

کتاب

تجهيزات پست



PowerEn.ir

برای محاسبه میزان توان انتقالی از خطوط می توان از رابطه تقریبی زیر استفاده کرد:

$$20\sqrt{P} \approx \text{طول خط } L(\text{km}) \approx \text{ولتاژ}(kv)$$

بعنوان مثال توان 100 مگاوات را می توان به فاصله حدود 200 کیلومتر با ولتاژ حدود 200 کیلوولت (در استاندارد 230 کیلوولت) انتقال داد. لذا برای انتقال انرژی به نقاط دور دست می بایست نسبت به افزایش ولتاژ اقدام کرد و از طرفی در محل مصرف نیز بدلیل اینکه تجهیزات مصرف کنندگان با ولتاژهای پایین کار می کنند لازم است ولتاژ تا سطوح استاندارد مصرف کاهش داده شود از طرف دیگر شبکه های انتقال انرژی که در این توضیحات به آن اشاره شد ، به صورت هوایی و زمینی تاسیس می شوند. لذا همواره در معرض تغییرات آب و هوایی نظیر طوفان ، صاعقه و... قرار دارند. با توجه به این موضوع و نیز فرسوده شدن تاسیسات در اثر گذر زمان بروز عیب و خاموشی در شبکه های برق گریز ناپذیر بوده و بهمین دلیل سرویس و نگهداری و تعمیرات در فواصل زمانی مشخص امری لازم و ضروری است. موضوع دیگری که می بایست به آن توجه کرد اینک شرکت های برق موظفند همواره برق با کیفیت استاندارد به مشترکین تحویل دهند که برای این امر به لوازم اندازه گیری نیاز است تا شاخصهایی نظیر ولتاژ، فرکانس و... اندازه گیری و کنترل شوند. یکی از موارد دیگری که امروزه از نظر اقتصادی برای شرکت های برق اهمیت زیادی دارد، کاهش زمان خاموشی است زیرا بروز خاموشی سبب عدم مصرف انرژی توسط مشترکین و در نتیجه کاهش درآمد شرکت های برق می شود. بنابراین جهت افزایش ضریب اطمینان شبکه ها می بایست خطوط فشار قوی مختلف را به همدیگر ارتباط داد. چنانکه ملاحظه می شود مهمترین مواردی که بهره برداران شبکه های برق با آن در ارتباط هستند می توان در بخش های تامین برق مطلوب ، حفاظت شبکه ها و کنترل وضعیت شبکه و کنترل خاموشیها خلاصه کرد. عملیات مورد نیاز جهت تامین این موارد در پست های برق انجام می شود. چنانکه یکبار دیگر توضیحات فوق را مرور کنیم ملاحظه می کنیم که برای تامین هر کدام از شرایط ذکر شده نیاز به تجهیزات خاص خود بوده و در یک پروسه برق رسانی کلیه تجهیزات فوق نصب می گردند. در پست های برق هر ردیف از تجهیزات نصب شده جهت حفاظت ، کنترل ، اندازه گیری ، تبدیل ولتاژ و قطع و وصل شبکه ها رایک BAY می نامند و معمولا هر پست برق از تعدادی BAY تشکیل شده است که بر حسب وظیفه ای که در پست برق ایفا می کند به یک نام خوانده می شود. بعنوان مثال قسمتی که در آن

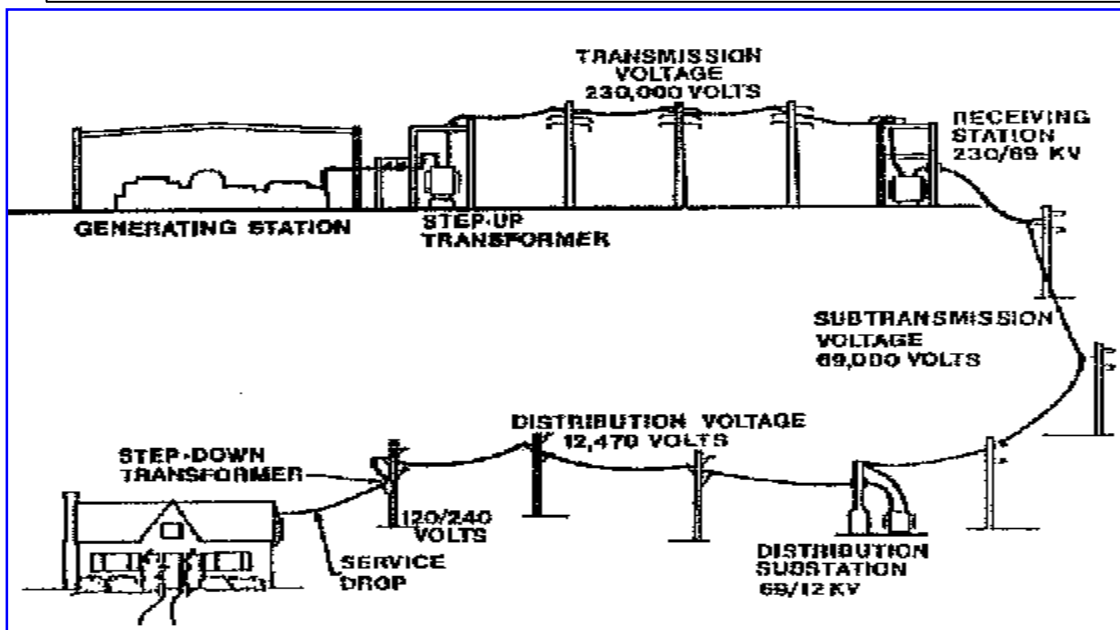
ترانسفورماتور نصب می شود بنام بی ترانس خوانده شده و قسمتی که ورودی از خط به پست می باشد بنام بی خط خوانده می شود.

در صورتی که یک شبکه برق از تولید تا مصرف را تصور کنیم پستهای برق در کلیه قسمت‌های شبکه نصب شده و مورد استفاده قرار می گیرند بنابراین تجهیزات مربوط به این پستها اعم از برقگیرها ، سکسیونرها ، دژنکتورها ، ترانسفورماتورها ، و... در کلیه قسمت‌های شبکه موجود می باشند که البته هرکدام براساس سطوح ولتاژی و سایر مشخصات فنی تکنولوژی خاص خود را دارند و از ابتدای پیدایش تا امروز همواره تکامل یافته و با تکنولوژیهای جدید و کارایی بهتر تولید و بکار گرفته شده اند. در این جزوه قصد داریم درباره تجهیزات پست و اساس کار آنها صحبت کنیم. ایستگاههای فشار قوی را با بالاترین ولتاژ موجود در آن می نامند. شکل 1 شمای یک شبکه برق از تولید تا مصرف را نشان می دهد. چنانکه ملاحظه می شود از ابتدای تولید برق تا مصرف آن در یک مسیر بر حسب سطوح ولتاژی شبکه تعداد 4 الی 5 پست برق وجود خواهد داشت. این پستها براساس وظیفه ای که در شبکه برعهده دارند ، به یک نام خوانده می شوند. براین اساس انواع پستهای فشار قوی از نظر عملکرد به شرح زیر می باشند:

- 1- پستهای افزایشدهنده : این پستها که در مجاورت نیروگاهها ساخته می شوند به منظور افزایش سطح ولتاژ جهت انتقال انرژی به نقاط دوردست احداث می شوند.
- 2- پستهای کاهنده : این پستها که اصولاً در مراکز مصرف ساخته می شوند ولتاژ را تا حد مورد نیاز مصرف کنندگان کاهش می دهند.
- 3- پستهای کلیدی : این پستها در نقاط حساس شبکه به منظور ارتباط قسمت‌های مختلف و ایجاد نقاط رینگ در یک شبکه سراسری احداث شده و در آنها تغییر ولتاژی صورت نمی گیرد.

4- پستهای مختلط : در این پستها بنا به ضرورت افزایش و کاهش ولتاژ صورت می گیرد. معمولاً در یک مسیر تولید تا انتقال همواره یک پست افزایشدهنده ولتاژ و سایر پستها کاهنده ولتاژ می باشند.





شکل 1: نمای یک شبکه برق از تولید تا مصرف

- انواع پستها :

پستهای برق براساس موقعیت محل نصب وسایر عوامل در انواع مختلفی احداث می شوند. انواع پستهای برق را می توان در یک تقسیم بندی کلی به پستهای باز ، نیمه باز وبسته ذکر کرد. در پستهای باز کلیه تجهیزات در معرض دید می باشد ولی در پستهای نیمه باز تجهیزات تحت ولتاژ نظیر دژنکتور تا ارتفاع دسترسی از هر طرف محصور بوده و از آنجا سایر تجهیزات نظیر شینها قابل رویت می باشند در پستهای بسته کلیه تجهیزات در فضای بسته نصب می شوند که پستهای کیوسکی وساختمانی توزیع از این دسته اند.

پستهای فشارقوی بیشتر از نوع باز می باشند وبا توجه به وضعیت زمین ومکانی که می بایست پست در آنجا نصب شود، بصورت یک طبقه ویا دو طبقه احداث می شوند نوع دیگری از پستهای فشار قوی که امروزه بدلیل عدم امکان رعایت حریم شبکه های فشارقوی در وسط شهرهای بزرگ نصب می شود ، پستهای گازی (GIS) یا metal clade است. در این پستها کلیه تجهیزات درون گاز Sf_6 قرار دارند. با توجه به خاصیت بالای دی الکتریک گاز Sf_6 نسبت به هوا ، فواصل عایقی فازها از بدنه های فلزی در ایستگاههای گازی تا حدود 5-8 برابر نسبت به فواصل هوایی عایقی در ایستگاههای باز کاهش می یابد که این مساله به کاهش قابل توجه ابعاد پست کمک می کند. یکی دیگر از نکات مثبت ایستگاههای گازی ، کاهش

حجم عملیات ساختمانی تا حدود یک درصد ایستگاههای با فضای باز می باشد. شکل 2 نمای یک پست برق ونحوه قرارگرفتن تجهیزات در آن رانشان می دهد.



شکل 2 : نمای یک پست برق

1- برقگیر وساختمان داخلی آن :

کلیه تجهیزات منصوبه در شبکه های برق برای یک سطح ولتاژ خاص طراحی شده و یک سطح تحمل استقامت الکتریکی مشخصی دارند، بنابراین ولتاژ های بالاتر از ولتاژ نامی تجهیز نظیر صاعقه و کلید زنی به آنها آسیب می رسانند. براین اساس برای تجهیزات منصوبه در پستها و پست یک سطح استقامت عایقی یا **BIL (Basic Insulation Level)** تعریف می کنند. با توجه به اینکه جهت طراحی واحداث شبکه ها و پستها همواره می بایست بدترین شرایط در نظر گرفته شود جهت محاسبه استقامت عایقی در ولتاژ های پایین تر از 300 کیلوولت صاعقه مبنای محاسبات بوده و در ولتاژ های بالاتر سوئیچینگ یا کلیدزنی به عنوان مبنای مد نظر قرار می گیرد. پس از محاسبه سطح استقامت عایقی پست و با استفاده از آن فواصل عایقی مورد نیاز در قسمت های مختلف از جمله فاصله فاز به فاز ، فاصله فاز به زمین (این فواصل هوایی ایزولاسیون با توجه به دامنه اضافه ولتاژ های قطع و وصل برآورد می شوند)، ارتفاع استراکچر و... محاسبه می گردد. البته ارتفاع استراکچرها معمولا 2,44 متر بوده و برای

کلیه سطوح ولتاژ یکی است. اکنون با توجه به این توضیحات می بایست از تجهیزات حفاظتی جهت جلوگیری از ورود ولتاژ های بالاتر از سطح استقامت عایقی تعریف شده به تجهیزات پست و آسیب دیدن آنها جلوگیری کنیم. تجهیزاتی که در این رابطه در پستها نصب می گردد ، برقگیر است. البته برقگیرها در خطوط انتقال نیز نصب می شوند. برقگیرها وظیفه زمین کردن اضافه ولتاژ های موجی نظیر صاعقه و کلید زنی را بعهده داشته و بین فاز و زمین نصب می شوند. سیم زمین برقگیر می بایست به اتصال زمین مشترک پست وصل شود. پیچش یا حلقه ای بودن سیم اتصال زمین برقگیر سبب می شود، اندوکتانس اضافه در برابر جریان تخلیه بوجود آید. جهت اتصال زمین برقگیر بهتر است از کابل های رشته ای با مقطع 25 ، 35 و یا 50 اینچ مربعی استفاده شود. {3}

برقگیر می بایست به گونه ای انتخاب شود که سطح عایقی پست بالاتر از سطح برقگیر قرار گیرد ، زیرا در غیر این صورت برقگیر اضافه ولتاژ های مضر برای تجهیزات عملکرد

از خود عبور داده و در نتیجه آنها آسیب می بینند

را. بدین منظور معمولاً سطح محافظت

توسط برقگیر ،

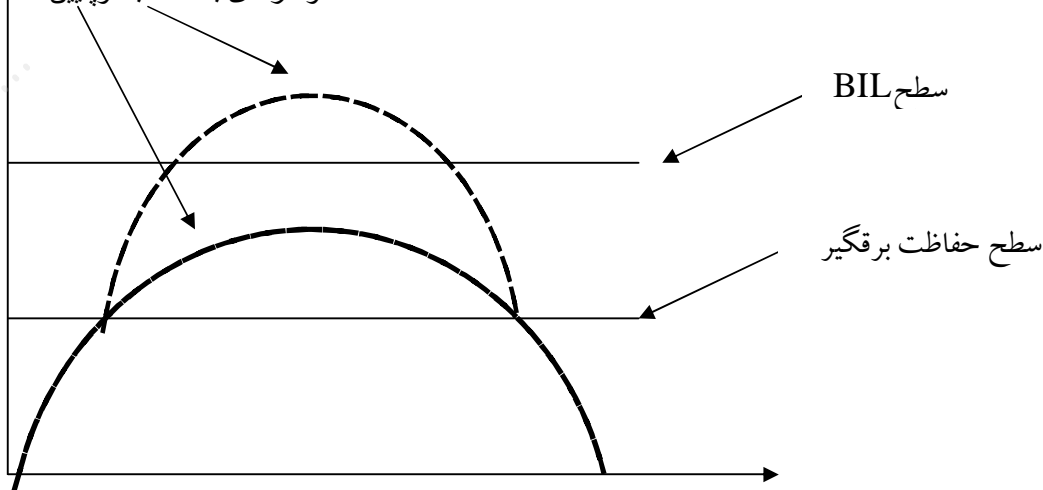
تجهیزات در حدود 15 تا 20 کمتر از سطح BIL

درصد تجهیزات در نظر

می شود

گرفته. هر قدر برقگیر به دستگاه مورد حفاظت نزدیکتر باشد ، اختلاف پتانسیل

کمتری بین برقگیر و دستگاه وجود دارد. منحنی شکل 3 این مطلب را نشان می دهد. $V(KV)$ اضافه ولتاژ های با دامنه بالا و پایین



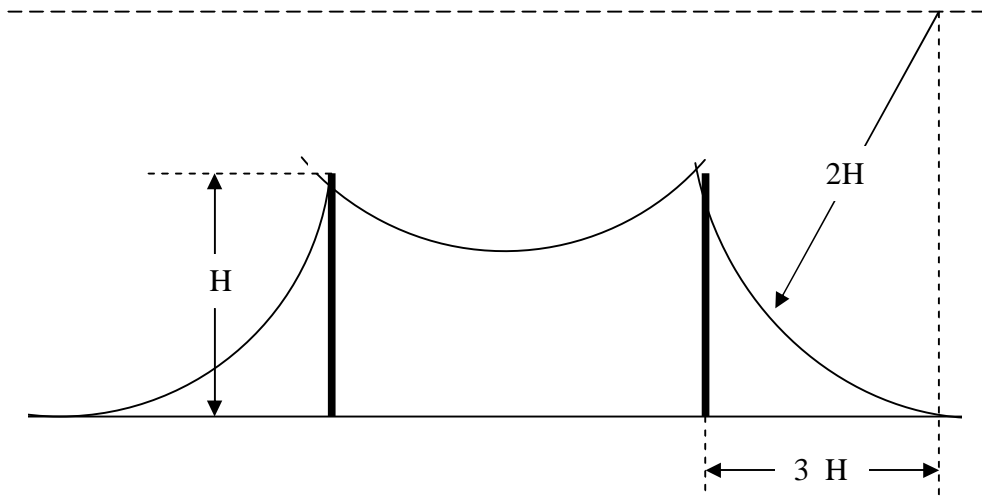
شکل 3: نمایش سطح حفاظت برقگیر براساس نوع اضافه ولتاژ و نیز سطح استقامت عایقی

برقگیرها امروزه در کلیه سطوح شبکه حتی در ورودی منازل و تابلوهای کوچک برق نیز استفاده شده و بر همین اساس برقگیرهای با ولتاژ نامی 300 ولت تا 400 کیلوولت در شبکه های ایران ساخته شده اند. پس از توضیحات فوق اکنون به روند تکامل ساختمان برقگیر از ابتدا تا امروز پرداخته و سپس ساختمان برقگیرهایی که امروزه مورد استفاده قرار می گیرند را شرح می دهیم. تاکنون برقگیرهای به شرح زیر مورد استفاده قرار گرفته اند:

1-1- **نوع ساچمه ای:** این نوع برقگیر که از فاصله هوایی به صورت سری با یک لوله پر از ساچمه از جنس پراکسید سرب با روکشی از اکسید سرب تشکیل شده بود در همان اوایل تولید منسوخ گشت. با عبور جریان تخلیه و گرم شدن ساچمه ها، آنها به پراکسید سرب که کی هادی خوب است تبدیل شده و موج ضربه به زمین تخلیه می شد و پس از تخلیه مجددا ساچمه ها به اکسید سرب تبدیل شده و حالت اول خود را باز می یابند.

1-2- **نوع سوپاپی:** در این نوع، تعدادی فاصله هوایی با مواد مخصوصی مانند مواد سرامیک حاوی ذرات هادی نظیر اکسید فلزات به صورت سری ساخته می شد.

1-3- **نوع میله ای:** این نوع که بهتر است صاعقه گیر نامیده شود، در ساختمانهای بلند، پستهای برق و... نصب می گردد. با توجه به اینکه برقگیرهای منصوبه در پست تنها امواج سیار که ممکن است از طریق سیمهای انتقال انرژی بداخل پست هدایت شوند رازمین می کنند، لذا ممکن است صاعقه به طور مستقیم به تاسیسات برخورد کرده و سبب آسیب آنها شود بنابراین پستها می بایست دارای تاسیساتی برای حفاظت در مقابل برخورد صاعقه باشند. جهت تامین این حفاظت می توان از میله های بلندی که در نقاط مختلف پست نصب می شوند و محدوده حفاظت آن طبق شکل 4 مشخص شده است، استفاده کرد. در این روش تاسیسات در فضایی زیر قوسی به شعاع $2H$ در مقابل برخورد صاعقه حفاظت می شوند. ضمن اینکه ارتفاع H با توجه به ارتفاع تاسیسات تحت ولتاژ و منحنی های مربوطه بدست می آید.



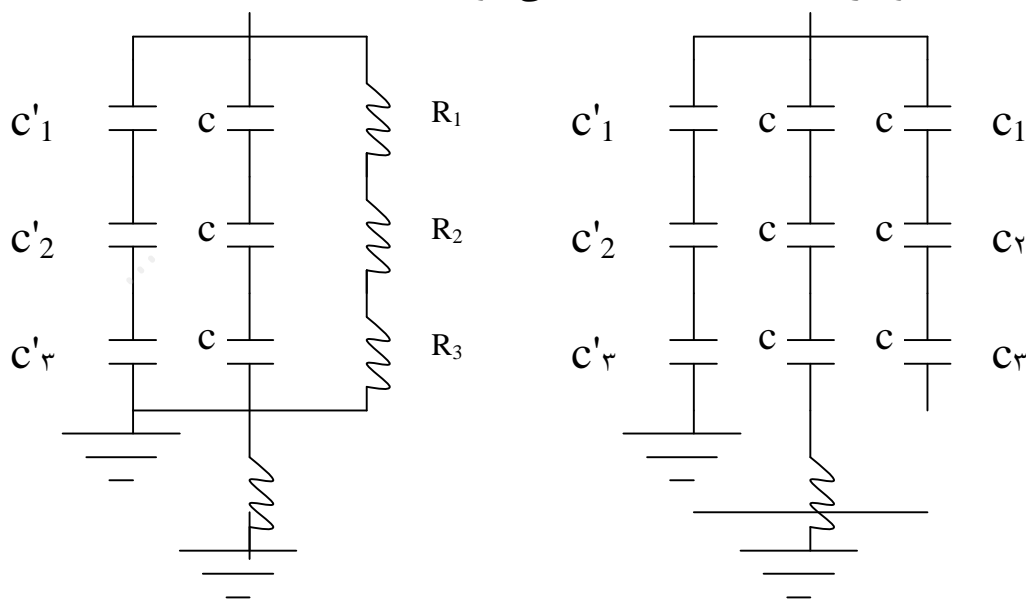
شکل 4: چگونگی حفاظت تاسیسات پست با استفاده از میله های صاعقه گیر

4-1- نوع شاخکی: این نوع برقگیر در محل زنجیره مقرر متصل به گانتری پیش بینی می گردد. شاخک به عنوان وسیله محافظتی دوم در قبال ولتاژهای تخلیه جوی پس از برقگیر پیش بینی می گردد (گانتری به سازه فلزی که هادیهای ورودی خط در ابتدای ایستگاه به آن متصل می شود، گفته می شود) البته برقگیر شاخکی روی پوشینگ ترانسفورماتور هانیز نصب می گردد که معمولاً جهت حفاظت اضافه ولتاژهایی است که در محدوده حفاظت برقگیر های نصب شده قبل از ترانسفورماتور قرار ندارند. این نوع از دوشاخک (میله) که در بالا و پایین پوشینگ با یک فاصله معین از همدیگر نصب می شوند تشکیل شده است. یکی از مشکلاتی که این نوع برقگیر برای شبکه های توزیع ایجاد می کند قطع برق در اثر قرار گرفتن جسم خارجی نظیر پرندۀ بین دوشاخک و بروز اتصالی است. شکل 5 این نوع برقگیر را روی پوشینگ ترانسفورماتور نشان می دهد.

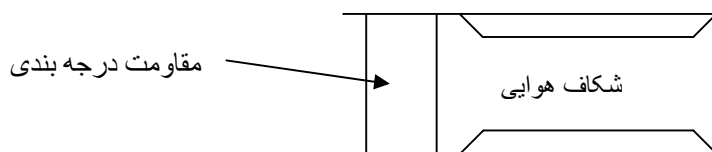


شکل 5 : برقگیر شاخکی نصب شده روی یک ترانسفورماتور توزیع

5-1- برقگیرهای با فاصله هوایی یا سیلیکون کاربیدی : این نوع برقگیر از تعدادی فاصله هوایی به صورت سری با مقاومتهای غیر خطی تشکیل شده است. در این برقگیرها برقراری جریان تخلیه، مستلزم بروز قوس در فواصل هوایی خواهد بود، که برقراری شرایط تخلیه در فواصل هوایی با نواقص و ناهماهنگیهایی همراه خواهد بود. زیرا ولتاژ بروز قوس فواصل هوایی ثابت نبوده و تحت تاثیر محیط تغییر خواهد کرد. از طرفی در صورت بروز قوسهای متوالی با فاصله زمانی بسیار کم ناشی از ظهور اضافه ولتاژهای متوالی، ولتاژ بروز قوس کاهش می یابد. معمولاً بکار بردن چند فاصله هوایی بطور سری بجای یک فاصله هوایی قابلیت استقامت برقگیر را در برابر ولتاژ برگشتی زیاد می کند. اما این مساله سبب توزیع غیر یکنواخت ولتاژ روی فواصل هوایی می شود. چون در حالت کار عادی سیستم، ولتاژ کل سیستم در دوسر فاصله هوایی برقگیر قرار می گیرد، اگر بعلتی افت ولتاژ در دوسر یکی از فواصل هوایی بیشتر از استقامت الکتریکی آن گردد، قوس الکتریکی این فاصله هوایی را از بین می برد و سهم فواصل هوایی دیگر از ولتاژ بیشتر می شود. این موضوع سبب می شود که احتمال تشکیل قوس الکتریکی بین فواصل دیگر بیشتر شود و به همین منوال در فاصله کوتاهی همه خازنها (فواصل هوایی) شکست الکتریکی پیدا می کنند. برای غلبه بر این پدیده معمولاً مقاومتهایی که معمولاً از نوع غیر خطی انتخاب می شوند، یا خازنهایی بطور موازی در دو سر شکافها می گذارند. که این کار را درجه بندی ولتاژ (voltage grading) می گویند.



C: خازن اصلی
C': خازن ناخواسته
 $R_1, R_2, R_3, C_1, C_2, C_3$: خازنها و مقاومتهای درجه بندی



گاه ممکن است درجه بندی به صورت ترکیبی از خازن و مقاومت باشد. مقادیر خازنها و مقاومتهای چنان انتخاب می شوند که امپدانس دیده شده از دوسر شکاف با هم برابر باشند. امپدانس خیلی زیاد مدار درجه بندی، جریان بسیار ضعیفی را عبور می دهد ولی توزیع نامساوی ولتاژ را عملی می سازد.

باید توجه داشت که علاوه بر خازنهای سرگردان که باعث توزیع نامساوی ولتاژ می گردند، آلودگی سطوح خارجی مفره ها، مجاورت با هادیهای باردار و اجزاء زمین شده نیز باعث این عدم توزیع مساوی ولتاژ می شود.

از موارد دیگری که بعنوان یک نقص برای این نوع برقگیر شمرده می شود، وزن و ابعاد بالای برقگیر است که استفاده از آن در خطوط انتقال انرژی را مشکل می سازد. بهمین علت تولید آن بتدریج از سال 1980 در تمام نقاط دنیا متوقف شده است.

1-6- **برقگیرهای بدون فاصله هوایی (ZNO):** این نوع برقگیر که بیش از دودده است در شبکه های برق مورد استفاده قرار می گیرد، خصوصیتی کاملاً متفاوت نسبت به انواع قبلی را دارا می باشند و علیرغم اینکه هنوز در بسیاری موارد خصوصیات آن شناخته نشده در سطح گسترده ای مورد استفاده قرار می گیرد. ساختمان این برقگیرها از ستون مقاومتهای غیر خطی تشکیل شده و برخلاف برقگیرهای با فاصله هوایی، هیچگونه فاصله هوایی به صورت فاصله عایقی بین مقاومتهای و هادی تحت ولتاژ موجود نمی باشد. این ستون مقاومتهای که بطور دائم

تحت ولتاژ فاز به زمین قراردارند به مثابه یک ستون مقره عمل می نمایدبا ظهور اضافه ولتاژ های موجی ، مقاومت های غیر خطی در فاصله چند میکروثانیه تغییر ماهیت داده واز قابلیت هدایت الکتریکی قابل ملاحظه ای برخوردارمی شوند وجریان از هادیهای فاز به زمین تا حدود چندین کیلوآمپر برقرار می شود.

1-6-1- ساختمان برقگیرهای بدون فاصله هوایی :

شکل 7 نمای یک برقگیر فشار قوی منصوبه درورودی پست رانشان می دهد.به طور کلی ساختمان یک برقگیر از تعدادی قرص از جنس اکسید روی ومقداری اکسید سایرفلزات که قسمت اصلی برقگیر بوده ، تشکیل شده وبسته به سطح ولتاژمورد نظر تکنولوژی ساخت آن متفاوت است.شکل 6 یک نمونه از قرصهای اکسید روی مربوط به یک برقگیر 20 کیلوولت را نشان می دهد.



شکل 6 نمای یک قرص اکسید روی مربوط به برقگیر 20 کیلوولت

چنانکه در قسمتهای قبل نیز ذکر شد در ولتاژهای بالاتر از 300 کیلوولت ، کلید زنی بعنوان مبنای محاسبات در تجهیزات حفاظتی و سطح عایقی پست در نظر گرفته می شود. اضافه ولتاژ های موجی قطع ووصل در پی قطع ووصل کلید ها به ازای جریانهای بار ظاهر شده وبابروز قوسهای مجدد همراه است .ضمن اینکه فاصله زمانی برقراری جریان موجی قطع ووصل حدود 20 برابر مدت برقراری جریان تخلیه جوی است وبنابراین انرژی حرارتی آن نیز بیشتر است، براین اساس ساختمان برقگیرهای فشار قوی معمولی در ردیف ولتاژهای اسمی بالاتراز 300 کیلوولت اصلاح شده چنانکه ستون مقاومتها کاملاً به صورت غیر خطی در آمده واز کمترین مقاومت اهمی برخورداراست. بعنوان مثال چنانکه در شکل زیر نیز مشاهده می شود

برای یکنواخت کردن ولتاژ روی ستون برقگیر از یک حلقه فلزی نصب شده در بالای برقگیر بنام حلقه محافظ خارجی برقگیر یا grading ring استفاده شده است. این حلقه توزیع شدت میدان در طول ستون مقاومتهای غیر خطی را یکنواخت کرده و سبب تقویت ولتاژ دی الکتریک ستون مقره می شود. ضمن اینکه از ظهور شاخه های یونیزه جلوگیری می کند.



شکل 7: نمای یک برقگیر فشار قوی منصوبه در ورودی پست

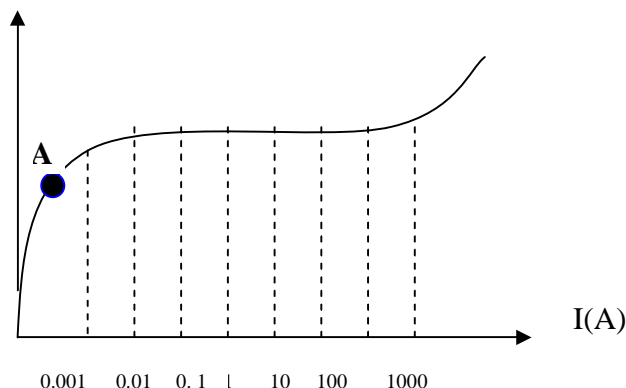
قرصهای اصلی برقگیر همان مقاومتهای غیر خطی بوده و نقش اصلی را در تخلیه اضافه ولتاژ بعهدہ دارند و در کلیه برقگیرهای مورد استفاده قرار می گیرند این قرصها (واریستورها) به صورت سرامیک ساخته شده و در فشار 40 MPas و درجه حرارت 1250 درجه سانتیگراد پخته می شوند. این قرصها معمولا با قطر 15-150 میلیمتر و ضخامت 10-20 میلیمتر ساخته می شوند. عمر و دوام واریستور و در نتیجه برقگیر به تعداد دفعات تخلیه جریانهای موجی، نوع مواد بکاربرده شده، تکنولوژی ساخت و منحنی ولت-آمپر، تغییرات جریان ناشی بستگی دارد. نظریه اینکه معمولا با توجه به سطح ولتاژ یک فاصله عایقی جهت ایزوله شدن شبکه از زمین مورد نیاز است لذا ارتفاع برقگیر می بایست میزان مشخصی بوده و بر همین اساس محفظه یا مقره برقگیر ساخته می شود براین اساس می بایست ارتفاع قسمت داخلی برقگیر نیز متناسب با محفظه آن باشد البته شدت میدان الکتریکی مجاز قابل قبول واریستورها در قبال ولتاژ فرکانس 50 نیز در تعیین ارتفاع ستون مقره موثر است. با توجه به این توضیح در ساختمان برقگیرهای توزیع جهت پر کردن فاصله قرصهای اصلی و افزایش ارتفاع آنها تا میزان مقره برقگیر، از قرصهای آلومینیمی استفاده شده است. سطح مقطع عرضی واریستورها نیز با توجه

به حداکثر جریانهای تخلیه قطع و وصل تعیین می شود. چنانچه قرص مقاومت غیر خطی با سطح مقطع بدست آمده موجود نباشد، از ستونهای متعدد واریستور موازی با یکدیگر استفاده می شود. البته در این حالت خاصیت خازنی واریستورها افزایش یافته و در نتیجه جریان خازنی در قبال فرکانس 50 نیز افزایش خواهد یافت. در این حالت که در ساخت برقگیرهای با ولتاژهای بالا مرسوم است جهت پرکردن فضای خالی بین ستون مقاومتها و بدنه برقگیر از ماسه استفاده می شود. در میان قرصهادر برقگیرهای سطح توزیع از ورقه هایی آلومینیمی که با توجه به خالی بودن دایره ای در وسط آنها به شکل واشر درآمده است، جهت برقراری بهتر اتصال الکتریکی قرصها به همدیگر قرارداده شده است. با توجه به اینکه پس از تکمیل این مجموعه به منظور افزایش سطح مبادله حرارتی، جدار داخلی محفظه برقگیر که روی موارد فوق قرار می گیرد، از لایه ای با ضریب انتقال حرارتی بالا پوشانده شده و سپس این مجموعه درون محفظه اصلی یا همان مقره برقگیر قرار می گیرد. جنس محفظه اصلی از سرامیک یا پلیمر ساخته می شود که نوع پلیمری آن که ترکیبی از شیشه و پلاستیک است، قابلیت تبادل حرارتی را افزایش می دهد. ضمن اینکه در سالیان اخیر جهت بهتر مشخص شدن قطع برقگیرهای سطح ولتاژ توزیع از قطعه ای بنام دیسکانکتور در انتهای برق گیر استفاده شده است.

2-6-1- عملکرد برقگیرها :

در حالت عادی نقطه کار برقگیر در حدود نقطه A قرار داشته و در این حالت جریان ناچیزی در حدود کسری از میلی آمپر از برقگیر عبور می کند که به عنوان جریان نشتی برقگیر نامیده می شود. همزمان با بروز یک اضافه ولتاژ موقی و هادی شدن ستون مقاومتها، جریان شدیدی در حد کیلوآمپر برای مدت چند میکروثانیه به سمت زمین برقراری گردد که این جریان به نام جریان تخلیه موسوم بوده و یکی از مشخصات فنی برقگیر می باشد. این جریان سبب ایجاد انرژی حرارتی شدیدی در ستون مقاومتها می گردد که می تواند سبب بروز عیب در برقگیر شود. در حال حاضر برقگیرهای با جریان تخلیه 5، 10 و 20 کیلوآمپر ساخته می شود. از این میان برقگیرهای با جریان تخلیه 5 کیلوآمپر جهت استفاده در شبکه های توزیع، 10 کیلوآمپر برای شبکه های انتقال تا ولتاژ 300 کیلوولت و برقگیرهای 20 کیلوآمپر برای ولتاژهای بالاتر از 400 کیلوولت توصیه شده است. پس از تخلیه جریان و کاهش دامنه ولتاژ موقی ستون مقاومتها مجدداً به صورت یک ستون مقره درآمده و ولتاژ فاز به زمین در دو

سربرقگیر برقراری شود. منحنی ولت - آمپر مقاومتهای غیر : ' $\bar{U}(KV)$ ' نشان داده شده است.

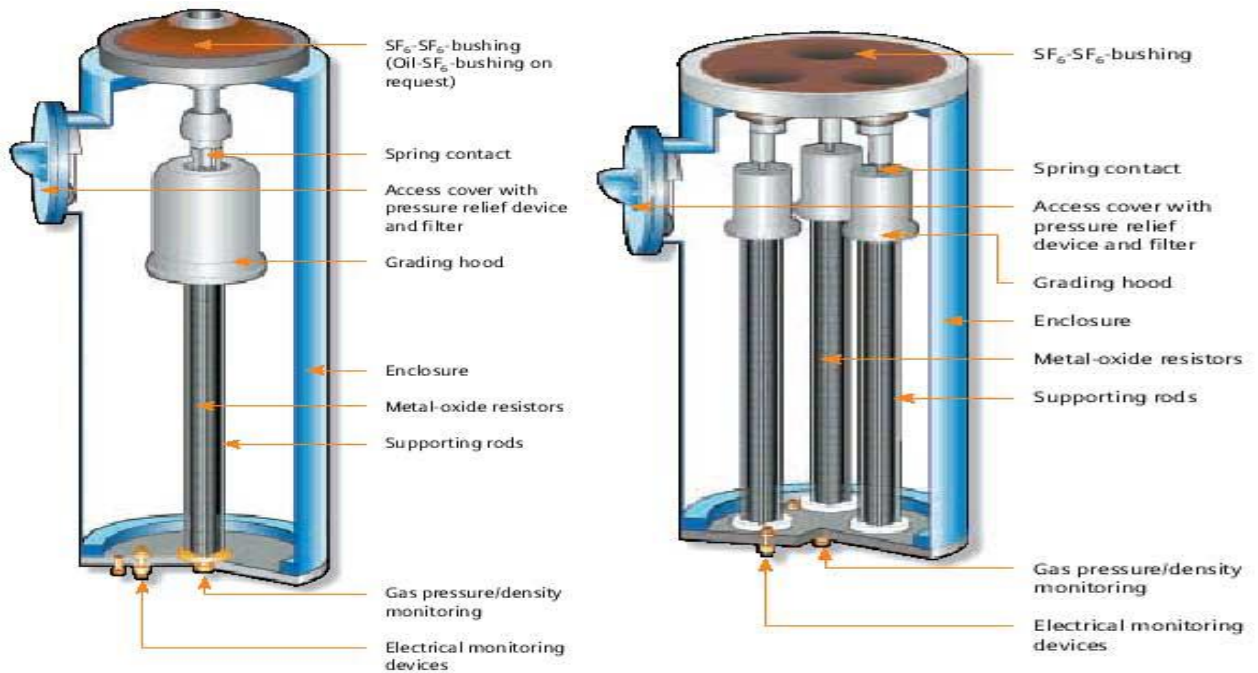


شکل 8: منحنی ولت-آمپر مقاومتهای غیر خطی

برقگیرهای فوق‌العیرغم مزیت‌های فراوانی که دارند به تدریج بر اثر حرارت حاصل از تخلیه جریان‌های موقی به زمین ونیز حرارت محیط محل نصب آن و در نتیجه از دست رفتن خاصیت قرص‌های اکسید فلزی معیوب شده و در برخی موارد با انفجار محفظه مواجه می‌گردند. البته مشکلی که این برقگیرها در سال‌های اخیر بخصوص در شبکه‌های توزیع ایجاد کرده ، بروز اتصالی در ستون مقاومتها بدون آسیب دیدن ظاهر برقگیر بوده است. این مساله سبب شده گاهی خطوط توزیع ساعتها به خاطر اتصالی یک برقگیر و پیدا نبودن آن خاموش مانده و خسارتهای فراوانی را به شرکتهای برق وارد کند. بدنبال این مشکل شرکتهای سازنده جهت رفع آن از وسیله ای بنام دیسکانکتور در انتهای برقگیر استفاده کردند که این وسیله می بایست در هنگام بروز اتصالی در برقگیر سوخته و سبب باز شدن سیم زیر برقگیر و در نتیجه سریعتر پیدا شده محل اتصالی گردد. البته این تمهید نیز بطور کامل به رفع مشکل کمک نکرده است. نکته دیگری که در این قسمت قابل ذکر است اینکه سیستم زمین و مقاومت آن نقشی اساسی در زمین شدن اضافه ولتاژها از طریق برقگیر دارند لذا می بایست به طور اساسی به آن توجه شود.

7-1- برقگیرهای مورد استفاده در پستهای گازی:

برقگیرهای اکسید روی جهت نصب در پستهای گازی از نظر ساختمانی در برخی موارد با برقگیرهای معمولی متفاوتند. شکل های زیر برقگیرهای بدون فاصله هوایی با ولتاژهای 145 و 550 کیلوولت سه فاز و تکفاز با گاز sf_6 ساخت زیمنس را نشان می دهد.



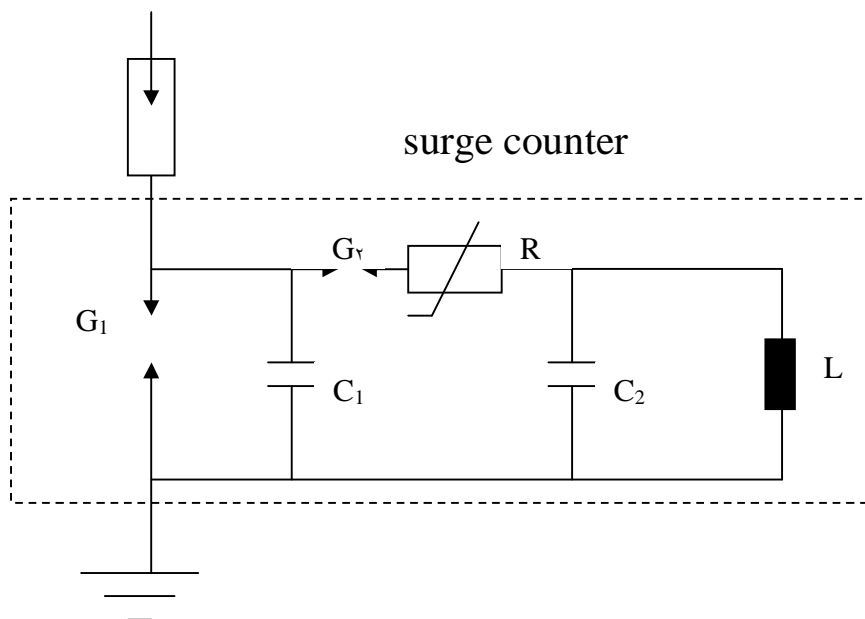
شکل 9: ساختمان برقگیرهای مورد استفاده در پستهای گازی

1-8-1- تجهیزات جانبی و متعلقات برقگیرهای فشار قوی :

چنانکه در قسمت‌های قبل توضیح داده شد، تخلیه جریان موجی توسط برقگیر وانرژی حرارتی ناشی از آن می تواند به تدریج سبب آسیب به قرصهای برقگیر، افزایش جریان نشتی و در نهایت معیوب شدن آن گردد به همین دلیل ثبت تعداد تخلیه های برقرار شده توسط برقگیرهای فشار قوی از نظر آمار تخلیه بر شبکه اندازه گیری جریان نشتی و نیز مشخصات ولتاژهای موجی تخلیه جوی حائز اهمیت می باشد. اندازه گیری جریان نشتی و کنترل مقدار آن بهترین راه جهت اطمینان از کیفیت مقاومتهای غیر خطی است .

1-8-1-1- کنتور برقگیر :

سازندگان برای ثبت تعداد تخلیه های جوی ونیزکنترل جریان نشتی از کنتورویک آمپر متر حساس به جریانهای در حد میلی آمپر در مسیر جریان هادی - زمین برقگیر استفاده کرده اند. میلی آمپر متر در قسمت تحتانی کنتور شمارش تعداد دفعات تخلیه نصب می شود. حدود جریانهای قابل قبول نشتی در صفحه آمپر متر با رنگ سبز و جریانهای خطرناک با رنگ قرمز مشخص شده است. مدار کنتور برقگیر به صورت زیر است :



شکل 10 : مدار کنتور برقگیر

G_1 و G_2 : فواصل هوایی

R : مقاومت غیر خطی

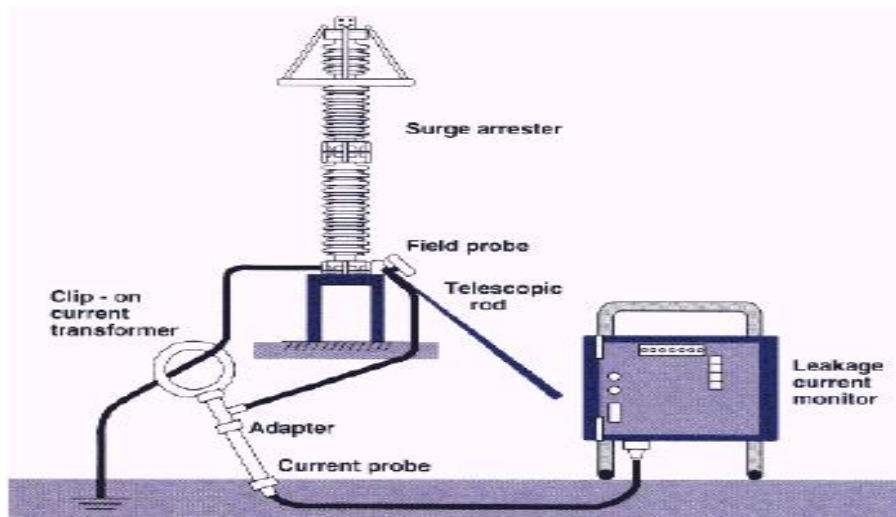
C_1 و C_2 : خازن

L : counting relay

البته در صورت عدم نصب آمپر متر در برقگیر نیز می توان عمل اندازه گیری جریان نشتی را با استفاده از یک آمپر متر حساس دیجیتال از طریق سیم زمین برقگیر انجام داد. وسیله جانبی دیگری که معمولا همراه با برقگیر نصب می شود ، نصب کنتور به منظور شمارش تعداد دفعات تخلیه و برقراری جریان در برقگیر می باشد. آگاهی از تعداد دفعات تخلیه در برقگیر امکان

می دهد تا تعداد دفعات تخلیه برخط ، میزان محافظت خط درقبال ولتاژ های موجی تخلیه جوی و... برآورد شده وبا استفاده از این اطلاعات در هنگام طراحی واحداث خطوط انتقال انرژی جدید ، پیش بینی های کافی در محافظت خط صورت گیرد.

1-8-1- مانیتورینگ برقگیر : درسالهای اخیر دستگاهی ساخته شده است که با نصب آن روی برقگیریا اینکه به عنوان دستگاهی جدا دراختیار گروههای سرویس پست می تواند هر لحظه وضعیت آن را حین درمدار قرارداشتن مونیوتور کرده وبا وصل دستگاه به یک کامپیوتر اپراتور پست وضعیت برقگیر را تحلیل کرده ودرصورت پیش بینی بروز عیب قبل از بروز خسارتهای زیاد نسبت به رفع عیب اقدام کند.شکل زیر نمایی از نحوه کار دستگاه یادشده را نشان می دهد.البته این دستگاه معمولا برای برقگیرهای با سطح ولتاژ بالاتر از 66 کیلوولت استفاده می شود



شکل 11- نمای کلی دستگاه مانیتورینگ برقگیرهای فشار قوی

1-8-2- دیسکانکتور : این دستگاه که در برقگیرهای سطح توزیع کاربرد دارد به منظور قطع سیم اتصال زمین برقگیر به هنگام بروز عیب داخلی دربرقگیر است .چنانکه توضیح داده شد در بسیاری موارد قرصهای برقگیر بر اثر تخلیه های متعدد و تحمل حرارت شدید ناشی از آنها ودر برخی موارد حتی طراحی نامناسب معیوب شده وتحت کوچکترین اختلالات ولتاژ جریان از طریق آنها به سمت زمین برقراری گردد.دراین موارد خط در اثر اتصالی قطع می گردد در حالی که کارگران هیچ گونه اتصالی در خط مشاهده نمی کنند .برای جلوگیری از بروز این اشکال سازندگان وسیلی را طراحی ونصب کرده اند که به هنگام بروز اتصالی در قرصهای برقگیر سوخته وسیم زمین برقگیر را جدا کند وبه این وسیله نقطه اتصالی از خط جدا

گردد. این وسیله از یک چاشنی انفجاری به صورت سری با یک فاصله هوایی ساخته شده و حالتی شبیه فیوز دارد. مشخصه الکتریکی دیسکانکتور به گونه ای طراحی شده که در صورت عبور جریان نشتی بیش از حد مجاز از برقگیر چاشنی منفجر شده و در نتیجه دیسکانکتور همراه با سیم زمین از زیر برقگیر جدا می گردد و به این صورت نقطه بروز اتصالی در خط را مشخص می کند. شکل زیر نمای یک دیسکانکتور نصب شده زیر برقگیر فشار متوسط را نشان می دهد.



شکل 12- نمای دیسکانکتور نصب شده زیر برقگیر فشار متوسط

2- شینه ها ، اتصالات و استراکچرها :

چنانکه می دانیم انتقال انرژی الکتریکی از طریق هادیهای نصب شده در خطوط انتقال انجام می پذیرد و از طرف دیگر همواره می بایست تجهیزات برقدار نسبت به زمین عایق شوند برای برآوردن این دو هدف و با توجه به سطوح ولتاژی شبکه های مختلف ممکن است هادیها به گونه های مختلفی ساخته شده و مورد استفاده قرار گیرند و از طرف دیگر با توجه به ایمنی پرسنل و افرادی که با تجهیزات ارتباط دارند هر کدام از تجهیزات می بایست به گونه ای نصب گردند که با داشتن فاصله مناسب از سطح زمین ضمن تامین فاصله مناسب فاز از زمین ، ایمنی افرادی که در محدوده تجهیزات رفت و آمد می کنند به خطر نیفتد که برای این منظور از استراکچرهای فلزی جهت نصب تجهیزات استفاده می کنند. در این قسمت این دو تجهیز را توضیح خواهیم داد.

1-2- شینه ها و اتصالات :

اتصال دو قسمت از شبکه به همدیگر اعم از اینکه بخواهیم دو تجهیز نظیر دژنکتور و ترانسفورماتور را به همدیگر متصل کرده یا انشعاب دیگری از خط برقرار کنیم می بایست با

استفاده از هادیها انجام شود. از طرف دیگر در میان مواد موجود در طبیعت و نیز مصنوعات ساخت انسان برخی از آنها نظیر مس و آلومینیم ضمن به صرفه بودن از نظر اقتصادی و نیز مناسب بودن سایر مشخصات آنها نظیر قابلیت انعطاف و... هدایت الکتریکی بهتری نیز از خود نشان می دهند. بنابراین با توجه به سرمایه عظیمی که جهت کاربرد این مواد در احداث شبکه های برق و نیز مشخصات الکتریکی و مکانیکی هر کدام از این مواد در موارد مختلف، از یکی از این دو ماده استفاده می شود بعنوان مثال در شبکه های توزیع، هادیها عمدتاً از جنس مس می باشند و در شبکه های انتقال از آلومینیم استفاده شده است. از طرف دیگر شکل هادیها در نقاط مختلف شبکه نیز بسته به نوع استفاده از آنها متفاوت می باشد بعنوان مثال زمانی که می خواهیم یک انشعاب از خط موجود بگیریم یا یک منزل را از یک شبکه فشار ضعیف برقرار کنیم ضمن اینکه نیازی به نصب تجهیزات حفاظتی مدرن با رله های مختلف در محل انشعاب نداریم بدلیل پایین بودن جریان نیازی به هادیهای با مقطع بالا نداریم لذا می توان اتصال را با استفاده از بستن سیم انشعاب به سیم های معمولی مورد استفاده در شبکه با استفاده از یک کلمپ برقرار کرد ولی زمانی که می خواهیم به دلیل حساسیت بیشتر حفاظتهای بیشتری را برقرار کنیم یا اینکه انشعابات متعددی را از یک محل بگیریم (نظیر پستهای توزیع و انتقال) نمی توانیم این کار را با استفاده از نصب سیمهای معمولی انجام دهیم. در این موارد از شینه یا باس بار استفاده می شود. شینه ها اتصال الکتریکی کلیه خطوط ورودی و خروجی به یکدیگر را برقرار می سازند. بنابراین جریان حاصل از کلیه خطوط ورودی در شینه اصلی با یکدیگر جمع شده و در خطوط خروجی توزیع می گردد. به همین علت لازم است شینه ها از ظرفیت کافی جهت دریافت کلیه انرژی و توزیع آن برخوردار باشد. از طرف دیگر با بروز عیب در هر یک از خروجیها و تجهیزات آنان، جریان اتصالی از طریق کلیه خروجیها به سمت نقطه عیب برقرار گشته، جریان اتصالی حاصل از خطوط در شینه ها با یکدیگر جمع شده، جریان عیب اصلی را تشکیل می دهد. بدین ترتیب می بایست شینه ها از مقاومت مکانیکی و الکتریکی کافی در قبال برقراری جریان عیب برخوردار باشند.

1-1-2- انواع شینه ها :

شینه های مورد استفاده در ایستگاههای فشار قوی انتقال انرژی به دو نوع کلی زیر ساخته می شوند :

الف - شینه های سخت یا **Rigid Busbar**: این شینه ها به شکل نبشی ، ناودانی ، لوله و غیره از جنس آلایژ آلومینیم و یا مس ساخته می شوند. نصب این شینه ها بر روی پایه ها و مقره های قائم به صورت مایل یا عمودی صورت می پذیرد. معمولترین نوع آن از آلایژ آلومینیم - منگنز با مقطع دایره به صورت توخالی ساخته می شود که منگنز به کاررفته در آن جهت تامین استحکام مکانیکی به آلایژ افزوده شده است. در کشور ما شینه های سخت فقط به صورت اتکایی نصب می شوند ولی در سایر نقاط جهان این شینه ها به صورت معلق نیز نصب می گردند.

شینه ها تحت تاثیر پدیده های مکانیکی و الکتریکی زیادی قرار می گیرند که از آن جمله می توان به موارد زیر اشاره کرد:
- پدیده های الکتریکی :

- 1- انرژی حرارتی ناشی از برقراری جریان مداوم بار و جریان اتصالی و افزایش درجه حرارت شینه ها
 - 2- افت ولتاژ ناشی از جریان بار
 - 3- پدیده کرونا و شدت میدان الکتریکی حاصل از آن در سطح شینه ها
- پدیده های مکانیکی :

- 1- نیروی ناشی از وزن شینه ها و وزن یخ و برف حاصل در سطح آن
 - 2- نیروی ناشی از باد در سطح شینه ها و مقره های نگاهدارنده
 - 3- نیروی الکترومکانیکی ناشی از برقراری جریان اتصالی در شینه ها
 - 4- لرزش شینه ها ناشی از نیروی الکترومغناطیسی حاصل از جریان فرکانس 50
 - 5- انبساط و انقباض شینه ها تحت تاثیر تغییرات درجه حرارت محیط
- به منظور جلوگیری از تاثیر عوامل فوق می بایست پیش بینی هایی خاص صورت گیرد به عنوان مثال به منظور امکان جابجایی شینه در اثر انبساط و انقباض ، شینه ها در فواصل معین (هر 40 الی 50 متر از طول شینه) بریده شده و با استفاده از اتصالات قابل انعطاف متشکل از ورقه ها و نوارهای آلومینیم و یا لوله های نرم دو سمت شینه بریده شده به فاصله 10 تا 20 سانتی متر فاصله گرفته و به یکدیگر متصل می گردند. این اتصالات قابل انعطاف و انبساط به **Expansion Joint** موسوم می باشند. نمونه این نوع اتصالات در شکل زیر نشان داده شده است.



شکل 13: اتصال دو شینه به همدیگر به منظور جلوگیری از آسیب دیدن شینه در اثر انقباض و انقباض

ب - شینه های نرم یا قابل انعطاف یا **Flexible Busbar** یا **Strain Busbar**

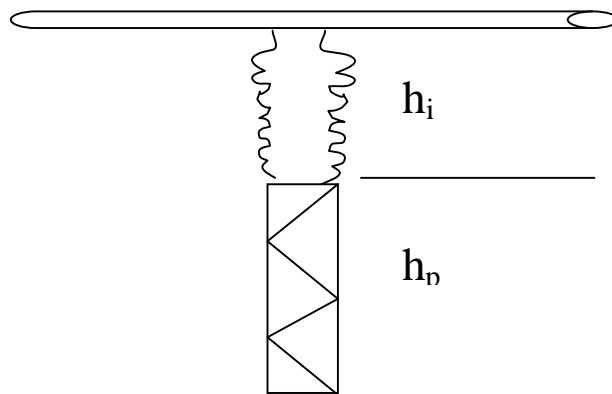
شینه های نرم از هادیهای آلومینیم مشابه هادیهای معمول در خطوط هوایی تشکیل گردیده اند. در این نوع شینه ها می بایست دو گانتری به صورت اسکلت فلزی یا ستون فلزی درد و انتهای پست نصب شود. در صورت استفاده از شینه های نرم می بایست جابجایی احتمالی شینه ها تحت تاثیر نیروی باد ، تغییرات افتادگی (فلش) شینه ها برحسب درجه حرارت مد نظر قرارگیرد ، به همین علت ارتفاع نصب این نوع شینه در حدود 1,7 تا 2 برابر ارتفاع نصب شینه های سخت خواهد بود. همچنین فاصله فاز - فاز در این نوع شینه در حدود 50 تا 60 درصد بیش از شینه های سخت می باشد.



شکل 14- نمای شینه به شکل تسمه ولوله

2-1-2- ارتفاع شینه ها :

ارتفاع شینه ها از سطح زمین با توجه به نوع تجهیزات و فضاهای مورد لزوم جهت نصب آنها متفاوت است. ولی بطور کلی می توان ارتفاع شینه از سطح زمین را شامل دو ارتفاع زیر دانست:



شکل 15 : ارتفاع شینه ها از سطح زمین

h_i : عبارت از ارتفاع هوای لازم جهت ایجاد ایزولاسیون کافی بین هادیهای ارتباطی تحت ولتاژ با زمین می باشد. این فاصله معادل طول ستون مقرر تجهیزات می باشد.

hp: این فاصله به عنوان فاصله ایمنی یا ارتفاع اسکلت فلزی به منظور رفت و آمد در محوطه ایستگاه و مجاور شینه ای تحت ولتاژ پیش بینی می گردد. این فاصله معمولاً متناسب با قد انسان معمولی پیش بینی گردیده که از 2,25 تا 2,44 متر در کشورهای مختلف منظور شده است.

شینه های متصل به ترانسفورماتور بدلیل بالا بودن ابعاد و اندازه ترانسفورماتور ، ارتفاعی بیش از سایر شینه ها داشته و در بسیاری موارد پیش بینی اسکلت فلزی با ارتفاع بالا را ضروری می سازد.

3-1-2- شینه بندی پست :

همچنانکه شینه ها به عنوان محل جمع و پخش انرژی یا رابط توزیع انرژی بین منبع و خطوط خروجی عمل می کنند ، نقشهای مهم دیگری در تعیین چگونگی مانورهای شبکه جهت کمترین خاموشی و توزیع بهتر انرژی، امکان توسعه پست و کاهش خاموشی را بعهده دارند. این وظایف با ترکیباتی که با اتصال چند شین بهمدیگر بوجود می آید ، انجام می شود. براین اساس به نقش اساسی شینه ها در پستهای برق پی می بریم. یکی از موارد دیگری که همراه با شینه بندی مورد توجه بوده و به ایفای نقش شینه ها در کاهش خاموشی کمک می کند استفاده از تجهیزات قطع و وصل خطوط نظیر سکسیونر و دیژنگتور و نیز محل نصب آنها است. بطور کلی جهت حفاظت بهتر شبکه های برق وعدم اعمال خاموشیهای بی مورد به مشترکین می بایست تجهیزات حفاظتی مناسب را بگونه ای نصب کرد تا در صورت بروز عیب نزدیکترین حفاظت نصب شده عمل کرده و کمترین قسمت شبکه بی برق شود. از طرف دیگر وجود تجهیزات مانوری در نقاط مناسب به ما کمک می کند تا در زمان نیاز به سرویس و تعمیرات شبکه کمترین خاموشی به مشترکین اعمال شود و در عین حال بتوان تجهیزات را سرویس و یا تعمیر کرد. ترتیب و تعداد سکسیونر و دیژنگتور منصوبه در یک پست با توجه به نظر طراح ، حساسیت منطقه و ضریب اطمینان مورد نیاز و تعداد خطوط ورودی و خروجی تعیین می گردد. شینه بندی پست را بطور کلی به دو نوع اصلی تقسیم بندی می کنند:

1- شینه ساده

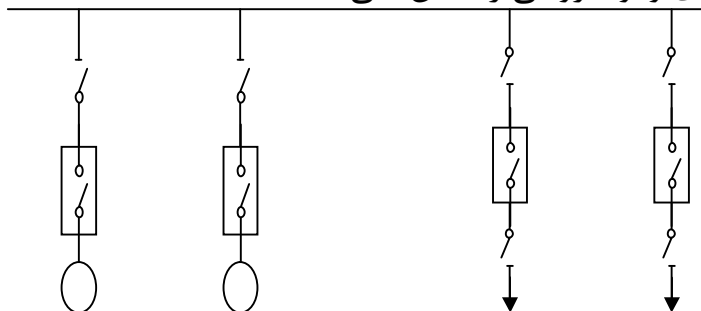
2- شینه مرکب

1- شین ساده :

این نوع شین در واقع مانند یک خط انتقال برق بدون امکان مانور و اتصال به خطوط دیگر است. در این نوع شینه بندی به ازای هر فاز یک شین وجود دارد. منابع تولید انرژی به این

شینه‌ها بسته شده و از طرف دیگر خطوط خروجی نیز به همین شینه‌ها وصل می‌شوند. در این نوع شینه بندی ضریب اطمینان شبکه پایین می‌باشد چنانکه در صورت بروز عیب در یکی از شینه‌ها تمام پست بی برق می‌گردد ، لذا از این شینه بندی معمولا در پستهای بالاتر از سطح توزیع که حساسیت بیشتری دارند استفاده نمی‌شود ، ولی در پستهای توزیع زمینی که اصولا به صورت تیپ طراحی و ساخته می‌شوند ، از شینه بندی ساده استفاده می‌شود.

از نظر کاربرد تجهیزات حفاظتی و قطع و وصل و ارتباط با نوع شینه بندی به طور تقریبی می‌توان یک طرح کلی را برای کلیه شینه بندیها در نظر داشت هر چند که در برخی موارد تغییراتی خواهد داشت. این طرح شامل یک دیژنگتور بعنوان وسیله حفاظت در برابر اتصال کوتاه و دو دستگاه سکسیونر در طرفین آن خواهد بود. شکل زیر نمای یک شینه بندی ساده با دو ورودی و دو خروجی را نشان می‌دهد.



GG

شکل 16- نمای شینه بندی ساده با دو ورودی و دو خروجی

چنانکه ملاحظه می‌شود هرکدام از ژنراتورها و خطوط خروجی جهت حفاظت بهتر دارای دیژنگتور مخصوص به خود می‌باشند. از طرف دیگر در سمت خروجی دیژنگتور مربوط به ژنراتور و نیز در طرفین دیژنگتورهای خطوط خروجی سکسیونر نصب شده است. سکسیونرها به این دلیل نصب شده‌اند تا در صورت بروز عیب در دیژنگتور بتوان آن را بطور کامل بی برق کرده و نسبت به تعمیر آن اقدام کرد. در صورتی که سکسیونر در یک طرف دیژنگتور نصب شود همواره یک سمت دیژنگتور تحت ولتاژ باقی می‌ماند. این آرایش گاهی اوقات تغییر می‌کند بعنوان مثال زمانی که لازم شود ولتاژ خروجی ژنراتور افزایش داده شود ، در این صورت برای هر ژنراتور یک دستگاه ترانسفورماتور نصب شده و فقط در سمت فشار قوی ترانسفورماتور ، نسبت به نصب دیژنگتور اقدام می‌شود ، زیرا راکتانس پراکنده ترانسفورماتور خود عامل

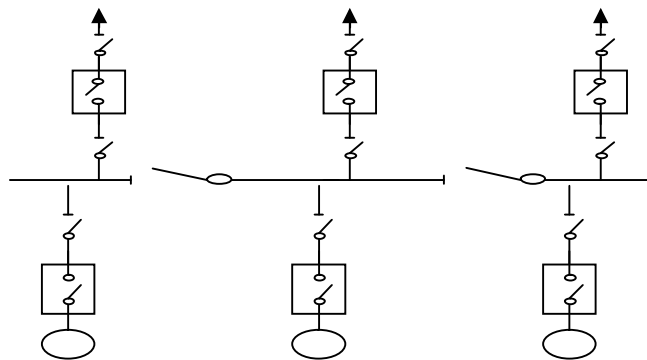
محدود کننده جریان اتصال کوتاه می باشد. در این حالت ارتباط ترانسفورماتور-ژنراتور را اتصال واحد می نامند.

چنانکه در توضیحات قبلی ذکر شد ، شین ساده ضریب اطمینان پایینی دارد چنانچه بخواهیم کارایی شین ساده را افزایش دهیم ، می توانیم از قطع طولی شین استفاده کنیم.

1-1- **قطع طولی شین ساده:** با قطع طولی شین در واقع شین به دو قسمت تقسیم می شود و در این صورت در عمل بازای هر فاز بیش از یک شین خواهیم داشت. این کار به چند صورت می تواند انجام شود :

- قطع دائم قطع طولی بوسیله سکسیونر - قطع طولی بوسیله دیژنگتور
در حالت قطع دائم شین ، شینه ها به قطعات کوچک تقسیم می شوند و مولدها و خطوط خروجی روی هر کدام از قطعات کوچکتر قرار می گیرند در این صورت در صورت بروز اتصال کوتاه در یکی از کلیدهای قدرت یا سایر تجهیزات متصل به یک قطعه شین ، فقط همان قطعه شین بی برق شده و سایر تاسیسات به کار خود ادامه می دهند.

در حالت قطع طولی شین بوسیله سکسیونر در محل قطع شینه ها از همدیگر سکسیونر نصب شده و بدین ترتیب ارتباط قطعات شین با یکدیگر برقرار می شود. مزیت این حالت نسبت به حالت قبل این است که می توان بار خطوط خروجی هر کدام از شینه ها را در هنگام سرویس یا تعمیر ژنراتورها یا در حالت کم باری به سایر قطعات شین انتقال داد. شکل زیر قطع طولی شین بوسیله سکسیونر را نشان می دهد.



شکل 17- نمای قطع طولی شین بوسیله سکسیونر با سه ورودی و سه خروجی

در حالت قطع طولی شین بوسیله دژنگتور تنها تغییر نسبت به حالت قبل ، جایگزینی دژنگتور جهت ایجاد امکان قطع و وصل کلید زیر بار با سکسیونر است.

مزیت نسبت به حالت قبل :

- در صورت بروز اتصالی در یکی از قطعات شین با تنظیم صحیح دژنگتور ها می توان از قطع تمامی شین جلوگیری کرد.
 - قطع و وصل شینه ها به همدگیر را می توان در حالت باردار بودن آنها انجام داد.
- اما با تمام توضیحات فوق شینه بندی ساده معایبی به شرح زیر دارد :
- 1- تمیز کردن مقره ها و متعلقات دیگر شینه ها و انجام تعمیرات بدون قطع برق امکانپذیر نیست.

2- گرفتن انشعاب جدید بدون قطع برق امکانپذیر نیست.

3- خرابی در یکی از تجهیزات متصل به شین باعث قطع برق کامل می شود.

کلیدی که جهت تقسیم شینه اصلی به دو قسمت استفاده می گردد به Sectionlizer Breaker موسوم می باشد. این کلید در شرایط بهره برداری می توان به صورت باز و یا بسته پیش بینی گردد ، که به طور معمول در بهره برداری ایستگاهها ، این کلید بسته است. در این حالت اصطلاحاً Normally Closed نامیده می شود. اگر امکان کار موازی ترانسفورماتورها در شرایط بهره برداری ایستگاه موجود نباشد ، کلید به صورت Normally Open پیش بینی می گردد. اصولاً پیش بینی کلید به این صورت (NO) در شینه ها به منظور کاهش قدرت اتصال کوتاه منبع تغذیه می باشد.

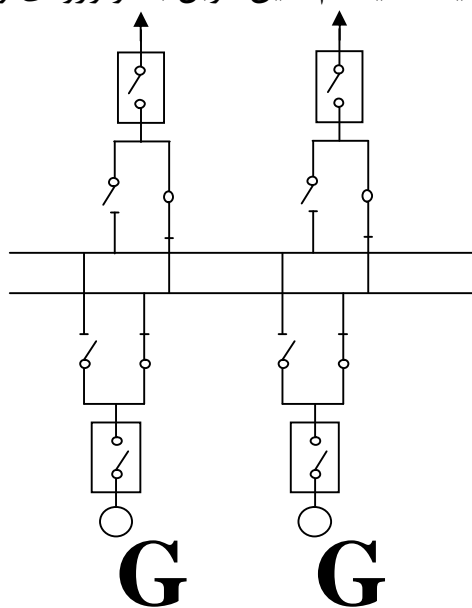
برای برطرف کردن این معایب از شینه بندی نوع دوم یا همان شینه بندی مرکب یا شینه چندتایی استفاده می شود.

- شینه چندتایی یا شینه مرکب :

همانطور که از نام این شینه بندی پیداست در این حالت بازای هر فاز از دو یا تعداد بیشتر شین برای هر فاز استفاده می شود. ضمن اینکه می توان یا توجه به تعداد دژنگتورها و سکسیونرهایی که در نظر گرفته شده و نیز چگونگی نصب آنها آرایشهای مختلفی از شینه بندی را بوجود آورد. انواع شینه بندی با استفاده از شین مرکب را می توان به شرح زیر برشمرد:

1- شین دابل 2- استفاده از شین کمکی

- 3- روش سکسیونر موازی با دیژنگتور 4- روش دو دیژنگتوری
 - 5- روش یک ونیم دیژنگتوری 6- روش یک ونیم سکسیونری
 - 7- استفاده از اندوکتیویته 8- شین سه تایی
- **شین دو بل** : در این نوع شینه بندی همانطور که از نامش پیداست بازای هر فاز دوشینه اختصاص داده می شود، که معمولا یکی از آنها تحت بار قرارداشته و دیگری بعنوان شین رزرو عمل می کند. شکل زیر یک سیستم شین دو بل با دو ورودی و دو خروجی را نشان می دهد.



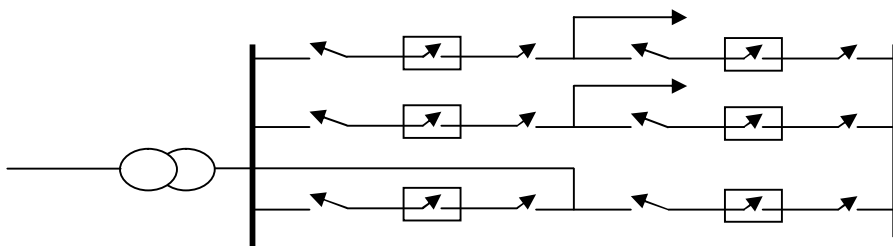
شکل 18-

چنانکه ملاحظه می شود ارتباط خطوط ورودی و خروجی با هریک از شینه ها با استفاده از یک سکسیونر برقرار می شود که در حالت کار عادی شبکه نیمی از سکسیونرها باز ونیم دیگر بسته هستند. اگر به شکل فوق توجه کنیم ملاحظه می شود در صورت نیاز می توان با قراردادن خطوط خروجی روی شینه رزرو هر نوع عملیات مورد نیاز را روی شینه اصلی انجام داد. بعنوان مثال انشعاب جدیدی از آن برقرار کنیم. استفاده دیگری که از شینه بندی دو بل می توان کرد اینکه همواره می توان خطوط خروجی و ورودی را روی شینه ها تقسیم کرد. مزیت این کار را می توان به شرح زیر برشمرد :

1- کمتر شدن جریان اتصال کوتاه

2- تنظیم ولتاژ بهتر و مناسبتر هر کدام از خطوط

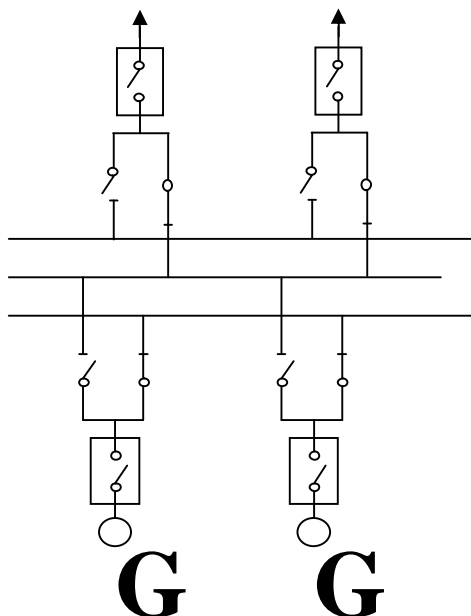
- روش دیگر در اتصال شینه دابل :



شکل 19-

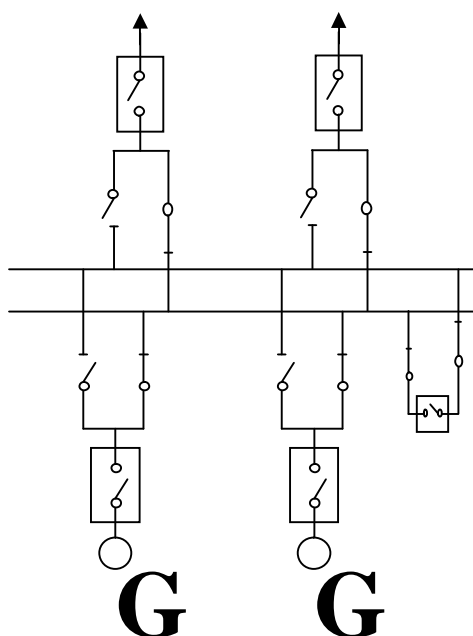
- محصور شدن یک شین توسط شین دیگر :

در سیستم شین دابل می توان یک شین را به گونه ای نصب کرد که شین دیگر با بطور کامل به شکل نعل محصور کند. مزیت این روش این است که می توان از هر دو طرف شین انشعاب گرفت. شکل زیر این وضعیت را نشان می دهد.



شکل 20 -

کلید کوپلاژ : چنانکه اشاره شد هنگامی که اتصال دوشین بوسیله سکسیونر برقرار می شود ، می بایست قطع و وصل شینه ها به همدیگر کاملاً بدون بار انجام گیرد ، که این موضوع نیز خود بعنوان یک محدودیت برای بهره برداری از پست می باشد. برای رفع این محدودیت از یک کلید قدرت بنام کلید کوپلاژ استفاده می شود. شکل زیر نمای یک شین دابل با اتصال دو شین بوسیله کلید کوپلاژ را نشان می دهد.



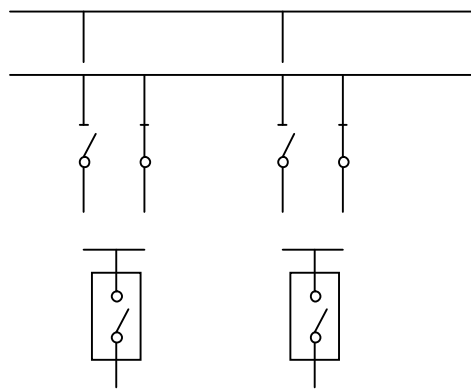
شکل 21 -

با استفاده از کلید کوپلاژ ضمن اینکه سکسیونرها هیچگاه زیر بار قطع و وصل نمی شوند ، می توان از آن برای مدتی بعنوان جانشین دیژنکتورهایی که نیاز به سرویس یا تعمیر دارند، استفاده کرد.

- **قطع شین** : تمام مواردی که در قسمت قطع شین ساده توضیح داده شد در این جا نیز می تواند اتفاق بیفتد. با این تفاوت که در این جا در نقاط قطع شین از کلید کوپلاژ استفاده می شود. و چون دو شین برای هر فاز داریم ترکیبات مختلفی از ارتباط شینه ها به همدیگر (طولی ، عرضی و مورب را بوجود آورده و بر حسب نیاز از یکی از این حالتها استفاده می شود.

استفاده از شین کمکی :

یکی از مشکلاتی که علی‌رغم استفاده از شین دابل وجود داشت اینکه در صورت نیاز به تعمیر دیژنکتور یکی از خطوط می‌بایست آن خط را بی‌برق کنیم ولی استفاده از شین کمکی این امکان را به ما می‌دهد که بدون قطع برق، کلید قدرت هر یک از خطوط انتقال انرژی را برای تعمیر یا تعویض از مدار خارج کنیم. در این حالت از کلیدها و سکسیونرهای اضافه شده در شین کمکی بعنوان کلید کوپلاژ نیز استفاده می‌شود. شکل زیر شین دابل با شین کمکی را نشان می‌دهد.

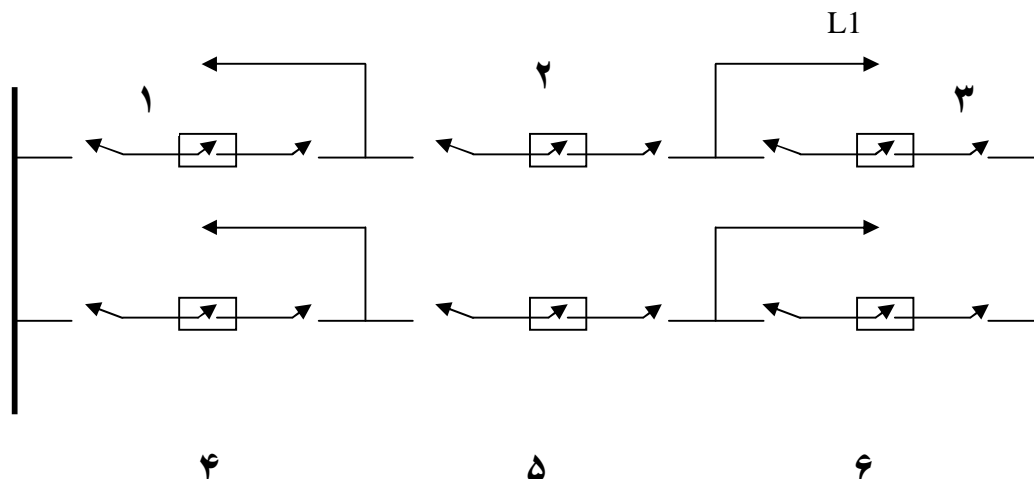


شکل 22-

شکل از صفحه 200 کتاب سلطانی گرفته شود.

- روش یک ونیم کلیدی :

این روش که یکی از بهترین روشهای شینه بندی است به دو صورت پیاده می شود. در حالت اول شینه ها مجاور هم و تجهیزات در طرفین شینه ها و در حالت دوم شینه ها در فاصله دو منتهی الیه تجهیزات واقع می شوند.



شکل 23-

در این روش دو شینه همواره تحت ولتاژ می باشند و بدلیل اینکه برای هر دو خروجی سه کلید در نظر گرفته شده است ، به شمای اتصال 1,5 کلیدی موسوم می باشد. در این شما می توان با استفاده از سیستم محافظتی Breaker Failure protector در صورت بروز اتصالی در یکی از خطوط وعدم قطع کلید مربوط به آن خط به گونه ای برنامه ریزی کرد که تنها همان خط بی برق شده و اتصالی به سایر خطوط و شینه ها سرایت نکند. سیستم BF براساس تاخیر زمانی کلیدها برنامه ریزی شده است به گونه ای که در صورت بروز اتصالی در خط L1 وعدم قطع کلید های 2 و 3 بلافاصله کلیدهای 6 و 1 با تاخیر زمانی مناسب نسبت به کلیدهای اصلی عمل کرده و از بروز خاموشی گسترده جلوگیری کنند.

- مزایا :

- 1- بروز کمترین خاموشی در صورت نیاز به تعمیرات روی کلیدها و شینه ها
- 2- امکان ایجاد شمای رینگ یا حلقه و با توسعه ایستگاه تبدیل به سیستم 1,5 کلیدی

روشهای دیگری نیز در شینه بندی مورد استفاده قرار می گیرد که در اینجا فقط به ذکر نام آنها اکتفا می کنیم:

- روش سکسیونر موازی با دیژنکتور
- روش دو دیژنکتوری
- روش یک ونیم سکسیونری
- شین سه تایی و...

- اتصالات شینه ها :

یکی از مسایلی که همواره می بایست در اتصالات مورد توجه قرار گیرد ، ایجاد حرارت در نقطه ایجاد اتصال یا گرفتن انشعاب است. بنابراین می بایست در زمان ایجاد اتصال روی شینه ها دقت کرد ، اتصال به گونه ای برقرار گردد که مقاومت محل اتصال حتی المقدور کوچک باشد. براین اساس در صورتی که شینه تخت باشد ، با ایجاد شکاف و استفاده از پیچ و مهره طبق استانداردهای اتصال برقراری شود. ولی برای شینه های گرد توخالی از اتصالات گوناگون از جمله λ شکل استفاده می شود. جنس پیچ و مهره های استفاده شده در اتصالات شینه ها تقریباً همیشه از فولاد می باشد. شکل زیر برخی از انواع اتصالات را نشان می دهد:



شکل 24- انواع اتصالات

- مقره ها و پایه مقره ها :

مقره یا ایزولاتور به طور کلی تجهیزاتی است که در هر قسمت تاسیسات الکتریکی و بخشهای تحت ولتاژ، شبکه را از زمین عایق کرده و یا بعنوان نگهدارنده آنها عمل می کند. بعنوان مثال می توان به مقره های خطوط هوایی انتقال و توزیع، پایه مقره های داخل پستهای برق، مقره های عایق کننده در محل ترمینالهای خروجی تجهیزات برقی نظیر بوشینگ ترانسفورماتور یا مقره های نصب شده در محل ترمینالهای ورود و خروج سکسیونر و کلیدهای قدرت اشاره کرد. چنانکه ملاحظه می شود مقره ها ضمن اینکه مهمترین نقش را در شبکه های برق بعهد دارند، همواره در معرض نامناسبترین شرایط کاری نظیر برف و باران، آلودگی، مه و شبنم و نیز شکسته شدن در اثر برخورد اجسام خارجی یا وارد شدن نیروی اضافی به آنها می باشند.

- ساختمان مقره :

مقره ها از نظر جنس در سه نوع مختلف ساخته شده اند که عبارتند از:

1- سرامیکی 2- شیشه ای 3- پلیمری

مقره های سرامیکی مورد استفاده در داخل پستها بعنوان پایه مقره ها به طور عمده از نوع سرامیکی می باشند و مقره های مورد استفاده در خطوط هوایی از انواع سرامیکی و شیشه ای هستند. البته اخیراً در خطوط هوایی توزیع از مقره های پلیمری نیز استفاده می شود. مقره های مربوط به ترمینالهای ورودی و خروجی تجهیزات برقی نیز از انواع سرامیکی و پلیمری هستند. رنگ مقره ها متفاوت می باشد. از نوع سرامیکی در رنگهای قهوه ای تیره و خاکستری تولید شده اند. از نوع شیشه ای در رنگهای سفید و سبز و رنگ مقره های پلیمری نیز خاکستری می باشد. سطح صیقلی و صاف روی مقره ها سبب می گردد، ذرات موجود در هوای آلوده به مقره ها نچسبیده و در اثر باد و باران به راحتی تمیز و شسته شوند. ضمن اینکه گرمای جذب شده در طول روز، از جمع شدن شب نم در طول شب روی مقره جلوگیری می کند. معمولاً مقره ها را به صورت سطوح ناصاف و با ایجاد برآمدگی می سازند. این مساله سبب می شود ضمن افزایش فاصله خزشی برای برآوردن فاصله مورد نیاز عایقی، بخشهایی از مقره از آب باران در زمان بارندگی مصون مانده و در نتیجه در زمان بارندگی از شکست جنبی مقره ها جلوگیری شود.

- انواع مقره ها :

1- **مقره های تکیه گاهی** : این نوع مقره ها توپر بوده و جهت نصب تجهیزات مختلف داخل پستها و روی استراکچر به کار می رود. از جمله موارد کاربرد آن می توان به نصب آن در تابلوها جهت عایق کردن شمش از بدنه تابلو در فشار ضعیف ، فشار متوسط و نیز پستهای فشار قوی جلوگیری کرد.



شکل 25-

2- **مقره های آویز یا کششی (بشقابی)**: این مقره ها در خطوط هوایی انتقال و توزیع برق بکاررفته و معمولاً به صوت زنجیره مقره با تعداد زیادی مقره (بستگی به سطح ولتاژ) مورد استفاده قرار می گیرند. شکل زیر زنجیره مقره در محل برج یک خط فشار قوی را نشان می دهد.



شکل 26 : زنجیره مقره در محل برج یک خط فشار قوی

3- **مقره های میخی** : از این مقره ها در خطوط هوایی توزیع برق استفاده می شود. شکل زیر یک نوع از این مقره را نشان می دهد.



شکل 27: مقره میخی نصب شده در خطوط توزیع برق

4- مقره های مربوط به ترمینال ورودی یا خروجی تجهیزات برق (بوشینگها):

این نوع مقره همان طور که از نامش پیداست جهت عایق کردن و نگهداشتن ترمینالهای ورودی و خروجی تجهیزات برقی از بدنه آنها مورد استفاده قرار می گیرد. از جمله این مقره ها می توان

به بوشینگ ترانسفورماتور، بوشینگهای ورودی و خروجی سکسیونرها و دژنکتورها اشاره



شکل 28: پوشینگ مربوط به ترانسفورماتور

مقره ها در نقاط دیگری از شبکه مانند محفظه برقگیر ، پایه کات اوت و... نیز کاربرد دارند.

- مشکلات ناشی از بروز عیب در مقره ها :

- کیفیت نامرغوب در ساخت آنها : در این صورت معمولاً مقره از داخل سوراخ (پانچ) می شود. در این گونه موارد پیدا کردن اتصالی در شبکه بسیار مشکل است.

- نشت آلودگی : این عیب بخصوص در مناطق ساحل دریا و رودخانه ها و نیز نقاط صنعتی بسیار زیاد بوده و در اثر خزش جریان روی سطوح مقره ، شکست جانبی مقره بوجود می آید.

- تجهیزات اندازه گیری و حفاظت در پستهای برق :

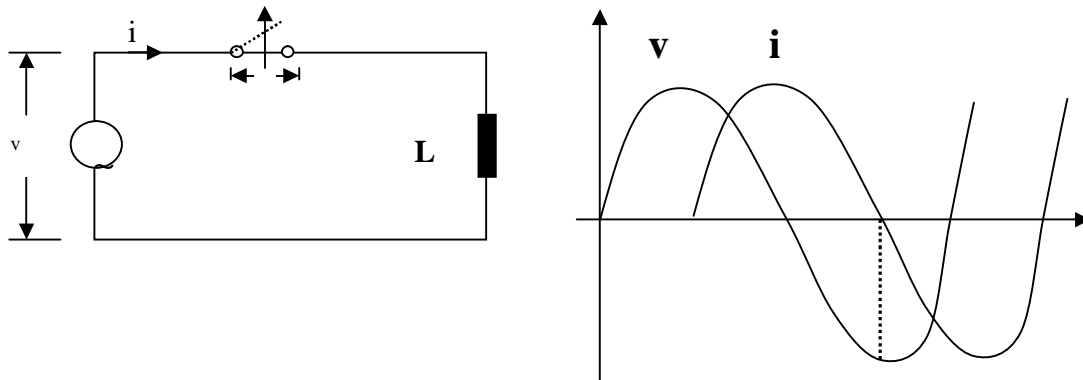
جهت حفاظت تجهیزات شبکه در برابر عوامل داخلی و خارجی که در کارکرد عادی شبکه اختلال ایجاد می کنند نظیر اتصالی روی شبکه های هوایی ، خرابی تجهیزات برق و اتصال کوتاه درون آنها و... نیاز به تجهیزات حفاظتی مخصوص می باشد.

تجهیزات حفاظتی رله هایی هستند که با توجه به بزرگی دامنه جریان و ولتاژ شبکه نمی توانند با وجود آنها کار کنند لذا می بایست با استفاده از ترانسفورماتورهایی مقادیر آنها را کاهش داد تا حدی که رله های حفاظتی بتوانند با آنها کار کنند. برای این منظور از ترانسفورماتورهای جریان و ولتاژ استفاده می کنند. جهت جدا کردن قسمت معیوب شبکه و جلوگیری از بروز عیب در سایر قسمتها علاوه بر رله ها به دستگاههای دیگری نیز نیاز است تا از رله ها فرمان گرفته و شبکه را قطع کنند. این دستگاهها کلیدها و دژنکتورها هستند. البته علاوه بر دژنکتورها قطع کننده های دیگری نیز بکار می رود که در زمره تجهیزات حفاظتی نیست و تنها جهت مانور و برداشتن ولتاژ مورد استفاده قرار می گیرند. قبل از این که درباره این تجهیزات صحبت کنیم ابتدا عوامل موثر در قطع و وصل خطوط توسط کلیدها را توضیح می دهیم.

- قطع و وصل مدارها :

چنانکه می دانیم هر نوع قطع و وصلی در مدارهای دارای برق با بروز قوس (جرقه) همراه است. برای اینکه علت اصلی بروز قوس را بدانیم ابتدا به نقش نوع بارهای تغذیه شونده در قطع و وصل مدارها می پردازیم .

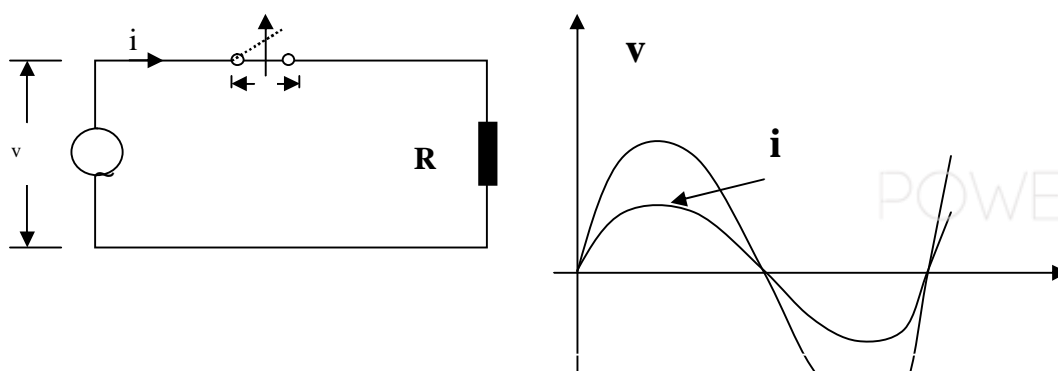
1- قطع مدار سلفی: شکل زیر یک مدار کاملا سلفی تکفاز را نشان می دهد که توسط یک منبع با ولتاژ v و فرکانس f تغذیه شده و جریان i در حالت وصل کلید عبور می کند.



شکل 29 - قطع بار در مدار کاملا سلفی

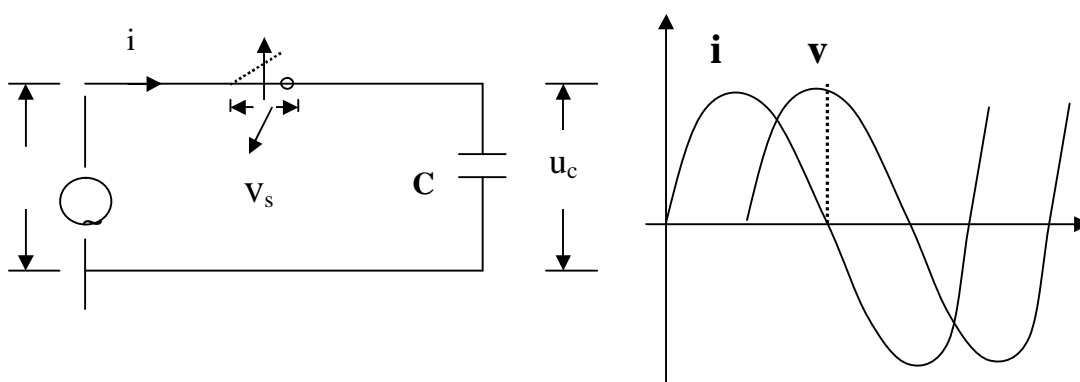
با باز شدن کلید یک قوس الکتریکی بین دو تیغه بوجود آمده و این قوس همچون یک هادی الکتریکی مدار را به حالت بسته نگه میدارد. با عبور موج جریان از صفر، جریان قطع و قوس الکتریکی خاموش می شود ولی در همان لحظه ولتاژ افت کرده در دو طرف تیغه های کلید در بیشترین مقدار خود قرار دارد لذا باعث می شود که گازهای بوجود آمده ناشی از قوس الکتریکی مجددا مشتعل شده و جریان را برقرار کند که این مساله را برگشت جرقه می نامیم. با توجه به این موضوع می بایست به طور دقیق در لحظه صفر شده جریان با استفاده از وسیله ای گازهای داغ ناشی از قوس را از فاصله بین دو تیغه خرج کنیم تا شاهد پدیده جرقه برگشتی نباشیم.

2- قطع مدار اهمی: شکل 30 یک مدار کاملا اهمی تکفاز را نشان می دهد که سایر مشخصات آن مشابه شکل 29 می باشد. چنانکه در شکل نیز مشاهده می شود همزمان با صفر شدن جریان و بدلیل همفاز بودن جریان و ولتاژ، ولتاژ افت کرده دوسر تیغه کلید نیز صفر بوده و با پدیده جرقه برگشتی مواجه نخواهیم بود.



شکل 30 - مدار کاملاً اهمی

3- قطع مدار خازنی: شکل 31 یک مدار کاملاً خازنی را نشان می‌دهد که سایر مشخصات آن مشابه مدارهای قبلی است.



شکل 31- قطع مدار خازنی

در این شکل چنانکه ملاحظه می‌شود، ولتاژ نسبت به جریان نود درجه پس فاز می‌باشد. در زمان عبور جریان از صفر خازن C با ماکزیمم ولتاژ شبکه پر شده و نمی‌تواند این ولتاژ را پس از قطع جریان از دست بدهد، لذا در لحظه صفر شدن جریان، ولتاژ باقیمانده دو سر خازن از یک طرف در مقابل ولتاژ مولد از طرف دیگر قرار می‌گیرد و در نتیجه ولتاژ برگشت دو سر تیغه کلید برابر با تفاوت این دو ولتاژ خواهد بود.

چنانکه در سه مثال فوق معلوم شد قطع جریان در مدار تابع نوع بارهای موجود در شبکه یا بعبارت بهتر تابع نوع جریانی است که از شبکه عبور می کند. در سه مثال فوق مشکلترین جریانها جهت قطع جریانهای کاملا سلفی است.

- **قطع مدارهای سه فاز** : با توجه به اینکه سه فاز در یک شبکه با هم اختلاف فاز دارند لذا نمی توان از نتایج ذکر شده در بخش تکفاز در بخش سه فاز نیز استفاده کرد زیرا در عین حال که هر سه فاز کلید همزمان فرمان می گیرند ، ولی به دلیل اختلاف فاز جریانهای سه فاز نسبت به همدیگر هر سه آنها در یک لحظه صفر نمی شوند بنابراین این مسایل می بایست در قطع مدارهای سه فاز مدنظر قرارگیرد از طرفی در مدارهای سه فاز اینکه مدار در اثر چه نوع اتصالی (تکفاز ، دو فاز بهمدیگر یا سه فاز) قطع شده است نیز در کیفیت قطع کلید موثر است.

- عوامل ایجاد قوس الکتریکی :

- 1- درجه حرارت زیاد: حرارت زیاد ناشی از قوس (جرقه) باعث جنبش بیشتر مولکولهای هوا و یونیزه شدن هوا می گردد.
- 2- برخورد الکترونها : برخورد الکترونها به ذرات هوا باعث یونیزه شدن آنها می گردد.
- 3- تابش : در اثر شعله حاصل از قوس ، مولکولهای هوا یونیزه می شوند.
- 4- میدان الکتریکی : شدت میدان الکتریکی باعث خروج تعداد بسیاری الکترون از سطح فلز می شود.
- 5- تولید الکترون آزاد در اثر گرما

اکنون با شناخت عوامل بروز قوس می بایست جهت جلوگیری از بروز یا طولانی شدن قوس با عوامل ذکر شده مقابله کرد. بنابراین می بایست ضمن ایجاد سرعت مناسب در دور شدن کنتاکتهای کلید از همدیگر، اقدامات زیر را صورت داد:

- 1- با کاهش حرارت در محل بین کنتاکتها از تولید الکترونها آزاد جلوگیری کرد.
- 2- کاهش دمای محیط
- 3- الکترونها یا آزاد و هوای یونیزه شده بین کنتاکتها را از محل دور کرد.

با توجه به این توضیحات تکنیکهای مختلفی جهت خاموش کردن قوس الکتریکی ابداع شده و در نتیجه براساس این تکنیکها ، کلیدهای متفاوتی تولید شده اند. البته عامل دیگری نیز در تکنولوژی تولید کلید تاثیر گذار است که آن عایق مورد استفاده جهت ایجاد عایقی مناسب بین فازهای مجاور و نیز هر فاز با بدنه است. بنابراین در ادامه ابتدا به بررسی روشهای خاموش

کردن جرعه خواهیم پرداخت و سپس عایقهای مختلف مورد استفاده در صنعت تولید کلید را مورد بررسی قرار خواهیم داد.

- روشهای خاموش کردن جرعه :

در صورتی که بخواهیم به صورت خلاصه روشهای خاموش کردن قوس را توضیح دهیم می توان موارد زیر را برشمرد :

1- خنک کردن

2- مقطع کردن قوس

3- ازدیاد طول قوس

4- خاموشی در نقطه صفر

5- استفاده از خازن موازی کنتاکتها

6- خلاء

7- روغن

8- گاز sf6

9- آب

در ادامه هر یک از موارد زیر را توضیح خواهیم داد.

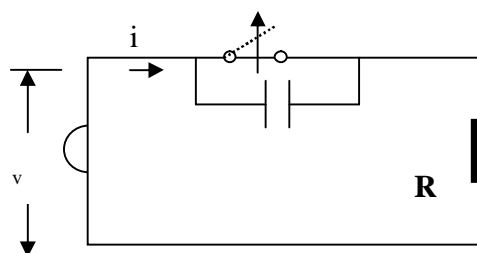
1- **خنک کردن:** چنانکه در بخش بررسی قطع مدارهای تکفاز ذکر شد ، در رتی که بتوانیم در لحظه صفر شدن جریان گازهای داغ تشیل شده در محل بین دو کنتاکت را خارج کنیم می توان از بروز پدیده جرعه برگشتی جلوگیری نمود. خنک کردن به روشهای مختلفی نظیر پاشیدن گاز به محل بروز قوس ، وزش هوا و یا هدایت قوس به فضای خارج از فاصله بین دو کنتاکت انجام می گیرد.

2- **مقطع کردن قوس:** بروز قوس الکتریکی باعث افت ولتاژ در پایه قوس می شود. حال می توان با استفاده از نصب تیغه هایی این افت را بیشتر کرد. در این روش با استفاده از نصب تیغه های فلزی در مسیر قوس ، طول قوس را کوتاه و به خاموش شدن آن کمک می کنند. از این روش در تولید کلیدهای اتوماتیک فشار ضعیف ، کلید فیوزها و نیز کنتاکتورها استفاده شده است.

3- **ازدیاد طول قوس:** در اثر حرارت ، هوای اطراف قوس الکتریکی گرم شده و به بالا صعود می کند و قوس را به دنبال خود می کشد. از طرف دیگر مسیر عبور قوس مشابه یک هادی حامل جریان است که در اثر عبور جریان در اطراف آن یک حوزه مغناطیسی ایجاد می شود این حوزه مغناطیسی با توجه به جهت عبور جریان نیروی را بر ستون محل عبور قوس وارد می کند و این نیرو سبب جابجایی قوس می گردد. با توجه به این توضیحات می توان از این عوامل جهت ازدیاد طول قوس و خاموش شدن آن استفاده کرد. بنابراین با نصب یک بوبین جریان دار بنام بوبین دمنده حوزه مغناطیسی اطراف قوس تقویت می شود .

4- خاموشی در نقطه صفر: چنانکه بتوان درست در لحظه صفر شدن جریان کنتاکتها را به سرعت از هم دور کرد به گونه ای که برگشت ولتاژ نیز نتواند منجر به جرقه برگشتی شود ، قطع کلید بدون جرقه انجام می شود. این نوع کلیدها به کلیدهای سنکرون معروف هستند. در این کلیدها به کمک تکنیک خاصی جریان برای مدت کوتاهی در صفر نگهداشته می شود و در این فاصله زمانی باید کنتاکتها از هم فاصله گرفته تا برگشت ولتاژ باعث جرقه نشود. این کلید با تمام محاسن به دلیل اینکه به دستگاههای اضافی و گرانیقیمت احتیاج دارد ، رایج نشد.

5- استفاده از خازن موازی کنتاکتها: در این روش به کمک یک خازن که موازی با کنتاکتهای کلید بسته می شود جرقه خاموش می شود. زمانی که کنتاکتهای کلید باز می شود تمام انرژی که که می بایست در قوس از بین برود را در خود ذخیره می کند در این فاصله زمانی که خازن بر روی ماکسیموم ولتاژ شبکه پر می شود ، کنتاکتهای کلید به اندازه کافی از هم دور می شوند که دیگر جرقه برگشتی نخواهیم داشت.



6- خلاء: همانطور که می دانیم ولتاژ به فشار گازهای موجود بین دو کنتاکت و نیز فاصله دو کنتاکت بستگی دارد به گونه ای که با ازدیاد فشار هوا ، ولتاژ زیاد و با کم شدن فشار هوا ولتاژ کم می شود. بنابراین می توان جهت جلوگیری از بروز جرقه برگشتی تا حد امکان فشار داخل محفظه قطع را کاهش دهیم.

7- روغن: اولین مایعی که در ساختمان کلیدهای فشار قوی بکار برده شد ، روغن بود. روغن بعنوان یک ماده ایزوله مایع همراه با مواد ایزوله سخت مانند کاغذ، مقوای مخصوص و فیبر در تجهیزات فشار قوی بکار می رود. ولتاژ دی الکتریک روغن کاملاً تمیز و خالص از ولتاژ دی الکتریک هوا بیشتر است و عددی در حدود 1000 kv/cm است. این ولتاژ در روغن با حداقل

ناخالصیهای آب و ذرات جدید حدود 100-200 kv/cm در برابر ولتاژ با فرکانس 50 است. با افزایش درجه حرارت به بیش از 100 درجه سانتیگراد، رطوبت موجود در روغن به مرحله جوش رسیده، حبابهای هوا ظاهر شده و شرایط بروز قوس را فراهم می سازد. تشکیل حبابهای هوا سبب کاهش ولتاژ دی الکتریک روغن می شود. به منظور کاهش رطوبت در روغن آن را اصطلاحاً خشک می کنند. به این منظور درجه حرارت روغن به مدت چندین ساعت در حدود 80 تا 90 درجه حفظ می شود. این عمل باعث تبخیر رطوبت می گردد. عمل خشک کردن یک ترانسفورماتور حدود 10 تا 20 ساعت طول می کشد. در زمان جدا شدن دو کنتاکت از همدیگر در داخل روغن به علت بروز جرقه بین دو کنتاکت، روغن اطراف جرقه تجزیه و بخار می شود. در نتیجه اطراف جرقه را حبابی از لایه های گاز می پوشاند با آزمایشهای انجام شده مشخص گردیده که 70 الی 75 درصد از گاز داخل حباب از هیدروژن و 20 الی 25 درصد از استیلن می باشد. باقیمانده نیز از سایر گازها می باشد که در خاموشی جرقه تاثیری ندارند. علت اصلی خاموش شدن در روغن وجود همین هیدروژن است که قابلیت هدایت حرارتی آن در حدود 8 برابر گاز ازت است و به خنک شدن سریع قوس و خاموش شدن آن کمک می کند.

8- گاز **sf6**: گاز **sf6** بعنوان ماده ایزوله و خفه کننده در محفظه کلیدهای قدرت و نیز ماده ایزولاسیون هادیهای تحت ولتاژ در ایستگاههای GIS بکار برده می شود. اشکال عمده این نوع گاز درجه حرارت نسبتاً بالای آن، پس از افزایش فشار گاز است.

9- آب: در سال 1930 کارخانجات زیمنس موفق به ساخت کلیدهای آبی با نام اکیپانزیون شدند. در ابتدا تصور بر این بود که به دلیل هادی بودن آب امکان استفاده از آن در تاسیسات فشار قوی نمی باشد. ولی به دلیل خاصیت خاموش کنندگی که در بخش روغن ذکر شد یعنی وجود هیدروژن و توجه به این نکته که آب شامل هیدروژن نیز می باشد، استفاده از آن میسر گردید. تنها اشکال آب، تبخیر سریع در محل های گرم و خشک و انجماد آن در نقاط سردسیر است که البته با اضافه کردن ضد یخ مشکل انجماد آب رفع شده و می توان از آن در محل های سردسیر استفاده کرد. در صورتیکه ضد یخ آب از 70 درصد تجاوز کند محلول قابل اشتعال می شود.

- کلید های فشار ضعیف :

کلید ها چنانکه در توضیحات قبلی به آن اشاره شد در صنعت آب و برق جهت قطع و وصل مدار و نیز حفاظت تاسیسات برق در برابر بروز عیب مورد استفاده قرار می گیرد. از این میان کلید اتوماتیک جهت قطع و وصل مدار فشار ضعیف و نیز حفاظت تاسیسات فشار ضعیف در برابر اضافه بار و اتصال کوتاه مورد استفاده قرار می یابد. در حال حاضر انواع کلید های مورد استفاده را می توان در دو نوع کلید فیوز و کلید اتوماتیک نام برد.

۱- کلید فیوز : همانطور که می دانیم یکی از مشکلاتی که همواره کارگران برقکار با آن مواجه می باشند ، بروز قوس به هنگام قطع بار از شبکه است. بعنوان مثال هنگام قطع فیوزهای کاردی ، قوسی هر چند کوچک بروز می کند که در بسیاری موارد در صورت بالابودن جریان مدار این قوس می تواند سبب بروز صدمات جانی نیز شود. ضمن اینکه حرارت شدید ناشی از بروز قوس می تواند سبب بروز آتش سوزی تابلوها و تاسیسات گردد. برای رفع این عیب از تجهیزاتی که با نصب فیوز در یک محفظه شامل خاموش کننده قوس می باشد ، بنام کلید فیوز ، استفاده می گردد. کلید فیوز با امکان قطع بار ، قطع ایمن مدار برای کارگران و نیز حفاظت مناسب برابراتصال کوتاه را فراهم می آورد. این کلید فیوز با دارابودن محفظه جرقه گیر از بروز قوس جلوگیری می کند. از این کلیدها جهت گرفتن انشعاب از داخل تابلوهای فشار ضعیف در داخل پستها عمومی ، کارخانجات و... استفاده می شود. شکل زیر یک نوع کلید فیوز رانشان می دهد

شکل - کلید فیوز و قطعات آن

چنانکه ملاحظه می شود ساختمان کلید فیوز از دو جزء اصلی ثابت و متحرک تشکیل می شود که با فشار دادن دست کلید فیوز به سمت بیرون ، کلید قطع می گردد. از معایب کلید فیوز آن است که در صورت بروز عیب در یک فاز و سوختن فیوزهای مربوط به ن ، شبکه دو فاز شده و بارهای سه فاز نظیر موتورها آسیب می بینند بنابراین بهتر است برای تغذیه این نوع بارها از کلید فیوز استفاده نشود.

۲- کلید اتوماتیک :

کلید اتوماتیک در واقع یک کلید اتوماتیک در واقع یک دیژنکتور فشار ضعیف است که جهت قطع و وصل مدارهای فشار ضعیف و حفاظت شبکه و تاسیسات نظیر ترانسفورماتورها ، موتورها

و...مورد استفاده قرار می گیرند. در کلیدهای فشار ضعیف در صورت بروز عیب تکفاز یا بیشتر تمام فازها قطع می گردد بنابراین نقیصه ذکر شده در کلید فیوزها در اینجا برطرف شده است. کلیدهای اتوماتیک جهت حفاظت تاسیسات معمولا به دوره حرارتی و مغناطیسی جهت حفاظت در برابر اضافه بار و اتصال کوتاه مجهز می باشند. برخی از این کلیدها دارای رنجهای مختلفی جهت تنظیم میزان جریان می باشد. این کلیدها قابلیت تنظیم زمانی را نداشته و بر حسب کارخانجات سازنده و منحنی قطع کلید، زمان تاخیر در قطع مدار در برابر اضافه بارهای مختلف، متفاوت می باشد. اشکال زیر یک نوع کلید اتوماتیک ورله های مربوط به آن را نشان می دهد.

شکل - کلید اتوماتیک ورله های آن

شکل زیر ساختار کلی یک ورله حرارتی و مغناطیسی را نشان می دهد.

شکل - نمای کلی یک ورله حرارتی و مغناطیسی

3- کنتاکتورها: این کلیدها قابل فرمان از راه دور بوده و جهت مصارف مختلفی نظیر مدارهای فرمان قطع و وصل اتوماتیک موتورها، سیستم های روشنایی و غیره مورد استفاده قرار می گیرند.

- کلیدهای فشار قوی:

چنانکه در توضیحات قبلی ذکر شد یکی از اهداف نصب پستهای برق، ایجاد امکان مانور روی خطوط جهت کاهش خاموشیها یا حتی جلوگیری از ایجاد خاموشی می باشد. به منظور جدا سازی و کنترل بموقع خطوط به طور اتوماتیک یا دستی و به منظور جلوگیری از گسترش عیب و خاموشی شبکه و انتقال بار به خطوط یا پستهای مجاور از کلیدهای فشار قوی استفاده می شود، بنابراین کلیدهای فشار قوی باید بتوانند هر نوع جریانی اعم از جریان عادی شبکه یا جریان اتصال کوتاه را در کوتاه ترین زمان ممکن قطع کنند و در حالت قطع نیز هر ولتاژی که

دو سر کنتاکتهای کلید افت می کند را بدون بروز کوچکترین قوسی تحمل کنند. کلیدهای فشار قوی بطور کلی شامل دو کنتاکت ثابت و متحرک در داخل یک محفظه قطع می باشند که در زمان قطع کلید از هم دور می شوند. در زمان جد شدن کنتاکتها از هم، ولتاژ کمی دوسر آنها قرار می گیرد ولی جریان زیادی عبور می کند. این جریان در اثر یونیزه شدن مولکولهای هوای بین کنتاکتها و بروز قوس الکتریکی بوجود می آید و تا زمانی که فاصله کنتاکتها به اندازه ای زیاد شود که هوای موجود میان آنها استقامت الکتریکی در برابر ولتاژ افت کرده سر کنتاکتها را داشته و جریان نیز مقدارش به صفر رسیده باشد، ادامه دارد.

با توجه به این توضیحات متوجه می شویم که مهمترین مشکل ما در قطع مدار تحت بار ، بروز قوس می باشد، زیرا بروز قوس می تواند با حرارتی که ایجاد می کند سبب آسیب ، ذوب شدن کنتاکتها و خراب شدن کلید شود. بنابراین می بایست جهت جلوگیری از بروز قوس تمهیداتی اندیشیده شود.

با توجه به توضیحات فوق دو نوع کلید تولید شده است که عبارتند از :

1- کلیدهای قابل قطع زیر بار 2- کلیدهای غیر قابل قطع زیر بار
قبل از اینکه به توضیح انواع کلیدهای فوق بپردازیم ابتدا عوامل ایجاد قوس را بررسی می کنیم.

- انواع کلیدهای قدرت :

چنانکه ذکر شد یکی مانور و قطع و وصل خطوط جهت سرویسهای دوره ای ، توسعه شبکه های برق و نصب انشعابات جدید در داخل پستها یا روی خطوط توزیع و انتقال با استفاده از کلیدهای قدرت انجام می گیرد. کلیدهای قدرت در یک تقسیم بندی کلیدی به دو نام سکسیونر و دژنکتور خوانده می شوند. ابتدا به بررسی سکسیونر می پردازیم.

- **سکسیونر** : سکسیونر یا کلیدهای بدون بار، کلیدهایی هستند که از آنها جهت برداشتن ولتاژ ترمینال سایر تجهیزات نظیر شینه ها ، کلیدهای قدرت و... استفاده می شود. سکسیونرها انواع مختلفی دارند. نوع و شکل سکسیونر به دلیل تعداد زیاد آن در ابعاد و اندازه ایستگاهها موثر است به همین دلیل سکسیونرهای ابداع شده ، از نظر شکل ظاهری بسیار متنوع و گوناگون هستند. با توجه به این توضیحات ، سکسیونر به عنوان کلیدی که قطع و وصل آن می بایست بدون بار انجام شود ، شناخته می شود زیرا در سالهای گذشته تنها انواع غیر قابل قطع زیر بار

آن تولید شده ، ولی در سالهای اخیر سکسیونرهای قابل قطع زیر بار بخصوص در بخش توزیع بکار گرفته شده اند. با افزایش طول ستون مقرر سکسیونر تابیش از 2متر ، ضروری است نسبت به پیش بینی هادی محافظ اقدام گردد. استفاده از هادیهای محافظ به منظور ایجاد یکنواختی در توزیع میدان الکتریکی در فواصل ایزولاسیون و کاهش شدت میدان در سطح هادیهای تحت ولتاژ ونیز محدود ساختن پدیده کرونا ، در ولتاژهای اسمی بالاتر از 300 کیلوولت حائز اهمیت است. قطر حلقه های محافظ سکسیونرها بالغ بر 60-120 میلیمتر می باشد. هادیهای محافظ ممکن است به صورت حلقه ویا کره باشند.

تقسیم بندی سکسیونرها ابتدا در دو نوع کلی انجام می گیرد.

1- سکسیونرهای قابل قطع زیر بار

2- سکسیونرهای غیر قابل قطع زیر بار

تقسیم بندی دیگری که می توان انجام داد از دید ماده عایقی ونیز نوع عایق بندی است که در ساختمان آن بکار رفته است. از این دید می توان آنها را به سه دسته تقسیم کرد.

1- سکسیونرهای هوای آزاد

2- سکسیونرهای با گاز sf6

3- سکسیونرهای خلاء

پس از تقسیم بندیهای فوق اکنون آنها را با توجه به نوع ساختمان مورد بررسی قرار می

دهیم. انواع مختلف سکسیونر از نظر ساختمان به شرح زیر می باشند:

1- تیغه ای: این نوع سکسیونر تاکنون به شکلهای مختلفی ساخته شده است و تا ولتاژهای 30 کیلوولت این نوع سکسیونر به طور عمده به صورت غیر قابل قطع زیر بار ساخته شده ولی در برخی موارد با اضافه کردن یک صفحه خاموش کننده جرقه و کنتاکت کمکی (در اینجا خاموش کننده هوای خشک بوده و جرقه به روش افزایش طول قوس و پس از ایجاد فاصله مناسب بین کنتاکتهای اصلی در حالی که در مرحله باز شدن کنتاکت فرعی وصل می باشد ، خاموش می شود) یا یک محفظه روغن و کنتاکت کمکی که باز هم به روش ذکر شده قطع بار انجام می شود ، مورد استفاده قرار می گیرد.

تیغه های این نوع سکسیونر در جریان کم به صورت تسمه و در جریانهای زیاد به صورت پروفیل از مس ساخته می شوند. در هر حال تیغه ها بخاطر جلوگیری از ارتعاشات کلید به صورت دوتایی و موازی نصب می شوند.

قطع و وصل این نوع سکسیونر می توان به صورت دستی توسط اهرم و یا موتوری واز راه دور باشد. این سکسیونرها در ولتاژهای بالاتر از 66 کیلوولت به صورت تکفاز ساخته می شوند.

شکل زیر یک نوع سکسیونر تیغه ای را نشان می دهد.

شکل : سکسیونر تیغه ای

2- **کشویی** : این نوع سکسیونر برای کیوسک یا قفسه هایی که دارای عمق کم هستند ، بسیار مناسب است. در این نوع سکسیونر تیغه متحرک در زمان قطع در امتداد خود (در امتداد افقی یا عمود بر سطح محور پایه ها) حرکت می کند و بدین جهت نیاز به فضای اضافی برای تیغه در حالت قطع از بین می رود.

شکل : سکسیونر کشویی

3- **دورانی یا با تیغه افقی**: این نوع سکسیونر بیشتر در ولتاژهای بالاتر از 66 کیلوولت مورد استفاده قرار می گیرد و بجای یک تیغه متحرک و یک تیغه ثابت ، از دو تیغه متحرک که به صورت دورانی باز و بسته شده و با برخورد آنها به همدیگر مدار بسته می شود ، تشکیل شده است.

حرکت تیغه ها به موازات سطح افقی و یا عمود بر محور پایه ها انجام می گیرد. از مزایای این نوع سکسیونر می توان به ایجاد فاصله مناسب به هنگام باز شدن سکسیونر ، عدم امکان وصل ناخواسته در اثر عوامل خارجی نظیر باد ، یخ و... (بدلیل اینکه تیغه ها با گردش پایه ها باز و بسته می شوند) ، اشاره کرد. از مزایای دیگر آن می توان به فاصله کمتر مورد نیاز بین فازها نسبت به حالت استفاده از یک تیغه اشاره کرد .

این نوع سکسیونر نیز به صورت تکفاز ساخته می شوند ولی جهت قطع همزمان سه فاز، تمام فازها توسط اهرم و میله بطور مکانیکی بهم متصل شده و دارای فرمان واحد می

باشند. مکانیسم عملکرد این نوع سکسیونر به صورت دستی و یا فرمان از راه دور می باشد. شکل زیر یک نوع سکسیونر دورانی را نشان می دهد.

شکل : سکسیونر دورانی

4- قیچی ای یا تک ستونی یا پانتوگراف: این نوع سکسیونر برای ولتاژهای بالا و خیلی بالا مورد استفاده قرار می گیرد. در این نوع، کنتاکت ثابت سیم یا شین هوایی است و به همین دلیل یک پایه عایقی حذف می گردد و در نتیجه سکسیونر سبکتر می شود. در صورتی که پست دارای دوشین به ازای هر فاز در سطوح و ارتفاع متلف نسبت به زمین باشد، از این نوع سکسیونر جهت برقراری ارتباط عمودی بین این دوشین استفاده می شود.

مکانیزم قطع و وصل آن به صورت موتوری می باشد.

- انواع سکسیونرهای فشار متوسط :

1- تیغه ای ساده : این نوع غیر قابل قطع زیر بار بوده و در پستهای توزیع زمینی استفاده می گردد

2- تیغه ای فیوز دار: در این نوع علاوه بر امکان قطع و وصل حفاظت تاسیسات نیز به سبب نصب فیوزهای استوانه ای به صورت سری صورت می گیرد.

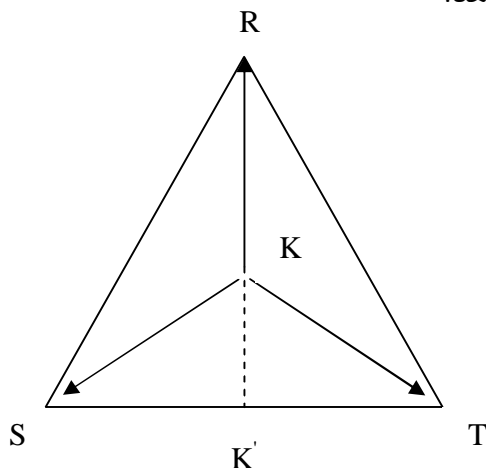
3- تیغه ای هوایی : این نوع که به منظور مانور روی خطوط فشار متوسط نصب می گردند در دونوع با خاموش کننده خشک و روغنی تولید شده و قابل قطع زیر بار است. مکانیزم قطع آنها به صورت دستی بوده و با استفاده از یک اهرم ارتباطی که روی پایه نصب می شود، قطع و وصل صورت می گیرد.

4- سکسیونر با عایق SF_6 : این سکسیونرها که در سالهای اخیر در خطوط هوایی به کار گرفته شده اند قابل قطع زیر بار بوده و فرمان قطع آنها به صورت دستی می باشد. برای قطع و وصل آنها ابتدا می بایست اینترلاک (ضامن مربوطه را آزاد کرده و سپس اقدام به قطع یا وصل آن کرد. ضمن اینکه پس از انجام عملیات نیز دوباره جهت جلوگیری از عملکرد ناخواسته یا اشتباهی ضامن در محل مربوطه قرارداد می شود.

- کلیدهای قدرت :

دژنکتورها یا کلیدهای قدرت ، دستگاههایی هستند که می توانند در مواقع لزوم ، جریان عادی شبکه و در زمان بروز خطا جریان اتصال کوتاه و یا هر نوع جریانی را با هراختلاف فازی سریع قطع کنند.

- اتصالی سه فاز : این نوع اتصالی که حالت خاصی از یک بار متعادل است ، فرمان قطع به طور همزمان به هر سه فاز داده می شود ولی ابتدا فقط یکی از فازها که جریان آن از صفر می گذرد قطع می شود. در این لحظه اتصال کوتاه سه فاز تبدیل به یک اتصال کوتاه دوفاز می شود که پس از یک چهارم پریود جرقه در این دوفاز خاموش می شود. با وجود اتصال کوتاه دوفاز ، یک نوع نامتعادلی در سه فاز بوجود آمده و نقطه صفر ستاره ترانسفورماتور جابجا می شود. شکل زیر این مطلب را نشان می دهد:



چنانکه در شکل ملاحظه می شود در این حالت ولتاژ فازی که جرقه آن قبل از همه خاموش شده است به حدود 1,5 برابر ولتاژ ماکزیمم می رسد در حالی که ولتاژ دوفاز دیگری که جرقه آنها در مرحله دوم خاموش شده است کمتر از ولتاژ ماکزیمم شبکه و در حدود 0,86 آن ($\sqrt{3}/2$) خواهد بود. البته این ازدیاد ولتاژ آنچنان در استحکام کلید موثر نیست ولی قطع طولانی جرقه ها در دو قطبی که در مرحله دوم خاموش می شوند در استقامت الکتریکی و حرارتی کلید موثر می باشد.

- عایق بندی در کلیدهای قدرت :

عایق‌بندی تجهیزات را بطور کلی می‌توانیم به دو بخش عایق‌بندی داخلی و خارجی تقسیم بندی کنیم. عایق‌بندی خارجی معمولاً با ایزولاتورها و در قسمت داخلی با استفاده از سایر مواد عایقی نظیر کاغذ، روغن، گاز SF₆ و... تامین می‌شود. در ردیف ولتاژهای کمتر از 30 کیلوولت ماده ایزوله مقرر عبوری از نوع سخت و برای ولتاژهای بالاتر از 63 کیلوولت از نوع گاز یا روغن است. عایق‌بندی داخلی هادی تحت ولتاژ در داخل پوشش‌نگها (همان مقررهای عبوی) از طریق ماده ایزوله پیش بینی شده در فضای بسته مقرر عبوری تامین می‌شود. به همین دلیل ستونهای مقرر نگهدارنده کلیدهای فشار قوی تفاوت عمده ای با ستونهای مقرر نگهدارنده شینه هادارند. ستونهای مقرر نگهدارنده با فضای داخلی در کلیدهای فشار قوی ایزولاسیون خارجی مورد نیاز را در سطح خود و ایزولاسیون داخلی را در محفظه بسته تامین می‌کند. چنانکه می‌دانیم عمده ترین عایق موجود در طبیعت، هوا است. با افزایش سطوح ولتاژ در شبکه های برق و نامناسب بودن عایق هوا، روغنهای عایقی تولید شد و زمانی که مشکلات این نوع عایق بروز کرد از گاز SF₆ به عنوان عایق در کلیدهای قدرت استفاده گردید. در اینجا ضمن بررسی هر کدام از این موارد به مقایسه آنها خواهیم پرداخت.

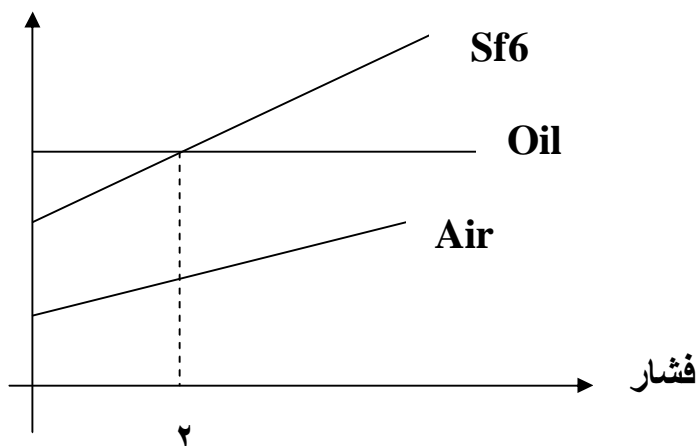
- بررسی عایقهای مورد استفاده در کلیدهای قدرت :

- **روغن** : اولین عایقی که به صورت مایع در ساختمان کلیدهای فشار قوی و تاسیسات برقی مورد استفاده قرار گرفت روغن بود. روغن بعنوان یک ماده ایزوله مایع همراه با مواد ایزوله سخت مانند کاغذ، مقوای مخصوص و فیبر در تجهیزات فشار قوی بکار می‌رود. ولتاژ دی الکتریک روغن کاملاً تمیز و خالص از ولتاژ دی الکتریک هوا بیشتر است و عددی در حدود 1000 kv/cm است. این ولتاژ در روغن با حداقل ناخالصیهای آب و ذرات جدید حدود 200-100 kv/cm در برابر ولتاژ با فرکانس 50 است. با افزایش درجه حرارت به بیش از 100 درجه سانتیگراد، رطوبت موجود در روغن به مرحله جوش رسیده، حبابهای هوا ظاهر شده و شرایط بروز قوس را فراهم می‌سازد. تشکیل حبابهای هوا سبب کاهش ولتاژ دی الکتریک روغن می‌شود. به منظور کاهش رطوبت در روغن آن را اصطلاحاً خشک می‌کنند. به این منظور درجه حرارت روغن به مدت چندین ساعت در حدود 80 تا 90 درجه حفظ می‌شود. این عمل باعث تبخیر رطوبت می‌گردد. عمل خشک کردن یک ترانسفورماتور حدود 10 تا 20 ساعت طول می‌کشد. با توجه به این توضیح می‌توان گفت استفاده از روغن تا زمانی مناسب است که سطح اتصال کوتاه و عبارت دیگر جریانی که می‌بایست قطع شود کوچک باشد. زیرا در جریانهایی بالا

احتمال اشتعال روغن بسیار زیاد است. از طرفی استفاده از روغن در ولتاژهای بالا با توجه به استقامت عایقی آن سبب افزایش حجم و وزن تاسیسات و افزایش هزینه ها می گردد.

- گاز Sf_6 : این ماده بعنوان تنها عایق گازی با خاصیت دی الکتریک مناسب برای اولین بار در دهه 1960 در کلیدهای فشار قوی مورد استفاده قرار گرفت. با توجه به نتایج عالی استفاده از این نوع گاز بتدریج در دهه 1970 کاربرد وسیعتری یافت به گونه ای که با استفاده از آن تکنولوژی ایستگاههای گازی نیز بوجود آمد. یکی از دلایلی که استفاده از آن به سرعت گسترش یافت شرایط لازم یک ماده برای خفه کننده قوس نظیر قدرت تحرک ، جایگزینی سریع و توانایی جذب انرژی حرارتی است که کلیه این خصوصیات در گاز Sf_6 در سطح مطلوبی وجود دارد. مشخصات فیزیکی و شیمیایی این گاز عبارتست از :

- 1- در هنگام خالص بودن کاملاً بی رنگ ، بی بو ، غیر قابل اشتعال و غیر سمی می باشد.
- 2- ضریب هدایت حرارتی آن در حدود 1,6 برابر هوا می باشد.
- 3- در فشار معمولی مقاومت دی الکتریک گاز 3 برابر مقاومت دی الکتریک هوا می باشد. با افزایش فشار مقاومت دی الکتریک آن بیشتر می شود.
- 4- نقطه میعان (تبدیل شدن به مایع) در فشار اتمسفر : -62 درجه سانتیگراد
- 5- به دلیل نیروی قوی جذب الکترونی و در نتیجه جذب الکترونهاى آزاد در لحظه ایجاد قوس ، قدرت خاموش کنندگی آن بسیار خوب است.
- 6- گاز Sf_6 خیلی دیر پیر می شود در حالی که روغن زود پیر می شود.
- 7- با توجه به منحنی زیر خاصیت دی الکتریک آن در مقایسه با روغن و هوا در فشار بیش از 2 اتمسفر بهتر است.



با توجه به بند 3 کاهش فشار و حفظ خاصیت دی الکتریک در مقایسه با سایر عایقها نظیر روغن و هوای فشرده سبب ساده تر شدن محفظه قطع کلید می گردد.

معایب گاز sf6 : گاز sf6 در مجاورت هوا ترکیب کشنده ای بنام فوسگن تشکیل می دهد که نظامیان در جنگها بعنوان سلاح شیمیایی از آن استفاده می کنند. این گاز در صورت تنفس کشنده بوده و به هیچ عنوان از ارگانسیم موجود زنده خارج نمی شود.

- انتخاب کلید :

به طور کلی جهت نصب یک تجهیز در یک شبکه اعم از کلید ، سکسیونر، ترانسفورماتور یا... ابتدا می بایست شرایط شبکه را مورد بررسی قرارداد و سپس با توجه به شرایط شبکه اقدام به سفارش آن نماییم. براین اساس هر دستگاهی دارای مشخصاتی عمومی است که توسط سازنده ارائه می شود، یا سازنده براساس سفارش مشتری اقدام به تولید دستگاه با مشخصات خواسته شده می نماید. در رابطه با کلیدهای قدرت نیز مواردی به عنوان مشخصه کلید مطرح است که می بایست مورد توجه قرار گیرد. در اینجا این موارد را باختصار توضیح می دهیم.

- 1- ولتاژ نامی کلید : برابر ولتاژ نامی شبکه یا بزرگتر آن
- 2- جریان نامی : مساوی با بزرگترین جریان کار معمولی شبکه
- 3- قدرت نامی قطع کلید : باید با قدرت اتصال کوتاه در محل کلید برابر باشد. قدرت اتصال کوتاه با استفاده از رابطه زیر بدست می آید:

$$S = \sqrt{3} V I_{sc}$$

که در این رابطه S قدرت قطع کلید بوده و I_{sc} بیشترین جریان اتصال کوتاه است که کلید می بایست قطع کند. در رابطه با V برخی متخصصین ولتاژ شبکه را مد نظر قرارداد و برخی نیز آن را ولتاژ دوسر کلید بعد از خاموش شدن قوس نوشته اند.

- 4- قدرت وصل نامی کلید : طبق استاندارد VDE آلمان این مقدار به میزان 2,5 برابر قدرت قطع آن در نظر گرفته می شود. زیرا در لحظه وصل جریان هجومی موتورها و ترانسفورماتورهای موجود در شبکه چندین برابر جریان نامی شبکه است.
 - 5- نوع فرمان کلید : دستی - الکتریکی یا کمپرسی توسط هوای فشرده
 - 6- زمان تاخیر در قطع کلید : این زمان عبارتست از حد فاصل زمانی بین لحظه فرمان قطع تا خاموش شدن کامل جرقه ، که در کلیدهای مدرن امروزی این زمان به 0,05 ثانیه می رسد.
 - 7- برای نصب در شبکه واقع در هوای آزاد یا سرپوشیده
 - 8- تعداد قطع و وصل مجاز : این تعداد حدود 25000 بار است.
- ساختمان کلی کلیدهای قدرت :

کلیه کلیدهای قدرت از دو قسمت اصلی زیر تشکیل شده اند :

- 1- محفظه قطع : محفظه قطع محل قطع و وصل جریان می باشد و دو سیم فشار قوی حامل جریان که می بایست به یکدیگر وصل یا قطع گردند به آن وارد می شوند. این محفظه فضای بسته ای است با یک کنتاکت ثابت و یک کنتاکت متحرک . قطع کلید در این محفظه همراه با بروز قوس می باشد. شدت قوس به پارامترهای زیادی از جمله جریان عبوری بستگی دارد. جهت کاهش شدت قوس می بایست کنتاکت متحرک با حداکثر سرعت ممکن از کنتاکت ثابت جدا گردد. یکی از راههای حل این مشکل کاهش فاصله بین کنتاکتهای ثابت و متحرک است که البته هر چه ولتاژ بالاتر رود عمل خاموشی و خفه کردن قوس مشکلتر می گردد. در این حالت برای خفه کردن قوس از چندین محفظه قوس که به صورت سری به یکدیگر وصل می گردند ، استفاده می شود. با این عمل ولتاژ بین کنتاکتهای ثابت و متحرک در هر محفظه نسبت به تعداد محفظه های قطع کاهش می یابد ، در حالی که جریان عبوری از کلیه کنتاکتها برابر بوده و تغییری نمی کند. بعنوان مثال چنانچه ولتاژ خط 230 کیلوولت ، و عمل قطع در دو محفظه صورت گیرد ، ولتاژ واقع بر هر محفظه در صورت توزیع یکنواخت ولتاژ معادل 115 کیلوولت خواهد بود. به این ترتیب عمل قطع در دو محفظه جداگانه و با شدت دامنه قوس کمتر انجام می گیرد. حرکت کنتاکتهای متحرک در محفظه های قطع جداگانه همزمان بوده و از یک مکانیزم عملکرد مشترک فرمان می گیرند.

برای اینکه حرکت کنتاكت متحرک در حداقل فاصله زمانی پس از دریافت فرمان قطع صورت پذیرد، انرژی فوق به صورت ذخیره شده واماده انتقال به کنتاكت متحرک پیش بینی می گردد. ذخیره انرژی به صورت فنر باز شده ، روغن تحت فشار ویا هوای فشرده می باشد.

2- مکانیزم عملکرد : مکانیزم عملکرد انرژی حرکتی لازم جهت حرکت کنتاكت متحرک را تامین می نماید. این مکانیزم هیچ ارتباطی با سیمهای فشار قوی و محفظه قطع نداشته و تنها از طریق یک اهرم ایزوله از جنس PVC به کنتاكت متحرک متصل و انرژی لازم را از طریق این اهرم به آن منتقل می کند.

کلیدهای فشار قوی برحسب نوع مکانیزم عملکرد ، نحوه خفه نمودن قوس در محفظه قطع ، طرز نصب کلید و نیز ماده ایزولاسیون بکاربرده شده در آن تقسیم بندی می شوند.

- انواع کلیدهای قدرت :

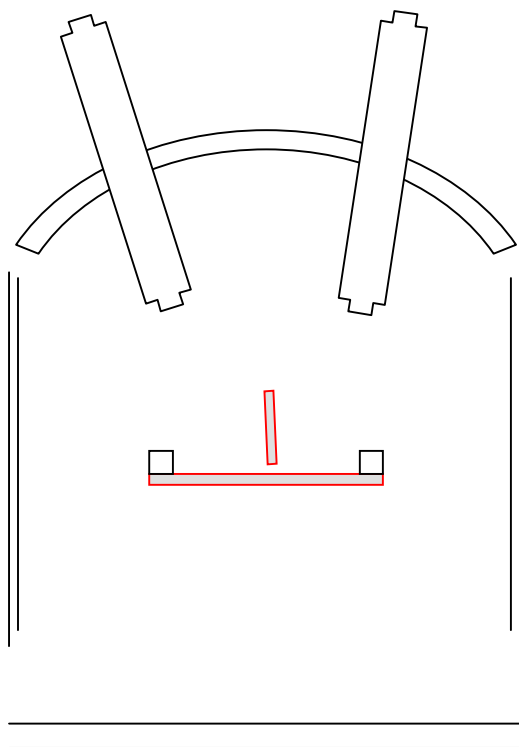
1- کلید روغنی (با حجم زیاد روغن) :

این نوع کلید در سالهای 1910 تا 1925 متداولترین کلید بوده است. در این نوع کلید در درجه اول از روغن بعنوان عایق استفاده شده است بنابراین هر چه سطح ولتاژ افزایش یابد ، حجم روغن داخل کلید نیز افزایش می یابد. از طرف دیگر با توجه به نحوه تاثیر روغن در خفه نمودن قوس ، حجم زیادی از روغن مورد نیاز می باشد با توجه به اطن دو مورد وزن روغن در یک کلید 220 کیلوولت به 20 تن می رسد. این حجم روغن یکی از معایب این نوع کلیدهاست که می تواند سبب آتش سوزی گردد. به طور کلی چنانچه روغن در محفظه قطع کلید ساکن بوده و در هنگام حرکت کنتاكتهای متحرک نقشی نداشته باشد ، به کلید روغنی با حجم زیاد موسوم می باشد.

کنتاكتها : در این کلید به جای یک کنتاكت ثابت و متحرک از دو کنتاكت ثابت استفاده شده که ارتباط آنها با یک تیغه متحرک که از اهرم عایقی فرمان می گیرد برقرار می گردد. با توجه به این موضوع به هنگام قطع در دو نقطه جرقه بروز می کند.

سیستم خاموش کننده : در این کلیدها از سیستم خاصی جهت خاموش کردن جرقه استفاده نشده است و می توان گفت جرقه با ازدیاد طول و انتقال حرارت به روغن از بین می رود. با توجه به شکل زیر با بروز جرقه و در اثر حرارت شدید ، روغن تجزیه شده و ایجاد گاز می کند. گاز بوجود آمده به صورت حبابی اطراف جرقه را می پوشاند این حباب گاز از لایه هایی متشکل از

بخار مرطوب روغن ، بخار داغ و خشک ، لایه اطراف قوس مرکب از هیدروژن و سایر گازها می باشد . با طولانی شدن جرقه میزان گازها بیشتر و در نتیجه حباب تشکیل شده بزرگتر می گردد. در نتیجه حجم روغن داخل محفظه افزایش می یابد. اکنون اگر جرقه قبل از رسیدن حجم روغن به بالای محفظه خاموش نشود ، یا اینکه میزان فضای بالای روغن مناسب نباشد ، فشار روغن داخل محفظه افزایش یافته و سبب ترکیدن کلید می گردد. منبع کلید قدرت معمولاً فشاری در حدود 7 اتمسفر را تحمل می کند. بنابراین می توان به خوبی دریافت که در صورت عدم انتخاب کلید مناسب با توجه به سطح اتصال کوتاه شبکه چه حادثه ای اتفاق خواهد افتاد.



- معایب این نوع کلید :

حجم زیاد روغن سبب نیاز بیشتر به سرویس و نگهداری شده و آلودگی محیط زیست و نیز احتمال آتش سوزی را بدنبال دارد.
با توجه به این مطالب و جهت رفع این معایب نوع دیگری از کلید ساخته شده که به کلید کم روغن موسوم می باشد.

2- **کلید کم روغن (با حجم کم روغن):** با توجه به توضیحات قبلی نوع دیگری از کلید با نام کلید کم روغن ساخته شده به طور کلی در صورتی که روغن در هنگام حرکت کنتاکت متحرک در مسیر قوس حرکت کرده و جابجایی هر چه بیشتر و سریعتر مواد یونیزه حاصل از قوس را موجب گردد، کلید به کلید کم روغن موسوم می باشد. با توجه به توضیحات قبلی به هنگام بروز قوس یکی از گازهای تشکیل شده، هیدروژن می باشد با توجه به وجود هیدروژن در اطراف قوس و توجه به این نکته که ضریب هدایت حرارتی هیدروژن در حدود 20 برابر هوا است حرارت ناشی از قوس به روغنهای مجاور منتقل و ناحیه بروز قوس خنک می شود حال می بایست از این خاصیت استفاده کرد. یعنی باید در لحظه صفر شدن جریان و جهت جلوگیری از برگشت جرقه، گازهای تشکیل شده و نیز حرارت از محل قوس دور شود تا بتوانیم به خاموش شدن سریعتر جرقه کمک کنیم. این عمل را می توان با به جریان انداختن گاز از محفظه اصلی که دارای فشار P و دمای T به محفظه دیگری با فشار P0

نمود. این عمل در برخی موارد با پمپ انجام می شود. در کلیدهای کم روغن با سطح ولتاژ بالاتر از 66000 کیلوولت معمولاً محفظه های قطع به صورت سری قرار می گیرند. در اینجا بدلیل اطنکه از روغن بعنوان عایق استفاده نمی شود حجم روغن به میزان قاب لتوجهی کاهش یافته است به طوریکه مثلاً اگر برای یک کلید روغنی 10 کیلوولت 70 کیلوگرم روغن مورد نیاز باشد برای یک کلید کم روغن با همین سطح ولتاژ تنها نیاز به 6 کیلوگرم روغن می باشد.

3- **کلید اکسیانزیون (آبی):** در ابتدا تصور بر این بود که بدلیل هادی بودن آب امکان استفاده از آن در تاسیسات برق نمی باشد ولی در سال 1930 کارشناسان شرکت زیمنس با توجه به خاصیت هدایت حرارتی خوب هیدروژن این نوع کلید را تولید کردند. یکی از بهترین خواص این نوع کلیدها این است که بدلیل غیر قابل اشتعال بودن آب امکان آتش سوزی در این نوع کلیدها از بین می رود.

- سرویسهای دوره ای مورد نیاز کلیدها:

1- کلید sf6 :

شرح سرویس	وضعیت سرویس	دوره زمانی
بررسی فشار گاز	بدون قطع برق	ماهانه

تجهیزات پست ۵۷

ماه‌یانه	با قطع برق	بررسی نشت روغن از خازنهای درجه بندی ولتاژ
سال‌یانه	با قطع برق	آزمایش نشتی گاز
دو سال یکبار	با قطع برق	اندازه گیری میزان رطوبت تشکیل شده در گاز

2- کلید هوای فشرده :

شرح سرویس	وضعیت سرویس	دوره زمانی
بررسی فشار هوا	بدون قطع برق	ماه‌یانه
بررسی نشتی (افت فشار) هوا	بدون قطع برق	ماه‌یانه
اندازه گیری میزان رطوبت تشکیل شده در خروجی خشک کننده هوا	بدون قطع برق	سال‌یانه

3- مکانیزم عملکرد هیدرولیک :

شرح سرویس	وضعیت سرویس	دوره زمانی
بررسی سطح روغن و در صورت لزوم اضافه کردن روغن	بدون قطع برق	ماه‌یانه
بررسی فشار روغن	بدون قطع برق	ماه‌یانه
بررسی نشتی روغن	بدون قطع برق	ماه‌یانه
بررسی افت فشار روغن پس از یک دوره عملکرد	با قطع برق	سال‌یانه
بررسی عملکرد اتوماتیک قطع و وصل پمپ روغن	با قطع برق	سال‌یانه

4- عملکرد قطع کننده :

شرح سرویس	وضعیت سرویس	دوره زمانی
اندازه گیری زمان عملکرد کلید (فقط برای کلیدهای فشار قوی و با ولتاژ خیلی بالا	با قطع برق	سال‌یانه

مقاومت کنتاكت ثابت	با قطع برق	دو سال يكبار
مقاومت کنتاكت متحرك (فقط برای ولتاژ 400) و مواردی نظیر مسیر کنتاكت ، سرعت کنتاكت ، لغزش کنتاكت و طول قوس کنتاكت	با قطع برق	سه سال يكبار

- **کابل و سرکابل** : برای برقرسانی به نقاط مختلف از سیمها و کابلها استفاده می شود. چنانکه می دانیم بدلیل هزینه های کمتر، عیب یابی آسانتر و نیز سرویس و تعمیر راحتتر، بیشتر شبکه های برق بصورت هوایی احداث می شوند ولی در برخی موارد بدلیل عدم امکان نصب شبکه های هوایی نظیر مراکز شهر های بزرگ جهت افزایش قابلیت اطمینان ، حفظ زیبایی و نیز رعایت حریم از شبکه های زمینی استفاده می گردد. کابلها که بعنوان هادی در شبکه های زمینی مورد استفاده قرار می گیرند در واقع سیمهای مسی عایق دار هستند که با استفاده از مواد مختلف عایق بندی شده اند.

- انواع کابلها :

در حال حاضر فقط از کابلهای خشک یا ریکم استفاده می شود ولی در گذشته کابلهای روغنی نیز جهت احداث شبکه های توزیع برق مورد استفاده قرار گرفته اند. یکی از دلایلی که استفاده از این نوع کابل منسوخ شده مشکلات آلودگی زیست محیطی ناشی از نشت روغن و نیز مشکلات بهره برداری و سرویس و نگهداری این نوع کابلها می باشد.

- ساختمان کابل :

کابلها از سه قسمت اصلی تشکیل شده اند که عبارتند از : هادی ، عایق و بخش حفاظت خارجی (بخش حفاظت خارجی ممکن است از چندین قسمت تشکیل شده باشد). قسمت اصلی کابل که همان هادی آن می باشد وظیفه هدایت جریان را بعهده داشته و از مس یا در برخی موارد آلومینیم ساخته شده است. البته در حال حاضر تقریباً تمامی کابلهایی که مورد استفاده قرار می گیرند با هادی مسی می باشند و این به دلیل قابلیت هدایت بیشتر، پایداری بهتر در برابر رطوبت و عوامل جوی ، استحکام مکانیکی بیشتر و شکل پذیری بهتر مس نسبت به آلومینیم است. پس از سیم یک لایه عایقی روی هادی کابل پیچیده می شود که هادیهای کابل را از همدیگر و نیز محیط اطراف جدا می سازد. تعداد زیادی از کابلها نظیر کابلهای فشار

ضعیف ، مخابرات و... فقط دارای همین دو جزء می باشند ولی با افزایش ولتاژ ساختمان کابلها نیز پیچیده تر می شود. بخش حفاظت خارجی کابل را در مقابل صدمات مکانیکی ، شیمیایی و... حفظ می کند. در ادامه هر یک از موارد فوق را به صورت مفصل توضیح خواهیم داد.

- هادی کابل:

تقریباً اکثر کابلها با استفاده از مس ساخته شده اند البته در برخی موارد نیز از آلومینیم استفاده شده است و این به دلیل خواص بسیار خوبی است که مس نسبت به آلومینیم دارد. در میان فلزات نقره هدایت الکتریکی بهتری از مس دارد که آن هم به دلیل ملاحظات اقتصادی مورد استفاده قرار نمی گیرد. جدول زیر مقایسه برخی خواص آلومینیم و مس را نشان می دهد.

چنانکه از جدول ملاحظه می گردد اگرچه آلومینیم وزن مخصوص کمتری نسبت به مس دارد ولی با توجه به ضریب هدایت کمتر آن در صورتی که بخواهیم برای یک سطح جریان از دو نوع کابل استفاده کنیم ، کابل آلومینیمی مقطع بالاتری خواهد داشت. هادی کابل می تواند یک یا چند لا باشد سیمهای چند لا قابلیت انعطاف بیشتری داشته و در مقاطع گرد ، سکتور یا بیضی ساخته می شوند.

- پوشش الکترواستاتیکی روی هادی : پوششی از جنس نیمه هادی که روی مفتولهای به هم تابیده کشیده می شود تا با یکنواخت کردن سطح هادی و میدان روی آن از تخلیه جزئی بین فواصل احتمالی عایق و هادی جلوگیری کند.

- عایق کابل:

کاغذ آغشته به روغن یکی از معمولترین عایقهایی است که در کابلهای قدیمی تر مورد استفاده قرار گرفته است. استقامت عایقی کاغذ خشک مورد استفاده در کابلها 70 kv/cm می باشد که پس از آغشته سازی این میزان به 600 kv/cm افزایش می یابد. روغن مورد استفاده در کابلها وسایر تجهیزات سبب آلودگی محیط زیست و در برخی موارد آتش سوزی می گردد ، به همین دلیل سعی شده است از عایقهای دیگری استفاده شود. امروزه تقریباً در کلیه کارخانجات کابلسازی از عایقهای مصنوعی استفاده می شود. از عایقهای مصنوعی مورد استفاده در کابلها می توان به ترکیبات برمبنای پلی وینیل کلراید (PVC) ، ترکیبات برمبنای ترموپلاستیک

پلی تین (PE) ، ترکیبات برمبنای اتیلین پروپیلین لاستیک یا مشابه (EPR) و ترکیبات برمبنای پلی تین کراس لینک (XLPE) اشاره کرد که با توجه به مشخصات متفاوت این مواد می توان از هر کدام برای ساخت کابل‌های با محیط کارکرد مختلف از نظر حداکثر دما ، میزان تحمل عایقی و... استفاده کرد. جدول زیر مشخصات حرارتی و نیز ضخامت هر کدام بر حسب میزان ولتاژ کابل را نشان می دهد:

صخامت عایق برای سطح مقطع هادی 50 تا 300 میلی‌متر مربع (mm)			حداکثر دمای نامی هادی		نوع عایق
33KV	20KV	11KV	اتصال کوتاه (تداوم 5 ثانیه)	کارکرد عادی	
-	-	4	160	70	PV C
8	5,5	3,4	130	70	PE
8	5,5	3,4	250	90	XLP E

در رابطه با دماهایی که در جدول فوق به آنها اشاره شده می بایست به این نکته توجه کرد که در زمان نصب کابل دمای محل نصب آن و نوع خاک قرار گرفته روی کابل و میزان رطوبت آن را بعنوان پارامترهای موثر در دمای کابل منظور کرد.

- پوشش الکترواستاتیکی عایق : پوششی از جنس نیمه هادی که روی عایق هر رشته کشیده می شود. این لایه میدان الکتریکی رشته ها را محدود کرده و از تخلیه جزیی و نشست جریان بین رشته ها و سایر لایه ها ی دیگر جلوگیری می کند.

- غلاف حفاظتی : برای حفاظت کابل‌های در مقابل رطوبت و خوردگی از غلاف‌های ترموپلاستیک مانند PVC ، xlpe و یا غلاف‌های فلزی مانند غلاف‌های آلومینیمی و سربی استفاده می شود. غلاف‌های PVC قابلیت تحمل درجه حرارت زیاد و حتی شعله را دارا بوده و در مقابل تمام ترکیبات شیمیایی خاک مقاوم می باشند.

غلاف سربی : غلاف سربی بیشتر در کابل‌های با عایق کاغذی استفاده می شود و کار اصلی غلاف فلزی در این حالت حفاظت کاغذ در برابر رطوبت است.

غلاف آلومینیمی : غلاف آلومینیمی بخاطر سبکی ومقاومت در برابر رطوبت مورد استفاده قرار می گیرد. ضمن اینکه بخاطر هدایت بالای آلومینیم از غلاف در بعضی مواقع بعنوان هادی نول استفاده می شود.

- **زره کابل :** زره کابل ، آن را در مقابل نیروهای مکانیکی حفاظت می کند. کابل‌های با عایق کاغذی با غلاف سربی معمولا بوسیله نوارهای فولادی زره بندی می شوند. در صورتی که کابل‌های با عایق XLPE و دراری شبکه مسی ونیز کابل‌های فشار ضعیف با عایق PVC و XLPE با غلاف آلومینیمی اگر در معرض تنش‌های کششی نباشند نیاز به زره ندارند کابل‌هایی که در معرض تنش‌های مکانیکی بیشتر هستند باید با سیم‌های فولادی گالوانیز زره بندی شوند.

- **شبکه بندی الکتریکی کابل :** برای کابل‌های با ولتاژ بیش از 0,6 کیلوولت وبمنظور تنظیم میدان‌های الکتریکی ومحدود کردن آن ، هدایت جریان‌های شارژی وتخلیه ای وحفاظت درمقابل تماس دست ، شبکه بندی الکتریکی انجام می شود.

- انواع کابل‌های الکتریکی :

کابل‌های الکتریکی از نظر عایق ، هادی ، تعداد رشته ، سطح ولتاژ مورد استفاده ویا محل مورد استفاده متفاوتند. دراین قسمت انواع کابل‌ها را توضیح خواهیم داد.

1- **کابل‌های با عایق کاغذی :** عایق این نوع کابل‌ها کاغذ مخصوصی است که به دور هادی پیچیده می شود. جهت بالا بردن استقامت عایقی کاغذ، آن را آغشته به روغن می کنند که دراین حالت استقامت الکتریکی آن از 60 کیلوولت برسانتیمتر به 600 کیلوولت برسانتیمتر افزایش می یابد. ضمن اینکه جهت چسبندگی بیشتر روغن وجلوگیری از نشت آن به روغن رزین اضافه می شود. برحسب میزان فشار روغن این کابل‌ها دونوع می باشند

1- کابل‌های با فشار کم روغن 2- کابل روغنی بافشار زیاد.

در کابل روغنی با فشار کم کاغذ با روغن رقیق آغشته شده که در موقع گرم شدن کابل ، روغن اضافی از راه مجرای طولی وارد ظرف انبساط که در انتهای کابل قرار دارد جمع می شود.

در کابل روغنی بافشار زیاد ، هریک از رشته سیم‌ها با کاغذ آغشته به روغن غلیظ مانند کابل کم روغن عایق وباند پیچی می شود .

- **غلاف سربی یا آلومینیمی**: با توجه به اینکه کاغذ جاذب رطوبت است ، از یک غلاف سربی یا آلومینیمی جهت جلوگیری از نفوذ رطوبت استفاده می شود.

- **نوارهای پارچه ای قبل از زره بندی**: در صورتی که زره فلزی مستقیماً روی غلاف سربی استفاده شود احتمال زخم شدن کابل بخصوص در نقاط انحنای کابل هنگام کابل کشی وجود دارد لذا قبل از زره بندی از یک نوار پارچه ای روی غلاف سربی استفاده می شود. عمل زره بندی ممکن است شامل دولایه نوارهای مسی باشد.

- **مشکل کابل‌های با عایق کاغذی**: بدلیل سخت بودن غلاف‌های سربی ، وقتی کابل تحت بار است عایق بندی و غلاف سربی منبسط می گردد. اما وقتی کابل سرد می شود غلاف به ابعاد اصلی خود بر نمی گردد. بنابراین پس از سالها گرم و سرد شدن ، بین لایه های کاغذ فضاهای خالی (خلل وفرج) بوجود می آید که ممکن است گاز موجود در این فضاهای خالی یونیزه شده و باعث تخلیه موضعی گردد که ادامه این روند سرانجام به بروز اتصالی در کابل می گردد.

- **راه های حل این مشکل** :

- استفاده از نوار مسی جهت کاهش سختی غلاف سربی

- پر کردن کابل با روغن جهت جلوگیری از احتمال ایجاد فضاهای یادشده و خنک کردن کابل

2- **کابل‌های با عایق PVC**: بدلیلی که در قسمت قبل ذکر شد و نیز حجیم بودن کابل‌های با عایق کاغذی و جذب رطوبت توسط کاغذ استفاده از کابل‌های با عایق پلی وینیل کلراید معمول شده است. مزایای این کابلها نسبت به کابل‌های با عایق کاغذی به شرح زیر است :

- سبکتر ، حمل آن آسانتر بوده و شکل ظاهری بهتری دارند.

- PVC در مقابل رطوبت مقاوم بوده و نیاز به حفاظت در مقابل رطوبت ندارد.

- مقاومت مکانیکی بیشتری نسبت به کاغذ دارد.

- PVC در مقابل آتش مقاوم است.

معایب کابل‌های PVC نسبت به کاغذی :

- درجه حرارت بهره برداری آن پایینتر است. در کابل‌های PVC این درجه حرارت 70 و برای کابل‌های کاغذی 80 درجه می باشد.

3- **کابل‌های با عایق کراس لینک (XLPE)**: این نوع عایق همان PVC است که با تغییرات شیمیایی اتصالات بین مولکولها مستحکم شده و برخی مشخصات آن از جمله درجه حرارت کار هادی تا 90 درجه بالا برده شده است.

4- کابل‌های خودنگهدار هوایی: مشخصات این نوع کابلها به شرح زیر می باشد

- هادی از جنس آلومینیم است. (بدلیل سبکتر بودن آن)
- استقامت کششی آن باید بالاتر از 90 n/mm باشد.
- عایق کابل از جنس پلی اتیلن مخصوص با تراکم زیاد و سیاه رنگ مقاوم در برابر عوامل جوی می باشد.

این نوع کابل با مشخصات ذکر شده و به صورت سه کابل تک رشته ای پیچیده شده روی یک سیم حامل یا نگهدارنده ساخته می شود. نگهدارنده تنها کابلها را نگهداشته و جریانی از آن عبور نمی کند.

از کابل‌های خودنگهدار در مکانهایی که مشکل حریم وجود داشته باشد استفاده می گردد.

- چگونگی شناسایی کابلها :

جهت شناسایی کابلها و ساختمان آنها معمولاً از علایمی استفاده می شود که سازنده می بایست روی غلاف خارجی کابل حک نماید. برخی از این علایم در استاندارد VDE آلمان به شرح زیر می باشند:

ترتیب حروف	قسمت مربوط	شرح علامتها
حرف اول	هادی	N علامت مس - NA علامت آلومینیم
حرف دوم	عایق	Y علامت پلاستیک - G لاستیک بدون حرف کاغذی
حرف سوم	غلاف	Y پلاستیکی - K سربی - KL آلومینیمی
حرف چهارم	زره	B سیمهای فولادی - GB سیم فولاد گالوانیزه
حرف پنجم	روپوش یاغلاف خارجی	Aالیاف و سایر موارد مثل فوق

- نصب کابل:

- تخلیه کابل :

- برای تخلیه قرقره کابل از جرثقیل یا سطح شیب دار استفاده می شود.
- قرقره کابل نباید از روی وسیله حمل پایین انداخته شود. حتی اگر قرقره کوچک و سبک بوده و زمین اطراف به صورت خاک نرم باشد.

- قرقره کابل می بایست در جهت نشانه های جهت دار ترسیم شده روی کابل بچرخد.

2- توصیه های عمومی :

- در مواردی که کابلها در مجاورت مواد خورنده قرار می گیرند می بایست از نوع مقاوم در برابر خوردگی بوده یا بنحوی دیگر محافظت شود.

- با توجه به اینکه نقاط ضعف سیستم کابل بیشتر در محل اتصالات است ، می بایست طول معینی از کابل (حدود 10 متر) در هر یک از این نقاط بعنوان رزرو در نظر گرفته شده و به شکل 8 نصب گردد.

- انتهای کابلها با عایق پلیمری و ولتاژ بالاتر از 0,6/1 تا 18,30 کیلوولت که فوراً نصب نمی شود می بایست جهت جلوگیری از نفوذ رطوبت با مواد ضد رطوبت باندپیچی شده و سپس کلاهک مخصوص و یا کلاهک پلیمری نصب و گرم شود.

- در صورت استفاده از یک کانال برای عبور مدارهای با ولتاژ پایین ، مدارهای ارتباطات و مدارهای ولتاژ بالا، این مدارها باید با استفاده از دیوارهای محکم یا قراردادن کابلها با فاصله بیش از 300 میلیمتر از کابلهای دیگر جدا شوند.

3- بررسی ظاهری کابل :

- کابل می بایست از لحاظ ظاهری و نیز نفوذ رطوبت به داخل آن به دقت بررسی شود.

4- دمای نصب کابل :

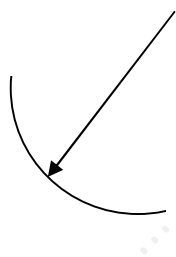


- حداقل دمای نصب برای کابل‌های با عایق و غلاف پلاستیکی برابر 5- درجه سانتیگراد می باشد. در دماهای کمتری بایستی طبق استاندارد کابل را گرم نمود و سپس عمل نصب را انجام داد.

5- حداقل شعاع خمش کابل :

- حداقل شعاع خمش کابل برای سطوح مختلف ولتاژ طبق جدول شماره 1 می باشد :

سطح مقطع	تعداد رشته	سطح ولتاژ	قطر خارجی (mm)	حداقل شعاع خمش (mm)
25	تک رشته	فشارضعف	12 14	182 1
	چند رشته	فشارضعف	27 1	325 2
35	تک رشته	فشارضعف	13 7	205 5
		فشارمتوسط	28	420
	چند رشته	فشارضعف	30	360
		فشارمتوسط	58	870
50	تک رشته	فشارضعف	15 3	229 5
		فشارمتوسط	34	510
	چند رشته	فشارضعف	30	360
		فشارمتوسط	61	915
70	تک رشته	فشارضعف	17 1	256 5
		فشارمتوسط	36	540
	چند رشته	فشارضعف	33	396
		فشارمتوسط	65	975
95	تک رشته	فشارضعف	19 4	291
		فشارمتوسط	38	570
	چند رشته	فشارضعف	38	456
		فشارمتوسط	68	1020
120	تک رشته	فشارضعف	21	315
		فشارمتوسط	39	585
	چند رشته	فشارضعف	42	504
		فشارمتوسط	72	1080
150	تک رشته	فشارضعف	23	345
		فشارمتوسط	41	615
	چند رشته	فشارضعف	46	552
		فشارمتوسط	76	1140
185	تک رشته	فشارضعف	25 3	379 5
		فشارمتوسط	43	645
	چند رشته	فشارضعف	49	588
		فشارمتوسط	80	1200
240	تک رشته	فشارضعف	28 3	424 5



تجهیزات پست ۶۶

675	45	فشار متوسط	چند رشته	300
672	56	فشار ضعیف		
1275	85	فشار متوسط	تک رشته	
469 5	31 3	فشار ضعیف		
720	48	فشار متوسط	چند رشته	
0		فشار ضعیف		
1350	90	فشار متوسط		

جدول 1: حداقل شعاع خمش کابل‌های مسی

6- کشش مجاز کابل :

زمانی که کابل توسط دستگاه کشیده می شود حداکثر نیروی مجاز کشش طبق جدول

زیرمی باشد:

روش کشش	ساختمان کابل	سطح مقطع	قطر خارجی (mm)	حداکثر نیروی کشش (N)
بوسیله سرکابل روی هادی	تمام انواع کابلها	35		1750
		35 تک رشته	28	7056
باجوراب کابل	کابل باغلاف فلزی بدون زره مقاوم در برابر کشش	35 چند رشته	58	30276
		35 تک غلافه	28	2352
		35 سه رشته باغلاف فلزی	58	3364
		35 کابل‌های پلاستیکی بدون غلاف فلزی بدون زره		1750
بوسیله سرکابل روی هادی	تمام انواع کابلها	50		2500
		50 تک رشته	34	10404
باجوراب کابل	کابل باغلاف فلزی بدون زره مقاوم در برابر کشش	50 چند رشته	61	33489
		50 تک غلافه	34	3468
		50 سه رشته	61	3721

تجهیزات پست ۶۷

		باغلاف فلزی		
2500		50	کابل‌های پلاستیکی بدون غلاف فلزی بدون زره	
3500		70	تمام انواع کابلها	بوسیله گیره سرکابل روی هادی
11664	36	70 تک رشته	تمام کابل‌های بازره مفتولی	
38025	65	70 چندرشته		
3888	36	70 تک غلافه	کابل باغلاف فلزی بدون زره مقاوم در برابر کشش	باجوراب کابل
4225	65	70 سه رشته باغلاف فلزی		
3500		70	کابل‌های پلاستیکی بدون غلاف فلزی بدون زره	
4750		95	تمام انواع کابلها	بوسیله گیره سرکابل روی هادی
12996	38	95 تک رشته	تمام کابل‌های بازره مفتولی	
41616	68	95 چندرشته		
4332	38	95 تک غلافه	کابل باغلاف فلزی بدون زره مقاوم در برابر کشش	باجوراب کابل
4624	68	95 سه رشته باغلاف فلزی		
4750		95	کابل‌های پلاستیکی بدون غلاف فلزی بدون زره	
6000		120	تمام انواع کابلها	بوسیله گیره سرکابل روی هادی
13689	39	120 تک رشته	تمام کابل‌های بازره مفتولی	باجوراب کابل
46656	72	120 چندرشته		
4563	39	120 تک غلافه	کابل باغلاف فلزی بدون زره	

تجهیزات پست ۶۸

5184	72	120 سه رشته باغلاف فلزی	مقاوم در برابر کشش	
6000		120	کابل‌های پلاستیکی بدون غلاف فلزی بدون زره	
7500		150	تمام انواع کابلها	بوسیله گیره سرکابل روی هادی
15129	41	150 تک رشته	تمام کابل‌های بازره مفتولی	باجوراب کابل
51984	76	150 چندرشته		
5043	41	150 تک غلافه	کابل باغلاف فلزی بدون زره مقاوم در برابر کشش	
5776	76	150 سه رشته باغلاف فلزی		
7500		150	کابل‌های پلاستیکی بدون غلاف فلزی بدون زره	

جدول 2 : حداکثر کشش مجاز کابلها

ادامه جدول فوق در صفحه بعد :

ادامه جدول 2 :

حداکثر نیروی کشش (N)	قطر خارجی (mm)	سطح مقطع	ساختمان کابل	روش کشش
9250		185	تمام انواع کابلها	بوسیله گیره سرکابل روی هادی
16641	43	185 تک رشته	تمام کابل‌های بازره مفتولی	باجوراب کابل
57600	80	185 چندرشته		
5547	43	185 تک غلافه	کابل باغلاف فلزی بدون زره مقاوم در برابر کشش	
6400	80	185 سه رشته باغلاف فلزی		
9250		185	کابل‌های پلاستیکی بدون	

			غلاف فلزی بدون زره	
12000		240	تمام انواع کابلها	بوسیله گیره سر کابل روی هادی
18225	45	240 تک رشته	تمام کابلهای بازره مفتولی	باجوراب کابل
65025	85	240 چندرشته		
6075	45	240 تک غلافه	کابل باغلاف فلزی بدون زره مقاوم در برابر کشش	
7225	85	240 سه رشته باغلاف فلزی		
12000		240	کابلهای پلاستیکی بدون	
15000		300	تمام انواع کابلها	بوسیله گیره سر کابل روی هادی
20736	48	300 تک رشته	تمام کابلهای بازره مفتولی	باجوراب کابل
72900	90	300 چندرشته		
6912	48	300 تک غلافه	کابل باغلاف فلزی بدون زره مقاوم در برابر کشش	
8100	90	300 سه رشته باغلاف فلزی		
15000		300	کابلهای پلاستیکی بدون غلاف فلزی بدون زره	

جدول 2 : حداکثر کشش مجاز کابلها

توجه : درصوتی که کابل بعد از نصب در سیستم تحت کشش دائم قرار گیرد، بایستی کابل مجهز به سیم مهار یا مشابه آن باشد تا بتواند به راحتی نیروی کشش را تحمل کند.

سیستم زمین کابل :

1- در کابلها با جنس عایق از مواد ترموپلاستیک (PVC ، XLPE ، ...) هادی هم مرکز حفاظتی پوشش الکترواستاتیکی ، زره کابل و غلافهای فلزی بایستی زمین شوند. این مساله بایستی در پستها و مفصلها رعایت گردد.

2- برای کابلهایی که دارای هادی هم مرکز و یا پوشش الکترواستاتیکی از سیمهای مسی هستند بایستی سیمهای مسی به هم تابیده شده و زمین گردند.

3- برای کابلهایی که پوشش الکترواستاتیکی آن از نوارهای مسی یا مفتولهای فولادی است ، این پوشش توسط لحیم کردن و یا پیچیدن سیم مسی به دور آن زمین شوند.

- کابلهای با پرده هادی یا زره {2} :

4- در مواردی که در نقطه وصل خطوط کابلی به هوایی برقگیر پیش بینی شود بایستی بین اتصال زمین زره یا پرده کابل و اتصال زمین برقگیر همبندی بعمل آید. {2}

5- کابلهای بدون غلاف عایق اتصال باید به هادی خنثی ترانسفورماتور منبع تغذیه و همینطور در نقاط انتهایی (ترمینالها) انجام شود. {2}

6- کابلهای با غلاف عایق توصیه می شود اتصالات اضافی بین پرده های عایق بندی یا غلاف هادی و زمین سیستم ایجاد شود. در سیستمهای با اتصال زمین مکرر و کابلهای دارای پرده هادی، پرده (شامل غلاف هادی در صورت وجود) باید در محل همه مفصلها از هر قبیل که در دسترس بوده یا در معرض تماس کارکنان می باشند زمین شود. در مواردی که به علت وجود الکترولیز یا عبور جریان از زره نتوان از اتصال زمین مکرر برای پرده هادی استفاده نمود، غلاف پرده هادی و محافظه های مفصلها از هر قبیل باید نسبت به ولتاژی که ممکن است در هنگام بهره برداری بر روی سطح آنها ظاهر شود، عایق بندی شوند. {2}

(سایر موارد در استاندارد سیستم زمین ذکر شده است)

کابل کشی در داخل پست :

در صورت نصب کابل روی سینی فاصله نقاط اتکاونگهدارنده هانبايدازمقاديرجدول 3 بيشتريشود.

فاصله سيني کابل :

فاصله سيني هاي دوطبقه بايد حداقل نصف عرض سيني بالايي باشد.

فاصله کابلهاروي سيني :

حداقل فاصله کابلهاي مجاورنبايد کمتر از قطر کابل بزرگتر باشد.

کابل کشی داخل کانال:

به جلد چهارم استاندارد کابلهاي مورد استفاده در شبکه توزيع صفحه 9 بند 2-2 مراجعه شود.

کابل کشی در داخل زمين :مراحل کابل کشی در داخل زمين طبق جدول 4 مي باشد.

نصب افقي		نصب عمودي	قطر خارجي (mm)	تعداد رشته	سطح مقطع
فاصله بستها يا نقاط اتکاو يانگهدارنده ها (mm) براي کابلهاي بدون زره	فاصله بستها يا نقاط اتکاو يانگهدارنده ها (mm) براي کابلهاي بدون زره				
424,9	242,8	کابل 1,5 اين مقدار نبايد از کابل در مسيرهاي عمودي فاصله بين دو بست و اين مقدار بيشتر شود	12,14	تک رشته	25
800	542		27,1	چند رشته	
479,5	274		13,7	تک رشته	35
800	560		28	چند رشته	
800	600		30	چند رشته	
800	800		58	چند رشته	50
535,5	306		15,3	تک رشته	
800	680		34	چند رشته	
800	600		30	چند رشته	
800	800		61	چند رشته	70
598,5	342		17,1	تک رشته	
800	720		36	چند رشته	
800	660	33	چند رشته		

تجهیزات پست ۷۲

800	800	65		
679	388	19,4	تک رشته	95
800	760	38		
800	760	38	چند رشته	
800	800	68		
735	420	21	تک رشته	120
800	780	39		
800	800	42	چند رشته	
800	800	72		
800	460	23	تک رشته	150
800	800	41		
800	800	46	چند رشته	
800	800	76		
800	506	25,3	تک رشته	185
800	800	43		
800	800	49	چند رشته	
800	800	80		
800	566	28,3	تک رشته	240
800	800	45		
800	800	56	چند رشته	
800	800	85		
800	626	31,3	تک رشته	300
800	800	48		
0	0		چند رشته	
800	800	90		

جدول 3: فاصله کابلها به هنگام کابل کشی در داخل پست

شماره	شرح	اقداماتی که می بایست انجام گیرد
1	مسیر کابل	نقشه برداری مسیر-شناسایی موانع از طریق هماهنگی با سازمانهای مرتبط نظیر شهرداری، راهنمایی، آب، گاز، مخابرات و اداره راه-پیش بینی تاسیسات آینده که نصب می گردد-بررسی شیمیایی خاک از لحاظ وجود نمک، کلر، اسید و آهک جهت تعیین نوع کابل
2	حفر کانال	حفر کانال به صورت  عرض کانال بستگی به تعداد کابلهایی که در مجاورت هم قرار گرفته اند مثلا برای کابل دورشته 50 سانتیمتر-عمق کابل با توجه به تعداد کابلهایی که روی هم قرار می گیرند ، فاصله بالاترین کابل فشار ضعیف از سطح زمین نباید از 60 سانتیمتر کمتر و در زیر سطح خیابان نباید از یک متر کمتر باشد. این عمق در مورد کابلهای باولتاژ 30، 11، 33 کیلوولت تا 40 سانتیمتر اضافه می گردد. عمق کانال کابلهای فشار قوی حداقل 220 سانتیمتر است.

3		آماده سازی کانال		تمیز کردن کانال ودیواره آن از سنگ واشیای نوک تیز- صاف کردن کف کانال و کوبیدن آن - ریختن حداقل 10 سانتیمتر ماسه نرم		
4		نصب کابل	خارج	فاصله بین کابل‌های مجاور 20 سانتیمتری باشد		
			داخل لوله	قطر داخلی لوله 1,5 برابر قطر کابل یا دسته کابل‌های کشیده شده- از بین بردن لبه لوله مثلا لوله به شکل قیف در آید- حفر گودال کوچک در محل ورود کابل به لوله- تمیز کردن داخل لوله با فرچه- استفاده از سیم مهار جهت قراردادن و بیرون آوردن کابل- محافظت ابتدا وانت‌های کابل داخل لوله پس از نصب با استفاده از خاک کوبیده شده یا بالشتک کفی- در صورتی که لوله خم داشته باشد ، رعایت حداقل شعاع خمش- مسدود کردن دهانه لوله		
5		پوشاندن روی کابل		ریختن حداقل 10 سانتیمتر ماسه نرم- چیدن ردیف آجر به عرض 22 سانتیمتر یا بلوک سیمانی- نصب نوار پلاستیکی هشدار دهنده- ریختن 20 سانتیمتر سنگریزه - ریختن خاک معمولی- فشرده کردن سطح پر شده		
19/33(36)	12/20(24)	11(12)	ولتاژ نامی	آزمایش ولتاژ مستقیم به مدت 15 دقیقه	کابل‌های فشار متوسط	6
76	50	25	ولتاژ آزمایش (KV)	با توافق خریدار و فروشنده آزمون ولتاژ متناوب با فرکانس صنعتی در مدت 5 دقیقه با ولتاژ سیستم بین هادی و پوشش الکترواستاتیکی	آزمون‌های پس از نصب	
			ولتاژ نامی	با توافق خریدار و فروشنده آزمون ولتاژ متناوب با فرکانس صنعتی با ولتاژ عملکرد نامی سیستم برای 24 ساعت		
			آزمایش ولتاژ مستقیم به مدت 15 دقیقه با ولتاژ 2,45 کیلوولت	کابل‌های فشار ضعیف		
			با توافق خریدار و فروشنده آزمون ولتاژ متناوب با فرکانس صنعتی در مدت 5 دقیقه با ولتاژ سیستم بین هادی و پوشش الکترواستاتیکی			
			با توافق خریدار و فروشنده آزمون ولتاژ متناوب با فرکانس صنعتی با ولتاژ عملکرد نامی سیستم برای 24 ساعت			

جدول 4: مراحل کشی در داخل زمین

حریمها: حریم کابلها از خیابان ، خطوط آهن ، و تقاطع کابل با کابل‌های قدیمی برق یا مخابرات و نیز تقاطع کابل با لوله آب و کانال فاضلاب طبق جدول 5 می باشد:

<p>1- تعداد لوله ها با توجه به افزایش بار منطقه ، یک یا دو عدد بیشتر در نظر گرفته شود 2- فاصله لوله تا سطح خیابان یک متری باشد. 3- فاصله افقی لوله تالبه خیابان 75 سانتیمتری باشد (شکل صفحه 17 جلد چهارم استاندارد کابلها مورد استفاده در شبکه توزیع)</p>		عبور کابل از خیابان
<p>1- فاصله لوله تاریل راه آهن کمتر از 1,5 متری باشد 2- فاصله افقی لوله تالبه ریل راه آهن 2 متری باشد. (شکل صفحه 17 جلد چهارم استاندارد کابلهای مورد استفاده در شبکه توزیع)</p>		عبور کابل از خط آهن
<p>1- در محل تقاطع لوله محافظ به طول 120 سانتیمتر استفاده نموده و کابل جدید از داخل آن عبور نماید. 2- فاصله عمودی کابل جدید و قدیمی حداقل 30 سانتیمتر است. 3- در صورت موازی بودن کابل جدید با کابل مخابرات فاصله حداقل افقی و عمودی به میزان 30 سانتیمتر باید رعایت شود.</p>		تقاطع کابل جدید با کابل قدیمی برق یا مخابرات
<p>1- کانال دوپله ای مشابه شکل صفحه 19 جلد چهارم استاندارد کابلهای مورد استفاده در شبکه توزیع حفر شود. 2- کابل فشار قوی در بستر پایینی و کابل فشار ضعیف در بستر بالایی نصب شود.</p>		عبور کابل فشار قوی و ضعیف در یک کانال
<p>در این مورد می بایست طبق شکل صفحه 20 جلد چهارم استاندارد کابلهای مورد استفاده در شبکه توزیع عمل شود.</p>		تقاطع کابل با کانال فاضلاب
30 سانتیمتر	حداقل فاصله افقی و عمودی کابل فشار ضعیف و متوسط با لوله آب طبق شکل صفحه 21 جلد چهارم استاندارد کابلهای مورد استفاده در شبکه توزیع	تقاطع کابل با لوله های آب
30 سانتیمتر	حداقل فاصله عمودی کابل از لوله آب (کابل در لوله 120 سانتیمتری قرار می گیرد)	در تقاطع با لوله آب
1 متر	حداقل فاصله جداره کابل فشار ضعیف از جدار لوله های گاز	تقاطع کابل با لوله گاز
2 متر	حداقل فاصله جداره کابل فشار متوسط از جدار لوله های گاز	
5 متر	حداقل فاصله جداره کابل فشار ضعیف از جدار لوله های گاز با استفاده از لوله 120 سانتیمتری	
1 متر	حداقل فاصله جداره کابل فشار متوسط از جدار لوله های گاز با استفاده از لوله 120 سانتیمتری	

جدول 5: حریم کابل در تقاطع با سایر تاسیسات

محل قرار گرفتن کابل :

- بهتر است کابل در مسیر پیاده رونصب شده و از کنار پایه های روشنایی عبور نماید (طبق

شکل صفحه 22 جلد چهارم استاندارد کابلهای مورد استفاده در شبکه توزیع

روشهای مختلف کشیدن کابل :

الف - استفاده از تریلر کابل و وسیله ای که قرقره کابل روی آن قرار دارد

ب - کشیدن کابل توسط دست

ج - کشیدن کابل توسط وینچ

- تعمیر غلاف خارجی کابل صدمه دیده :

هنگامی که غلاف خارجی کابل صدمه می بیند باید در اسرع وقت تعمیر گردد. مطالب ارائه شده در این ق به غلافهایی از جنس PVC با توجه به عمق صدمه وارده به کابل ، روش مناسب جهت تعمیر آن بایستی انتخاب گردد. در جدول 6 روشهای تعمیر کابل آمده است.

روش مناسب				نوع آسیب	
روش مناسب برای ولتاژ (آزمون تا 5KV)				سایش، پارگی کم به حدی که تمام محیط غلاف را در برنگرفته باشد	
				(عمق خرابی تا نصف ضخامت غلاف)	
نوع نصب		در زمین یا در کانال	در زمین یا در محیط روباز	در مجرای کابل	در مجرای کابل
جنس غلاف		PE PVC	PE PVC	PE PVC	PE PVC
عایق ترموپلاستیکی		* *	* *	* *	* *

				(قراردادن وصله پلاستیکی قابل انقباض)
- *	- *	- *	- *	قالب گیری وریختن رزین
- -	- -	- *	- -	نوار پیچی توسط نوار چسب PVC

جدول 6: روش تعمیر غلاف خارجی کابل باجنس PVC یا PE با توجه به شدت آسیب وارده به هنگام نصب

تعمیر کابل صدمه دیده باید بلافاصله بعد از زخمی شدن کابل انجام گردد. مخصوصاً در مورد کابل‌های فشار متوسط دقت گردد که عایق XLPE با آب یا رطوبت تماس نداشته باشد.
تعمیر غلاف صدمه دیده با استفاده از عایق ترموپلاستیکی :

در این روش از یک تیوب منقبض شونده استفاده می شود. این تیوب بایستی در هر طرف قسمت صدمه دیده به اندازه سه برابر قطر خارجی و حداقل 100 میلی متر بریده شود و بکار رود و انقباض برای طول 10 درصد برای آن منظور گردد. قسمت صدمه دیده کابل به اندازه طول وصله به وسیله پارچه زبر یا سمباده تمیز شود سپس وصله تعمیراتی روی قسمت صدمه دیده کابل قرار گرفته و بسته می شود. بعد از این مرحله وصله توسط تمرکز شعله آتش یا دمنده هوای گرم منقبض گردد. بعد از اینکه دما به حد مطلوب رسید کل وصله را حرارت داده تا قسمت چسبنده داخل وصله مورد نظر نرم و در هر دو انتها کاملاً چسبیده شود.

قالب گیری و ریختن رزین برای کابل‌های با غلاف خارجی PVC :

قسمت صدمه دیده باید کاملاً تمیز شده و توسط سمباده هر دو طرف قسمت صدمه دیده تا 100 میلیمتر پاک شود. جایی از محل آسیب دیده که عمق آن تارشته ها می رسد را توسط لایه ای از نوار چسب طوری پوشانده که هر دو نوار چسب نصف دور قبل را بپوشاند، این لایه بدین جهت مورد استفاده قرار می گیرد که از نفوذ رزین به کابل جلوگیری کند. (شکل صفحه 29 جلد چهارم استاندارد) یک تیوب PVC به شکل قالب بر روی محل آسیب دیده بکار می رود. شعاع داخلی این تیوب 10 تا 20 میلیمتر بزرگتر از قطر کابل می باشد. قالب بایستی 160 میلیمتر بزرگتر از قسمت آسیب دیده باشد. قالب به صورت طولی بریده شده و اطراف محل مورد نظر قرار داده می شود. در صورتی که آسیب دیدگی زیاد نباشد می توان از این تیوب استفاده نکرد. برای بستن و مهار دو طرف قالب با استفاده از نوار PVC دو طرف قالب نوار پیچ می شود. این نوار پیچی باید حداقل 50 میلیمتر بیشتر از محل آسیب دیدگی در هر دو طرف باشد و برای کابل های با قطر 35 میلیمتر و بیشتر 3 برابر قطر کابل باشد. سپس مفصل را روی انتهای محل باند پیچی شده و بطور مناسبی قرار داده و دو طرف آن را بدقت باند پیچی کرده تا غیر قابل نفوذ گردد. در انتها ماده رزین در آن ریخته می شود. بعد از اتمام مفصل بندی باید دقت گردد تا محل تعمیر شده نباید مورد خمش قرار گیرد.

نوار پیچی با استفاده از نوار چسب PVC :

استفاده از این روش فقط برای کابل های موجود در کانال یا داخل ساختمان که امکان کنترل کابل وجود دارد مجاز است. و قطر کابل مورد تعمیر نباید از 25 میلیمتر بیشتر باشد در حالتی که سایش یا پارگی کم وجود دارد از این روش استفاده شده و ابتدا اطراف محل آسیب تا 100 میلیمتر از هر دو طرف تمیزی شود سپس نوار چسب را روی محل آسیب دیده و 100 میلیمتر بیشتر از هر دو طرف محل صدمه دیده می پیچند، این قسمت از کابل نباید تحت تنش مکانیکی باشد، بعد از این مرحله کابل را می توان بر روی غلطک های کابل قرار داد و بعد از نصب کابل این قسمت باید مورد بازرسی مجدد قرار گیرد.



PowerEn.ir

تجهيزات پست ۷۸

-

...

- توزیع زمینی :

در اتصالات زمینی 4 نوع بوش به صورت زیر داریم:

1- لحیمی 2- جوشکاری 3- پرسی 4- انفجاری

کابل‌های که اغلب سه رشته یا چهار رشته هستند حالت پیچش دارند دلایل این حالت به شرح زیر می باشد :

1- استقامت مکانیکی آن بالا می رود.

2- از بین بردن خاصیت خازنی

3- حفظ تعادل بار در سه فاز (ترانسپوزیته)

انواع سرکابلها :

1- حرارتی 2- روغنی

مفصل‌های فشار ضعیف:

1- چدنی یا قیری 2- موادی 3- حرارتی

قلع های مورد استفاده :

33% 40% 63%

قلع های 33% مقاومت مکانیکی بالا دارند ولی خاصیت الکتریکی کم دارند. کارآیی آن بیشتر برای گلوپی درست کردن در سرکابلها و مفصلها است.

قلع های 40% بیشتر برای بوش استفاده می کنند.

قلع های 63% درصد بیشتر برای چکش هویه استفاده می کنند.

قلع های 40-60 که قلع اتوماتیک نیز نامیده می شود برای چکش هویه و بوش استفاده می شود.

متراز قرقره کابلها :



250-500-750-1000 علاوه بر این موارد ، بستگی به نیاز می توان مثلا قرقره 850 متر سفارش داد.

مزایا و معایب مفصلهای قیری یا چدنی :

از مزایای آن : ارزان است.

معایب : بعد از 24 ساعت می بایست تحت بار قرار دهیم.

مزایا و معایب مفصلهای موادس یا سلپک:

بلافاصله می توان تحت بار قرارداد - گران است

نحوه لخت کردن کابل :

3 - طول مفصل

به اندازه X سانتیمتر از سرهای دو کابل لخت می کنیم $X = \frac{\text{طول مفصل}}{2}$

2 یا 1+ طول بوش

به اندازه y سانتیمتر از سر هر رشته لخت می کنیم. $y = \frac{2 \text{ یا } 1 + \text{طول بوش}}{2}$

- پس از نصب بوش (انگشتی) با استفاده از نوار 3M از وسط بوش به سمت آخرین نقطه ای که روپوش کابل برداشته شده است را به صورت نیم دور نیم دور روی همدیگر می پوشانیم و سپس این کار را به سمت دیگر ادامه می دهیم و این کار را تا انجا تکرار می که چهار دور نوار روی انگشتی و کابل لخت شده پیچیده شود کنیم.

نوار 3M قابلیت

ارتجا زیادی داشته و به دلیل خاصیت آن هنگامی که چند دور روی هم پیچیده می

مراجع :

- 1- ایستگاههای فشار قوی انتقال انرژی - جلد اول - تالیف مهندس طهماسبقلی شاهرخشاهی
- 2- تجهیزات نیروگاه - تالیف مهندس مسعود سلطانی - جلد های اول و دوم
- 3- جزوه تجهیزات پستهای فشار قوی - تهیه کننده : محمد داوودی

