

**کاربرد هادی‌های آلومینیومی روکش دار**



**خطوط هوایی فشار متوسط**



امروزه اهمیت صنعت برق به عنوان يك صنعت مادر و نقش حیاتی آن در راه اندازی و بهره‌برداری از صنایع دیگر بر کسی پوشیده نیست و درصد قابل توجهی از منابع اولیه انرژی (انرژیهای فسیلی، هسته‌ای، آب، باد، نور خورشید و ...) صرف تولید انرژی الکتریکی شده و برق تولید شده با صرف هزینه‌های گزاف و از طریق خطوط انتقال و توزیع هوایی و زمینی تحویل مشترکین می‌گردد. با توجه به تعدد شرکتهای تولید، انتقال و توزیع نیروی برق در جهان و وجود بازارهای رقابتی، کاهش هزینه تمام شده و عرضه انرژی الکتریکی با قابلیت اطمینان بیشتر از اهداف شرکتهای می‌باشد. در ایران نیز علیرغم پرداخت یارانه به سوخت مصرفی نیروگاهها و برق مصرفی مشترکین، با توجه شتاب روند صنعتی شدن کشور و گسترش کاربرد تجهیزات حساس به کیفیت تغذیه، اهمیت تأمین برق ارزان، بدون وقفه و با کیفیت، بیش از پیش خود نمایی می‌کند. زمینه‌های دستیابی به اهداف مذکور با ایجاد بازار برق فراهم گردیده است. دستیابی به اهداف یاد شده مستلزم توسعه منطقی و استفاده بهینه از ظرفیتهای موجود در کلیه بخشها می‌باشد. در عمل، سرمایه‌گذاری لازم برای احداث خطوط انتقال و توزیع نیروی برق، تنها به خرید تجهیزات خلاصه نمی‌شود، بلکه علاوه بر مسایل فنی، مسایل جنبی نظیر مسایل زیست محیطی و هزینه‌های آن (پرداخت هزینه‌های سنگین تملک زمینهای مسیر عبور خطوط بویژه زمینهای گرانقیمت مناطق شهری، اراضی حاصلخیز کشاورزی، باغات و خسارات وارده به محیط زیست) گاهی به چندین برابر قیمت تجهیزات نیز می‌رسد. از جمله مسایل زیست محیطی توسعه خطوط انتقال و توزیع نیروی برق، حریم خطوط تأمین برق می‌باشد که علاوه بر تخریب منابع طبیعی، مقاومت‌های مردمی را در پی داشته و سبب محدود شدن گسترش خطوط انتقال و توزیع نیروی برق می‌شود، لذا در کنار اقدامات لازم به منظور کاهش پهنای باند عبور خطوط (کمپکت سازی خطوط)، استفاده بهینه از ظرفیت خطوط موجود نیز دارای اهمیت ویژه‌ای می‌باشد.

انرژی الکتریکی تولید شده در نیروگاهها، عمدتاً بصورت جریان متناوب (با فرکانس 50 و 60 هرتز) و از طریق خطوط انتقال و توزیع هوایی و زمینی به مشترکین تحویل می-شود. هر یک از شبکه-های هوایی و زمینی، مزایا و معایبی را دارا می-باشند و انتخاب نوع شبکه، بستگی به شرایطی از قبیل سطح ولتاژ، طول مسیر، شرایط اقلیمی، ارزش اراضی، تراکم جمعیت و مسایل فنی و اقتصادی دارد.

از مزایای خطوط هوایی، سهولت اجرا، قابل مشاهده بودن تمامی شبکه و در نتیجه تسریع در انشعاب-گیری، تعمیر و عیب-یابی شبکه و هزینه اولیه کمتر در مقایسه با شبکه زمینی بویژه در سطوح ولتاژ بالاتر می-باشد (قیمت پایین تر هادیها در مقایسه با کابل، عدم نیاز به کانال کشی و مجوزهای حفاری مربوطه، عدم نیاز به اتصالات و غلافهای آب-بندی گرانقیمت جهت ضد آب کردن تجهیزات زیر زمینی). از معایب شبکه-های هوایی می-توان به دسترسی آسان به شبکه و افزایش خطر برق-گرفتگی مشترکین و عوامل بهره-بردار، افزایش احتمال سرقت انرژی (بویژه در شبکه فشار ضعیف)، خطر برخورد صاعقه، اشجار، اجسام خارجی و پرندگان، مسائل مربوط به حریم خطوط و جلوه نازیبایی شهرها اشاره نمود.

از مزایای شبکه-های زمینی، کاهش میزان دسترسی به شبکه و در نتیجه کاهش خطر برق-گرفتگی مشترکین و پرسنل بهره-بردار، کاهش سرقت انرژی، حذف خطرات محیطی از قبیل خطر برخورد صاعقه، برخورد درختان، اجسام خارجی، برخورد پرنده، رفع مسایل مربوط به حریم خطوط، عدم نیاز به قطع اشجار و برهم زدن جلوه شهرها می-باشد. از معایب شبکه-های زمینی، می-توان به هزینه‌های اولیه بالاتر، مشکل بودن و کندی انشعاب-گیری، تعمیر و عیب-یابی شبکه و نیاز به تجهیزات و تخصص‌های خاص در این زمینه اشاره نمود. با توجه به مزایا و معایب شبکه-های زمینی و هوایی کلاسیک (با هادیهای لخت) که به اختصار بیان گردید و به-منظور استفاده از سیستمی که تا حد امکان مزایای هر دو نوع شبکه فوق-الذکر را دارا بوده و فاقد معایب آنها باشد، هادیهای روکشدار به عنوان نسل جدید خطوط هوایی فشار متوسط معرفی می‌گردد که مزایای شبکه هوایی کلاسیک مانند سهولت اجرا، ارزانی، تسریع در انشعاب-گیری، تعمیر و عیب-یابی شبکه را دارا بوده و معایب عمده آن مخصوصاً سرقت انرژی، خطرات محیطی از قبیل خطر برخورد صاعقه، برخورد اشجار و اجسام خارجی، برخورد پرنده و ... را تا حد امکان کاهش می‌دهد.

مهمترین دلیل استفاده از هادیهای روکشدار هوایی، کاهش قطعی-های کوتاه مدت و بلند مدت خطوط توزیع نیروی برق (افزایش قابلیت اطمینان شبکه) و در نتیجه کاهش انرژی توزیع نشده می‌باشد، هر چند استفاده از هادیهای روکشدار، نتایج جنبی دیگری به شرح ذیل دارد که حائز اهمیت فراوان می‌باشد:

- 1- کاهش ابعاد کراس آرمها و در نتیجه کاهش گشتاور نیروی وارده
- 2- امکان کاهش پهنای باند عبور خطوط (بدلیل کاهش ابعاد کراس آرم)
- 3- امکان کاهش مساحت زمینهای اشغالی و کاهش حقوق ارتفاقي پرداختي جهت تملك باند عبور
- 4- ارتقاء سطح ایمنی تجهیزات، عوامل بهره-بردار و مشترکین
- 5- کاهش برخی مسایل زیست محیطی با کاهش شاخه-زنی و درخت-زنی (افزایش دوره زمانی شاخه زنی و درخت-زنی) همچنین جلوگیری از برخورد مستقیم پرندگان به خطوط برقدار و مرگ و میر ناشی از این مورد
- 6- صرفه-جویی در هزینه-های مربوط به شاخه-زنی، درخت-زنی و هزینه-های مستقیم و غیر مستقیم (توقف تولید کارخانجات، آسیب به مواد و محصولات در دست تولید، نارضایتی مشترکین و...) مربوط به قطعیهای با برنامه جهت شاخه-زنی و درخت-زنی
- 7- کاهش تلفات بدلیل کاهش امپدانس خطوط (در اثر نزدیک شدن فازها به یکدیگر، اندوکتانس خط کاهش یافته و کاپاسیتانس افزایش می-یابد و کاهش جریانهای ناشی، افت ولتاژ و تلفات را به دنبال دارد)
- 8- خطوط SIL-8 افزایش قدرت طبیعی ( )
- 9- افزایش قابلیت جریان دهی خطوط
- 10- بهبود کیفیت توان تحویلی به مشترکین

**11- کاهش تعداد انشعابات غیر مجاز (بطور عمده در بخش فشار ضعیف، با توجه به گستردگی شبکه و تعداد زیاد مشترکین)**

**12- امکان افزایش دوره--های زمانی تعمیرات خطوط و کاهش هزینه-های مربوط به تعمیرات (بدلیل اینکه هادیها و سایر قسمتهای برقدار شبکه بطور مستقیم در معرض هوای آزاد و خطرات محیطی نبوده و در نتیجه امکان افزایش دوره-های تعمیرات و صرفه-جویی در هزینه‌ها وجود دارد).**

- هادیه‌های روکشدار در کنار مزایای ذکر شده دارای معایبی نیز می‌باشند:
- 1- سرمایه‌گذاری اولیه بالاتر در مقایسه با خطوط هوایی کلاسیک، بدلیل استفاده از هادی‌های روکشدار (بدون احتساب کاهش حقوق ارتفاقی)
  - 2- کاهش طول اسپن، افزایش تعداد پایه‌ها و فونداسیون‌ها در فواصل یکسان و در نتیجه افزایش هزینه‌های اولیه
  - 3- افزایش وزن واحد طول و سطح بادخور هادی و در نتیجه افزایش نیروهای افقی و عمودی و نیاز به تمهیداتی جهت مقابله با تأثیر عوامل فوق‌الذکر (افزایش ارتفاع پایه‌ها یا افزایش قدرت پایه‌ها یا کاهش فواصل بین پایه‌ها و ... ) که منجر به افزایش هزینه‌های اولیه، احداث خطوط می‌گردد.
  - 4- افزایش سطح اتصال کوتاه
  - 5- نیاز به تجهیزات خاص جهت حفاظت هادی‌ها در مقابل اضافه ولتاژها
  - 6- خطر برق‌گرفتگی در مواردی که سیم پاره شده اما بدلیل وجود روکش، سر هادی از محل پارگی به زمین اتصال پیدا نکند. (در این شرایط، رله‌ها اتصال‌کوتاه را تشخیص نداده و بدلیل عدم قطع توسط کلید، خطر برق‌گرفتگی، رهگذران را تهدید می‌نماید.



تذکر مهم: تاکنون نتیجه- مطالعاتی مبنی بر حذف یا کاهش حریم خطوط با استفاده از هادیهای روکشدار در ایران صورت نگرفته و در حال حاضر نباید از هادیهای روکشدار جهت کاهش حریم استفاده نمود، اما بدلیل امکان کاهش طول کراس آرم (یک سوم طول کراس آرمهای موجود)، امکان کاهش کریدور آزاد (پهنای باند عبور) خطوط فراهم شده و علاوه بر تسریع در اجرای پروژه-ها، میزان حقوق ارتفافی پرداختی جهت تملک کریدور خطوط کاهش می-یابد.

انواع هادیهای روکشدار:

جنس هادیهای مورد استفاده، همانند هادیهای متداول در خطوط هوایی، بسته به شرایط، آلومینیوم آلیاژی یا آلومینیوم تقویت شده با ( می باشد. با توجه به نصب هادیها بصورت هوایی و **ACSR فولاد** ) در نتیجه قرار گرفتن در معرض نور خورشید و تغییرات جوی، روکش هادیها علاوه بر سبکی باید در برابر اشعه ماوراء بنفش نیز مقاوم باشد. با توجه به موارد یاد شده، هادیهای موصوف (**UV**) به دو صورت روکش شده و در دسترس می باشند :

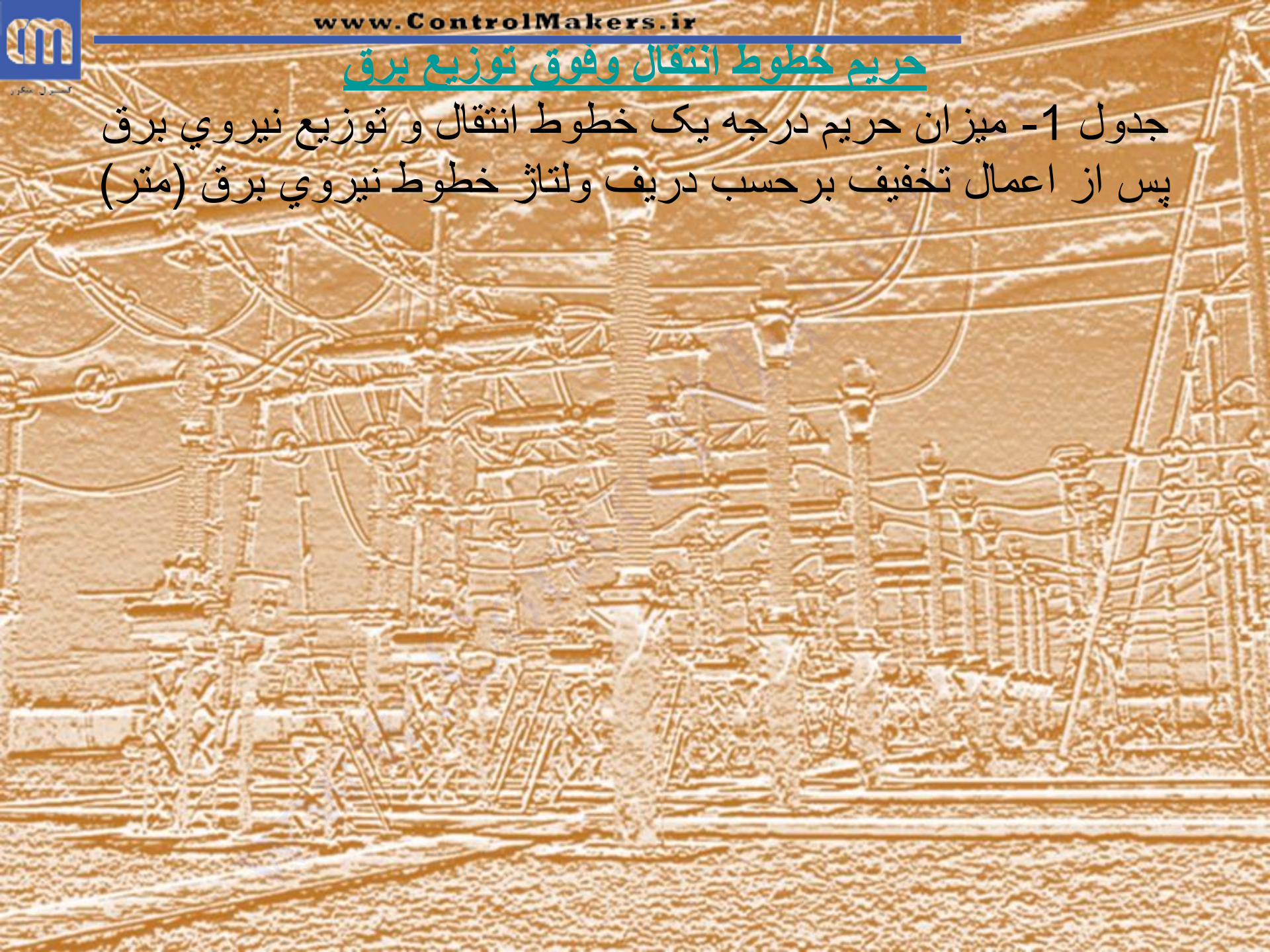
- در این نوع هادی، رشته-های هادی بوسیله روکشی از جنس پلی 1CC- نوع (عایق مربوط به کابل‌های خشک مورد استفاده در XLPE اتیلن کراسلینک) شبکه-های فشار متوسط، فوق توزیع و فشار قوی پوشیده شده است، این نوع هادی قابلیت تحمل تماس‌های موقت و زود گذر دو فاز به هم یا فاز به زمین را دارا می-باشد.

- در این نوع هادی، رشته-های هادی بوسیله روکشی 2CCT- نوع (عایق مربوط به کابل‌های XLPE از جنس پلی اتیلن کراسلینک) خشک مورد استفاده در شبکه-های فشار متوسط، فوق توزیع و فشار قوی) اما با ضخامتی بیشتر که بسته به مقطع هادی متغیر می-باشد، پوشیده شده و علاوه بر آن دارای یک روکش خارجی از جنس پلی اتیلن سنگین (پوشش خشک، سخت و با قدرت نفوذ پذیری کم) می-باشد که با هدف حفاظت عایق داخلی در برابر ضربات مکانیکی و برخورد اجسام خارجی و اشیاء برنده بکار می-رود. این نوع هادی با توجه به ضخامت عایق و روکش خارجی، قابلیت تحمل تماس‌های دو فاز به هم یا فاز به زمین را برای مدت‌های طولانی دارا می-باشد و طی این مدت طولانی، گروه‌های عملیاتی به مناطق مورد نظر مراجعه کرده و اقدام به رفع عیب خواهند نمود. مشخصات هادی روکشدار به مشخصات عایقی کابل نزدیکتر است. CCT نوع

با کابل خودنگهدار: **CC** و **CCT** تفاوت هادیهای روکشدار نوع  
 با کابل خودنگهدار این است **CC** و **CCT** تفاوت هادیهای روکشدار نوع  
 که کابل خودنگهدار از به-هم تابیده شدن سه رشته کابل مجزا و یک رشته سیم با  
 مقاومت مکانیکی بالا به عنوان مهار (جهت اتصال مجموعه کابل به یراق-آلات و  
 تحمل وزن مجموعه) تشکیل شده است و هر رشته کابل شامل هادی آلومینیومی  
 با مقطع استاندارد، لایه نیمه‌هادی داخلی بصورت نواری، اکسترود شده (تزریقی)  
 یا هر دو (جهت یکنواخت نمودن میدان الکتریکی حول هادی و جلوگیری از تخلیه  
 با **XLPE** الکتریکی در فواصل احتمالی موجود بین عایق و هادی)، عایق  
**5/5** ، لایه نیمه‌هادی خارجی بصورت نواری، اکسترود **mm** ضخامت استاندارد  
 شده یا هر دو بعلاوه شیلد الکترو استاتیک هادی (جهت یکنواخت نمودن میدان  
 می-باشد در **PVC** الکتریکی حول رشته‌های کابل) و غلاف (روکش) از جنس  
 فقط شامل هادی، لایه نیمه‌هادی داخلی (در **CC** حالیکه هادی روکشدار نوع  
**3-5/3**) بوده و هادی **mm** با ضخامت کمتر (**XLPE** برخی موارد)، عایق  
 شامل هادی، لایه نیمه‌هادی داخلی (در برخی موارد)، عایق **CCT** روکشدار نوع  
 با ضخامتی کمتر از ضخامت عایق کابل و روکش خارجی از جنس پلی **XLPE**  
 اتیلن سنگین می‌باشد.

## حریم خطوط انتقال و فوق توزیع برق

جدول 1- میزان حریم درجه یک خطوط انتقال و توزیع نیروی برق پس از اعمال تخفیف بر حسب دریف و لتاژ خطوط نیروی برق (متر)



یادآوری :

دستور العمل اعمال تخفیف حریم درجه یک خطوط انتقال و توزیع نیروی برق از قسمتهای مختلفی به شرح زیر تشکیل شده است که یک نسخه آن تحت شماره 61 طی نامه شماره 2930/320 مورخ 1/5/80 معاونت توسعه و امور اقتصادی شرکت توانیر ارسال شده است و می بایستی همراه مراجع الزامی آنها مورد استفاده قرار گیرند. قسمت اول - کلیات دستور العمل اعمال تخفیف

قسمت دوم - میدانهای الکتریکی در خطوط هوایی نیروی برق  
قسمت سوم - میدانهای مغناطیسی در خطوط هوایی نیروی برق

قسمت چهارم - نویز در خطوط هوایی نیروی برق

قسمت پنجم - عوامل مکانیکی در خطوط هوایی نیروی برق

قسمت ششم - فواصل خطوط هوایی انتقال نیروی برق بر اساس

NEESC استاندارد

قسمت هفتم - مقررات موجود در مورد حریم های خطوط انتقال نیروی

برق

(موادی از مصوبه قانونی)

الف) محور خط:

خطی است فرضی رابط بین مراکز پایه ها در طول خطوط هوایی نیروی برق

ب) مسیر خط:

نواری است از زمین در طول خطوط هوایی انتقال و توزیع حاصل از تصویر هادی های جانبی خط بر روی زمین.

پ) حریم:

1- حریم درجه یک:

دونوار است که در طرفین مسیر خط و متصل به آن که عرض هریک از این دو نوار در سطح افقی در این تصویب‌نامه تعیین شده است. (حریم درجه یک مربوط به داخل محدوده قانونی خدماتی شهر می باشد)

2- حریم درجه دو:

دونوار است در طرفین حریم درجه یک و متصل به آن فواصل افقی حد خارجی حریم درجه دو از محور خط در هر طرف که در این تصویب‌نامه تعیین شده است. (حریم درجه دو مربوط به خارج از محدوده قانونی خدماتی شهر می باشد)

ت) ردیف ولتاژ:

ولتاژ اسمی خطوط نیروی برق است.

ماده 2: تعیین مقدار حریم خطوط هوایی

1-2- حریم درجه یک شبکه 20 کیلو ولت سه متر از فاز کناری (سیم بیرونی) در هر طرف مسیر خط و حریم درجه دو شبکه 20 کیلوولت پنج متر از محور خط برای هر طرف مسیر شبکه می باشد.

2-2- حریم درجه یک شبکه 63 کیلوولت سیزده متر از فاز کناری (سیم بیرونی) در هر طرف مسیر خط و حریم درجه دو شبکه 63 کیلوولت بیست متر از محور خط برای هر طرف مسیر شبکه می باشد.

3-2- حریم درجه یک شبکه 230 کیلوولت هفده متر از فاز کناری (سیم بیرونی) در هر طرف مسیر خط و حریم درجه دو شبکه 230 کیلوولت چهل متر از محور خط برای هر طرف مسیر شبکه می باشد.

4-2- حریم درجه یک شبکه 400 کیلوولت بیست متر از فاز کناری (سیم بیرونی) در هر طرف مسیر خط و حریم درجه دو شبکه 400 کیلوولت پنجاه متر از محور خط برای هر طرف مسیر شبکه می باشد.

ضمناً طبق آئین نامه استانداردها:

حریم شبکه فشار ضعیف برابر 5/1 متر از سیمهای جانبی برای هر طرف شبکه می باشد.



ماده 4: در مسیر و حریم درجه یک اقدام به هرگونه عملیات ساختمانی و ایجاد تاسیسات مسکونی و تاسیسات دامداری یا باغ و درختکاری و انبارداری تا هر ارتفاع ممنوع می باشد و فقط ایجاد زراعت فصلی و سطحی و حفر چاه و قنوات و راهسازی و شبکه آبیاری مشروط بر اینکه سبب ایجاد خسارت برای تاسیسات خطوط انتقال نگردد با رعایت ماده 8 این تصویبنامه بلامانع خواهد بود.

ماده 5:

در حریم درجه دو فقط ایجاد تاسیسات ساختمانی اعم از مسکونی و صنعتی و مخازن سوخت تا هر ارتفاع ممنوع می باشد.

ماده 7:

در صورتیکه اشخاصی برخلاف مقررات این آئین نامه عملیاتی یا تصرفاتی در حریم درجه یک و درجه دو خطوط انتقال و توزیع بنمایند مکلفند به محض اعلام ماموران وزارت نیرو و موسسات و شرکتهای تابع عملیات و تصرفات اقدام نمایند.

ماده 8:

برای کلیه عملیاتی که به وسیله اشخاص حقیقی یا حقوقی به منظور راهسازی کارهای کشاورزی، حفر چاه و قنوات، عبور حمل بار و ماشین آلات و نظائر آن در مسیر و حریم خطوط نیروی برق انجام می گیرد باید اصول حفاظتی به منظور جلوگیری از بروز خطرات جانی و ورود خسارت مالی رعایت شده و درمورد حفر چاه و قنوات و راهسازی قبلاً مسوولین عملیاتی خطوط نیروی برق راهنمایی لازم خواسته شود و اجازه کتبی کسب گردد و در هر حال نظر وزارت نیرو باید ظرف یکماه از تاریخ وصول درخواست اعلام شود.

ماده 9:

حریم کابلهای زیرزمینی که در معابر و راهها گذارده می شود در هر طرف نیم متر از محور کابل و تا ارتفاع دو متر از سطح زمین خواهد بود در مواردی که کابل با سایر تاسیسات شهری از قبیل لوله کشی آب و فاضلاب و کابل تلفن و نظائر آن تقاطع نماید استانداردهای متداول شبکه های انتقال و توزیع نیروی برق باید رعایت شود.

ماده 10:

رعایت حریم و استانداردهای مصوب خطوط نیروی برق از طرف کلیه سازمانهای دولتی بخواهند اقدام به ایجاد تاسیسات جدیدی نمایند که با خطوط نیروی برق از روی تاسیسات موجود تلگراف و تلفن و راه و راه آهن عبور می نماید حریم و استانداردهای آن موسسات و شرکتهای تابع باید رعایت شود و انجام طرح های جدید با موافقت قبلی موسسات مربوطه خواهد بود.

مواد از لایحه قانونی رفع تجاوز از تاسیسات آب و برق کشور مصوب 1359 شورای انقلاب

ماده 9

چنانچه در مسیر حریم و خطوط انتقال و توزیع نیروی برق و حریم کانالها و انهار آبیاری احداث ساختمان یا درختکاری و هر نوع تصرف خلاف مقررات شده یا بشود سازمانهای آب و برق برحسب مورد با اعطای مهلت مناسب با حضور نماینده دادستان مستحذات غیرمجاز را قلع و قمع و رفع تجاوز خواهند نمود.

ماده 10:

اعطای پروانه ساختمان و انشعاب آب و برق و گاز و سایر خدمات در مسیر و حریم موضوع ماده 9 ممنوع است.

1- انتقال انرژی الکتریکی :

1-1-1- انتقال الکتریسیته

انرژی الکتریکی را می توان بطور اقتصادی به فاصله های دور انتقال داد برق از نیروگاه تا مراکز بار به وسیله خطوط انتقال فشار قوی انتقال می یابد یکخط انتقال را می توان به یک لوله آب تشبیه کرد که هر چه فشار آب بیشتر و لوله بزرگتر باشد آب بیشتری در لوله جریان خواهد یافت . به همین طریق هر چه ولتاژ بیشتر باشد و قطر سیم بزرگتر باشد انرژی الکتریکی بیشتری از خط انتقال عبور خواهد کرد .

افزایش  $p = v \cos \theta$  هر چه ولتاژ بیشتر باشد تولید و انتقال ارزانتر تمام می شود زیرا از رابطه ولتاژ موجب کاهش جریان برای مقدار معین توان می شود . هر چه جریان کمتر باشد اندازه کابل ( نیز کنترل و کمتر می شود .  $P = RI$  ها ، سوچ گیر های حفاظتی کوچکتر و تلفات توان خط )

1-1-2- ساختمان یک خط انتقال نمونه

اکثر خطوط انتقال ، هوایی می باشند زیرا خطوط زمینی برای انتقال به فواصل زیاد بسیار گران تمام می شوند . هادیهای خطوط هوایی به وسیله برج های مشبک فولادی ( دکل ) یا پایه های چوبی ، جهت عایق نمودن هادیها از زمین در هر نوع شرایط جوی و جلوگیری از تماس اتفاقی می باشد . استفاده از پایه های بلند این امکان را می دهد تا از اسپان های بلند و در نتیجه تعداد پایه های کمتری استفاده کرد .

اندازه یا طول مقره بستگی به ولتاژ خط دارد . هرچه ولتاژ قویتر باشد بایستی طول زنجیره مقره بلندتر باشد . هادی ها معمولا از آلومینیوم رشته ای با هسته فولادی است . آلومینیوم هادی خوبی برای الکتریسیته است ، و هسته فولادی موجب مقاوم شدن هادی می شود . یک هادی مقاوم و سبک را می توان با فلش (شکم) کمتر در اسپان های بلند استفاده نمود .

## 3-1-1-1- ولتاژ خط انتقال

نیروی الکتریکی در نیروگاه ها 13800 ولت تا 24000 ولت تولید می شود . یک ایستگاه ترانسفورماتور افزایشده بعد از نیروگاه ولتاژ را تقویت می کند تا با بازده بالا انتقال یابد . ولتاژهای تولیدی در نیروگاه تا ولتاژهای معمول خط انتقال یعنی 123000 ولت ، 230000 ولت ، 400000 ولت ، 500000 ولت و 765000 ولت افزایش می یابد . به عنوان یک قاعده کلی ، اگر ولتاژ 2 برابر گردد انرژی که میتوان انتقال داد بدون افزایش تلفات خط ، چهار برابر می شود . ( مانند مدارهای 500 کیلو ولت از هادی های باندل که 2 ، 3 یا EHV در خطوط فشار قوی ) 4 هادی به وسیله اسپیسر دمپر به یک دیگر متصل می گردند استفاده می شود باندل نمودن هادی ها باعث جلوگیری از مشکلات ولتاژ فشار قوی می گردد . در هر صورت ظرفیت افزایش یافته هادی علاوه بر ولتاژ فشار قوی اجازه می دهد یک خط 500 کیلو ولت تک مداره تا معادل 8 مدار 230 کیلو ولت انرژی حمل نماید .

## 4-1-1-1- پست های سیستم انتقال

پایانه های خطوط انتقال در پست ها و سوئیچ ها یاردها ( محوطه کلیدها ) قرار دارند . پست های برق ، ایستگاه های تغییر ولتاژ هستند . ترانسفورماتورها میتوانند به منظور انتقال مؤثر ولتاژ فشار قوی ، ولتاژ را افزایش و یا برای توزیع نیرو در جاده ها و خیابان ها ، ولتاژ را کاهش دهند .  
تجهیزات به گونه ای طراحی شده که ایستگاه بتواند در صورت خارج شدن قسمتی از مدار ، خط فوق توزیع مربوطه را تغذیه نماید .

## 5-1-1- سوئیچ یارد (محوطه کلید ها)

سوئیچ یاردها در پایانه های خطوط انتقال قرار دارند . يك سوئیچ یارد شامل کلید های قطع کننده ( سکسیونر ها ) ، مدار شکن ها ( دیژنگتور ها ) ، رله ها و سیستم های ارتباطی برای محافظت مدار می باشد . سوئیچ یارد این مکان را ایجاد می کند که برق از مدارهای مختلف عبور کند و اطمینان حاصل شود که حتی وقتی بعضی از قسمتهای يك سیستم قدرت خراب می شود مشتریان به طور مستمر سرویس دریافت دارند .

مدار های متعددی که به داخل يك سوئیچ یارد وارد می شود به وسیله يك مدار مشترك به نام باس یا شینه به یکدیگر ارتباط می یابند . اصطلاح باس از کلمه اومنی باس به معنی مجموعه ای از اشیاء متعدد یا در این حالت يك مجموعه ای از مدار ها متعدد است . باس بایستی بتواند جریان خطی زیادی را حمل نماید بنابراین معمولاً شامل هادیهای خیلی بزرگ یا لوله مسی یا آلومینیومی بزرگ و سخت می باشد . سوئیچ یارد معمولاً در داخل همان محوطه محصور شده ترانسفورماتور قرار دارد و قسمتی از پست را تشکیل می دهد .

کلیدهای فشار قوی :

- 1- سکسیونرها : یکی از کلیدهای فشار قوی بوده که به دو صورت قابل قطع زیر بار و غیر قابل قطع زیر بار می باشد . که به صورت دستی کنترل شده و عمل قطع و وصل انجام می شود .
- 2- اتوریکلوزرها : این کلید برای محافظت مدار و یا شبکه های فشار متوسط و قوی استفاده می شود که بصورت اتوماتیک عمل می کنند . عملکرد این کلید به این صورت است که چنانچه در شبکه ما اتصال کوتاهی رخ دهد این کلید بصورت اتوماتیک 3 یا 4 مرتبه عمل قطع و وصل را انجام می دهد و چنانچه مشکل شبکه (اتصال کوتاه) برطرف شده باشد به حالت وصل می ماند و اگر برطرف نشده باشد در قطع و وصل چهارمی دیگر وصل نمی شود .
- 3- دیژنگتورها : این کلید به صورت قطع و وصل خودکار می باشد و بیشتر برای محافظت تجهیزات فشار قوی استفاده می شود .
- 4- سکشن آلیزرها : این کلید عملکردش تقریباً همانند ریکلوزرها می باشد که در شبکه های شعاعی بعضاً هم حلقوی از این نوع کلید استفاده می شود ، که وظیفه آن کنترل یک قسمت مخصوص است .

## 6-1-1- ارتباط بین پستها

اپراتور باید وسایل اندازه گیری و آلامها (هشداردهنده ها) که شرایط ایستگاهها و خطوط منطقه تحت کنترل را نشان می دهد در اتاق کنترل بازبینی کند . اپراتور می تواند خارج از نیروگاه و ایستگاه ، کلید ها را به طریق کنترل از راه دور باز و بسته نماید . این کنترل عالیه سیستم بستگی به سیستمهای ارتباطی بین ایستگاهها (مرکز دیسپاچینگ) دارد .

برای انتقال اطلاعات و علائم از ایستگاهی به ایستگاه دیگر از خطوط تلفن ، سیستمهای ماکروویو یا ماهواره ای استفاده می PLC کابل نوری ، سیستمهای شود . چون وجود ارتباط مداوم بسیار حیاتی می باشد ، معمولا بیش از یک سیستم ارتباطی در محل وجود دارد تا در صورت خرابی یک سیستم ، بتوان از سیستم دیگری استفاده نمود .

خطوط تلفن یک ارتباط عادی بین ایستگاه ها است . استفاده از کابل نوری در شیلدوایر بر روی خطوط انتقال ، یک حالت ارتباطی معمول می باشد .

از هادیهای خط قدرت برای انتقال اطلاعات استفاده می‌نماییم. plc سیستم  
علائم ارتباطی به وسیله دستگاهی که شبیه به ترانسفورماتور ولتاژ است ولی در  
( می‌باشد، به هادیهای CCVT اصل يك ترانسفورماتور کوپلینگ ولتاژ خازنی )  
قدرت ارسال یا از آن دریافت می‌شود. به منظور نگهداری علائم انتقالی در  
قسمتهای مورد نظر خط قدرت، تله‌های موج نصب می‌گردد. تله موج که شبیه  
به يك سیم پیچ استوانه‌ای بزرگ می‌باشد از پیشروی علائم در خط جلوگیری می  
نماید.

ارتباطات ماکروویو بین ایستگاه‌ها نیاز به برج (دکل) همراه با آنتن در هر  
ایستگاه دارد. آنتن‌های فرستنده و گیرنده ماکروویو نیاز به يك دید مستقیم و بدون  
وجود هیچ مانعی در بین آنها دارد. بایستی برج‌های ماکروویو در صورت امکان  
بر روی تپه‌ها به فاصله 60 تا 100 کیلومتر (35 تا 60 مایل) نصب گردند تا  
علائم بین برجها مخابره شود.



## 7-1-1- استخرهاي قدرت الكتريكي

نيروگاه به وسيله خطوط انتقال در استخرهاي بزرگ منطقه اي يا شبکه هايي که از مرز هاي شرکت هاي برق مي گذرد به يکديگر مرتبط مي شوند . قدرت الكتريكي توسط اين شبکه ها به هر جايي که نياز باشد ارسال مي گردد . بدین ترتيب اين انرژی مي تواند مثلا در فصل گرما براي تغذيه اوج بارهاي حرارتي به شمال کشور ارسال شود .

لوازم اندازه گيري در پايانه هاي خطوط يا پست هاي تبديل مقدار انرژی که از مرزهاي سرويس دهی شرکت ها عبور مي کند و همچنين مبالغی که بایستی بابت آنها پرداخت يا به حساب منظور شود را تعیین مي کنند . بعضي اوقاتیک شرکت برق فقط انرژی را از يك همسايه توليد کننده برق به همسايه ديگر انتقال مي دهد و هزینه اين انتقال (ترانزيت) را دریافت مي دارد .

خاموشي بزرگ در شمال شرقي ايالات متحده آمريکا و کانادا در نهم نوامبر 1965 ميلادي بوجود آمد. اشکال يك عنصر در استخر قدرت (شبکه) موجب شروع يك زنجيره واکنشي شد که منجر به از دست رفتن بیشتر آن شبکه گرديد. از آن زمان پيشرفت طرح هاي حفاظتي آغاز و نصب تجهيزات حفاظتي خوب براي جدا نمودن نقاط معيوب صورت گرفت شرکتهای برق همواره با بهبود طرح هاي حفاظتي، داراي فرايندهاي هستندکه در صورتي که تقاضا (ديماند) مشترکين بيش از مقدار انرژي توليد شده سيستم باشد، عملا ولتاژ شبکه را کاهش مي دهند ويا بار را از سيستم کم مي کنند.

وقتي تقاضاي مشترکين از استخر قدرت بيشتر از مقدار توليد شده يا تامين شده توسط خطوط انتقال باشد، انداختن بار آخرين مرحله تصميم گيري خواهد بود. قبل از قطع بار، بايستي ولتاژ شبکه را پايين آورد تا کل انرژي تحويل شده به مشترکين کاهش يابد.

ممکن است مشترکين (مشترکين برق) مشاهده کنند که روشنايي آنها قدری کم نور شده و موتورهاي روشن، گرمتر ميشوند. بعضي از شرکتهای برق خارج از کشور هر دو سال یکبار به وسيله کاهش ولتاژ سيستم آزمایشاتي را انجام مي دهند. ضعف ولت معمولا تنها توسط مشترکيني ملاحظه مي شود که تقريبا کمتر از ولتاژ نرمال در مواقع معمول دريافت مي دارند.

اگر بعد از اینکه عملا ولتاژ سیستم کاهش یافت هنوز نتوان به اندازه کافی تقاضاي مشترکين را تأمين کرد ، بايستي ابتدا بعضي از صنايع بزرگ را از مدار خارج کرد . معمولا اين صنايع قراردادي با شرکت برق دارند که اجازه ميدهد بارشان در مقابل نرخ بهتر يا فروش کمتر برق ، کاهش يابد .

در زمستان سرد غير عادي سال ميلادي 1994 – 1993 ، تأمين برق مورد بسيار مشکل شد و به جاي اجراي خاموشي D.C تقاضاي مشترکين در واشنگتن گرديشي (دوره اي) ، مقدار تقاضا يا مصرف مشترکين به وسيله بستن ساختمانهاي دولتي در سردترين روزها کاهش داده شد .

وقتي همه روشهاي ديگر براي کاهش بار با شکست مواجه مي شود بايستي بار الكتريکي عموم مردم به طور گرديشي بر اساس زمان بندي و اعلان قبلي کاهش يابد . کاهش بار به طور گرديشي (نوبتي) باعث اعمال خاموشي در يك منطقه جغرافيايي معيني براي يك دوره زماني مشخص معمولا 30 تا 60 دقيقه مي شود .

## 2-1-1- توزیع انرژی الکتریکی :

### 1-2-1- اصول توزیع

سیستم انتقال ، انرژی الکتریکی را تا نزدیکی مراکز بار انتقال می دهد و سپس ولتاژ به ولتاژ فوق توزیع و یا مستقیماً به ولتاژ توزیع تبدیل می شود .

سیستم توزیع شامل خطوط فوق توزیع است که پست های توزیع را تغذیه می نماید تا ولتاژ را تا سطح ولتاژ فیدر توزیع کاهش دهد . فیدر های توزیع انرژی را به یک ترانسفورماتور (در محل مصرف عمومی و یا در مستغلات 20/0/4 kv) مشتري (مصرف اختصاصی) تحویل می دهد و ولتاژ را تا سطح ولتاژ مصرف تبدیل می کند .

● شش قسمت اصلي يك سيستم توزيع :

1- مدارهاي فوق توزيع :

مدارهاي فوق توزيع ، نيرو را از پستهاي بزرگ انتقال به پستهاي توزيع منتقل مي کنند . ولتاژهاي فوق توزيع براي مثال عبارتند از 63 kv پايه ها و عايقبندي در اين ولتاژها به اندازه كافي كوچك هستند كه بتوان خطوط را در کنار جاده ها احداث نمود . بعضي از شركت ها خطوط فوق توزيع را قسمتي از سيستم انتقال مي دانند .

2- پست فوق توزيع :

ترانسفورماتور پست فوق توزيع ولتاژ فوق توزيع را به ولتاژ توزيع کاهش مي دهد . پست شامل :

- سوئيچگر مدار فوق توزيع

- ترانسفورماتور

- دستگاه تنظيم کننده ولتاژ (رگلاتور ولتاژ)

- باس يا شين ولتاژ توزيع

- چندين فيدر متصل به باس

- سوئيچ گر براي فيدر توزيع

بسیاری از پست های فوق توزیع از يك اتاق كنترل مركزي (ديسپاچینگ توزیع) از راه دور كنترل مي شوند . اتاق كنترل مركزي به داده هاي پست نظير ولتاژ فيدر و مقدار بار دسترسي دارد . و مي تواند سوئیچ گیر پست را قطع و وصل ( يك فن ارتباطات است كه به scada نمايد . نظارت عاليه و تحصيل داده ها ) منظور كنترل از راه دور يك پست استفاده مي شود .

## 2- فيدرهاي اوليه (پرايمري) :

فيدرهاي اوليه (فشارمتوسط) سه فاز كه از پست خارج مي شوند مي توانند زميني يا هوايي باشند . يك فيدر توزيع مي تواند شعاعي باشد و به صورت شاخه اي در يك خيابان يا جاده كشيده شود . فيدر توزيع مي تواند به صورت شبكه رينگ (حلقوي) نيز از دو جهت تغذيه شود و معمولا از يك كليد (سكسيونر) در نقطه باز حلقه بين فيدرها استفاده مي شود تا آنها را از يكدیگر مجزا كند و يا مي توان بوسيله سوئیچ گیر خودكار آنها را بسته يا رينگ نمود .

## 3- ترانسفورماتور توزيع :

ترانسفورماتور توزيع كه مشتركين را تغذيه مي نمايد ولتاژ فيدر اوليه (پرايمري) را به ولتاژ مصرف كاهش مي دهد . اين ترانسفورماتور مي تواند با توجه به نوع سيستم توزيع ، بصورت هوايي بر روي يك كرسي فلزي يا سكوي بتوني يا در يك قسمت سقفدار (مانند اتاق يا كيوسك) نصب شود .

4- سیستمهای ثانویه :

یک سیستم ثانویه می تواند شامل یک سرویس تکفاز باشد که به وسیله یک ترانسفورماتور تغذیه می شود تا یک شبکه باس ثانویه که دارای چند فیدر است .

5- اتصالات مشترکین :

کابل سرویس مشترکین می تواند به صورت هوایی یا زمینی تکفاز یا سه فاز مستقیماً از ترانسفورماتور یا باس ثانویه تغذیه شود . مسئولیت شرکت برق یا توزیع برای سرویس مشترکین معمولاً تا کنتور مشترک است .

توضیح : منظور از سوئچ گیر ، لوازم اتصال خط مانند کلمپ خط گرم و لوازم حفاظتی و مجزاکننده مانند انواع کلیدها ، فیوزها و سکسیونرها فشار متوسط و قوی می باشد .

2-2-1- طرح های سیستم توضیح :

یک سیستم توضیح را میتوان به گونه ای طراحی کرد که درجات مختلفی از تداوم سرویس دهی را داشته باشد سیستمی که دارای درجه بالایی از تداوم سرویس دهی است گرانتر تمام می شود و معمولاً در شهرها در نقاطی که تراکم مشتریان زیاد است احداث می گردد .

### 3-2-1- سیستم شعاعی (رادیاال) :

طرح يك سیستم شعاعی بسیار شبیه به يك درخت است شاخه های تك فاز یا سه فاز یا انشعابات جانبی مشترکی را در طول مدار تغذیه می نماید هادی شاخه اصلی بیشترین بار را حمل می کند و هر چه شاخه ها از شاخه اصلی بیشتر میروند کوچکتر میگردند معمولا طول يك فیدر به وسیله ولتاژ و بار متصل شده محدود می گردد.

### 4-2-1- مدار اولیه (پرایمری) حلقوی :

يك مدار حلقوی یا رینگ از پست توزیع شروع و در منطقه ای که بایستی سرویس دهد يك حلقه می سازد یعنی منطقه را دور میزند و به پست بر می گردد.

این حلقه شبیه به 2 مدار شعاعی است که انتهای آنها به یکدیگر بسته شده است وقتی اشکالی در خط پیش می آید مدگار اولیه حلقوی بیشتر مشترکین را به طور خود کار یا دستی تغذیه می کند مدار شکن ها در حلقه نسب میشوند تا قسمت معیوب حلقه به طور خود کار به وسیله باز شدن هر کدام از 2 مدار شکن از حلقه مجزا شود .

رله ها وضعیت اضافه بار را حس می کنند و موجب قطع مدار شکن ها در هر طرف محل خطا می گردد و آن تکه را جدا می نمایند . انشعابات جانبی حلقه یا رینگ معمولا شعاعی هستند عموما انشعاب زمینی به صورت حلقوی است ولي يك کلید سکسیونر یا جمپر باز در حلقه وجود دارد که موجب می شود 2 طرف حلقه به صورت شعاعی تغذیه می شود .



## ● 5-2-1- شبکه اولیه (پرایمري)

شبکه اولیه در مرکز شهر که دارای بار سنگینی می باشند استفاده می شود. شکل اولیه شبیه به مدار اولیه حلقوی می باشد به استثنای این که آن حلقه از یک پست و یا یک فیدر از هر پست تغذیه می شود.

## 6-2-1- سیستم های هوایی و زمینی

یک سیستم توزیع، هوایی یا زمینی و یا ترکیبی از هر دو است. سیستم های زمینی بیشتر در مراکز شهری و سیستم های هوایی در روستاها استفاده می گردد.

مزایای سیستم هوایی عبارتند از :

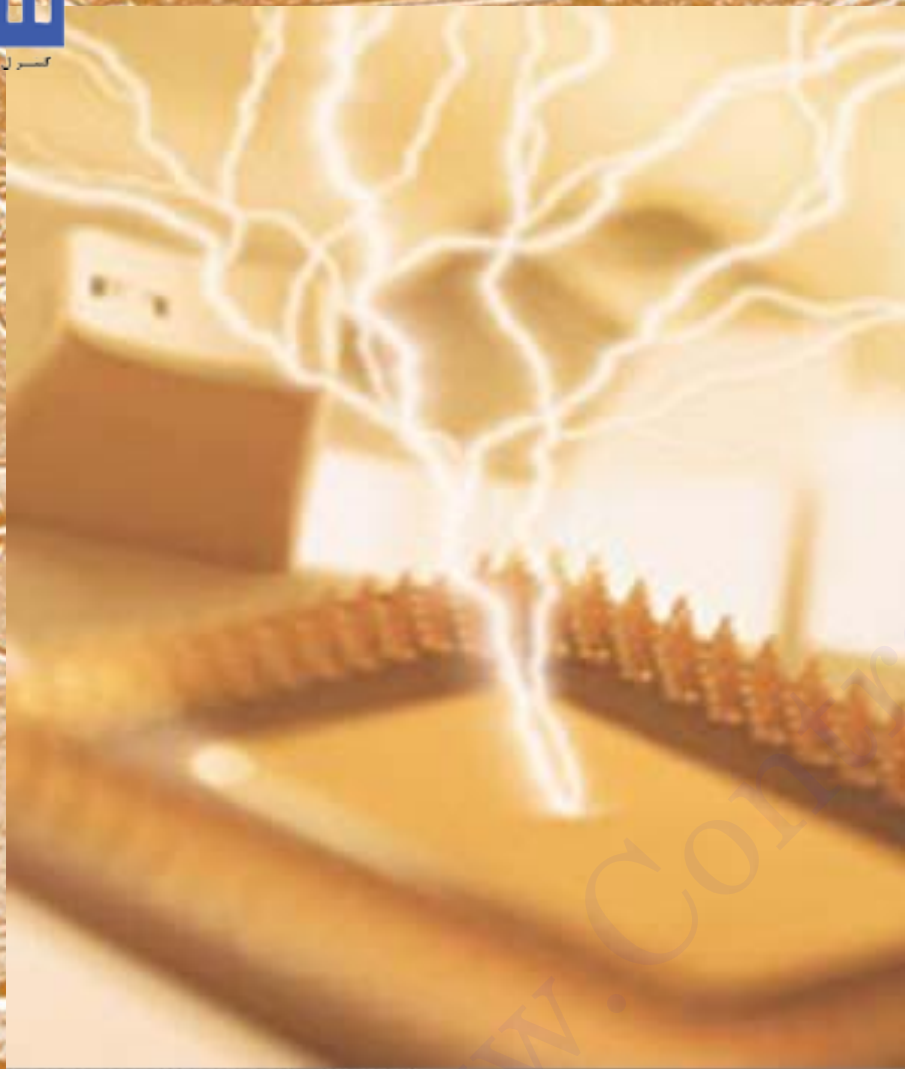
- هادی سوئیچ گیر و ترانسفورهای مربوطه هزینه کمتری دارد.
- عیب یابی و تعمیرات سیستم ساده و سریع تر است.
- هزینه بسیار کمتری برای ارتقاء سیستم هوایی موجود نیاز است زیرا نیاز کمتری به حفاری خیابانها، فضای سبز و سنگ جدول و غیره دارد.

مزایای سیستم زمینی نیرو عبارتند از:

- در معرض طوفان، درختان، حوادث اتومبیل، شکست مقره ها و آلودگی مقره ها نیست.
- از نظر زیبایی بیشتر مورد قبول مردم است.
- در مناطق حساس و پر ترافیک مانند اطراف فرودگاه ها ضرورت دارد.
- از کابل های زیردریایی برای عبور در آب ها استفاده می شود.
- مردم کمتر در معرض شوک الکتریکی قرار می گیرند. (ایمنی بیشتری دارد)
- معمولا دوام و عمر بیشتری دارد.

### 7-2-1- دو نوع سیستم زمینی

معمولا دو نوع سیستم زمینی سیستم کانالو سوراخ تعمیرات (سوراخ آدم رو) و دیگری سیستم دفن مستقیم وجود دارد. از سیستم کانال و سوراخ یا درچه تعمیرات در شهر ها استفاده می گردد زیرا کندن بتون و سنگ فرش خیابان هادر مواقع حفاری به منظور تعمیر یل ارتقاء سیستم زمینی بسیار گران تمام می شود. در این سیستم کابل های زمینی در کانال های بتونی و لوازم شبکه از قبیل ترانسفورماتور ها و کلیدهای قطع و وصل در پایین از سطح زمین دتر پست قرار دارد. سیستم دفن مستقیم بیشتر در بخش های کوچک مسکونی که کابل در زیر چمن یا خاک دفن شده استفاده می گردد. معمولا از ماسه در اطراف کابل برای جلوگیری از وارد آمدن فشار بر روی آن استفاده می شود. زیرا نقاط تحت فشار اغلب منبع خرابی کابل هستند. در سیستم دفن مستقیم نیز به هنگام عبور از عرض خیابان ها و جاده ها از کانال های مناسب نیز استفاده می گردد. ترانسفورماتور و سوییچ گیر ها اغلب بر روی سکو های بتونی یا فلزی در سطح زمین نصب می شوند.



<http://www.articles.ir>

# پدیده ی کرونا



کی از پدیده هایی که در ارتباط با تجهیزات برقدار از جمله خطوط انتقال فشار قوی مطرح می شود، کرونا است. میدان الکتریکی در نزدیکی ماده رسانا می تواند به حدی متمرکز شود که هوای مجاور خود را یونیزه نماید. این مسئله می تواند منجر به تخلیه جزئی انرژی الکتریکی شود، که به آن کرونا می گویند. یکی از پدیده هایی که در ارتباط با تجهیزات برقدار از جمله خطوط انتقال فشار قوی مطرح می شود، کرونا است. میدان الکتریکی در نزدیکی ماده رسانا می تواند به حدی متمرکز شود که هوای مجاور خود را یونیزه نماید. این مسئله می تواند منجر به تخلیه جزئی انرژی الکتریکی شود، که به آن کرونا می گویند. عوامل مختلفی از جمله ولتاژ، شکلو قطر رسانا، ناهمواری سطح رسانا، گرد و خاک یا قطرات آب می تواند باعث ایجاد گرادیان سطحی هادی شود که در نهایت باعث تشکیل کرونا خواهد شد. در حالتی که فاصله بین هادی ها کم باشد، کرونا ممکن است باعث جرقه زدن و اتصال کوتاه گردد. بدیهی است که کرونا سبب اتلاف انرژی الکتریکی و کاهش راندمان الکتریکی خطوط انتقال می گردد. پدیده کرونا همچنین سبب تداخل در امواج رادیویی می شود.

#### ● تعریف کرونا

تخلیه الکتریکی ایجاد شده به علت افزایش چگالی میدان الکتریکی، کرونا نام دارد. در حالی که این تعریف بسیار کلی است و انواع پدیده کرونا را شامل می شود.

#### ● ولتاژ بحرانی

گرادیان ولتاژی که سبب شکست الکتریکی در عایق شده و به ازای آن، عایق خاصیت دی الکتریک خود را از دست می دهد، گرادیان ولتاژ بحرانی نامیده می شود. همچنین ولتاژی را که سبب ایجاد این گرادیان بحرانی می شود ولتاژ بحرانی مینامند.

#### ● ولتاژ مرئی کرونا

هرگاه ولتاژ خط به ولتاژ بحرانی برسد، یونیزاسیون در هوای مجاور سطح هادی شروع می شود. اما در این حالت پدیده کرونا قابل رویت نمی باشد. برای مشاهده کرونا، سرعت ذرات الکترون ها در هنگام برخورد با اتم ها و مولکول ها باید بیشتر باشید یعنی ولتاژ بالاتری نیاز است

## ● ماهیت کرونا

هنگامی که میدان الکتریکی سطح هادی از ولتاژ بحرانی بیشتر شده باشد، بهمن الکترونی بوجود خواهد آمد که بوجود آورنده تخلیه کرونای قابل رویت در سطح هادی است. همواره تعداد کمی الکترون آزاد در هوا به علت مواد رادیو اکتیو موجود در سطح زمین و اشعه کیهانی، وجود دارد. زمانی که هادی در هر نیمه از سیکل ولتاژ متناوب برقرار می شود، الکترون های هوای اطراف سطح آن بوسیله میدان الکترواستاتیکی شتاب پیدا می کند. این الکترون ها که دارای بار منفی هستند در نیمه مثبت به طرف هادی شتاب پیدا می کنند و در نیمه منفی از آن دور می شوند. سرعت الکترون آزاد بستگی به شدت میدان الکتریکی دارد. اگر شدت میدان الکتریکی خیلی زیاد نباشد برخورد بین الکترون و مولکول هوا نظیر  $O_2$  و یا  $N_2$  رخ خواهد بود به این معنی که الکترون از مولکول هوا دور شده و به آن انرژی نمی دهد. به عبارت دیگر اگر شدت میدان الکتریکی از یک مقدار بحرانی معین بیشتر باشد، هر الکترون آزاد در این میدان سرعت کافی بدست می آورد به طوری که برخوردش با مولکول هوا غیر الاستیک خواهد بود و انرژی کافی بدست می آورد که به یکی از مدارهای الکترون های دو اتم موجود در هوا برخورد کند.

این پدیده یونیزاسیون نام دارد و مولکولی که این الکترون از دست می دهد تبدیل به یک یون مثبت می شود. الکترون نخستین که بیشتر سرعتش را در برخورد از دست داده و الکترونی که مولکول هوا را رانده است هر دو در میدان الکتریکی شتاب می گیرند و هر کدام از آنها در برخورد بعدی توانایی یونیزه کردن یک مولکول هوا را خواهند داشت. بعد از برخورد دوم ۴ الکترون به جلو می آیند و به همین ترتیب تعداد الکترون ها بعد از هر برخورد دو برابر می شود. در تمام این مدت الکترون ها به سمت الکتروود مثبت میروند و پس از برخوردهای بسیار تعدادشان بطور چشم گیری افزایش می یابد. این مسئله فرایندی است به وسیله آن بهمن الکترونی ایجاد می شود، هر بهمن با یک الکترون آزاد که در میدان الکترواستاتیکی قوی قرار دارد آغاز می شود. شدت میدان الکترواستاتیکی اطراف هادی همگن نیست.

ماکزیموم شدت آن در سطح هادی و میزان شدت با دور شدن از مرکز هادی کاهش می یابد. بنابراین با افزایش ولتاژ هادی در ابتدا تخلیه الکتریکی فقط در سطح بسیار نزدیک آن رخ می دهد. در نیمه مثبت ولتاژ الکترون ها به سمت هادی حرکت میکنند و هنگامیکه بهمن الکترونی ایجاد شد بطرف سطح هادی شتاب می گیرند. در نیمه منفی، بهمن الکترونی از سطح هادی به سمت میدان ضعیف تر جاری می شود تا هنگامی که میدان آنقدر ضعیف شود که دیگر نتواند الکترون ها را شتاب دهد تا به سرعت یونیزاسیون برسند. یون های مثبت باقی مانده در بهمن الکترونی به طرف الکتروود مثبت حرکت میکنند. با این وجود به دلیل جرم زیادشان که ۵۰۰۰۰ برابر جرم الکترون است بسیار کند حرکت می کنند. با داشتن بار مثبت این یون ها، الکترون جذب کرده و هرگاه یکی از آنها بتواند الکترون جذب نماید دوباره تبدیل به مولکول هوای خنثی می شود. سطح انرژی یک یون خنثی کمتر از یون مثبت مربوطه است و در نتیجه با جذب الکترون مقداری انرژی از مولکول منتشر می شود. انرژی آزاد شده درست به اندازه انرژی نخستین است که لازم بود برای جدا کردن الکترون از مولکول استفاده گردد. این انرژی بصورت موج الکترومغناطیس منتشر می شود و برای مولکول های  $O_2$  و  $N_2$  در طیف نور مرئی قرار دارد.

## ● بهترین زمان برای مشاهده کرونا

کرونا در فضای آزاد بعد از یک روز بارانی تا قبل از زمانی که سطوح برق‌دار خشک شده باشند قابل مشاهده است. پس از خشک شدن کرونا مشاهده نمی‌شود. نقاطر معرض کرونا با رطوبت خود را بهتر نشان می‌دهند. باد می‌تواند فعالیت کرونا را کاهش دهد. کرونا می‌تواند در اثر قندیل هم ایجاد شود. موتورهای الکتریکی، ژنراتورها و تابلوهای داخلی می‌توانند کروناهای شدیدتری از وسایل خارجی پست‌ها ایجاد نمایند. تشکیل هوای یونیزه در فضای بسته و عدم حرکت هوا پدیده کرونا را تسریع می‌کند و ولتاژهایی را ایجاد می‌کند که در آن کرونا رخ دهد موتورها و ژنراتورها می‌توانند با توجه به وجود فن‌های خنک‌کننده شان هوایی با فشارهای گوناگون ایجاد کنند.

## ● آشکار شدن کرونا

صدای هیس مانند قابل شنیدن، ازن، اسید نیتریک (در صورت وجود رطوبت در هوا) که بصورت گرد کدر سفید جمع می‌شود و نور (قوی‌ترین تشعشع در محدوده ماوراءبنفش و ضعیف‌ترین آن در ناحیه نور مرئی و مادون قرمز که می‌تواند با چشم غیر مسلح نیز در تاریکی با دوربین‌های ماوراءبنفش دیده شود) از نشانه‌های کروناهای الکتریکی باشند. تخلیه بار ناشی از بهمن‌الکترونی در آزمایشگاه، به سه طریق مختلف مشاهده می‌شود. بهترین راه تشخیص کروناهای مرئی است که به صورت نور بنفش از نواحی با ولتاژ اضافی ساطع می‌شود.

دومین راه شناسایی کروناهای صدا دار است که در حالی که شبکه مورد مطالعه در ولتاژی بالاتر از آستانه کرونا باشد صدایی به صورت هیس هیس قابل شنیدن است. امواج صوتی تولید شده به وسیله اغتشاشات موجود در هوای مجاور محل تخلیه بار، به وسیله حرکت یون‌های مثبت به وجود می‌آیند.

سومین و مهمترین راه مشاهده از نظر ظرفیت برق اثرات الکتریکی است که منجر به اختلال رادیویی می‌شود. حرکت الکترون‌ها (بهمن‌الکترونی) سبب ایجاد جریان الکتریکی و در نتیجه به وجود آمدن میدان مغناطیسی و الکترواستاتیکی در مجاورت آن می‌شود. شکل‌گیری سریع و انی بودن این میدان‌ها ولتاژ فرکانس بالایی در نزدیک آنتن رادیویی القا می‌کند و منجر به اختلال رادیویی می‌شود.

## ● انواع کرونا

سه نوع مختلف از کرونا وجود دارد که در نمونه تست EHV در آزمایشگاه مشخص می شود: تخلیه پر مانند، تخلیه قلم مویی و تخلیه تابشی. تخلیه پرمانند، دیدنی ترین آنهاست و علت نامگذاری هم این است که به شکل پر تخلیه می شود. زمانی که در تاریکی مشاهده شود دارای تنه متمرکزی حول هادی است که قطر این هاله نورانی بنفش رنگ از چند اینچ در ولتاژهای پایین تر تا یک فوت و بیشتر در ولتاژهای بالا تغییر می کند. بروز آثار صوتی این نوع به صورت هیس هیس بوده و به راحتی توسط یک ناظر با تجربه تشخیص داده می شود. در تخلیه قلم مویی پرچمی از نور به صورت شعاعیاز سطح هادی خارج می شود. طول این تخلیه ها از کمتر از یک اینچ در ولتاژهای پایینتا ۱ تا ۲ اینچ در ولتاژهای بالا تغییر می کند. صدای همراه با آن صدایی در پس زمینه مانند صدای سوختن است. تخلیه تابشی نور ضعیفی دارد که به نظر می رسد سطح هادیرا در بر گرفته است ولی مانند نوع قلم مویی برجسته نیست. همچنین ممکن است در نواحی بحرانی سطح عایق ها در زمان بالا بودن رطوبت رخ دهد. معمولا صدایی با این نوع تخلیه همراه نیست.





# برقگیر فشار قوی

همانطوریکه از نام این وسیله مشخص است کار آن حفاظت تجهیزات است در مقابل ولتاژ های اضافه که معمولاً در زمان کلید زنی و یا ولتاژها صاعقه پدید می آید . یکی از مواردی که در انتخاب و نصب برقگیرها باید رعایت شود حد اقل ولتاژ تجهیزات و محل مناسب نصب آن است .

ولتاژ الکتریکی برقگیر متناسب با بیشینه ولتاژی است که در فرکانس 50 هرتز شبکه ممکن است پیدا شود انتخاب میشود که این ولتاژ معمولاً نباید از  $15/1$  تا  $25/1$  برابر ولتاژ نامی شبکه کمتر باشد . در زمان محاسبه برقگیرها باید بدترین و نا مساعد ترین حالت که در موقع اتصال کوتاه شدن يك فاز و یا بالا رفتن ولتاژ يك فاز نسبت به زمین پیش می آید را در نظر داشت و همچنین شدت صاعقه که در منطقه سابقه داشته را مد نظر داشت . برقگیرها را باید در نزدیکترین نقطه به تجهیزات که می خواهیم حفاظت شوند نصب گردد .

انواع برقگیرها :

الف ) برقگیرهای نوع جرقه ای :

برقگیری است که ما بین سیم انتقال انرژی و زمین بسته میشود و تشکیل شده از دو گلوله در فاصله ای محاسبه شده که به محض رسیدن موج سیار فشار قوی به نقطه ای برقگیر قرار دارد ، بین این دو گلوله جرقه میزند و بار الکتریکی به زمین هدایت میشود و بدین ترتیب تخلیه میشود . بزرگترین عیب این برقگیرها تاخیر بسیار زیاد در ایجاد جرقه است ( تخلیه الکتریکی ) ، زمان لازم برای آماده سازی جرقه کامل بین دو الکترود در حدود 3-10 تا 8-10 ثانیه طول می کشد .

ب ) برقگیرها آرماتور :

معمولاً جهت حفاظت ترانسفورماتورها در مقابل اختلاف سطح زیاد طول مقره های عبوری ترانسفورماتورها ( پوشینگها ) از دو میله فلزی شاخکی در دو سر ایزولاتور نصب میشود ، اختلاف سطح را بطور مصنوعی قدری کوتاه تر می کنند ، فاصله هوایی دو الکترود باید بقدری باشد که اگر ولتاژ دو سر ایزولاتور به اندازه 5/1 تا 2 برابر ولتاژ نرمال ترانسفورماتور برسد این الکترود هیچگونه تخلیه الکتریکی حاصل نشود این برقگیرها عملاً جهت حفاظت پوشینگ های ترانسفورماتور استفاده میشود ، زیرا در صورت نبودن این شاخک ها تخلیه الکتریکی ناچاراً از روی مقره ها صورت میگیرد و باعث شکستن و از بین رفتن لعاب مقره ها ( پوشینگ ها ) می شود .

ج) برقیگیرها نوع لوله ای :

در مقایسه با نوع جرّقه ای زمان بسیار کمتری در تخلیه الکتریکی دارد ، در واقع نحوه عملکرد این نوع برقیگیرها طوری است که جریان هدایت شونده ناشی از تخلیه الکتریکی پس از يك یا چند نیمه موج فرکانس در اثر گازی که خود برقیگیر تولید میکند از بین میرود و از این جهت میتوان آنرا برقیگیر نوع جرّقه خاموش کننده دانست .

د) برقیگیر نوع بافنتیل ( مقاومت های غیر خطی ):

برقیگیری است که در موقع کار عادی شبکه ، هیچگونه جریانی از آن عبور نمی کند و در موقع اضافه ولتاژ بصورت هادی در آمدهو عمل تخلیه را انجام میدهد و به محض رفع اضافه ولتاژ بصورت عادی در آمده و بکارش ادامه می دهد . مقاومت متغیر این نوع برقیگیرها را طوری انتخاب میکنند که افت ولتاژ دو سر برقیگیر از ولتاژ نامی شبکه کمتر نشود .

کنتور های برقگیر که میتواند برای هر فاز و یا برای هر سه فاز یک کنتور باشد ، عمل ثبت تعداد دفعات تخلیه را انجام میدهد . یعنی نمراتوری در آن تعبیه شده که با هر بار عملکرد آن ، یک شماره می اندازد .

### تست برقگیرها :

مهمترین تستی که در محل پست بروی برقگیرها انجام میشود ، تست عایقی آن است بدین منظور عایقی نقطه اولیه برقگیر را نسبت به زمین بررسی میکنند . در مرحله بعد میزان عایقی انتهایی برقگیر ( پایه ها ) را بررسی میکنند . در زمان تست لازم است که اتصالات آن باز شده باشد .

برای تست کنتور های برقگیر نیز با شارژ خازنی میتوان ولتاژ لحظه ای را ایجاد نمود تا عملکرد آنرا بررسی کرد . برای اینکار میتوان از خازنهای ولتاژ متناوب یا ولتاژ مستقیم استفاده نمود و پس از شارژ آنرا به دو سر کنتور زده و تست نمود





# بریکر

نکاتی در مورد بریکر:

دژنکتور کلیدی است که علاوه بر قطع و وصل خط، حفاظت شبکه را نیز بر عهده دارد و در شرایط اتصال کوتاه شدن شبکه بوسیله عملکرد رله ها قسمت معیوب را مجزا می نماید. دژنکتور ها طوری طراحی شده اند که بطور اتوماتیک از طریق رله یا بطور دستی از اتاق فرمان و همچنین از محل ، در شرایط تحت ولتاژ و زیر بار و در زمان اتصال کوتاه که جریان عبوری از مدار ممکن است تا 10 برابر جریان نامی در دژنکتور باشد، قادرند مدار را قطع نمایند بدون آنکه آسیبی به آن برسد.

مدار وصل دژنکتور :

با فرمان از راه دور (REMOTE) از اتاق فرمان و از نزدیک (LOCAL) بوبین وصل دژنکتور که بوسیله برق DC تغذیه می شود، تحریک و دژنکتور وصل می گردد.

مدار قطع دژنکتور:

به طور اتوماتیک از طریق رله و به طریق رله و به طریق دستی از راه دور و نزدیک بوبین قطع دژنکتور انرژی دار شده و باعث قطع دژنکتور می گردد ، چنانچه عمل قطع صورت نگیرد ، اشکالات زیر ممکن است وجود داشته باشند:

مدار قطع دژنکتور اشکال دارد که در این صورت بایستی □ آلام TRIP CIRCUIT

روی تابلو آلام ها روشن باشند.

مکانیزم دژنکتور و □ یا سیستم خاموش کننده جرقه اشکال دارد که در این صورت آلام

CIRCUIT BREAKER FAILURE دریافت می شود.

اگر اپراتور موفق به رفع اشکالات مذکور نگردد ، بایستی گروه رلیاژ برای بند 1 و گروه

تعمیرات الکترومکانیک برای بند 2 در محل حاضر و رفع اشکال نمایند .



## 2- سکسیونر DS Isolator – Disconnect or Switch

کلیدی است غیر قابل قطع زیر بار و جریان اتصال کوتاه را از خودش عبور می دهد ، یا بعبارت دیگر جهت ایزوله کردن خطا بکار می رود، قابل قطع زیر بار نیست و جریان اتصال کوتاه را تحمل می کند.

این کلیدها ساختمان بسیار ساده ای دارد که از یک مکانیزم مکانیکی که در دو سر کنتاکت ها را به هم ارتباط داده یا قطع می کند تشکیل می شود . قطع و وصل این کلید با فرمان دستی مکانیکی از محل و یا فرمان الکتریکی از اتاق فرمان یا محل صورت می گیرد. این کلید فقط زمانی که مدار تحت ولتاژ و یا کلاً بی برق باشد ، قطع و وصل می گردد چون کنتاکت های آن قابل رؤیت است ، برای حفاظت جان افراد بعنوان یکی از نقاط ضمانت استفاده می گردد.

مثلاً زمانی که احتیاج به انجام تعمیرات روی یکی از تجهیزات اصلی پست باشد، با باز کردن سکسیونرهای دو طرف آن می توان دستگاه مورد نظر را کاملاً از منابع برقدار جدا نمود.

یا عبارت دیگر:

وسیله قطع و وصل سیستم هایی که تقریباً بدون جریان هستند عبارت دیگر سکسیونر قطعات و وسایلی را که فقط زیر ولتاژ هستند از شبکه جدا می سازد. بدین معنی که سکسیونر یک کلید نیست بلکه یک ارتباط دهنده یا قطع کننده مکانیکی بین سیستمها است بدون اینکه مداری بسته شود. سکسیونر باید در حالت بسته یک ارتباط گالوانیکی محکم و مطمئن در کنتاکت هر قطب برقرار سازد و مانع افت ولتاژ گردد.

موارد استعمال سکسیونر:

از آنجایی که سکسیونر باعث قطع و یا وصل جریان الکتریکی نمی شود برای باز کردن دستگاه بستن هر مدار الکتریکی فشار قوی احتیاج به یک کلید دیگر خواهیم داشت بنام کلید قدرت که قادر است مدار را تحت هر شرایطی باز نمی کند و سکسیونر وسیله است برای ارتباط کاید قدرت به شین یا هر قسمت دیگری از شبکه که دارای پتانسیل است لذا طبق قوانین متداول الکتریکی جلوی هر کلید قدرت از 1 KV به بالا و یا هر دو طرف در صورتیکه آن خط از دو طرف پتانسیل می گیرد سکسیونر نصب می گردد.

برای جلوگیری از قطع و یا وصل بی موقع و در زیر بار سکسیونر ، معمولاً بین سکسیونر و کلید قدرت بست اینترلاک ( مکانیکی و الکتریکی ) بنحوی برقرار می شود که با وصل بودن کلید قدرت نتوان سکسیونر را قطع یا وصل نمود .

انواع مختلف سیکسونر استفاده شده در پست فولاد

1) سیکسیونر تیغه ای (2) سیکسیونر دورانی

1) سیکسیونر تیغه ای

این سیکسیونر بصورت یک پل و مورد استفاده در SVC قرار داده شده است دارای تیغه هایی است که در ضمن قطع کلید عمود بر سطح افق حرکت می کنند و رد بالای ایزولاتور قرار می گیرند.

2) سیکسیونر دورانی

سیکسیونرهای مورد استفاده در پست فولاد از نوع سیکسیونر دورانی است که دارای دو تیغه متحرک و دورانی می باشد که با برخورد آنها بهم ارتباط الکتریکی برقرار می شود.

در این نوع کلید تیغه ها به موازات سطح افق و یا عمود بر سطح محور پایه ها انجام می گیرد و دارای این مزیت است که با کوچک بودن طول بازوی تیغه فاصله هوایی لازم بین دو تیغه بوجود می آید و چون تیغه ها با گردش پایه ها باز و بسته می شوند، عوامل خارجی مثل فشار باد و برف و غیره نمی تواند باعث وصل بی موقع آن گردد. یا به علت یخ زدگی کنتاکت ها در زمستان احتیاج به نیروهای اضافی برای بازکردن آنها نیست.

سیکسیونر دورانی در پست فولاد بصورت تکفاز ساخته شده است و بسته به نوع شین بندی شبکه سه تایی آن بصورت متوالی در کنار هم در شبکه سه فاز نصب می گردد. تمام قطب ها توسط اهرم و میله بطور مکانیکی بهم متصل و مرتبط می شوند و دارای فرمان واحد می باشند که معمولاً موتوری و در حالت اضطراری دستی است.

هر یک از سکسیونرهای یک فاز دارای دو پایه عایقی که محور داخلی قابل گردش می باشند که تیغه ها در روی آنها نصب شده است بطوریکه در موقع قطع و یا وصل سکسیونر پایه ها حول محور خود در خلاف جهت یکدیگر به اندازه 90 درجه می چرخند و باعث قطع و یا وصل کنتاکت ها می شوند.

3) سکسیونر زمین ES یا EDS

### Earth Disconnect Switch

سکسیونر ارت سکسیونری است که خط یا باسبار را ارت می نماید . این سکسیونر معمولاً در روی پایه سکسیونر خط نصب می شود و با آن اینترلاک میباشد .

معمولاً در هنگام تعمیرات به منظور تخلیه بارهای موجود از قبل و جلوگیری از القای الکتریسیته از خطوط مجاور و بی خطر کردن عملیات تعمیراتی روی دستگاهها توسط سکسیونر زمین، اتصال زمین برقرار می شود قبل از وصل سکسیونر زمین رعایت موارد زیر ضروری است :

- 1- دار منبع انرژی جدا شده باشد که وصل سکسیونر زمین باعث بروز حادثه نگردد.
- 2 - سکسیونر مورد عمل کاملاً شناخته شده باشد و برای انجام عملیات قطع و وصل از دستکش عایق متناسب با ولتاژ استفاده گردد.
- 3 - از نظر ایمنی قبل از انجام عملیات مکانیزم هوایی و اتصالات سکسیونر فوق قبل از عمل، دقیقاً مورد بازرسی قرار گیرد.
- 4 - پس از وصل سکسیونر ارت هر سه فاز بازرسی شود که بطور کامل بسته شده باشند. لازم به توضیح است که بسته شدن سکسیونر زمین در حالی که خط برق دار است ، باعث آسیب رسیدن به اپراتور و وارد شدن خسارات به دستگاهها و بروز اختلال در برق رسانی می گردد. برای ممانعت از این اتفاقات سیستم اینترلاک بین سکسیونر خط و سکسیونر زمین وجود دارد و فقط هنگامی که سکسیونر خط قطع باشد ، امکان وصل سکسیونر زمین وجود دارد . اگر چه سیستم اینترلاک مانع بروز حادثه می گردد ولی این وسیله کافی نبوده و اپراتور می بایست دقیقاً بازرسی لازم از شرایط موجود به عمل آورد تا مطمئن شود که دستگاه مجزا شده از طریق منابع دیگر برقدار نمی شود. جهت محدود کردن خطاهایی که اپراتورها سهواً مرتکب آن می شوند ، بهترین روش استفاده از دستورالعمل هایی است که برای مجزا نمودن دستگاههای مختلف توسط سرپرست پست تهیه و معمولاً در اتاق فرمان موجود است .

## 4) برقگیر LA Lighting Arrester

برای جلوگیری از امواج اضافه ولتاژ ناشی از صاعقه و کلید زنی استفاده میشود. برای اطمینان بیشتر تمام تجهیزات یک پست در حدود KV 650 را می توانند تحمل کنند (برای مدت کوتاه) ولی برقگیر از ولتاژ KV 500 به بالا را برش داده و نمی گذارد به تجهیزات آسیبی برسد. ورود اضافه ولتاژها به تجهیزات باعث آسیب رسیدن به عایق تجهیزات می رسد. محل نصب برقگیر برابر طراحی صورت می گیرد، ابتدای ورود خط، نزدیک ترانس، باسبار و ... وسایل مهم در پست مانند ترانسفورماتور قدرت در دو طرف آن (ورودی و خروجی) برقگیر نصب می کنند.

برقگیرهای مورد استفاده عموماً از نوع برقگیر با مقاومت غیر خطی است که از یک یا چند خازن سری همراه با یک یا چند مقاومت غیر خطی تشکیل شده است. وجود این خازنها و فواصل هوایی لازم است چون در زمان کار عادی از وجود جریان الکتریکی، برقگیر جلوگیری به عمل می آید.

زمانی که ولتاژ سیستم به علتی بالا رود، فواصل هوایی بین خازنها هادی جریال الکتریسیته خواهد شد و قوس الکتریکی در این فواصل تشکیل می شود. از این پس جریانی که از مقاومت غیر خطی عبور می کند میزان افت ولتاژ در دو سر برقگیر و در نهایت در دو سر سیستم مورد حفاظت را تعیین می نماید.

معمولاً مقاومت های غیر خطی که در برقگیرها به کار برده می شوند از کاربرد سیلیسیوم ساخته می شوند .

این مقاومت های غیر خطی در برابر موج جریان اصلی از صاعقه یا عوامل دیگر مقاومت کمی نشان می دهند و بدین ترتیب این امواج را داخل خود هدایت کرده و سطح ولتاژ را در حد معینی نگه می دارند. اما زمانی که موج ولتاژ از داخل برقگیر عبور کرده و به حالت عادی برگردد مقاومت های غیر خطی ، به یک مقاومت بزرگ تبدیل شده و جریان عبوری از داخل برق گیر به طور قابل ملاحظه ای کاهش مییابد. کم شدن جریان باعث می شود که قوس الکتریکی در فواصل هوایی ناپایدار شده و در لحظه ای که ولتاژ سیستم از صفر عبور کند - قوس به طور کامل خاموش می شود .

فواصل هوایی موجود در یک برقگیر باید در برابر بیشترین مقدار ولتاژ سیستم مقاومت نموده بدون اینکه امکان تخلیه الکتریکی این فواصل هوایی وجود داشته باشد. همچنین این فواصل هوایی باید بنحوی باشند که پس از هدایت موج جریان زیاد حاصل از عاققه با عوامل دیگر ، موقعی که ولتاژ سیستم به حالت عادی بر میگردد جریان حاصله را در اولین نقطه صفر و ولتاژ را قطع کند .

## کنتور برقگیر:

جهت مشخص شدن تعداد دفعات عملکرد برقگیر را از داخل دستگاهی بنام کنتور برقگیر عبور می دهند.

نکاتی که در مورد نصب برقگیر ها باید مورد توجه قرار گیرد:

اثر حفاظتی حتی برقگیر های خوب در اثر کاربرد نامتناسب بطور قابل ملاحظه ای کاهش می یابد، در موقع نصب برقگیر باید نکات زیر مورد توجه قرار گیرد:

- 1- باید اختلاف پتانسیل زمین برقگیر کامل باشد.

- 2- برقگیر باید در مجاورت دستگاه حفاظت شونده قرار داده شود ، هر قدر که برقگیر به دستگاه مورد حفاظت نزدیکتر باشد اختلاف پتانسیل کمتری بین ترمینال برقگیر و دستگاه وجود دارد.

- 3- سیم زمین برقگیر باید به اتصال زمین مشترک پست وصل شود.

- 4- سیم اتصال زمین نباید هیچگونه پیچش یا حلقه ای داشته باشد زیرا این باعث می شود که اندوکتانس اضافه در مقابل جریان تخلیه بوجود آید.

- 5- در موقع نصب برقگیر باید توجه داشت که هرگونه هادی فازی ، چه دارای ولتاژ متفاوتی با ولتاژ سیستم و چه زمین باشد در خارج یک کره فرضی به شعاع  $R$  و دور برقگیر باشد .