

سیستم های توزیع انرژی الکتریکی

به نام خدا

شناخت لوازم و وسایل و تجهیزات شبکه های توزیع هوایی

فهرست مطالب

۱-	مقدمه..... ۲
۲-	مقایسه شبکه های هوایی و زمینی و مشخصات مکانیکی. الکتریکی خطوط هوایی ۴
۳-	پایه های چوبی ۵
۴-	پایه های فولادی ۸
۵-	پایه های بتنی ۹
۶-	جدول پایه های چوبی و بتنی ۱۳-۱۴
۷-	انواع کراس آرم (کنسول) ۱۴-۱۵
۸-	هادیهای خطوط توزیع و انتقال ۱۹
۹-	لوازم شبکه های فشار ضعیف ۲۳
۱۰-	مقره های خطوط هوایی ۲۵
۱۱-	متعلقات مقره بشقابی در شبکه انتهائی و یا آویزی (رابطها) ۲۳
۱۲-	انواع پیچ و مهره ۳۶
۱۳-	دمپرو و آرمادو ترانسفورماتور ۳۷-۳۸
۱۴-	مهارها ۳۹
۱۵-	لنگر مهار و انواع آن ۴۲
۱۶-	فیوزها ۴۴
۱۷-	برقگیر و انواع آن ۴۷
۱۸-	سیم گیر (قورباغه) و چرخ طناب قورباغه ۴۹
۱۹-	کلیدهای فشار قوی ۵۱
۲۰-	تعاریف و بررسیهای فنی از شبکه های توزیع هوایی ۵۷
۲۱-	انواع اتصالیها، هدف از بکار بردن ارت و انواع زمین کردن (ارت) ۵۹
۲۲-	اتصال زمین (ارت) روشهای گوناگون اتصال زمین ۶۰
۲۳-	روشهای کاهش مقاومت زمین ۶۲
۲۴-	لوازم حفاظتی خطوط و شبکه ۶۴
۲۵-	نقاطی که معمولاً در سیستمهای توزیع بایستی ارت شود و حریم خطوط ۶۵

منابع مورد استفاده در تهیه این نوشته :

- ۱) آشنایی به استاندارد و طراحی مقدماتی شبکه های توزیع برق (اداره آموزش و ایمنی برق منطقه ای اصفهان)
- ۲) سیستم توزیع انرژی الکتریکی (محمد قربانی)

مقدمه

از آنجا که امروزه اهمیت سیستمها و شبکه های الکتریکی اعم از خطوط انتقال شبکه های توزیع هوایی و زمینی در همه جوامع بشری را می توان به سلسله اعصاب آدمی تشبیه نمود چنانچه خللی در قسمتی از سیستم انتقال و یا توزیع در گوشه ای از کشور رخ دهد اثر خود را در تمامی جامعه کم و بیش می گذارد خصوصا با پیشرفت جوامع در همه سطوح زندگی اعم از صنعتی، کشاورزی، تجاری و امور فرهنگی لزوم نیاز به وجود سیستم توزیع و انتقال انرژی الکتریکی همگون و منظم افزایش می یابد از این رو بالابردن کیفیت خطوط انتقال و شبکه های توزیع دیگر متعلقات آن ایجاد نظم و هماهنگی در کارهای مربوطه و رفع نواقص و کمبودها میتواند شرایط زندگی بهتری را برای جامعه فراهم نماید. در شرایط فعلی جامعه که پیشرفت در امور صنعتی را ايجاب می نماید توسعه بخش انتقال و خصوصا توزیع انرژی الکتریکی اهمیت بیشتری پیدا کرده است. زیرا در قیاس انواع انرژی ها، انرژی الکتریکی بسیار اقتصادی و بدور از هر گونه عوارض و ضایعات جانبی و از همه مهمتر اینکه نسبت به سایر انرژیها و بطور کلی مانور آن در استفاده های گوناگون در زندگی زیاد می باشد. بطور خلاصه میتوان محاسن و مزایای انرژی الکتریکی در قیاس با سایر انرژیها را به موارد زیر اشاره نمود:

- ۱- انتقال مقادیر زیادی انرژی الکتریکی به آسانی امکان پذیر است.
 - ۲- انتقال این انرژی به فواصل طولانی به آسانی امکان پذیر است.
 - ۳- تلفات این انرژی در طول خطوط انتقال و توزیع کم و دارای راندمان نسبتا بالایی می باشد.
 - ۴- قابلیت کنترل و تبدیل و تغییر این انرژی به سایر انرژیها به آسانی انجام می پذیرد.
- بطور کلی سیستم انرژی الکتریکی دارای ۳ قسمت اصلی می باشد:
- ۱- مرکز تولید نیرو (توسط نیروگاهها) ۲- خطوط انتقال نیروی برق
 - ۳- شبکه های توزیع نیروی برق
- بیشتر نیروگاهها را با توجه به امور اقتصادی و شرایط و عوامل گوناگون که در یک کشور موجود است ایجاد می نماید که اهم آنها می توان به موارد زیر برشمرد.

۱ شرایط طبیعی و جغرافیایی آن کشور ۲ رشد و پیشرفت تکنولوژی آن کشور.
 ۳ وضعیت و کیفیت اقتصادی آن کشور.

با توجه به موارد فوق است که نیروگاههای گوناگونی از جمله نیروگاههای آبی، گازی، بادی، و خورشیدی و یا اتمی در نقطه ای که سهل الوصول و حتی ممکن است دور از مصرف کننده ها ساخته و ایجاد می نمایند و در اینجا وظیفه خطوط انتقال نیرو بالوآم و تجهیزات خاص خود انتقال انرژی از محل تولید به اقصی نقاط کشور و سپس به

شبکه های توزیع درمحل مصرف توزیع می نماید

ولتاژهای گوناگون انتقال و توزیع نیروی برق اسناد دارد شده در ایران عبارتند از :

120V- 400V 11KV-20KV-33KV 63KV-132KV 230KV- 400KV

فشار قوی	فوق توزیع	فشار متوسط	فشار ضعیف
<p>در کشور ایران تغذیه الکتریکی مصرف کننده ها عموماً از جریان متناوب سه فاز و فشار ضعیف 400V و 220 V استفاده میشود و بمنظور تغذیه پستهای فشار ضعیف بمنظور فوق در اکثر نقاط ایران از فشار متوسط 20KV و جهت تغذیه پستهای فشار متوسط بیشتر از فوق توزیع مورد استفاده قرار میگیرد. در استان خوزستان پستهای تغذیه فشار متوسط 11KV و 33KV بیشتر از فشار قوی مورد بهره برداری مستقیم قرار میگیرد.</p> <p>از جهتی نقش شبکه های توزیع (فشار متوسط و فشار ضعیف) را در جامعه تحت پوشش خود را میتوان به مویرگهائی که بدن آدمی را مورد تغذیه قرار میدهند تشبیه نمود به همین منظور تامین انرژی الکتریکی مورد نیاز مصرف کنندگان شبکه های توزیع در بخشهای گوناگون جامعه اعم از مسکونی، صنعتی، کشاورزی و تجاری و فرهنگی کشور باید دارای شرایط و خصوصیات باشد این شرایط در شبکه های توزیع باید مورد توجه و اهمیت قرار گیرند که عبارتند از :</p>			

شرط اول اینکه جهت تامین انرژی الکتریکی مورد نیاز مشترکین بعد از مصرف کننده این است که شرکت های برق موظفند به طور دائم و در طول شبانه روز مقدار و انرژی مورد نیاز مصرف کننده را که قبلاً مورد توافق قرار گرفته در اختیارشان قرار داده و در انتخاب میزان قدرت و نوع شبکه (اعم از شبکه های هوایی و یا زمینی) و سیم کشی و اجرای عملیات آن باید دقت و نظم و اهمیت لازم را مورد نظر قرار دهند.

شرط دوم در جهت تامین انرژی مورد لزوم مصرف کنندگان این است که وضعیت شبکه های هوایی به طریقی باشد که در مواقع خرابی و یا سرویس شبکه در تغذیه مصرف کنندگان وقفه ای ایجاد نشود.

شرط سوم عیب یابی سریع و رفع اشکال اتفاقاتی که ممکن است ناشی از عوامل طبیعی و یا حوادث غیرمنتظره دیگر باید به سرعت عیب یابی و رفع عیب گردد.

علاوه بر برقراری شروط فوق باید موارد مهم دیگری را همواره مورد توجه و عمل شرکت های توزیع برق قرار گیرد عبارتند از: ۱- زیبایی و همگونی شبکه های هوایی.

۲- استحکام و دوام و پایداری شبکه پیش بینی شده ۳- جنبه اقتصادی شبکه های توزیع مورد توجه قرار گیرد.

شناخت لوازم و وسائل و تجهیزات شبکه های توزیع هوایی برق

مقایسه شبکه های هوایی و زمینی

خطوط انتقال و توزیع را ممکن است به صورت شبکه های هوایی یا زمینی کشید.

بوسیله موارد زیر آنها را میتوان بایکدیگر مقایسه کرد :

- ۱- احداث شبکه های هوایی آسان تر است در صورتیکه برای احداث شبکه های زمینی اولاً باید مسیر مناسب باشد و ثانیاً احتیاج به ایجاد کانال میباشد.
 - ۲- احداث شبکه های هوایی ارزانتر از شبکه های زمینی می باشد.
 - ۳- عیب یابی و رفع عیب شبکه های هوایی آسانتر میباشد. زیرا بیشتر عیوب آن با چشم دیده میشود ولی پیدا کردن عیب در شبکه های زمینی به دستگاههای عیب یاب نیاز دارد و زمان بیشتری برای رفع عیب نیاز خواهد بود.
 - ۴- همانطور که ولتاژ خطوط انتقال افزایش می یابد هزینه کابل های شبکه های زمینی نیز افزایش می یابد.
 - ۵- در شبکه های زمینی به افراد متخصص بیشتری نیاز است.
 - ۶- در شهرها و مناطق پر جمعیت برای حفظ زیبایی شهر معمولاً از شبکه های زمینی استفاده میشود.
 - ۷- شبکه های زمینی به علت دوری از یخ و برف و باران و شاخه های درختان و رعد و برق امکان خرابی آنها کمتر خواهند بود.
- مشخصات مکانیکی و الکتریکی خطوط هوایی:**
- کاریک خط هوایی ، انتقال انرژی الکتریکی میباشد و اساساً از لوازم زیر تشکیل میگردد:
- ۱- نگهدارنده های خطوط
 - ۲- هادیها
 - ۳- کراس آرم ، بازوها ، مقره ها و دیگر متعلقات پایه

یک خط انتقال انرژی علاوه بر مشخصات الکتریکی دلخواه بایستی از لحاظ مکانیکی هم قابل اطمینان باشد. زیرا درغیراینصورت با هر تغییر وضعیت جوی بایستی منتظر خرابی و از کار افتادن خط باشیم.

درموقع طرح یک خط بایستی تمام عوامل را در نظر بگیریم. چنانچه خط را از نظر مکانیکی ضعیف طرح کنیم از لحاظ اقتصادی ارزان تمام میشود ولی در اثر تغییر شرایط جوی زود دچار خرابی می گردد. همچنین اگر خط را خیلی قوی طرح کنیم قابلیت اطمینان آن زیاد می شود ولی از نظر اقتصادی با صرفه نخواهد بود. بنابراین برای برداشت یک طرح صحیح بایستی تمام شرایط و عوامل را در نظر گرفت.

- ۱- زیبای شبکه ۲- اقتصادی بودن شبکه ۳- استحکام و ایمن بودن شبکه.

در اینجا ابتدا بطور مختصر به محاسبات مکانیکی لوازم را بررسی و سپس به محاسبات الکتریکی خطوط می پردازیم.

نگهدارنده های خطوط (Line Supports)

برای حمل سیمهای هوایی از پایه های نگهدارنده استفاده میگردد. آنچه که از نگهدارنده های خطوط یا پایه های انتظار میرود از قرار زیر میباشد:

- ۱- بایستی از نظر مکانیکی قوی بوده و دارای ضریب اطمینان حداقل ۲/۵ باشد.
- ۲- بایستی بدون کم شدن مقاومت آنها، از نظر وزن سبک باشند.
- ۳- ارزان باشند.

۴- دارای عمر طولانی باشند (بادوام باشند).

۵- از نظر نصب یا مونتاژ تجهیزات خطوط و دسترسی به آنها آسان باشد.

۶- دارای شکل ظاهری خوبی باشند.

بطور کلی نگهدارنده های خطوط هوایی به دودسته پایه ها یا تیرها (Poles) و دکلها یا برجها (Towers) تقسیم میشوند.

انواع پایه ها

پایه ها به سه دسته چوبی، فولادی، و بتنی تقسیم می شوند.

پایه های چوبی

پایه های چوبی بطور وسیع در سیستم توزیع برق و حتی خطوط انتقال (در استان خوزستان) و خطوط راه آهن برقی و تلفن استفاده می شوند. در شبکه های فشار ضعیف ویست کیلو ولت بطور تکی و در شبکه های انتقال بصورت H اج

فریم (دوتائی) بکار میروند و اگر به استحکام و مقاومت بیشتری نیاز باشد از بازوها یا بریس هایی که بشکل X میباشد بعنوان پشت بند با آنها استفاده میشود. همچنین در شبکه های بیست کیلو ولت در صورتیکه بدلیل دره های عریض و طولیل اسپان بلندی انتخاب شده باشد پایه های چوبی را در دو طرف اسپان مربوط به شکل H اچ بکار میبرند و معمولاً تیرهای هر دو طرف را انتهایی (دداند) می نامند. (شکل ۱)

پایه های چوبی دارای سه مزیت اساسی میباشند:

- الف- پایه های چوبی عایق طبیعی خوبی هستند.
- ب- در مناطقی که چوب فراوان میباشد ارزان تر تمام می شوند.
- ج- بعلت سبکی آنها حمل و نقل آنها آسانتر است.

ساخت پایه های چوبی

انتخاب نوع چوب جهت ساخت پایه های چوبی بستگی به محل و موقعیت جغرافیایی و نوع درختان موجود در منطقه دارد.

عمدتاً این پایه ها بایستی راست و قوی و مخروطی شکل و بدون گره باشند. سه نوع چوبی که در کشورهای جهان متداول است و در ایران هم نیز استفاده میگردد عبارتند از:

الف) درخت سرو آزاد:

از بادوام ترین پایه ها میباشد و باینکه پر از گره های کوچک است لیکن سبک و محکم بودن و نسبتاً راست و مخروطی شکل میباشد.

ب) درخت شاه بلوط:

چوبی است محکم و بادوام و دارای گره هایی کم تر از سرو بوده لیکن کج و ناصاف میباشد. چوبهای سرو و شاه بلوط به خاطر دیرپوسیدن آن مورد استفاده قرار میگیرند.

ج) درخت کاج:

درخت کاج معمولاً به رنگ زرد و مخروطی شکل است و بخاطر ظاهر خوب و استقامت کافی که دارد در شبکه های بیشتر از سایر درختان استفاده میگردد. وجود دائم رطوبت هوا و مواد شیمیایی خورنده در زمین باعث می شود که قارچهایی به صورت کپک زدگی در داخل تیرها به وجود آید و به مرور زمان تیر را خورده و فرسوده و می پوسانند

و برای جلوگیری از فاسد شدن تیر بخصوص در قسمتهای پائین آن که در زمین قرار می گیرد بایستی بوسیله یک ماده محافظت کننده بصورت اشباع در آیند . برای اشباع آنها بیشتر از روغن قطران و یا بنتا کلرو فیل (Penta chlorophenol) استفاده می کنند که بطور متوسط عمر پایه های چوبی را دو برابر میکنند.

عملیات اشباع پایه های چوبی :

روغن قطران باید خالص باشد یعنی از قطران خالص زغال سنگ بدست آمده نه قطرانی که در حرارت کم استخراج شده باشد و آب موجود در روغن نباید از 1% حجم آن بیشتر باشد . بعد انتخاب درختان از نظر ارتفاع ، شاخه زنی وجدانمودن پوست وانجام برش راس تیر جهت خشک کردن پایه ابتدا تیر را داخل یک ظرف استوانه ای فلزی سربسته در معرض فشار هوای خشک و گرم قرار داده و سپس فشار را تا مدت ۱۵ دقیقه ۲ تا ۴ کیلوگرم بر cm بالا میبرند .

سپس روغن قطران با حرارتی که در حدود ۹۰ تا ۱۰۰ درجه سانتیگراد میباشد را با فشار تلمبه به داخل استوانه وارد میکند و فشار داخل استوانه را در مدت تلمبه زدن در موقع لزوم ۸ الی ۱۲ کیلوگرم بر هر cm افزایش میدهند. این عمل بدین دلیل انجام میگردد که روغن قطران در تمام خلل و فرج های چوب نفوذ کند . فشار اضافی نهایی تا زمانی که مقدار لازم روغن جذب چوب نشده است حفظ میشود (حداقل نیم ساعت) ضمناً این روغن بایستی لااقل تا قسمتی از قشر روی چوب را پر کند تا در محیط مجاور از هر گونه فساد مصون بماند.

کلاس بندی پایه های چوبی:

همانطور که در جدول پایه های چوبی نشان داده شده ، پایه های چوبی را بر حسب حداقل محیط یا قطر در ۳۰ cmی از راس تیر و حداقل محیط یا قطر در ۱۸۰ cmی از انتهای تیر به چند کلاس طبقه تقسیم میکنند برای اینکه تیری در یک کلاس قرار گیرد بایستی حتماً هر دو شرط را توأم داشته باشند . بطور کلی کلاسهای ۱ و ۲ را تیر چوبی سنگین و کلاسهای ۳ و ۴ را تیر چوبی نیمه سنگین و کلاسهای ۵ و ۶ و ۷ را تیر چوبی سبک می نامند . ضمناً کلاس یک را سنگین ترین و کلاس هفت سبکترین یا لاغر ترین تیر چوبی می نامند .

۱- کلاس و مشخصات تیرهای چوبی ۹ و ۱۲ متری (اداره آموزش و ایمنی) جدول ۱

۲- کلاس و مشخصات تیرهای سیمانی ۹ و ۱۲ متری (اداره آموزش و ایمنی) جدول ۲

کامهای پایه های چوبی:

محل تراش یا بریدن قسمتی از تیر ۳۰ cm از راس تیر به منظور جادادن کراس آرم را کام تیر می گویند.

ایمن کام از یک شکاف مقعر به عمق حدود ۱۲ میلیمتر ایجاد که برای استحکام کراس آرم از بریس که ازدو تسمه به طول حدود ۷۰ cm می باشد استفاده میگردد (شکل ۲)

برش راس تیرهای چوبی:

معمولا سر پایه های چوبی را قبل از اشباع برش میدهند. این عمل برای جلوگیری از تراکم یخ و برف که باعث پوسیدگی راس پایه میگردد انجام میگردد. این برش معمولا به دو صورت انجام پذیر میباشد که در (شکل ۳)

پایه های فولادی :

در جاهایی که به قدرت و مقاومت زیادی نیاز باشد از پایه های فولادی به جای پایه های چوبی استفاده میشود. معمولا پایه های فولادی به دو قسمت لوله ای و ساختمانی یا اسکلتی Structural تقسیم می شوند. نوع لوله ای آن شامل چند قسمت لوله ای شکل با قطرهای مختلف که روی یکدیگر سوار نموده می باشد.

نوع ساختمانی (اسکلتی) آن از چندین نبشی فولادی تشکیل شده که به یکدیگر پیچ یا جوش شده اند و نمونه دیگر پایه های پرتیک که از ناودانی ساخته می شوند میباشد که با ارتفاع مورد نظر ساخته و در موارد خاص که به پایه های بلندتری مورد نیاز باشد مورد استفاده قرار میگیرد و حتما بمنظور جلوگیری از زنگ زدگی باید حتما رنگ ضد زنگ و رنگ آمیزی شود.

موارد استفاده استعمال این پایه ها مانند پایه های چوبی است ولی در معرض حمله حشراتی مانند مورانه قرار نمیگیرند و عمر آن نسبتا زیاد است البته باید گالوانیزه باشند. از امتیازات دیگر آن این است که می توان طول آن را به هر میزان که خواسته شود انتخاب کرد بیشتر از پایه های لوله ای در سیستم روشنایی شهرها به منظور حفظ زیبایی شهر استفاده میشود. لازم به ذکر است که اخیرا از پایه های تلسکوپی مانند پایه هایی که در خطوط انتقال به کار برده میشد در شبکه های توزیع نیز ساخته و بکار برده میشود که بسیار زیبا و مستحکم و در اجرای آن شبکه دودماره هم نیز بکار میبرند.

پایه های بتنی :

در این روزها پایه های بتنی تقریباً جای پایه های چوبی و فولادی را گرفته است زیرا هم از نظر شکل ظاهری جالب تر و هم بادوام تر میباشند و اینکه پایه ها سنگین تر هستند و حمل آنها گرانتر تمام میشود ولی از نظر مکانیکی بسیار قوی میباشند و عمر بیشتری دارند و بخصوص در جاهایی که عمر تیر چوبی بدلیل مواد خورنده زمین کم میباشد از تیرهای بتنی استفاده میگردد.

پایه های بتنی بامقطع چهار گوش :

تیرهای بتنی به دودسته توپر بامقطع چهار گوش و توخالی بامقطع گرد توخالی و مخروطی شکل تقسیم میگردند نوع توپر آن از میلگردهای بلند و بتن تشکیل شده است و معمولاً به شکل چهار گوش که آن هم به دو نمونه شناخته شده است از : ۱- دارای پله هایی در قسمتهای مادگی تیر ۲- در قسمت مادگی تیر به شکل لانه زنبوری ساخته شده است و اما از نظر ارتفاع و بلندی پایه ها به دودسته ۹ متری جهت شبکه های فشار ضعیف و ۱۲ متری به منظور شبکه های فشار متوسط و از نظر تحمل قدرت مکانیکی به کلاسهای ۲۰۰، ۴۰۰، ۶۰۰، ۸۰۰، ۱۰۰۰ و ۱۲۰۰ کیلوگرم نیرویی تقسیم و با ضریب اطمینان ۲/۵ تا ۳ ساخته میشود به عنوان نمونه منظور از تیر بتنی با کلاس ۲۰۰ کیلوگرمی این است که نیروی مجازی که میتوان بر روی نری تیر در ۳۰ cm از راس تیر تیر (محل اتصال کراس آرم به تیر) وارد نمود ۲۰۰ کیلوگرم نیرو میباشد که $\frac{1}{3}$ نیروی نهایی تیر است. جدول شکل شماره ۲

ساخت پایه های بتنی چهار گوش :

بطور کلی پایه های بتنی از دو جز تشکیل میشوند. الف- بتن ب- آرماتور (میلگردهای فلزی)

بتن از مخلوط شن و ماسه و سیمان و آب ساخته میشود که باید بهتریت ترکیب دانه بندی شن و ماسه آن خیلی پاک باشد عیار سیمان برای پایه های بتنی ۳۵۰ کیلوگرم در هر متر مکعب شن و ماسه میباشد. چنانچه شن و ماسه آن خیلی پاک نباشد بایستی کمی بر مقدار سیمان آن افزود.

حجم آب لازم برای هر متر مکعب بتن ۱۸۰ لیتر میباشد. در مناطق معتدل مقدار کمتر و در مناطق گرمسیری مقدار بیشتری آب استفاده میشود. بطور تجربی حجم آب را

بایستی آن قدر در نظر گرفت که ملات بتن عسلی گردد. آبی که برای ساختن بتن استفاده میشود بایستی فاقد ترکیبات رسوبی و نمک باشد در غیر این صورت بتن آن ترک خواهد خورد.

ضمناً بایستی خاک شنها را خوب شست بخصوص شنهایی را که از مسیل رودخانه ها گرفته میشود.

آرماتوربندی پایه های بتونی جهت تقویت مقاومت مکانیکی آن:

این شامل چهار جزء میلگرد، خاموت، انبرک و اشپیل میباشد میلگرد بر دو نوع عاج دار و ساده میباشد که نوع عاج دار آن حالت فنری بیشتری دارد و درگیری آن با بتن بیشتر میباشد میلگردها بایستی کاملاً تمیز یعنی فاقد چربی یا زنگ زدگی و گردوغبار باشد تا بتن را بهتر به خود بگیرند. ضمناً میلگردها بهتر است حتی الامکان یکپارچه باشند. حال اسکلت پایه بتنی را با ابعاد و طول و قطر تعیین شده ایجاد نموده و در قالب تیر بتنی قرار داده و مصالح مورد نظر را از بهترین نوعش در درون قالب ریخته و سپس توسط ویبره بتن داخل قالب را ویبره می نمائیم تا حبابهای داخل بتن خارج شده و به اصطلاح برای اینکه تیر ضعیف و کرمو نشود حتماً باید ویبره شود و پس از مدتی که بتن خود را گرفت و بسته شد قالب را باز نموده و حتماً باید چندین روز در آب شناور باشد تا بتنی به استحکام و کیفیت لازم خود برسد (حداقل به مدت یک هفته باید در آب باشد) لازم به ذکر است که تمامی پایه های بتنی باید بر روی آن دارای تاریخ ساخت را معین نموده کلاس پایه و ارتفاع پایه را بر روی تیر حک نموده و مشخص باشد و بهتر است که پایه های بتنی پس از یک ماه از تاریخ ساخت مورد استفاده قرار گیرد. به امید آن که مراحل زمانی و شنآوری پایه در آب طی شده باشد.

پایه های بتنی با مقطع گرد و توخالی :

این نوع پایه ها سبک تر و با کیفیت تر از نوع پایه های بتنی با مقطع چهار گوش میباشد و کلاسه بندی این پایه ها هم مانند پایه های بتنی با مقطع چهار گوش بوده و با ضریب اطمینان ۲/۵ تا ۳ ساخته می شود. (شکل ۱ انواع پایه ها)

ساخت پایه های بتنی با مقطع گرد و توخالی :

این نوع پایه های توخالی بدین ترتیب ساخته میشود که میلگردهای مقاوم آرماتور بتن را در داخل محفظه مخروطی شکل با طول مورد نظر می ریزند

و سپس بوسیله یک ماشین مخصوص مناسبی برای مدت ۱۰ تا ۱۵ دقیقه آنرا می چرخانند. این عمل باعث می شود که بتن بوسیله نیروی گریز از مرکز بطرف خارج فشرده گردد و در داخل توخالی بشود تیرهای بتن توخالی سبک تر از نوع توپر می باشند. تیرهای بتنی توخالی از نظر تحمل نیروی مکانیکی کلاس پایه ها مانند تیرهای بتنی با مقطع چهار گوش میباشد که ۴۰٪ نیروی نهایی تیر نیز می باشد.

پایه های منشوری (چند ضلعی) یا تلسکوپی بتنی :

از این نمونه پایه ها بتنی هم ساخته شده است که کاربرد کمتری دارد و فقط بعنوان پایه های روشنایی در مناطق شهری و در پارک ها یا بلوارها مورد استفاده قرار می گرفته است. لازم به ذکر است که این نوع پایه بتنی همانند سایر پایه های بتنی با استفاده از میل گرد و سایر مصالح ساختمانی با کیفیت خوب ساخته و کلاسه بندی می گردد.

برجها و دکل های فولادی :

اصولا از این پایه ها برای خط و ط انتقال که دارای هادی های سنگین می باشند و بایستی دوام سرویس یا ضریب اطمینان بالا باشد استفاده می گردند. این دکلها از نبشهای فولادی گالوانیزه که از نظر مکانیکی بسیار قوی می باشند ساخته می شوند و بعلاوه مقاومت مکانیکی بالایی که دارند برای اسپانهای طولانی استفاده می گردند. (شکل ۵) نمونه دیگری از برجهایی که در خطوط انتقال بکار می رود که تلسکوپی (منشوری) می باشد و چون در قاعده آن حجم زیادی را اشغال نمی کند و بخاطر طراحی و نمای زیبایی که دارد در مواردی که خطوط انتقال باید از مناطق شهری عبور نماید از این نمونه تاور تلسکوپی مورد استفاده قرار میگیرد.

لازم به ذکر است که اخیرا از این نمونه پایه های تلسکوپی فولادی با ابعاد کوچکتر از نوع پایه های تلسکوپی نوع خطوط انتقال در شبکه های توزیع فشار متوسط هم ساخته و بکار می رود.

چاله تیرهای برق :

عمق چاله بوسیله طول تیر و جنس زمین. مقدار کراس آرمهایی که باید بر روی پایه هانصب شود (چند مداره بودن) مشخص می گردد که از طریق تجربه به صورت زیر تامین می شود.

بطور کلی عمق چاله تیربایستی باندازه ۰/۱ ارتفاع پایه به اضافه ۶۰ cm باشد (در زمین هائی سفت معمولی) مثلا:

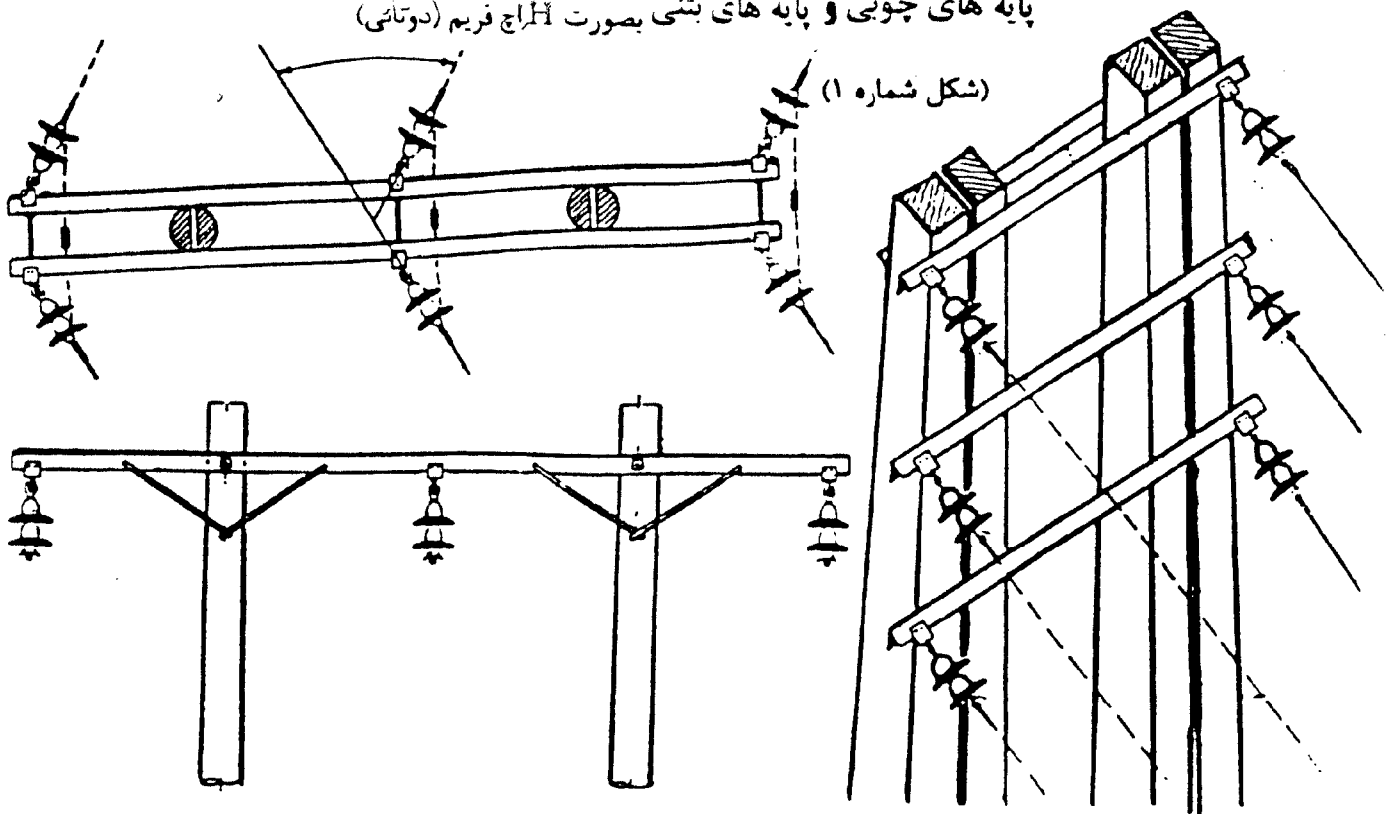
$$0.1 \times 900 + 60 = 150$$

$$0.1 \times 1200 + 60 = 180$$

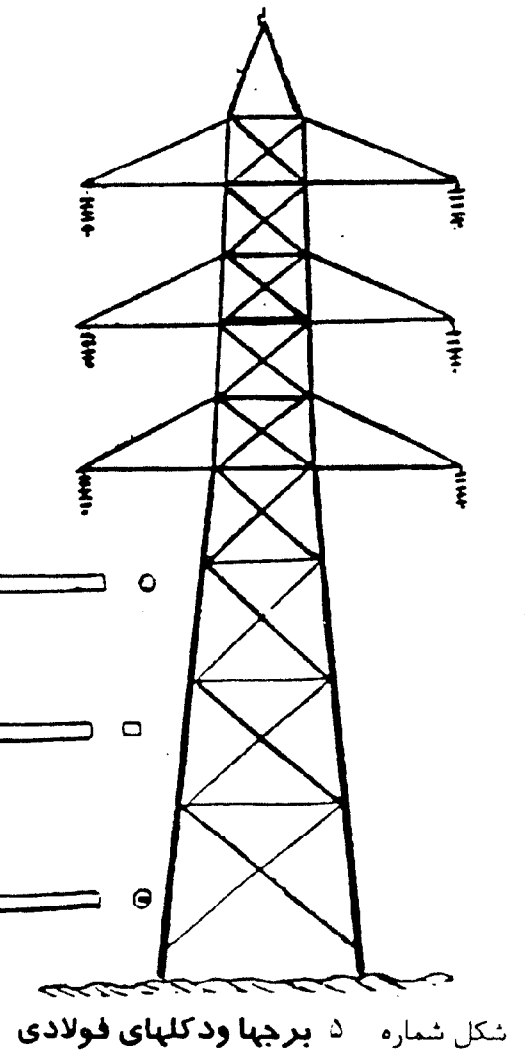
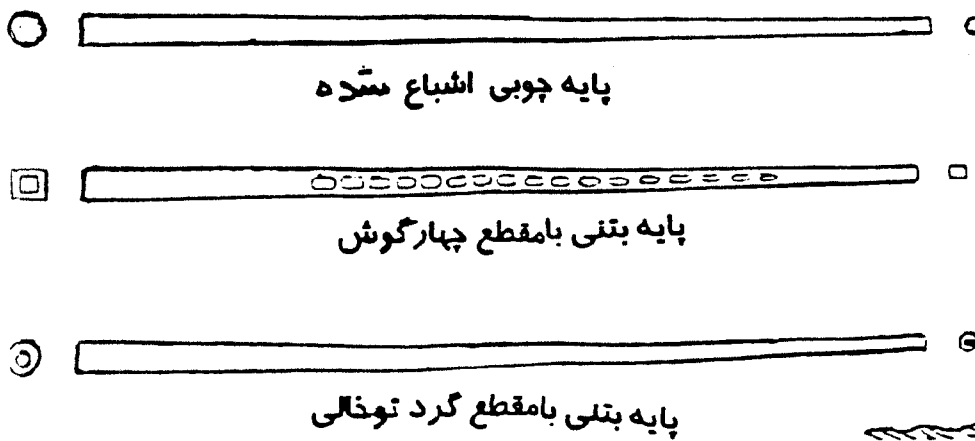
عمق چاله برای تیر ۹ متری

عمق چاله برای تیر ۱۲ متری

پایه های چوبی و پایه های بتنی بصورت المراج فریم (دوتایی)



(شکل شماره ۴ انواع پایه ها)



جدول شماره ۱ مشخصات تیرهای جوی ۹ و ۱۲ متری

کلاس تیر	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷
حداقل محیط سرتیر (بر حسب cm)	۶۸	۶۳	۵۸	۵۳	۴۸	۴۳	۳۸
حداقل قطر سرتیر (بر حسب cm)	۲۲	۲۰	۱۹	۱۷	۱۵	۱۴	۱۲
نیروی مقاومت نهائی (کیلوگرم نیرو)	۲۰۰۰	۱۷۰۰	۱۳۵۰	۱۱۰۰	۹۰۰	۷۰۰	۵۵۰
نیروی مجاز وارد به تیر (کیلوگرم نیرو)	۸۰۰	۶۸۰	۵۴۰	۴۴۰	۳۶۰	۲۸۰	۲۰۰
ضریب اطمینان	۲/۵	۲/۵	۲/۵	۲/۵	۲/۵	۲/۵	۲/۵
حداقل محیط تیر در ۱۸۳cm از ته تیر برای تیرهای ۹متری (CM)	۹۰	۸۵	۸۱	۷۳/۵	۷۰	۶۲	۵۸/۵
حداقل محیط تیر در ۱۸۳cm از ته تیر برای تیرهای ۱۲متری (CM)	۱۰۱/۵	۹۵	۹۱/۵	۸۲/۵	۷۷/۵	۷۱	۶۵
وزن تقریبی برای تیرهای ۹متری (کیلوگرم)	۶۰۰	۵۳۱	۴۰۰	۲۹۰	۲۴۰	۱۹۱	۱۶۰
وزن تقریبی برای تیرهای ۱۲متری (کیلوگرم)	۹۲۵	۷۶۰	۵۸۱	۴۶۳	۳۵۸	۲۸۳	۲۱۰

جدول (۳-الف) اطلاعات نیروهای بتنی مسلح

طول تیر (متر)	فلرت اسمی (کیلوگرم نیرو)	مقاومت در مرحله ارنجایی (کیلوگرم نیرو)	مقاومت نهایی (کیلوگرم نیرو)
۹	۲۰۰	۳۰۰	۶۰۰
۹	۴۰۰	۶۰۰	۱۲۰۰
۹	۶۰۰	۹۰۰	۱۵۰۰
۹	۸۰۰	۱۲۰۰	۲۰۰۰
۱۲	۲۰۰	۳۰۰	۶۰۰
۱۲	۴۰۰	۶۰۰	۱۲۰۰
۱۲	۶۰۰	۹۰۰	۱۵۰۰
۱۲	۸۰۰	۱۲۰۰	۲۰۰۰
۱۲	۱۲۰۰	۱۸۰۰	۳۰۰۰
۱۵	۴۰۰	۶۰۰	۱۲۰۰
۱۵	۶۰۰	۹۰۰	۱۵۰۰
۱۵	۸۰۰	۱۲۰۰	۲۰۰۰
۱۵	۱۲۰۰	۱۸۰۰	۳۰۰۰

کراس آرم یا کنسول و انواع آرایشهای به کار رفته در شبکه های توزیع هوایی:
 کراس آرمها جهت نگهداری مقره ها و هادیهای خط روی پایه های نصب میگردند.
 طول آن به پارامترهای زیاد از قبیل ولتاژ خط (فاصله بین فازها)، باد، یخ و برف بستگی
 دارد و معمولاً نوع آن هم بستگی به شرایط و موقعیتهای گوناگونی که لازم باشد از نمونه
 خاص آن مورد بهره برداری قرار گیرد استفاده میشود.

انواع کراس آرم صلیبی:

الف - کراس آرم چوبی :

از خیلی وقت پیش برای خطوط تلفن ، تلگراف و توزیع برق استفاده گردیده است و عموماً از درخت صنوبر و کاج ساخته میشود . نوعی که از چوب درخت صنوبر ساخته میشود گره های کمتر و دوام بیشتر دارد و معمولاً برای دوام بیشتر آنرا در روغن قطران یا پنتا کلروفل به صورت اشباع در می آورند . این نوع کراس آرم بایستی از هر چهار قسمت تراشیده و صاف باشد و هر دو کناره های فوقانی آن برداشته و بصورت گرده ماهی در آورده تا از جمع شدن برف و باران در بالای آن جلوگیری شود. (شکل ۶)

ابعاد آن بطول ۲۴۴ cm و ابعاد مقطع آن $9 \times 11/5$ cm می باشد در کراس آرم صلیبی می توان از مقره سوزنی و یا مقره بشقابی به صورت آویز نصب نمود و علاوه بر آن میتوان به صورت ترکیبی از سوزنی و بشقابی را تا واما بکاربرد مخصوص در کراس آرم بطول ۱۵۰ cm مقره سوزنی را در راس تیر و مقره های کناری را با مقره های سوزنی و یا مقره بشقابی استفاده نمود .

در کراس آرمهای چوبی بطول ۲۴۴ cm سوراخهایی با فواصل و قطر مناسب جهت نصب میله مقره یا تسمه حائل بر روی آن تعبیه شده است خاصیت عایقی آن از نظر ایمنی بسیار با ارزش و مهم است زیرا اثر ولتاژهای ضربه ای Flashover را به حداقل می رساند و برای سیمان ایمن تر از نوع فلزی خواهد بود . کراس آرم چوبی را ابتدا روی پایه نصب و پس از بستن بازوها به آن و محل نصب بازوها به پایه را مشخص و سوراخ نمائید ضمناً می توان بجای بریس یکپارچه از دو تسمه به طول ۷۰ cm و عرض ۳ cm نیز استفاده نمود . انواع بریس یا بازو

ب- کراس آرم فولادی : به طول ۲۴۴ cm

کراس آرم فولادی جهت تیرهای فولادی ، بتنی و چوبی بکار میرود و از نبشی بابالهای مساوی ساخته میشود که توسط بریس یا بازو به پایه محکم میگردد .

کراس آرم نبشی بایستی یکپارچه و محکم و گالوانیزه باشد در شبکه های بیست کیلو ولت از کراس آرم های نمره ۷ و ۸ و ۱۰ استفاده میگردد.

علت اینکه حداقل کراس آرم های فلزی که در شبکه بیست کیلو ولت استفاده میشود نمره ۷ در نظر گرفته شده است این است که سوراخهایی که جهت نصب میله مقره بر روی آن ایجاد میشود چنانچه به قطر ۳ cm باشد و فاصله کناری سوراخ تالیه از طرفین آن ۲ cm در نظر گرفته و عرض کراس آرم حداقل ۷ cm باشد و ضخامت آن نبشی حداقل ۹ میلی متر باشد. (شکل ۷)

ج- کراس آرم فولادی: به طول ۱۵۰ cm

نمونه دیگر کراس آرم صلیبی فولادی بصورت نبشی بطول ۱۵۰ cm و ابعاد حداقل ۷ cm وضخامت ۹ میلی متر میباشد که میتوان بجای نبشی از ناودانی هم استفاده نمود مانند سایر کراس آرم های صلیبی با استفاده از بازوها و بریس های لازم را حدود ۸۰ cm پائین تراز راس پایه نصب و فازهای شبکه بصورت مثلث که یکی از بهترین شیوه انتقال شبکه های توزیع فشار متوسط میباشد. بخاطر اثرات یکسان و متقابل میدان الکتریکی فازها بر روی یکدیگر و دارا بودن اندکتانس یکسان می باشد. (شکل شماره ۷)

تسمه حائل (بریس) یا بازو

جهت حفظ تعادل و تنظیم کراس آرم از بریس یا بازو در طرفین کراس آرم و به پایه متصل می شود که بریس از نبشی یکپارچه به شکل (V) و یا از دو تسمه بطول ۷۰ cm و عرض ۳ cm وضخامت ۵ میلی متر استفاده میشود. (شکل شماره ۸)

قابل توجه: در شبکه های دو مداره هم از نوع کراس آرم به طول ۱۵۰ cm دو عدد و یک عدد هم به طول ۲۰۰ cm به صورت ترکیبی استفاده می شود. (شکل ۹)

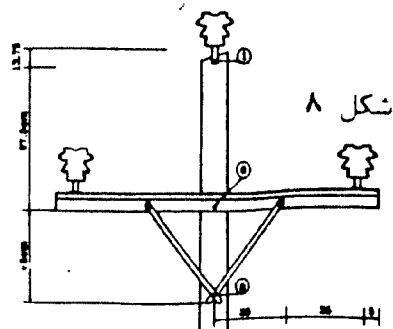
۱- کراس آرم بتنی:

نمونه دیگر کراس آرم صلیبی از جنس بتن می باشد که ابعاد و اندازه آن حدود ابعاد کراس آرم چوبی را دارد و جهت استحکام و بالا بردن مقاومت مکانیکی لازم در قالب کراس آرم اول اسکلت آن توسط آرما توربندی لازم صورت گرفته سپس بتن ریزی با کیفیت لازم صورت میگیرد و پس از مدتی باید مانند پایه های بتنی در حوضچه هایی جهت به استحکام و کیفیت رسیدن آن به مدت لازم در آب قرار داده شود.

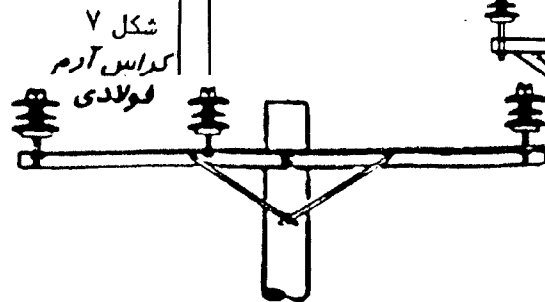
۲- کراس آرم آل ارم:

در اصطلاح انگلیسی به کنسول (کراس آرم) آل آرم و پرچمی، ساید آرم گفته میشود. ساید آرم یعنی کراس آرم هایی که کاملاً در یک طرف تیر بطول ۲۴۴ cm بانصب یک بازو در زیر آن بسته میشوند. این کراس آرم ها بیشتر برای رفع موانع بکار میروند. قابل استفاده در مناطقی که محدودیت حریم از یک طرف باشد معمولاً در کوچه ها یا جاهایی که پایه نزدیک ساختمان می باشد و امکان استفاده از کراس آرم های معمولی (تخت یا مثلثی) بدلیل نزدیک شده فازها به ساختمان یا موانع دیگر میباشد میتوان از کنسول آل آرم استفاده نمود. (شکل شماره ۱۰)

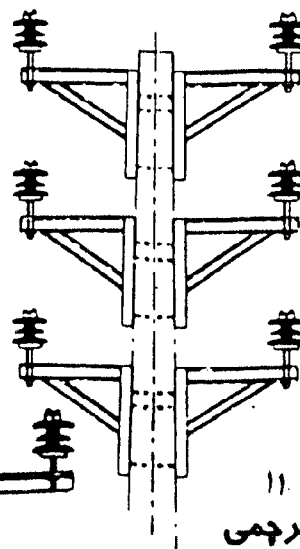
انواع کراس آرم



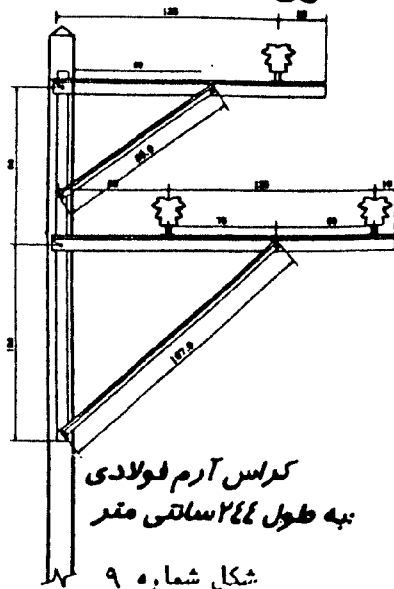
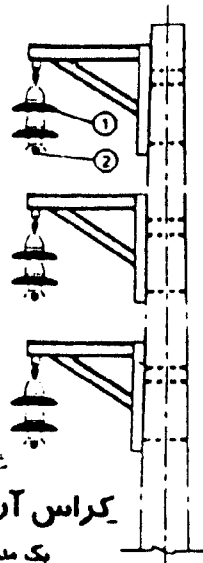
شکل ۸



شکل ۷
کراس آرم
فولادی

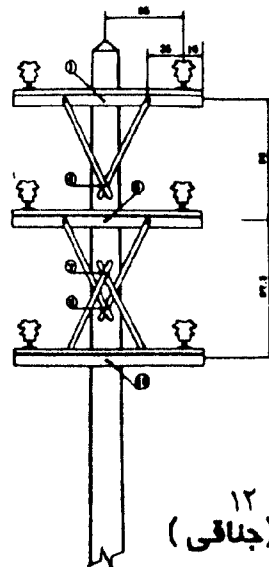


شکل ۱۱
کراس آرم پرچی
یک منفره و دو منفره

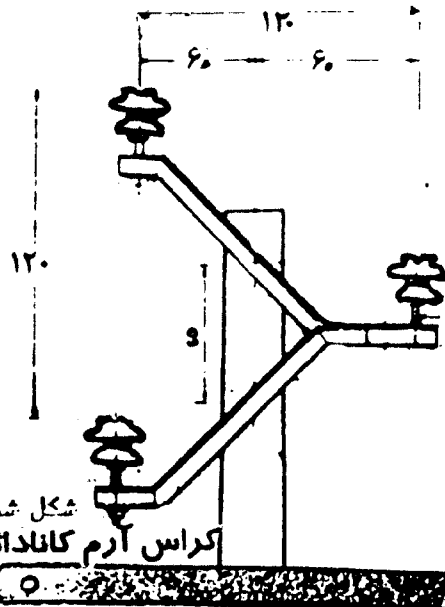


کراس آرم فولادی
به طول ۲۴۴ سانتی متر

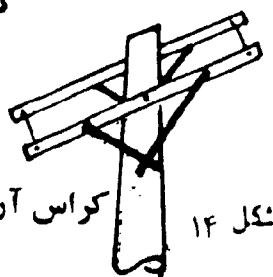
شکل شماره ۹



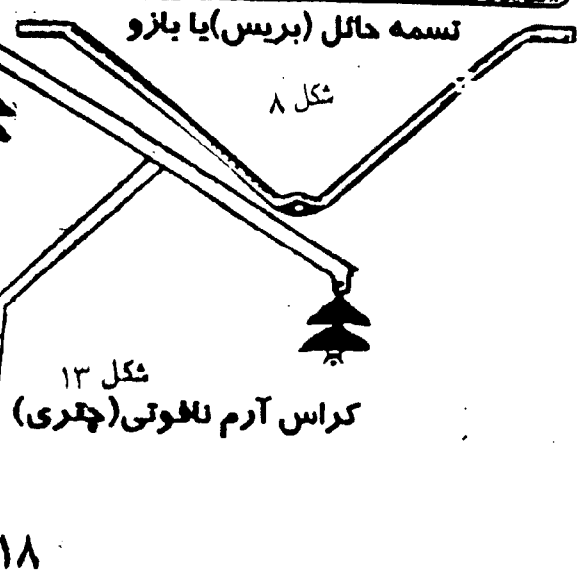
شکل شماره ۱۲
کراس آرم کانالائی (جناقی)



کراس آرم آلومینوم
شکل ۱۰



کراس آرم نیرو شکن
شکل ۱۴



شکل ۱۳
کراس آرم نعلونی (چتری)

۳- کراس آرم پرچمی :

در مناطق و مواقعی که فضای جهت نصب کراس آرم های معمولی نیست نظیر کوچه های کم عرض یا جاهائیکه در یک طرف درختکاری شده است می توان از کنسول های نوع پرچمی استفاده نمود. باید گفت دیگر مزیت کراس آرم پرچمی در مواقع مورد لزوم می توان بابالا بردن کلاس پایه های بتنی از کلاهی ۲۰۰ به ۴۰۰ شبکه پرچمی را دو مداره هم ایجاد نمود. در این گونه کراس آرم هم می توان از مقره های سوزنی و یا از مقره های بشقابی استفاده نمود کراس آرم پرچمی (شکل ۱۱)

۴- کراس آرم کانادائی (جناق) :

قابل استفاده در مناطقی که محدودیت حریم وجود دارد و به دو صورت از مقره های سوزنی و هم از مقره های بشقابی قابل استفاده می باشد یکی از بهترین شیوه شبکه های هوایی بخاطر ایجاد حالت مثلث بین سه فاز و ایجاد اثرات متقابل میدانهای الکتریکی هر فاز بر روی یکدیگر و ایجاد توازن اندک تانس بین فازها. لازم به ذکر است در اینگونه کراس آرم ها بخاطر نزدیک بودن فازها نمی توان شبکه را با اسپانهای طولانی ایجاد نمود و حداکثر اسپان در اینگونه شبکه ها با کراس آرم جناق ۷۰ متر می باشد. (شکل ۱۲)

۵- کراس آرم نافوتی (چتری) :

اولین سازنده آن کشور فرانسه بوده و در این نوع کراس آرم فقط شبکه را با مقره بشقابی بصورت آویز میتوان احداث نمود و در مناطقی قابل استفاده میباشد که محدودیت حریم وجود نداشته و بیشتر بخاطر طول بازوی آن در مناطقی که در آب و هوای آلوده و یا مرطوب باشد بکار میرود. (شکل ۱۳)

تذکره: کراس آرم صلیبی دوبله (کراس آرم نیرو شکن)

بطور معمول در پایه های عبوری از یک کراس آرم استفاده میشود و در موارد و مواقع و مناطقی از شبکه نیروی وارده به کراس آرم بیشتر از حد معمول است. یا اسکلت استوارتری مورد نیاز میباشد و آنجا کراس آرم دوبله و متعلقات مربوطه استفاده میشود

این کشش های اضافی بیشتر در انتهای خطوط، در زوایا و در سرپیچها و زوایا قابل نصب است. کاربرد این کراس آرم دوبله باعث میشود که نیروهای وارد بین هردو کراس آرم و نیز احیاناً بین دو مقره سوزنی و میله مقره های مربوطه و هردو سیم اصلی یا مقره های کششی تقسیم گردد و باعث میشود نیروهای وارده را تحمل نماید. (شکل ۱۴)

هادیهای خطوط شبکه های توزیع هوایی :

بهترین فلزات از نظر هدایت الکتریکی نقره و طلای سفید میباشد که به علت گرانی و کمیابی نمی توان از آن استفاده کرد. بنابراین فلزاتی که بعنوان هادیهای شبکه بکار میروند عبارتند از : مس ، آلومینیوم و فولاد که ممکن است به تنهایی یا بصورت ترکیبی از دو یا چند فلز بکار روند مانند مس ، فولاد و آلومینیوم / فولاد.

مس: COPPER

از معمولترین هادیهای خطوط است که قابلیت هدایت بسیار خوبی دارد و از نظر هدایت الکتریکی بعد از نقره به حساب می آید و هر چقدر ناخالصی آن بیشتر باشد قابلیت هدایت آن کمتر خواهد شد و چون در طبیعت به وفور یافت میشود ارزان تر از نقره است ، استقامت مکانیکی آن خوب و عوامل جوی بر آن تاثیر زیادی ندارد . چون چکالی جریان آن زیاد می باشد برای یک جریان نامی معین سطح مقطع آن کوچکتر خواهد بود که در نتیجه در خطوط هوایی سطح مقطع کمتری در برابر فشار باد خواهد داشت . استقامت کششی آنرا می توان با افزودن مقدار کمی (حدود ۱٪ کادمیم بالا برد. (جدول ۳)

سه نوع سیم مسی وجود دارد:

مس سخت یا زده شده ۲- مس نیمه سخت ۳- مس نرم یا دوباره پخته شده نوع سخت آن مقاومت مکانیکی بالا و نوع نرم قابلیت هدایت زیاد و نیمه سخت مقاومت مکانیکی و قابلیت هدایت نسبتا خوبی دارد . برای هادیهای شبکه های هوایی فشار ضعیف معمولا از مس نیمه سخت که دارای مقاومت مکانیکی در حد گسیختگی حدود ۳۲ کیلوگرم بر میلیمتر مربع می باشد و یا از مس سخت که دارای مقاومت ۳۸ کیلوگرم بر میلیمتر مربع و بار مکانیکی مجاز سیم مسی ۱۳/۵ کیلوگرم بر میلیمتر مربع میباشد به آن تنش می گویند . از مس نرم برای محکم کردن و بستن سیم شبکه بر روی مقره (اصلی نمودن سیم روی مقره) استفاده میگردد.

هادیهای مسی بصورت افشان یا مفتولی میباشد که سطح مقطع نوع مفتولی آن معمولا حداکثر ۱۰ میلیمتر مربع خواهد بود.

هادی آلومینیوم: ALUMINIUM

آلومینیوم بیشتر در خطوط انتقال بخصوص باولتاژ قوی بکار میرود. دارای ۹۹/۵ درصد آلومینیوم ۰/۵٪ فلزات دیگر میباشد. ضریب هدایت آلومینیوم از مس کمتر ولی قیمت آن ارزان تر و وزنش سبک تر است. استحکام مکانیکی آن از مس کمتر و تاثیر عوامل جوی و رطوبت بر آن به مراتب بیشتر از مس است و در هوای مرطوب زود اکسیده میشود.

هادی الملک:

این فلز که در آلمان به آلداری (Aldary) معروف است آلیاژی از ۹۸/۳٪ آلومینیوم و بقیه آن منیزیم و سیلیسیم می باشد. قابلیت هدایت آن ۱۰ درصد از آلومینیوم خالص کمتر ولی مقاومت مکانیکی آن خیلی زیاد تر میباشد. این فلز نسبت به آلومینیوم - فولاد دو عیب دارد. اول اینکه قابلیت انبساط آن بیشتر است و ما مجبوریم پایه های بلندتری انتخاب کنیم و دیگر اینکه سبک تر از آلومینیوم فولاد می باشد که در مقابل باد انحراف بیشتر خواهد داشت در نتیجه بایستی اسپان های کوتاه تری را استفاده نمود.

هادی آلومینیوم - فولاد:

منظور هادی می باشد که در وسط یک مغز فولادی (یک یا چند رشته ای) و اطراف آن رشته های آلومینیومی قرار دارند. مغز فولادی برای استحکام مکانیکی و رشته های آلومینیومی برای هدایت الکتریسیته می باشد.

مقاومت مخصوص این هادی دو برابر مس و مقاومت مکانیکی آن ۸۰ درصد مس سخت می باشد. ضمناً برای جلوگیری از زنگ زدگی و همچنین خوردگی بین سیمهای فولادی و آلومینیومی از فولاد گالوانیزه استفاده میکنند. نسبت سطح مقطع های این دو فلز یک به شش و در هادیهای با مقاومت مکانیکی بالا یک به چهار می باشد و چون مقاومت مکانیکی بالائی دارد با اسپانهای بلند می توان استفاده شود. (جدول ۴)

تذکر: نبایستی سیم آلومینیوم و مس را مستقیماً با یکدیگر اتصال داد زیرا در اثر رطوبت هوا یک پیل الکتریکی با مدار بسته بوجود می آید که قطب مثبت آن مس و قطب منفی آن آلومینیوم می باشد و پس از مدتی در اثر عبور جریان برق سیم آلومینیومی خورده می شود. بنابراین برای اتصال سیم آلومینیومی به سیم مسی می بایستی از کلمپ تبدیل (کلمپ بی متال) استفاده نمود.

فولاد:

فولاد دارای مقاومت مکانیکی زیاد و قابلیت هدایت کمی (حدود ۱۰ تا ۱۵ درصد هدایت سیمهای مسی) می باشد و با اسپانهای بلند بکار می رود. ولی به دلیل خواص مغناطیسی آن اندوکتانس مقاومت الکتریکی و افت ولتاژ زیادی باشد.

فولاد با مقاومت مکانیکی در حد گسیختگی ۱۴۰ تا ۱۸۰ کیلوگرم بر میلی متر مربع بیشتر بعنوان مغز فولاد در سیمهای آلومینیوم فولاد و بعضی کابلها استفاده می گردد.

بنابراین در شبکه فقط بعنوان سیم گارد بکار می رود و سیمهای فولادی که در هوای آزاد بکار می روند بایستی گالوانیزه باشند تا زود زنگ نزنند.

دسته بندی هادیها CLASSES OF CONDUCTORS

هادیها به دودسته تک رشته ای (Solid) وچند رشته ای (Stranded) تقسیم میگردد. هادی تک رشته ای دارای یکم دسته سیم یا مقطع دایره ای شکل می باشد وهادی چند رشته ای ازیک گروه سیم که به هم تاییده شده مشتمل می باشد وچون سیمهای تک رشته ای غیرقابل انعطاف پذیر وشکننده می باشند برای افزایش استحکام مکانیکی سیمها. آنها را بصورت چند رشته ای درمی آورند. جهت چرخش هرلایه درسیمهای چند رشته ای برخلاف لایه های مجاور می باشد تا از بازشدن رشته ها جلوگیری گردد.

سیمها درهادیهای چند رشته ای بصورت دواير متحدالمركز دراطراف يك هسته مركزی (سیم مركزی) تاييده شده اند. كمترین تعدادسیم درهادیهای چند رشته ای سه عددی باشد و شماره های بعدی رشته ها به ترتیب ۷، ۹، ۱۱، ۱۳، ۱۵، ۱۷، ۱۹، ۲۱، ۲۳، ۲۵، ۲۷، ۲۹، ۳۱، ۳۳، ۳۵، ۳۷، ۳۹، ۴۱، ۴۳، ۴۵، ۴۷، ۴۹، ۵۱، ۵۳، ۵۵، ۵۷، ۵۹، ۶۱، ۶۳، ۶۵، ۶۷، ۶۹، ۷۱، ۷۳، ۷۵، ۷۷، ۷۹، ۸۱، ۸۳، ۸۵، ۸۷، ۸۹، ۹۱، ۹۳، ۹۵، ۹۷، ۹۹، ۱۰۱، ۱۰۳، ۱۰۵، ۱۰۷، ۱۰۹، ۱۱۱، ۱۱۳، ۱۱۵، ۱۱۷، ۱۱۹، ۱۲۱، ۱۲۳، ۱۲۵، ۱۲۷، ۱۲۹، ۱۳۱، ۱۳۳، ۱۳۵، ۱۳۷، ۱۳۹، ۱۴۱، ۱۴۳، ۱۴۵، ۱۴۷، ۱۴۹، ۱۵۱، ۱۵۳، ۱۵۵، ۱۵۷، ۱۵۹، ۱۶۱، ۱۶۳، ۱۶۵، ۱۶۷، ۱۶۹، ۱۷۱، ۱۷۳، ۱۷۵، ۱۷۷، ۱۷۹، ۱۸۱، ۱۸۳، ۱۸۵، ۱۸۷، ۱۸۹، ۱۹۱، ۱۹۳، ۱۹۵، ۱۹۷، ۱۹۹، ۲۰۱، ۲۰۳، ۲۰۵، ۲۰۷، ۲۰۹، ۲۱۱، ۲۱۳، ۲۱۵، ۲۱۷، ۲۱۹، ۲۲۱، ۲۲۳، ۲۲۵، ۲۲۷، ۲۲۹، ۲۳۱، ۲۳۳، ۲۳۵، ۲۳۷، ۲۳۹، ۲۴۱، ۲۴۳، ۲۴۵، ۲۴۷، ۲۴۹، ۲۵۱، ۲۵۳، ۲۵۵، ۲۵۷، ۲۵۹، ۲۶۱، ۲۶۳، ۲۶۵، ۲۶۷، ۲۶۹، ۲۷۱، ۲۷۳، ۲۷۵، ۲۷۷، ۲۷۹، ۲۸۱، ۲۸۳، ۲۸۵، ۲۸۷، ۲۸۹، ۲۹۱، ۲۹۳، ۲۹۵، ۲۹۷، ۲۹۹، ۳۰۱، ۳۰۳، ۳۰۵، ۳۰۷، ۳۰۹، ۳۱۱، ۳۱۳، ۳۱۵، ۳۱۷، ۳۱۹، ۳۲۱، ۳۲۳، ۳۲۵، ۳۲۷، ۳۲۹، ۳۳۱، ۳۳۳، ۳۳۵، ۳۳۷، ۳۳۹، ۳۴۱، ۳۴۳، ۳۴۵، ۳۴۷، ۳۴۹، ۳۵۱، ۳۵۳، ۳۵۵، ۳۵۷، ۳۵۹، ۳۶۱، ۳۶۳، ۳۶۵، ۳۶۷، ۳۶۹، ۳۷۱، ۳۷۳، ۳۷۵، ۳۷۷، ۳۷۹، ۳۸۱، ۳۸۳، ۳۸۵، ۳۸۷، ۳۸۹، ۳۹۱، ۳۹۳، ۳۹۵، ۳۹۷، ۳۹۹، ۴۰۱، ۴۰۳، ۴۰۵، ۴۰۷، ۴۰۹، ۴۱۱، ۴۱۳، ۴۱۵، ۴۱۷، ۴۱۹، ۴۲۱، ۴۲۳، ۴۲۵، ۴۲۷، ۴۲۹، ۴۳۱، ۴۳۳، ۴۳۵، ۴۳۷، ۴۳۹، ۴۴۱، ۴۴۳، ۴۴۵، ۴۴۷، ۴۴۹، ۴۵۱، ۴۵۳، ۴۵۵، ۴۵۷، ۴۵۹، ۴۶۱، ۴۶۳، ۴۶۵، ۴۶۷، ۴۶۹، ۴۷۱، ۴۷۳، ۴۷۵، ۴۷۷، ۴۷۹، ۴۸۱، ۴۸۳، ۴۸۵، ۴۸۷، ۴۸۹، ۴۹۱، ۴۹۳، ۴۹۵، ۴۹۷، ۴۹۹، ۵۰۱، ۵۰۳، ۵۰۵، ۵۰۷، ۵۰۹، ۵۱۱، ۵۱۳، ۵۱۵، ۵۱۷، ۵۱۹، ۵۲۱، ۵۲۳، ۵۲۵، ۵۲۷، ۵۲۹، ۵۳۱، ۵۳۳، ۵۳۵، ۵۳۷، ۵۳۹، ۵۴۱، ۵۴۳، ۵۴۵، ۵۴۷، ۵۴۹، ۵۵۱، ۵۵۳، ۵۵۵، ۵۵۷، ۵۵۹، ۵۶۱، ۵۶۳، ۵۶۵، ۵۶۷، ۵۶۹، ۵۷۱، ۵۷۳، ۵۷۵، ۵۷۷، ۵۷۹، ۵۸۱، ۵۸۳، ۵۸۵، ۵۸۷، ۵۸۹، ۵۹۱، ۵۹۳، ۵۹۵، ۵۹۷، ۵۹۹، ۶۰۱، ۶۰۳، ۶۰۵، ۶۰۷، ۶۰۹، ۶۱۱، ۶۱۳، ۶۱۵، ۶۱۷، ۶۱۹، ۶۲۱، ۶۲۳، ۶۲۵، ۶۲۷، ۶۲۹، ۶۳۱، ۶۳۳، ۶۳۵، ۶۳۷، ۶۳۹، ۶۴۱، ۶۴۳، ۶۴۵، ۶۴۷، ۶۴۹، ۶۵۱، ۶۵۳، ۶۵۵، ۶۵۷، ۶۵۹، ۶۶۱، ۶۶۳، ۶۶۵، ۶۶۷، ۶۶۹، ۶۷۱، ۶۷۳، ۶۷۵، ۶۷۷، ۶۷۹، ۶۸۱، ۶۸۳، ۶۸۵، ۶۸۷، ۶۸۹، ۶۹۱، ۶۹۳، ۶۹۵، ۶۹۷، ۶۹۹، ۷۰۱، ۷۰۳، ۷۰۵، ۷۰۷، ۷۰۹، ۷۱۱، ۷۱۳، ۷۱۵، ۷۱۷، ۷۱۹، ۷۲۱، ۷۲۳، ۷۲۵، ۷۲۷، ۷۲۹، ۷۳۱، ۷۳۳، ۷۳۵، ۷۳۷، ۷۳۹، ۷۴۱، ۷۴۳، ۷۴۵، ۷۴۷، ۷۴۹، ۷۵۱، ۷۵۳، ۷۵۵، ۷۵۷، ۷۵۹، ۷۶۱، ۷۶۳، ۷۶۵، ۷۶۷، ۷۶۹، ۷۷۱، ۷۷۳، ۷۷۵، ۷۷۷، ۷۷۹، ۷۸۱، ۷۸۳، ۷۸۵، ۷۸۷، ۷۸۹، ۷۹۱، ۷۹۳، ۷۹۵، ۷۹۷، ۷۹۹، ۸۰۱، ۸۰۳، ۸۰۵، ۸۰۷، ۸۰۹، ۸۱۱، ۸۱۳، ۸۱۵، ۸۱۷، ۸۱۹، ۸۲۱، ۸۲۳، ۸۲۵، ۸۲۷، ۸۲۹، ۸۳۱، ۸۳۳، ۸۳۵، ۸۳۷، ۸۳۹، ۸۴۱، ۸۴۳، ۸۴۵، ۸۴۷، ۸۴۹، ۸۵۱، ۸۵۳، ۸۵۵، ۸۵۷، ۸۵۹، ۸۶۱، ۸۶۳، ۸۶۵، ۸۶۷، ۸۶۹، ۸۷۱، ۸۷۳، ۸۷۵، ۸۷۷، ۸۷۹، ۸۸۱، ۸۸۳، ۸۸۵، ۸۸۷، ۸۸۹، ۸۹۱، ۸۹۳، ۸۹۵، ۸۹۷، ۸۹۹، ۹۰۱، ۹۰۳، ۹۰۵، ۹۰۷، ۹۰۹، ۹۱۱، ۹۱۳، ۹۱۵، ۹۱۷، ۹۱۹، ۹۲۱، ۹۲۳، ۹۲۵، ۹۲۷، ۹۲۹، ۹۳۱، ۹۳۳، ۹۳۵، ۹۳۷، ۹۳۹، ۹۴۱، ۹۴۳، ۹۴۵، ۹۴۷، ۹۴۹، ۹۵۱، ۹۵۳، ۹۵۵، ۹۵۷، ۹۵۹، ۹۶۱، ۹۶۳، ۹۶۵، ۹۶۷، ۹۶۹، ۹۷۱، ۹۷۳، ۹۷۵، ۹۷۷، ۹۷۹، ۹۸۱، ۹۸۳، ۹۸۵، ۹۸۷، ۹۸۹، ۹۹۱، ۹۹۳، ۹۹۵، ۹۹۷، ۹۹۹، ۱۰۰۱، ۱۰۰۳، ۱۰۰۵، ۱۰۰۷، ۱۰۰۹، ۱۰۰۱۱، ۱۰۰۱۳، ۱۰۰۱۵، ۱۰۰۱۷، ۱۰۰۱۹، ۱۰۰۲۱، ۱۰۰۲۳، ۱۰۰۲۵، ۱۰۰۲

هادیهای آلومینیوم درمقایسه با سیم مسی باهمان اندازه فیزیکی (یعنی طول و مقطع یکسان). سیم آلومینیومی فقط دارای ۶۰٪ قابلیت هدایت ۴۵٪ مقاومت مکانیکی و حدود ۳۳٪ وزن سیم مسی می باشد.

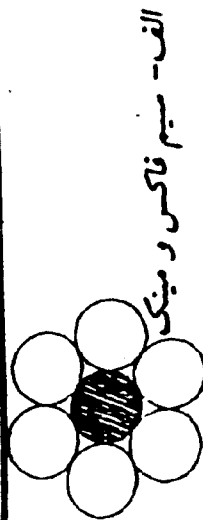
جدول (۴) مشخصات هادیهای آلومینیوم- فولاد استاندارد شبکه های توزیع (فشار متوسط)

نام تجاری	ابعاد مفتول		قطر مفتول (میلیمتر)		قطر نهایی (میلیمتر)	سطح مقطع (میلیمتر مربع)			وزن (کیلوگرم بر کیلومتر)				مقاومت DC (مهم بر کیلومتر)	گسیختگی (نیوتن)	تهدیه (نیوتن)	راکتانس (مهم بر کیلومتر)
	فولاد	آلومینیوم	فولاد	آلومینیوم		کل	فولاد	آلومینیوم	کل	گریس	کل	فولاد				
فاکس	۶	۱	۲/۷۹	۲/۷۹	۸/۳۷	۶/۱۱	۳۶/۶۶	۴۲/۷۷	۱۰۱	۲۸	۱۲۹	۷/۵	۰/۷۸۲۲	۱۲۸۱۲		۰/۲۸۳۵
مینک	۶	۱	۳/۶۶	۳/۶۶	۱۰/۹۸	۱۰/۵۲	۶۳/۱۳	۷۳/۶۵	۱۷۳	۸۲	۲۵۵	۱۲/۹	۰/۲۵۲۵	۲۱۳۱۳		۰/۲۶۶۲
هابنا	۷	۷	۳/۳۹	۱/۹۳	۱۲/۵۷	۲۰/۲۸	۱۰۵/۹۵	۱۲۶/۲۳	۲۹۰	۱۶۰	۳۵۰	۲۱	۰/۲۷۱۲	۳۹۹۷۷		۰/۲۲۶۲
لینکس	۳۰	۷	۲/۷۹	۲/۷۹	۱۹/۵۳	۴۲/۷۷	۱۸۳/۲	۲۲۶/۲	۵۰۷	۳۳۵	۸۴۲	۲۲/۷	۰/۱۵۷۶	۷۹۸۰۰		۰/۲۲۷۷

جدول (۳) مشخصات هادیهای مسی

نام سطح مقطع	سطح مقطع حلقی (mm ²)	مقرنرها		قطر نهایی (mm)	وزن تقریبی (Kg/Km)	تهدیه گسیختگی	مقاومت DC در ۲۰ درجه سانتیگراد (Ω/Km)	ظرفیت جریان ۲۰ درجه سانتیگراد (A)
		تعداد	قطر (mm)					
۱۶	۱۵/۸۹	۷	۱/۷	۵/۱	۱۲۳	۶۳۷۰	۱/۱۳۹	۱۲۵
۲۵	۲۲/۲۵	۷	۲/۱	۶/۳	۲۱۹	۹۷۲۰	۰/۷۲۶	۱۶۰
۳۵	۳۲/۲۶	۷	۲/۵	۷/۵	۳۱۰	۱۳۷۷۰	۰/۵۲۶	۲۰۰
۵۰	۴۹/۲۸	۷	۳/۰	۹/۰	۴۲۷	۱۹۷۹۰	۰/۳۶۶	۲۵۰
۵۰	۴۸/۳۶	۱۹	۱/۸	۹/۰	۴۳۸	۱۹۲۰۰	۰/۳۷۶	۲۵۰
۷۰	۶۵/۸۲	۱۹	۲/۱	۱۰/۵	۵۹۷	۲۶۳۸۰	۰/۲۷۹	۳۱۰

هوان کل: استاندارد خطوط هوایی توزیع هوان جزه: جلد پنجم: هادیها و مفتولهای خطوط هوایی توزیع

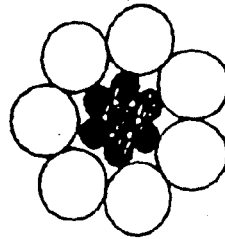


الف- سیم فاکس و مینک

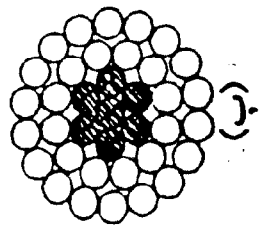
ب- سیم هابنا

پ- سیم لینکس

در ۲۰ درجه سانتیگراد



ب



ب

طرز قرار گرفتن مفتولهای آلومینیوم و فولاد

لوازم شبکه های فشار ضعیف :

۱- اتریه یا جا مقره چرخی :

اتریه با جا مقره چرخی جهت نگهداری مقره چرخی و سیم فشار ضعیف بر روی تیر استفاده می گردد و از سه جزء تشکیل می شود .

الف- تسمه اتریه که از جنس فولاد گالوانیزه است که ضخامت آن ۵ میلی متر و پهنای آن ۵۰ میلی متر میباشد.

تسمه به شکل D است که دارای دوسوراخ یکی در لبه بالائی و دیگری در لبه پائین اتریه می باشد . بایستی سوراخها در یک امتداد بوده و حدود ۱۰ میلی متر از لبه اتریه فاصله داشته باشند . قطر سوراخ پشت اتریه که به تیر پیچ می شود حدود ۱۷ میلی متر است و پشت اتریه حدود ۲ میلی متر بصورت گرده ماهی درآمده تا بهتر بتواند نیروها بتواند نیروها را تحمل نماید. دهانه اتریه ۸۶ میلی متر و طول دوضلع بالائی و پائینی آن هر کدام ۹۶ میلی متر است . (شکل ۱۵)

ب- پین که از جنس فولاد گالوانیزه است و طول آن ۱۱۵ و قط آن ۱۶ میلی متر می باشد.

ج- اسپیل از جنس برنز

۲- راک و انواع آن :

معمولا در شبکه ای فشار ضعیف روی پایه های چوبی و نیز روی پایه های بتنی ۱۲ متری که فشار متوسط (۲۰ کیلو ولت) در بالای آن کشیده شده استفاده میگردد راکها معمولا ۵ مقره ای ، ۳ مقره ای و ۲ مقره ای می باشند.

راک از تسمه فولادی گالوانیزه 50×6 میلی متر ساخته شده است . سوراخهای روی راک بایستی کشویی باشند . فاصله مرکز یک سوراخ اتریه روی راک تا سوراخ اتریه بعدی 30 cm است . دوطرفه طرفین تسمه راک به اندازه ۱۵ میلی متر با زاویه ۴۵ درجه به طرف بیرون خم شده اند .

بهتر است اتریه ها به راک با جوش کامل انجام گیرد . طول راک ۵ مقره ای ۳۰ و ۳ مقره ای ۲۷۰ و ۲ مقره ای تقریبا 40 cm است . (شکل ۱۶)

۳- بازوی جلو بر (براکت):

برای اینکه حریم افقی خطوط فشار ضعیف بهم نخورد و فاصله خط تا ساختمان و بالکن منازل حفظ شود از بازوی جلو بر استفاده می گردد. همچنین در طرفین ترانسفورماتور برای ایجاد فضای کافی جهت اتصال کابل های فشار ضعیف خروجی از تابلو به شبکه و نیز حفظ فضای کافی نسبت به ترانسفورماتور بهتر استفاده می گردد.

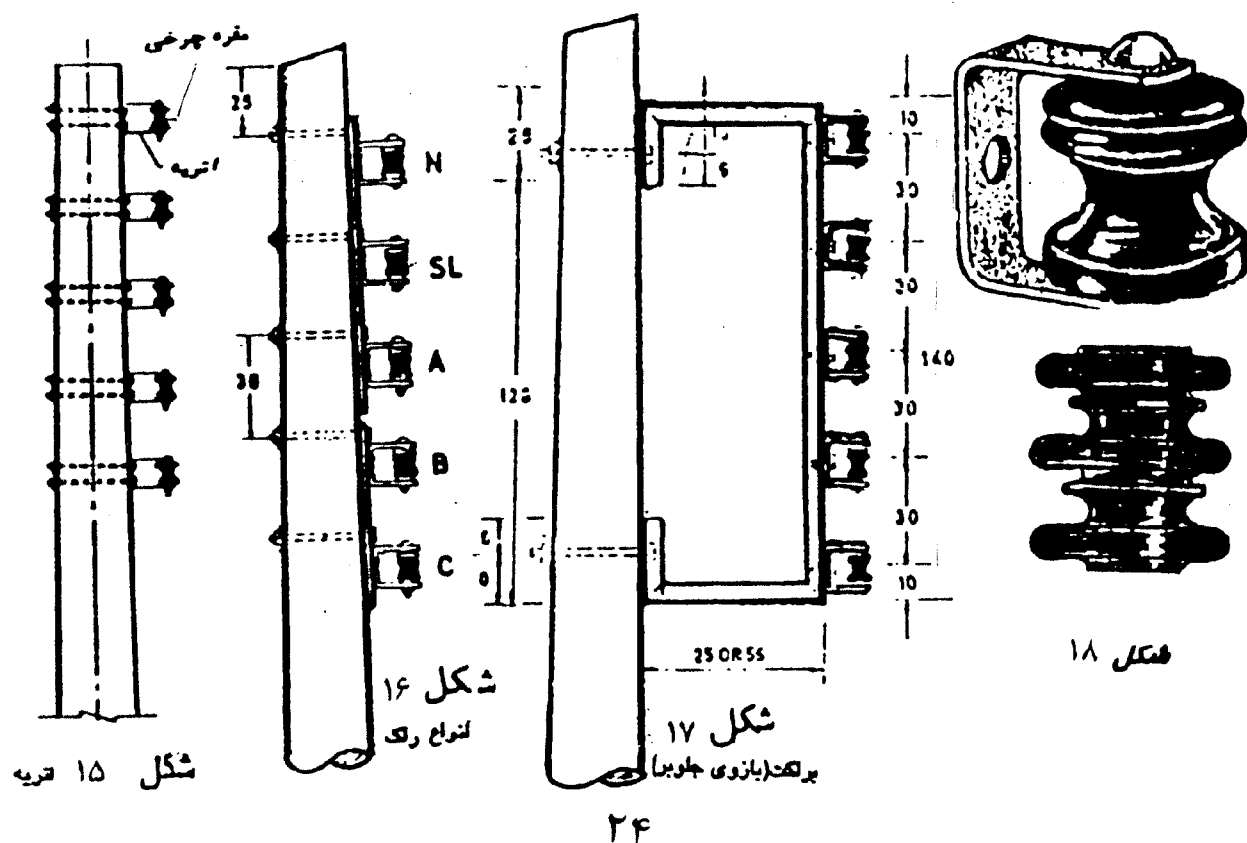
جلو بر ممکن است ۵ یا ۳ مقره ای باشد بر اساس استاندارد وزارت نیرو طول جلو بر ۲۳

مقره ای ، ۳۰ و ۴۰ مقرر ای حدود ۸۰ cm می باشد. عرض آن ممکن است ۲۵ یا ۵۵ و یا ۸۰ cm باشد که بسته به مکان مورد استفاده قرار می گیرد. (شکل ۱۷)

جلو بر از نبشی ۶×۶×۶ میلی متر ساخته شده و کلیه اتصالات آن بایستی با جوش کامل انجام شده باشد. از جلو بر درانتهای خطوط وزوایای بیش از ۵ درجه نبایستی استفاده گردد. (مگر اینکه این براکت تقویت لازم شده باشد می تواند درانتهای خطوط بکار بُرد).

۴- مقره چرخشی Spool Type Tnsulator

مقره چرخشی از چینی که روی آن لعاب قهوه ای یا سفید داده شده و یا از شیشه سفید یا سبز رنگ ساخته می شود. در وسط دارای سوراخی است که در تمام طول مقره وجود دارد توسط یک پین در یک بست D شکل یا اتربه قرار می گیرد و اتربه توسط یک پیچ و مهره روی تیر نصب می گردد. این مقره برای خطوط توزیع فشار ضعیف استفاده می گردد و دارای دو اندازه می باشد. این مقره ممکن است یک شیاره یا دوشیاره باشد که نوع دوشیاره آن باعث می شود که بتوان براحتی از آن انشعاب گرفت بدون اینکه باسیم دیگر ارتباطی پیدا کند. سطح بالایی آن صاف و مانع از جمع شدن آب باران یا برف روی آن میگردد و سطح پائین آن بایک رنگ سفید دایره ای شکل مشخص گردیده است. (شکل ۱۸)



انواع مقره ها: ۱- مقره های چینی ۲- مقره های شیشه ای ۳- مقره های سیلیکون رابر

مقره های خطوط هوایی: Line Insulators

هادیهای خطوط هوایی با واسطه مقره ها بر روی کراس آرم قرار دارند. علت استفاده از مقره در خطوط عبارت است از: ۱- عایق نمودن هادیها نسبت به کراس آرم و پایه و در نتیجه زمین. ۲- عایق نمودن هادیها نسبت به یکدیگر و ایجاد فاصله ایمن بین فازها. مقره ها بایستی از تحمل یک مقاومت الکتریکی و مکانیکی خاصی برخوردار باشند تا بتوانند علاوه بر نیروهای مختلف مکانیکی (فشار، کشش، خمش) که به آنها وارد میشود در نامناسب ترین شرایط (باران، مه، شبنم و آلودگی هوا) فشار الکتریکی وارده مانند ولتاژ دائمی خط و ولتاژهای ضربه ای (رعد و برق، کلیدزنی) را نیز تحمل کنند. استقامت مکانیکی مقره ها (ایزولاتورها) بستگی به جنس و ضخامت عایق استقامت الکتریکی آن بستگی به جنس، طول و شکل مقره دارد. دوماه اصلی برای ساختن مقره های خطوط هوایی، چینی و شیشه سخت می باشد. مواد اولیه چینی که در ساخت مقره ها از آن استفاده می شود عبارتست از فلدسپات، کائولین (خاک چینی)، کوارتز که بایستی به نسبت معین از آنها را ترکیب کرده و بصورت گل درآورد سپس در صد رطوبت آنرا پائین آورده و در خلأ پرس نمایند تا از حبابهای هوا خالی گردد بعد آنرا قالب گیری کرده و به شکل مقره مورد نظر درمی آورند و پس از خشک شدن لعاب داده می شود و بعد در کوره های مخصوص تحت تاثیر درجه حرارت معین پخته می شود تا عایق چینی بدست آید. خمیر کردن چینی با آب کاملاً تصفیه شده انجام می گردد تا املاح موجود در آب بخصوص نمک، از خراب کردن خواص دی الکتریکی و مکانیکی چینی جلوگیری کند.

کلیه مقره های چینی دارای پوششی از لعاب شیشه با درجه ذوب پائین می باشد که به رنگ سفید یا قهوه ای و یاسبز می باشد. لعاب علاوه بر اینکه استقامت مکانیکی مقره را تا حدودی بالا می برد. باعث صیقلی شدن سطح خارجی مقره نیز می گردد در نتیجه قدرت چسبندگی ذرات خارجی (گرد و خاک و دوده) با آن کم می شود و در اثر باران و باد به سادگی تمیز و شسته می شود همچنین باعث می شود که فشار الکتریکی بطوریکه نواخت در تمام سطح آن انتشار یابد.

ماده دیگری که برای ساخت مقره ها بکار می رود شیشه سخت می باشد که مزایای زیادی نسبت به نوع چینی دارد. قدرت دی الکتریک چینی سالم در حدود ۱۲ تا ۲۸ کیلو ولت بر cm^3 می باشد قدرت تحمل آن در مقابل فشار در حدود $7000 kg$ بر cm^3

و در مقابل کشش $500 kg$ بر cm^3 می باشد. ۲۵

مزایای مقره شیشه ای نسبت به چینی :

- ۱- درمقابل لب پریدگی وقوس الکتریکی نسبت به چینی مقاوم تر است .
- ۲- اگر بکشند به تکه های کوچکی شکسته شده و آن عیب را می توان ازروی زمین مشاهده کرد بنابراین تشخیص عیب درمقره های شیشه ای آسانتر از مقره های چینی می باشد.
- ۳- استقامت عایقی شیشه بیشتر از چینی و در حدود 120 kv/cm^3 می باشد.
- ۴- ضریب انبساط حرارتی مقر شیشه ای کوچکتر بوده و در نتیجه تغییر شکل نسبی آن در اثر تغییر درجه حرارت حداقل است
- ۵- بخاطر سطح لغزندگی و صافی آن گرد و غبار و آلودگی کمتر بر روی مقره شیشه ای نشسته و رسوب می کند و به راحتی تمیز می گردد.
- ۶- تحت فشار مقاوم تر از چینی بوده و درمقابل کشش استقامت معادل چینی را دارد.
- ۷- تنها عیب مقره شیشه ای این است که در اثر ضربه لبه های آن کاملاً خرد شده و در عین اینکه یک حسن درمقابل عیب یابی است عیب بزرگ آن این است که بطور فوق العاده از قدرت عایقی آن زنجیره و مقره کاسته شده . ضایعاتی را در بر دارد . کاربرد مقره های شیشه ای بیشتر در خطوط انتقال بکار میرود و به خاطر قدرت دی الکتریک زیاد آن چون بیشتر در معرض صاعقه قرار میگیرد و همچنین بخاطر نفوذ ناپذیری درمقابل رطوبت در آب و هوای مرطوب هم بکار میرود .

مقره های سیلیکون رابر :

در سال های اخیر مقره های میله ای سیلیکون رابر بدون درز در کشور ساخته شده که مناسب محیط های با آلودگی و رطوبت زیاد، باران های اسیدی، گرد و غبار، نمک دریا، یخ و برف، نشکن و پنچر نشدن با عمر طولانی و کمترین هزینه نگهداری و بهره برداری هستند.

شکست الکتریکی مقره :

به سه صورت ممکن است درمقره شکست الکتریکی رخ دهد .

- ۱- تخلیه الکتریکی (تخلیه قوس الکتریکی) در هوای اطراف مقره که بر اثر کلیدزنی (قطع و وصل کلیدها) و یا صاعقه (رعد و برق) بوجود می آید.
- ۲- سوراخ شدن مقره که باعث تخلیه قوس الکتریکی از درون مقره میگردد که این بیشتر به جنس مقره بستگی دارد
- ۳- جمع شدن آلودگی و گرد و غبار در سطح خارجی مقره که باعث ایجاد جرقه در سطح مقره می شود .

انواع مقره ها:

۱-مقره های سوزنی یامیخی (الف- مقره سوزنی ساده ب- مقره سوزنی رادیوفرید .)

۲-مقره های اتکائی یا ستونی که بیشتر در پستها و خطوط انتقال بکار می رود .

۳-مقره های آویزی معلق : (الف) مقره بشقابی ب) مقره مهی (قابلمه ای)

۴-مقره های کششی مهار (فشار ضعیف و فشار متوسط)

× بمنظور بالا بردن مقاومت عایقی مقره ها به تعداد مقره های بشقابی اضافه میگردد و جهت بالا بردن مقاومت مکانیکی مقره های بشقابی به تعداد زنجیره مقره ها اضافه می نمایم .

۱-مقره های سوزنی: Pin In sulator

مقره سوزنی همانطوریکه از نامش پیداست روی یک پیچ یا پایه فولادی (پین) وصل میگردد که مقره رادرجای خود مثلاً روی کراس آرم نگه میدارد و هادی نیز بوسیله یک سیم اصلی روی مقره محکم میگردد، مقره های سوزنی ممکن است چینی یا شیشه ای باشند، مقره های شیشه ای یکپارچه بوده ولی نوع چینی آن تا ولتاژ ۲۳ کیلوولت یکپارچه و برای ولتاژ های بالا تر بسته به مقدار ولتاژ چند تکه ساخته می شود که بوسیله سیمان مخصوصی بیکدیگر وصل میگرددند.

مقره هادارای لایه های مختلفی می باشند که بشکل زنگ یا ناقوس بوده و بطرف پائین شیب دارند این لایه ها نه تنها اجازه نمی دهند که آب باران روی مقره بایستد بلکه یک مسیر طولانی تری برای جرقه در هوای خشک ایجاد می کند .

امروزه مقره های سوزنی ۸۸۰۰۰ ولت نیز ساخته شده ولی بندرت در خطوط توزیع برای بیش از ۴۴ کیلوولت استفاده میگردد زیرا در ولتاژهای بالا به علت بزرگ شدن مقره غیر اقتصادی خواهند بود . مقره سوزنی و پایه اش باید با اندازه کافی مقاومت مکانیکی داشته باشند تا بتواند انتقال نیروی متبجه ناشی از وزن سیم و مقره که نیروی عمودی و فشاری بوده و نیروی باد بر سیم و مقره که نیروهای عرضی می باشند را تحمل نمایند .
مقره های سوزنی که در شبکه های توزیع هوایی مورد استفاده قرار میگیرد بر دو نوع هستند:

(الف) مقره سوزنی ساده

ب) مقره سوزنی رادیوفرید (Radio Freed) که به رنگ سیاه و دارای خاصیت نیمه هادی می باشد

الف- مقره سوزنی ساده :

از چینی ساخته شده و روی آنرا لعاب قهوه ای رنگی داده اند . روی سر و کناره ها کم است و در بعضی از آنها سطح بالایی مقره بدون شیار می باشد . از این مقره در مقاطع کم معمولاً تا سیصد ۷۰ استفاده میشود . (شکل ۱۹)

ب- مقره سوزنی رادیو فرید:

این مقره دقیقاً مانند مقره سوزنی ساده ولی با سرگرافیتی که نیمه هادی بوده و بنام مقره رادیو فریدی معروف است و کاربرد آن در مناطق و جایی که می خواهند شبکه فشار متوسط ایجاد نمایند قبلاً در آن مسیر و به موازات آن خطوط مخابرات وجود داشته باشد بخاطر اینکه با استفاده از این نوع مقره سوزنی با سرگرافیتی میدان الکتریکی را بطور یکنواخت در سطح مقره توزیع می نماید و دیگر اثرات پارازیت بر روی خطوط مخابرات ایجاد نمی کند از این نوع مقره استفاده می شود . شکل شماره ۲۰

پایه مقره سوزنی :

استفاده از پایه مقره باعث می شود که مقره بطور قائم روی کراس آرم قرار گیرد . پایه مقره معمولاً یکپارچه و از فولاد گالوانیزه ساخته می شود و شامل یک مهره و یک واشر تخت فنی می باشد و قسمت سر (رزوه) آنرا از جنس سرب می سازند تا از وارد کردن فشار های زیاد در حدیده داخل مقره جلوگیری شود .

میله یا پایه مقره به سه نمونه زیر می باشد:

۱- پایه مقره کوتاه ۲- پایه مقره بلند ۳- پایه مقره راس تیر یا میانی

۱- میله یا پایه مقره کوتاه (مخصوص کراس آرم نبشی فولادی)

مخصوص کراس آرم فلزی می باشد این پایه بوسیله یک مهره و واشر و فتر روی کراس آرم فلزی بسته می شود . اگر از واشر تخت استفاده شود در اثر نیروهای وارده (باد و یخ و برف) پایه مقره کمی ارتعاش پیدا کرده و بدلیل ثابت بودن بتدریج مهره را گشاد نموده و باز میکند . در صورتیکه واشر فنی (اسپرینگ) می تواند هماهنگ با نوسانات پایه مقره کمی تغییر نموده و نیرو به مهره وارد نشود . (شکل ۲۱)

۲- میله یا پایه مقره بلند (مخصوص کراس آرم چوبی یا بتنی) بوسیله یک واشر تخت

گرد یا مربع و یک مهره روی کراس آرم چوبی بسته می شود و نبایستی روی کراس آرم فلزی بسته شود زیرا بدلیل بلند بودن طول آن تا نقطه اتکاء (زیر پایه مقره تا کراس آرم) باعث کج شدن پایه مقره میگردد . (شکل ۲۲)

۳- میله یا پایه مقره راس تیر (میانی)

این پایه مقره دارای دو سوراخ است که با دو عدد پیچ و مهره در شبکه ها بر سر راس تیر بسته می شود و بهمین دلیل به آن پایه مقره راس تیر می گویند . (شکل ۲۳)

تذکره ۱: بایستی این پایه مقره طوری به سر تیر بسته شود که ته مقره با سر تیر فاصله داشته باشد. اگر این فاصله کم باشد دواشکال پیش می آید، یکی اینکه فاصله فاز وسطی تا سر تیر کم می شود و دیگری اینکه در جاهای برف گیر یخ و برف روی مقره و سر تیر نشسته و باعث ارت کردن فاز وسط به زمین می گردد. بنابراین اگر در بعضی موارد پایه مقره راس تیر کوتاه بود آن را به یک تکه ناودانی مناسب جوش داده شود.

تذکره ۲- در بعضی مواقع در سر تیر دوبله می شود بدلیل نازک بودن سر تیر هر دو مقره بهم برخورد می کنند که ممکن است شکسته شوند. بنابراین بهتر است در این مواقع بین پایه مقره و تیر یک تکه ناودانی و یا چوب مناسب قرارداد و از قرارداد دادن پاره آجر یا سنگ خودداری شود.

تذکره ۳- از ذوب کردن سرب سر پایه مقره و دوباره ریختن سرب ذوب شده در پایه مقره که در درون حديدیه و مقره قرار گرفته است خودداری کنید.

۲- مقره اتکائی (یاستونی) *Post In sulator*

نوع دیگر مقره سوزنی مقره اتکائی می باشد که بشکل استوانه چینی توپر یا توخالی مانند (بوشینگ ترانس) و یا CT و PT ساخته می شود نوع خالی آن به شکل استوانه ایست که در یک انتهایش یک حفره دارد که قبل از اینکه قاعده مقره به کلاهک فلزی چسبانده شود پوشانده می شود.

مقره های توپر رامی توان فقط یک قطر معین و محدودی ساخت که مسلماً نمی تواند جوابگوی نیروی مکانیکی و الکترو دینامیکی در تمام قسمتهای تاسیسات باشد. بدین جهت در قسمتهائی از تاسیست که نیروی مکانیکی بیشتری را باید تحمل نماید از مقره های توخالی استفاده نمی شود که برای بالا بردن اختلاف سطح شکست داخلی آن سوراخ داخل مقره را پس از پر کردن با گاز خشک ازت می پوشانند برای ساخت مقره های استوانه ای توخالی بزرگ. چند تکه را بوسیله یک سیمان مخصوص بهم وصل می کنند.

مقره اتکائی بصورت عمودی یا افقی نصب کی گردند نوع افقی آن از چینی یکپارچه و توپر ساخته شده و برای نگهداری هر فاز توسط یک پین یا پیچ مخصوصی بر روی پایه بطور افقی نصب می گردد و در سر مقره یک کلمپ مخصوص جهت نگهداری هادی خط می باشد این نوع مقره در شبکه های هوایی نیاز به کراس آرم و بريس ندارد و فضای کمتری را اشغال می کند نوع عمودی آن بیشتر در پستهای فشار قوی نصب می گردد که ممکن است توپر یا توخالی باشد. (شکل ۲۴)

۳- مقره آویزی (معلق) یا بشقابی :

مقره آویزی (بشقابی) چنانچه از نامش پیداست از کراس آرم آویزان بوده و هادی خط به انتهای آن بوسیله کلمپی بسته می شود این نوع مقره بیشتر در ولتاژهای بالا استفاده می شود زیرا مقره سوزنی در این ولتاژهای بالا بسیار گران تمام می شود و بسیار مشکل است که پایه مقره سوزنی بتوانند نیروهای مکانیکی وارده را تحمل نماید استفاده از مقره ای آویزی نیاز به پایه مقره یا پین نداشته و امکان ایجاد هر نوع فاصله ای بین هادی ها و پایه (دکل) را بوسیله افزایش تعداد مقره های زنجیره بوجود می آورد (شکل ۲۵).

هر مقره بشقابی از یک صفحه یا دیسک عایق چینی یا شیشه ای تشکیل یافته که قسمت بالائی آن یک کلاهک چدنی گالوانیزه از چدن مالی بل (کله گاوی یا مادگی مقره) توسط سیمان مخصوصی روی آن اتصال دارد و در قسمت پائین مقره یک پین فولادی گالوانیزه (قسمت نری مقره) در داخل عایق بوسیله سیمان مخصوصی محکم شده است. ته پین قبل از سیماتکاری به یک پولک چوب پنبه ای جهت گرفتن ضربات مکانیکی چسبانده شده است. روی بشقاب صیقلی و لعاب داده شده است ولی در داخل بشقاب شیارهائی دارد که فاصله نشت سطحی را بزرگ می نماید. قطر مقره بشقاب از ۱۵ تا ۲۵ cm یا بیشتر تغییر می کند مقره بشقابی از نظر تحمل نیروی مکانیکی به دو دسته ۷۰۰۰ و ۱۲۰۰۰ کیلوگرم نیروی تقسیم می گردد.

مقره مهی (یا قابلمه ای)

نمونه دیگر از مقره آویزی است که دارای طول سطح عایق بیشتری نسبت به مقره (بشقابی) دارد و به همین دلیل دارای قدرت عایقی بیشتر نسبت به این نوع مقره می باشد و کاربرد آن بیشتر در مناطق با آب و هوای آلوده و مرطوب بکار می رود (شکل ۲۶)

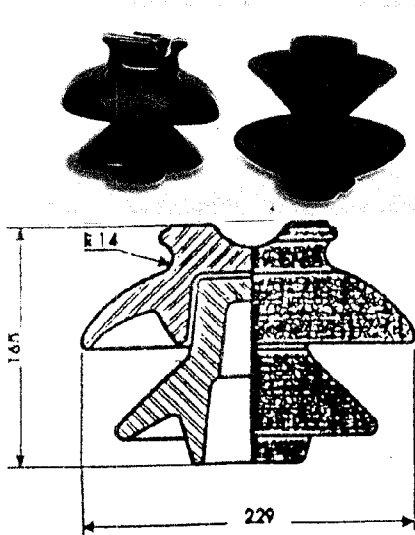
تعداد مقره های زنجیره: Number of Units In String

هر مقره بشقابی دارای ولتاژ نامی ۱۱ کیلوولت یا بیشتر می باشد و برای خط با ولتاژ نامی بیشتر از آن می توان چند مقره را بصورت زنجیره بکاربرد. تعداد مقره های بکار رفته در یک زنجیره ایزولاتور اساساً بستگی به ولتاژ خط دارد. ولی پارامترهای دیگری نظیر آب و هوا، نوع اسکلت (پایه) و ضریب اطمینان هم دخالت دارد. عموماً تعداد مقره های زنجیره ایزولاتور زوی پایه های چوبی کمتر از پایه های فلزی است ولی بهر حال نبایستی تعداد مقره های یک زنجیره از دو عدد کمتر شود تا همیشه در صورت خرابی یک مقره، مقره دیگری در خط باشد.

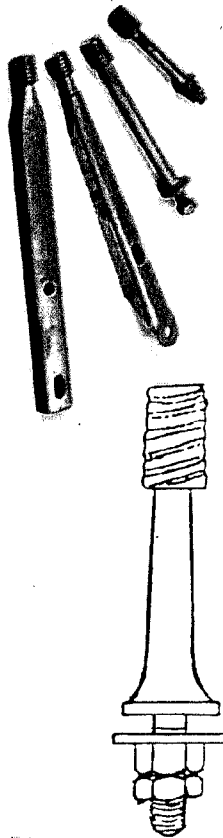
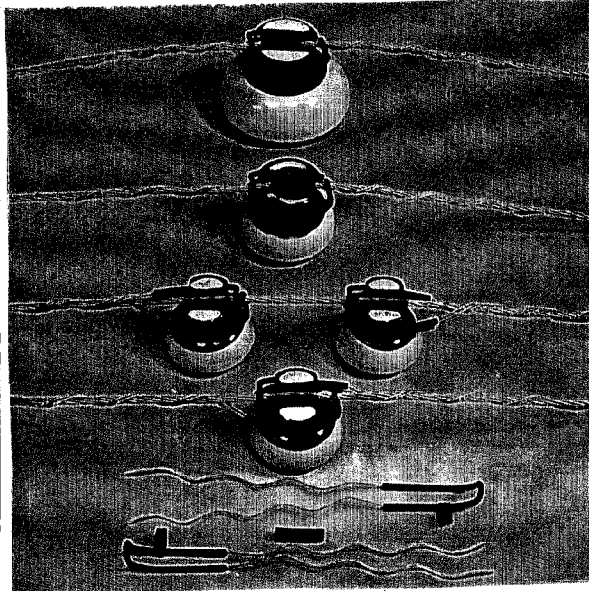
ضمناً سطح بالائی مقره صاف می باشد که باعث می گردد آب باران در بالای آن جمع نشود. به همین دلیل سطح پائین مقره ها را با یک دایره سفید رنگی مشخص نموده اند که بایستی رو به پائین قرار گیرد.

Iran Insulator Co.

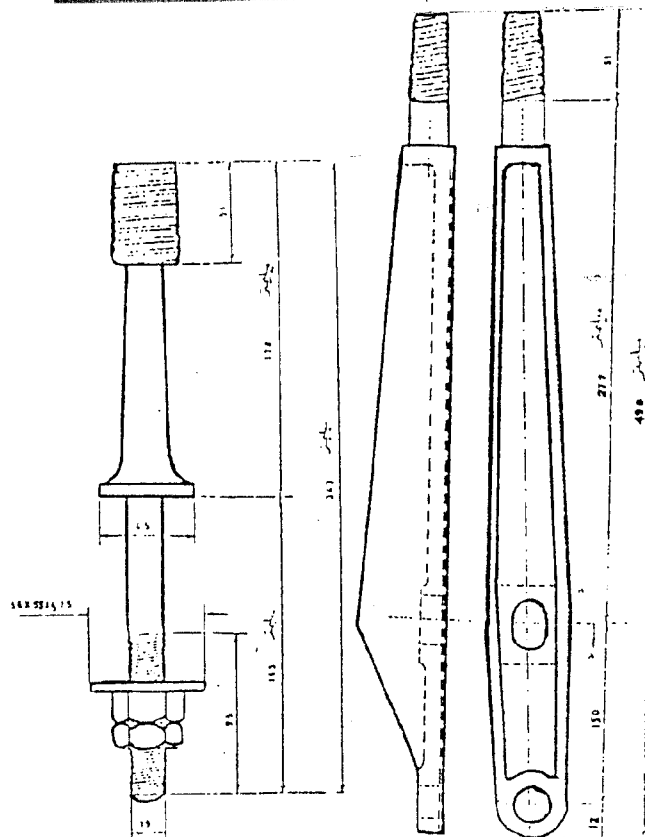
شکل شماره ۱۹



شکل شماره ۲۰



(شکل شماره ۲۱) پایه مقره کوتاه



(شکل شماره ۲۲) پایه مقره بلند

(شکل شماره ۲۳) پایه مقره رأس تیرآمیانی

متعلقات مقره بشقابی در شبکه انتهائی ویا آویزی ۲۰ کیلو ولت :

قطعات بکار رفته برای یکفاز دداند (انتهائی) و آویز عبوری بیست کیلو ولت به ترتیب از سمت هادی تا کراس آرم عبارتند از :

۱- کلمپ انتهائی : شو یا تفنگی (کلمپ آویز عبوری)

۲- آی ساکت یا کله گاوی

۳- یک جفت مقره بشقابی

۴- بال کلویس (آی بال + شکل)

۵- آی نات (مهره چشمی)

۱ - کلمپ انتهائی یا گیره انتهائی (شو یا تفنگی هم می نامند) Calamp Dead End

کلمپ انتهائی وسیله ای است از آلیاژ آلومینیوم که در دداند بیست کیلو ولت هادی با آن بسته می شود و به سه دسته سیم گیر دو پیچ ، سه پیچ ، پنج پیچ تقسیم می گردد. (شکل ۲۷)

نوع دو پیچه آن برای سیمهای کوفر و ویسل استفاده می گردد که اکنون از رده خارج گردیده است .

نوع سه پیچه آن برای سیمهای ۳۵ و ۷۰ میلیمتر مربع آلومینیوم / فولاد و آلومک استفاده میگردد. قدرت مکانیکی نهائی آن ۴۵۳۰ کیلوگرم نیرو طبق استاندارد وزارت نیرو می باشد .

کلمپ نهائی پنج پیچ برای سیم های ۱۲۰ تا ۱۹۵ میلیمتر مربع آلومینیوم فولاد و آندرای استفاده می گردد. طبق استاندارد وزارت نیرو قدرت مکانیکی نهائی ۱۱۳۰۰ کیلوگرم نیرو می باشد .

کلمپ عبوری: Clamp Suspension

نمونه دیگر کلمپ در شبکه هائی که مقره های بشقابی وبصورت آویزی می باشد هادی را بامتعلقات مقره بشقابی به آن نگه میدارد. (شکل ۲۸)

اجزاء کلمپ انتهائی (شو) :

الف - سیم گیر از آلیاژ آلومینیوم

ب- مغزی (لقمه) از جنس آلومینیوم (برای سیم گیر پنج پیچه ۲ تکه می باشد)

ج- پیچ یو شکل (کروپی) از فولاد گالوانیزه بامهره

د- واشر فنی فولادی ه- پین از فولاد سخت ی- اشپیل از فولاد سخت

۲- آی ساکت (کله گاوی و یا مادگی) Socket eye Connector

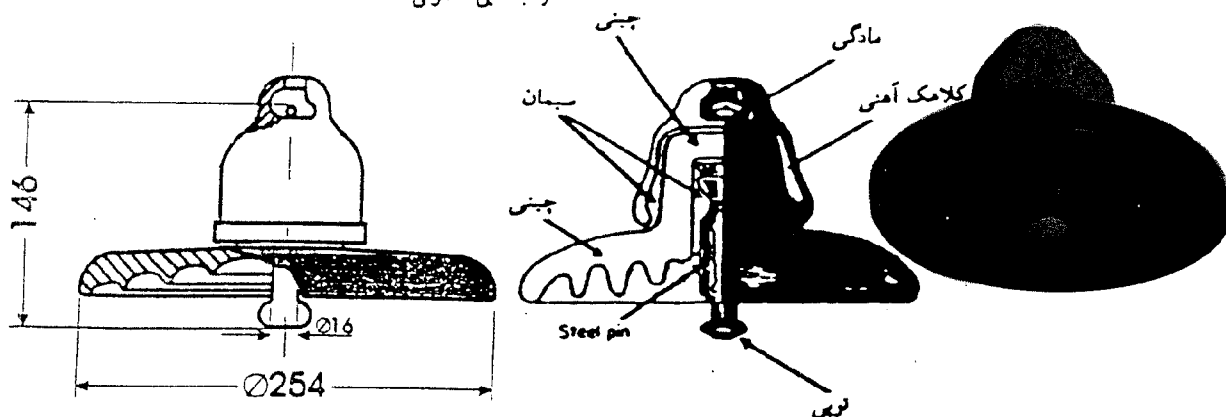
کله گاوی از فولاد ریخته یک پارچه گالوانیزه می باشد و شامل یک اشپیل یا فنی برنجی است . این قطعه از یکطرف به سیم گیر و از طرف دیگر به نری مقره بشقابی وصل



(شکل شماره ۲۴)
مقره اتکائی (یاستونی)

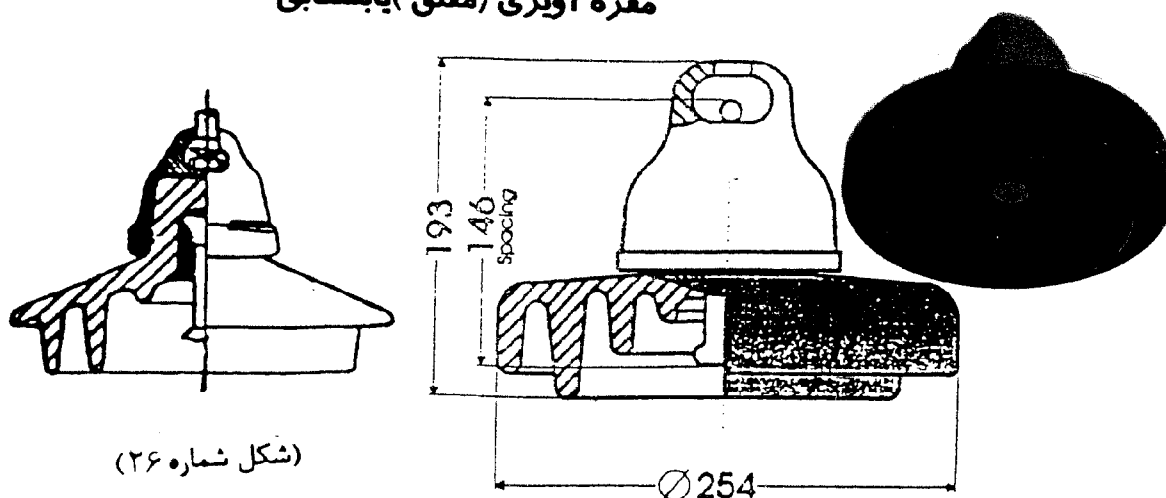
بصورت عمودی یا افقی

شکل و اطلاعات نمونه ای مقره های بشقابی
مقره بشقابی معمولی



(شکل شماره ۲۵)
مقره بشقابی معمولی

مقره آویزی (معلق) یا بشقابی



(شکل شماره ۲۶)
مقره مپی (یا قابلمه ای)

میگردد. و از نظر قدرت تحمل نیروی مکانیکی به دو دسته ۷۰۰۰ و ۱۲۰۰۰ کیلوگرم نیروی تقسیم می گردد. که نوع ۷۰۰۰ کیلو گرم نیروی آن برای سیم گیر سه پیچ و نوع ۱۲۰۰۰ آن برای سیم گیر پنج پیچ بزرگ می باشد و سرکله گاوی ۷۰۰۰ کیلو گرمی نیروی برای سیم گیر پنج پیچ کوچک می باشد و در اثر لق خوردن زیاد باعث شکستن سیم گیر می گردد. (شکل ۲۹)

۳- یک جفت مقره بشقابی

ابتدا فنر برنجی یکی از مقره ها را بوسیله انبر دست به بیرون بکشید و بعد از جازدن نرمی مقره بشقابی بعدی در آن فنر را مجدداً جا بزنید

۴- بال کلویس یا رکاب گوشتکوب (ترکیب آی بال . شکل) Ball Clevis

از فولاد گالوانیزه است و دارای یک پین از فولاد سخت و یک اشپیل از فولاد ضدزنگ می باشد. (شکل ۳۰)

این وسیله رابط بین مقره بشقابی و آینات (یامهره چشمی) است و از نظر قدرت تحمل مکانیکی به دو دسته ۷۰۰۰ و ۱۲۰۰۰ کیلو گرم نیروی تقسیم می گردد. بجای بال کلویس می توان از : آیبال (تویی چشمی)، شکل (رکابی) استفاده نمود.

الف- ای بال (تویی چشمی):

از فولاد گالوانیزه ساخته شده و از یکطرف به مادگی مقره بشقابی و از طرف دیگر به رکابی وصل می گردد و از نظر قدرت تحمل نیروی مکانیکی به دو دسته ۷۰۰۰ و ۱۲۰۰۰ کیلو گرمی نیروی تقسیم می گردد. (شکل ۳۱)

ب- شکل (رکابی)

از فولاد گالوانیزه است که دارای یک پین از فولاد ی گالوانیزه و یک اشپیل برنجی می باشد. از یکطرف به آی نات (مهره چشمی) طرف دیگر به آی بال وصل میگردد و از نظر قدرت تحمل نیروی مکانیکی به دو دسته ۷۰۰۰ و ۱۲۰۰۰ کیلو گرمی نیروی تقسیم می گردد. (شکل ۳۲)

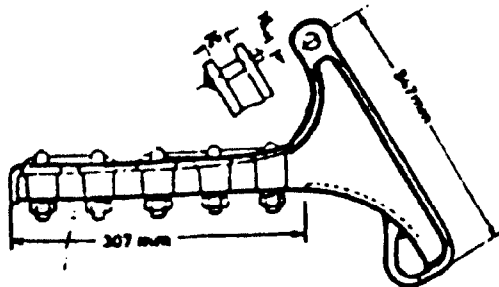
۵- قلاب چشمی یا آینات (مهره چشمی)

این قطعه از یکطرف به بال کلویس و یا به شکل (رکابی) و از طرف دیگر به پیچ دوسررزوه کراس آرم یا مهره بسته می شود جنس آن از فولاد گالوانیزه. حداقل قدرت تحمل نیروی مکانیکی قلاب حدود ۱۰۰۰۰ کیلو گرم نیرو می باشد. بجای قلاب نعلی شکل می توان از مهره چشمی (آینات) استفاده نمود. از فولاد گالوانیزه ساخته شده و حداقل تحمل نیروی مکانیکی آن ۵۶۰۰ کیلو گرم نیرو می باشد. (شکل ۳۳)

متعلقات مقره بشقابی در شبکه انتهایی ویا آویزی ۲۰ کیلو ولت

Calamp Dead End

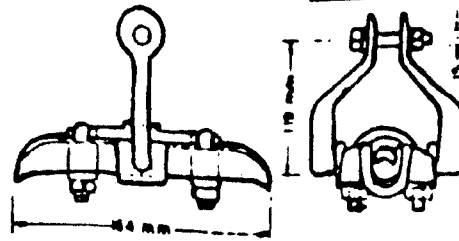
کلمپ انتهایی یا گیره انتهایی



(شکل شماره ۲۷)

Clamp Suspension

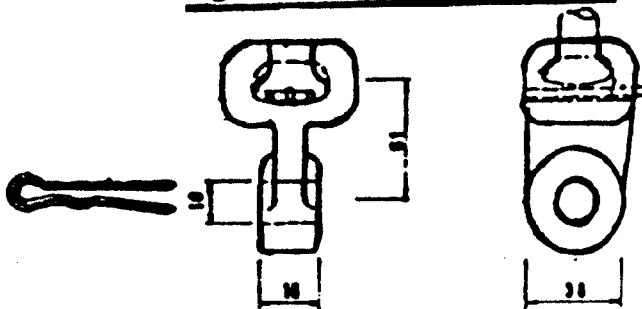
کلمپ عبوری



(شکل ۲۸).

Socket eye Connector

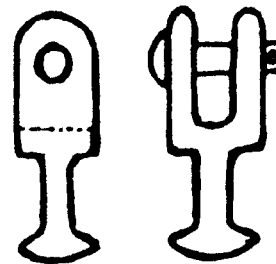
آی ساکت (کله گاوی ویا مادگی)



(شامل شماره ۲۹)

Ball Clevis

بال کلویس یا رکاب گوشه کوب

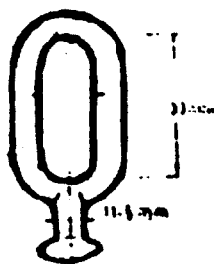


(شکل شماره ۳۰)

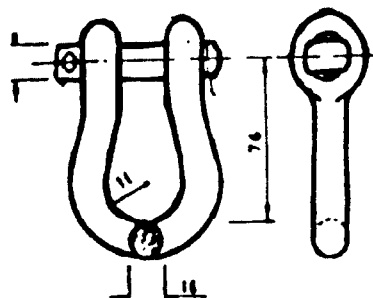
SHACKLE

شکل (رکابی)

ای بال (تویی چشمی)



(شکل شماره ۳۱)



(شکل شماره ۳۲)

قلاب چشمی یا آی نات

(مهره چشمی)



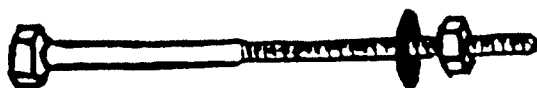
(شکل شماره ۳۳)

انواع پیچ و مهره مورد استفاده در شبکه های توزیع هوایی :

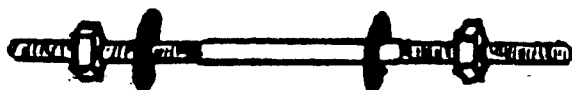
(شکل ۳۴ انواع پیچ و مهره ها)

- ۱- پیچ و مهره یکسر رزوه جهت اتصال کراس آرم به پایه
- ۲- پیچ و مهره دوسر رزوه جهت اتصال زوج کراس آرم به پایه .
- ۳- پیچ و مهره تمام رزوه جهت اتصال طرفین زوج کراس آرم به یکدیگر
- ۴- پیچ و مهره خزینه جهت اتصال تسمه (ویبریس) به کراس آرم چوبی.
- ۵- پیچ و مهره 40×14 جهت اتصال تسمه (ویبریس) به کراس آرم فولادی
- ۶- پیچ و مهره یکسر چشمی کاربرد متفاوتی می تواند داشته باشد مثلاً در انتهای خطوط یا بعنوان پیچ مهار.
- ۷- پیچ خودکار (اسکرو) جهت نصب بازو (بریس) به کراس آرم به پایه چوبی

شکل ۳۴ تصاویر انواع پیچ و مهره ها



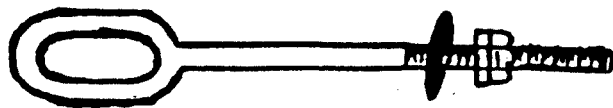
پیچ و مهره یکسر رزوه



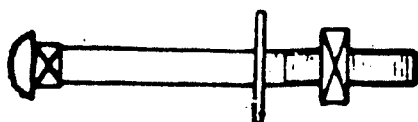
پیچ و مهره دوسر رزوه



پیچ و مهره تمام رزوه



پیچ و مهره یکسر چشمی



پیچ و مهره خزینه



پیچ خودکار (اسکرو)

دمپر (موج گیر):

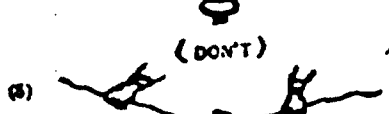
یکنوع از خفه کننده های نوسان دمپر یا موج گیر می باشد. از آنجا که هادیهای خطوط هوایی که در بالای زمین قرار دارند و در اسپانهای بلند تحت تنش نسبتا بالایی به لرزش یا ارتعاش درمی آیند این ارتعاش در اثر وزش هوا به هادی در زوایای ۹۰ درجه نسبت به خط بوجود می آید بنابراین برای جلوگیری از ایجاد این نوع نوسانات یا لرزشها در هادی که سبب ایجاد فرسودگی و خوردگی در هادی در محل اتصال هادی به پایه های عبوری رخ می دهد از دمپر (لرزشگیر) که شامل وزنه ای است که بوسیله یک کلمپ مناسب به هادی با فاصله کافی از مقره ها در دو طرف پایه ها یا دکلها بر روی هادی بسته می شوند و بیشتر در خطوط انتقال بکار می رود (شکل ۳۵)

آرمرا (سیم از پیش تنده شده)

نوع دیگر حفاظت هادی در مقابل نوسانات آن مقاوم کردن هادیها بوسیله سیم آرمرا (Aramrrods) می باشد. آرمرا شامل یک لایه که فنی شکل است که در محل اتصال سیم به مقره بدور سیم تانیده می شود. و بایستی طوری به سیم تانیده شود که مقره در وسط طول آن قرار بگیرد. آرمرا نه تنها قطر هادی را بزرگتر می کند آنرا مقاوم تر می نماید همچنین به علت خاصیت فنریتی که دارد نوسانات هادی در اثر باد را از بین می برد. آرمرا بیشتر در خطوط انتقال و در شبکه های توزیع فشار متوسط در محل اتصال هادی به مقره های سوزنی در مناطق بادگیر استفاده میگردد (شکل ۳۶)

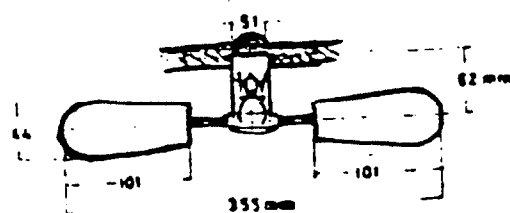
ترانسفورماتور:

مبدل ولتاژی است که ولتاژ فشار متوسط ۲۰ kv را به ولتاژ فشار ضعیف ۲۳۰ v و ۴۰۰ v تبدیل و با قدرتهای گوناگون در اختیار مشترکین قرار می گیرد (شکل ۳۷)



(شکل شماره ۳۶)
آرمرا
(سیم از پیش تنیده شده)

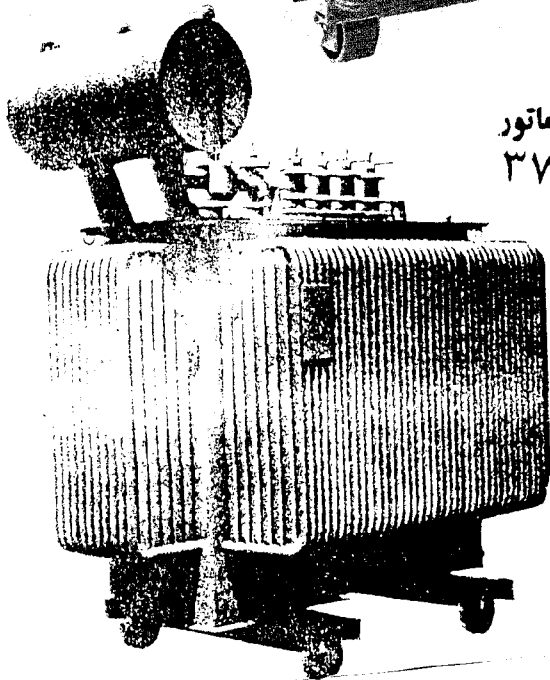
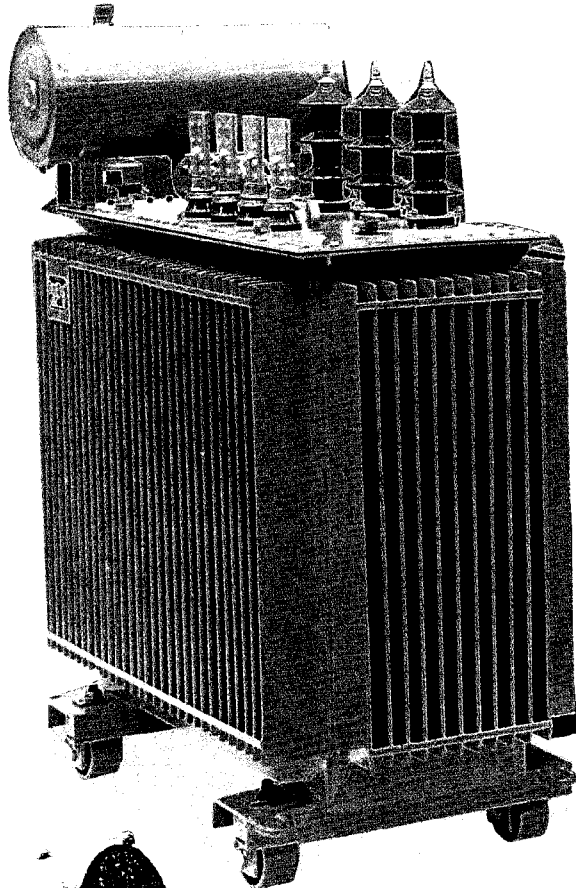
(شکل شماره ۳۵)
دمپر (موج گیر)



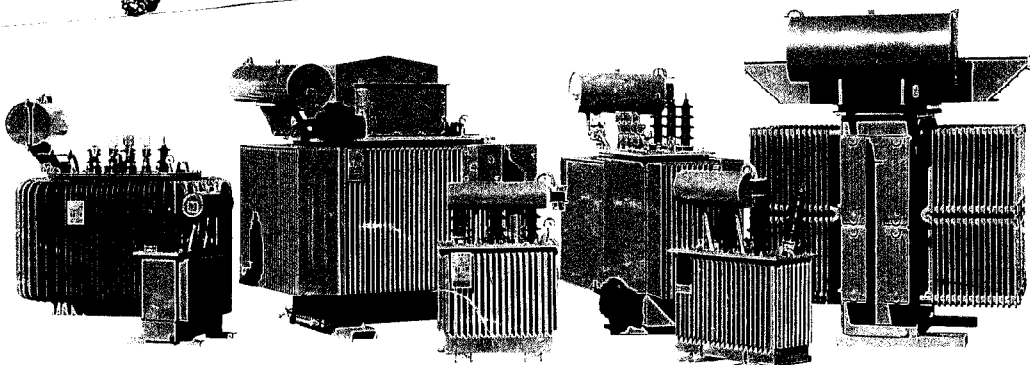
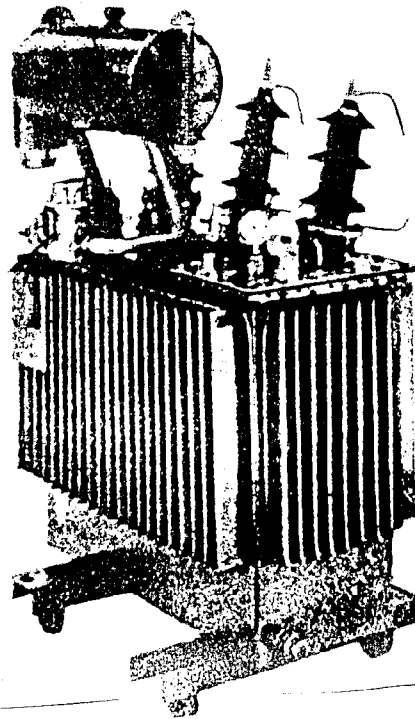
۳۷
دمپر (موج گیر) استفاده از سیم آرمرا

اجزاء ظاهری ترانسفورماتور توزیع:

- ۱- رادیاتور
- ۲- منبع انبساط
- ۳- بوشینگ فشار قوی ۳ عدد
- ۴- بوشینگ فشار ضعیف ۴ عدد
- ۵- شاخکهای جرقه گیر
- ۶- فیلتر
- ۷- تپ وچنجر
- ۸- گیج روغن
- ۹- حرارت سنج
- ۱۰- رله بوخهلتز
- ۱۱- پلاک ترانس (شناسنامه ترانس)



ترانسفورماتور
شکل ۳۷



۳۸

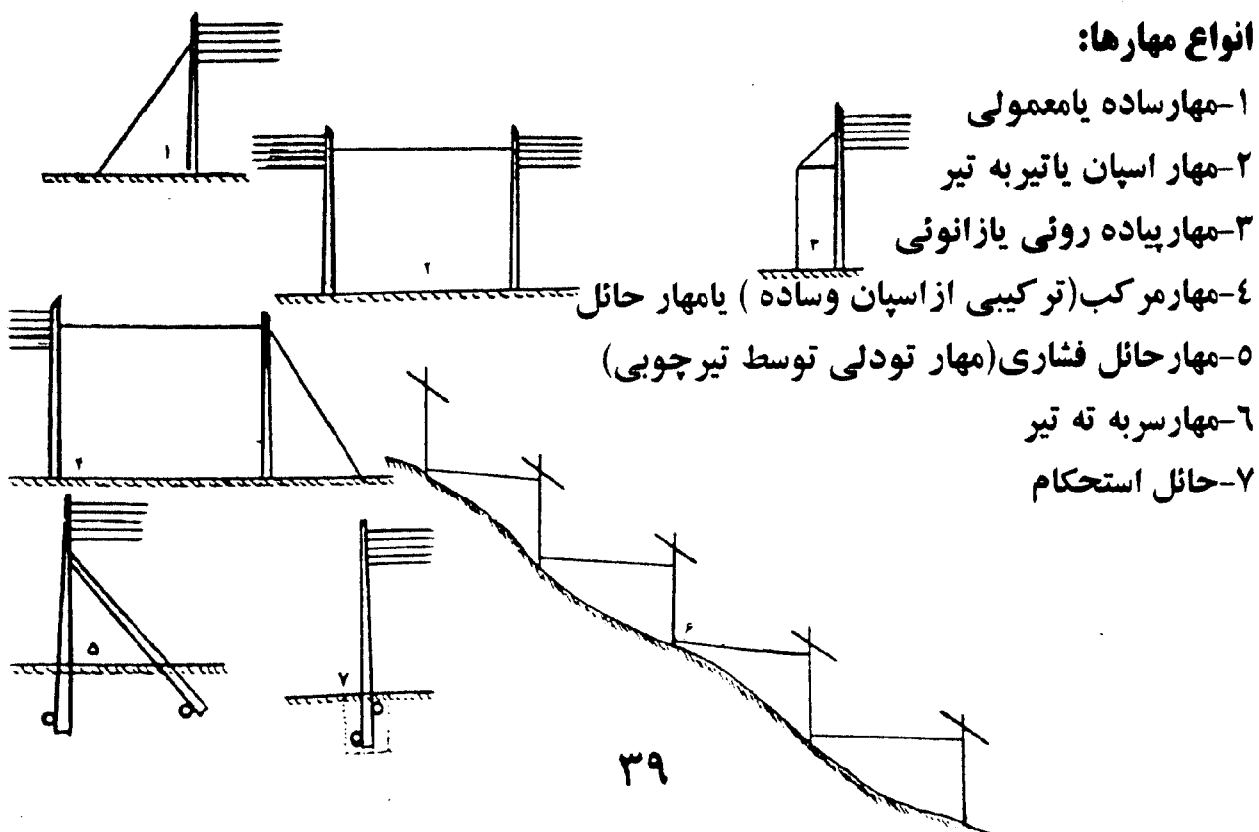
نیروهایی که به یک پایه در وسط خط وارد می شوند عبارتند از :

- ۱- نیروهای عمودی (قائم) ناشی از وزن هادیهای پوشیده از یخ یا بدون یخ
- ۲- نیروهای عرضی (جانبی) باد بر پایه یا هادیهای پوشیده از یخ یا بدون یخ علاوه بر نیروهای فوق نیروی طولی ناشی از کشش هادیها نیز بر پایه هایی که در زوایا یا ابتدا و انتهای خطوط (دداند) قرار دارند نیز وارد می شود. همچنین در پایه هایی که مهار می شوند نیروی عمودی مهار نیز به پایه وارد می شود که سعی دارد پایه را در زمین نگه دارد که تقریباً این نیرو با نیروی عمودی (عکس العمل) صفحه مهار مساوی و مختلف جهت خواهد بود.

بعلاوه وزن زیاد تجهیزات خطوط، وزن یخ و برف روی هادیها نیروی باد بر هادیها قطع شدن قسمتی از سیمها در فواصل مختلف، فواصل (اسپانهای) غیر مساوی بین پایه ها که ایجاد بارهای مکانیکی نامتعادل می نماید، زوایا ابتدا و انتهای خطوط (دداندها) وجود تپه ها و یا پستی و بلندیهای زمین ایجاد نیروی کششی ناخواسته ای به پایه ها می نماید که برای خنثی نمودن این نیروها پایه های را مهار می نمایند و یا بطور کلی مهار در سه مورد زیر استفاده می گردد:

- الف - در جاهایی که هادیها می خواهند پایه یا کراس آرم را از وضعیت نرمال خود در خط خارج نمایند. مانند ابتدا و انتهای خطوط (دداندها) زوایا و سرپیچها.
- ب- برای نگهداری پایه در مقابل نیروهای ناشی از یخ و برف و تگرگ و باد و طوفان
- ج- در محلهایی که بدایلی نمی توان پایه را خوب و محکم در زمین قرارداد.

انواع مهارها:



اجزاء مهار ساده :

یک مهار ساده از قسمتهای زیر تشکیل می گردد .

۱- پیچ زاویه دار چشمی (چپقی)

برای بستن سیم مهار به پایه از آن استفاده میگردد. یکسر آن رزوه و سر دیگر آن چشمی دار بصورت انحنای ۴۵ درجه می باشد دونمونه ساخته شده یکی بامقاومت نهایی آن ۵۶۰۰ کیلوگرم برای سیم مهار با قطر ۸mm و دیگری بامقاومت نهایی ۸۴۰۰ کیلوگرمی برای سیم مهار با قطر ۱۰mm و دیگری بامقاومت نهایی ۲۰۵۰۰ کیلوگرمی برای سیم مهار با قطر ۱۲mm می باشد . (شکل ۳۸)

۲- گوشواره مهار

برای جلوگیری از شکسته شدن سیم مهار آنرا بر روی پیچ یکسر چشمی و یا پیچ زاویه دار چشمی یا گوشواره دالی شکل می بندند . جنس آن از ورق گالوانیزه ۱/۵ میلی متری می باشد (شکل ۳۹)

۳- گیره سیم مهار یا کلمپ سه پیچ

دوتکه می باشد که توسط سه پیچ به یکدیگر محکم می گردند . جنس آن از فولاد گالوانیزه وسط داخلی آن دارای دوشیار عاج دار می باشد طول آن ۱۰ cm و عرض آن ۴ سانتیمتر است و برای مهار ساده ۴ عدد نیاز می باشد (شکل ۴۰)

۴- مقره مهار

در هر مهار فشار متوسط و یا فشار ضعیف ۱ عدد مقره مهار مناسب استفاده میگردد. (شکل ۴۱)

۵- میله مهار

یکپارچه و از فولاد گالوانیزه ساخته شده برای مهار فشار ضعیف دارای قطر ۱۶ میلی متری و مقاومت نهایی ۸۴۰۰ kg و برای مهار فشار متوسط دارای قطر ۱۹ میلی متری و مقاومت نهایی آن ۱۲۰۰۰ kg نیرو و طول میله مهار فشار ضعیف ۱۸۰ cm میباشد . (شکل ۴۲)

ضمناً بایستی چاله مهار طوری باشد که میله مهار بدون خم شدن در امتداد سیم مهار قرار گیرد و چشمی میله مهار نباید بیش از ۳۰ cm از سطح زمین بیرون باشد . زیرا استقامت آن کم کی شود .

۶- صفحه یا کنده مهار

صفحه مهار از فولاد گالوانیزه با ابعاد ۴۰۰×۴۰۰×۸ میلی متر مکعب شناخته می شود که بوسیله ۲ مهره و یک واشر تخت به میله مهار بسته می شود و در درون گود مهار بطور ۴۰

مورب قرار می گیرد بجای صفحه مهار میتوان از کنده مهار استفاده نمود. کنده مهار از جنس تیرهای چوبی اشباع شده و قطر آن ۲۵cm و طول آن برای پایه فشار متوسط ۱/۵ متر و برای فشار ضعیف ۱ متر میباشد.

۷-سیم مهار

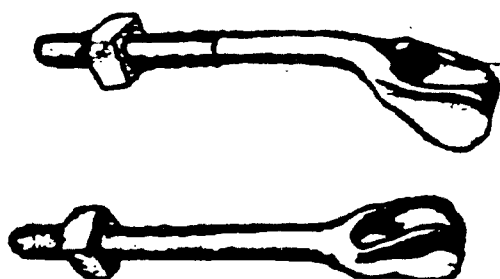
سیم مهار از فولاد گالوانیزه ساخته شده و دارای ۷ رشته بهم تابیده میباشد و بوسیله قطر خارجی اش نامگذاری میگردد. مثلاً سیم مهار ۸ یعنی سیم مهاری که قطر خارجی آن ۸ میلیمتر است و از نظر جنس به دودسته تقسیم میگردد.

۱- فولاد سخت ۲- فولاد خیلی سخت و از آنجا که فولاد بسیار سخت دارای کیفیت بهتر و ارزاتر تمام می شود نوع بسیار سخت کاربرد بیشتری دارد.

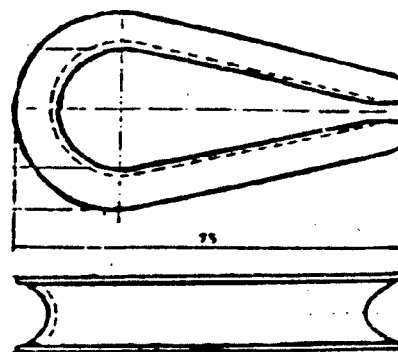
اجزاء مهار پیاده روئی:

غیر از وسایل استفاده شده در مهار ساده یا زانو یا حائل پیاده روئی که از لوله ۱۲ اینچی بطول ۸۰ تا ۱۳۰ cm می باشد استفاده میگردد. اگر از لوله ۸۰ cm برای تیر ۱۲ متری استفاده گردد بایستی زانو یا لوله در یک متری

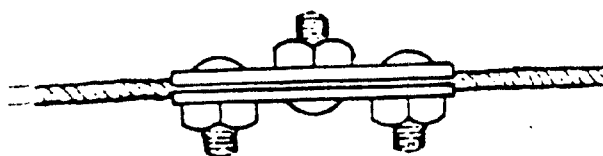
و اگر از لوله ۱۳۰ cm استفاده شود بایستی در فاصله ۱۸۰ cm زیر پیچ زاویه دار چشمی به تیر بسته شود ولی در هر حال نبایستی فاصله زانو یا لوله تا سطح زمین از سه متر کمتر باشد.



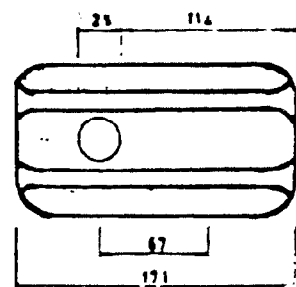
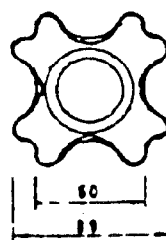
شکل ۳۸ چپقی
پیچ مهره یکر چشمی



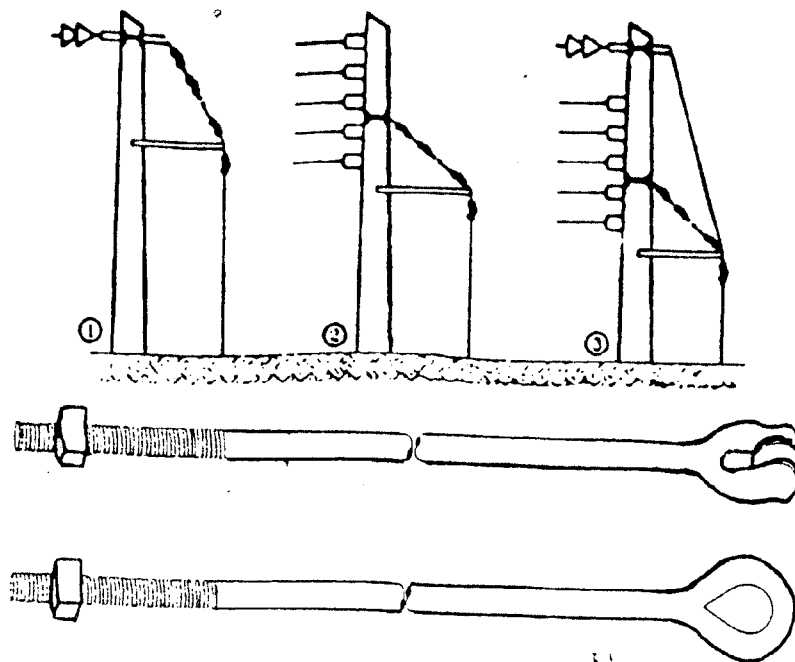
شکل ۳۹ گوشواره مهار از ورق گالوانیزه ۱/۵ میلیمتری



شکل ۴۰ بست سه پیچه (تری بلت)



شکل ۴۱ مقره مهار



انواع مهار پیاده رو (زانویی)

۱. مهار فشار قوی
۲. مهار فشار ضعیف
۳. مهار فشار ضعیف و قوی

شکل ۴۲ میله مهار

لنگرهای مهار و انواع آن:

لنگرهای مهار به انواع گوناگون طراحی و ساخته شده که متناسب با موقعیت و شرایط می توان نمونه ای از آن را بشرح زیر مورد استفاده قرار داد.

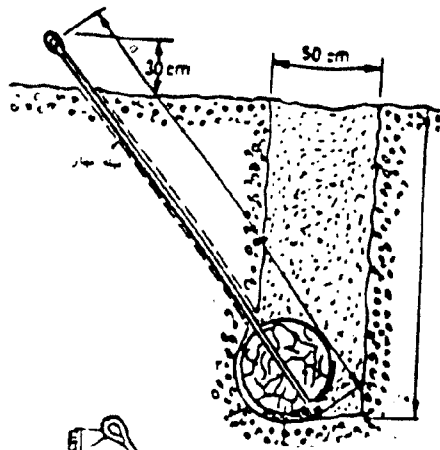
۱- لنگر مهارکننده ای (کنده مهار): با استفاده از کنده چوبی اشباع شده بطول یک و یا یک متر و نیم که قطر آن در حدود ۲۵ cm و توسط میله مهار یک و یا دوشیاره قابل استفاده در زمینهای سفت معمولی می باشد (شکل ۴۳)

۲- لنگر مهار صفحه ای: با استفاده از ورق فولادی گالوانیزه شده به ابعاد ۵۰*۵۰ cm و ضخامت یک cm. این صفحه مهار باید بصورت عمود نسبت به میله مهار در عمق زمین قرار داده شود. (شکل ۴۴)

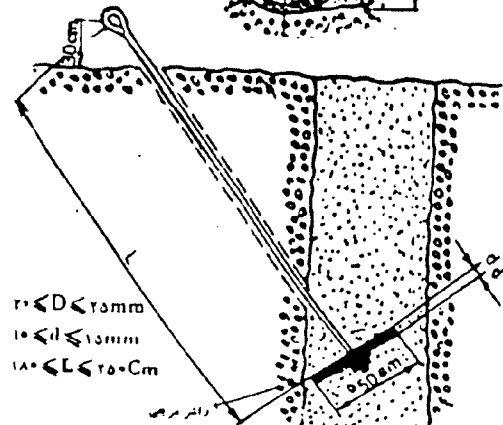
۳- لنگر مهار بلوک سیمانی: این بلوک سیمانی مسلح به آرماتور که ابعاد آن در حدود ۵۰*۵۰ cm و ضخامت ۱۰ cm ساخته و بصورت عمود نسبت به میله مهار در عمق زمین قرار داده شود. (شکل ۴۵)

۴- لنگر مهار سنگلاخ: با استفاده از میله فولادی یکسر چشمی بطول در حدود ۵۰ cm استفاده در زمینهای سنگی و سخت بکار می رود. (شکل ۴۶)

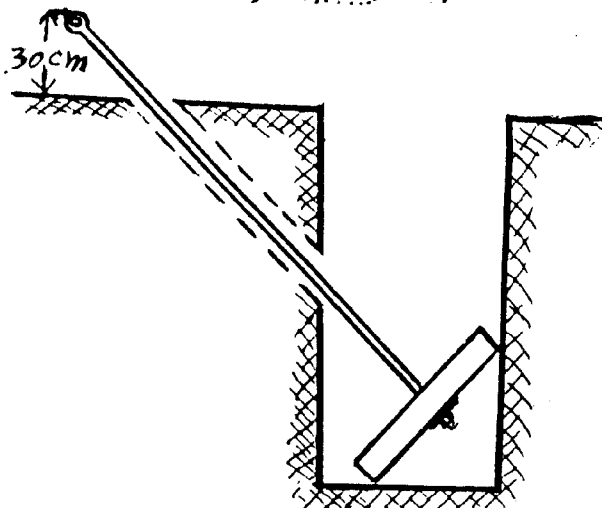
لازم به ذکر است که این لنگر مهار برخلاف موارد فوق نسبت به سیم مهار بحالت عمود قرار می گیرد.



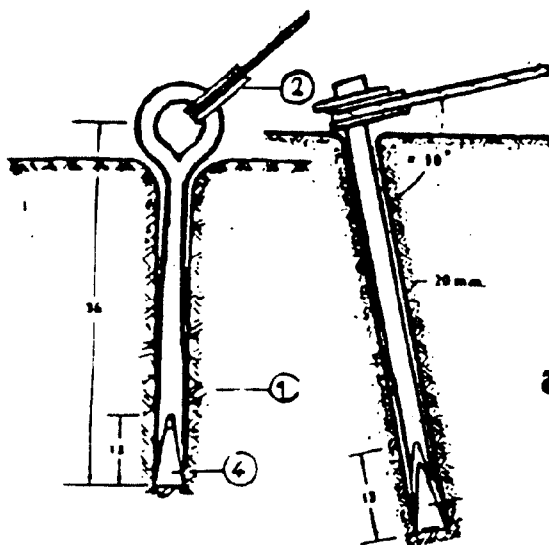
(شکل شماره ۴۳)
لنگرهای مهارکننده ای (کنده مهار)



(شکل شماره ۴۴)
لنگر مهار صفحه ای



(شکل شماره ۴۵)
لنگر مهار بلوک سیمانی



(شکل شماره ۴۶)
لنگر مهار سنگلاخ

فیوزها :

فیوزها وسایل حفاظتی نسبتاً ارزان قیمتی هستند که برای حفاظت مدار و یا هر وسیله دیگر از صدمه دیدن درمقابل اضافه بار یا اتصال کوتاه درمدار بسته می شود فیوز اصولاً یک نقطه ضعیف عمدی درمدار الکتریکی می باشد. معمولاً شامل یک قطعه سیم کوتاه ازجنس سرب یا بیشتر ازآلیاژ سرب وقلع که دردرجه حرارت پائین ذوب می شوند می باشد. وقتی جریانی که ازاین قطعه سیم عبور می کند افزایش یابد مقاومت فلز باعث میشود که فلز ذوب گردد و قبل ازاینکه جریان غیر عادی به مدار یادستگاه الکتریکی صدمه بزند قطع گردد.

فیوزها معمولاً پوشیده (در بسته) هستند تا فلز ذوب شده پرتاب نگردد و باعث ایجاد خسارت یا آتش سوزی نشود .

پوشیده بودن فیوز به خاموش کردن جرقه نیز کمک می کند . اغلب ذوب فیوز با بخار دود فلز تبخیر شده همراه می باشد این عمل بعضی اوقات به Blowing یا سوختن فیوز معروف است .

انواع فیوزها :

۱- فیوزهای فشار ضعیف

الف- پلاکی یا پیچی ب- فشنگی ج- مینیاتوری و.....

۲- فیوزهای فشار قوی

الف- فیوزهای دفعی مانند کت اوت فیوز

ب- فیوزهای مایعی مانند فیوز اسیدبوریکی

فیوزهای پلاکی یا پیچی :

این فیوزها بیشتر برای مصرف کنندگان خانگی و مدارات انشعاب روشنایی عادی تابلوها استفاده میگردد این فیوز شامل یک فنجان کوچک چینی است که از درون آن سیم فیوز (سیم قابل ذوب) کنتاکت مرکزی را با پیچ فلزی بیرونی متصل می کند .

فیوزهای فشنگی :

در فیوزهای فشنگی المنت فیوز در یک لوله عایق مدور محصور شده است این لوله فشنگ نامیده می شود . زیرا به یک فشنگ تفنگ ساچمه های معمولی شباهت دارد . فیوزهای فشنگی که المنت آنها بعد از سوختن قابل تعویض نمی باشد (فیوزهای غیر قابل تعویض) . فیوزهای فشنگی که المنت آنها قابل تعویض می باشد را (فیوزهای قابل تعویض) می نامند . بنابراین فشنگ یا لوله را میتوان با تعویض المنتش بطور دائم استفاد نمود این نوع فیوز بخصوص برای فیوزهای باندازه بزرگ با صرفه تر می باشد .

فیوزهای فشار قوی :

فیوز کت اوت

فیوز ترانسفورماتور که اغلب کت اوت نامیده می شود یک المنت است و چون بابر داشتن تیغه فولادی یا نگهدارنده فیوز مدارمانند قطع یک کلید باز می شود به آن کت اوت می گویند .

المنت فیوز اساسا شامل یک نوار از فلز ذوب شونده معمولا آلومینیوم می باشد که بین دو ترمینال بسته شده است.

اجزاء کت اوت فیوز :

۱- محفظه مسدود Enclosing Case که اتصالات خط به آن بسته می شود و همچنین طوری ساخته شده است که به کراس آرم بسته می شود .

۲- نگهدارنده فیوز (Fuse Holder) که متحرک است و به آسانی المنت داخل آن و نیز خود آن قابل تعویض می باشد .

انواع کت اوت :

الف- کت اوت مسدود

ب- کت اوت باز

ج- کت اوت بالمنت بدون محافظ (یاروباز)

الف- کت اوت مسدود

کت اوت فیوز مسدود کت اوتی است که نگهدارنده فیوز یا لوله فیوز و کنتاکتهای اتصال (گیره های اتصال) کاملا در داخل یک محفظه مسدود قرار دارند . یک نمونه آن دارای یک محفظه چینی و یک درب نگهدارنده فیوز را در داخل خود نگه میدارد می باشد. تکه دارنده فیوز یک لوله فیبری توخالی است که المنت فیوز در داخل آن قرار دارد و وقتی درب بسته می شود به ترمینالهای بالائی و پائینی متصل میگردد. وقتی المنت فیوز ذوب می شود درب آن به بیرون آویزان میگردد و این به سیم بان علامت میدهد که فیوز سوخته است. (شکل ۴۷)

ب- کت اوت باز

کت اوت باز مانند کت اوت نوع مسدود می باشد با این تفاوت که محفظه بسته آن حذف شده است . کت اوتهایی که معمولا در برق ایران استفاده میگردند از همین نوع هستند. کت اوت باز شامل ۳ قسمت می باشد

۱- پایه فیوز (Fuse support)

۲- نگهدارنده فیوز یا لوله فیوز (Fuse Holder)

۳- سیم فیوز بالمنت فیوز (Fuse Linke)

المنت فیوز در داخل یک لوله فیبری (Fiber Tubo) که همان لوله فیوز است می باشد. وقتی بدلیل اضافه جریان فیوز می سوزد قوس الکتریکی حاصل به دیواره لوله فیبری برخورد کرده و گامی را متساعد می نماید که قوس را به بیرون می فرستد. هرچه شدت جریان عبوری از فیبر بیشتر باشد گاز بیشتری از مواد دیواره لوله متساعد می شود.

ضمناً بعد از سوختن المنت لوله فیوز به بیرون آویزان می شود که این برای سیم بان نشانه ای است که المنت فیوز سوخته است.

سیم المنت فیوز کت اوت شامل چهار قسمت و تکه، (Buiton) صاق المنت (shank) سیم ذوب شونده Fusible Element و سیم انتهایی که نشان داده شده است. ۴۸

تکه، ترمینال بالائی و سیم انتهایی، ترمینال پائینی المنت را تشکیل می دهد. (شکل

طرز کار المنت فیوز کت اوت: (Fuse Link Operation)

وقتی اتصالی رخ می دهد المنت قابل ذوب بوسیله جریان اتصالی ذوب می شود. فوراً بدنال آن سیم سیم تحت فشار گرم شده و به دلیل مقاومت زیادش ذوب می شود جالا یک قوسی در طول المنت تشکیل می گردد. این قوس یک مسیره ای برای ذرات یونیزه شده که شامل یونهای فلزی المنت و سیم ذوب شده به یونهای هوای مسدود شده می باشد است.

قوس الکتریکی دیواره لوله را گرم و تولید گازهای غیر یونیزه می کند. هنگامیکه شدت جریان جهتش را عوض می کند و از مقدار صفر بعدیش می گذرد قوس بطور آنی (زود گذر) قطع می گردد و همینطور که مقدار ولتاژ مجدداً افزایش می یابد قوس سعی می کند که مجدداً تشکیل گردد که این بار گازهای غیر یونیزه از برقراری قوس جلوگیری میکند. افزایش فشار این گازها یونهای نگهدارنده قوس را از لوله بیرون می کند تا از ایجاد هر نوع ضربه مجدد جلوگیری گردد.

معمولاً ترمینال پائینی فیوز از لوله کت اوت به بیرون پرتاب می شود که برای ساده کردن این عمل اتصال پائینی المنت یک سیم بافته انعطاف پذیر ساخته شده است. تذکر:

- ۱- کت اوت فیوزهایی که در شبکه های ایران استفاده می گیرد طبق استاندارد وزارت نیرو دارای مشخصات زیر است. ولتاژ اسمی ۲۰ کیلو ولت
ظرفیت قطع ۱۰ کیلو آمپر
حداکثر ولتاژ سیستم ۲۴ کیلو ولت
۴۶

در فرکانس ۵۰ هرتز آمپراژ نامی فیوزها ۳، ۶، ۱۰، ۱۲، ۱۵، ۲۰، ۲۵، ۴۰، ۶۳، ۸۰ آمپر می باشد.

لازم به ذکر است از ۶۳ آمپر به بالا بهتراست از سکسیونر استفاده شود.

هماهنگ کردن وسائل حفاظتی اضافه جریان

Ovecurrent Protective relays Coordination

هماهنگ کردن وسائل حفاظتی اضافه جریان بستگی به نحوه انتخاب و استفاده آنها دارد. بنحوی که اتصالاتی های موقتی را سریعاً برطرف و اتصالیهای دائمی را محدود به کوچکترین قسمت ممکن سیستم بکند.

محل نصب وسائل حفاظتی به نقاط هماهنگ کننده (Coordinating points) معروف است.

نقاط هماهنگ کننده معمولاً در محل ایستگاههای تبدیل (پست ها) نقاطی در طول فیدرها در خطوط انشعاب فیدرها و در طرف اولید ترانسفورماتور توزیع می باشد.

برق گیر: Arrester

برق گیرهای روی خط مانند سوپاپ اطمینان روی دیگ بخار عمل می کنند. سوپاپ اطمینان دیگ بخار بوسیله خارج کردن بخار فشار را کاهش می دهد تا زمانی که فشار به حالت عادی خود برگردد و قتیکه فشار به حالت عادی خود برگشت سوپاپ اطمینان مجدداً بسته و آماده برای شرایط غیر عادی بعدی می شود.

عمل برق گیرها شبیه همین عمل سوپاپ اطمینان می باشد. وقتی که یک ولتاژ قوی بیشتر از ولتاژ عادی خط بر روی خط بوجود می آید برق گیر فوراً مسری را به زمین مهیا می کند و ولتاژ اضافی را خارج می کند بنابراین قتیکه ولتاژ اضافی خلاص می شود عمل برق گیر بایستی جلوگیری از جاری شدن جریان بیشتر به زمین باشد. بنابراین عمل برق گیر این است که ابتدا برای جلوگیری از صدمه خوردن به ایزولاتور خط و ترانسفورماتورها و دیگر لوازم خط ولتاژ را به زمین تخلیه کند و دوم اینکه بعد از برطرف شدن ولتاژ اضافی از ادامه جریان به زمین جلوگیری نماید.

انواع برق گیرها:

برق گیرهای تجارتي بر دو نوع هستند ۱- برق گیر کنترل کننده ۲- برقگیر دفعی یا تخلیه ای

برق گیرهای دارای مقاومت غیر خطی را برق گیر نوع کنترل کننده و

برق گیرهای دارای محفظه دفع (Expulsion chamber) را برق گیر دفعی می نامند.

همه این برق گیرها دارای فاصله جرقه میباشند. ۴۷

برق گیر با مقاومت غیر خطی:

این نوع برق گیر از یک یا چند خازن سری همراه با یک یا چند مقاومت غیر خطی که معمولاً از کار باید سیلیسیم ساخته می شود تشکیل شده است. این خازنها (فواصل هوایی لازم را دارند تا در حالت عادی سیستم از جریان الکتریکی به داخل برق گیر جلوگیری شود زمانیکه ولتاژ سیستم به علتی بالا رود و فواصل هوایی بین خازنها هادی جریان شود زمانیکه ولتاژ سیستم به علتی بالا رود و فواصل هوایی بین خازنها هادی جریان الکتریسته 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 برق گیر و در نهایت در دو سر سیم مورد حفاظت را تعیین می کند. (شکل ۴۹)

برق گیر آرماتور یا میله ای: (شاخک های جرقه گیر)

معمولاً جهت حفاظت ترانسفورماتورها در مقابل اختلاف سطح زیاد طول مقره های عبور ترانسفورماتورهای توسط دو میله فلزی شاخی شکل که در دو سر ایزولاتور (قره) نصب میشود بطور مصنوعی قدری کوتاه می کند.

فاصله هوایی دو الکترود باید بقدری باشد که اگر فشار الکتریکی دو سر ایزولاتور به اندازه $1/5$ تا 2 برابر اختلاف سطح نرمال ترانسفورماتور برسد. بین دو الکترود تخلیه الکتریکی حاصل نشود این وسیله فعال برای حفاظت ایزولاتور بکار برده می شود و باعث می شود که جرقه بین دو سر ایزولاتور از ایزولاتور دور نگهداشته شود و بنابراین حرارت جرقه باعث سوزاندن لعاب ایزولاتور نمیشود.

Expulsion – Type Arrester**برق گیر دفعی:**

مانند دیگر برقگیرها، نوع دفعی اساساً از یک فاصله جرقه که با یک جزء بنام المنت برقگیر سری است تشکیل میشود. در برق گیر دفعی المنت برق گیر شامل یک لوله فیبری توخالی است که بعنوان جزء خاموش کننده جرقه قدرت می باشد فاصله جرقه طوری تنظیم شده است که در ولتاژهای بالاتر از ولتاژ خط که قبلاً تعیین شده (ولتاژ استاندارد) جرقه بزند. بنابراین در شرایط نرمال، مدار بوسیله برق گیر باز (قطع) میباشد ولی در شرایط غیر نرمال جرقه می زند و مدار از طریق برق گیر وصل میشود و جریان ضربه رعد و برق به زمین تخلیه می گردد. وقتی که جریان قدرت دنبالی (یا ادامه جریان رعد و برق) از محفظه قوس عبور می کند حرارت شدیدی را تولید می کند که باعث ایجاد گازهای غیر هادی خنک از دیواره های داخلی لوله فیبری می شود. این گازها خیلی سریع شکل می گیرند و یک هوای منفجر شونده که باعث می شود گازها از انتهای پائینی باز با فشار خارج کردند را ایجاد می کند با انجام این عمل گاز هادی جای گار غیر هادی را گرفته و مقدار عبور جریان دنبالی را آنقدر ۴۸ کاهش می دهد تا در جریان صفر بعدی (در سیکل جریان AC) محو شود.

نصب برق گیر شبکه توزیع:

برق گیرها بایستی روی همان پایه ای که وسیله مورد حفاظت مانند ترانسفورماتور نصب شده است نصب شود. معمولاً برق گیرهایی که جهت حفاظت ترانسفورماتورهای هوایی استفاده میشوند همراه با کت اوت فیوزها بر روی یک کراس آرم بسته می شوند. سیمهایی که از خط به برق گیرها بسته میشوند بایستی تا آنجائی که امکان دارد کوتاه و مستقیم باشند زیرا عمل برق گیر را تسریع می نماید به همین دلیل در بعضی از کتب مورد اعتماد پیشنهاد گردیده که برق گیرها در صورت امکان در روی همان کراس آرمی که هادیها عبور می کنند نصب شوند تا فاصله آتش نسبت به خط بسیار کوتاه و مستقیم باشد.

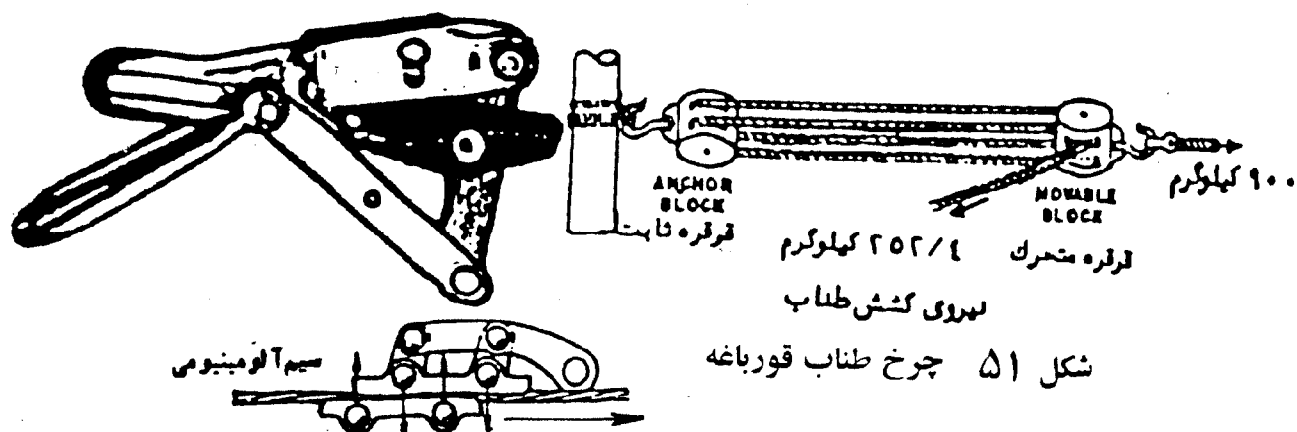
تذکری در مورد برق گیرهای جدید:

اخیراً در ساخت برق گیرها پیشرفت قابل توجهی شده بدین معنی که از اکسید روی (zinc Oxide) بجای کار باید سیلیکن (Silicon Carbide) استفاده می گردد. ولتاژ دو سر مقاومت اکسید روی برای هر جریان بسیار زیادی فوق العاده ثابت می باشد یعنی اینکه مقاومتش در ولتاژ نامی خط آنقدر زیاد است که فاصله هوایی سری جهت جلوگیری از تخلیه جریان در ولتاژ نامی لازم نمی باشد. وسایل مهم جهت کشیدن سیم های هوایی:

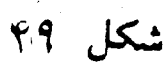
۱- سیم گیر (قورباغه) Wire Grips: (شکل ۵۰)

۲- چرخ طناب قورباغه: (شکل ۵۱)

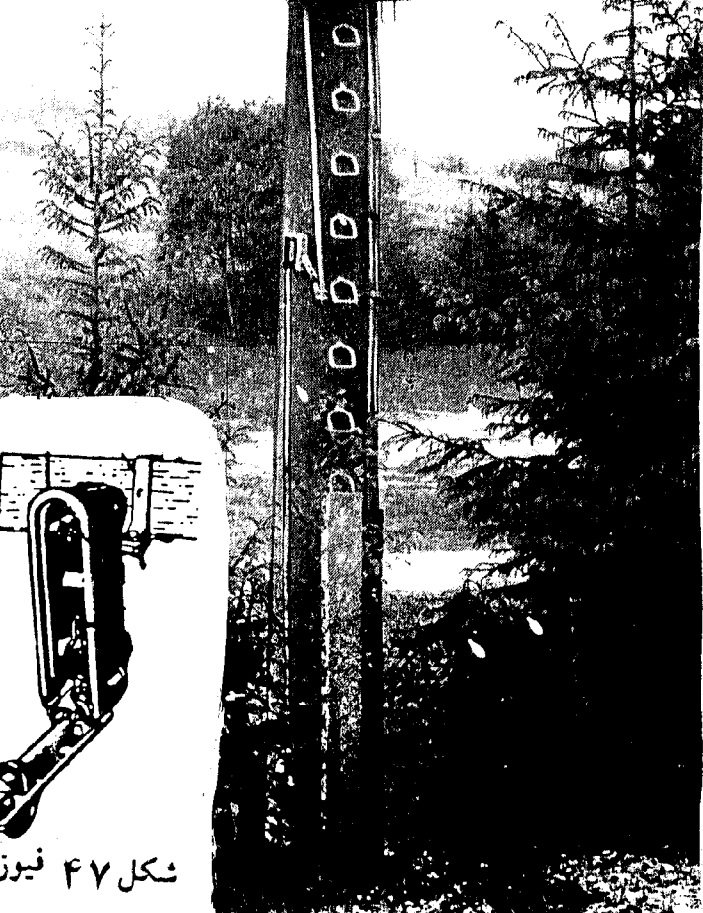
سیم گیر و چرخ طناب قورباغه لوازمی است که توسط آن سیمهای شبکه های هوایی فشار ضعیف و فشار متوسط توسط سیم گیر (قورباغه) گرفته میشود و توسط قلاب چرخ طناب به سیم گیر متصل و طبق اندازه تعیین شده فلش کشیده می شود.



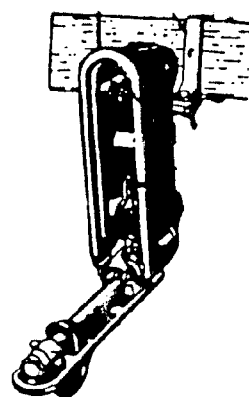
شکل ۵۰ سیم گیر قورباغه wire Grips ۴۹



شکل ۴۹



شکل ۴۸



High Voltage Switches

کلیدهای فشار قوی

کلیدهای فشار قوی معمولاً به دو دسته تقسیم می گردند.

۱- کلیدهای خشک (هوایی):

A: کلید یا سکسیونر قابل قطع زیر بار (شکل ۵۲)

B: کلید یا سکسیونر غیر قابل قطع زیر بار (شکل ۵۳)

۲- کلیدهای روغنی:

A: کلید قدرت یا دیژنکتور (شکل ۵۴)

B: رکلوزر (وصل کننده مجدد) (شکل ۵۵)

Air Switches

۱- کلیدهای خشک هوایی

همانطور که از نامشان پیداست کلیدهایی هستند که کنتاکتهای آنها در هوا باز میشوند و عایق آنها هواست.

Load Disconnecting Switch

A: سکسیونر قابل قطع زیر بار

کلید فشار قوی قابل قطع زیر بار در ضمن اینکه باید وظیفه یک سکسیونر را انجام دهد یعنی در ضمن برداشتن ولتاژ یک قطع شدگی قابل رویت و مطمئن در مدار شبکه فشار قوی بوجود آورد و باید قادر باشد مانند یک دیژنکتور، قدرتهای کوچک الکتریکی را نیز قطع کند. لذا هر سکسیونر قابل قطع زیر بار بایستی دارای وسیله ای برای قطع فوری جرقه باشد.

کلید قابل قطع زیر بار دارای یک تیغه متحرک و یک تیغه ثابت با جرقه گیر می باشد. این جرقه گیر ها قطعات فلزی هستند که موقعیکه یک مدار حامل جریان قطع می شود قوس الکتریکی در بین آنها تشکیل می گردد. وقتیکه کلید قطع می شود جرقه گیرها از هم آنقدر دور میشوند تا طول قوس زیاد شود تا بالاخره شکسته شود. باد نیز برای خاموش کردن قوس کمک بسیار موثری می باشد این کلیدها معمولاً در پستها و یا روی پایه ها در خطوط هوایی نصب می گردند و توسط دسته ای که روی پایه نصب می گردد از پائین فرمان می گیرد.

سکسیونر قابل قطع زیر بار اصولاً دارای قدرت وصل بسیار زیاد حدود ۲۵ تا ۷۵ کیلو آمپر و قدرت قطع کم در حدود جریان نامی (۱۵۰۰ تا ۴۰۰) آمپر میباشد لذا این کلیدها برای قطع جریان اتصال کوتاه مناسب نمی باشند. برای اینکه بتوان از این کلید در شبکه هایی که جریان اتصال کوتاه احتمالی آن بیش از قدرت قطع کلید است استفاده شود باید جریان قطع کلید توسط فیوز محدود و مهار شود. لذا در اینگونه

مواقع به همراه کلید از فیوز فشار قوی قدرت زیاد که در ۲۰ کیلو ولت دارای قدرت قطعی در حدود ۴۰۰ MVA می باشند استفاده میشود.

بنابراین نتیجه میشود که سکسیونر قابل قطع زیر بار فقط برای جریان نامی شبکه مناسب است و جریان اتصال کوتاه توسط سوختن فیوز، ساچمه فیوز باعث قطع کلید بطور خود کار و سه فازه می گردد. بطور کلی در تمام مواقعی که نصب سکسیونر با کلید قدرت مقرون به صرفه نباشد و قدرت اتصال کوتاه در شبکه به حدی باشد که بتوان فیوز معادلی برای آن بدست آورد بهتر است از سکسیونر قابل قطع زیر بار استفاده شود. البته به شرطی که فرمان وصل فوری کلید مورد نظر نباشد (شکل شماره ۶۰)

Isolating Switch or Diaconnector

B: سکسیونر غیر قابل قطع زیر بار

سکسیونر غیر قابل قطع زیر بار، یک کلید خشک است که مجهز به جرقه گیر نمی باشد. بنابراین نمی توان آنرا در زیر بار زمانیکه جریان برقرار است قطع کرد. این کلید تا زمانیکه مدار توسط کلید دیگری مانند دیژنکتور بی بار نگردد قابل قطع نخواهد بود و اگر بالا جبار قطع گردد امکان دارد بین کنتاکتهای ثابت و متحرک قوس الکتریکی ایجاد گردد و به سادگی به هادیهای مجاور یا قطعات فلزی زمین شده برخورد کرده و باعث اتصال کوتاه شود. همچنین بر اثر ایجاد قوس الکتریکی، ممکن است باعث ذوب شدن قسمتی از کلید شده و کلید صدمه ببیند کلیدهای غیر قابل قطع زیر بار برای جدا کردن برای یک قسمت بی برق (سرد) خط از یک خط گرم، یک انشعاب سرد از یک فیدر، یک فیدر سرد از یک پست و یا یک پست سرد از یک خط انتقال بکار میرود. در هر حال هدف جدا کردن خطی است که قبلاً توسط یک کلید قدرت بی برق شده است سکسیونر را می توان از نظر ساختمان به سکسیونر تیغه ای، کشویی، دورانی، قیچی ای تقسیم کرده که در ولتاژهای ۲۰ کیلو ولت از نوع تیغه ای استفاده می گردد.

۱- کلیدهای روغنی: Oil Swtches

کلیدهای روغنی کلیدهایی هستند که کنتاکتهای آنها در روغن باز و بسته میشوند و نمونه ای از این نوع در شبکه های فشار متوسط ۳۳ کیلو ولت در استان خوزستان به نام بریکر بکار می رود.

Circuit Breaker

A: دیژنکتور یا کلید قدرت

زمانیکه یک مدار حامل جریان قابل ملاحظه ای می باشد و بایستی زیر بار قطع شود از کلید روغنی استفاده می گردد و اگر لازم است که مدار در موقع اضافه بار اتصال کوتاه بطور اتوماتیک قطع شود کلید روغنی را به یک مکانیزم تریپ مجهز می کنند.

بنابراین دیژکتورها در جاهاییکه کنترل مدار علاوه بر حفاظت در برابر اضافه بار و اتصال کوتاه و غیره لازم باشد بکار می روند مانند نیروگاهها و ایستگاههای تبدیل. یک کلید روغنی (دیژنکتور) کلیدی است فشار قوی که کنتاکتهای آن در روغن قطع و وصل می گردند. این کلید عملاً در یک تانک فولادی پر از روغن قرار دارد. در فشار قوی جدا شدن کنتاکتهای کلید همیشه عبور جریان را قطع نمی کنند زیرا یک قوس الکتریکی بین کنتاکتها تشکیل می گردد. لذا چون روغن عایق است کمک به خفه جرقه یا قوس بین کنتاکتها می کند.

اگر یک قوس در روغن ایجاد گردد در اثر حرارت شدید جرقه، روغن تجزیه شده و ایجاد گاز می کند که بصورت جبابی اطراف جرقه را می پوشاند و در ضمن اینکه مقداری جرقه صرف تبخیر روغن میشود و چون مخزن نسبت به هوا غیر قابل نفوذ است فشاری در مخزن ایجاد می گردد که باعث خفه شدن قوس می گردد. کلید قدرت علاوه بر اینکه جریان اتصال کوتاه را قطع می کند باید قاردا باشد در زیر اتصال کوتاه هم وصل شود.

از آنجائیکه در این حالت در لحظه وصل، جریان اتصال کوتاه ضربه ای شدید از کلید می گذرد در اطراف کلید حوزه الکترومغناطیسی شدیدی ایجاد میشود که سبب لرزش کنتاکتها و کم شدن سطح تماس کنتاکتها میشود که نتیجه آن بوجود آمدن نقطه جوشهایی در سطح کنتاکتها و از کار افتادن کلید میشود برای جلوگیری از این ارتعاشات هر قطب کلید دارای محفظه احتراق مخصوص به خود میباشد. همچنین در ولتاژهای فوق العاده زیاد هر سه قطع کلید بطور جداگانه در مخزنهای روغن قرار دارند تا در موقع قطع و وصل هیچ جرقه ای بین دو فاز زده نشود زیرا باعث اتصال کوتاه دو فاز شده و احتمالاً تانک یا مخزن را منفجر می کند.

برای انتخاب کلید قدرت باید به نکات زیر توجه کرد:

- ۱- ولتاژ نامی کلید که برابر ولتاژ شبکه است.
- ۲- جریان نامی که مساوی با بزرگترین جریان کار معمولی شبکه است.
- ۳- قدرت نامی یا قدرت قطع کلید: برای هر نقطه ای از شبکه که کلیدی نصب میشود بایستی قدرت قطع کلید بیشتر یا حداقل برابری قدرت اتصال کوتاه در آن نقطه از شبکه باشد که معمولاً برحسب MVA بیان میشود.
- ۴- سرعت عمل کلید:

یکی دیگر از مشخصات مهم کلید، زمان تاخیر در قطع کلید است. این زمان بر حسب تعریف عبارتست از حد فاصل زمانی بین لحظه فرمان قطع توسط رله مربوطه و

این زمان در کلیدهای مدرن امروزی به ۰/۰۵ ثانیه می‌رسد که تقریباً " ۰/۰۲ ثانیه آن برای قطع جرقه مصرف می‌شود.

کلیدهای قدرت امروزی برای در حدود ۲۵۰۰۰ قطع و وصل ساخته می‌شوند و باید سالیانه یک بار یا پس از هر ۳۰۰۰ بار قطع و وصل یک بار سرویس و مورد باز دید اساسی قرار گیرند.

B: ریکلوزر (کلید وصل مجدد) Recloser

ریکلوزر یک نوع کلیدروغنی است که برای قطع و وصل اتوماتیک مدار جریان متناوب ساخته شده است و می‌تواند عمل قطع و وصل را برای چندین بار انجام دهد. ریکلوزرها برای استفاده در مدارات تکفاز یا سه فاز طرح شده‌اند.

ریکلوزر مدار را در حالت اتصالی مانند یک فیوز یا دیژنکتور قطع می‌کند و بلافاصله مجدداً وصل می‌کند اگر اتصالی هنوز وجود داشته باشد مجدداً قطع خواهد کرد. این عمل تا زمانی که اتصالی برطرف نشود یا ریکلوزر در مقابل اتصالی دائمی قطع کامل (قفل) بکند ادامه خواهد داشت. اگر اتصالی موقتی باشد و به آسانی برطرف گردد ریکلوزر خود را کاملاً آماده برای اتصالی بعدی حفظ می‌کند.

اتصالیهای موقتی خط بر اثر برخورد سیمها به یکدیگر در اثر عدم فلش مناسب، برخورد شاخه های درختان به خط زدن و لتازضربه ای کلیدها بر روی مقره ها، قرار گرفتن پرندگان بین هادیهای برق دار و زمین، یازدن رعد و برق که باعث ایجاد قوس الکتریکی موقتی روی مقره های خط می‌گردد بوجود می‌آید.

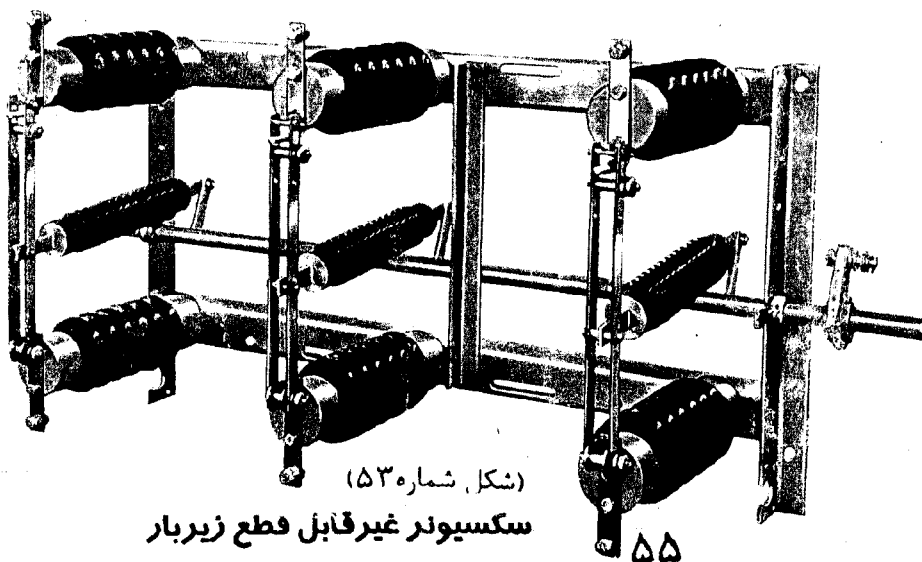
ریکلوزر شبیه فیوز نمی‌باشد زیرا اتصالی موقتی را از دائمی تشخیص می‌دهد. در صورتیکه فیوز اتصالی دائمی و موقتی را مانند هم قطع می‌کند. ولی ریکلوزر به اتصالی موقتی این فرصت را می‌دهد (معمولاً سه بار) تا برطرف گردد و یا بوسیله یک وسیله دیگر نظیر فیوز یا جداکننده ناحیه ای سکشنالایزر (Sectionulizer) برطرف گردد. اگر اتصالی بعد از سه بار قطع و وصل برطرف نشده باشد. ریکلوزر تشخیص می‌دهد که آن یک اتصالی دائمی است و قطع کامل خواهد کرد. ریکلوزر بطور مغناطیسی بوسیله سلنویید که با خط سری بسته می‌شود عمل می‌کند. حداقل جریان قطع معمولاً دو برابر جریان بار نامی بوبین ریکلوزر می‌باشد. ریکلوزر بوسیله یک مکانیزم هیدرولیکی در یک سیستم اتصال مکانیکی عمل می‌کند موقعی که جریان اتصالی به دو برابر جریان نامی خط میرسد، میدان مغناطیسی افزایش یافته، پلانچر را به داخل بوبین می‌کشد. همینطور که پلانچر به طرف پائین حرکت می‌کند انتهای پائینی مجموعه کنتاکت را ترقیب می‌دهد تا کنتاکتها باز شوند و مدار قطع گردد، بمحض اینکه کنتا کتها باز شدند دیگر جریانی در بوبین نخواهد بود تا آنها را باز نگهدارد ۵۴

بنابراین یک فنر مکانیزم را وصل می کند و خط را مجدداً برقرار می نماید متذکر می گردد که بین هر وصل مجدد خط تقریباً برای یک ثانیه (۵۰ تا ۶۰ هرتز) باز نگهداشته میشود. این زمان برای جداکننده های ناحیه ای (سکشنالایزر) فرصتی خواهد بود تا در حالیکه جریانی در خط نیست عمل نماید (قطع کند). در موقع قطع کامل، کنتاکتها باز می مانند تا زمانیکه مجدداً ریکلوزر را بطور دستی ریست کرد. اگر اتصالی موقتی قبل از قطع کامل ریکلوزر برطرف گردد. تمام عملهای مکانیکی متوقف میشود و ریکلوزر آماده برای اتصال بعدی میشود.

معمولاً دو عمل (قطع و وصل) اولی ریکلوزر سریعتر از دو عمل (قطع و وصل بعدی) می باشد. در عمل اولی هر کدام در حدود ۲ سیکل و دو عمل بعدی هر کدام در حدود ۵ سیکل طول می کشند. این باعث میشود که ریکلوزر اتصالی را که روی انشعابی که بوسیله فیوز کت اوت حفاظت می شود قبل از اینکه المنت کت اوت بسوزد برطرف کند. اگر بعد از دو عمل قطع و وصل ریکلوزر اتصال برطرف نگشته باشد، فرصت مناسبی به فیوز داده خواهد شد تا در عمل قطع و وصل بلند مدت ۵ سیکلی بسوزد و انشعاب خراب را جدا نماید.



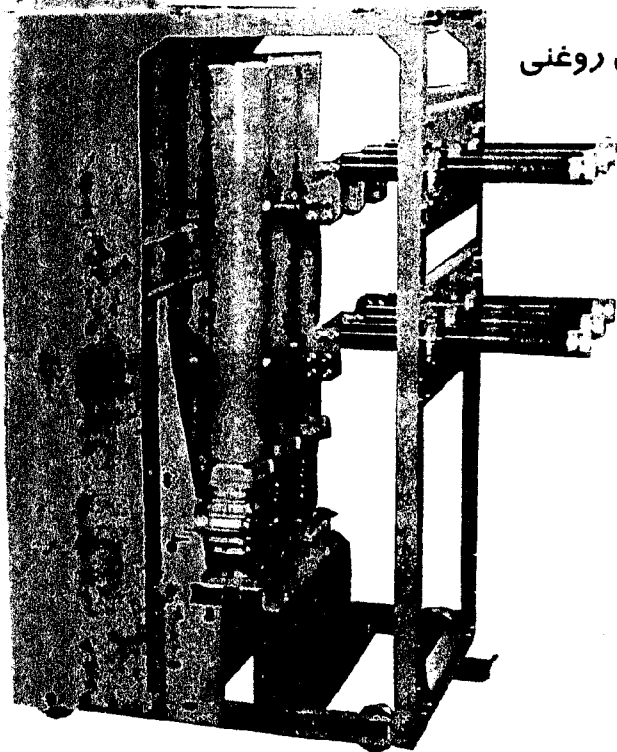
سکسیونر قابل قطع زیر بار
(شکل شماره ۵۲)



(شکل شماره ۵۳)
سکسیونر غیر قابل قطع زیر بار

Oil Swotches

کلیدهای روغنی

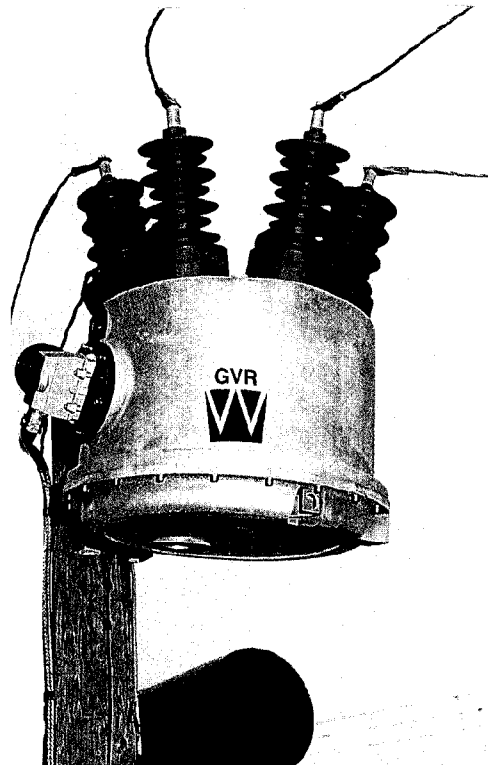
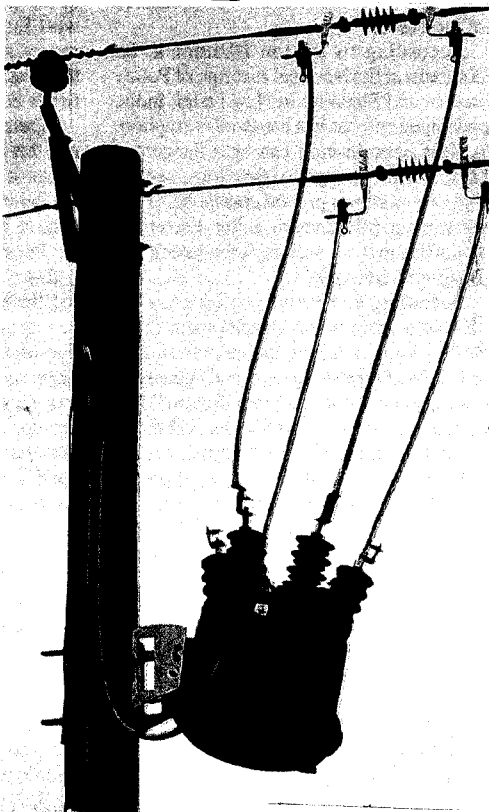


HL 620 mini. oil C.B.

Circuit Breaker

Withdrawable Configuration of HL 620
C.B. (Mini. Oil Type).

دیزنگتور یا کلید قدرت
(شکل شماره ۵۴)



شکل شماره ۵۵ ریکلوزر (کلید وصل مجدد)

۵۶

توجه به اختصار به چندین تعاریف و بررسی های فنی از استاندارد شبکه های توزیع هوایی می پردازیم:

تنش:

نسبت مجاز نیروی کشش به سطح مقطع سیم را تنش می گویند.
تنش سیم مسی ۱۳/۵ کیلوگرم می باشد.
تنش سیم آلومینیوم و آلومینیوم فولاد ۶۰ درصد حد گسیختگی آن میباشد.

حداکثر مقاومت کششی (نیروی گسیختگی)

ماکزیموم کششی است که اگر به سیم وارد شود سیم شروع به پاره شدن خواهد نمود.

پایه کششی:

پایه ای است که زاویه مجاز انحراف خط در آن زیاد است و با توجه به نوع آن می تواند مقداری اختلاف کششی در دو طرف را تحمل کند.

پایه انتهایی:

پایه کششی است که در ابتدا و انتهای خطوط بکار برده میشود.

سگین:

دو پایه انتهایی که N تعداد پایه عبور می تواند در بین آن قرار داشته باشد.

کلیرانس:

فاصله پائین ترین نقطه سیم (مینیموم سیم) تا سطح زمین را کلیرانس نامند

Guy Clearance فاصله آزاد سیم مهار تا سطح زمین:

وقتی مهار بصورت اسپان یا تیر بسته میشود. بایستی طبق استاندارد بین المللی حداقل فاصله آزاد سیم مهار تا قسمتهای مختلف مطابق جدول زیر باشد:

عبور سیم و مهار از بالای قسمتهای زیر	حداقل فاصله آزاد سیم مهار
راه آهن	۹ متر
جاده ها و خیابانها و کوچه ها	۶ متر
پیاده روها	۵ متر
مدخل وسائط نقلیه به گاراژهای معمولی	۳ متر

اسپان:

فاصله افقی بین دو پایه مجاور را اسپان (دهانه) می گویند.

آشکار است که با افزایش طول اسپان تعداد پایه ها و مقره های کمتری نیاز خواهد بود ولی بایستی هادی با سطح مقطع بالاتری انتخاب گردد تا بتواند وزن خود و نیروهای اضافی ناشی از یخ، برف، باد و کشش وارده را تحمل نماید. چون نیروهای

وارد به پایه افزایش یافته بایستی پایه های قویتری نیز انتخاب گردد. ولی در اسپانهای کوتاه تعداد پایه ها و مقره ها بیشتر شده ولی به پایه ها و هادی ضعیف تری نیاز خواهد بود.

بنابراین بایستی اسپانها را طوری در نظر گرفت تا از نظر اقتصادی با صرفه بوده و دارای ضریب اطمینان خوبی باشد. لازم به ذکر است که دو عامل از عوامل مهم در محدودیت طول اسپان مقاومت پایه و حداقل فاصله آزاد سیم تا زمین (کلیرانس) میباشد.

به طور کلی اسپان متوسط در خطوط فشار ضعیف حدود ۲۵ تا ۳۵ متر و در خطوط بیست کیلو ولت حداکثر تا ۷۰ متر میباشد که البته باید گفت که مقادیر اسپان را شرایط جوی و نوع زمینی و بسته به چند مداره بودن شبکه بستگی دارد.

فلش یا شکم سیم:

فاصله بین پائین ترین نقطه سیم (مینیموم سیم) تا خط واصل بین دو سر پایه را فلش یا شکم سیم می گویند. در جاهای هم سطح فلش در ست در وسط دو پایه می باشد ولی در مناطقی که پایه روی بلندی قرار دارد فلش سیم پایین تر خواهد بود.

انواع فلش

الف- فلش ماکزیموم: فلشی است که سیم های شبکه در گرمترین روز تابستان پیدا میکند.

ب- فلش مینیموم: فلشی است که سیم های شبکه در زمستان سرد بدون یخ و برف پیدا می کند.

ج- فلش اجزایی: فلشی است که هنگام سیم کشی با در نظر گرفتن اسپان مربوطه و درجه حرارت محیط و نوع هادی به سیمهای شبکه داده میشود.

طریقه فلش دادن در هنگام اجرا:

به طریق زیر می توان هادی های شبکه هوایی را متناسب با فلش و کشش محاسبه شده در جریان حرارت معین فلش داد.

۱- استفاده از تخته فلش ۲- استفاده از نیروسنج

۳- استفاده از اندازه گیری زمان برگشت انعکاس امواج در هادیها (بیشتر برای تعیین کلیرانس یا حداقل فاصله آزاد سیم تا زمین کاربرد دارد)

لوازم حفاظتی خطوط و شبکه :

- ۱- اولین وسیله حفاظتی خطوط و شبکه هارله است که انواع مختلفی دارد مانند: رکلوزر (کلیه وصل مجدد) رله حرارتی، رله دیستانس و.....
- ۲- فیوزهای اتوماتیک تُند عمل و کُند عمل و نمونه های دیگر آن فشنگی، کتابی، کت اوت فیوز و.... که بر حسب آمپر شناخته و نام می بریم و هنگام کار با فیوز (برای قطع و یا وصل) با استفاده از دستکشهای نسوز انجام می گیرد.
- ۳- برگیرها: جزء وسایل حفاظتی هستند که ولتاژهای اضافه خط را باسیم رابط خود به زمین رده و تخلیه می کند.
- ۴- شیلد وایر (لایین گارد): از طریق این سیم صاعقه رابه تاور به سیم رابط خود ارت و به زمین تخلیه می نماید.
- ۵- گوی ها: که بر روی شیلد وایر نصب می شود و علائم مشخصه ای برای هواپیما و چرخبال می باشد.
- ۶- دَمپر (موج گیر): لرزشهایی که بر روی سیم در اثر وزش باد ایجاد می شود را خنثی می نماید.
- ۷- آرمراد: برزوی قسمتی از سیم که بر روی مقره باند یک ویا در کلمپهای عبوری شبکه و بیشتر در خطوط انتقال جهت عدم سائیدگی هادی بر روی هادی قراردادده می شود.
- ۸- شاخکهای جرقه گیر: این جرقه گیرها که بر روی پوشینگهای ترانسفورماتورهای توزیع در قسمت بالا و پائین پوشینگ قرار داده می شود.
- ۹- آرکینگ هورن (مقسم ولتاژ): بطور مساوی فشار و ولتاژ ناگهانی ناشی از صاعقه یا کلیدزنی در خطوط انتقال را بر روی مقره ها تقسیم می نماید.

نقاطی که معمولاً در سیستمهای توزیع بایستی زمین (ارت) شوند:

- ۱- یکی از دو سیم ترانسفورماتور تک فاز دو سیمه
- ۲- سیم نول یک سیستم سه فاز چهار سیمه فشار ضعیف
- ۲- مرکز ستاره ترانسفورماتور سه فاز
- ۴- ترمینال زمین هر برگیر
- ۵- بدنه یا محفظه کلیه دستگاهی برقی و ترانسفورماتورهای هوایی و زمینی
- ۶- یک سیم ثانویه هر کدام از ترانسفورماتورهای جریان و ولتاژ (CT, PC)
- ۷- سیم نول کلیه مشترکین در محل ورود برق به مکان آنها (در محل کنتور)

اتصال زمین با استفاده از میله ارت :

تجربه نشان داده شده است که مس برای حفاظت از فاسد شدن میله های فولادی زمین بهترین فلز می باشد و برای اینکه میله برای مدت طولانی حدود ۳۰ سال دوام بیاورد ضخامت پوشش مسی نبایستی از ۲/۵٪ میلیمتر کمتر باشد. بایستی پوشش مسی به طریق جوش مولوکولی انجام شده باشد تا رطوبت بین آن. میله رسوب نکرده و باعث فساد آن نشود. بایستی حتی الامکان میله بصورت عمودی در زمین قرار گیرد. اما اگر سنگ یا مواد زیرزمینی دیگر مانع از این کار شود آن را می توان با هر زاویه، که از ۶۰ درجه نسبت به حالت عمودی تجاوز نکند در زمین فرو برد طبق استاندارد وزارت نیرو طول میله کالبرود ۱/۵ متر و قطر آن ۱۶ میلیمتر می باشد و در کنار تیر به فاصله ۳۰ تا ۵۰ cm از تیر و بایستی اندازه ۳۰ تا ۵۰ cm از سطح زمین پائین تر در خاک قرار گیرد تا از ایجاد ولتاژهای خطرناک سطح زمین اجتناب شود و بایستی خاک اطراف میله خوب کوبیده شود تا مقاومت اتصال زمین کاهش داده شود. معمولاً اتصال سیم زمین به میله بوسیله یک کلمپ برنزی سخت انجام میگیرد و برای سیم زمین بایستی از سیم مسی هم مقطع سیم نول شبکه فشار ضعیف استفاده گردد و در مورد سیم ارت برقگیرها حداقل سطح مقطع سیم مسی نباید کمتر از ۲۵ میلیمتر مربع باشد. بهتر است که سیم ارت روپوشدار باشد و یا اینکه در یک لوله عایق (P.V.C) محافظت شود تا ایجاد برق زدگی ننماید. همچنین زمانی که برقگیرها خراب می شوند، سیم ارت برقگیر برقرار می باشد که بایستی حتماً پوشیده باشد.

روشهای اتصال زمین (ارت):

- ۱- الکتروود میله ای فولادی با حداقل قطر ۱۵ میلیمتر
- ۲- الکتروود میله ای فولادی با روکش مسی
- ۳- الکتروود نواری - تسمه فولادی قلع اندود با ضخامت ۳ میلیمتر و عرض ۱۰۰ میلیمتر
- ۴- تسمه مسی - دارای حداقل عرض ۵۰ میلیمتر و ضخامت ۲ میلیمتر می باشد. در عمق ۰/۵ تا یک متری سطح زمین قرار می گیرد.
- ۵- سیم مسی تاییده شده با حداقل سطح مقطع ۳۵ میلیمتر مربع
- ۶- الکتروود صفحه ای - صفحه آهن قلع اندود شده که سطح مقطع هر طرف آن حداقل ۰/۵ متر مربع و ضخامت آن ۳ میلیمتر باشد. و بطور عمودی در زمین قرار می گیرد. و فاصله میله بالائی صفحه تا سطح زمین حداقل یک متر باشد
- ۷- سیم فولادی بهم تاییده (رشته ای) قلع اندودی که حداقل قطر هر کدام از سیمها ۲/۵ میلیمتر و سطح مقطع کل ۹۵ میلیمتر مربع
- ۸- عدم استفاده از لوله های آب و یا گاز بعنوان اتصال زمین مگر آنکه قبلاً لوله های آب ارت شده باشد

انواع اتصالیها و خطاهای ناشی از جریان برق عبارتند از:

- ۱- اتصال بدنه: اتصال یکی از سیمهای جریان برق (فاز) به بدنه دستگاه.
 - ۲- اتصال کوتاه: اتصال دو سیم لخت که نسبت بهم دارای اختلاف پتانسیل الکتریکی باشند.
 - ۳- اتصال زمین: اتصال یکی از سیمهای حامل جریان برق (فاز) به زمین.
- اگر اتصالی کامل باشد در محل اتصالی مقاومتی وجود ندارد و جریان زیادی از آن نقطه عبور خواهد کرد و اگر اتصالی ناقص باشد در محل اتصال مقاومتی وجود دارد و جریان اتصالی نسبت به حالت قبل کمتر خواهد بود.

زمین یا ارت کردن:

کلمه زمین در کارهای برقی به زمینی که دارای پتانسیل صفر می باشد اطلاق می گردد. زمین یا ارت شامل یک اتصال مصنوعی برق به زمین که دارای مقاومت بسیار کمی برای عبور جریان برق می باشد است. بنابراین زمین کردن یک سیستم یا وسیله یعنی اتصال آن به زمین میباشد. وقتی فقط یک نقطه از شبکه زمین شود آن را تک زمینی (Unigrounded) و وقتی در نقاط مختلفی زمین شده باشد آن در چند زمینی (Multi grunded) می نامند.

هدف از بکار بردن اتصال زمین (ارت):

- ۱- باعث میشود دستگاههای برقی به درستی عمل نمایند.
- ۲- تسریع کافی جهت کشف اتصالات و اشکالات توسط رله ها را فراهم میسازد و عیب سیستم به فوریت برطرف میشود.
- ۳- مانع از افزایش ولتاژ سیستم در اثر بروز اتصالی و افت ولتاژ بر اثر عدم تعادل بار میشود.
- ۴- محافظت جان کارکنان اعم از اپراتور، تعمیرکار و غیره در مقابل برق زدگی را باعث میشود.

۵- حفاظت دستگاههای الکتریکی

اتصال زمین (ارت)

که روشهای گوناگون و به تناسب شرایط و موقعیت از نوعی از آن اتصال زمین مورد استفاده قرار می گیرد که معمولی ترین نوع آن میله اتصال زمین از جنس فولاد گالوانیزه شده و یا فولاد با روکش مس پوش (کاپرولد) با کلمپ مربوطه از جنس برنز مقاوم . (شکل ۵۸)

انواع زمین کردن یا ارت:

در تاسیسات الکتریکی و برقی دو نوع زمین کردن (ارت) وجود دارد:
 الف) زمین کردن حفاظتی (شکل ۵۶) ب) زمین کردن الکتریکی (شکل ۵۷)

الف) زمین کردن حفاظتی:

عبارتست از زمین کردن کلیه قطعات فلزی تاسیسات الکتریکی که ارتباط مستقیم با مدار الکتریکی نمی باشد. این روش به خصوص برای حفاظت اشخاص در مقابل ولتاژ تماسی می باشد. در صورت اتصال سیم برقدار به بدنه هادی دستگاه الکتریکی، اختلاف پتانسیلی بین بدنه دستگاه و زمین بوجود می آید که اگر شخصی بدنه دستگاه را لمس کند اختلاف پتانسیلی بین محل تماس بدن شخص به دستگاه و زمین بوجود می آید، ولتاژی بنام ولتاژ تماسی بوجود می آید که اگر مقدار آن از AC ۶۵ ولت بیشتر باشد خطرناک خواهد بود.

ب) زمین کردن الکتریکی

یعنی زمین کردن نقطه ای از دستگاه الکتریکی که جزئی از مدار الکتریکی می باشد مانند زمین کردن مرکز ستاره سیم پیچی ترانسفورماتور یا ژنراتور. این زمین کردن بخاطر کار صحیح دستگاهها و جلوگیری از ازدیاد فشار الکتریکی فازهای سالم نسبت به زمین در موقع تماس یکی از فازها با زمین می باشد.

دلیل زمین کردن شبکه فشار ضعیف و ثانویه ترانسفورماتور:

دلیل اینکه مدار ثانویه فشار ضعیف ترانسفورماتور زمین می شود این است که در مقابل ولتاژهای اضافی که بر اثر عوامل خارجی بوجود می آید، حفاظت شود. مثلاً ممکن است سیم طرف اولیه (فشار قوی) بریده و بر روی شبکه فشار ضعیف بیافتد و یا عایق داخل ترانس شکسته شده و سیم پیچ اولیه (فشار قوی) به سیم پیچ ثانویه (فشار ضعیف) اتصالی کند که اگر در این موقع شخصی نقطه ای از شبکه فشار ضعیف و یا نقطه ای از ترانسفورماتور مثل رادیاتور و یا مخزن آنرا لمس کند دچار شوک بسارشدیدی خواهد شد و همچنین صدمات زیادی به متعلقات روی سیستم فشار ضعیف خواهد خورد ولی اگر ثانویه (فشار ضعیف) زمین شده باشد شکست عایق ترانسفورماتور یا قسمتهای دیگر فشار قوی باعث می شود که فیوزهای طرف اولیه (فشار قوی) سوخته و در نتیجه قسمت معیوب مدار از منبع تغذیه جدا گردد.

همچنین ترانسفورماتور ها ممکن است طوری نصب شده باشند که شخصی در حالی که با زمین اتصال دراد بدنه آنرا لمس کند، بنابراین برای حفاظت جان افراد بایستی ثانویه های ترانسفورماتور ها و ترانسفورماتوهای اندازه گیری

زمینی شوند (PT, CT)

روشهای کاهش مقاومت اهمی زمین:

۱- استفاده از میله های طویل: برای رسیدن به لایه مرطوب زمین، که معمولاً از میله های ۱/۵ یا ۲/۴ یا ۳ متری استفاده میشود که در صورت لزوم می توان آن میله ها را بهم متصل نمود تا به رطوبت زمین برسد.

۲- استفاده از نصب میله های موازی در زمین: میله های اتصال زمین موازی مانند یک مدار با مقاومت موازی عمل میکند و مقاومت معادل آنها از همان قانون مقاومت های موازی حساب می شود. از این روش بیشتر در محل هایی سنگلاخ است و نمی توان میله را در عمق زیادی نصب کرد، استفاده می شود. حداقل فاصله بین میله ها نبایستی از دو برابر طول میله ها کمتر باشد. این روش از اولی بهتراست زیرا نه تنها مقاومت زمین را کاهش میدهد بلکه باعث افزایش ظرفیت عبور جریان نیز می شود و می توان جریان های اتصال کوتاه بزرگتری را تحمل نماید.

۳- استفاده از مواد شیمیایی: چنانچه بعثت وجود سنگ های سخت نمی توانیم میله های اتصال زمین را در عمق زیادی قرار دهیم برای کاهش مقاومت اتصال زمین می توان از مواد شیمیایی استفاده نمود. مواد شیمیایی را در کانال دایره ای شکل دور میله قرار داد و نبایستی مستقیماً با میله تماس داشته باشد تا فساد تدریجی میله ناشی از آن رابه حداقل برساند.

مواد شیمیایی عبارتند از: سولفات منگنز و سولفات مس و بهترین آنها نمک با خاک زغال می باشد این روش در صورتیکه نتوان از دوروش دیگر استفاده نمود، استفاده می شود زیرا مواد شیمیایی در اثر باد و باران و تخلیه طبیعی آن در خاک از میان میرود.

۴- روش دیگر با استفاده از ترکیب خاکستر و مقداری نمک و آب و خاک در ته چاه:

در زمین های خشک که با ایجاد چاه هم به رطوبت زمین نمی رسیم با استفاده از ترکیب خاکستر یا خاک زغال بعنوان رطوبت گیر و مقداری نمک جهت بالا بردن ضریب هدایت خاک و تخلیه الکتریکی بهتر و همچنین آب و خاک را ترکیب نموده و در ته چاه در مناطقی که زمین آن کاملاً خشک است الکترود (صفحه ای یا سبکی) را در میان این ترکیب قرار داده و این الکترود همواره در تمام فصول سال در محیطی مرطوب قرار داشته و کیفیت لازم را جهت اتصال زمین مناسب را دارا می باشد.

تذکر: مقدار استفاده از نمک نباید خیلی زیاد باشد زیرا باعث خرد شدن و از بین رفتن الکترود اتصال زمین میگردد. تذکر: مقاومت زمین نبایستی از ۱ اهم تجاوز نماید.

۵- بنتونیت:

اخیراً به جای مورد ۱ از موادی به نام بنتونیت استفاده می شود به طوری که در ته چاه، ارت را از بنتونیت می پوشانند.

سیستم ارتینگ:

اتصال زمین حفاظتی است که سه فاز را به یک سیم و سپس به زمین متصل می نماید و به دو منظور بکار می رود:

- ۱- در هنگام تعمیرات و یا سرویس لازم بروی شبکه ای پس از قطع برق شبکه باید قبل از کار پس ماند الکتریکی (شارژ خط) توسط سیم ارتینگ به زمین تخلیه شده و سپس به کارمورد نظر پرداخت.
 - ۲- در صورتیکه اشتباه سونچینگ (اشتباه وصل برق توسط اپراتور در پست) صورت گیرد سیستم ارتینگ سه فاز را بهم متصل نموده بصورت مرکز ستاره بی برق و به زمین اتصال داده می شود و باعث حفاظت کارکنان می شود.
- لازم بذکر است در شبکه های توزیع چنانچه آن شبکه رینگ بوده باشد (از دو طرف مورد تغذیه قرار گرفته باشد) بایستی در هنگام تعمیرات شبکه باید دو پایه طرفین محل کار را ارتینگ نمود و چنانچه مسیر تغذیه از یک طرف باشد فقط قبل از محل کار مسیر تغذیه شبکه را ارتینگ می نماید

استفاده از زمین به منزله یک سیم برای برگشت جریان :

اگرچه مقاومت زمین بطور نسبی زیاد است ولی این امتیاز را دارد که هادی جریان بوده و جریان را در جهات مختلف نقاط زمین عبور می دهد، همین امر باعث می شود که سطح مقطع مسیر عبور جریان افزایش یافته و مقدار شدت جریان کمتر شود و این امر افت ولتاژ را کمتر می نماید ($V=IR$).

از خاصیت هدایت زمین برای برگشت جریان در سیستم های تولید و انتقال نیرو استفاده می شود و جریان بارهای نامساوی از طریق زمین به منبع تولید نیرو برگشت می نماید.

مثلا اگر جریان فازی بیشتر از ۲ فاز دیگر باشد، جمع برداری جریانها در نقطه N (نول) صفر نبوده و جریان اضافی از طریق زمین به منبع نیرو برگشت می نماید.

همچنین چنانچه در یکی از فازهای سیستم، اتصال بروز نماید (مثلا مقرر خط شکسته و باز زمین تماس حاصل کند و یا این تماس در اثر برخورد شاخه درخت و غیره باشد) جریان از طریق زمین برگشت می نماید. معمولا برای رفع این اتصال با استفاده از دستگاههای حفاظتی رله جریان های اضافی و جریانی که در نقطه نیوترال عبور می نماید، اندازه گیری گردیده و قسمت معیوب از سیستم جدا میشود.

ضمنا به هنگام اتصال زمین شدن هریک از ولتاژ دو فاز دیگر افزایش می یابد. بنابراین زمین کردن نقطه نیوترال سبب می شود که محدودیتی در افزایش این ولتاژ حاصل شده و در نتیجه سیستم در مقابل از دیاد ولتاژ جفاقت گردد.

حریم خطوط انتقال و توزیع انرژی الکتریکی

الف - محور خط: خط فرضی واصل بین مراکز پایه های خط انتقال انرژی را محور خط می نامند.

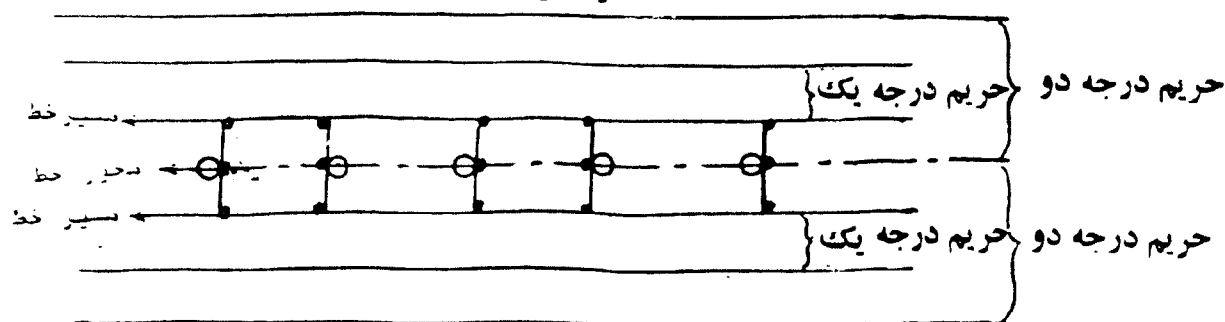
ب - مسیر خط: نواری روی زمین و به موازات محور خط که حد خارجی دو طرف آن تصویر هادیهای جانبی خط روی زمین می باشد.

ج - حریم درجه یک: دو نوار در طرفین مسیر خط و متصل به آن که عرض هر کدام را حریم درجه یک می نامند. در مسیر خط و حریم درجه یک اقدام به هرگونه عملیات ساختمانی و ایجاد تاسیسات مسکونی و دامداری یا باغ، درختکاری و انبارداری تا هراتقاع ممنوع می باشد. و فقط زراعت فصلی و سطحی و خفرچاه و قنات و راه سازی و شبکه آبیاری مشروط بر اینکه سبب ایجاد خسارت برای تاسیسات خطوط انتقال نگردد و اصول حفاظتی به منظور جلوگیری از بروز خطرات جانی و مالی رعایت شده و در مورد حفرچاه و قنات و راه سازی قبلا از مسئولین عملیاتی خطوط نیروی برق مجوز گرفته باشند (ولی در هر صورت ایجاد شبکه آبیاری و حفرچاه و قنات و راه سازی در اطراف پایه های خط نباید در فاصله ای کمتر از ۳ متر از پی پایه ها انجام گیرد).

د - حریم درجه دو: دو نوار در طرفین حریم درجه یک و متصل به آن که فاصله افقی حد خارجی آن از محور خط را حریم درجه دو می نامند. در حریم درجه دو ایجاد تاسیسات ساختمانی اعم از مسکونی و صنعتی و مخازن سوخت تا هراتقاع ممنوع می باشد.

تذکر: طبق استاندارد وزارت نیرو حریم درجه یک و درجه دو خطوط بیست کیلوولت به ترتیب ۳ و ۵ متر می باشد.

حریم خطوط توزیع



حریم KV	حریم درجه یک (متر)	حریم درجه دو (متر)
۲۰/۱	۳	۵
۳۳	۵	۱۵
۳۶	۱۳	۲۰
۱۳۲	۱۵	۳۰
۲۳۰	۱۷	۴۰
۵۰۰ و ۴۰۰	۲۰	۵۰
۷۵۰	۲۵	۶۰

حریم خطوط انتقال و توزیع

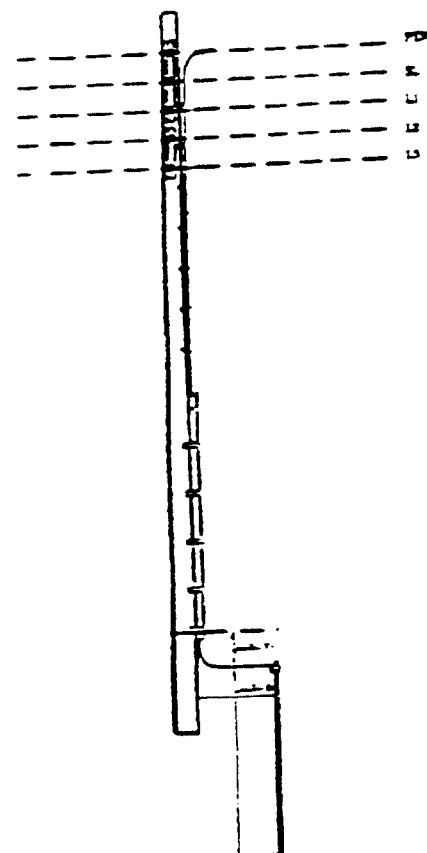
مورخ ۱۳۶۴/۰۲/۱۵

بخشنامه شماره ۷۸۱/۱۷۸۰/۳۲۰

پیرو بخشنامه شماره ۸۶۰۳/۶۷۵۷/۳۲۰ مورخ ۱۳۶۳/۰۵/۲۰ موضوع اعطای اختیارات به شرکتها برای تقلیل ۳۰ درصد حریم درجه یک خطوط توزیع در داخل محدوده شهرها به اطلاع می رساند که موضوع فوق الذکر شامل خطوط توزیع با ولتاژ (۶۶) ۳ کیلوولت نیز می باشد.

نوع راه	حریم راهها
بزرگراهها	۳۸ متر از محور جاده
راههای درجه یک	۲۲/۵ متر از محور جاده
راههای درجه دو	۱۷/۵ متر از محور جاده
راههای درجه سه	۱۲/۵ متر از محور جاده
راههای درجه چهار	۷/۵ متر از محور جاده

حریم راهها



مبله اتصال زمین (ارت)

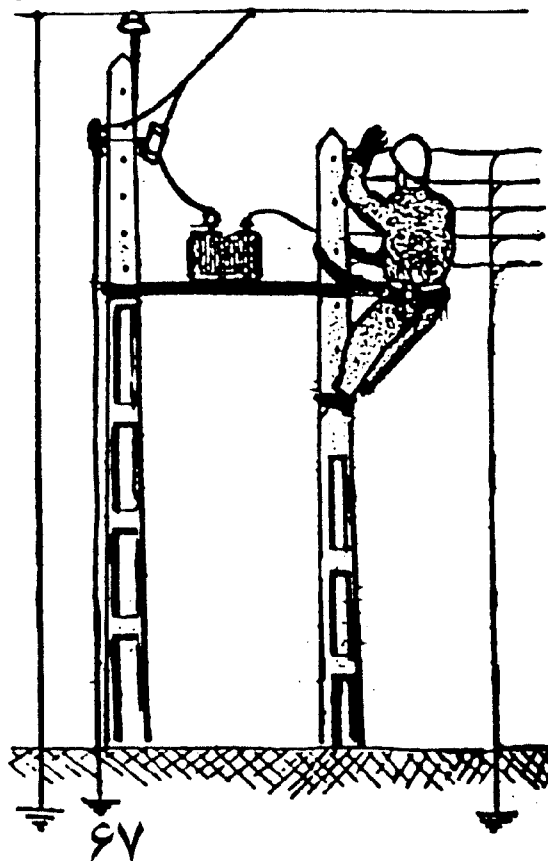
انواع زمین کردن یا ارت

سیستم ارتینگ:

اتصال زمین حفاظتی است که سه فاز را به یک سیم و سپس به زمین متصل می نماید

زمین کردن حفاظتی

زمین کردن الکتریکی



جدول (ت-۱) فاصله موایی مجاز هادی خطوط از تأسیسات (متر)

توضیحات	۳۸۰۷	۱۱۸۷	۲۰۸۷	۳۲۸۷
۱ فاصله افقی از ساختمانها	۱/۳	۳	۳	۳/۵
۲ فاصله قائم از ساختمانها	۳	۴	۴	۴/۶
۳ فاصله افقی از درختان	۳	۳	۳	۳/۵
۴ فاصله افقی از لب جدول خیابان		۰/۱۵		۰/۱۵
۵ فاصله افقی از سازه های نگهدارنده خط دیگر، علانم، چراغهای راهنمایی و ...	۱/۱	۱/۵	۱/۵	۱/۵
۶ فاصله قائم از سازه های نگهدارنده خط دیگر، علانم، چراغهای راهنمایی و ...	۱/۴	۱/۷	۱/۷	۱/۷
۷ فاصله افقی از علانم، آنتنها، دودکشها و ...		۲/۳	۲/۳	
۸ فاصله قائم از علانم، آنتنها، دودکشها و ...		۲/۴۵	۲/۴۵	
۹ فاصله هوایی از سطح آب (مناطق قابل شنا)		۷/۶	۷/۶	
۱۰ فاصله هوایی از لبه فوقانی سکوی شبرجه (مناطق قابل شنا)		۵/۲	۵/۲	
۱۱ فاصله از کابل های مخایرات	۱/۲	۲/۲	۲/۲	
۱۲ فاصله از خطوط تلفن	±	±	±	±
۱۳ فاصله از سیمهای مهار و اسپن و سیمهای زمین	۰/۶	۲/۰	۲/۰	
۱۴ فاصله از سیمهای ۷۵۰۷-۰	۰/۶	۱/۵	۱/۵	
۱۵ فاصله از سیمهای ۲۰۸۷		۲/۰	۲/۰	
۱۶ حداقل ارتفاع پائینترین سیم در تقاطع با لوله های گاز				۸

جدول (ت - ۲) فاصله هوایی تجهیزات خطوط از تأسیسات (متر)

توضیحات	۳۳KV	۲۰KV	۱۱KV	۳۸۰V
۱ فاصله پایه خطوط از حدار لوله های گاز		۲		۰/۵
۲ فاصله پایه دکل از حدار لوله های گاز (مسیر مشترک $> 5Km$)		۲۰		
۳ فاصله پایه دکل از حدار لوله های گاز (مسیر مشترک $< 5Km$)		۳۰		
۴ فاصله افقی تیر از محور ریل	۱۷	۱۷	۱۷	
۵ فاصله هوایی قسمتهای برق دار بدون حفاظ تجهیزات	۵	۵	۵	۵
این مقادیر نباید کمتر از مقادیر مورد نیاز برای هادیهای خطوط باشند				

جدول (ت - ۳) فاصله مجاز قائم هادیها از سطح (متر)

توضیحات	۳۳KV	۲۰KV	۱۱KV	۳۸۰V
۱ خطوط آهن غیر برقی	۹	۹	۹	
۲ خیابان اصلی (مقاطع و موازی)		۶/۷	۶/۱	۵/۵
۳ کوچه ها (مقاطع و موازی)		۶/۷	۶/۱	۵/۵
۴ پیاده رو		۵/۲	۴/۶	۳
۵ عبور از جاده های اصلی (مقاطع)		۷/۵	۷	۶/۵
۶ مدخل وسایل نقلیه به گاراژهای معمولی		۶/۷	۶/۱	۴/۶
۷ بموازیات جاده ها در مناطق روستایی (در تقاطعهای فرعی)		۶/۱	۵/۵	۴/۶
۸ آنها (با سطح کمتر از ۸ هکتار)		۶/۲	۶/۲	

جدول (ت - ۴) فاصله مجاز قائم تجهیزات از سطح (متر)

توضیحات	تجهیزات زمین شده	۳۳KV	۲۰KV	۱۱KV	۳۸۰V
۱ خیابان اصلی	۴/۶		۵/۵	۵/۵	۴/۹
۲ کوچه	۴/۶		۵/۵	۵/۵	۴/۹
۳ پیاده رو	۳/۴		۴/۳	۴/۳	۳/۶
۴ عبور از جاده های اصلی	۴/۶		۵/۵	۵/۵	۴/۹
۵ بموازیات جاده ها در مناطق روستایی (در تقاطعهای فرعی)	۴		۴/۹	۴/۹	۴/۳