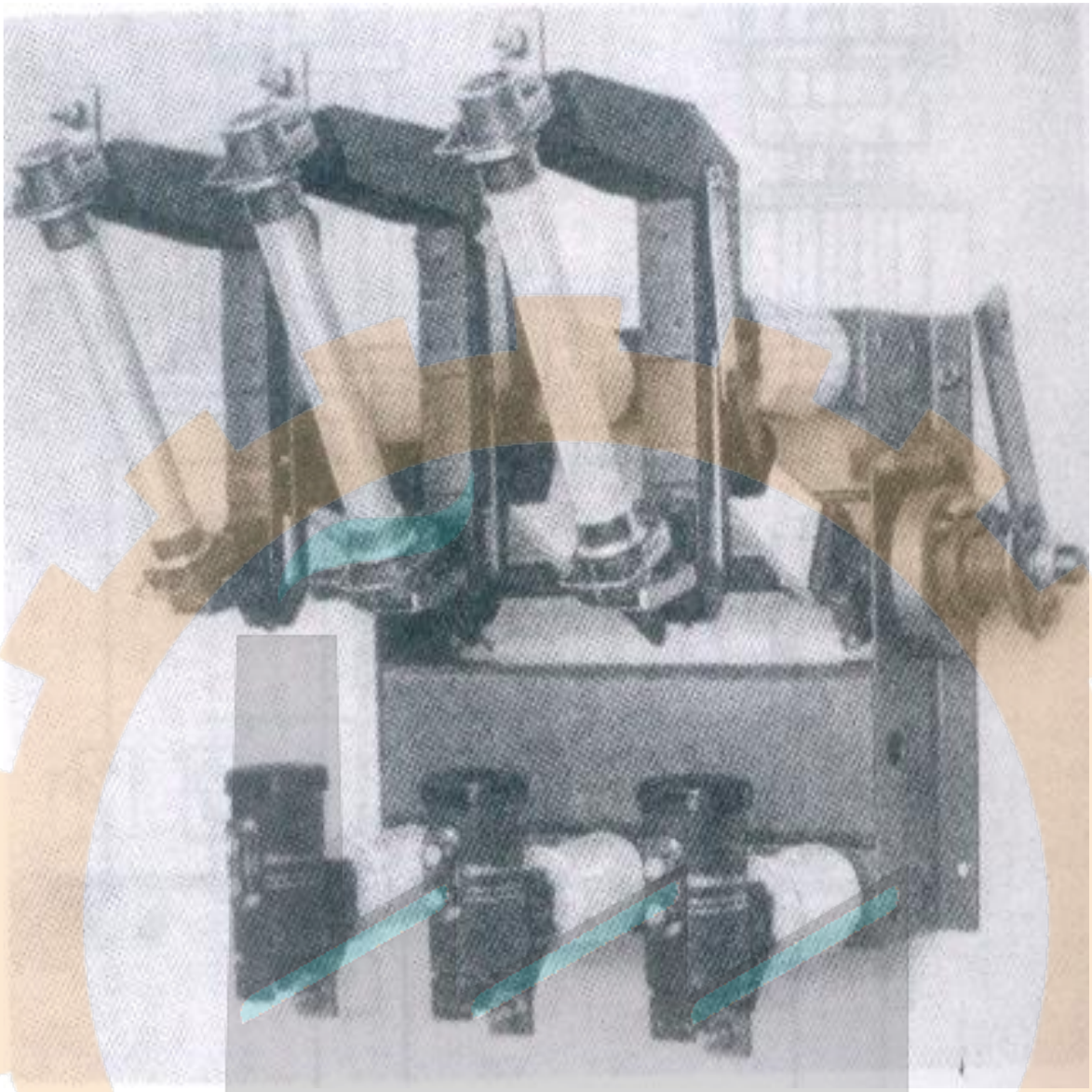
شکل ۸ کلید سکسیونر قابل قطع زیر باراروغنی را نشان می دهد .

Power Plant Academy



شکل ۷

Power Plant Academy



شکل ۸

کلید قدرت یا دیژنگتور

Power Plant Academy

دیژنگتورکلیدیست که میتوان درموقع لزوم جریان عادی شبکه و در موقع خطا جریان اتصال کوتاه و جریان اتصال زمین و با هرنوع جریانی باهراختلاف فازی را قطع کند.

برای انتخاب کلیدقدرت بایدبه نکات زیرتوجه کرد:

ولتاژنامی کلیدکه معمولا برابر ولتاژشبکه ایست که کلید درآن نصب می شود و می تواندرحدود۱۵٪ هم ازولتاژشبکه کوچکترباشد.

۱- جریان نامی که مساوی بابزرکترین جریان کارمعمولی شبکه است.

۲- قدرت نامی قطع کلیدکه بایدباقدرت اتصال کوتاه درمحل کلیدمطابقت نماید.

۳- نوع فرمان وصل کلید: دستی-الکتریکی ویاکمپرسی توسط هوای فشرده

۴- طریقه نصب کلید: کشویی-ثابت

۵- نوع قطع کننده اتوماتیک : قطع کننده ی پریمریاقطع کننده ی زکوندر

۶- برای نصب درشبکه آزاد یا شبکه ی سرپوشیده

یکی دیگرازمشخصات مهم کلید زمان تاخیردرقطع کلیداست .این زمان درکلیدهای مدرن امروزی ۰۵٪ ثانیه میرسدکه تقریبا"۰۲٪ ثانیه آن برای قطع جرقه مصرف می شود.

انواع کلیدهای قدرت

الف –کلیدروغنی

درکلیدروغنی دردرجه اول ازروغن بعنوان عایق استفاده می شودوبدین ترتیب هر جه فشار الکتریکی شبکه بیشتر باشد حجم روغن داخل کلید نیز زیادترمی شود. به طوری که وزن روغن درکلیدروغنی ۲۲۰kv نزدیک به ۲۰تن می رسد و همین حجم زیاد روغن یکی بزرگترین معایب این نع کلید به خصوص درموقع آتش سوزی است .

کلیدروغن علاوه براینکه جریان اتصال کوتاه را قطع می کند باید قادرباشد مدار اتصال کوتاه شده ای را نیز به شبکه وصل نماید. یا به عبارت دیگردر زیراتصال کوتاه وصل شود از آنجا که

دراین حالت درلحظه ی وصل جریان اتصال کوتاه ضربه ای شدیدی از کلید می گذرد.دراطراف کلید حوزه الکترومغناطیسی ایجاد می شود که سبب لرزش کنتاکتها می شود که نتیجه آن بوجود آمدن نقطه جوشهائی در سطح کنتاکت ها وازکارافتادن کلیدمی شود.برای جلوگیری از این ارتعاشات به خصوص در کلیدهای فشار قوی هرقطب کلید دارای محفظه ی احتراق مخصوص به خودمی باشد.

ب-کلیدکم روغن

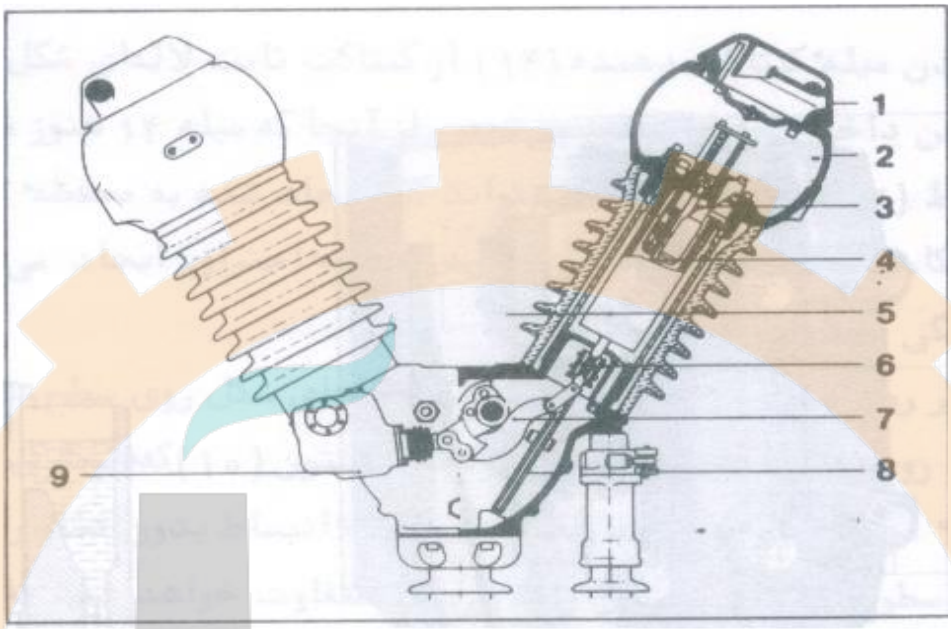
برای تشریح کلید کم روغن وقایعی که در موقع جرقه زدن در روغن اتفاق می افتد وعواملی که در خاموش شدن جرقه مؤثرهستند ذیلاً توضیح داده می شوند.

درموقع جداشدن دوکنتاکت کلید زیربار درمحفظه ی روغنی جریانی که ازآخرین نقطه ی تماس فلزی کنتاکتها می گذردباعث گداخته شدن وتبخیر فلز(مس)می شودوبا آن پایه واساس جرقه یا قوس الکتریکی بین دو کنتاکت جدا شده گذاشته می شود. حرات زیاد جرقه روغن اطراف قوس را تبخیر وایجاد یک حباب گازی یا فشارزیاد می کند. این حباب گازی ازلایه های مختلفی تشکیل شده که ازدیدگاه روغن به طرف مرکز قوس عبارتنداز:

۱- لایه ی بخارمرطوب روغن

۲- لایه ی بخارداغ خشک

۳- لایه ی اطراف قوس مرکب ازC_2H_2 وH_2 وH باحرارتی در حدود ۱۰۰۰ تا ۵۰۰۰ درجه ی کلوین



شکل ۹

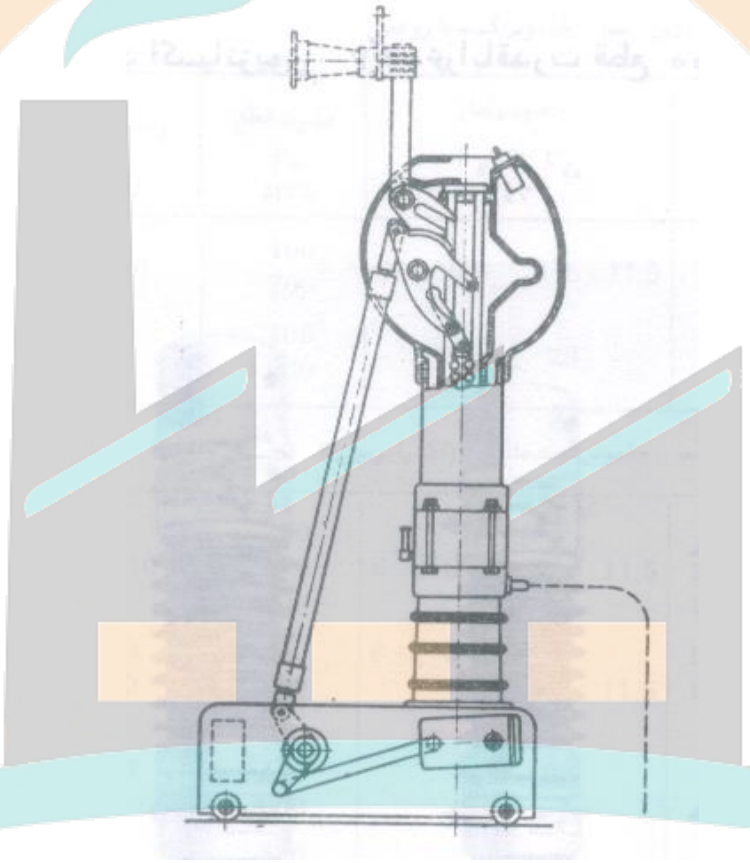
شکل ۹ نمونه ای از کلید های ولتاژ زیاد اغلب دارای قطع متوالی هستند ومحفظه احتراق آنها معمولا"در یک ایزولاتور بشکل (۷)قرار دارد.

Power Plant Academy

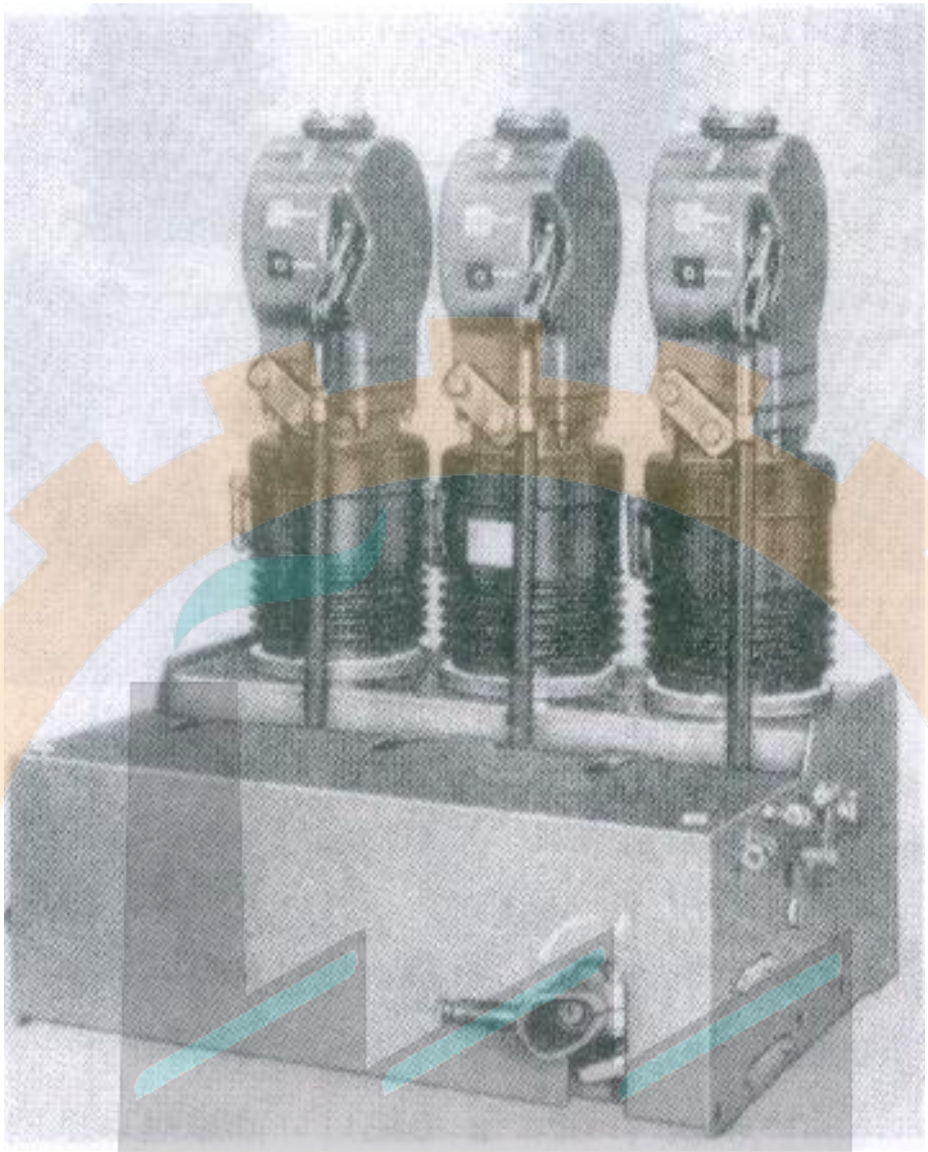
شکل ۱۰

پ –کلیداکسپانزیون

کلید اکسپانزیون کلیدیست که درآن ازآب به عنوان ماده ی خاموش کننده ی جرقه استفاده می شود. یکی از بهترین خواص این کلیداین است که چون آب داخل محفظه ی احتراق قابل اشتعال نیست هیچگونه انفجاری کلید را تهدید نمی کند و مانند کلیدهای روغنی باعث آتش سوزی نمی شود. هرقطب کلید دارای یک محفظه ی احتراق مخصوص به خود می باشد که بامقداری آب وماده یخ زده پرشده است.(شکل ۱۱و۱۲)



شکل ۱۱



شکل ۱۲

ت-کلیدهوائی

درتمام کلیدهای که تابه حال ذکرشده ماده اولیه ی خاموش کننده ی جرقه مایع است وچون دراین نوع کلیدها عواملی که درخاموش کردن جرقه مؤثر هستند در اثر انرژی خودجرقه ازتجزیه روغن تهیه وآماده می شوند همه ی آنها کم وبیش تابع شدت جریان است. ولی درکلید هوائی اولاً برای خاموش کردن جرقه و خارج کردن ایونها و خنک کردن جرقه ازهوای سرد تحت فشاراستفاده می شود و درثانی این تنها کلیدیست که قدرت خاموش کنندگی

آن مستقل است و فقط تابع هوای کمپرس شده ایست که قبلا"دریک منبع ذخیره شده است و با فشارثابت و مقدار ثابت برای هر شدت جریانی بداخل محفظه ی احتراق هدایت می شود.

لذا این کلیدها بر خلاف کلیدهای دیگر که خودوسیله ی خاموش کردن جرقه را بوجود می آورند دارای زمان قطع بسیار کوتاهی هستند زیرازمان لازم برای یوجود آوردن عامل مؤثر گرچه کوتاه مدت هم باشد ازبین می رود.

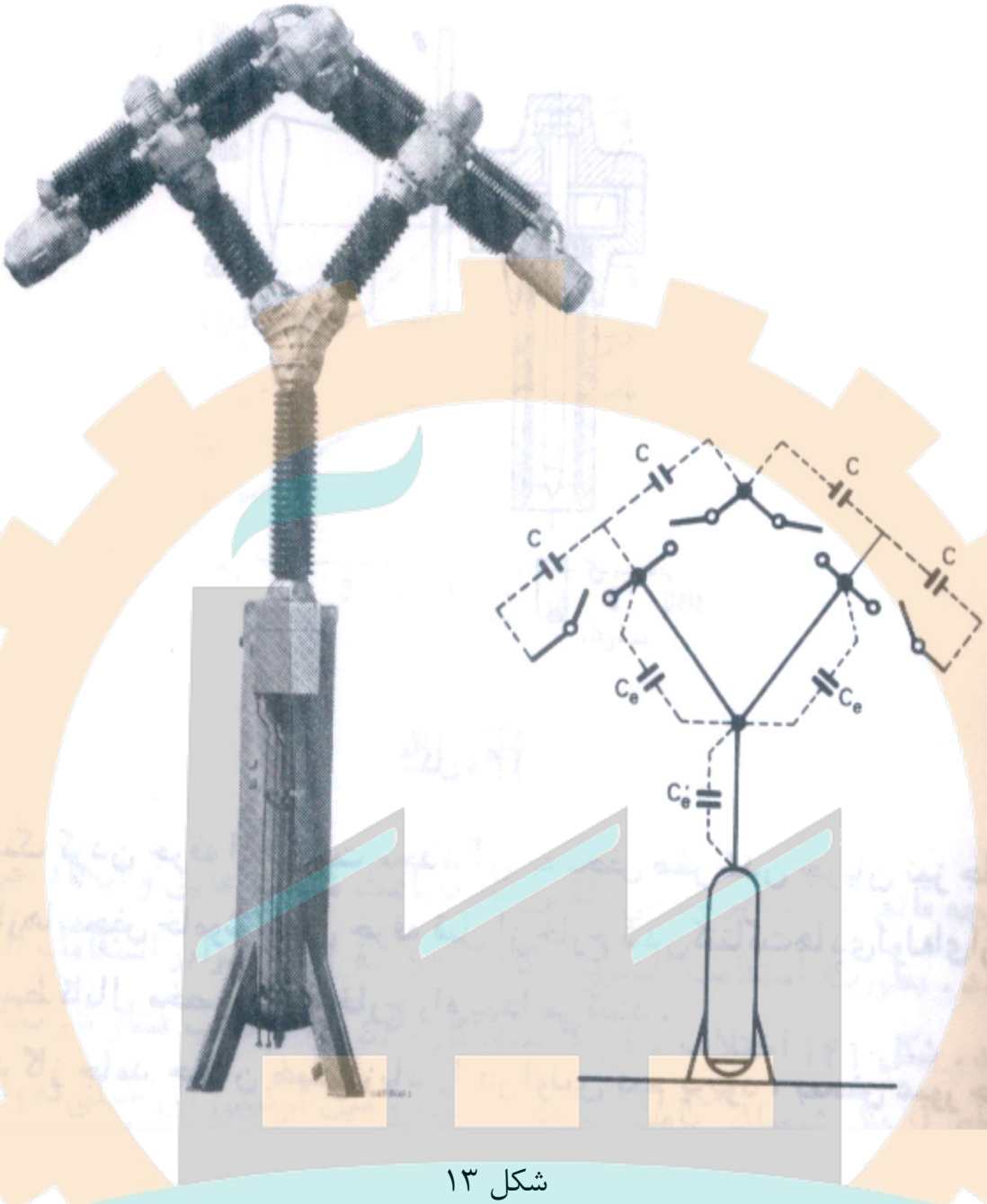
ازمعایب کلید هوائی می توان قطع جریان کوچک را درزمانی غیر ازموقعی که جریان ازصفرمی گذرد نامید. زیرا همانطورکه می دانیم در این حالت امکان بوجود آمدن ولتاژهای ضربه ای خیلی زیاد است.

کلیدگازسخت (جامد)

در پستها و شبکه های برق کوچک که دارای تاسیسات محدود و فاقد دستگاه کمپرسور و تهیه ی هوای فشرده می باشند نصب کلیدهای هوائی مقرون به صرفه نیست وبدین جهت اغلب از کلید اکسپانزیون (آبی)ویاازکلیددیگری به اسم کلیدگازجامداستفاده میشود.

درکلیدگاز جامد نیز مانند کلیدهای روغنی و کم روغن گازی که باعث خاموش کردن و برنگشتن جرقه میشود توسط خود جرقه بوجود می آید.

لذا قطع ووصل این کلید نیزتابع شدت جریان قطع است . محل قطع شدگی در این کلید قابل رویت است که این خود از محاسن کلید است و به آن حالت سکسیونر قابل قطع زیرجریان اتصال کوتاه رامی دهد.(شکل ۱۳)



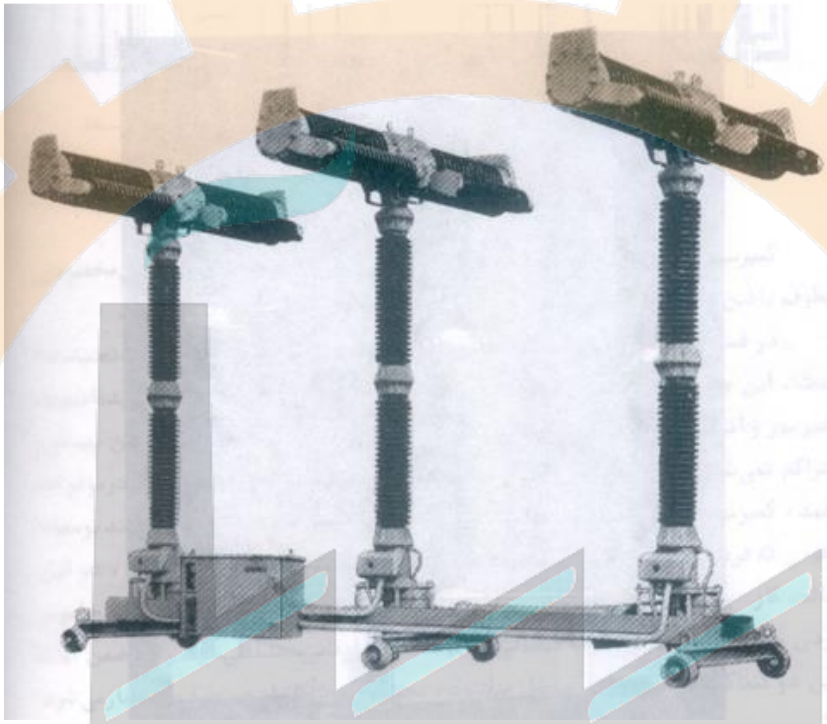
شکل ۱۳

ج-کلیدSF6

دراین نوع کلیدازگازSF6بعنوان ماده خاموش کننده جرقه وعایق بین دو کنتاکت ونگهدارنده ی ولتاژاستفاده شده است. گاز SF6 الکترونهای آزاد را جذب می کند وایجاد ایون منفی بدون تحرک می کند. درنتیجه مانع ایجاد ابربهمنی الکترونها که باعث شکست عایق

وایجادجرقه می شود می گردد. بطوریکه استقامت الکتریکی گازSF6 به۲ تا۳ برابراستقامت الکتریکی هوا می رسد.

طرزاستفاده ازاین گازدرکلیدهای فشارقوی عموما" برمبنای انژکسیون گاز متراکم شده ی SF6 به محل قوس الکتریکی (محفظه ی احتراق)است.(شکل ۱۴)



شکل ۱۴

کلید خلاء

نظر به اینکه اصولا"حاملهای باردار باعث هدایت جریان در فلزات و ایجاد قوس الکتریکی در عایق می شوند لذا در خلاءکامل چون هیچ عنصری وجود نداردکه حامل الکترونها باشد باید جداشدن دوکنتاکت فلزی جریان دار به احتمال قوی بدون جرقه انجام گیرد.

با توجه به این اصل مهم کلیدهای فشارقوی که کنتاکت های آن درخلاء از هم جدا می شوند ساخته شده است :

کلیدخلاء بطورکلی ازسه قسمت تشکیل شده است :

۱-کپسول خلاءازفولادکروم نیکل باکنتاکتورها

۲-نگهدارنده کنتاکتورهاوایزولاتورها

۳-وسائل مکانیکی رسانای فرمان قطع ووصل

کلیدخلاءامروزه به خاطر دارابودن مزایائی ازقبیل دوام زیاد مراقبت کم امکان قطع ووصل مکرر درشبکه های فشارمتوسط تا ۳۰KV بخصوص برای وصل شبکه های کاپاسیتیو بسیار مناسب است .

شین وشین بندی

تمام ژنراتورها و ترانسفورماتورها و سیمها و کابلهای یک نیروگاه یا یک تبدیلگاه که ولتاژمساوی دارند با یک شمش یا یک رسانابنام شین درهرفازبهم وصل می شوند. لذامی توان گفت که شین وسیله ی جمع وپخش انرژی است.

شین هارابطورکلی میتوان به دودسته تقسیم کرد:

الف –شین ساده

ب –شین چندتائی (مرکب)

الف –شین ساده : ساده ترین نوع جمع وپخش انرژی شین ساده است. درچنین تاسیساتی به ازائ هرفا زیک شین وجوددارد.تمام ژنراتورهای یک نیروگاه به این سه شین بسته می شوند وازهمین شینها برای تغزیه ی تبدیلگاهایامصارف بزرگ استفاده می شود. در صورتی که

دیژنکتورها فاقد سکسیونر باشند یکی از قطبهای کلید قدرتکه به ماشین وصل است همیشه ولتاژشین را خواهند داشت.

در خطوط انتقال انرژی به همین منظور دیژنکتور سکسیونر نصب می شود. حتی در اینگونه شبکه ها نیز بخصوص اگر خط انتقال سیم هوائی باشد بهتر است از دو سکسیونر در دوطرف دیژنکتور استفاده شود . زیرا سیم هوائی اغلب در تاثیرات جوی پتانسیل می گیرد وممکن است برای اشخاصی که به نحوی با دیژنکتوری در تماس هستند خطر برق گرفتگی ایجاد کند .

لذا بسیار مناسب است اگر بتوان دیژنکتور تحت سرویس یا دیژنکتوری که به هر علت با ان تماس حاصل می شود بطور کامل از شبکه ی برق خارج کرد .

تقسیم طولی شین ها به چند طریق ممکن است:

۱- قطع دایم شین ها

درقطع دایم شین ها هر قطعه شین شامل مولد وخطوط انتقال مربوط و منحصر به خودمی باشد وهیچ وسیله ا برای ارتباط شین ها در این شین بندی پیش بینی نشده است.قطع دایم شین ها به علت داشتن ماشین رزرو زیاد و اینکه باید تمام ژنراتورها حتی در موقع کم باری نیز به کار خود ادامه دهند مقرون به صرفه نمی باشد .در ضمن با قطع ژنراتورهای مر بوط به یک شین برق خطوط انتقال مربوط به ان شین قطع می شود .

۲- قطع طولی شین ها بوسیله ی سکسیونر

در این روش شین توسط یک یا چندسکسیونر به قطعات جدا از یکد یگر تقسیم می شود و در حالت عادی هر کدام از مولد ها شین های مربوط به خود را که دارای خطوط انتقال معین و مشخصی است تغذ یه می کنند . ولی در موقع کم باری می توان بابستن سکسیونر ها از یک یا چند ژنراتور را از مدار خارج کرد بدون اینکه برق تعدادی از خطوط انتقال قطع گردد .

۳- قطع طولی شین بوسیله ی دیژنکتور

در این حالت ارتباط طولی بین شین ها را دیژنکتور برقرار می سازد و یکی از مهمترین تفاوتی که با حالت قبل دارد در این است که در موقعی که شین ها بهم مرتبط هستند و یک شین واحد را تشکیل می دهند و اتصال کوتاه در یک نقطه از شین باعث قطع تمامی ژنراتور ها نمی شود بلکه با تنظیم زمان قطع دیژنکتور می توان ترتیبی داد که فقط قطعه شین اتصالی شده از مدار خارج گردد .

ب-شین چند تائی یا شین مرکب

شین ساده فوقا که به ان اشاره شد دارای معایبی به شرح زیر است:

اول- تمیز کردن مقره ها ومتعلقات 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 ممکن است .

سوم- خراب شدن دیژنکتور هر یک از سیم های انتقال انرژی با عث قطع برق آن خط می شود . برای برطرف کردن معایب فوق امروزه در نیروگاهها و تبدیلگاههای مهم از شین مرکب

استفاده می شود . ساده ترین و متداولترین نوع شین مرکب (شین دوبل) است . در سسیتم شین دوبل (دو شین به ازائ هرفاز) معمولا" یک شین زیر بار است و شین دیگر بعنوان رزور بکارگرفته می شود.

برای تعمیریا سرویس کلیدهای خطوط انتقال انرژی هیچ فرصتی بجز قطع برق پیش نمی آید. ازاین جهت برای رفع این عیب بخصوص در شبکه های مهم و بزرگ برق رسانی طرحهای مختلفی بکار برده شده است که ذیالا" چند نمونه ازانهارا موردبررسی قرارمی دهیم .

۱-استفاده ازشین کمکی

شین کمکی یک شین اضافی است که درصورت لزوم به یکی از شینهای دوبل وصل می شود وبه مااین امکان را میدهدکه بدون قطع برق کلید قدرت هریک از خطوط انتقال انرژی رابرای تعمیرباتعویض ازمدارخارج کنیم.

۲-روش سکسیونرموازی با دیژنگتور

باهریک ازدیژنگتورهای خطوط انتقال یک سکسیونرموازی بسته شده است که این سکسیونرهادرحالت کارعادی شبکه بازهستند.

درموقع خارج کردن یکی از دیژنگتورها بشرط انکه فقط یکی ازشینهازیرباباشد اول کلید کوپلاژ را می بندیم دوم سکسیونر را وسپس با باز کردن سکسیونرهای دو طرف دیژنگتورآنراازمدارخارج می کنیم.

۳-روش دو دیژنگتوری

دراین روش برای هرخط خروجی دو دیژنگتور پیش بینی شده است و در موقع بهره برداری ازخطوط یکی از دیژنگتورها بسته ودیگری باز است . این روش بیشتر در شین های دوبل با دیژنگتورکشوئی استفاده می شود.

۴-روش یک ونیم کلیدی

بااستفاده ازاین روش نیز می توان هریک ازدیژنگتورهارابدون قطع جریان ازمدارخارج کردولی همیشه هردو شین زیربارمی باشند.

۵- شین دوبل باصرفه جوئی درسکسیونر(یک ونیمسکسیونر)

دراین طرح هریک از خطوط خروجی دیژنگتور مخصوص بخود را دارد ولی از سکسیونرهای دوبل برای ارتباط به هرشین صرفه جوئی شده است.

۶-شین سه تائی

درنیروگاههای با قدرت بزرگ که دارای چندین ژنراتوروخطوط خروجی هستند برای اینکه مولدها و خطوط خروجی همه بهم متصل نباشند و در ضمن امکان هر نوع اتصال انها با یکدیگر موجود باشد از شین سه تائی وگاهی چهارتائی استفاده می شود.

اتصال شین

درموقع ارتباط شین هابه یکدیگروگرفتن انشعاب بایددقت کردکه مقاومت شین درمحل اتصال حتی المقدورکوچک نگه داشته شودکه باعث ایجاد حرارت موضع زیاد نشود. ارتباط

شین های تسمه ای وپروفیل به کمک پیچ ومهره طبق مشخصات جدول انجام می گیردوبندرت نیزجوش داده می شود.

انشعاب های شین منحصرا"توسط پیچ ومهره به شین اصلی وصل می شوند. ازآنجاکه مقاومت الکتریکی شین درمحل اتصال بستگی به سطح ارتباط ندارد وفقط بستگی به فشار سطوح تماس گیرنده دارد باید از پیچ و مهر ای که دارای استقامت مکانیکی زیاد است استفاده شودوازاین جهت تقریبا" همیشه ازپیچ ومهره فولادی استقاده می شود و فقط درجریانهای زیاد(از۶۰۰۰ آمپربه بالا) بهتر است از پیچ و مهره و وسائل ارتباطی غیرمغناطیسی استفاده شود.

جهت شین کشی بهتراست از شین های بلند استفاده گرددتاحتی المقدور از تعداد اتصالی ها کم گردد. برای ارتباط شینهای طولی بهتر است شین در محل اتصالی روی هم قرارگیردوازورقه ی مسی ارتباطی اضافی خوداری شود.

ایزولاتور(مقره)

مقره ها نگهدارنده ی قسمتهائی ازتاسیسات الکتریکی هستندکه 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 برنیروهای مختلف مکانیکی (فشار- کشش - خمش) و الکترودینامیکی که به آنهاواردمی شود درنامناسب ترین شرایط (باران- مه- شب و آلودگی نم) فشارالکتریکی وارده را نیزتحمل کنند. بدین جهت پایداری وانتقال بدون وقفه انرژی الکتریکی تاحدودی بستگی به انتخاب ومراقبت صحیح ایزولاتورهادارد.

حتی دردهه ی آخراز مواد مصنوعی (صمغ مصنوعی، آرالدیت وغیره) نیزدرشرایط خاصی استفاده شده است. مواداولیه ی چینی که درایزولاتورازآن استفاده می شودعبارتست از۳۳-۱۸٪فلدسپات و۴۶-۴۳٪کائولین و۳۰-۱۰٪کوارتز

انواع تکیه گاهها و مقره ها

الف-مقره های داخلی(مقره هائی که درشبکه وتاسیسات سرپوشیده بکارمی رود).

ب-مقره های خارجی (مقره های مخصوص شبکه وتاسیسات درهوای آزاد).

اثررطوبت هواوشب نم ومیادخارجی دراستقامت الکتریکی ایزولاتورهای داخلی

الف-اثررطوبت

رطوبت هوا فقط درصورتیکه حوزه غیریکنواخت باشدوطول مقره نیز از۲۰سانتی متربزرگتر باشد دراختلاف سطح شکست جنبی مؤثر است.

ب-شب نم

رطوبتی که روی ایزولاتوررامی پوشاند(بخصوص درشب باکم شدن درجه حرارت)باعث کم شدن استقامت الکتریکی عایق می شود بخصوص اگرسطح عایق آلوده به موادخارجی باشد.

پ-اثراجسام خارجی

درفضائی که تاسیسات الکتریکی فشارقوی نصب می شود همیشه مقداری گرد و خاک موجود است که د رسطح افقی و حتی عمودی دستگاهها می نشیند. ذرات گرد و خاک معمولا" ازموادی تشکیل شده که عدد دی الکتریک آن بزرگتر از یک است وبه همین جهت حتی اگراین ذرات خودشان حامل بارالکتریکی نباشند بازهم به داخل مناطقی که دارای حوزه الکتریکی شدید می باشند کشیده می شوند وبه همین دلیل است که گرد و خاک بیشتردرنزدیکی های الکترودها جمع می شوند.

شکل مقره یاتکیه گاههای داخلی

شکل وفرم ایزولاتورهای داخلی بیشتربستگی به جنس آن دارد.

الف-تکیه گاههای مقوائی

تکیه گاههای مقوائی بشکل لوله ازکاغذآغشته به لاک والکل درزیرفشاروحرارت زیادپیچیده وساخته می شود.

ب-تکیه گاههای سرامیکی

مقره هاوتکیه گاههای سرامیکی را می توان بطورکلی به دودسته تقسیم کرد:

۱-ایزولاتورهای توپر

۲-ایزولاتورهای توخالی

ایزولاتورهای توپر از نظرالکتریکی غیرقابل شکست هستند. بعبارت دیگر ازدیاد ولتاژ همیشه قبل از شکست الکتریکی درداخل ایزولاتور باعث شکست جنبی ایزولاتورمی شود.لذا ایزولاتور توپر نمی شکند ومقاوم است .

در ایزولاتورهای تو خالی امکان شکست داخلی وجود دارد زیرا در سوراخ داخل ایزولاتورنیزمانندسطح خارجی آن امکان نفوذ رطوبت و کثافت که ازعوامل شکست الکتریکی زودرس می باشدموجوداست.

مقره های خارجی

تکیه گاههاومقره های خارجی رامی توان بطورکلی به دودسته تقسیم کرد:

الف-مقره های ثابت که مانند تکیه گاههای داخلی درروی زمین قرار می گیرند. این مقره هابنام مقره یاایزولاتوردلتامعروف هستند.

ب-مقره های آویزان که برای ولتاژهای زیادساخته می شوند وبه سه دسته تقسیم می شوند:

۱-بشقابی

۲-توپر

۳-ایزولاتوربلند

برای تمام مقره های که در هوای آزادنصب می شوند مشکلات زیادی ازقبیل باران مه وشب نم واجسام خارجی (آلودگی هوا)بوجود می آیدوباتوجه به اینکه تمام این عوامل باعث شکست الکتریکی جنبی زودرس می گردد. ایزولاتورهای خارجی و آلودگی بایدازنظرشکل ظاهری باایزولاتورهای داخلی متفاوت باشند.

تکیه گاههای مرکب

تکیه گاههای مقوائی(کاغذ سخت) رامی توان به طول سه مترواایزولاتورهای سرامیکی راتا۴/۳ الی ۴ متر ساخت. لذا برای ولتاژهای بیشتردرصورتیکه احتیاج به طول زیادتری داشته باشیم می توان بااتصال ایزولاتورها تکیه گاههای مرکب درست کرد. دراین صورت باید توجه داشت که قطعات فلزی را که بین ایزولاتورها برای اتصال آنهابکاربرده می شودازفاصله ی جرقه ی ایزولاتورهاکمتراست.

انواع مقره ها

۱-مقره دلتا

مقره دلتا ابتدا بصورت دوتکه ساخته شدولی به علت مشکلاتی که چسباندن واتصال این دوقطعه بوجودمی آورد و با پیشرفت صنعت چینی سازی بعدها بصورت یک تکه نیزساخته شد. به ایزولاتوردلتامقره دوچتری نیزگفته می شود.

۲-ایزولاتورآویزان

درسیمهای هوائی فشارقوی بیشتراز ۳۵ کیلوولت ازایزولاتورهای آویزان استفاده می شود.

ایزولاتورهای آویزان عبارتنداز:

ایزولاتوربشقابی

ایزولاتورتوپر

ایزولاتوربلند

الف-ایزولاتور بشقابی

ایزولاتوربشقابی کلا"ازسه قسمت :بشقاب چینی کلاهک فولادی ومیله آویزان تشکیل شده است.بشقاب چینی دریک طرف دارای یک برآمدگی تقریبا"نیم کروی است که در داخل کلاهک فلزی قرارمی گیرد. ارتباط کلاهک و بشقاب چینی به کمک سیمان یاسرب مذاب انجام می گیرد. البته نوع دیگرآن که با بتونه ی مخصوص انجام می گیرد نیز وجود دارد که از استقامت مکانیکی خوبی برخوردار نیست.

شدت حوزه بسیارزیاد و متراکم درچینی حوالی میله ی آویز و باعث تخلیه ی الکتریکی و یونیزاسیون زودرس در همان منطقه می شود و بدین جهت ایزولاتور بشقابی از دسته ی ایزولاتورهای با شدت الکتریکی داخلی است که قابل روئت نیز نمی باشد.

ب-ایزولاتورتوپر تلاشهای زیادی برای بوجود آوردن ایزولاتورغیر قابل شکست داخلی منجربه ساختن ایزولاتورتوپرگردیدکه به آن ایزولاتور دوچتری گفته می شود. چنانچه دیده می شوددرایزولاتورتوپرفاصله ی بین کلاهک و میله آویز نسبت به ایزولاتوربشقابی خیلی زیاد است و بدین جهت در این ایزولاتو ر قبل از اینکه شکست خارجی بوجودآید (شکست جنبی) شکست الکتریکی داخلی تقریبا"محال است.

ب-ایزولاتور بلند

درفشارقوی همان طورکه گفته شدبایدچندعددایزولاتوربشقابی باتوپربهم زنجیرشوند. درنتیجه برحسب ولتاژشبکه د رطول زنجیر ایزولاتور تعدادی قطعات فلزی هادی وجود دارد که علاوه براینکه زنجیررا سنگین می کند باعث تخلیه ی الکتریکی وجرقه ی پی درپی نیز می گردد. بعبارت دیگراین قطعات علاوه بر اینکه از نظر عایقی زائد هستند مزاحم هم می باشند. برای برطرف کردن این قطعات فلزی ایزولاتور بلند ساخته شد.

ایزولاتور بلند از ایزولاتورهای بشقابی و توپر در فشار مساوی سبکتر است و بدین جهت حمل ونقل آن آسانتر و ارزانتر میباشد. مثلا" یک ایزولاتور بلند برای ۱۱۰ کیلو ولت درحدود ۲۵ کیلوگرم می باشد.

ایزولاتوربلندمعمولی متناسب باولتاژنامی شبکه دارای ۵تا۱۵ چتر به فواصل معین است و برای مناطق کثیف ومه آلود ایزولاتورهای مخصوص مه با۱۷تا۲۷چترساخته می شود.

حفاظت ایزولاتوردرمقابل جرقه

برای حفاظت ایزولاتوردرمقابل جرقه ازوسائلی بنام جرقه گیراستفاده می شود. جرقه گیرها قطعات فلزی هستند که علاوه بر اینکه مانع شروع جرقه از کلاهک ایزولاتورمی شوندتاحدودی باعث تقسیم بهتراختلاف سطح روی ایزولاتورنیز می گردند. بخصوص ایزولاتورهای بلند که در مقابل حرارت جرقه بسیار حساس هستند باید حتما"باجرقه گیر مناسبی مجهز شوند.

جرقه گیرهابه اشکال مختلف : شاخه ای، حلقه ای وسبدی ساخته می شوند.

پستهای فشارقوی

پستهای فشارقوی بایدطوری ساخته شوندکه :

۱- بتوان عملیات لازم درپست راکه عبارتند ازمراقبت نظارت و فرمان قطع و وصل کلیدهاوخارج کردن لوازم واسباب ووسائل وادوات الکتریکی وتمیزکردن شینهاومقره هابراحتی وبدون هیچ مشکلی انجام داد.

۲- فواصل قطعات زیرولتاژنسبت بهم ونسبت به قطعات زمین شده (بدنه) از یک حداقل مجازی کمتر نشود.

۳- متصدیان پست دچاربرق گرفتگی وبرق زدگی دراثربرخوردجرقه ویادراثر تماس باقطعات زیرولتاژنشوند.

درموقع طرح پست فشارقوی علاوه برآنچه که فوقا"ذکرشدبایدتوجه داشت که:

اولاً: سطح زیربنا به حداقل ممکن برسد.

ثانیاً: همیشه امکان توسع بعدی پست موجودباشد.

ثالثاً: روشنائی پست درحدود۲۰۰الی ۱۵۰لوکس تامین گردد.

ساختمان پستهای فشارقوی بعلت :

۱)متغیربودن ولتاژ۱تا۳۸۰ کیلوولت وبالاتر

۲)جریان نامی مختلف از۱۰آمپرتا۱۵کیلوآمپروبالاترکه موجب متغیرشدن جریان اتصال کوتاه ودرنتیجه قدرت قطع مختلف دیژنگتورهامی شود.

۳)متنوع بودن نوع قطع ووصل کلیدها(فرمان دستی موتوری کمپرسوری وغیره)

۴)مختلف بودن نوع شین(ساده دوبل سه تائی وغیره)

۵)محل نصب ومورداستعمال آن(مناطق مسکونی کارگاههاتبدیلگاههای شهری وعمومی ونیروگاهها).بسیارمتنوع ومختلف است.

پستهای فشارقوی رابطورکلی می توان به دودسته ی داخلی وخارجی تقسیم نمود.پستهای داخلی شامل کلیه ی تاسیسات الکتریکی می شوندکه درداخل ساختمان سرپوشیده نصب می گردندوبه سه دسته تقسیم می شوند:

پستهای فشارقوی باز

پستهای فشارقوی نیمه باز

پستهای فشارقوی بسته

پستهای فشار قوی بازبه پستهائی اطلاق می شود که علاوه بر شینها سکسیونرها و دیژنگتورهای آن نیزازپشت دربهای توری حداقل از یک طرف قابل رویت باشند.

درپستهای فشارقوی نیمه بازقطعات زیرفشارتاارتفاع دسترسی ازهرجهت محفوظ ووپوشیده هستندوازآنجابه بعدآزادوقابل رویت هستند.

درپست تمام بسته تمام قسمتهای زیر ولتاژحتی شین هادریک محفظه ی کاملاًبسته وسرپوشیده بادربهای فلزی نسب شده اند(پست های تابلوئی ویاقفسه ای).

پستهای خارجی به پستهائی گفته می شودکه تمام تاسیسات فشارقوی آن درمحوط ی بازویا به عبارتی درهوای آزاد نصب شوند.پستهای خارجی بیشتربرای فشارقوی می

شود. ۶۰kv به بالاساخته دستگاهها وادوات فشارقوی ازقبیل شین هاومقره ها کلیدها ترانسفورماتورهای اندازه گیری وغیره بطریقی دریک پست نصب می شوندکه:

اولاً استقامت مکانیکی (تنش) پایه هاوایزولاتورهاکافی برای تحمل جمیع نیروهائی که ممکن است دراثرجریان اتصال کوتاه ضربه ای بوجود می آید.

ثانیاً تماس سهوی اشخاص بادستگاههاوادوات زیرفشارغیرممکن باشد.

ثالثاً درمقابل نیروی دینامیکی وحرارت ناشی از جریانهای نامی واتصال کوتاه پایدار وباثبات باشد.

رابعاً متصدیان پستهای فشارقوی وکارگرانی که به نحوی با پست درتماس هستنداز برخورد جرقه ی قوس الکتریکی درامان بمانند.

باید دستگاهها وادوات الکتریکی فشارقوی وبخصوص مراقبان ومتصدیان پست در مقابل اثرات بسیارنامطلوب جریان اتصال کوتاه شدیداً محافظت شوند. برای جلوگیری ازخطرات جریان اتصال کوتاه دوراه وجوددارد:

الف –جلوگیری ازازدیادبیش ازحدجریان اتصال کوتاه مثلاًبکمک:

تقسیم شین ها-نصب سلف محدود کننده– استفاده ازرله ووسایل حفاظتی با محدود کننده ی جریان اتصال کوتاه .

ب – جلوگیری ازایجادجرقه:

مثلاً با استفاده نکردن از سکسیونر تا موقعی که وجودآن حتماً لازم باشد. به خصوص از کلید هائی که فاقد قدرت کافی در مقابل عبورجریان اتصال کوتاه هستند باید شدیداً خودداری کرد.

پستهای فشارقوی داخلی۶۰ kv ۱۱۰ kv

درپستهای فشارقوی داخلی ۶۰ کیلوولت به بالا معمولاً ازسالنهای سرپوشیده یک طبقه استفاده می شود و شین ها و کلید ها به طورآزاددرسالن نصب می شوندتاازمراقبت ودید بهتربرخورداریاشند. دیژنکتورهاو ترانسفورماتورهای اندازه گیری تماماً در کف سالن و نوعی از سکسیونرهای شین روی ستون های فلزی سبک نصب می شوند.شین ها عموماً توسط ایزولاتورهای بلند که دربالای طرف سالن وباازسقف آویزان می شوند .نگه داشته می شوند.

پستهای فشارقوی خارجی(پستهای آزاد)

الف- مقدمه

کلیه ی دستگاهها و وسائل پست فشارقوی شامل شین وسیم و ترانسفورماتور و مقره و کلیدها و قفسه های فرمان وغیره درمحوطه ی باز نصب می شوند تحت تاثیر تمام عوامل جوی از قبیل حرارت برودت شب نم باران برف باد طوفان و حتی گردوخاک و آلودگی شدیدقرارمی گیرند ولذا باید از یک کیفیت خاصی برخوردار باشند.

کلیدهابایدبه نوعی انتخاب شوندکه بتوان آنها را در بدترین شرائط جوی به راحتی بکارانداخت. شین ها و نقاط اتکای آنها(مقره هاو پایه ها) باید در مقابل تغییرات درجه حرارت و عوامل جوی پایدار ومقاوم باشند. باربرف را تحمل کنند و در اثر سرمای شدید خیلی کشیده نشوند و در درجه حرارت زیاد و زیر اشعه ی مستقیم آفتاب (در حدود ۸۰ درجه سانتی گراد) زیاد شل و آویزان نگردد.

۱)-نصب دستگاهها

دستگاههای فشلرقوی مخصوص هوای آزادوپستهای خارجی طبق سری Nساخته می شوند. یعنی دارای ایزولاتوربلندوبامسیرطویل جریان خزنده (2/3-2/6cm/KV) می باشند.ایزولاتورهاوپایه بهتراست ازچینی ساخته شوندودارای لعاب شیشه ای قهوهای رنگ یاتیره باشند.درمناطق باهوای آلوده وکثیف ویامناطق اطراف کارخانجات بخصوص کارخانجاتی که بازغال سنگ کارمی کنند و دودزا هستند و همین طور مناطق بامه غلیظ وزیاد بهتراست ازمقره های با مسیر جریان خزنده طولانی تراستفادشود.

سکسیونرهاودیژنگتورهاوترانسفورماتورهای اندازه گیری درارتفاعی ازسطح زمین نصب می شوند که احتیاج به نرده وحفاظ نداشته باشد. بطوری که فاصله ی قسمت زمین شده ی این دستگاههاازززمین نبایداز۲۳۰۰میلیمترکمترباشد.

۲)- نصب ترانسفورماتور

ترانسفورماتورهامعمولاً درروی فونداسیونی به ارتفاع ۸۰۰میلی مترازسطح زمین نصب می شوندوبه خاطرصرفه جوئی ازچاله روغن استفاده نمی شود.

۳)- شین هاوهادی ها

برای شین هاوارتباط بین شین هاوکلیدها ودیگروسایل الکتریکی درپست فشارقوی خارجی ازسیم ویاازلوله استفاده می شود.

۴)- کانال وکانال کشی

درپستهای فشار قوی خارجی کلیه کابل هاولوله های هوای فشرده وکابلهای فرمان واندازه گیری وحفاظت وغیره درکانالی به اسم کانال کابل قرارمی گیرند.کانال های اصلی که به

اتاق فرمان وموتورخانه منتهی می شونددرپستهای بزرگ به قدری عمیق انتخاب می شوند که بتوان درآن به راحتی عبورکرد.کابلها و لوله ها در دو طرف دیواره کانال نصب می شوند.این کانالها همه دارای درپوش جداشدنی هستند و به همین دلیل عرض کانالها نباید از یک مترتجاوزکند. عمق کانال بستکی به تعداد کابلها وسیمها و لوله هادارد. درضمن کانالها طوری ساخته می شوندکه آب در آنها جمع نشوند.

۵)- سطح زمین درپست خارجی

قبل ازنصب تاسیسات فشارقوی بهتراست استقامت زمین ازنظرخاک شناسی (مقاومت خاک)وسطح آب زیرزمین مشخص گردد.سطح زمین زیرتاسیسات پست خارجی باچمن ویاباسنگ ریزه وشن پوشانده می شود.

البته چمن قشنگ تراست ولی زحمت نگهداری آن نیزبیشتراست ولی اگرسطح آب زیرزمین خیلی پایین باشدچمن باعث بهترشدن زمین الکتریکی می گردد.

۶)- روشنائی

روشنائی پست فشارقوی بایدطوری باشدکه بتوان تمام قسمتهای پست را به خصوص وضعیت کلید ها(قطع ووصل بودن) رابه خوبی رویت کرد.برای اینکه درموقع تعویض لامپها هیچگونه خطری متوجه متصدی آن نشود لامپها یا روی پایه تلسکوپی که تا حدود ۵/۱ متر پایین می آید نصب می شوند و یا برحسب بزرگی پست به فواصل معینی (درحدود۲۰متر) در محلهائی نصب می شوند که بدون استفاده از نردبان قابل تعویض باشند.

۷)- نرده کشی

درداخل پست فشارقوی خارجی اگرپایه های دستگاههای فشارقوی درارتفاع ۲۳۰۰میلیمتری اززمین قرارگرفته باشد احتیاج به نصب نرده ودرب فلزی وتوری وخلاصه هیچ گونه وسایل ایمنی وحفاظتی تماس نیست.درصورتیکه دستگاهی برحسب ساختمان ان مجبورا"درارتفاع کمتری از۲۳۰۰میلیمترنصب شود(مثلا"یک دیژنکتور).دراین مواقع بایدآن دستگاه توسط نرده فلزی باحداقل ارتفاع ۱۸۰۰ملیمترویاحفاظ دیواری ویاتوری به ارتفاع ۱۰۰۰میلیمتربافاصله ای که قبلا"به آن اشاره شد محافظت ومحصورشود.

۸)- زمین کردن

شبکه پست فشارقوی خارجی عموما"سطحی وبه شکل غربالی باتارعنکبوتی است.

شبکه زمین ازتسمه ی آهن سفیدیامسی تشکیل شده وتمام دکل هاوپایه هابه آن متصل می شوندواگرلازم باشددرچندنقطه ازشبکه زمین تیرکهای بلندی درزمین فروبرده می شود(میل زمین).

۹)- حفاظت درمقابل صاعقه

پستهای فشارقوی خارجی (آزاد) بایددارای تاسیساتی برای حفاظت درمقبل برخوردمستقیم صاعقه باشند زیرابرقگیرهائی که درپست نصب می شوند فقط جلوی امواج سیار را که بوسیله ی سیمهای انتقال انرژی بداخل پست هدایت می شوند میگیرند.

برای جلوگیری ازبرخوردمستقیم صاعقه به تاسیسات پست فشارقوی خارجی ازسیم زمین استفاده می شود.این نوع برقگیرهای سیمی اغلب در اثر برخورد با صاعقه قطع می شوند

با اتصال به قطعات زیر ولتاژ باعث اتصال کوتاه لحظه ای یک فاز می شوند که چون سیم می سوزد خود بخود این اتصالی هم برطرف می شود.

۱۰) - محاسبه ی شکم سیم درپست فشارقوی

شکم شین های سیمی درپست فشارقوی معمولا"بدون درنظرگرفتن مقره هاواضافه کششی که توسط ترمینالهاوکنتاکتهاوانشعابهای سکسیونرقیچی ای بوجود می آید محاسبه می شود.

طرح های مختلف پست فشارقوی خارجی

پس از سالها تجربه وآزمایش و با در نظر گرفتن شرایط مختلف اقتصادی الکتریکی وسادگی درنصب دستگاههای فشارقوی وشین بندی آنها امروز تقریبا"پستهای فشارقوی خارجی صورت نرم شده وکلاسیک پیداکرده که می توان ازنظر شین بندی ونصب سکسیونرهای شین وبرداشت آنها را کلا"به چند دسته تقسیم کرد.

الف- تاسیسات نیمه مرتفع

دراین سیستم شین هابین دودروازه ی فلزی نسبتا"کوتاه نصب می شوندوحوزه های خروجی بازاویه ی قائمه ازاین شین ها انشعاب می گیرند.پستهای خروجی عمودبرشین هاقراردارندوهریک دارای شین فرعی مخصوص بخود می باشندکه توسط دودکل بلندنگه داشته می شوند.

ب- تاسیسات کم ارتفاع

دراین طرح شین های اصلی ۱و۲درامتدادودرارتفاع سکسیونرهاوبرروی یک قطب سکسیونرنصب می شوندودرنتیجه ازدودروازه ی فلزی شین اصلی صرفه جوئی شده است.

پ- روش طولی

دراین روش سکسیونرهای شین درامتدادشین اصلی (درطول شین ها) قرارمی گیرندوارتباط سکسیونرودیژنگتوربطورمستقیم وبدون کمک گرفتن ازشین فرعی صورت می گیرد وبرای خروج دیژنگتورویاحمل ونقل وسایل الکتریکی دیگر با مراعات حداقل فاصله ی مجازازقطعات زیرفشاریک طرف دیژنگتورهادراین محل که به خیابان اصلی حمل ونقل تاسیسات منتهی می شودبه شین کمکی که به دکل مرتفعی وصل است ارتباط پیدامی کند و از آنجا به ترانسفورماتور ولتاژ و ترانسفورماتور جریان وسکسیونر خروجی و صافی و بالاخره به خطوط هوائی متصل می شود.

پستهای فشارقوی کپسولی(زرهی)

پستهای فشارقوی کپسولی ازسال۱۹۶۷به تدریج درشهرهای بزرگ ومناطق پرجمعیت وبخصوص دراروپانصب وبااطمینان کامل موردبهره برداری قرارگرفت.

پستهای فشارقوی کپسولی دارای مزایائی بشرح زیراست:

۱- فضای لازم برای نصب پست فشارقوی کپسولی درحدود۱۰تا۱۵٪ فضای پست فشارقوی آزاد می باشد.

۲- نظربه اینکه تمام قطعات زیرفشاردرداخل کپسولهای کاملا"زرهی قراردارند امکان هیچگونه تماس سهوی باقطعات زیرولتاژممکن نیست وبدین جهت خالی ازخطرات برق زدگی وبرق گرفتگی است واحتیاج به هیچگونه حصارومحدودیتی ندارد.

۳- عوامل خارجی وجویمثل گردوخاک وبادوطوفان وغیره درآن بی اثراست وقطعات زیر ولتاژ آلوده وکثیف نمی شوند و لذا احتیاج به سرویس ندارند.

۴- غیرقابل احتراق وآتش سوزی است وچون فاقدروغن ومادآتش زا است باعث آلودگی میط زیست هم نمی شود.

۵- بی صداکار می کندوفاقدتشعشعات فرکانس زیاد وامواج مزاحم رادیوئی است.

۶- کپسول هاطوری ساخته شده اندکه تقریباگاحتیاج بهسرویس ندارندونظارت ومراقبت آن نیز خیلی ساده است وبه سهولت انجام می گیرد.

۷- چون هریک ازعناصر والمانهای مختلف پست از قبیل شین سکسیونر دیژنگتوروغیره درکپسولهای جداگانه وآماده برای نصب قراردارد نصب تاسیسات وبهره برداری آن درزمان کوتاهی انجام می گیردوچون دیژنگتورهاقابل نصب بطورعمودی ویاافقی هستندلذا می توان نقشه تاسیسات پست فشارقوی رامتناسب با فضای موجود از نظر ارتفاع وسطح زیربنا طرح کرد.

۸- چون پست فشارقوی کپسولی ازاتصال قطعات پیش ساخته شده بهم تشکیل شده توسعه پست بسیارساده وبدون قطع دراز مدت برق انجام می پذیرد.

۹- کپسول هاازآلومینیم ساخته می شوندوبه همین جهت نسبتا"سبک هستندوحمل ونقل آنها ساده است ودرموقع نصب نیزاحتیاج به وسایل بالابرسنگین وبزرگ ندارد.

۱۰- گاز SF6 به عنوان عنصر خاموش کننده ی جرقه دردیژنگتوروهم بعنوان عنصرعایق کننده درکپسول بکاربرده می شودوچون درخاموش کردن جرقه بسیار موثروادارای استقامت الکتریکی زیاد است لذادردیژنگتور SF6 کپسولی احتیاج به قطع متوالی نیست. وبدین جهت دیژنگتورهای کپسولی باقدرت قطع بسیارزیادکه متناسب باقدرت اتصال کوتاه پستهاوشبکه های بزرگ ساخته می شود

۱۱-وبالاخره گازSF6 کهنه وفرسوده می شود.

حفاظت تاسیسات فشارقوی درمقابل اختلاف سطح زیاد

دریک شبکه وسیع که تشکیل شده از سیم هوائی پست فشارقوی وتبدیلگاه وغیره نمی توان ازبوجود آمدن اختلاف سطح زیاد جلوگیری کرد.چون هردستگاهی بالاخره برای یک اختلاف سطح مشخصی ساخته می شود لذادرصورت بوجودآمدن اختلاف سطح زیادترازقدرت تحمل عایق درقسمتی ازشبکه انهدام دستگاه وتجهیزات فعال تاسیسات قشارقوی درآن قسمت حتمی است.

رده بندی ایزولاسیون

بهترین ومناسب ترین روش جلوگیری ازخطرات وخسارات ناشی ازاختلاف سطح زیاد رده بندی عایق هاوایزولاسیون درمراحل مختلف تاسیسات فشارقوی است. در VDE 0111به همین دلیل دوحدعایقی باولتاژ ضربه ای ایستادگی مختلف داده شده استکه

بتوان با به کمک گرفتن انها از شکست وانهدام الکتریکی درداخل وسایل الکتریکی جلوگیری کردوانهدام الکتریکی جنبی (خارج ازدستگاه)

دستگاههاراکه غیرقابل اجتناب نیز هست محدودبه نقاط معینی کردکه خسارت وارده به حداقل ممکن برسدوکاربرق رسانی شبکه مختل نشودویافقط به مدت کوتاهی وقفه دربرق رسانی حاصل گردد.

برقگیردرحقیقت یک ایزولاسون ناقص است وتخلیه الکترونی دراثراختلاف سطح ضربه ای زیادحتما"دران انجام می گیردوبارهای موجوددرموج سیارازآن طریق ازتاسیسات فشارقوی خارج می گرددبدون اینکه مزاحمتی برای شبکه بوجودآید.

برقگیربافنتیل حتی ازایجادجرقه وقوس الکتریکی درداخل تاسیسات فشارقوی نیزجلوگیری می کندوبدین جهت می توان آنرادرهرنقطه ای ازشبکه حتی درشبکه زمین شده بدون توجه به قدرت اتصال کوتاه آن درآن محل نصب کرد.

درموقع کارعادی شبکه برقگیرکه بین فازوزمین بسته شده است مانندیک گیرنده ی موج سریع عمل می کندوروشن می شودوجریانی که توسطبرقگیرازراه قوس الکتریکی به زمین هدایت می شودباعث هدایت اختلاف سطح زیادبه زمین می گردد.

برقگیرهای ۳تا۳۰ هزارولت برای جریان ضربه ای ۵کیلوآمپر و برقگیرهای ۶۰تا۲۲۰ هزار ولت برای ۱۰کیلوآمپرساخته می شوندوجریان های هدایت شونده ی ضربه ای که تابه امروزدرشبکه هاسنجیده شده دربیش از۹۰٪ ضربه هااز۱۰۰۰ آمپر تجاوز نمی کند.

۱- انتخاب ومحل نصب برقگیر

برقگیرهامتناسب باماکسیمم اختلاف سطحی که بافرکانس فعال (فرکانس نامی شبکه)درمحل نصب ممکن است وجودداشته باشدانتخاب می شوند.

مشخصات انواع برقگیرهای بافنتیل (رزوربیت وکاتدیک وغیره)تماما"برای نصب تاارتفاع ۱۰۰۰مترازسطح دریاصدق می کندوجهت نصب آنهادرارتفاعات بیشتر از سطح دریا باید برقگیرمجدداًمتناسب باارتفاع تنظیم گردد.نظربه اینکه محدوده ای که درکنترل ومحافظت برقگیرقرارمی گیردکوچک است.

لذابهتراست که همیشه برقگیر در نزدیکی وسیله هی که درتاسیسات باارزشتراست نصب شود. مثلاً در تاسیسات و پستهای فشارقوی وسیع وگسترده باید برقگیر در کنار ترانسفورماتور نصب شود وشین ها و خطوط هوائی نیز هرکدام برای خود برقگیر مخصوص خواهند داشت.

زمین کردن وصفرکردن درنیروگاه وتاسیسات الکتریکی

اول زمین کردن

درتمام تاسیسات الکتریکی بخصوص تاسیسات فشارقوی زمین کردن یکی ازمهمترین واساسی ترین اقدامی است که برای رفاه وسلامتی واصولا"ادامه ی زندگی اشخاصی که به نحوی بااین پستهادرتماس هستندوحتی درخارج ازپست دررفت وآمدمی باشندبایدبادقت هرچه تمام تروباتوجه به قواعدوقوانینی که بدین منظورتحریرشده انجام گیرد.

درتاسیسات برقی دونوع زمین کردن وجوددارد‌که مایکی رازمین کردن حفاظتی ودیگری رازمین کردن الکتریکی می نامیم.

۱-زمین کرن حفاظتی

زمین کردن حفاظتی عبارتست اززمین کردن کلیه قطعات فلزی تاسیسات الکتریکی که ارتباط مستقیم بامدارالکتریکی قرارندارند.این زمین کردن بخصوص برای حفاظت اشخاص درمقابل اختلاف سطح تماسی زیادبکاربرده می شود.بدین منظوردرپستهای فشارقوی بایدتمام قسمتهای فلزی که درهمسایگی بافشارقوی قراردارندوامکان تماس عمدی ویاسهوی باآنهاموجودباشد به تاسیسات زمینی که برای این منظوراحداث شده است(زمین حفاظتی)متصل ومرتبط گردند.

بدین منظوروبرای جلوگیری ازهرگونه حادثه ای بایدزمین حفاظتی بنحوی تاسیس گرددکه قسمتی ازمسیر که توسط تماس اعضای بدن انسان اتصالی می شوددارای پتانسیل یاافت ولتاژزیادنباشد.

عامل موثرخطربرای انسان یاهرموجودزنده ی دیگرجریان می باشدکه البته وجوداختلاف سطح است که باعث عبوراین جریان می گردد.درفشارضعیف جریان های ۱تا۰/۱آمپرکه از قلب می گذردخطرجانی دارد.آزمایشهاوبررسی های مختلف نشان داده است که :

جریانهائی که تا۰/۰۲آمپربرای انسان قابل تحمل است.

جریانهائی تاحدود۰/۰۵آمپرخطرناک وجریانهای از۰/۱به بالاخطرجانی دارد.

برای نجات برق زده بایدبلادرنگ ازتنفس مصنوعی کمک گرفته شود که بهترین نوع آن نتفس ازراه دهان به دهان می باشد.

درضمن بدن مرطوب ود ستهای عرق کرده باعث کم شدن مقاومت وعبورجریان زیادترمی شود.لذامی توان گفت که حتی اختلاف سطح ۲۰ولت نیز محسوس واختلاف سطح ۶۰ولت ممکن است خطرجانی داشته باشد.

۲- زمین کردن الکتریکی

زمین کردن الکتریکی یعنی زمین کردن نقطه ای ازدستگاههای الکتریکی وادوات برقی که جزئی ازمدارالکتریکی می باشند.مثل زمین کردن مرکزستاره سیم پیچی ترانسفورماتورویاژنراتورویازمین کردن سیم وسط یاسیم مشترک دو ژنراتور جریان دائم سری شده (MP)

زمین کردن الکتریکی دستگاهها بخاطر کار صحیح دستگاهها و جلوگیری از ازدیاد فشار الکتریکی فازهای سالم نسبت به زمین درموقع تماس یکی ازفازهابازمین می باشد..

زمین کردن الکتریکی سه نوع می باشد:

الف- زمین کردن مستقیم

مثل وصل کردن مستقیم نقطه ی صفرترانسفرماتوربانقطه ای ازسیم رابط بین دوژنراتورجریان دائم به زمین .

ب- زمین کردن غیرمستقیم

مانندااتصال نقطه ی صفرژنراتورتوسط یک مقاومت بزرگ به زمین یااتصال نقطه ی ستاره ی ترانسفورماتورتوسط سلف بزرگ به زمین.

پ- زمین کردن بار

دراین نوع زمین کردن نقطه ی صفریااصولاً هرنقطه ازشبکه ی الکتریکی که دارای پتانسیل نسبت به زمین است توسط یک فیوز فشارقوی به زمین وصل میشود.تاموقعی که مدارفیوز بازاست یعنی درحالت کارعادی شبکه ارتباط شبکه بازمین بازاست ولی درموقعی که ولتاژزیادی شبکه راتهدیدمی کند مدارفیوزبکمک جرقه بسته می شود وشبکه مستقیماً بازمین ارتباط برقرارمی کند.

برقگیرهای فشارقوی انواع این فیوزها میباشندوبدین جهت زمین کردن بازدرحقیقت نوعی اززمین کردن الکتریکی درحالت کارعادی شبکه نیزمحسوب نمی شود.اززمین کردن الکتریکی اغلب درموقعی که دستگاههاوشبکه ی برق رسانی بدون عیب نیز می باشندجریان عبورمی کند .درصورتیکه اززمین کردن حفاظتی فقط درموقع ارتباط فازهابازمین جریان عبورمی کند.

اصطلاحاتی که درزمین کردن بکاربرده می شود

۱) زمین

زمین دراین مبحث به معنی نوع وجنس زمین است مثل خاک رس ماسه شن سنگ لاخ مرداب وغیره.

۲) میل زمین (زمین کننده)

میل زمین عبارتست ازهادی یافلزی به هرشکل (صفحه ای لوله ای طنابی پروفیل) که درزمین چال می شودوبازمین ارتباط برقرار می کند.

۳) زمین همسطح

عبارتست ازقسمتی ازسطح زمین که بین نقاط مختلف آن دراثرعبورجریان اززمین اختلاف پتانسیل محسوسی ایجاد نمی شود.زمین همسطح تقریباگ ۲۰ مترازمیل فاصله دارد.

۴) میل فرمان

عبارتست ازسیم یامفتول یاصفحه ی فلزی که مربوط به زمین کننده است وبرای تنظیم افت پتانسیل وکوچک کردن ولتاژ تماسی خطرناک بکاربرده می شود.

۵) سیم زمین

عبارتست ازسیم رابط بین زمین کننده (میل) وزمین شونده.

۶) شین زمین

عبارتست ازشینی که تعدادزیادی سیم زمین ازآن منشعب می شود.

۷) تاسیسات زمین

عبارتست ازمجتمع زمین کننده هاوشین هاوسیم های زمین وبطورکلی تمام قسمتهائی که به زمین کردن مربوط می شوند.

Power Plant Academy

تعیین مشخصات تاسیسات زمین حفاظتی

درتعیین مشخصات وابعادوطرح تاسیسات زمین حفاظتی دوشرط اصلی ومهم زیر باید رعایت شود.

۱) – اختلاف سطح میل زمین از۱۲۵ ولت تجاوزنکند.

۲) –اختلاف سطح تماسی درخارج از محدوده ی پست فشارقوی (خارج ازمحوطه ای که بانرده محصورشده است)از۶۵ ولت تجاوزنکند.

برای جلوگیری ازاختلاف سطح تماس وقدم زیادازروشهای زیراستفاده می شود:

الف- درداخل محوطه ی تاسیسات فشارقوی

۱-جایگاه متصدیان جهت تنظیم وفرمان ومراقبت که منجربه تماس برقرارکردن ولمس کردن تابلوهای فلزی می شود بایدبرای دوبرابراختلاف سطح میل زمین عایق شود ودرضمن تمام تابلوها وقطعات فلزی که زمین شده اندبه یکدیگر متصل شوند تادوقطعه ی فلزی مجاورنسبت بهم اختلاف پتانسیل پیدانکنند.

۲-کلیه ی قسمتهای تابلوکه درتنظیم وفرمان بوسیله انسان لمس می شوند یادردست گرفته می شودمثل چرخ ودسته ی تنظیم کننده های ولتاژوعده ی دوریارؤستاهاودسته یکلیدهاوامثال آنهابایدنسبت به زمین عایق شوندودرروی تابلوئی ازمرمر ویاچوب وفیبروغیره نصب شوند.البته این موضوع می تواندفقط درتاسیسات کوچک بافشارکم قابل اجراباشد.

۳-جایگاه متصدیان جلوی تابلوباکف پوش فلزی مفروش شود.بطوریکه باتابلوهاوقطعات فلزی مجاورآن درچندنقطه مرتبط باشد.درنتیجه اختلاف سطح تماس ازبین می رودوبرای برطرف کردن خطرولتاژ قدم دورتادورآن حداقل بعرض ۱/۲۵ متربا‌کف پوش عایقی مفروش شود.

۴- کف سالن پست فشارقوی بامفتولهای پوشانده شود(بتون آرمه) ومفتول های فلزی داخل یتون به تاسیسات زمین وصل گردد.این مفتول های فلزی باعث می شوندکه ولتاژ تماس ویاولتاژقدم بطورقابل ملاحظه ای کوچک شود.

۵- درپستهای فشارقوی خارجی میتوان باقراردادن مفتول های فولادی ویاتوری فلزی درکف زمین اطراف نزدیک ترانسفورماتورهاوتابلوهاوقطعات فلزی دیگرازبوجودآمدن اختلاف سطح تماس وقدم بیشترازا۱۲۵ولت جلوگیری کرد.

زمین کردن دکل های انتقال انرژی

انواع واقسام دکل های آهنی بتون آرمه وحتی نوارهای فلزی وسیم های نگهدارنده ی تیر های چوبی بخاطراینکه درموقع برخوردصاعقه خوردنشوندبایدزمین شوندودرضمن بایدسعی شودکه مقاومت گسترده ی زمین لازم ومجاورتوسط خودپایه ویافونداسیون دکل تامین گردد.

تیرهای چوبی که فاقدقطعات بستهای فلزی بین مقره وزمین می باشد ایتیاج به زمین کردن ندارند.زمین حفاظتی دکل هابایدحتی المقدوربرای مقاومت گسترده زمین حساب شود.

دکلهای فشارقوی ۱۱۰کیلوولت وبالاترکه درزمین های مزروعی ویامحل هائی که درمسیررفت آمدمردم است نصب می شوندبایدبخاطرکوچک کردن ولتاژقدم دراطراف نزدیک دکل بایک میل فرمان کمربندی که بادکل درارتباط می باشند محصورمی گردد.این میل درفاصله ی ۱ متری ازدکل به عمق ۰/۲ تاحداکثر۰/۵ متردرزمین چال می شودودورتادورآن رااحاطه می کند.

دوم صفرکردن

یکی ازروشهای حفاظتی صفرکردن است که فقط درشبکه های باسیم صفرممکن است.دراین نوع حفاظت بدنه ی فلزی اسباب وفلزات وادوات وماشین آلات برقی ازراه سیم صفر به شبکه ی برق رسانی وصل می شود.درنتیجه بااتصال بدنه پیداکردن یکی ازدستگا ها وبسته شدن مدارالکتریکی آن بکمک سیم صفر جریان شدیدی از محل اتصالی شده عبورمی کندوباعث قطع کلید خودکارفیوزمدارمربوطه می شود.جهت قطع سریع ومطمئن فیوزبایدجریان اتصال کوتاه حداقل ۲/۵ برابرجریان نامی فیوزباشد.

شرایط صفرکردن

صفرکردن بطورکلی برای جلوگیری ازازپتانسیل گرفتن بدنه ی فلزی ماشین آلات برقی دراثراتصال بدنه است.لذاقطع جریان تنها کافی نیست بلکه بایدولتاژقطع گردد ازاین جهت بایدسیم صفرفاقدفیوز باشد.برای قطع فیوزوبرداشتن ولتاژودرنتیجه حفاظت صحیح شرایطی لازم است که ذیلا"بطورخلاصه به آن اشاره خواهدشد.

۱- شرط اول

مقطع سیم هابایدطوری محاسبه و انتخاب شوند که درموقع اتصال کوتاه بین یک فاز و سیم صفر حداقل جریانی معادل ۲/۵ برابرجریان نامی نزدیکترین فیوز محل اتصالی ازمدار عبور کند.

Power Plant Academy

۲- شرط دوم

سیم صفر باید حتما"زمین شود و محل زمین شدن سیم صفرنیز باید در نزدیکی پست ترانسفورماتور باشد.درشبکه ی سیم های هوائی باید سیم صفرحداقل در محل انشعاب مجددا"زمین شود.

درصورتیکه درمسیرشبکه ی برق شهری زمین خوب مانندشبکه ی لوله کشی آب موجوداست.توصیه می شودکه سیم صفربه لوله کشی آب رسانی شهر نیزمتصل گردد.درصورتی که دریک شبکه ی سه فاز چهارسیمه (شبکه باسیم صفر)یکی ازفازها بازمین اتصالی وتماس پیداکند:

اولا"سیم صفربزمین اختلاف سطح پیدامی کند.

ثانیا"اختلاف سطح فازهای سالم نیز نسبت به زمین بالامی رود.

۳- شرط سوم

درکشیدن سیم صفربایدمانندسیم فازدقت کافی بعمل آید.زیرادرصورت قطع شدن سیم صفرهمیشه ولتاژ تماسی درسیم صفرایجادمی شودکه بسته به محل قطع شدن ممکن است این ولتاژ خطرناک باشد.

محل های مختلف قطع شده گی عبارتنداز:

۱- قطع سیم صفربین دو زمین

۲- قطع سیم صفر بعدازآخرین زمین

۳- قطع سیم صفروتماس باسیم فاز

درحالت ۱و۲ اختلاف سطح تماسی بعلت متعادل نبودن بارهای شبکه ی سه فاز بوجود می آید. دربارکاملا"متعادل اختلاف سطح تماسی صفراست. ما از آنجا که دریک شبکه ی سه فازچهارسیمه تقریبا"همیشه بارها نامتعادل می شوند و ازسیم صفرجریان عبورمی کنددرحالت های ۱و۲ نیز می توان با اختلاف سطح تماسی نسبتا"زیادی مواجه شد.

اتاق فرمان

درنیروگاههاوحتی پست هاو تبدیلگاه های بزرگ اعم ازشبکه های محصور یا آزاد کلیه فرمان ها مراقبت ها وتنظیم ها وکنترل هادر یک مرکزی بنام اتاق فرمان انجام می گیرد. معمولا"باسیم ۱/۵ به اتاق فرمان هدایت می شوند و در این اتاق وسایل مربوط به فرمان وقطع ووصل کلید ها سنکرون کردن وتنظیم باروراه اندازی ژنراتورها ومراقبت کامل دستگاهها(لامپهای خبری mm^2 و سیگنال) و وسایل اندازه گیری و حفاظتی (رله ها) در روی تابلو و قفسه ها و میزهای فرمان نصب می گردند.

از اتاق فرمان می تواندمتصدی اتاق فرمان (اوپراتور) تمام قسمتهای مهم ومختلف نیروگاه رازیر کنترل ومراقبت دقیق داشته باشدوبانظارت بردستگاههای اندازه گیری لزوم قطع ووصل دستگاههاراپیش بینی کندومتناسب باوضعیت نیروگا هھاومنحنی باروزانه درقطع ووصل کلید هاوراه اندازی یاازکارانداختن ژنراتورهااقدام لازم رابعمل آورد.

برای اینکه کلیه این عملیات درروی دستگاهها بدون اشتباه وبادقت کافی و با در نظر گرفتن شرایط و ضوابط لازم انجام گیرد معمولا" هریک از پستها و واحدهای دارای تابلوی مخصوص بخود می باشند.

ابعاداتاق فرمان ونصب تابلوها

اتاق فرمان معمولا"درهمان سطحی که ژنراتورهانصب شده اندوبه فاصله ی کمی از آنها قرار دارد. دراین صورت علاوه براینکه تماس اوپراتور با موتور خانه به سادگی انجام می گیرد مشکلات کابل رسانی (کابل هائی مربوط به فرمان و دستگاههای حفاظت ومراقبت و اندازه گیری)نیز تا حدودی مرتفع می گردد. بزرگی سالن فرمان بستگی به تعداد پستها (سلولها) و بطور کلی بستگی به بزرگی پست فشارقوی و تعداد ژنراتورها دارد.

تابلوی فرمان ومیزفرمان

تابلوهای فرمان امروزه بدون استثناء ازصفحات فولادی (ورق آهن)به ضخامت ۱/۵ تا۲/۵ میلیمتر ساخته می شوند. ارتفاع تابلوها معمولا" درحدود ۲۲۵۰ میلیمتر و عمق تابلو ۹۰۰-۷۰۰-۵۰۰-۳۰۰ میلیمتراست .بطوریکه عمق ۷۰۰ میلیمتر و عرض ۶۰۰ میلیمتراز متداولترین تابلوی فرمان امروزیست.

طرزقراردادن دستگاههای اندازه گیری

دستگاههای اندازه گیری برحسب اصلی وفرعی بودن آنها طوری روی تابلوی برق نصب می شوندکه متصدی سالن فرمان بتواندبه آسانی آنهاراکنترل وبررسی کند.دستگاههای اندازه گیری مهم مثل آمپرمترووات‌متروکسینوس فی متر‌که مربوط به مدارتغذیه یاتولید میباشند .معمولا" قدری بزرگتر از دستگاههای اندازه گیری فرعی مثل آمپرمتر و ولتمتر تحریک کننده انتخاب می شوند. درضمن دستگاههای اندازه گیری فرعی باید در محلی نصب شوندکه خیلی چشم گیرنباشد.

فرمان

همان طورکه گفته شد تمام قطع و وصل های کلید های فشارقوی و راه اندازها وبارگیری ها از اتاق فرمان انجام میگیرد. بدین منظور هر یک از کلید های فشار قوی (سکسیونر یا دیژنگتور) دراتاق فرمان دارای یک کلیدی بنام کلید فرمان میباشند.این کلیدها معمولا" درمحل اصلی کلیدهای فشارقوی درروی نقشه ی مدارالکتریکی که درروی تابلو یا میز فرمان رسم شده است نصب می شوند. کلید فرمان درضمن اینکه باعث قطع ووصل سکسیونرها و دیژنگتورها ازاتاق فرمان می شود باید به وسیله ای وضعیت قرارگرفتن کلید های فشارقوی رانیزدراتاق فرمان مشخص کندواوپراتورراازطریقه ی برق رسانی آگاه سازد. بدین منظوردرتابلوی فرمان علاوه بر کلید فرمان نشان دهنده هائی که معرف وضعیت کلید هستند نیز نصب می شوند.

الف – راهنمای خطی

راهنمای خطی تشکیل شده از دو بوبین مغناطیسی که توسط کنتاکت فرعی سکسیونرویادیژنگتورجریان می گیرد. به طوری که درهروضعیت کلید (قطع یاوصل)یکی ازبوبین هاجریان می گیردودرصفحه ی سفید راهنما راکه دارای خط سیاه کلفتی است درامتداد مدار الکتریکی ویاعمود بر آن نگه می دارد و در صورتی که مدارفرمان به دلایلی قطع شده و یاعیب ونقص دیگری داشته باشد، راهنمادرحالت ۴۵درجه نسبت به محورافق می ایستد.

ب – راهنمای مماسی لامپ

برای مشخص کردن کلیدفشارقوی(قطع یاوصل بودن سکسیونر دیژنگتور) ساده ترین وسیله ، چراغ راهنمامی باشد. این نشان دهنده معمولا" در تابلوهای فرمان کوچک ویادرمیزفرمان وتابلوهای توزیع برق نصب می شوند. راهنماهای لامپی معمولا"دارای شیشه ای برنگ سبزویاقرمزاست وبرای نشان دادن حالت وصل کلیدازرنگ قرمزوبرای قطع کلید ازرنگ سبزاستفاده می شود.

پ- کلیدراهنما

درضمن اینکه راهنمای خطی فقط موضع کلیدرانشان می دهد و یا تغییر وضعیت کلید تغییر می کند، کلید راهنما تغییرات بعدی کلید را نیز مشخص می کند. به عبارت دیگر تا موقعی که اوپراتور تغییر وضعیت کلید را رویت نکرده و آن را تغییر ندهد دسته ی کلید به حالت اولیه خودباقی می ماند. این کلید مانند یک کلید گردان چندقطبه است ولامپ کوچک داخل کلیدشیشه مات درپوش کلیدرادرمواقع بخصوصی روشن می کند.

راه اندازکلیدهای فشارقوی

عمل قطع ووصل کلید های فشارقوی باقدرت زیادعلاوه بردستی ممکن است به یکی ازطرق زیر انجام گیرد:

الف – راه اندازموتوری

ب – راه انداز مغناطیسی

پ- راه اندازتوسط نیروی ذخیره شده درفنر

ت – راه اندازکمپرسی (پنوماتیک)

چفت وبست مکانیکی

درسلولهای فشارقوی داخلی ومحصور(تابلوهای فشارقوی تا۳۰کیلوولت)که فاقدفرمان قطع ووصل ازراه دورمی باشند برای جلوگیری ازقطع بیموقع سکسیونرهامعمولا"ازچفت وبست مکانیکی استفاده می شود.

انتخاب ترانسفورماتورهای جریان وولتاژ

الف – ترانسفورماتورجریان

ترانسفورماتورهای جریان معمولا"جهت جداکردن مداردستگاههای سنجشی وحفاظتی ازشبکه ی فشارقوی بکاربرده می شوند. وبایدطوری انتخاب شوندکه هم درحالت عادی ونرمال شبکه وهم درحالت اتصال کوتاه وایجادخطا،بتوانندجریان زکوندرلازم ومجازرابرای دستگاههای اندازه گیری ورله های حفاظتی تامین کنند،بدون اینکه جریان اتصال کوتاه طرف پریمرباعث خراب کردن دستگاههای اندازه گیری شودوبااینکه فرمان غلط به دستگاهها و رله های حفاظتی بدهد.

درصورتی که ترانسفورماتورجریان مخصوص رله های حفاظتی باید در جریان های خیلی زیادنیزنسبت تبدیل نامی خودرا تا حدودی حفظ کند تاعمل حفاظت مختل نشود و بطورصحیح انجام گیرد.

دستگاههای اندازه گیری درنیروگاهها

برای مطالعه درنحوه ی کاروکنترل وضعیت وکیفیت یک نیروگاه،سنجش کمیتهای الکتریکی مختلف نیروگاه ازقبیل آمپر،ولت ووات وغیره لازم وضروراست. لذا هر نیروگاه یا هر پست فشارقوی و یا بالاخره هرتابلوی برقی برحسب ضرورت و اهمیت شامل تعدادی دستگاههای

اندازه گیری (نشان دهنده ونویسنده وشماره انداز)می باشدکه درحقیقت مراقبت ازنیروگاه و شبکه را بعهده دارندومی توان باکنترل صحیح وپیگیراین دستگاهها از بروز خطرات و ایجاد خسارات زیاد جلوگیری کردودرضمن به دوام وطول عمر نیروگاه نیزافزود. دستگاههای اندازه گیری معمولا"درتابلوهای فرمان و قفسه های مخصوص اندازه گیری ویادراتاق فرمان درروی تابلوهاودرمکان مناسب نصب می شوند. دستگاههای اندازه گیری که درنیروگاههاوپستهای فشار قوی درتابلوهانصب می شوند،برای اختلاف سطح های تا۶۰۰ولت و جریان های تا۳۰۰ آمپرمی توانندبطورمستقیم بکاربرده شوندوبرای ولتاژهاوجریان های زیادتر،ازمقاومت یاازترانسفورماتورهای اندازه گیری استفاده می شود.

سیستم های مخابراتی

سیستمی است که به کمک آن می توان سیگنال های مخابراتی را به منظور کنترل ازراه دور ویاحفاظت ازدوربه نقاط دیگر شبکه انتقال ارسال نمود ومتعاقبا"سیگنالهای مشابه رادریافت نموداین سیستم ها معمولا" در انواع زیر وجود دارند:

۱- سیستم میکروویو

۲- سیستم پی ال سی

۳- سیستم رادیو تلفن UHF

۴- سیستم های بی سیم که امروزه خیلی کمترمتداول است.

ترانسفورماتور

قسمت اعظم انرژی الکتریکی مورد نیاز انسان در تمام کشورهای جهان، توسط مراکز تولید مانند نیروگاههای بخاری، آبی و هسته ای تولید می شود. این مراکز دارای توربین ها و آلترناتورهای سه فاز هستند و ولتاژی که به وسیله ژنراتورها تولید می شود باید تا میزانی که مقرون به صرفه باشد جهت انتقال بالا برده شود .

گاهی چندین مرکز تولید به وسیله شبکه ای به هم مرتبط می شوند تا انرژی الکتریکی موردنیاز را به طور مداوم و به مقدار کافی در شهرها و نواحی مختلف توزیع کنند.

در محل های توزیع برای این اینکه ولتاژ قابل استفاده برای مصارف عمومی و کارخانجات باشد، باید ولتاژ پایین آورده شود. این افزایش و کاهش ولتاژ توسط ترانسفورماتور انجام می شود بدیهی است توزیع انرژی بیت تمام مصرف کننده های یک شهر از مرکز توزیع اصلی امکان پذیر نیست و مستلزم هزینه و افت ولتاژ زیادی خواهد بود .

لذا هر مرکز اصلی به چندین مرکز یا پست کوچکتر(پست های داخل شهری) و هر پست نیز به چندین محل توزیع کوچکتر(پست منطقه ای) تقسیم می شود. هر کدام از این مراکز به نوبه خود از ترانس های توزیع و تبدیل ولتاژ استفاده می کنند .

به طور کلی در خانواده و توزیع انرژی الکتریکی ، ترانسفورماتورها از ارکان و اعضای اصلی هستند و اهمیت آنها کمتر از خطوط انتقال و یا مولدهای نیرو نیست. خوشبختانه به دلیل وجود حداقل وسایل دینامیکی در آنها کمتر با مشکل و آسیب پذیری رو به رو هستند. مسلماً این به آن معنی نیست که می توان از توجه به حفاظت ها و سرویس و نگهداری آنها غفلت کرد .

تئوری و تعاریفی از ترانسفورماتورها

ترانسفورماتورها به زبان ساده و شکل اولیه وسیله ای است که تشکیل شده از دو مجموعه سیم پیچ اولیه و ثانویه که در میدان مغناطیسی و اطراف ورقه هایی از آهن مخصوص به نام هسته ترانسفورماتور قرار می گیرند. مقره ها یا بوشینگ ها یا ایزولاتورها و بالاخره ظرف یا محفظه ترانسفورماتور .

کار ترانسفورماتورها بر اساس انتقال انرژی الکتریکی از سیستمی با یک ولتاژ و جریان معین به سیستم دیگری با ولتاژ جریان دیگر است. به عبارت دیگر ترانسفورماتور دستگاهی است استاتیکی که در یک میدان مغناطیسی جریان و فشار الکتریکی را بین دو سیم پیچ یا بیشتر با همان فرکانس و تغییر اندازه یکسان منتقل می کند .

ساخت ترانسفوماتور قدرت خشک

در ژوئیه ۱۹۹۹، شرکت ABB، یک ترانسفور ماتور فشار قوی خشک به نام "Dryformer " ساخته است که نیازی به روغن جهت خنک شدن بار به عنوان دی الکتریک ندارد.در این ترانسفورماتور به جای استفاده از هادیهای مسی با عایق کاغذی از کابل پلیمری خشک با هادی سیلندری استفاده می شود.تکنولوژی کابل استفاده شده در این ترانسفورماتور قبلاً در ساخت یک ژنراتور فشار قوی به نام "Power Former" در شرکت ABB به کار گرفته شده است. نخستین نمونه از این ترانسفورماتور اکنون در نیروگاه هیدروالکترولیک "Lotte fors" واقع در مرکز سوئد نصب شده که انتظار می رود به دلیل نیاز روزافزون صنعت به

ترانسفورماتور هایی که از ایمنی بیشتری برخوردار باشند و با محیط زیست نیز سازگاری بیشتری داشته باشند، با استقبال فراوانی روبرو گردد.

ایده ساخت ترانسفورماتور فاقد روغن در اواسط دهه ۹۰ مطرح شد. بررسی، طراحی و ساخت این ترانسفورماتور از بهار سال ۱۹۹۶ در شرکت ABB شروع شد. ABB در این پروژه از همکاری چند شرکت خدماتی برق از جمله Birka Kraft و Stora Enso نیز بر خوردار بوده است.

تکنولوژی :

ساخت ترانسفورماتور فشار قوی فاقد روغن در طول عمر یکصد ساله ترانسفورماتورها، یک انقلاب محسوب می شود. ایده استفاده از کابل با عایق پلیمرپلی اتیلن (XLPE) به جای هادیهای مسی دارای عایق کاغذی از ذهن یک محقق ABB در سوئد به نام پرفسور "Mats lijon" تراوش کرده است.

تکنولوژی استفاده از کابل به جای هادیهای مسی دارای عایق کاغذی، نخستین بار در سال ۱۹۹۸ در یک ژنراتور فشار قوی به نام "Power Former" ساخت ABB به کار گرفته شد. در این ژنراتور بر خلاف سابق که از هادی های شمشی (مستطیلی) در سیم پیچی استاتور استفاده می شد، از هادیهای گرد استفاده شده است. همانطور که از معادلات ماکسول استنباط می شود، هادیهای سیلندری ، توزیع میدان الکتریکی متقارنی دارند. بر این اساس ژنراتوری می توان ساخت که برق را با سطح ولتاژ شبکه تولید کند به طوری که نیاز به ترانسفورماتور افزاینده نباشد. در نتیجه این کار، تلفات الکتریکی به میزان ۳۰ در صد کاهش می یابد.

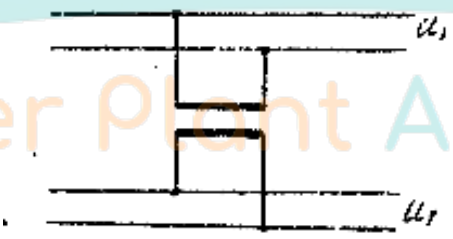
در یک کابل پلیمری فشار قوی، میدان الکتریکی در داخل کابل باقی می ماند و سطح کابل دارای پتانسیل زمین می باشد.در عین حال میدان مغناطیسی لازم برای کار ترانسفورماتور تحت تاثیر عایق کابل قرار نمی گیرد.در یک ترانسفورماتور خشک، استفاده از تکنولوژی کابل، امکانات تازه ای برای بهینه کردن طراحی میدان های الکتریکی و مغناطیسی، نیروهای مکانیکی و تنش های گرمایی فراهم کرده است.

در فرایند تحقیقات و ساخت ترانسفورماتور خشک در ABB، در مرحله نخست یک ترانسفورماتور آزمایشی تکفاز با ظرفیت ۱۰ مگا ولت آمپر طراحی و ساخته شد و در Ludivica در سوئد آزمایش گردید. "Dry former" اکنون در سطح ولتاژ های از ۳۶ تا ۱۴۵ کیلو ولت و ظرفیت تا ۱۵۰ مگا ولت آمپر موجود است.

انواع ترانسفورماتورها :

الف : ترانسفورماتور با دو یا چند سیم پیچ جداگانه

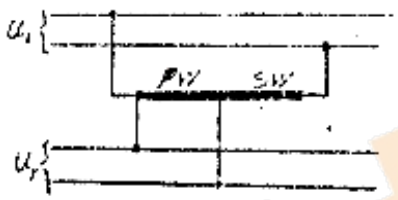
در این نوع ترانسفورماتورها هر یک از سیم پیچ ها بطور جداگانه بطور موازی به شبکه وصل می باشند وانتقال قدرت از طریق فلوی مغناطیسی انجام می شود . مانند شکل زیر



Power Plant Academy

ب: اتوترانسفورماتور

این نوع ترانسفورماتور بصورت موازی و سری است یعنی اینکه ترانسفورماتور به صورت موازی به شبکه وصل است اما با سیم پیچ دیگر به صورت سری می باشد . در حقیقت سیم پیچ سری به دو شبکه وصل است .



قدرت p1 بوسیله فلوی مغناطیسی منتقل می شود که : U1 ولتاژ اولیه (ولتاژ زیاد)

$$p_1 = p_1 \frac{u_1 - u_2}{u_1}$$

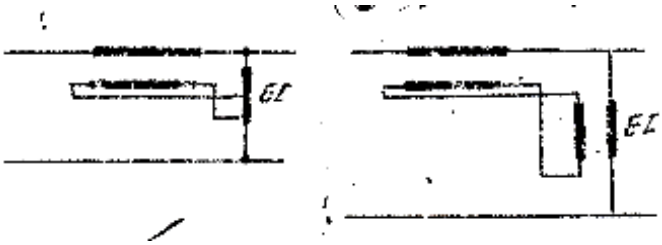
U2 ولتاژ ثانویه (ولتاژ کم)

در شکل صفحه بعد ساختمان اتوترانسفورماتور را نشان می دهد .

ج: ترانسفورماتور بوستر

در این نوع ترانسفورماتورها سیم پیچ های سری و موازی از نظر الکتریکی جدا می باشند . یک سیم پیچ به صورت موازی به یک شبکه وصل است و سیم پیچ دیگر سری می باشد. مقدار انتقالی از طریق فلوی مغناطیسی انجام می شود . شکل های زیر ساختمان این نوع ترانسفورماتور را نشان می دهد .

در بوسترها اصولاً یک سیم پیچ تحریک وجود دارد که بصورت دو سیم پیچ جداگانه و یا اینکه بصورت اتو ترانسفورماتور می باشد . مطابق شکلهای زیر :



تذکر : از نظر مقدار فاز نیز ترانسفورماتور های دو نوع می باشند . ترانسفورماتور های تک فاز و.... ترانسفورماتور های سه فاز که در این فصل بیشتر بحث روی ترانسفورماتور سه فاز است

ویژگیهای ترانسفورماتور گازی :

بدلیل عدم وجود روغن ، خطر آلودگی خاک و منابع آب زیرزمینی وهمچنین احتراق و خطر آتش سوزی از بین می رود .

به روغن جهت خنک شدن یا به عنوان عایق الکتریکی نیاز ندارد .

غیر قابل اشتعال بودن گازsf6 این امکان را می دهد که نیاز به تجهیزات گسترده آتش نشانی کاهش می یابد بنابر این از این دستگاهها در محیط های سر پوشیده و نواحی سر پوشیده شهری نیز می توان استفاده کرد .

کار نصب ترانسفورماتورآسان تر شده به خاطر عدم نیاز به تانک ترانس رله ، سنجش سطح روغن .

مجهز دستگاه هیدران که وظیفه اش تعیین فشار گاز والارم را نشان می دهد .

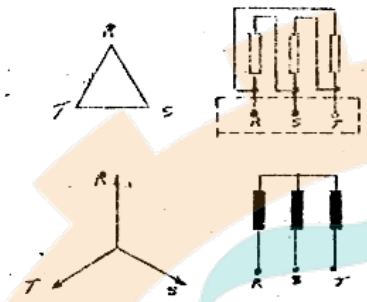
قابلیت استفاده در مناطق گرمسیری بخاطر ثبات شیمیایی بالای گاز sf6

تعمیرات راحت تر

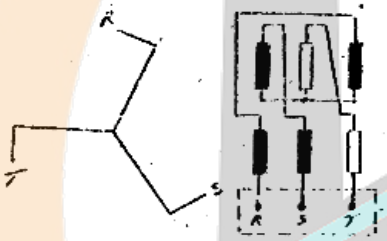
حجم و ابعاد کم

اتصال سیم پیچ ها ترانسفورماتور های سه فاز

سیم پیچ های ترانسفورماتور به طرق زیر ممکن است سیم اتصال داده شوند .



الف : مثلث (d)



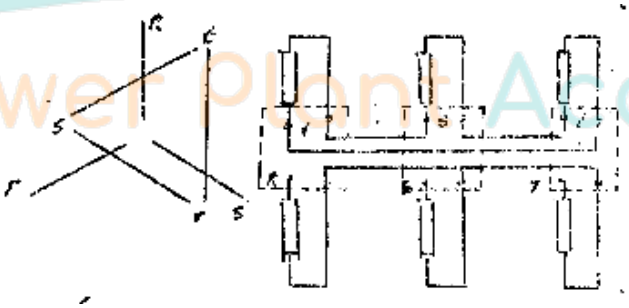
ب: ستاره (y)

ج: زیگزاگ (z)

د: باز (iii)

در این نوع ترانسفور ماتور سیم پیچ روی هسته های جداگانه پیچیده شده و در تانکهای مختلف قرار دارند وسرهای سیم پیچ ها را در خارج از ترانسفور ماتور بصورتی که می خواهند وصل می کنند .

مطابق شکل زیر :

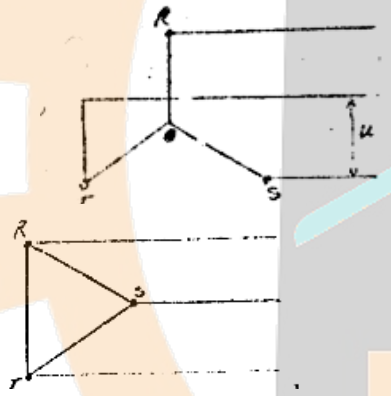


در ترانسفورماتور بالا که بصورت ستاره – مثلث می باشد سیم پیچ اولیه و ثانویه هر فاز روی یک هسته جداگانه است که اتصلات آنها در خارج از ترانسفورماتور انجام می شود و همانطوریکه مشاهده می شود اولیه ترانسفورماتور بصورت ستاره (y) و ثانویه آن بصورت مثلث (d) می باشد .

مقایسه مقدار مس و عایق اتصالهای مختلف

۱- مقایسه ستاره ومثلث

چنانچه اختلاف پتانسیل بین فاز و فاز شبکه ای را u در نظر بگیریم در اینصورت ولتاژ بین فاز و زمین در یک شبکه سه فاز برابر u می باشد .



بنابراین مطابق شکل زیر ولتاژ دو سر یک سیم پیچ مثلث برابرk ۱۰ در اتصال ستاره برابر u می باشد .

$$u_{ot} = \frac{v}{\sqrt{3}} = v_u s = v_{or}$$

ولتاژ دو سر سیم پیچ

$$u_{\Delta} = \sqrt{3}UT$$
$$V_{RS} = V_{ST} = V_{TR} = U$$

ولتاژ دو سر سیم پیچ دو مثلث

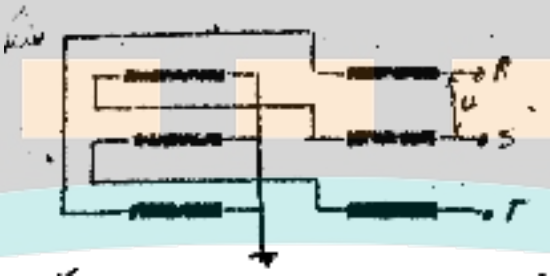
مشاهده می شود ولتاژ دو سر سیم پیچ مثلث $\sqrt{3}$ برابر ولتاژ رو سر سیم پیچ ستاره است .

بنابراین اگر قدرت هر دو سیم پیچ (مثلث و ستاره) یکی باشد در اینصورت مقدار جریان در

سیم پیچ مثلث است. در نتیجه سطح مقطع سیم پیچ ستاره باید $\sqrt{3}$ برابر سطح مقطع سیم پیچ مثلث باشد. اما از طرف دیگر چون مقدار فلوی ایجاد شده در هسته هر یک از سیم پیچ ها باید یکی باشد در اینصورت تعداد حلقه های سیم پیچ مثلث $\sqrt{3}$ برابر تعداد حلقه های سیم پیچ ستاره است. بنابراین مقدارش مصرف شده در هر دو یکسان است اما مقدار عایق بکار رفته در سیم پیچ مثلث $\sqrt{3}$ برابر بیشتر از سیم پیچ می باشد. در نتیجه در ولتاژهای بالا چون قیمت ایزولاسیون زیادی باشد بهتر است از اتصال ستاره استفاده نمود اما در ولتاژهای پایین بتوان از اتصال مثلث استفاده کرد .

۲- مقایسه ستاره و زیگزاگ

همانطوریکه می دانید در ترانسفورماتورهای با اتصال زیگزاگ سیم پیپ ترانسفورماتور به شش سیم پیچ تقسیم شده که هر دو پیچک فازهای مختلف در جهت عکس با هم سری می شود مطابق شکل زیر :



از آنجایی که در اتصال زیگزاگ دو پیچک سری همیشه بصورت مخالف بسته می شود بنابراین ولتاژ بر فاز نسبت به زمین یا نقطه نول $\sqrt{3}$ برابر ولتاژ بر نیم پیچک می باشد . ضمناً ولتاژ هر فاز نسبت به مرکز زیگزاگ $\frac{\sqrt{3}}{2}$ ولتاژ حالتی است که اتصال بصورت ستاره باشد. بنابراین اگر بخواهیم ولتاژی برابر اتصال ستاره بوسیله اتصال زیگزاگ داشته باشیم بایستی تعداد حلقه

های هر فاز $\frac{2}{\sqrt{3}}1/158$ برابر حالت ستاره باشد. بنابراین در اتصال زیگزاگ نسبت به اتصال ستاره مشابه خود 15/8٪ سیم پیچ اضافه خواهد داشت. مقدار عایق و مس بکار رفته زیگزاگ 15/8٪ بیشتر از حالت سه فازه است اما سطح مقطع سیمها یکسان می باشد.

موارد استفاده سیم پیچ های مختلف :

سیم پیچ های ستاره :

همانطوری که گفته شد اصولاً درولتاژهای بالا (E.H.N,H.V) از سیم پیچ ستاره استفاده می کنند . مخصوصاً در ترانسفرماتورهایی که دارای تپ چنجر باشند . اما در نقاطی که اول ترانس نیز امکان بار دار شدن باشد نیز از این اتصال استفاده می شود (برای L.V) .

سیم پیچ مثلث :

این سیم پیچ بیشتر برای جریانهای زیاد و ولتاژ کم استفاده می گردد. (M.V)

سیم پیچ زیگزاگ :

این سیم پیچ تنها در ترانسفورماتورهای با قدرت کم و ولتاژ پایین استفاده می شود مخصوصاً موقعی که نول ترانسفورماتور دارای جریان باشد، یا برای سیتمی که به عنوان ترانس زمین یا ایجاد کننده نول یا امپدانس صفر باشد، استفاده می شود .

Power Plant Academy

شرح	اتصال ستاره	اتصال مثلث	اتصال زیگزاگ
مقدار بار نقطه نول ترانس جریان مغناطیس کننده ترانس	مقدار جریان بستگی به امپدانس صفر نقطه نول و اتصالات دیگر ترانس دارد . اگر نول ترانس ایزوله باشد و سیم پیچ های دیگر ترانس مثلث نباشند هارمونیک سوم جریان نمی تواند عبور کند هارمونیک سوم حداقل یکی از سیم پیچ های ترانسفور ماتور عبور می کند . دارای هارمونیک سوم و لتاژ می باشد بصورت سینوسی است .	هارمونیک سوم در سیم پیچ های ترانسفور ماتور بسته شود و سینوسی است	می تواند تا مقدار جریان نامی سیم پیچ ها جریان تحمل کند .

نسبت تبدیل ترانسفورماتور

نسبت ولتاژ اولیه ترانسفور ماتور به ولتاژ ثانویه آن در حالت در حالت بدون بار در ترانسفورماتور را نسبت تبدیل تراسفورماتور گویند. مثلاً در ترانسفورماتور 63/20 کیلووات ولتاژ اولیه ۶۳ کیلووات و ولتاژ ثانویه ۲۰۸۷ در حالت بی باری است بدیهی است که اگر از ترانسفورماتور باری گرفته شود . بخاطر افت داخل ترانس ثانویه $20 - \Delta UKV$ خواهد شد . مقدار این نسبت تبدیل را میتوان با تعداد حلقه های اولیه و ثانویه ترانسفورماتور تغییر داد . وسیله ای که این تغییر را انجام می دهد تپ چنجر گویند و اصولاً تپ چنجر دو نوع می باشد .

الف) تپ چنجر بدون بار OFFLOAV TAPCHANGER

در این نوع تپ چنجر باید ترانسفورماتور را از مدار خارج نموده و تعداد حلقه ها را تغییر داد در اینجاست ±2/5% – ±4% یا ±5% می توان ولتاژ ثانویه را تغییر داد .

ب – تپ چنجر ON LOAD TAPCHANGER

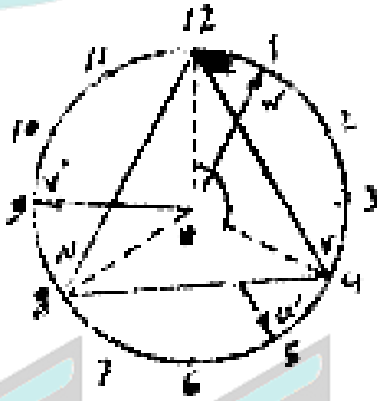
چنانچه در حالت کار عادی ترانسفورماتور و در شرایط عادی با جریان و ولتاژ بتوان تعداد حلقه ها را تغییر داد در اینصورت از تپ چنجر با بار (ON LOAD) استفاده شده که بتواند این تغییرات بطور مثال ±1% یا ±16% یا ±22% ولتاژ ثانویه

گروه اتصال در ترانسفور ماتور

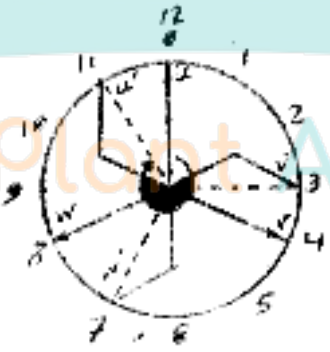
در ترانسفور ماتور ها اصولاً بین ولتاژ اولیه و ثانویه اختلاف فازی حاصل می شود که بستگی به طریقه اتصال سیم پیچ های فازهای مختلف داخل ترانسفور ماتور دارد . برای تعیین میزان اختلاف فاز از روش عقربه های ساعت استفاده می شود . در این روش چنانچه بردار ولتاژ یکی از فازهای اولیه (ولتاژ بردار ولتاژ فاز نول) در امتداد عدد ۱۲ ساعت باشد در اینصورت بردار ولتاژ ثانویه همان فاز در مقابل هر عددی قرار گیرد در حقیقت شماره از اعداد فوق به معنی ۳۰ درجه اختلاف فاز می باشد .

Power Plant Academy

بطور مثال در شکل زیر ترانسفور ماتور با اتصال dys را نشان می دهد (اولیه مثلث و ثانویه ستاره با اختلاف فاز ۱۵۰ درجه) در شکل مقابل مشاهده می شود که امتداد بردار ou در امتداد o- 12 می باشد ولی ولتاژ ثانویه یعنی ou در امتداد o-s است بنابراین اتصال ترانسفور ماتور بصورت dys نمی باشد یا به عبارت اختلاف فاز بین ولتاژ اولیه وثانویه $5\times30=150^\circ$ است . در شکل زیر ترانسفور ماتور با اتصال yg 11 را نشان می دهد (اولیه ستاره و ثانویه زیگزاک با اختلاف فاز ۳۳۰ درجه)



در شکل زیر نیز مشاهده می شود که امتداد ولتاژ ou در امتداد o- 12 قرار گرفته در صورتیکه ولتاژ ثانویه ترانسفور ماتور برای فاز u یعنی ou در امتداد o- 11 قرار گرفته یعنی گروه اتصال ترانسفور ماتور yg 11 است یا به عبار ت دیگر اختلاف فاز بین فاز اولیه و ثانویه



$30\times11=330^\circ$ می باشد .

نامگذاری اتصالات ترانسفورماتور

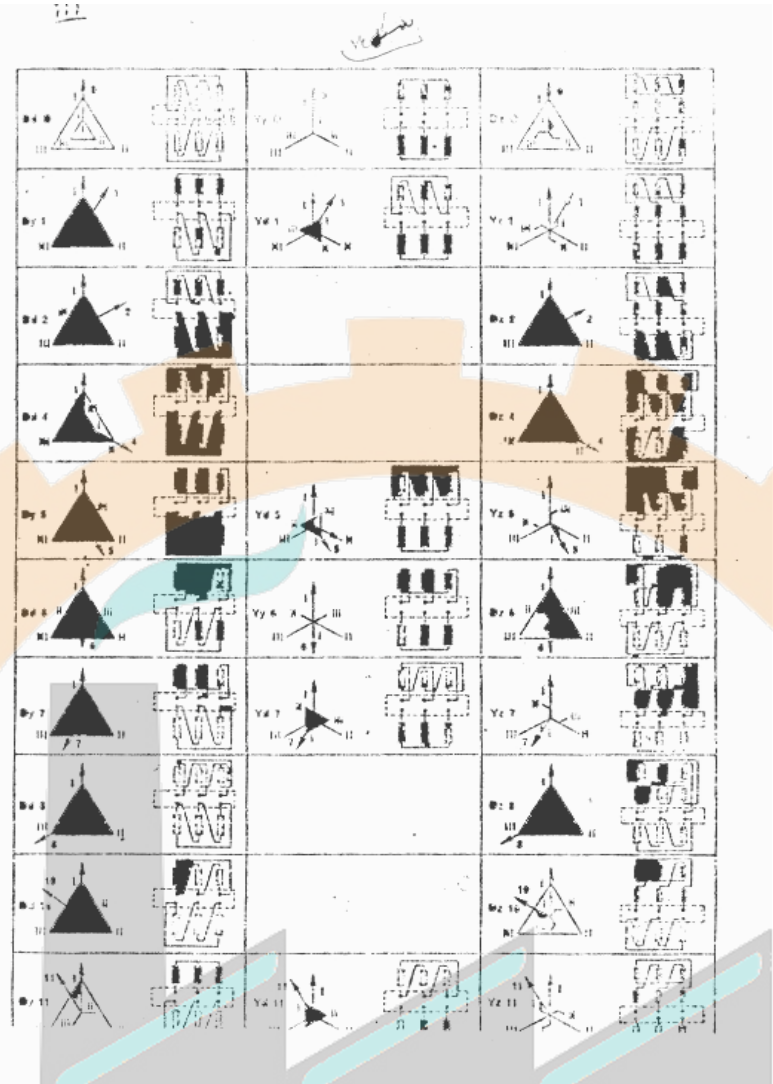
ترانسفور ماتور هائی که دارای اتصال مثلث باشند با حرف d و چنانچه ستاره باشند با حرف y و اگر زیگزاک باشند با حرف g نشان می دهند . اصولاً طرف فشار قوی ترانسفور ماتور . (اولیه) را با حرف بزرگ و طرف فشار ضعیف (ثانویه) را با حرف کوچک نشان می دهند . مثلاً yy 6 یعنی ترانسفور ماتوری که به صورت ستاره ستاره می باشد واختلاف فاز بین ولتاژ های اولیه و ثانویه $6\times 30=180^{\circ}$ است .

اگر نول ترانسفورماتور در دسترس باشد در اینصورت نول را با n نشان می دهند که n بزرگ برای نول اولیه و n کوچک برای نول ثانویه است . مثلاً yndi به معنی نیست که اولیه ستاره با نول دردسترس (زمین شده) و ثانویه مثلث با اختلاف فاز ۳۰ درجه است.

گروه اتصالات در ترانسفور ماتور :

بطور کلی مطابق استاندارد iec 76-4 نوع اتصالات ترانسفورماتور ها میتواند مطابق یکی از اعداد زیر باشد. ۰- ۱- ۲- ۴- ۵- ۶- ۷- ۲- ۱۰ و ۱۱ مطابق جدول .

Power Plant Academy

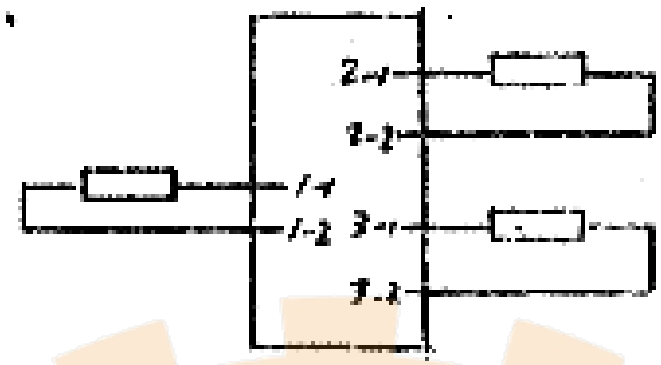


تذکر ۱- حرف n درگروه اتصالات اصولاً نشان دهنده اتصال نقطه صفحه ترانسفورماتور به زمین می باشد بنابراین در ترانسفورماتور dyn نول طرف ثانیه زمین شده و دردسترس می باشد :

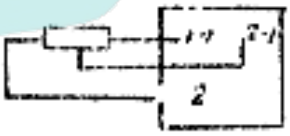
نامگذاری ترمینالهای ترانسفورماتورهای قدرت :

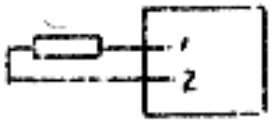
مطابق استاندارد iec 616 ترمینال های خروجی ترانسفورماتورها و راکتورها (نقاط اتصال به شبکه را به صورت زیر نامگذاری می کنند.

درشکل مقابل نمونه ترانسفورماتور تک فاز که داری سه سیم پیچ جداگانه بصورت i-io-io می باشد .



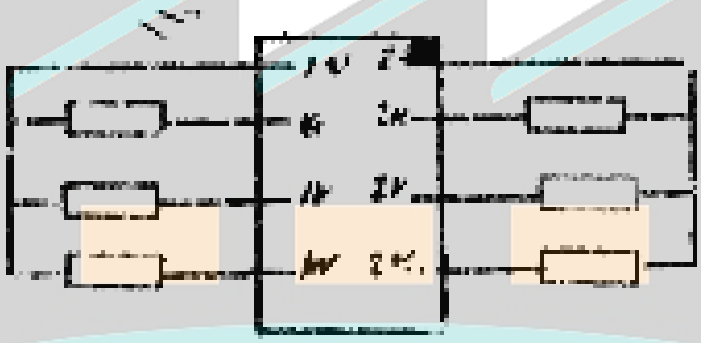
اتو ترانسفورماتور تک فاز که بصورت iao می باشد .





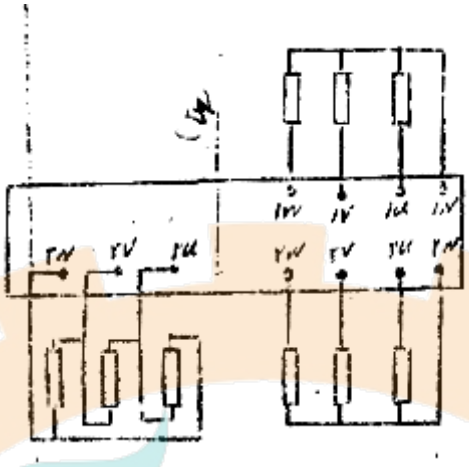
راکتور تک فاز

ترانسفورماتور سه فاز با گروه اتصال ynyno

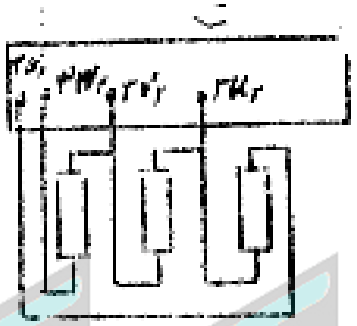


ترانسفورماتور سه فاز با گروه اتصال ynyn6

ترانسفورماتور سه سیم پیچ با گروه اتصال ynyno,us

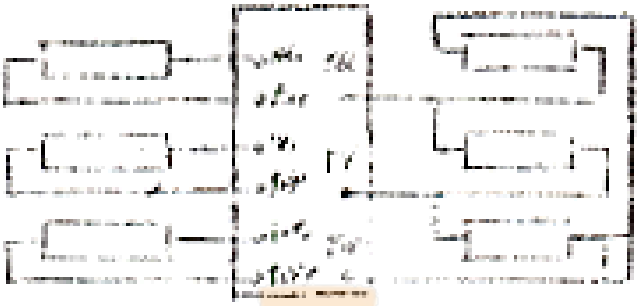


ترمینالهای ترانسفورماتورباولتاژl.v بصورت ستاره باز برای ترانسفورماتورسه سیم پیچ

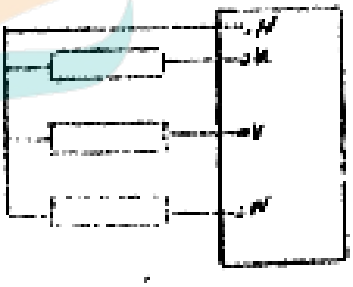


ترمینالهای اتو ترانسفورماتور های سه فاز با گروه اتصال ynao

ترانسفورماتور استر با گروه اتصال I I I ds و سیم پیچ مثلث



راکتور سه فاز با اتصال yn



قدرت نامی ترانسفورماتور:

قدرت نامی هر ترانسفورماتور به نشان داده می شود و مقدار آن برابر است با- حاصلضرب در

در ترانسفورماتور یعنی

$$Pn = \sqrt{3} u_n I_N$$

قدرت خروجی ترانسفورماتور:

چون ولتاژ خروجی ترانسفورماتور با توجه به مقدار جریان تغییر کرده و برابر نیست بنابراین

مقدار برابر است با :

$$P_{AN} = \sqrt{3} u a I_N$$
$$= \sqrt{3} u_N \left(1 - \frac{uq}{\%100}\right) I_N = P_N \left(1 - \frac{uq}{\%100}\right)$$

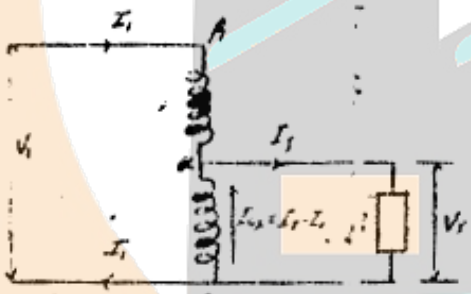
قدرت خروجی در اتو ترانسفورماتور:

اولیه وثانویه ترانسفورماتورهای معمولی به طریق الکتریکی به هم مرتبط نیستند وتنها از طریق فشار مغناطیسی به هم ارتباط دارند برعکس سیم پیچهای اتوترانسفورماتورها به طریق الکتریکی بهم مرتبطند وهر دوولتاژ اولیه وثانویه آن از یک سیم پیچ گرفته می شود چنانچه ازشکل شماتیک زیر پیدا است یک اتوترانسفورماتورماتورهای تک فاز کاهنده یک بار را تغذیه می کند. تحت هر شرایط بی باری عملکرد اتوترانس، ترانس معمولی فرقی ندارد . ولتاژ اعمالی بطور یکنواخت بین سیم پیچ های توزیع میشود (فقط جریان بی باری وخود دارد) بنابراین ولتاژ بر واحد دور اولیه دقیقاً مانند ولتاژ بر واحد دور ثانویه است.

$$V2 = Vax$$

$$K = \frac{V_1}{V_2} = \frac{V_{AX}}{Vax}$$

نسبت تبدیل اتوترانسفورماتور



خنک کردن ترانسفورماتور

میدانید که هسته ترانسفورماتور ممکن است در روغن قرار گیرد که ترانسفورماتور را از نوع ترانسفورماتور روغنی گویندز ممکن است هسته توسط رین و سیلیکن پوشانده شده باشد که به این نوع ترانسفورماتور، ترانسفورماتور خشک گفته می شود. نوع جی‌یی ترانسفورماتورها که

در دست مطالعه می باشد ترانسفورماتوری است که هسته آن در گاز قرار گرفته کخ آن را اصطلاحاً آنرا ترانسفورماتور گازی گویند. بهر جهت هر ترانسفورماتوری می تواند تا حد معینی درجه حرارتش افزایش یابد و باید توسط سیستمی خنک شود. با توجه به مطالب بالا می توان گفت که اطراف هسته یا سیم پیچ ها یا روغن یا گاز و یا مایع دیگری غیر از روغن می باشد که آنها غیر از سیم پیچ ها را نسبت به بدنه ترانسفورماتور ایزوله می نمایند ضمناً در خنک کردن ترانسفورماتور نیز نقش اساسی دارند در زیر علائم اختصاری هر یک از مواد خنک کننده و یا عایق آورده شده است .

نوع خنک کننده	علائم اختصاری
روغن	O
مایع عایق غیر از روغن	L
گاز	G
آب	W
هوا	A

نوع گردش خنک کننده	علائم اختصاری
طبیعی	N
با فشار مستقیم	D
با فشار غیر مستقیم	F

فشار مستقیم یعنی اینکه روغن با فشار به داخل هسته وبین سیم پیچها حرکت داده شود که به نشان می دهند . با فشار غیر مستقیم به این معنی است که تنها روغن در داخل تانک ترانسفورماتور با فشار پمپ حرکت می کند. اصولاً نوع خنک کنندهء اترانسفورماتور (عایق) طریقه خنک کردن آنرا توسط چهار حرف نشان می دهند . به صورت زیر:

چهارمین حرف	سومین حرف	دومین حرف	اولین حرف
برای معرفی سیستم خنک کننده ای است که از خارج بر ترانسفورماتور وارد می شود که در حقیقت خنک کننده اول را خنک می کند.		جهت معرفی عایق و طریقه حرکت آن در ترانسفورماتورکه مستقیم با سیم پیچ ها در ارتباطند.	
نوع گردش خنک کننده	نوع خنک کننده عایق	نوع گردش خنک کننده	نوع خنک کننده عایق

مثال:

اگر ترانس بصورت نشان داده شده یعنی عایق آن روغن است وبصورت طبیعی حرکت می کند واز خارج نیز ترانسفورماتور در معرض هواست وهوا نیز به صورت طبیعی آنرا خنک می کند(پنکه استفاده نشده است)

حرف چهارم	حرف سوم	حرف دوم	حرف اول
N	A	N	O

اگر بصورت باشد یعنی ترانس روغنی است که روغن توسط پمپ گردش می کند ودر هوا قرار گرفته که هوا توسط پنکه به ترانسفورماتور می خورد .

با توجه به مطالب بالا حرف اتول تا چهارم می تواند مطابق جدول زیر باشد :

حرف اول	حرف دوم	حرف سوم	حرف چهارم
O	N	A	N
L	F	W	F
G	D		
A			

مثلاً یعنی ترانسفورماتور که از نوع با پمپ تحت فشار است که خنک کنندهء آن آب با فشار می باشد.

هر ترانسفورماتوری باید خنک شود اصولاً ترانسفورماتورهای قدرت روغنی یا از نوع می باشند یعنی یا بطور طبیعی خنک می شوند و یا اینکه تا درجه حرارت بصورت طبیعی و پس از آن توسط پنکه خنک می گردد، و روغن آنها نیز توسط پمپ گردش می کنند.

سیستم خنک کننده ترانسفورماتور را باید طوری طراحی نمود که در شرایط جدول آمده ، درجه حرارت آن از حد معینی که استاندارد تعیین کرده بالاتر نرود.

وقتی سیستم خنک کننده هوا باشد در این صورت :

حداکثردرجه حرارت محیط ۴۰°

حد توسط درجه حرارت روزانه محیط ۳۵۰°

حد توسط درجه حرارت سالیانه محیط ۲۰°

اگر چنانچه خنک کننده آب باشددرجه حرارت آب بیشتر از ۲۵° باشد.

حداقل درجه حرارت محیط برای ترانسفورماتورهای هوای آزاد ۲۰°- و برای ترانسفورماتورهائی که در فضای سر بسته ۵°- پیش بینی شده است .

با توجه به شرایط بالا حداکثر میزان افزایش درجه حرارت برای ترانسفورماتور قدرت روغنی مطابق جدول زیر است :

۱- افزایش درجه حرارت سیم پیچ ترانسفورماتور که دارای عایق از نوع باشد **A**	حداکثر۶۵° به شرطی که روغن بطور طبیعی یا آب فشار غیر مستقیم حرکت کند حداکثر ۷۰° بشرطی که روغن مستقیم حرکت کند.
افزایش درجه حرارت روغن قسمت بالای ترانسفورماتور	حداکثر ۶۰°به شرطی که ترانسفورماتور دارای رادیاتور باشد حداکثر ۵۵°اگر ترانسفورماتور رادیاتور نداشته باشد
افزایش درجه حرارت هسته و قسمت- های فلزی دیگر	درجه حرارت نباید تا حدی برسد که سبب آسیب رسانی‌ان به آن قسمتها شود

ترانسفورماتورهای خشک

چنانچه خارج هسته تنها توسط هوا خنک شود از نوع و اگر هم داخل و هم خارج هسته با هوا خنک شود از نوع است حداکثر افزایش درجه حرارت مجاز این نوع ترانس بستطی به کلاس عایق بکار رفته در آن دارد. در جدول زیر حداکثر مجاز افزایش درجه حرارت با توجه به نوع عایق ترانسفورماتور آورده شده است :

نوع جسم	نوع خنک کننده	کلاس عایق	حداکثر مجاز افزایش درجه حرارت
سیم پیچ	با هوای طبیعی	A	۶۰
	با تحت فشار	E	۷۵
		B	۸۰
		F	۱۰۰
		H	۱۲۰
		عایقهای خاص دیگر	۱۵۰

هسته و قسمتهای دیگر ترانسفورماتور نیز حداکثر تا درجه حرارت فوق را میتواند تحمل کنند و در شرایط خاص تا حد بیشتر تحمل می کنند به شرطی که بتواند به آنها صدمه ای نرسد .

رابطه بین قدرت و امپدانس

طبق استاندارد قدرت ترانسفورماتورهای سه فاز به سه گروه تقسیم شده است.

گروه یک- ترانسفورماتورهای با قدرت کمتر از ۳۱۵۰ کیلو ولت آمپر

گروه دو- ترانسفورماتورهای با قدرت ۳۱۵۱ تا ۴۰۰۰۰

گروه سه- ترانسفورماتورهای با قدرت بالا تر از ۴۰۰۰۰

بر اساس بعضی از استانداردهای دیگر قدرت ترانسفورماتورهای سه فازه مطابق جدول صفحهء بعد گروه بندی شده است :

گروه. ترانسفورماتورهای با قدرت تا ۵۰۰A

گروه . ترانسفورماتورهای با قدرت تا ۵۰۱تا B۵۰۰۰

گروه . ترانسفورماتورهای با قدرت تا۵۰۰۱تا ۳۰۰۰۰ C

گروه . ترانسفورماتورهای با قدرت تا بالاتر از D۳۰۰۰۰

مقدار امپرانس درصد پیشنهادی برای ترانسفورماتورهای قدرت در ولتاژ و جریان نامی آنها مطابق استاندارد در جدول زیر آورده شده است .

قدرت ترانسفورماتور	۶۳۰	۶۳۱ تا ۱۲۵۰	۱۲۵۱تا ۳۱۵۰	۳۱۵۱تا ۶۳۰۰	۶۳۰۱تا ۱۲۵۰۰
امپرانس ولتاژ	۴	۵	۶/۲۵	۷/۱۵	۸/۳۵
قدرت ترانس	۱۲۵۰۱تا۲۵۰۰۰		۲۵۰۰۱تا۲۰۰۰۰۰		
امپرانس ولتاژ	۱۰		۱۲/۵		

ترانسفورماتورهای با قدرت بالاتر از هنوز مقدار آنها استاندارد نشده و باید بین سازنده و خریدار توافق حاصل شود.

مقدار قدرت اتصال کوتاه قابل تحمل برای ترانسفورماتورها هنوز استاندارد مشخصی ندارد ولی بر اساس استاندارد میتوان طبق جدول زیر انتخاب نمود.

حداکثر ولتاژ ترانسفورماتور۷/۲، ۱۲، ۱۷/۵، ۲۴،۳۶، ۵۲، ۷۲/۵، ۱۰۰، ۱۲۳

قدرت اتصال کوتاه ۵۰۰ ۱۰۰۰ ۳۰۰۰ ۶۰۰۰

حداکثر ولتاژ ترانسفورماتور ۱۴۵ ۱۷۰ ۲۴۵ ۳۰۰ ۴۲۰

قدرت اتصال کوتاه ۱۰۰۰ ۲۰۰۰ ۳۰۰۰ ۴۰۰۰

مقدار درجه حرارت مجاز در ترانسفورماتورهای قدرت در حالت اتصال کوتاه

همانطوریکه بیان شد مقدار جریان اتصال کوتاه در ترانسفورماتورها برابر است :

$$I = \frac{a}{(\tau_t + \tau_S)\sqrt{3}}.KA$$

$ امپرانس ظرف منبع تغذیه می باشد ومقدارآن برابر است با

ولتاژسیستم به US

$$\tau_S = \frac{U2}{S}\Omega/pn$$

قدرت اتصال کوتاه در محل نصب ترانسفورماتوربهS

نیزامپرانس ترانسفورماتور می باشد وبرابر است با:

$$\tau_T = \frac{u_{KN}u_N^{\ 2}}{100\,SN}\Omega/PN$$

ولتاژاتصال کوتاهUkn

قدرت و ولتاژ نامی بهsn,un

مقدار جریان اتصال کوتاه ومدت عبورآن تعیین کننده طراحی ترانسفورماتور جهت پایداری دربرابر اتصال کوتاه خاصی می باشد.

چنانچه ترانسفورماتوردر حالت عادی دارای درجه حرارت داخلی ۰ باشد وبرای اتصال کوتاه مقدار در جه حرارت سیم پیچ ها در مدت اتصالی حداکثر ۱گردد این مقدار۱ نبایدازحداکثر درجه حرارت مجاز۲هر یک سیم پیچ های ترانسفورماتور برای ایزدلاسیون خاصی تجاوز ننماید .

در جدول زیرنوع ترانسفورماتور ومقدار ۲آورده شده است :

نوع ترانسفورماتور	کلاس درجه حرارت عایق ترانسفورماتور	مس	آلومینیوم
روغنی	A	C۲۰۰	C۲۰۰
خشک	A E B H۹F	C۱۸۰ C۲۵۰ C۳۵۰ C۳۵۰	C۱۸۰ C۲۰۰ C۲۰۰ ____

برابر است با :Θ

^0C $\Theta_1= \Theta_0+aj^2t*10^{-3}$

Θ_0 درجه حرارت اولیه ترانسفورماتور

J چگالی عبور جریان اتصال کوتاه

t(ثانیه) مدت اتصال کوتاه

می باشد . $\frac{1}{2}(\theta_2+\theta_0)$ تابعی از a

Θ_2 حداکثر مجاز درجه حرارت سیم پیچ مطابق جدول بالا

آورده شده است: $\frac{1}{2}(\theta_2+\theta_0)$ در جدول زیر مقدار برحسب

مقدارa		$\frac{1}{2}(\theta_2+\theta_0)$
آلمونیوم	مس	c°
۱۶/۴	۷/۴۱	۱۴۰
۱۷/۴	۷/۸	۱۶۰
۱۸/۳	۸/۲	۱۸۰
۱۹/۱	۸/۵۹	۲۰۰
—	۸/۹۹	۲۲۰
—	۹/۳۸	۲۴۰
—	۹/۷۸	۲۶۰

زمان عبورجریان اتصال کوتاه

مطابق استاندارد حداکثر جریان اتصال کوتاه مجاز عبور از ترانسفورماتور ۲۵$ می باشد که مدت عبور آن نیز ۳ ثانیه استاندارد شده است. چنانچه این مقدار تجاوز کرد باید زمان مجاز عبور، بین سازنده و خریدار توافق بشود. بهر حال زمان فوق از رابطه فوق از رابطه زیر محاسبه می شود. $t = 2\left(\frac{25In}{I}\right)^2$ ثانیه

در جدول زیر مقدار زمان مجاز عبور جریان اتصال کوتاه از ترانسفورماتور را با توجه به قدرت ترانسفورماتور، مقدار جریان اتصال کوتاه و امپرانس درصد ترانسفورماتور آورده شده است .

p	Vb<36KV			Vb>36kv		
KVA	Is In	t s	Ukn %	Is In	t s	Ukn %
۰ تا ۶۳۰	۲۵	۲	۴	–	–	–
۶۳۰ تا ۳۱۵۰	۱۶/۷	۴	۶	–	–	–
۳۱۵۰ تا ۱۰۰۰۰	۱۲/۵	۶	۸	۱۰	۶	۱۰
۱۰۰۰۰ تا ۴۰۰۰۰	۱۰	۶	۱۰	۹/۱	۷	۱۱
۴۰۰۰۰ تا ۲۰۰۰۰۰	–	–	–	۸	۸	۱۲/۵

در این جدول :

KVحداکثر ولتاژ شبکه به Ub

البته بصورت تقریبی حداکثر زمان عبور جریان اتصال کوتاه در ترانسفورماتور را می توان از رابطه زیر بدست آورد:

u_{KN} sec∗t=0/5

۲- inrushcurrentمقدار جریان در ترانسفورماتورها

مقدار جریان هجومی در ترانسفورماتورهای قدرت بستگی به ساختمان و نوع هسته و نوع ترانسفورماتور دارد اما مقدار آن با توجه به قدرت ترانسفورماتورتغییر می کند که تغییرات تقریبی آن مطابق جدول زیر است :

P	۵۰۰	۱۰۰۰	۵۰۰۰	۱۰۰۰۰	۵۰۰۰۰
Ir/In	۶ تا ۱۶	۴/۸ تا ۱۴	۳/۹ تا ۱۰	۳/۲ تا ۱۰	۲/۵ تا ۹

در این جدول :

KVA قدرت نامی به p

جریان هجومی ترانسفورماتورIr

جریان نامی ترانسفورماتورIn

اضافه بار ترانسفورماتور

هر ترانسفورماتوری باید در شرایط آب وهوای تعیین شده توسط استاندارد بتواند بطور دائم با بار نامی با مشخصات داده شده کار نماید اما در بعضی مواقع احتیاج است که از ترانسفورماتور مقداری اضافه بار گرفته شود. در این صورت مطابق جدول زیر میتوان مدت ومیزان واضافه بار را برای ترانسفورماتورهای روغنی استفاده کرد.

در جدول زیر :

مقداربارترانسفورماتور قبل ازاضافه باربر حسب درصد قدرت نامی P ترانسفورماتور

درجه حرارت ترانسفورماتور قبل از اضافه بار به Θ_1

زمان مجاز اضافه بار بر حسب ٪ تعیین شدهt

مدت به ساعتh

مدت به دقیقه min

www.powerplantac.com

P1 %	C□Θ	T				
	ONAF-ONAN ONWN	۱۰٪	۲۰٪	۳۰٪	۴۰٪	۵۰٪
50		h	h	min	min	min
75	۴۹تا۵۵	۳	۱/۵	۶۰	۳۰	۱۵
90	۶۰تا۶۸	۲	۱	۳۰	۱۵	۸
	۶۸تا۷۸	۱	۰/۵	۱۵	۸	۴

برای ترانسفورماتورهای خشک جدول بصورت زیر است:

P1 %	T				
	۱۰٪	۲۰٪	۳۰٪	۴۰٪	۵۰٪
50	min	min	min	min	min
75	۶۰	۳۰	۲۰	۱۵	۱۲
90	۵۵	۲۳	۱۵	۱۱	۹
	۴۵	۱۶	۱۰	۷	۵

مقدار بار مجاز ترانسفورماتورها برای درجه حرارت های غیر از درجه حرارت استاندارد مطابق جدول زیر است.

Θ	C۲۰□-	C۱۰□-	C۰□	C۱۰□+	C۲۰□+
P1%	۱۱۵تا۱۲۱	۱۰۷تا۱۱	۱۰۰	۹۱ تا ۹۲	۸۱ تا ۸۴

□۲۰- به معنی اینکه ۲۰° از مقدار استاندارد کمتر است.c

عمر ترانسفورماتور

مقدار عمر ترانسفورماتور بستگی به میزان استفاده ترانسفورماتور در حداکثر درجه حرارات آن می باشد که از رابطه زیر بدست می آید:

$y=a\ e^{-b\Theta H}$

اعداد ثابتی می باشندa&b

برای درجه حرارتهای بین ۸۰تا ۱۳۰ $^{\circ}$ B=0/1155

Θ_H حداکثر درجه حرارت استفاده شده از ترانسفورماتور مطابق جداول استاندارد

$\Theta_H=\Theta_a+\Theta_m$

Θ_a مقدار درجه حرارت خنک شونده

Θ_m درجه حرارت باقیمانده سیم پیچ

$$\theta_a = \theta ay + A\sin\frac{2\Pi t}{365\times 24} + B\sin\frac{2\Pi t}{24} + \ldots\ldots\ldots$$

Θay درجه حرارت متوسط سالیانه هوا

A تفاوت حداکثر متوسط درجه حرارت سالیانه و حداکثر متوسط درجه حرارت روزانه

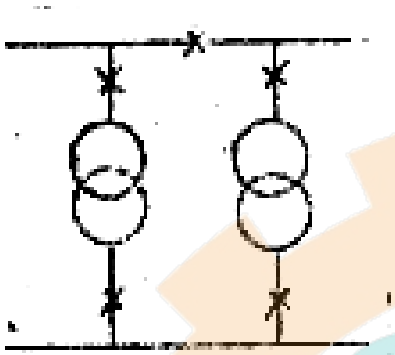
B تغییرات درجه حرارت متوسط روزانه

t زمان به ساعت

Power Plant Academy

شرایط پارالل کردن ترانسفورماتورهای قدرت

دو یا چند ترانسفورماتور را وقتی پارالل گویند که اولیه و ثانویه آنها مطابق شکل زیر به شبکه یکسانی وصل شده باشد. یا به عبارت دیگر اولیه و ثانویه آنها دارای ولتاژ یکسانی باشند. اصطلاحاً چنانچه تنها ثانویه ترانسفورماتورها نیز به یک شبکه مشترک متصل شده باشد یعنی کلید باز باشد باز ترانسفورماتور را موازی گویند.



بنابراین در ترانسفورماتور وقتی می توانند بصورت موازی کار نمایید که دارای حداقل شرایط زیر باشند :

۱- نسبت تبدیل هر دو ترانسفورماتور یکسان باشد.

۲- قدرت هر دو یکی باشد و یا حداکثر $\frac{1}{2}$ باشند. در شرایط خاص $\frac{1}{2}$

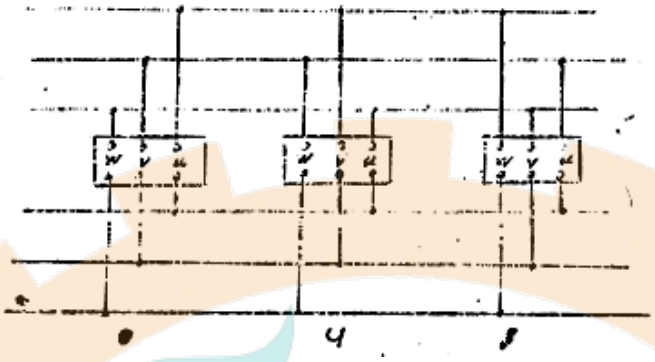
۳- نوع اتصال هر دو ترانسفورماتور یکی باشد.(تغییر فاز ثانویه نسبت به اولیه هر دو ترانسفورماتور یکی باشد.)

۴- امپرانس ولتاژ اتصال کوتاه در هر دو ترانسفورماتور مساوی باشد و یا حداکثر ۱۰٪ تفاوت داشته باشد.

۳- گروه اتصال ترانسفورماتورهای موازی

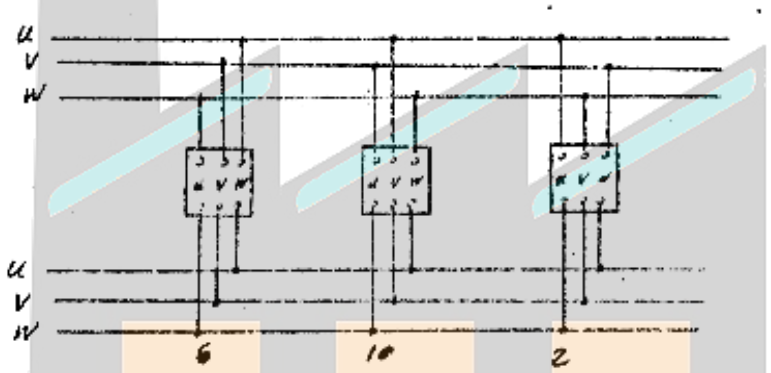
همانطوریکه بیان شده در ترانسفورماتورهای موازی باید نوع اتصال آنها یکسان باشد در این صورت فازهای همنام در اولیه و ثانویه به هم وصل می کند اما چنانچه نوع اتصال یکسان

نباشد در این صورت گروه یک اتصالات را که دارای ۵و۶و۸ ساعت باشند مطابق شکل ضمیمه قبل می توان با هم موازی نمود.



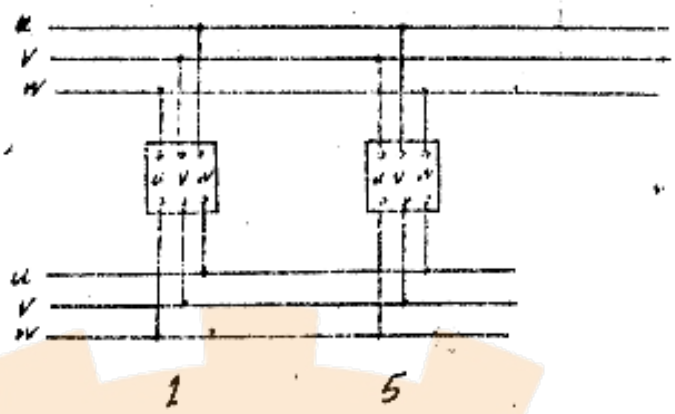
ب- گروه دو اتصالات

گروه دو اتصالات یعنی آنهائی که دارای اعداد ۲و۶و۱۰ ساعت می باشند نیز می توانم مطابق شکل زیر با هم موازی بست.



ج- گروه سه اتصالات

اتصالات گروه سه آنهائی هستند که دارای اعداد ۱و۵ می باشند بنابراین مطابق شکل زیر می توانم نوع اتصالات ۱و۵ را با هم پارالل نمود.

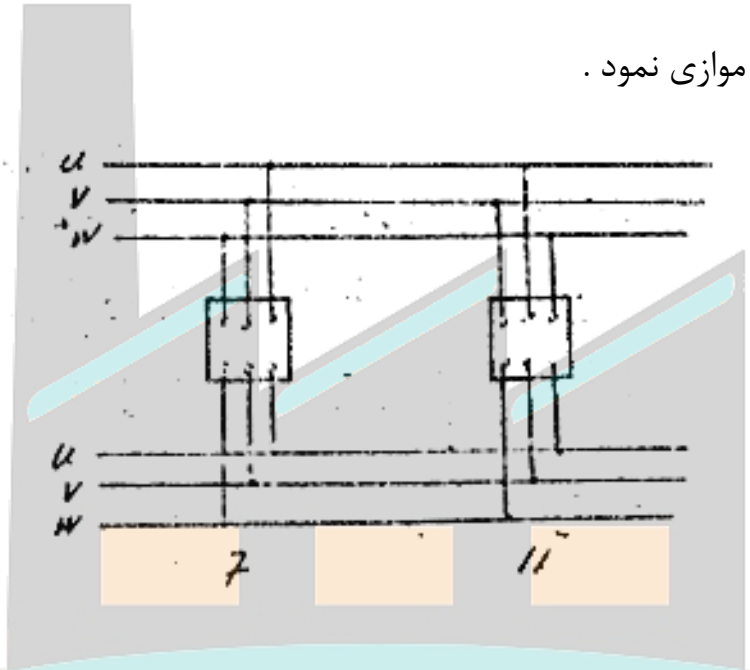


۴-

۵-

د- گروه چهار اتصالات

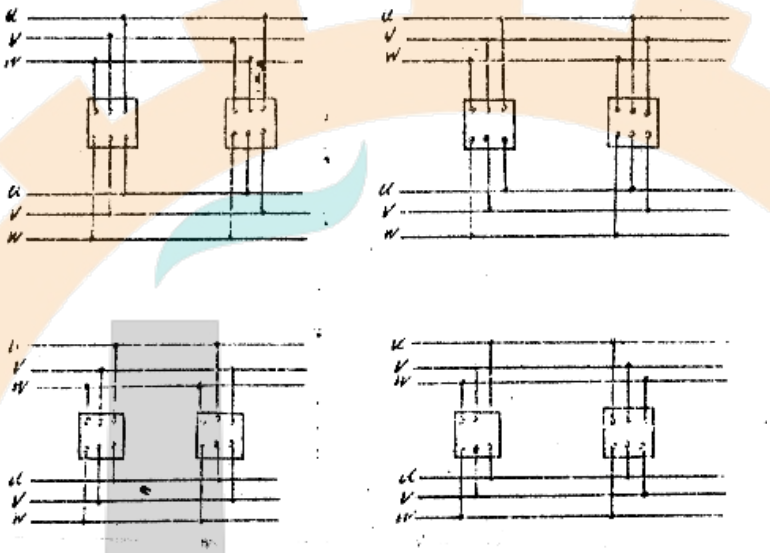
اتصالات گروه چهار عبارتند از اتصالاتی که دارای اعداد ساعت ۷و۱۱ می باشد و مطابق شکل می توان آنها را موازی نمود .



Power Plant Academy

ه- اتصالات گروههای مختلف

ترانسفورماتورهائی که دارای نوع اتصال از گروه ۳و۴ می باشند نظیر ترانسفورماتورهای با نوع اتصال ۱و۷و۵و۱۱ را می توان شکل های زیر با هم موازی کرد.



چنانچه امپرانس درصد ترانسفورماتورهامساوی نباشد یا باید به ترانسفورماتوری که دارای امپرانس کمتر است راکتور اضافه نمود ویا اینکه بر تعداد ترانسفورماتورها افزود ویا اینکه بار گرفته شده از شبکه طوری باشد که اضافه باری ترانسفورماتور اعمال نشده ضمناً ترانسفورماتورهای دیگر نیز اقتصادی باشد. در زیر با ذکر مثال میتوان این موضوع را روشن کرد.

تقسیم بار ترانسفورماتورهائی که دارای قدرت نامی وامپرانس درصد مختلف می باشند مطابق فرمول زیر انجام میشود.

$$\frac{S}{u_K} = \frac{S_M}{u_{KM}} + \frac{SN_2}{UK_2} + \text{.....}$$

$$S = SM + SN_2 + SN_3$$

برابر با امپرانس معادل کلیه ترانسفورماتور با مشخصات زیر اهم بصورتUK

پاراللل کار نماید مطلوبست محاسبه بار هریک از ترانسفورماتوری فوق در هنگامیکه ۸۵۰ موجود باشد

با توجه به مطالب گفته شده در مورد پاراللل کردن چند ترانسفورماتور نتیجه خواهیم گرفت که تقسیم باراروی ترانسفورماتورهای موازی بستگی به سه عامل زیر دارد :

۱- بار کل ترانسفورماتورها

۲- نسبت قدرت نامی هر یک از ترانسفورماتورها SN به قدرت نامی S کلیه ترانسفورماتور های موازی

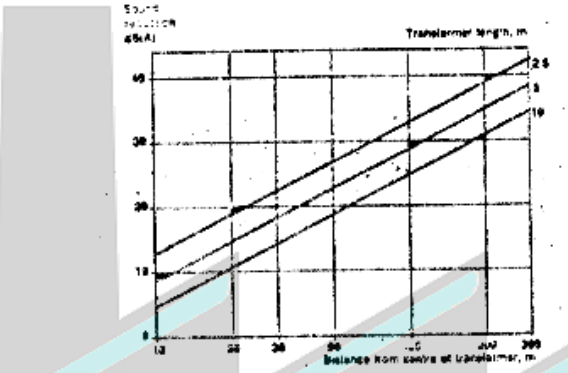
۳- عکس نسبت ولتاژ واتصال کوتاه ترانسفورماتور به ولتاژ اتصال کوتاه معادل ترانسفورماتورهای موازی بنابراین اگر ولتاژ اتصال کوتاه کلیه ترانسفورماتورها مساوی باشد وعامل سوم یک است و اگر قدرت همه ی ترانسفورماتورها یکسان باشد عامل دوم برابر است با v/n (n تعداد ترانسفورماتورهای موازی است.)

میزان صدا در ترانسفورماتور (NOISE LEVEL)

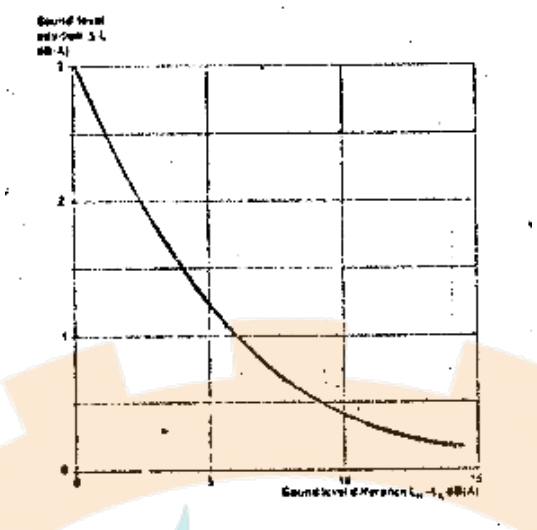
امروزه یکی از مسائلی که بسیار مورد توجه می باشد میزان صدای تجهیزات است. در مورد ترانسفورماتور نیز این موضوع مطرح است. زیرا به خاطر افت بی باری ولرزش داخل ترانسفورماتور عملا هر ترانسفورماتوری در موقع کار مقداری صدا دارد در خیلی از کشورهای دنیا حداکثر میزان صدایی که هر یک از تجهیزات در حال کار میتوانند داشته باشند تعیین شده است و بنا بر این هر سازنده یا مصرف کننده موظف به رعایت مطالب فوق میباشد وبه طوریکه صدای حاصل از این تجهیزات مزاحم زندگی دیگران نشود. میزان صدا در اطراف

ساختمانهای مسکونی نباید بیشتر از ۴۰db(A) باشد ولی برای صداهای با نت پائین مثل صدای ترانسفورماتور حداکثر ۳۵db(A) تعیین شده اما در روز بخاطر ازدهام وشلوغی این مقدار می تواند تا ۱۵ db(A) اضافه شود .

بدیهی است که هر چه از ترانسفورماتور فاصله گرفته شود مقدار این صدا کمتر خواهد شد، بطوریکه در نزدیک ترانسفورماتور حداکثر صدا وهر چه از آن فاصله گرفته شود به نسبت خاصی کم میشود. در شکل صفحه ی بعد میزان کاهش صدا با توجه به فاصله از مرکز ترانسفورماتور برای ترانسفورماتورهای با طول ۲،۵/۵و۱۰ متر آورده شده است.



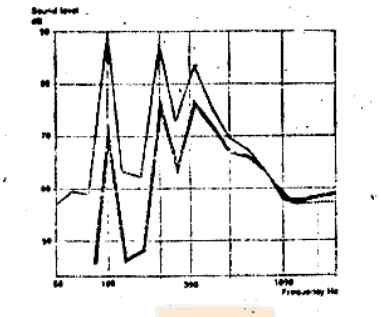
چنانچه دو یا چند ترانسفورماتور در کنار یکدیگر کار کنند در اینصورت مقدار صدای حاصل از جمع دو صدا به دست نمی آید بلکه در هر نقطه باید مقدار آنرا محاسبه کرد.چنانچه دو ترانسفورماتور با میزان صدا Ll ودیگری Lh با هم کار نمایند (Lh بیشتر از Ll است) بنابراین در هر نقطه میزان صدا برابر Lh+ ΔL خواهد بود. در منحنی زیر مقدارΔL را بر حسب تغییرات Lh-Ll نشان میدهد.



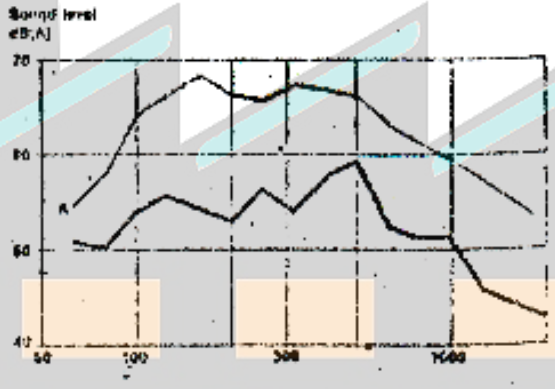
منابع تولید صدا در ترانسفورماتور :

منابع تولید صدا در ترانسفورماتور همانطور یکه گفته شد ناشی از دو عامل است :

۱- هسته ترانسفورماتور :مقداری از صدا ناشی از لرزش هسته ترانسفورماتور می باشد که مقدار این لرزش بستگی به جنس هسته ، مقدار چگالی فلو در هسته و سیستم مکانیکی محکم کردن هسته (بستن هسته) دارد. مثلا در ترانسفورماتورهای قدرت با فرکانس ۶۰ HZ هارمونیکهای ۱۲۰Z،۲۴۰ HZ، ۳۶۰ HZ، ۴۸۰HZ،۶۰۰HZ سبب صدا در ترانسفورماتورمیگردد (هارمونیکهای مثبت) در ترانسفورماتورهای بزرگتر از ۱۰۰ MrA تنها هارمونیکهای ۲۴۰HZ و ۳۶۰hz اثر می کند اما در ترانسفورماتورهای کوپکتر هارمونیکهای ۲۴۰HZ، ۳۶۰HZ،۴۸۰HZ موثرند. در شکل زیر طیف صدا در ترانسفور ماتور نشان داده شده است.طیف بالایی (بیشتر) برای ترانسفورماتورهای بدون فیلتر وطیف پایین (کوچکتر) برای ترانسفورماتور های با فیلتر میباشد.



۲- پنکه ها- یکی از منابع تولید صدا در ترانسفورماتورها پنکه های خنک کننده ترانسفورماتور میباشد بنابراین انتخاب پنکه نیز باید دقیق باشد.برای خنک نمودن ترانسفورماتور چنانچه مقدار خاصی هوا لازم باشد چنانچه از پنکه با سرعت کم استفاده شود صدای کمتری ایجاد میشود تا وقتیکه از پنکه با سرعت بیشتر استفاده گردد. در شکل زیر این موضوع نشان داده شده است.منحنی A برای پنکه های با سرعت ۵۵۰R/min ومنحنی Bبرای پنکه های با سرعت۳۵۰R/ min می باشد.



Power Plant Academy

کاهش صدا در ترانسفورماتور

۱- کاهش صدای ترانسفورماتور های قدرت

برای این کار به روشهای زیر امکان کاهش صدا وجود دارد.

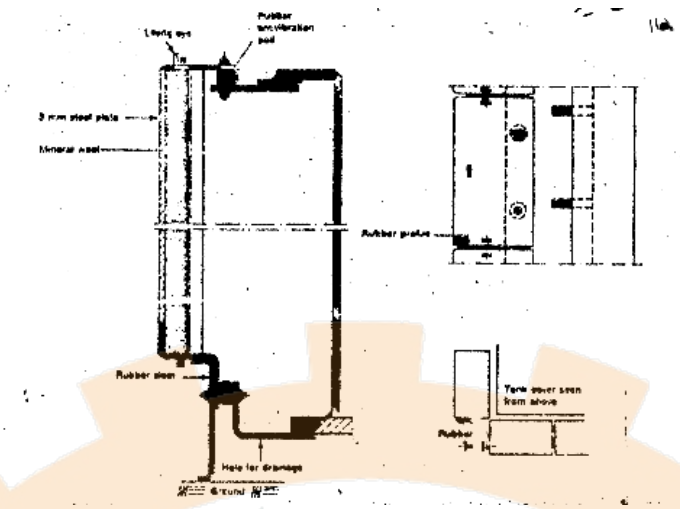
الف-کاهش چگالی فلوی مغناطیسی هسته-این مقدار اصولا برای کاهش ۱تا ۵db(A) بکار می رود اما در اینصورت باید هسته بزرگتر انتخاب شود بنابراین وزن هسته ترانسفورماتور زیاد میشود. با این روش حداکثر تا ۱۵db(A) را میتوان کاهش داد.

ب-انتخاب جنس آهن هسته- با توجه به جنس متالوژیک آهنی به کار رفته در هسته آهن میتوان مقدار مغناطیسی لازم را تعبیه نمود وبراساس آن میزان صدا را کاهش داد اما در این حالت نیروئیکه به هسته وارد میشود زیاد است بنابراین باید نگهدارنده های عایق داخل ترانسفورماتور را درست ومحکم انتخاب کرد با این روش ۵db(A) میتوان کاهش داد.

با تعویض جنس هسته عملاً مقدار تلفات بی باری ترانسفورماتور زیاد می گردد و سبب افزایش قیمت تلفات ترانسفورماتور در طول عمر آن میباشد.

ج- کاهش صدا در دیواره ی ترانسفورماتور- روش دیگراین است که در اطراف ترانسفورماتور مقداری صدا گیر اضافه نموده وروی آن را با ورق حدود ۳mm می پوشانند مطابق شکل زیر :

Power Plant Academy



اما در این حالت باید سیستم خنک کننده و صداگر طوری پیش بینی شوند که ترانسفورماتور به خوبی خنک شود ضمنا حتی الامکان میزان صدای آن نیز کاهش یابد. به هر جهت در این حالت نیز قیمت ترانسفورماتور زیاد میشود وحداکثر تا ۱۰db(A) میتوان صدا را کاهش داد.

۲- کاهش صدای پنکه های ترانسفورماتور

صدای پنکه ها را نیز به روش های زیر میتوان کاهش داد.

الف- تقعییر سرعت پنکه ها- در این حالت گفته شد که هر چه سرعت پنکه ها کمتر شود به همان نسبت میزان صدا در آنها نیز کاهش می یابد. بطور مثال چنانچه از پنکه ای با سرعت ۵۵۰R/min برای خنک کردن ترانسفورماتور استفاده کنیم صدایی معادل ۷۵db(A) تولید می کند اما چنانچه از پنکه ای با سرعت ۲۸۰R/min استفاده شود مقدار صدای تولید شده ۵۶R/min است ولی میزان هوای خنک کننده که توسط این پنکه به ترانسفورماتور زده می شود ۰/۰۶۰ کمتراز پنکه ۵۵۰R/min است. به هر جهت می توان در این حالت از ترانیفورماتور های OFAF استفاده کرد تا روغن با فشار در رادیاتور ها جهت خنک شدن جریان یابد.

ب- کاهش صدای پنکه با افزایش صداگیر- روش دیگر این است که پنکه ها را باوسایل صدا گیر پوشاند و یا بهتر بگوئیم طوری پنکه ها را نصب واستفاده کنیم تا صدای کمتری در اطراف پخش شود

ج-استفاده از ترانسفورماتور ONAN- در این روش چون ترانسفورماتور باید بطور طبیعی خنک شود در این صورت قیمت آن بالا میرود و کاملا غیر اقتصادی است.

مقدار تغییرات مجاز ولتاژ در ترانسفورماتور:

اصولا ترانسفورماتور ها برای وضعیتی طراحی شده اند که تا ۱۰۵٪ ولتاژ نامی را در جریان نامی تحمل کند زیرا در این حالت اضافه تلفات بی باری چندان نیست. البته چنانچه هدف استفاده از ولتاژبیشتر از ۵٪ افزایش ولتاژ باشد باید بین سازنده وخریدار توافق حاصل شود، به هر جهت نباید مقدار ولتاژ بیش از ۱۰٪ افزایش یابد.

در حالتیکه ما مجبور باشیم از بار اکتیو وراکتیو استفاده کنیم در این صورت مقداری اضافه ولتاژ در ترانسفورماتور ایجاد می شود. به هر حال چنانچه نسبت جریان ترانسفورماتور در حالت اضافه ولتاژ به جریان نامی ترانسفورماتور K باشد K«۱ ۰» است، در این صورت مقدار ولتاژ داریم که:

$$U\% = 110 - 5K^2 \qquad \left(K = \frac{I}{In}\right)$$

I جریان ترانسفورماتور در حالت اضافه ولتاژ

In جریان نامی ترانسفورماتور

تنظیم ولتاژ ترانسفورماتور های قدرت:

همانطوریکه گفته شد نسبت تبدیل ترانسفورماتور برابر نسبت ولتاژ اولیه به ولتاژ ثانویه در حالت بی باری است چنانچه ولتاژ اولیه بی بار را u۱۰ و ثانویه u۲۰ فرض کنیم در این صورت :

نسبت تبدیل $n = \frac{u_{10}}{u_{20}}$

حال چنانچه از ترانسفورماتوری بار گرفته شود در اینصورت بخاطر افت مس در ترانسفورماتور مقداری افت ولتاژ در آن به وجود می آید که برابر $\Delta u2$ می باشد بنابراین ولتاژ ثانویه برابر است با $u20 - \Delta u2$ ضمنا چون اولیه ترانسفورماتور نیز از طریق خطی تغذیه می شود اصولا به خاطر عبور جریان از خط مقدار افت ولتاژ نیز د رآخر خط بوجود می آید در اینصورت نسبت تبدیل ترانسفورماتور به صورت زیر در می آید:

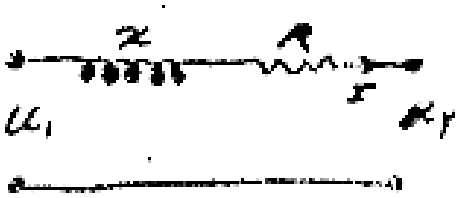
$$n' = \frac{u_{10} - \Delta u1}{u_{20} - \Delta u2}$$

حاصل اینکه در ثانویه به هیچ وجه امکان به دست آوردن ولتاژ u20 نیست بنابراین وسیله ای جهت تنظیم ولتاژ لازم است که به تپ چنجرمعروف است. حال به بررسی هر یک از ولتاژ های فوق می پردازیم :

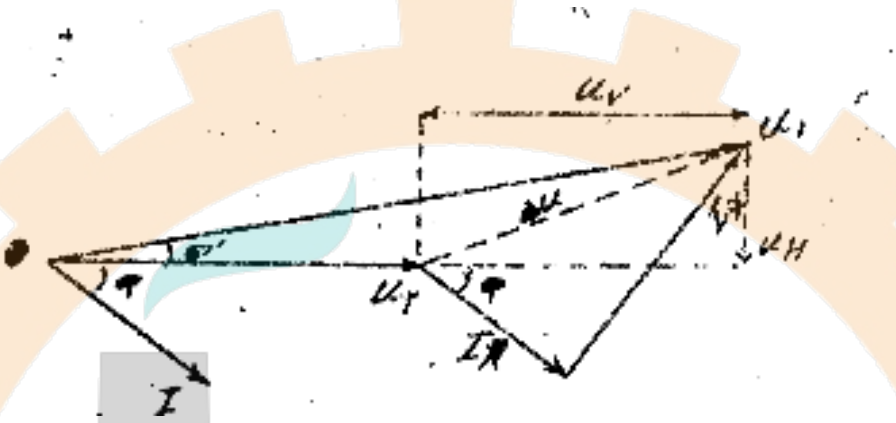
الف-تغییرات ولتاژ اولیه:

چنانچه ولتاژ اول خط تغذیه کننده ترانسفورماتور را u۱ فرض می کنیم ومقدار ولتاژ در آخر خط بر اثر عبور جریان I به $u2 = u1 - \Delta u1$ فرض کنیم متوان مدل شبکه را به صورت زیر نوشت :

$$t = R + ix$$
$$\Delta V = I(R + ix)$$
$$U_{10} = U_2 + \Delta U$$



چنانچه ضریب قدرت بار Cos Φ باشد در این صورت داریم که:



مشاهده می شود که Δu دارای دو مولفه یUhوUr می باشد که هر چه مقدارUh بیشتر باشد مقدار زاویه ی Φ پریم نیز بیشتر می گردد ودر حقیقت تغییرات Φ پریم بستگی به تغییرات Uh دارد در شبکه ها سعی می شود مقدارΦ پریم از ۱۵ درجه تجاوز نکند درغیر این صورت با نصب خازن یا نصب ترانسفورماتور قدرت با نوع اتصال مناسب شکل فوق را حل می کنند اما Ur که تغییرات مطلق ولتاژ را به وجود می آورد با تپ چنجرمی توان جبران نمود. مقدار Ur وUh برابر است با:

$$U_r = I(R\cos\Phi + y\sin\Phi) \qquad U_h = I(-R\sin + x\cos\Phi)$$

در این مبحث نیز سعی می شود روشهای جبران افت ولتاژطولی (ur) را بررسی نمائیم بدیهی است که در شبکه ها مقدار افت ولتاژ عرضی (uh) نیز مهم است ولی چگونگی جبران این ولتاژ را بعدا بررسی می کنیم.

همانطوریکه گفته شد چنانچه این افت ولتاژ (افت ولتاژ طولی) کم باشد وقطع بار هم چندان مهم نباشد از ترانسفورماتور با تپ چنجر بدون بار استفاده میکنند ولی چنانچه تغییرات زیاد باشد وامکان خاموشی واز مدار خارج نمودن ترانسفورماتور نیز نباشد از تپ چنجر قابل کار در شرایط بار استفاده می نمایند(on load tap changer) .

اصولاً تپ چنجر بدون بار برای ترانسفورماتور های توزیع با قدرت کم استفاده می شود و مورد استقبال آنها کم می باشد مخصوصاً در شرایطی استفاده می شودکه تغییرات ولتاژ برای مصرف کننده چندان مهم نباشد. در صورتی که هدف تنظیم ولتاژ در شرایط مختلف بار و با توجه به تغییرات بار مطرح باشد در این صورت از ترانسفورماتور با تپ چنجر زیربار استفاده می نمایند. چون در ترانسفورماتورهای بزرگ اصولاً نسبت تبدیل ترانسفورماتور زیاد می باشد و جریان اولیه ترانسفورماتور کمتر از جریان ثانویه بوده وضمنا تعداد حلقه های سیم پیچ اولیه زیاد می باشد از این جهت برای اینکه جریان کمتری را قطع و وصل کنند وضمنا امکان مانور بیشتر باشد با توجه به تعدادحلقه های سیم پیچ اصولا تپ چنجرهای در طرف اولیه ترانسفورماتور نصب میکنند. در این حالت امکان تغییر یکنواخت با جریان کم وجود دارد. ساختمان تپ چنجر باید طوری باشد که ضمن تغییر نسبت تبدیل (ثابت نگه داشتن ثانویه ترانسفورماتور) چون درضمن کار تعداد حلقه ها را تغییر می دهد، بنا براین دائما از یک اتصال به اتصال دیگر وصل شده ولی در این حالت نباید هیچ گونه قطع شدگی یا اتصال کوتاه در سیم پیچ ترانسفورماتور ها ایجاد شود.ضمنا نباید تغییرات ولتاژ نیز ناگهانی زیاد باشد به طوریکه ضرر وزیانی به مصرف کننده واردنماید. در ترانسفورماتورها تا ۲۰٪-+ ولتاژ اولیه را می توان تغییر داد ولی در هر مرتبه تغییر نباید بیش از ۱/۵ تا۲٪ ولتاژ خروجی باشد. ولی از

آنجائی که تغییردهنده ی نسبت تبدیل دائما در حال کار می باشد و جریان را قطع و وصل می کنند از این جهت کنتاکتهای تپ چنجر عمر خاصی دارند. در تپ چنجرهای امروزه ساختمان کنتا کتها را طوری ساخته اند که پس از هر ۱۰۰۰۰۰ مرتبه عمل کنتا کتها بازدید و تعویض گردند، به هر جهت تغییرات ولتاژ را باید طوری انتخاب نمود که ضمن جلو گیری از قطع و وصل کردن کنتاکتهای تپ چنجر عملاً عمر مفید تپ چنجر استفاده شده و ضمناً ولتاژ ثانویه لازم نیز تامین گردد.

طریقه ی تنظیم ولتاژ:

همان طوریکه گفته شد عملا مقدار نسبت تبدیل ترانسفورماتور برابر است با:

$$n = \frac{u_{1o} - \Delta u_1}{u_{2o} - \Delta u_2}$$

بنابراین چنانچه بخواهیم همیشه در ثانویه ولتاژ u20 را داشته باشیم عملا باید دستگاهی وجود داشته باشد که هم تعداد حلقه های سیم پیچ ثانویه را تغییر دهد وهم اولیه سیم پیچ را تا همیشه u20 ثابت باشد.ولی عملاً امکان اقتصادی ساخت چنین دستگاهی وجود ندارد و سعی می شود دستگاه را تنها جهت تغییر سیم پیچ اولیه ترانسفورماتور نصب کرد. بنا براین تپ چنجر را تنها برای تغییر تعداد حلقه های اولیه ترانسفورماتور (طرف فشار قوی) نصب می کنند.

Power Plant Academy

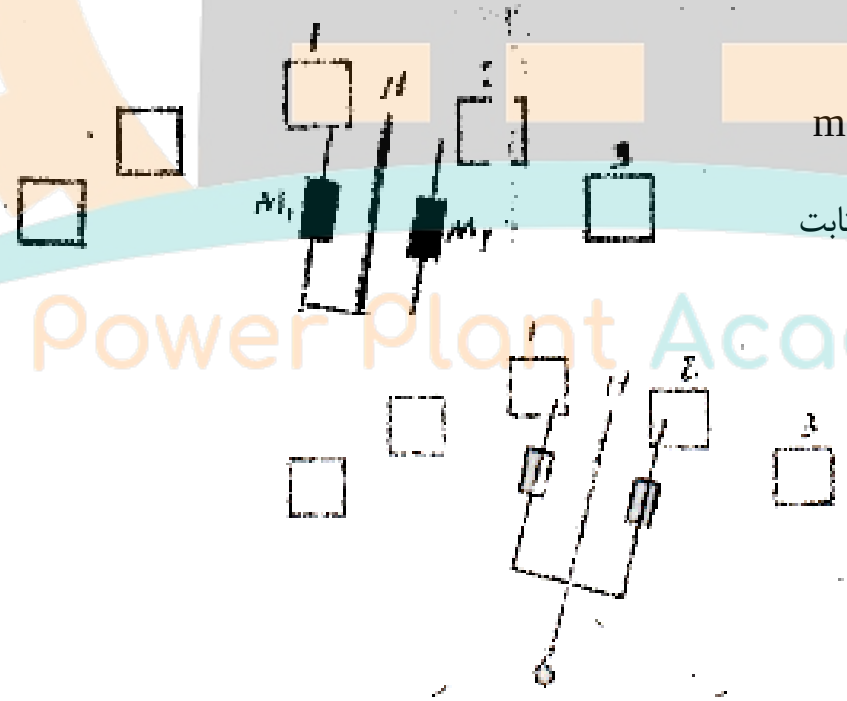
مکانیزم عملکرد تپ چنجر و انواع آن:

همانطوریکه گفته شد باید تپ چنجر طوری تعداد حلقه ها را تغییر دهد که اولا اتصالی و ثانیا قطعی در سیم پیچ ترانسفورماتور ایجاد نشود. برای این منظور کلید انتخاب کننده نوع تپ اصولا دارای یک کلید اصلی (main contact) و دو کلید کمکی همراه با مقاومت یا (transition concat) می باشند که در شکل زیر کلید اصلی را H و دو کنتا کت کمکی را M1وm2 می نامیم . حال به فرض اینکه تپ چنجر در وضعیت تپ ۱ باشد چگونگی تعویض تپ از ۱ به ۲ مطالعه خواهیم کرد.

۱- در شکل ۱ کلید اصلی H در حالت تپ ۱ است وکنتا کت های کمکی M1وM2 به صورت آزاد بوده وبه صورت باز بین دو کنتا کت ها ثابت قرار دارد.

۲- در حالت ۲ مشاهده می مشود که کنتا کت کمکی M1 لغزیده و روی کنتا کت ثابت ۱ قرار می گیرد و کلید اصلی H از کنتا کت ۱ خارج شده وm2 نیز به صورت باز باقی می ماند.

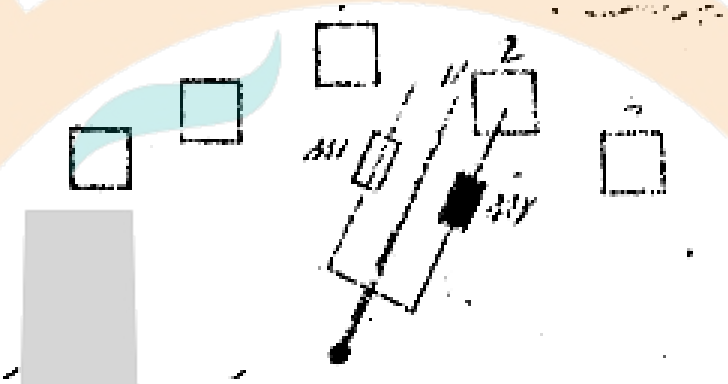
۳- در این حالت m1 روی کنتا کت ثابت



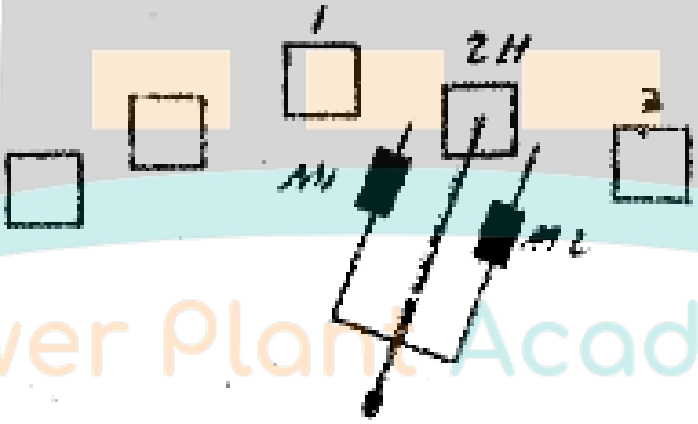
www.powerplantac.com

۱ می لغزد m1 نیز با کنتا کت ثابت۲ اتصالی برقرار کرده و روی آن می لغزد و کلید اصلی h هنوز باز است البته زمان ماندن به این حالت چند میلی ثانیه می باشد.

۴- در حالتیکه مطابق شکل ۴ باز کنتا کت m2 روی کنتا کت ثابت ۲ لغزیده وm1 نیز از یک جدا شده وh هنوز باز است.



۵- در حالت نهایی مطابق شکل ۵ مشاهده می شود که کنتا کت A روی کنتا کت ثابت ۲ قرار دارد و m1وm2 به صورت باز بین کنتا کت های ثابت قرار می گیرد در این حالت تپ چنجر روی تپ ۲ قرار گرفته است.



تمام این مراحل در داخل تانک تپ چنجر ترانسفورماتور و داخل روغن انجام می شود و زمان انجام مرحله ی یک تا پنج حدود ۱۰ میلی ثانیه می باشد بنابراین هیچ گونه اشکالی در

سیستم به وجود نمی آید و طریقه ی عمل آن نیز توسط مکانیزم تپ چنجر که اصولا در خارج تانک ترانسفورماتور می باشد انجام می شود که می توان به صورت اتوماتیک توسط موتور انجام پذیرد و هم این که توسط دست از محل.

ضمنا M1 و M2 را روی مقاومت اهمیت بالایی هستند که وقتی در حالت ۳ قرار می گیرند یعنی تعدادی از حلقه ها را اتصال کوتاه می نمایند عملاً جریانی از آنها صدور نکرده وسبب اتصالی درترانسفورماتور نمی شوند مگر اینکه مقاومتهای فوق سوخته ویا در مدار نباشند.

در ترانسفورماتورهای کوچک به جای دو کنتا کت کمکی M1 و M2 از یک کنتاکت تنها استفاده می کنند مثلا کنتاکت M1 که عملا ایمنی وعمر تپ چنجر کاهش می یابد.