دانشگاه صنعت آب و برق شهید عباسپور

آشنایی با تجهیزات خطوط انتقال نیرو

مدرس:

حامد جنت علیپور

مهندس | هرآنچه یک دانشجوی مهندسی لازم دارد

دانلود رایگان : کتاب، جزوه، مقاله، پروژه، گزارشکار و ...

WWW.MOHANDES.ORG

"هو الرزاق"

فهرست مطالب

فصل اول - مبانی خطوط انتقال نیرو

۱-۱ فلسفه احداث خطوط انتقال نیرو

۱-۲ مطالعات اولیه

۱-۳ سطوح ولتاژ و فرکانس شبکه

۱-۴ اجزاء خطوط انتقال نیرو

فصل دوم - شناخت هادیهای متداول در خطوط انتقال نیرو

۲-۱ کلیات

۲-۲ ویژگی هادی رشته ای

۲-۳ انواع هادیها

۲-۳-۱ هادیهای GS

۲-۳-۲ هادیهای AS

۲-۳-۳ هادیهای AW

۲-۳-۴ هادیهای AZ

۲-۳-۵ هادیهای OPGW

۲-۳-۶ هادیهای ACSR/GS

۲-۳-۷ هادیهای TACSR

۲-۳-۸ هادیهای AAAC

۲-۳-۹ هادیهای ACAR

۲-۳-۱۰ هادیهای AAC

۲-۳-۱۱ هادیهای مسی

۲-۳-۱۲ سیم محافظ هوایی

۲-۴ مشخصات هادیها

فصل سوم - شناخت دکل های خطوط انتقال نیرو

۳-۱ کلیات

۳-۲ انواع پایه های خطوط انتقال نیرو

۳-۳ شکل پایه ها

۳-۴ انواع برجهای معمولی

۳-۵ خطوط انتقال یک مداره

۳-۶ خطوط انتقال دو مداره

۳-۷ خطوط انتقال چند مداره

فصل چهارم- شناخت مقره های خطوط انتقال نیرو

۴-۱ کلیات

۴-۲ جنس مقره ها

۴-۳ انواع مقره ها

۴-۴ مشخصات عمومی مقره ها

فصل پنجم - شناخت یراق آلات خطوط انتقال نیرو

۵-۱ کلیات

۵-۲ مشخصات یراق آلات

۵-۳ انواع اتصالات

۵-۴ روشهای عمومی تولید یراق آلات

فصل ششم – شناخت سیستم حفاظت زمین خطوط انتقال نیرو

۶-۱ کلیات

۶-۲ نحوه حفاظت

۶-۳ مشخصه سیم محافظ

۶-۴ انتخاب سیم محافظ

۶-۵ استفاده از میله برقگیر

۶-۶ استفاده از برقگیر خط

۶-۷ زمین کردن دکل ها

فصل اول

مبانی خطوط انتقال نیرو

فصل اول

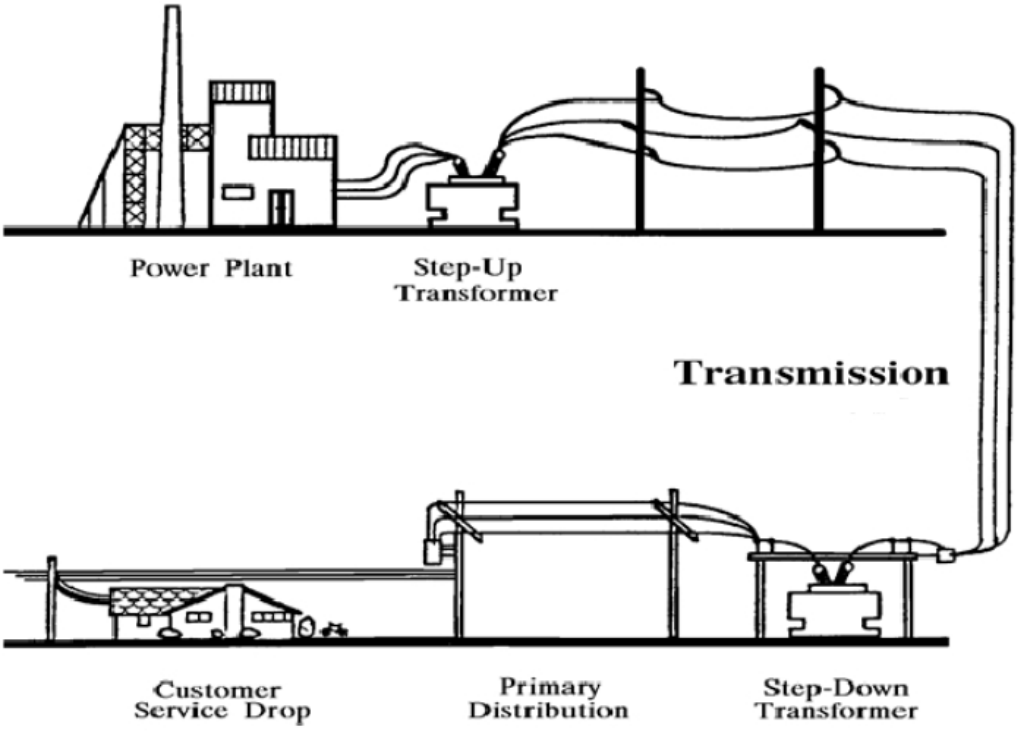
مبانی خطوط انتقال نیرو

۱-۱ فلسفه احداث خطوط انتقال نیرو

فلسفه احداث خطوط انتقال نیرو زمانی آشکار خواهد شد که بتوان به هریک از سوالات زیر پاسخ داد.

- چرا باید خطوط انتقال نیرو احداث شوند؟
- چرا باید به دنبال خطوط انتقال فشار قوی رفت؟
- فلسفه وجود ولتاژهای متفاوت در هر سیستم چیست؟
- چرا باید از هادی های متنوع در خطوط انتقال و توزیع نیرو استفاده نمود؟
- چرا باید نیروگاهها را دور از مناطق مصرف احداث نمود؟ تا ناچار به صرف سرمایه گذاری بسیار زیاد بابت احداث خطوط انتقال و توزیع نیرو و پستهای فشار قوی شوند.

شکل ۱ نمای یک شبکه سیستم قدرت را نشان می دهد که شامل منبع تولید انرژی، انتقال انرژی تولیدی و توزیع انرژی انتقال یافته به مراکز مصرف را نشان می دهد.



شکل ۱) نمای شماتیک سیستم قدرت

۱-۱-۱-دلایل نیاز به خطوط انتقال نیرو

همواره یک مهندس طراح سعی بر این دارد که حتی الامکان نیروگاه ها به مراکز مصرف نزدیک باشند، چون هرچه فاصله نیروگاهها از مراکز مصرف بیشتر می شوند، هزینه انتقال انرژی نیز افزایش می یابد اما از طرفی در انتخاب محال نیروگاه نمی توان تنها نزدیک بودن به محل مصرف را مد نظر قرار داد.

بنابراین عوامل متعددی احداث خطوط انتقال نیرو را توجیه می نمایند:

- انتقال انرژی تولیدی نیروگاه ها به مراکز مصرف
- برق رسانی به مناطق دور دست و پراکنده
- ارتباط دو منطقه با پیک بار غیر همزمان
- افزایش قابلیت اطمینان سیستم

۲-۱ مطالعات اولیه

مسلما" اجرای هر پروژه ازجمله احداث خطوط انتقال یا توزیع نیرو بر مبنای نیاز مشخصی برنامه ریزی می گردد که مراحل عمده کار عبارتند از:

- برآورد نیاز مصرف: میزان توان و انرژی الکتریکی مصرف کننده می بایست در دست باشد.
- بررسی وضعیت شبکه موجود: محل یا محل های اولیه تغذیه خط انتقال یا توزیع مشخص می شوند.
- بازدید کلی از مسیر خط انتقال و پستها:
- انتخاب طرحها: بررسی فنی و اقتصادی طرحهای موجود
- مطالعات سیستم: پخش بار، پایداری و اتصال کوتاه
- بررسی های اقتصادی:

پس از پایان مطالعات فوق مشخصات عمده خط انتقال نیرو بشرح زیر تعیین می گردند:

- مبدأ تغذیه خط انتقال
- ولتاژ خط انتقال
- تعداد مدار های خط انتقال
- انتخاب نوع خط (ساده یا باندل)
- تعیین تعداد هادی های فرعی در هر فاز
- تعیین مقطع هادی ها

۱-۳ سطوح ولتاژ و فرکانس شبکه

۱-۳-۱ ولتاژ خطوط انتقال

- ولتاژ بالا (HV)

110kV, 132kV to 230kV

- خطوط با ولتاژ خیلی زیاد (EHV)

345kV, 400kV, 765kV

- خطوط با ولتاژ فوق العاده زیاد (EHV)

≥1000

۱-۳-۲ طبقه بندی سطوح ولتاژ در ایران

- خطوط توزیع

400V, 20kV, 33kV

- خطوط فوق توزیع

63(66) kV, 132kV

- خطوط انتقال

230kV, 400kV, 765kV

۱-۳-۳ فرکانس سیستم

فرکانس استاندارد در ایران ۵۰Hz است. برخی از کشورها نیز از فرکانس ۶۰ Hz استفاده می کنند.

از نظر **تولید** انرژی ، سیستم با فرکانس ۶۰Hz مقرون به صرفه تر از سیستم با فرکانس ۵۰Hz است اما از نظر **انتقال** انرژی ، سیستم ۵۰Hz بهینه تر است.

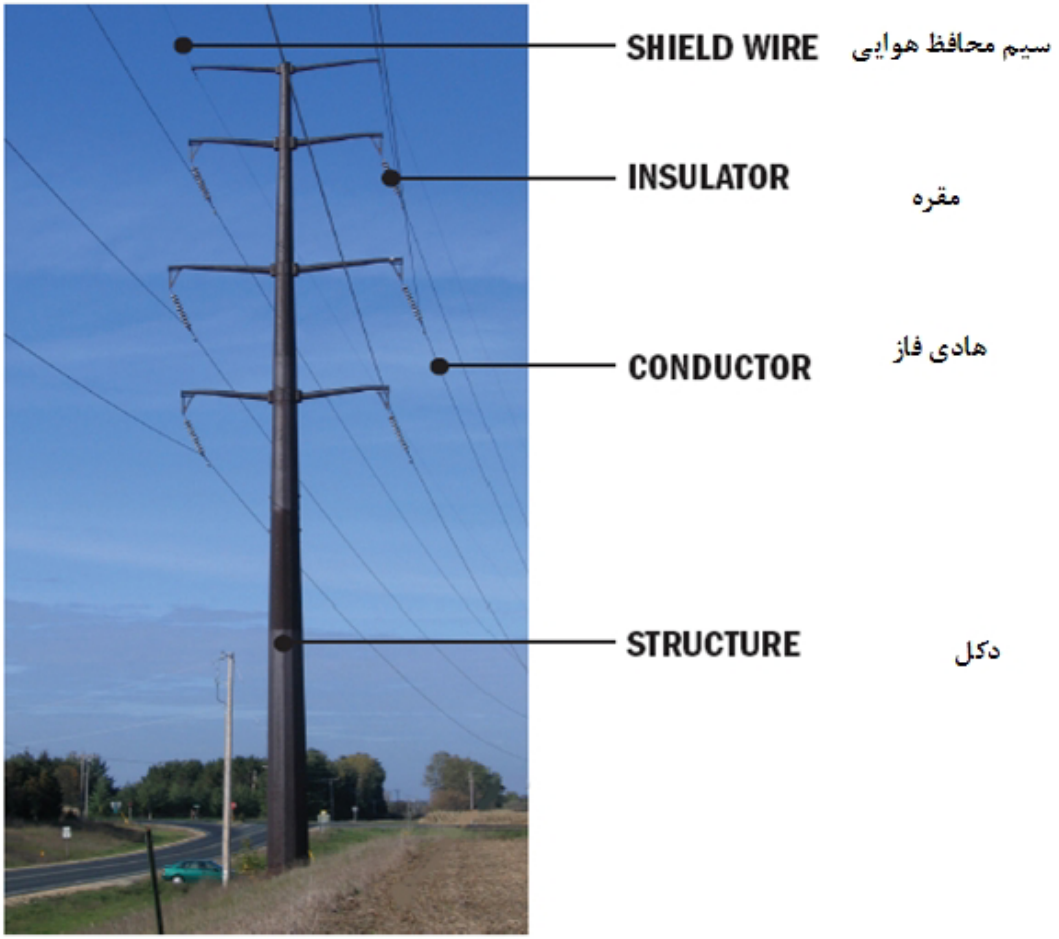
۱-۴ اجزاء خطوط انتقال نیرو

طراحی سیستم انتقال عبارتست از انتخاب خطوط و تجهیزات لازم که مقدار قدرت مورد نیاز را با مشخصات مورد تقاضا با پایین ترین هزینه سالیانه در مدت زمان مورد نیاز تحویل دهد. به طور کلی طراحی خطوط انتقال به دو بخش طراحی الکتریکی و طراحی مکانیکی تقسیم می شود.

بنابراین پیش از طراحی می بایست نسبت به شناخت اجزاء خطوط انتقال اقدام نمود.

اجزاء خطوط انتقال نیرو عبارتند از:

- دکل
- سیم هادی فاز
- سیم محافظ هوایی
- مقره
- یراق آلات
- سیستم زمین



شکل ۲) اجزاء خط انتقال نیرو

فصل دوم

شناخت هادیهای متداول در خطوط انتقال نیرو

فصل دوم

شناخت هادیهای متداول در خطوط انتقال نیرو

۲-۱ کلیات

در خطوط انتقال نیرو هادیها عامل اصلی انتقال انرژی الکتریکی می باشند و بقیه اجزا از جمله سیم محافظ، مقره ها، دکل ها، فونداسیون و یراق آلات می بایست طوری طراحی شوند تا هادیها بتوانند وظیفه اصلی خود که در حقیقت انتقال جریان یا بار الکتریکی مورد نیاز می باشد را به درستی انجام دهند.

در طرح اقتصادی خط انتقال حدود ۲۰ الی ۴۰ درصد کل هزینه طرح را هادیها در بر می گیرند. لذا انتخاب آنها از اهمیت زیادی برخوردار میباشد . در گذشته وقتی که ولتاژهای ۱۱ و ۳۳ کیلوولت جزء ولتاژهای بالا محسوب می شدند مس عمدتاً بعنوان ماده تشکیل دهنده هادیهای خط انتقال هوایی مورد استفاده قرار می گرفت .

هادیهای متداول در خطوط انتقال نیرو را بصورت رشته ای می بافند و بر حسب مورد ممکن است جنس رشته های فلزی از فولاد، آلومینیوم و یا ترکیبی از انواع رشته های فلزی دیگر باشند.

هدف اصلی از رشته ای نمودن هادیها، انعطاف پذیر نمودن آن در جریان ساخت، حمل و نصب می باشد.

با توجه به توسعه شبکه های الکتریکی فاکتورهای زیادی نظیر قیمت ، وزن ، قابلیت حصول و هدایت پذیری ، مهندسین خطوط انتقال هوایی را به توجه و تمرکز بر انتخاب نوع هادی وادار نموده است.

۲-۲ ویژگی هادی رشته ای

۲-۲-۱ مزایا

- انعطاف پذیری در زمان نصب
- امکان بافت هادیهایی با آلومینیوم و فولاد
- امکان ساخت هادیهایی با مقاطع متفاوت از یک اندازه رشته فلزی
- امکان ساخت هادیهایی با آلیاژهای مختلفی از آلومینیوم و فولاد
- تعادل حرارتی بهتر
- افزایش جریان مجاز هادی برای وزن مشخصی از هادی
- امکان حمل و نقل بهتر
- امکان افزایش مقاومت مکانیکی هادیها با استفاده از رشته های مختلف فولادی در لایه های درونی هادیها
- امکان کاهش مقاومت الکتریکی هادیها با استفاده از تعداد بیشتر رشته های آلومینیومی لایه های مختلف

۲-۲-۲ معایب

- امکان نفوذ مواد معلق و آلوده در لایه های مختلف هادیها
- افزایش شدت خوردگی
- امکان پاره شدن رشته ها در اثر سائیدگی و خوردگی
- امکان پاره شدن رشته های بیرونی در اثر انواع نوسانات

بروز هر نوع جرقه بین هادیها با یکدیگر یا بدنه برج یا سیم محافظ، پاره شدن رشته ها را بهمراه دارد.

در هادیهای رشته ای اگر قطر کلیه رشته ها با هم برابر باشند، تعداد رشته ها در هر هادی از رابطه زیر بدست می آید:

$$N = 3n^2 - 3n + 1$$

در این رابطه n تعداد لایه ها می باشد. به عنوان مثال اگر هادی ۲،۳،۴ و یا ۵ لایه باشد تعداد کل رشته ها به ترتیب برابر ۳۷،۱۹،۷ و ۶۱ می باشند.

۲-۳ انواع هادیها

هادیها را می توان از انواع مختلف فلزات نظیر مس، آلومینیوم و فولاد یا از آلیاژهای مختلف ساخت اما در خطوط انتقال نیرو که هدف انتقال انرژی الکتریکی با کمترین هزینه می باشد تلاش بر این است که آنها را از فلزات یا آلیاژهای مناسبی ساخت که ضمن برخورداری از مشخصات الکتریکی و مکانیکی مناسب از دیدگاه اقتصادی نیز توجیه پذیر باشد.

۲-۳-۱ هادیهای GS

هادیها یا سیمهای فولاد گالوانیزه (Galvanized Steel) در کلاس های مختلفی از پوشش گالوانیزه تولید می شوند. از این نوع سیمها در بافت هادیهای آلومینیوم فولاد جهت فازهای خطوط انتقال و توزیع نیرو و یا بعنوان سیم محافظ هوایی بر حسب شرایط آلودگی منطقه استفاده می شود.

۲-۳-۲ هادیهای AS

نمونه دیگری از سیمهای فولادی، هادیهای (Aluminum – clad Steel) می باشند. در این نوع هادی آلومینیوم با یک فرایند حرارتی مناسب بصورت روکشی روی سطح رشته های فولادی قرار می گیرد.

۲-۳-۳ هادیهای AW

رشته های فولادی AW یا Alumoweld مشابه نوع AS می باشند اما شیوه تولید آنها متفاوت است. در این روش پودر مخصوصی از آلومینیوم روی سطح رشته های فولادی فشرده شده و با فرآیند حرارتی ویژه های بدون اینکه آلومینیوم ذوب شود رشته های فولادی پوشش داده می شوند.

۲-۳-۴ هادیهای AZ

رشته های فولادی AZ یا Aluminum coated wire یا Aluminized Steel نوع دیگری از رشته های فولادی روکش آلومینیومی می باشند که در مقایسه با نوع AW و AS دارای کاربرد کمتری می باشند.

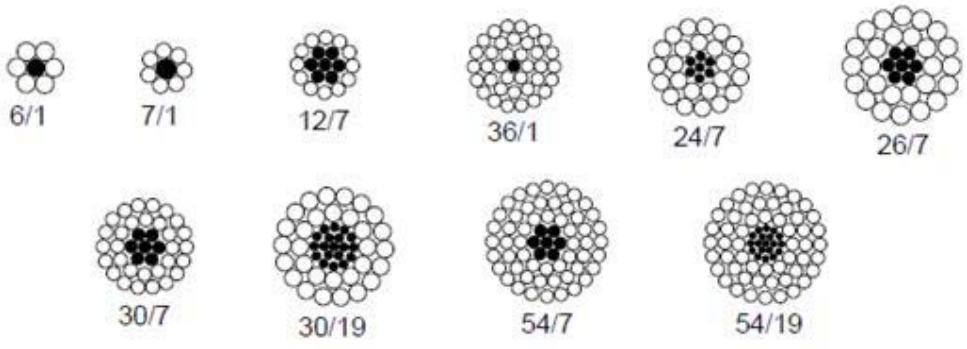
۲-۳-۵ هادیهای OPGW

هادیهای محافظ هوایی حاوی فیبر نوری یا Optical Ground Wire معمولا بعنوان سیم محافظ در خطوط انتقال نیرو بکار برده می شوند و جنس آنها نیز بر حسب مورد می تواندGS ، AS یا AW باشند.

شکل ۳) سیم محافظ حاوی فیبر نوری

در بافت این نوع سیمها از رشته های فیبر نوری در قسمت مرکزی استفاده می شود تا امکان ایجاد ارتباطات مخابراتی نیز میسر گردد. بعبارت دیگر این نوع سیمها ضمن اینکه هادیها را در مقابل برخورد صاعقه حفاظت می کنند، می توانند بعنوان کانال های مخابراتی نیز مورد استفاده قرار گیرند.

۲-۳-۶ هادیهـــای ACSR/GS (Aluminum Conductor galvanized Steel reinforced)



هادیهای آلومینیومی تقویت شده با مغزی فولاد با ترکیبی از رشته های آلومینیوم با درجه خلوص بالا و رشته های فولاد گالوانیزه بافته می شوند که رشته های فولادی در لایه های مرکزی و رشته های آلومینیومی در لایه های بیرونی قرار دارند. نقش رشته های فولادی برای ایجاد مقاومت مکانیکی مناسب و رشته های آلومینیومی برای افزایش ضریب هدایت هادیها می باشند.

در بیش از ۹۰ درصد خطوط انتقال نیرو از این نوع هادی استفاده می شود. هادیهای ACSR و تمام هادیهای دوفلزی از خوردگی در امان نیستند زیرا بین آلومینیوم و هسته فولادی گالوانیزه پیل الکتریکی تشکیل میشود . برای مقابله با پدیده خوردگی از دو روش استفاده میشود. روش اول این است که بین لایه های داخلی سیم هادی ACSR از گریس بعنوان قشر محافظ استفاده میگردد . در روش دوم روی مغزی فولادی گالوانیزه را با لایه ای از آلومینیوم می پوشانند این

نوع سیم هادی ACSR معروف به ACSR/AW یا ACSR/AS یا ACSR/AZ میباشند که تفاوت نامگذاری آنها بخاطر تفاوت در نحوه پوشاندن لایه آلومینیومی روی سطح مغزی فولاد گالوانیزه است .

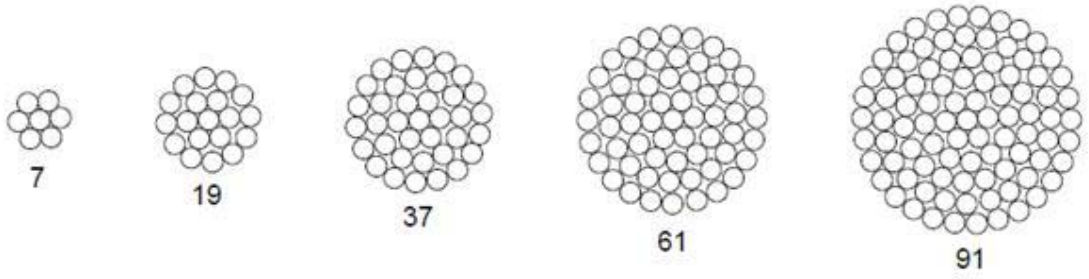
عمده مزایای هادیهای ACSR/AW ، ACSR/AS و ACSR/AZ عبارتند از:

- قابلیت هدایت الکتریکی زیاد
- عدم شکنندگی
- استحکام مکانیکی مناسب در بارگذاری سنگین
- وزن کم
- مقاوم در برابر خوردگی

۲-۳-۷ هادیهای TACSR (Thermal ACSR)

تحمل حرارتی هادیهای ACSR معمولی حدود ۹۰ درجه سانتیگراد می باشد که سبب محدودیت عبور جریان در آنها می گردد. برای افزایش تحمل حرارتی و در نتیجه امکان عبور جریان بیشتر، در ترکیب رشته های آلومینیوم از مقداری کم زیرکونیوم استفاده می شود که سبب افزایش تحمل حرارتی هادی می شود. به این هادیها، هادیهای پرظرفیت نیز می گویند.

۲-۳-۸ هادیهای AAAC (All Aluminum Alloy Conductor)



بر خلاف هادیهای نامبرده این نوع هادیها تنها از آلیاژ مقاوم آلومینیوم ساخته می شوند. بعبارت دیگر در بافت کلیه لایه ها اعم از درونی و بیرونی از یک نوع آلیاژ استفاده می گردد.

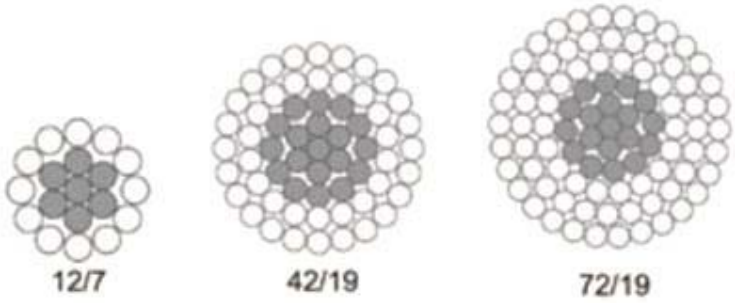
این نوع هادیها دارای مقاومت مکانیکی کمتری در مقایسه با انواع هادیهای ACSR می باشند اما در مقابل این نقیصه، مقاومت الکتریکی آنها برای یک سطح مقطع معادل کمتر می باشد که در نتیجه تلفات الکتریکی آنها پایین تر می باشد.

ضمنا" این هادیها دارای مقاومت نسبی خوبی در مقابل خوردگی محیط می باشند و در نتیجه در مناطق با آلودگی بالا می توانند مورد استفاده قرار گیرند از این هادیها در مناطق گرمسیری که بار مکانیکی ناشی از یخ صفر یا ناچیز است استفاده می شود.

هادی‌های آلومینیومی تمام آلیاژی دارای مزایای زیر در مقایسه با هادی‌های ACSR و یا AAC می‌باشند:

- اتلاف انرژی کمتر نسبت به هادی‌های ACSR با یک لایه آلومینیوم (مورد مصرف در خطوط توزیع و فوق توزیع)
- افزایش شدت جریان تا میزان ۲۰٪
- یراق آلات ساده تر
- مقاومت به خوردگی بسیار عالی در محیط‌های اکتیو برای خوردگی گالوانیک استحکام و شکم (Sag)
- مقاومت عالی نسبت به سایش در مقایسه با سیم‌های آلومینیومی ۱۳۵۰ مورد استفاده در هادی‌های AAC و ACSR
- استحکام کششی معادل یا بالاتر
- وزن معادل یا کمتر
- هدایت الکتریکی معادل یا بالاتر
- تداخل امواج رادیویی کمتر به دلیل دارا بودن کیفیت سطحی بهتر

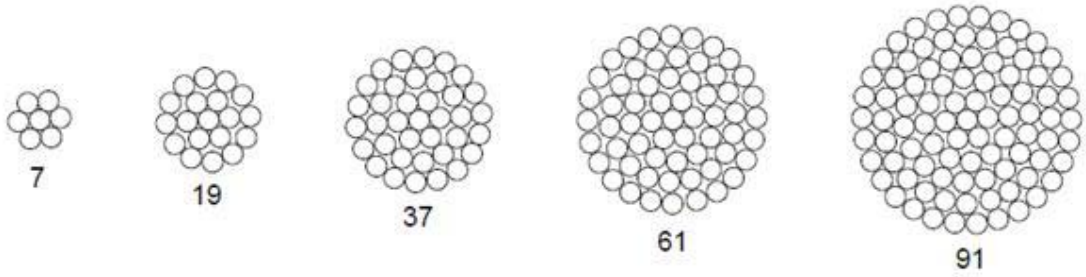
۲-۳-۹ هادیهای(Aluminum Conductor aluminum Alloy Reinforced) ACAR



این هادیها ترکیبی است از رشته های آلیاژ آلومینیوم در لایه های مرکزی و رشته های آلومینیوم با درجه خلوص بالا در لایه های بیرونی.

مقاومت مکانیکی و الکتریکی این نوع هادیها از نوع AAAC کمتر می باشند و عمدتا" در مناطق گرمسیر آلوده که دارای رژیم زمستانی نمی باشند استفاده می شود.

۲-۳-۱۰ هادیهای(All Aluminum Conductor) AAC



این هادیها تنها از بافت رشته های آلومینیومی با درجه خلوص بالا ساخته می شوند. چون مقاومت مکانیکی آنها پایین است در خطوط انتقال نیرو کاربرد زیادی ندارند و بیشتر در کابلهای زیرزمینی و در برخی از شبکه های توزیع یا اتصال بین تجهیزات در پستها مورد استفاده قرار می گیرند.

۲-۳-۱۱ هادیهای مسی

این هادیها در خطوط انتقال نیرو هوایی کاربرد چندانی ندارند اما در کابله و خطوط توزیع کاربرد گسترده ای دارند.هادیهای مسی در مقایسه با هادیهای آلومینیومی دارای مقاومت الکتریکی کمتر و مقاومت مکانیکی بیشتری می باشند.

۲-۳-۱۲ سیم محافظ هوایی (SHIELD WIRE)

شیلد وایرها یا سیم‌های گارد در خطوط انتقال هوایی استفاده می‌شوند. شیلدوایر از نظر ظاهری مشابه مغزی هادی‌های ACSR می باشند.

شیلد وایر به منظور به حداقل رساندن احتمال برخورد صاعقه به هادی‌های فاز حامل جریان الکتریکی و جریان‌های اتصال کوتاه از بالاترین نقطه دکل به زمین متصل می‌گردد.

در خطوط با ولتاژ بالا (HV) می‌توان از دو شیلد وایر استفاده نمود.

در خطوط انتقال می‌توان از کابل OPGW استفاده نمود تا علاوه بر برقراری ارتباط ، نقش شیلد وایر را نیز ایفا نماید.

۲-۴ مشخصات هادیها

مشخصه های عمده هادیها عبارتند از:

- مقطع هادی
- قطر هادی
- وزن واحد هادی
- مقاومت مکانیکی هادی
- مقاومت الکتریکی هادی

فصل سوم

شناخت دکل های خطوط انتقال نیرو

فصل سوم

شناخت دکل های خطوط انتقال نیرو

۳-۱ کلیات

پایه ها از اجزای مهم و اصلی خطوط انتقال نیرو می باشند که نقش اساسی در برق رسانی را بعهده دارند. پایه ها ضمن اینکه وظیفه نگهداری هادی ها را در فواصل معین از زمین بعهده دارند می بایست قادر باشند در بدترین شرایط جوی نیروهای مکانیکی وارده بر خود را نیز تحمل کنند. بطور کلی پایه های خطوط انتقال نیرو به دو گروه تیرها و دکل ها تقسیم می شوند.

۳-۲ انواع پایه های خطوط انتقال نیرو

دکل ها و یا تیرهای خطوط انتقال نیرو از انواع مختلفی چه از نظر شکل ظاهری و چه از نظر جنس ساخته می شوند اما مستقل از جنس یا نوع باید دارای ویژگیهای نسبی زیر باشند.

- دارای تحمل کافی در مقابل نیروهای مکانیکی باشند
- دارای وزن مناسب باشند
- هزینه های تعمیرات آنها کم باشد
- دارای ظاهری مناسب با توجه به محل نصب باشند
- از نظر حمل و نقل مناسب باشند
- از نظر فنی و اقتصادی مناسب باشند

۳-۲-۱ تیرهای چوبی

تیرهای چوبی معمولا از چوب خشک درختان مقاوم ساخته می شوند و برای جلوگیری از پوسیدگی با مواد شیمیایی خاصی پخته و اشباع میشوند. با توجه به پایین بودن مقاومت مکانیکی این نوع پایه ها معمولا از آنها در ولتاژهای پایین استفاده می شود.

پایه های چوبی انعطاف پذیری خوبی در مقابل شرایط محیطی دارند اما برای افزایش مقاومت مکانیکی آنها و کاهش بارهای وارده بر هر تیر می توان با استفاده از نوع H تحمل آنها را افزایش داد. ویژگیهای پایه های چوبی را می توان با توجه به مزایا و معایب آنها به شرح ذیل مورد بررسی قرار داد.

شکل ۴) نمای تیر چوبی

۳-۲-۱-۱ مزایا

- انعطاف پذیری در مقابل تغییرات درجه حرارت محیط
- ارزانی و آماده بودن
- پایین بودن وزن آنها در مقایسه با سایر انواع پایه ها
- هزینه کمتر برای حمل و نصب
- نیاز به فونداسیون کمتر و ارزانتر
- دارا بودن خاصیت عایقی

۳-۲-۱-۲ معایب

- عمر کمتر در مقایسه با سایر انواع برجها
- تحمل کمتر در مقابل بار مکانیکی
- عدم امکان استفاده در اسپن های طولانی
- ضعیف بودن در مقابل آتش سوزی
- محدودیت ارتفاع
- احتمال شکستن پایه ها در مناطقی با اضافه بارهای ناشی از باد و یخ

۳-۲-۲ تیرهای بتونی

تیرهای ساخته شده از بتون مسلح یکی دیگر از انواع تیرهایی هستند که در سطوح ولتاژ مختلف حتی در سطح ولتاژ ۲۳۰ کیلوولت نیز مورد استفاده قرار می گیرند.

شکل ۵) نمای تیر بتونی

مزایا و معایب این نوع تیرها را می توان بشرح زیر دسته بندی نمود.

۳-۲-۲-۱ مزایا

- دارای مقاومت مکانیکی نسبی بالا
- دارای عمر نسبی بالا بویژه در مناطق با آلودگی و رطوبت کم
- امکان تهیه و ساخت آن در داخل کشور
- امکان استفاده آنها در اسپن های متوسط
- پهنای کم در مقایسه با برجهای فولادی

۳-۲-۲-۲ معایب

- وزن آنها زیاد است
- هزینه حمل و نقل آنها بیشتر است
- عدم امکان نصب آنها در بعضی مناطق بدلیل محدودیت حمل

- در مقایسه با پایه های چوبی هزینه های نصب آنها بالا است
- در مقایسه با پایه های چوبی نیاز به فونداسیون بیشتری دارند
- در مناطق خورنده احتمال خوردگی و تخریب بتون و میل گرد داخل آن وجود دارد
- محدودیت ارتفاع بدلیل محدود نگهداشتن وزن

۳-۲-۳ تیرهای فولادی (تلسکوپی)

دکل های تلسکوپی دارای یک ساختمان لوله ای شکل می باشند که به دلیل ارتفاع زیاد پایه ها حمل و نقل آنها بصورت یکپارچه دشوار و غالبا" غیر ممکن است. از این رو پایه های بلند معمولا" به چند قطعه طولی تقسیم می شوند. هر قطعه بصورت جداگانه ساخته شده و پس از حمل به محل مورد نظر روی هم سوار می شوند.

شکل ۶) نمای دکل تلسکوپی

با توجه به شیب دار بودن بدنه پایه و کاهش قطر آن در ارتفاع ، استقرار قطعات در داخل یکدیگر با اصطکاک بین سطح خارجی قطعه پایینی و سطح داخلی قطعه بالایی همراه بوده که انتقال تنش ها در ناحیه اتصال دو قطعه به کمک این اصطکاک انجام می شود . وجه تسمیه این پایه ها به دلیل وجود این نوع اتصال ، به لوله تلسکوپ شباهت دارد.

دلایل اصلی استفاده از دکل های تلسکوپی، سطح مقطع کم در فونداسیون و در عین حال توانایی آنها در تحمل نیروهای زیاد می باشد. همانند سایر تیرها، دکل های تلسکوپی نیز دارای مزایا و معایبی بشرح زیر می باشند.

۳-۲-۳-۱ مزایا

- پذیرش نیروهای مکانیکی بیشتر
- دارا بودن عمر بیشتر
- امکان نصب آسانتر
- دارای زیبایی ظاهری بیشتر
- دارای پهنای کمتر
- جای کمتری را در زمین اشغال می کند
- امکان استفاده آنها در سطوح مختلف ولتاژ
- امکان بکارگیری آنها در اسپن های متوسط
- نیاز به فونداسیون کمتر

۳-۲-۳-۲ معایب

- قیمت نسبی بیشتر
- امکان خورده شدن و زنگ زدگی در محیط های آلوده

- هزینه های نصب بالاتر در مقایسه با تیرهای چوبی
- نیاز به تعمیرات و نگهداری نسبی بیشتر
- غیر اقتصادی بودن بکارگیری آن در برخی مناطق

شکل ۷) نمای دکل تلسکوپی

۳-۲-۴ برج های فولادی (مشبک)

این نوع برجها برای خطوط انتقال ولتاژ بالا و با اسپن های طولانی مورد استفاده قرار می گیرند. بهره گیری از این نوع برجها در شرایط بار مکانیکی متفاوت و امکان ساخت و احداث آنها برای خطوط باندل و چند مداره از دیگر خصوصیات مطلوب آنها می باشد. مزایا و معایب این نوع برجها را می توان بصورت زیر دسته بندی نمود.

شکل ۸) نمای دکل مشبک

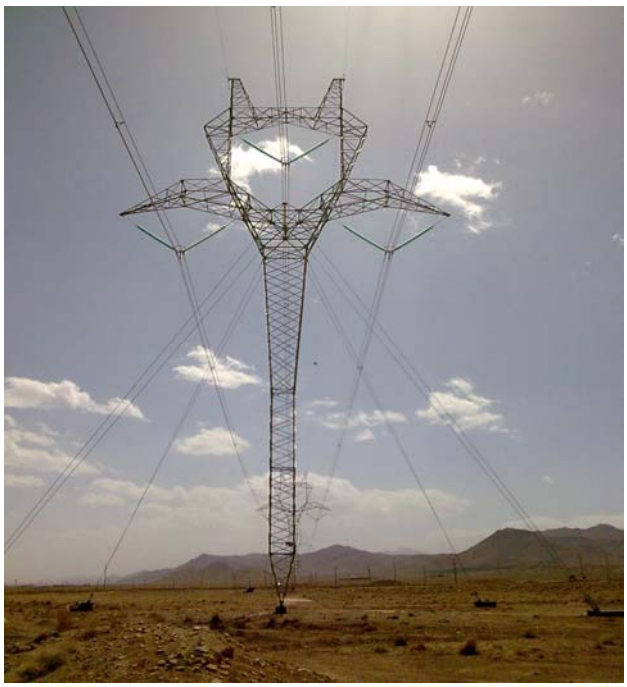
۳-۲-۴-۱ مزایا

- امکان استفاده در اسپن های بلند و خیلی بلند
- تقلیل آثار سوء برخورد صاعقه با برجها
- انعطاف پذیری آنها در مقابل نیروهای مکانیکی
- سهولت حمل و نقل
- سهولت مونتاژ و نصب آنها در شرایط منطقه
- امکان ساخت آنها با ارتفاع های مختلف
- دارا بودن عمر طولانی تر

- سهولت تعمیرات و جایگزینی قطعات

۳-۲-۴-۲ معایب

- نیاز به فونداسیون بیشتر
- نیاز به مواد اولیه و مصالح بیشتر
- پهنای بیشتر در مقایسه با سایر پایه ها
- افزایش زمان نصب
- امکان جدا شدن و جدا کردن نبشی ها
- امکان تقلیل مقاومت مکانیکی آن در اثر نادرست بستن پیچ و مهره ها
- امکان خورده شدن یا زنگ زدگی آن در محیط های خورنده
- نیاز به تعمیرات و سرویس بیشتر



شکل ۹) نمای دکل مشبک

۳-۳ شکل پایه ها

موقعیت مکانی نامناسب هادیها در روی برج از اهمیت بالایی برخوردار است و عدم رعایت صحیح آن باعث ناهماهنگی نیروهای مکانیکی و تغییر در پارامترهای الکتریکی خط انتقال می شود.

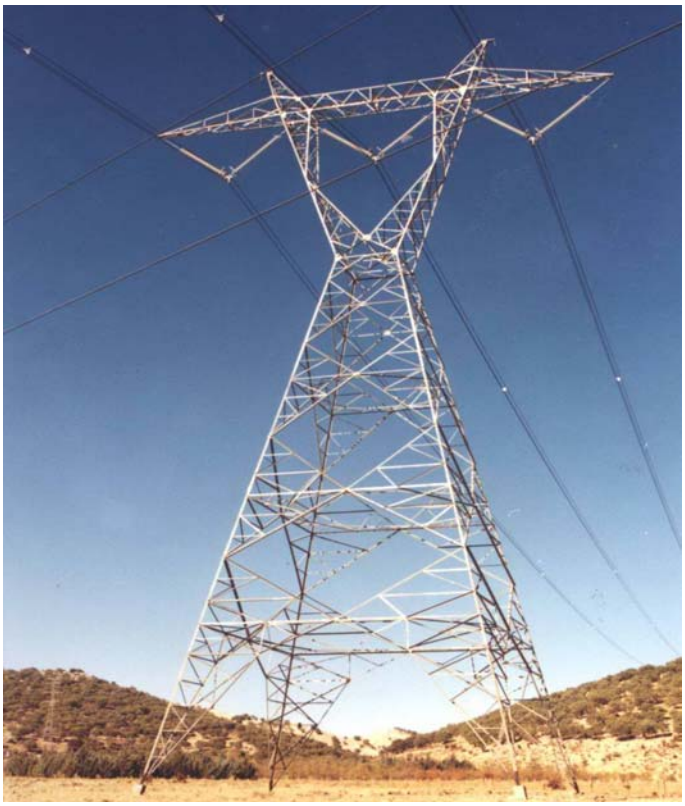
جایگذاری فازها یا هادیهای خطوط انتقال نیرو در روی پایه ها در سه حالت کلی زیر خلاصه می شود.

- فازها در روی هم قرار گیرند (جایگذاری عمودی فازها)
- فازها در مجاورت هم قرار گیرند (جایگذاری افقی فازها)
- فازها در سه راس مثلث قرار گیرند (جایگذاری مثلثی فازها)

۳-۳-۱ آرایش افقی فازها

برخی از ویژگیهای این نوع برجها عبارتند از:

- پهنای برجها زیاد است
- نیاز به حریم بیشتری دارد
- در مناطق بادخیز که نوسانات هادیها بیشتر است لازم است فاصله فازها از یکدیگر افزایش یابند
- در صورت پاره شدن هادی یک فاز صدمه کمتری به فازهای دیگر وارد می شود
- ارتفاع نسبی برج در مقایسه با آرایش عمودی کمتر است



شکل ۱۰) برج با آرایش افقی هادیها

۳-۳-۲ آرایش عمودی فازها

در این نوع برجها هادیها بصورت عمودی جایگذاری می شوند و بهمین دلیل بنام نوع عمودی نامگذاری شده اند.

برخی از ویژگیهای این نوع برجها عبارتند از:

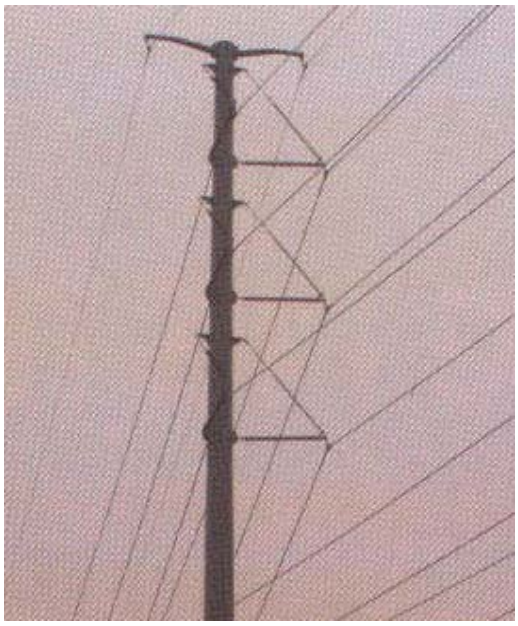
- پهنای برجها تقلیل می یابد
- در یک شرایط مشخص حریم مجموع تقلیل می یابد
- در مقایسه با آرایش افقی، ارتفاع این نوع برجها بیشتر است
- اگر یکی از هادیها دچار پارگی شود باعث تخریب فازهای پایینی می گردد
- تعمیرات خط گرم در مقایسه با حالت آرایش افقی مشکلتر است
- در مناطق برفگیر یا بادگیر در اثر جهش هادیها به بالا (در اثر جدا شدن یخ از هادی) سبب می شود تا فاصله عمودی فازها افزایش یابد

در حالت کلی و در مواقعی که هدف کاهش پهنای باند عبورخطوط انتقال نیرو باشد ، این نوع پایه ها مناسب می باشند . البته در صورتیکه نوع پایه از شکل سازه فولادی به شکل تیر فولادی درآید ، مساحت زمین اشغالی قدری بیشتر کاهش می یابد.

شکل ۱۱) خط انتقال با آرایش عمودی فازها

۳-۳-۳ آرایش نامتقارن فازها

آرایش هادیها یا فازها در روی دکل ها همواره متقارن نمی باشند و گاهی ممکن است در جهت کاهش عرض باند عبور ، از اشکال مختلفی استفاده گردد. در این نوع دکل ها ممکن است فازها در یک طرف برجها قرار گیرند تا فواصل افقی فازها و در نتیجه عرض باند عبور به حداقل ممکن کاهش یابد . از اشکال عمده این نوع از خطوط انتقال ، افزایش درجه نامتقارنی بارهای مکانیکی در روی دکل ها است و همین عامل سبب می شود که تنها در موارد خاص از آنها استفاده گردد .

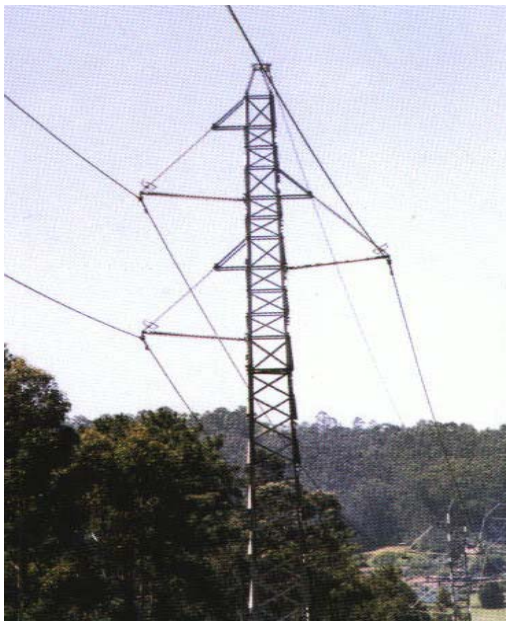


شکل ۱۲) دکل با آرایش نا متقارن فازها

در خطوط انتقال نیروی تکمداره، انتخاب آرایش مثلثی فازها در مقایسه با آرایش افقی فازها سبب کاهش پهنای برجها می گردد که از این دیدگاه مزیتی برای فشرده سازی است. در آرایش مثلثی، هادیها در سه رأس مثلث جایگذاری می شوند.

در خطوط انتقال تکمداره با آرایش مثلثی فازها از دیدگاه مکانیکی، توزیع نیروها یکنواخت نیست که همین امر می تواند سبب افزایش وزن برجها گردد. بطورکلی از نظر کاهش فواصل افقی فازها این نوع خطوط، نسبت به آرایش عمودی فازها برتری ندارند، اما در مواردی که نوسانات هادیها شدید باشد، می تواند در نزدیک سازی فواصل عمودی فازها مؤثر باشد. برخی از ویژگیهای این نوع برجها عبارتند از:

- پهنای برج کمتر می شود
- در مقایسه با جایگذاری افقی باند عبور خط انتقال تقلیل می یابد
- سرویس و تعمیرات این نوع برجها قدری بیشتر و مشکلتر است



شکل ۱۳) دو نمونه از شمای کلی دکل ها با آرایش مثلثی فازها

۳-۴ انواع برجهای معمولی

برجهای مورد استفاده در خطوط انتقال نیرو ممکن است میانی، زاویه ای یا انتهایی باشند. این نوع برجها به نوع خاصی از برجها اطلاق نمی شوند بلکه با توجه به شرایط مسیر خطوط انتقال نیرو و زاویه انحراف آن ممکن است برخی از آنها در وضعیت زاویه ای قرار گیرند.

۳-۴-۱ برجهای میانی

نیروهای وارده بر برجهای میانی با توجه به اینکه در مسیر های مستقیم مورد استفاده قرار می گیرند و در نتیجه زاویه کمی به برج اعمال می شود در مقایسه با برجهای زاویه ای کمتر است و این امر سبب کاهش نسبی وزن برج در مقایسه با سایر انواع برجها می شود.

شکل ۱۴) نمایی از یک برج آویزی

۳-۴-۲ برجهای زاویه ای

متناسب با شرایط منطقه و زاویه انحراف مسیر خطوط انتقال نیرو از برجهای زاویه ای استفاده می شود. برای تنوع زدایی و استاندارد نمودن برجها تنها از زوایای مشخصی برای طراحی استفاده می شود (مگر در موارد خاص). برجهای زاویه ای متداول بشرح زیر می باشند:

- زاویه ۱۵ تا ۳۰ درجه
- زاویه ۳۰ تا ۶۰ درجه
- زاویه ۶۰ تا ۹۰ درجه

شکل ۱۵) نمایی از دکل های کششی

۳-۴-۳ برجهای انتهایی

همانطور که نام برجهای انتهایی نشان می دهند معمولا از آنها در انتهای خط انتقال یا مناطق خاص استفاده می شود. با توجه به اینکه نیروهای وارد بر این برجها یکطرفه می باشد در نتیجه وزن آنها نیز بسیار بالاتر از بقیه انواع برجها می باشد.

شکل ۱۶) نمایی از برج انتهایی

۳-۵ خطوط انتقال یک مداره

در این نوع خطوط انتقال نیرو از برجهای تکمداره استفاده می شود که هر مدار متشکل از سه فاز می باشد و با توجه به نوع برج ها، وضعیت جایگذاری فازها می تواند بصورت افقی یا عمودی و یا حتی بصورت مثلثی باشند.

شکل ۱۷) نمایی از خط انتقال تکمداره

۳-۵-۱ مزایا

- به سرمایه گذاری اولیه کمتری نیاز دارد
- تعمیرات و سرویس دهی آنها آسانتر است
- هزینه های تعمیرات و سرویس دهی آنها کمتر است
- اقدامات اجرایی جهت نصب آنها کمتر است

۳-۵-۲ معایب

- هر گونه اتصال کوتاه باعث قطع برق می گردد
- قابلیت اطمینان آن در مقایسه با سایر خطوط کمتر است

- مصرف کننده تنها به یک مدار متکی است

۳-۶ خطوط انتقال دو مداره

خطوط انتقال دو مداره از برجهای دو مداره با دو سیستم سه فاز تشکیل شده که بر حسب مورد مدارهای آن می توانند بصورت عمودی در دو طرف برجها و یا بصورت افقی در کنار هم نصب می شوند.

شکل ۱۸) نمایی از خط انتقال دومداره

۳-۶-۱ مزایا

- قطع یک مدار باعث قطع برق نمی گردد
- برخی موارد تعمیرات و سرویس بر روی یک مدار می تواند بدون ایجاد وقفه در مدار انجام شود
- در مقایسه با دو خط تکوداره به حریم کمتری نیاز دارد

۳-۶-۲ معایب

- در مقایسه با دو خط تکمداره ضریب اطمینان برق رسانی کمتر است
- سرویس و تعمیرات نسبت به خط انتقال تکمداره مشکل تر است
- سقوط برج باعث قطع برق هر دو مدار می گردد
- هزینه اتصال خطوط دو مداره به پستها بیشتر از هزینه خطوط تکمداره می باشد

شکل ۱۸) نمایی از خط انتقال دومداره

۳-۷ خطوط انتقال چند مداره

خطوط انتقال چند مداره از برجهایی با چندین مدار سه فاز تشکیل شده که بر حسب مورد این مدارها می توانند دارای ولتاژ برابر یا متفاوت باشند.

شکل ۱۹) خط انتقال چهارمداره

۳-۷-۱ مزایا

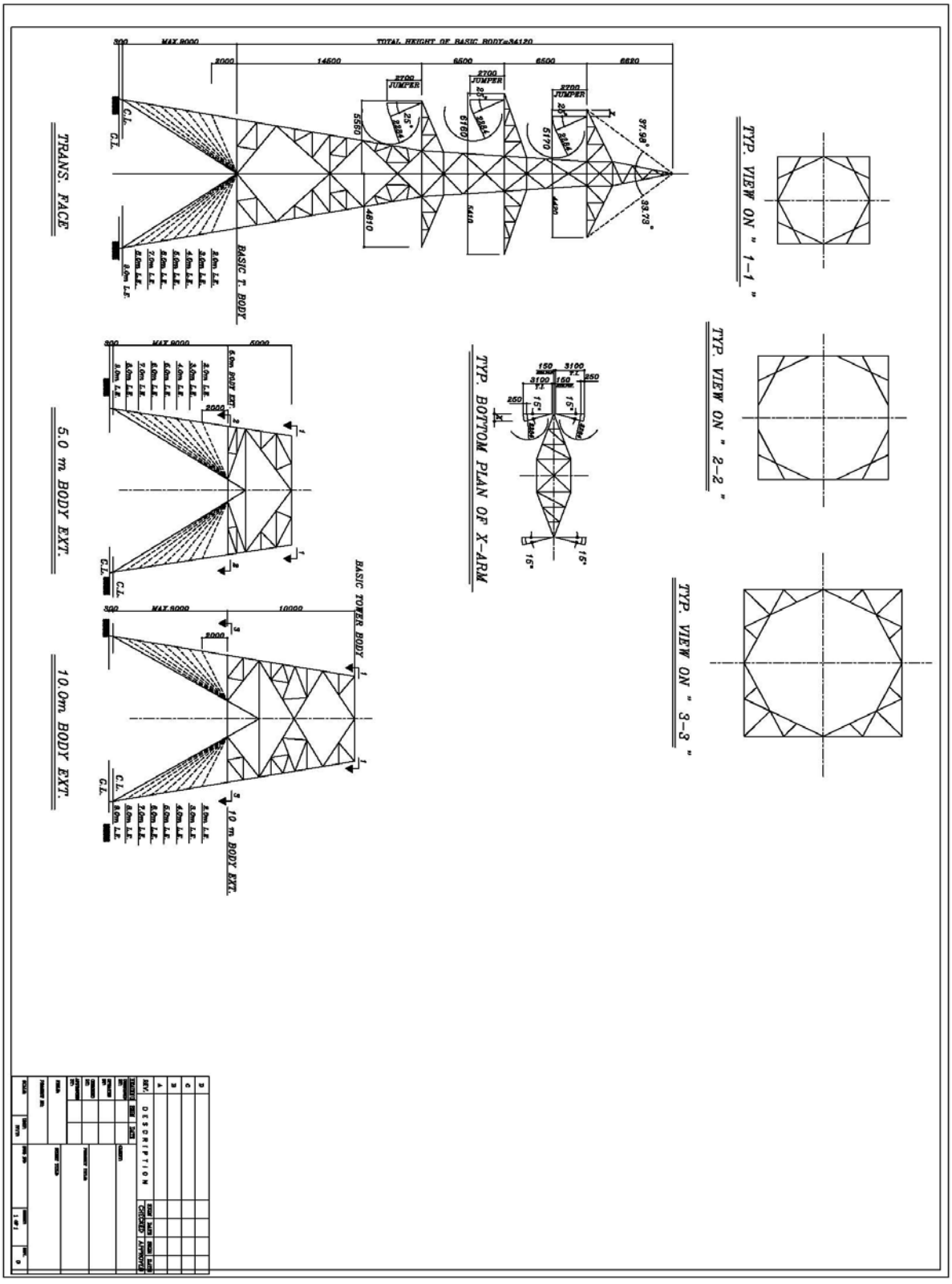
- زمین کمتری را اشغال می کنند
- چند مدار با ولتاژ مختلف در روی یک برج قرار می گیرند

- سرمایه گذاری اولیه کاهش می یابد

۳-۶-۲ معایب

- پارگی یک سیم ممکن است مدارهای دیگر را دچار مخاطره کند
- قابلیت اطمینان برق رسانی برای کلیه مدارها کاهش می یابد
- تعمیرات مدارهای مختلف مشکلتر می شود
- احداث این نوع خطوط در مقایسه با خطوط ساده مشکلتر است

در صفحه بعد یک نمونه از دیاگرام تک خطی برج های مورد استفاده در خطوط انتقال نیرو آورده شده است.


TRANS. FACE
BASIC T. BODY
TYP. VIEW ON " 1-1 "
TYP. VIEW ON " 2-2 "
TYP. VIEW ON " 3-3 "
TYP. BOTTOM PLAN OF X-ARM
5.0 m BODY EXT.
10.0m BODY EXT.
10 m BODY EXT.
BASIC TOWER BODY
TOTAL HEIGHT OF BASIC BODY=34120
MAX 9000
14500
6500
6500
6620
2700 JUMPER
5550
5100
5170
4810
5410
4420
37.95°
33.25°
25°
20°
15°
C.L.
G.L.

فصل چهارم

آشنایی با مقره های خطوط انتقال نیرو

فصل چهارم

آشنایی با مقره های خطوط انتقال نیرو

۴-۱ کلیات

در خطوط انتقال نیرو مقره ها عامل اصلی جداسازی هادیها از پایه ها و زمین می باشند و در حالت کلی می بایست دارای خواص زیر باشند:

- خاصیت عایقی مناسب
- مقاومت مکانیکی کافی
- تحمل الکتریکی در مقابل اضافه ولتاژها
- مقاومت در مقابل تغییرات درجه حرارت محیط

بطور کلی مقره به وسیله ای گفته می شود که دارای مقاومت الکتریکی و مکانیکی بالایی بوده و بین هادی های برق دار و سازه های نگه دارنده قرار می گیرند.

۴-۲ جنس مقره ها

اکثر مقره های مورد استفاده در خطوط انتقال نیرو از جنس چینی، شیشه ای و یا کمپوزیت می باشند. تقریبا" در اکثر خطوط انتقال نیرو ایران از مقره های نوع چینی یا شیشه ای استفاده شده است که در این بین مقره های چینی کاربرد گسترده تری دارند.

۴-۲-۱ مقره های چینی (Percelain)

مقره های چینی یا پرسلینی از انواع مختلفی تشکیل شده اند که بر حسب مورد در شبکه های برق رسانی مورد استفاده قرار می گیرند. این نوع مقره ها را با مخلوطی از رس، کائولین و فلدسپات می سازند.

شکل ۲۰) مقره چینی

برخی از ویژگیهای عمده این مقره ها در مقایسه با مقره های شیشه ای بشرح زیر می باشد:

۴-۲-۱-۱ مزایا

- تحمل مقره ها در درجه حرارت های بالا بیشتر است
- احتمال ترک خوردن مقره ها در درجه حرارت های پایین کم است

- در مقایسه با مقره های شیشه ای ذرات آلوده نمکی یا صنعتی با سرعت کمتری روی آنها جمع می شوند

۴-۲-۱-۲ معایب

- قیمت نسبی بیشتر در مقایسه با مقره های شیشه ای
- ترک خوردگی های داخلی معلوم نمی شود

۴-۲-۲ مقره های شیشه ای (Glass)

مقره های شیشه ای از جنس شیشه می باشند که برای تهیه آنها از مواد مختلفی چون سیلیس، اکسید سدیم، اکسید کلسیم و منیزیم استفاده می گردد.

شکل ۲۱) مقره شیشه ای

برخی از ویژگیهای عمده این مقره ها در مقایسه با مقره های چینی بشرح زیر می باشد:

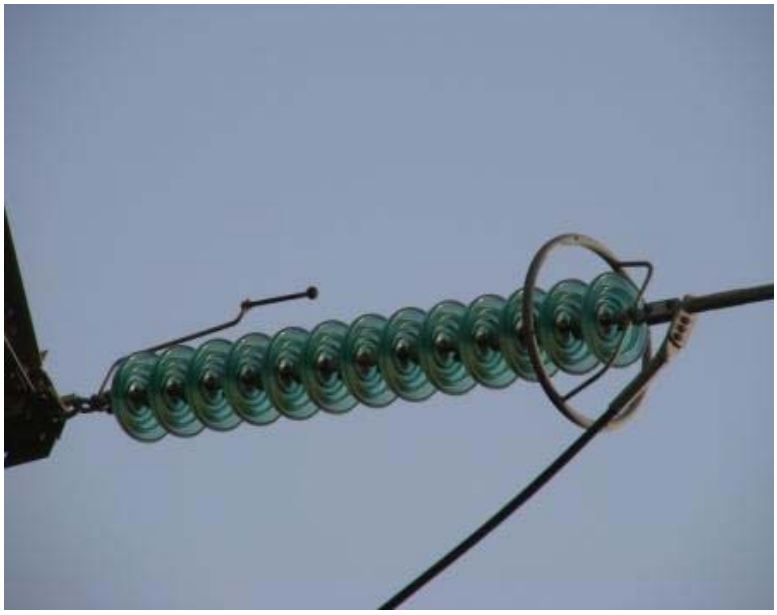
۴-۲-۲-۱ مزایا

- دارای مقاومت الکتریکی بیشتری نسبت به مقره های چینی است
- دارای مقاومت الکتریکی بالایی می باشند

- شفافیت شیشه امکان کنترل خلل و فرج یا ترک های داخلی مقره ها را میسر می سازد
- در مقایسه با مقره های چینی دارای قیمت کمتری است

۴-۲-۲-۲ معایب

- امکان تجمع مواد معلق و آلوده در روی مقره های شیشه ای بیشتر است
- در مناطق آلوده جمع شدن سریع ذرات معلق در روی مقره ها احتمال افزایش نشتی جریان و بروز جرقه در روی مقره ها را بهمراه دارد
- در مناطق آلوده امکان خرابی مقره های شیشه ای بیش از مقره های چینی است



شکل ۲۲) زنجیره مقره با مقره های شیشه ای

۴-۲-۳ مقره های ترکیبی (Composite)

علاوه بر مقره های چینی و شیشه ای که عمدتا" دارای ترکیبات معدنی می باشند در برخی موارد مقره های ترکیبی که عمدتا" از مواد مصنوعی و با عناوین مختلفی از جمله Silicon Rubber ساخته می شوند نیز استفاده می گردد.

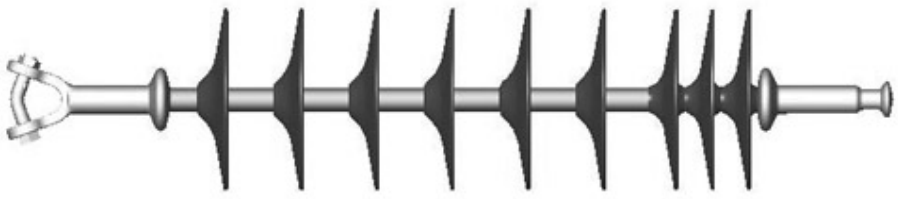
شکل ۲۳) مقره کمپوزیت

۴-۲-۳-۱ مزایا

- وزن آنها کمتر است
- حمل و نقل آنها آسانتر است
- احتمال تخریب آنها در زمان حمل و نصب کمتر است
- در مقایسه با سایر مقره ها، مواد آلوده و قطرات آب در سطح آنها کمتر جمع می شوند

۴-۲-۳-۲ معایب

- قیمت نسبی آنها بیشتر است
- وزن کم آن سبب انحراف زنجیره مقره ها در اثر وزش باد می شود
- احتمال شکستن راد مقره در اثر اعمال نیروهای ناگهانی



شکل ۲۴) مقره کمپوزیت

۴-۳ انواع مقره ها

مقره های مورد استفاده در خطوط انتقال و توزیع نیرو دارای اشکال مختلفی می باشند که با توجه به شرایط مسیر و سطح ولتاژ انتخاب و مورد استفاده قرار می گیرند. انواع متداول مقره های مورد استفاده در خطوط انتقال هوایی بشرح زیر می باشد:

- مقره های بشقابی معمولی (Disc Insulator)
- مقره های بشقابی ضد مه (Antifog Disc Insulator)
- مقره های سوزنی (Pin Type Insulator)

مقره های سوزنی بر روی خطوط هوایی توزیع نیرو با ولتاژ متوسط و برای اتصال کابل برق به بدنه دکل بکار برده می شوند.

شکل ۲۵) مقره سوزنی

- مقره های اتکایی (LinePost Insulator)

برای عایق کاری باس بارها در پست ها و تابلو ها نسبت به زمین و نگهداری آنها از این نوع مقره ها استفاده می شود. این نوع مقره ها از جنس چینی و یا کمپوزیتی می باشند که هریک کاربرد ویژه ای دارند.

شکل ۲۶) مقره اتکایی

یکی از کاربردهای مقره های اتکایی استفاده در خطوط انتقال و بعنوان بازوی برج می باشد که این امر موجب کاهش پهنای برج شده و در واقع یکی از راههای فشرده سازی خطوط انتقال می باشد.

شکل ۲۷) کاربرد مقره اتکایی بعنوان بازوی دکل

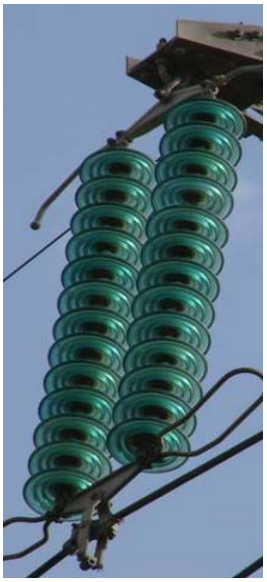
- مقره های میله ای بلند (Long Rod Insulator)

مقره های آویزی یکپارچه بر روی خطوط هوایی انتقال و توزیع نیرو با فشار متوسط و بالا بکار برده میشوند و برای اتصال کابل ها به دکل به حالت معلق استفاده میشوند.

شکل ۲۸) مقره Long Rod

هریک از مقره های فوق الذکر می توانند به طرق مختلفی بکار روند که متداولترین آنها به شرح ذیل می باشند.

- نصب مقره ها بصورت آویزان که معمولا در برجهای میانی (آویزی) استفاده می شوند.



شکل ۲۹) زنجیره مقره آویزی

- نصب مقره ها بصورت کششی که معمولا در برجهای زاویه ای (کششی) و انتهایی استفاده می شوند.

شکل ۳۰) زنجیره مقره کششی

- نصب مقره ها بصورت V که معمولا بصورت آویزان استفاده می شوند.

شکل ۳۱) زنجیره مقره آویزی V

- نصب موازی زنجیره مقره ها بصورت کششی یا آویزان که معمولا برای افزایش تحمل زنجیره مقره ها در مقابل بارهای مکانیکی انجام می شود.

شکل ۳۲) نصب موازی زنجیره مقره ها

۴-۴ مشخصات عمومی مقره ها

مقره های مورد استفاده در خطوط انتقال نیرو ویژگیهای مختلفی دارند که برخی از مشخصات عمده آنها بشرح زیر می باشد.

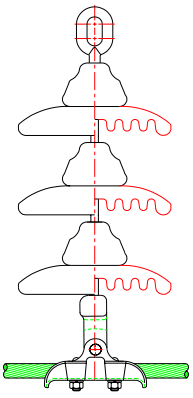
۴-۴-۱ ابعاد مقره ها

معمولا ابعاد مقره ها را با ارتفاع و قطر مؤثر دایره آن بیان می کنند. ارتفاع مؤثر مقره شامل ارتفاع مقره و اتصالات فلزی مربوط به آن می باشد.

۴-۴-۲ فاصله خزشی

برای اینکه جریان الکتریکی بین دو قسمت فلزی مقره ها جاری گردد لازم است از روی عایق ها عبور کند بطوریکه هرچه این فاصله بیشتر باشد امکان نشت جریان کمتر است. برای افزایش

این فاصله معمولا مقره ها را با شیارهای متعدد می سازند که این فاصله را فاصله خزشی می نامند و هرچه مقدار آن بیشتر باشد امکان بروز جرقه در سطح خارجی زنجیره مقره ها نیز کاهش می یابد.



شکل ۳۳) فاصله خزشی مقره

۴-۴-۳ مقاومت مکانیکی مقره ها

مقاومت مکانیکی یکی از عوامل مهم در انتخاب مقره ها می باشد.معمولا چون با افزایش ولتاژ خطوط انتقال نیرو بر قطر و تعداد هادیهای فرعی در هر فاز نیز افزوده می گردد و همچنین بدلیل استفاده از برجهای فولادی فاصله اسپن هم افزایش می یابد، عملا در ولتاژهای بالا استفاده از مقره های با تحمل و مقاومت مکانیکی زیاد اجتناب ناپذیر است.

۴-۴-۴ وزن مقره ها

وزن هر واحد از مقره تابعی است از نوع و اندازه آن و مسلما" هرچه مقره بلندتر و پهن تر باشد وزن آنها نیز سنگین تر می باشد.

دیگر مشخصات عمومی مقره ها عبارتند از:

- حداقل ولتاژ جرقه در فرکانس طبیعی
- حداقل ولتاژ جرقه ضربه ۵۰٪
- ولتاژ مجاز در فرکانس طبیعی
- ولتاژ مجاز ضربه
- ولتاژ سوراخ شدن مقره

فصل پنجم

شناخت یراق آلات خطوط انتقال نیرو

فصل پنجم

شناخت یراق آلات خطوط انتقال نیرو

۵-۱ کلیات

یراق آلات و اتصالات خطوط انتقال نیرو نقش حساسی در شبکه انتقال داشته و بایستی در حین بهره برداری از مشخصه مکانیکی و الکتریکی و خاصیت جابجائی خاصی برخوردار باشند . این اجزاء در واقع رابط بین سیم هادی و یا سیم محافظ با برج از طریق مقره و یا به صورت مستقیم می باشند. اولین مشخصه یراق آلات داشتن مقاومت مکانیکی بسیار خوب بوده و چون بایستی به سیم که متشکل از لایه های آلومینیوم می باشد وصل گردیده و دارای شکلهای گوناگون باشد به ناچار از آلیاژهای فلزی به صورت های مختلف ساخته می شود. همچنین تأثیر نیروی مکانکی دائمی در طول عمر این تجهیزات و از طرفی تحمل نیروهای متفاوت در اثر شرایط جوی، ساخت و طراحی این تجهیزات را دارای اهمیت فوق العاده ای نموده است .

۵-۲ مشخصات یراق آلات

چون سیم های ناقل جریان و دارای ولتاژ با یراق آلات چه بطور مستقیم و یا غیرمستقیم ارتباط دارند، بعضی از اتصالات بایستی تحمل جریانهای اتصال کوتاه را داشته و از آب شدن قطعات جلوگیری شود و قطعات فرم و شکل خاصی داشته باشند تا در هنگام اعمال ولتاژ نامی پدیده کرونا اتفاق نیافتد.

از طرفی پس از ارتباط این تجهیزات با مقره ها و ایجاد زنجیره کامل به صورت آویزی و یا به صورت کششی در جهات مختلف نیرو به آن اعمال می شود و لازم است طوری طراحی شوند تا قادر به جابجایی در تمام جهات باشند.

بدین لحاظ طراحان و سازندگان بایستی توجه بیشتری در انتخاب قطعه و مواد تشکیل دهنده آن داشته باشند و حداقل موارد زیر را مدنظر قرار دهند.

- مشخصات فنی مناسب

قطعات برحسب نوع و کاربردشان بایستی دارای مشخصه هایی مانند مقاومت مکانیکی مناسب ، مقاومت در برابر خوردگی ، هدایت الکتریکی لازم ، دارا بودن شکل مناسب و عدم وجود برجستگی ها و زوائد مشخص و غیره باشند .

- سهولت تولید
- سهولت نصب
- قابلیت جابجایی
- قیمت تمام شده

بنابراین ترکیب بهینه ای از موارد بالا بایستی در انتخاب یراق آلات مدنظر قرار گیرد.

۳-۵ انواع اتصالات

بطور کلی در یک تقسیم بندی عمومی که در آن تنها رفتار مکانیکی یراق آلات مورد توجه باشد می توان این تجهیزات را به دو گروه عمده زیر تقسیم بندی نمود.

۵-۳-۱ یراق آلات آماده نصب

در این گروه قطعه ساخته شده در کارخانه بلافاصله در محل مصرف قابل استفاده است . بنابراین در صورت تعیین خواص مکانیکی آن در کارخانه ، این خواص در محل مصرف تغییری نخواهند کرد و رفتار قطعه در محل مصرف با رفتار آن در آزمایشگاه تفاوت چندانی ندارد. این گروه از یراق آلات تقریباً تمام اتصالات زنجیره های مقره را شامل می شوند.

برخی از مهمترین اتصالات آماده نصب عبارتند از:

۱- پیچ U شکل (U – Bolt)

۲- حلقه (Chain)

۳- قلاب (Shackle)

۴- طول افزا (Extension Link)

۵- چشمی – توپی (Eye – Ball)

۶- دوشاخه – توپی (Clevis – Ball)

۷- دوشاخه – چشمی (Clevis – Eye)

۸- مادگی – چشمی (Socket – Eye)

۹- مادگی – دوشاخه (Socket – Clevis)

۱۰- یوک پلیت (Yoke Plate)

۱۱- پیچ مهاری / پیچ تنظیم دوطرفه (Turn Buckle)

۱۲- کلمپ آویزی (Suspension Clamp)

۱۳- لولا (Hinge)

۱۴- تنظیم کننده شکم سیم (Sag Adjuster)

چشمی – توپی (Eye – Ball)

دوشاخه – توپی (Ball Clevis)

دوشاخه – توپی Y شکل (Y- Ball Clevis)

حلقه (Chain)

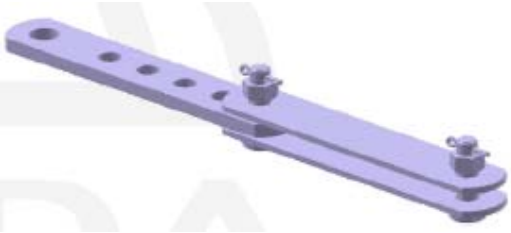
مادگی – دوشاخه (Socket – Clevis)

مادگی – دوشاخه (Socket – Clevis)

مادگی – دوشاخه (Socket – Clevis)

طول افزا (Extension Link)

طول افزا (Extension Link)



طول افزای قابل تنظیم (Adjustable Extension Link)

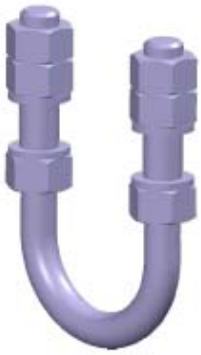
تنظیم کننده شکم سیم (Sag Adjuster)

پیچ تنظیم دوطرفه (Turn Buckle)

یوک پلیت (Yoke Plate)

یوک پلیت (Yoke Plate)

کلمپ آویزی (Suspension Clamp)



پیچ U شکل (U – Bolt)

قلاب (Shackle)

قلاب V شکل (V-Shackle)

لولا (Hinge)

لولای آویزی (Suspension Hinge)

۵-۳-۲ یراق آلات نیمه آماده

منظور از یراق آلات نیمه آماده یراق آلاتی هستند که در زمان نصب نیاز به تغییر شکل دارند. در این گروه به علت اینکه بخشی از فرآیند ساخت در محل مصرف انجام می شود ، رفتار مکانیکی

قطعه در اثر وجود تفاوتهای اجرایی بهنگام نصب دستخوش تغییر می شود. این گروه شامل اتصالاتی است که برای رسیدن به وضعیت مطلوب بایستی تحت پرس یا پیچش قرار گرفته و تغییر شکل دهند. این نوع یراق آلات معمولاً برای هادیها کاربرد داشته و فرآیند نهایی که در محل مصرف بر روی آنها اعمال می شود اثر قطعی بر رفتار مکانیکی آنها دارد.

هرچند اتصالات هر دو گروه از نظر تولید با روشهای کمابیش مشابهی ساخته می شوند، اما به علت حساسیت گروه دوم بایستی در تولید و نصب آنها دقت و نظارت ویژه ای مبذول داشت.

برخی از مهمترین اتصالات نیمه آماده عبارتند از:

۱- کلمپ انتهایی (Dead End Clamp)

۲- اتصال میانی کابل (Conductor Joint)

۳- غلاف تعمیری کابل (Repair Sleeve)

۵-۳-۳ تجهیزات ویژه

چند نوع دیگر از یراق آلات خطوط انتقال نیز وجود دارند که هرچند دارای کاربردهای بسیار با اهمیتی اند، اما به علت نوع کاربرد آنها و نیز خواص ویژه ای که دارند در گروههای بالا طبقه بندی نشده و تحت عنوان تجهیزات ویژه آنها را می شناسیم که عبارتند از :

۱- جدا کننده (Spacer)

۲- ارتعاش گیر (Vibration/Stockbridge Damper)

۳- جداکننده ارتعاش گیر (Spacer Damper)

۴- میله های محافظ (Armor Rod)

۵- شاخک برقگیر (Arcing Horn)

۶- حلقه برقگیر (Arcing Ring)

۷- حلقه کرونا (Corona Ring)

جدا کننده (Spacer)

جداکننده ارتعاش گیر (Spacer Damper)

میله های محافظ (Armor Rod)

ارتعاش گیر (Vibration/Stockbridge Damper)

شاخک برقگیر (Arcing Horn)

حلقه برقگیر (Arcing Ring)

حلقه کرونا (Corona Ring)

همچنین جهت اتصال سیم محافظ هوایی و سیم زمین به بدنه برج و نیز افزایش طول آن از یراق آلات زیر استفاده می شود :

۱- کلمپ اتصال به برج (Tower Bonding Clamp)

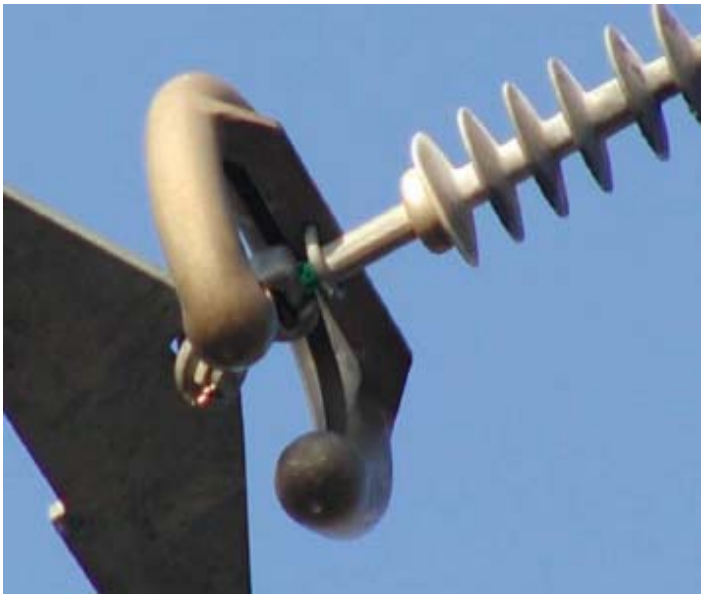
۲- کلمپ شیار موازی (Parallel Groove Clamp)

کلمپ اتصال به برج (Tower Bonding Clamp)

کلمپ شیار موازی (Parallel Groove Clamp)

به جهت درک بهتر کاربرد هریک از یراق آلات معرفی شده تصاویری از یراق آلات مذکور در ادامه آورده شده اند.

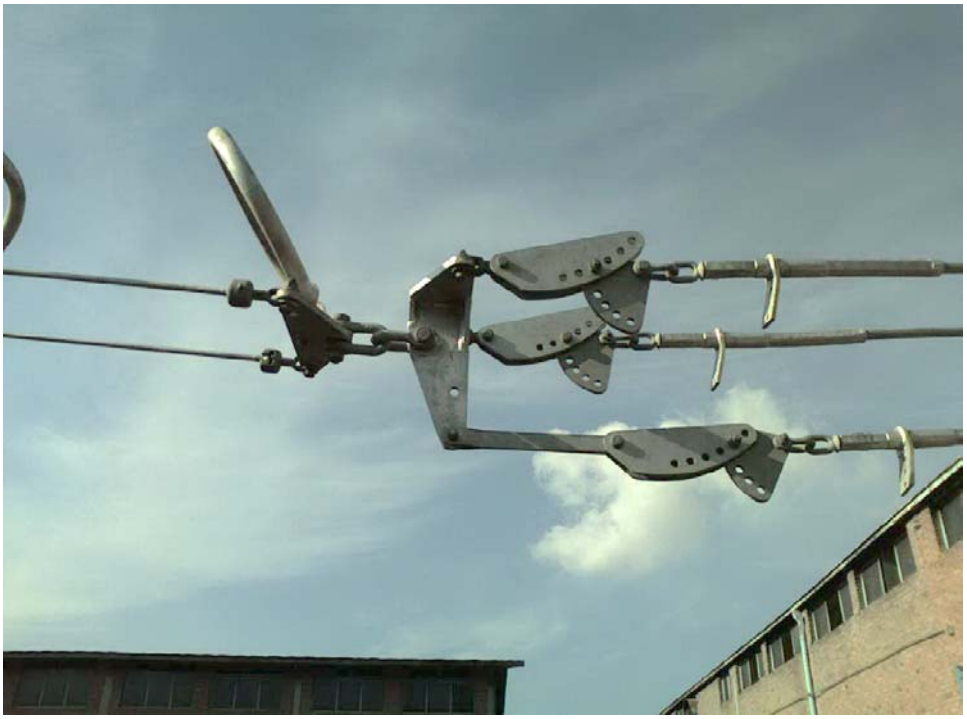
شکل۳۴) فاصله نگهدار (Spacer) با هادی باندل چهار تایی



شکل۳۵) حلقه کرونا

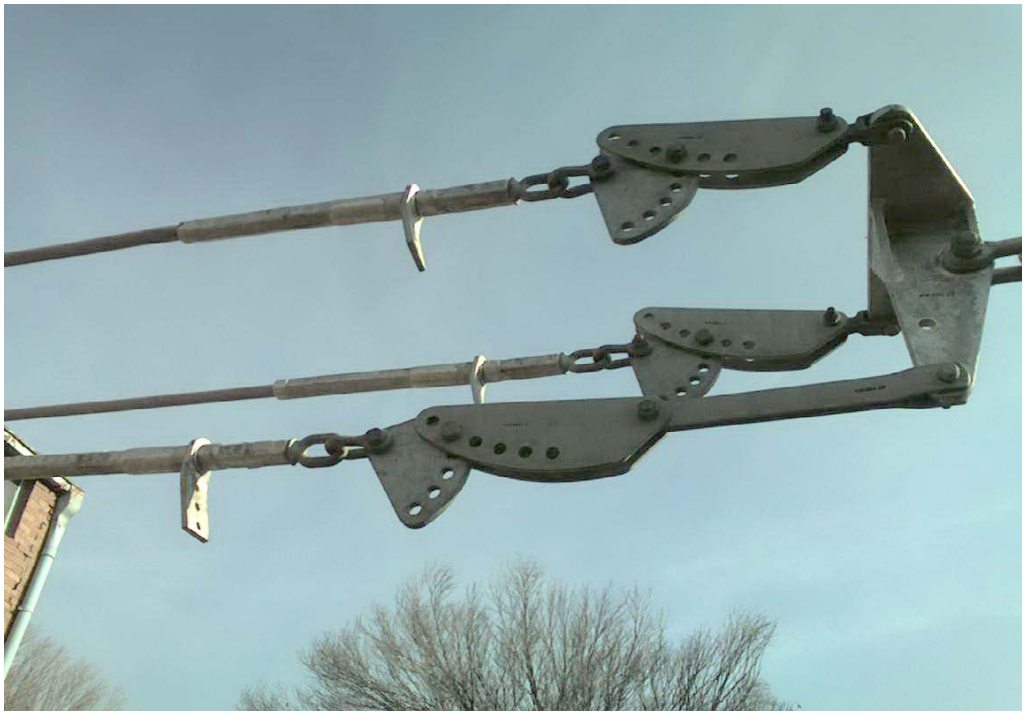
شکل۳۶) استفاده از آرمور راد

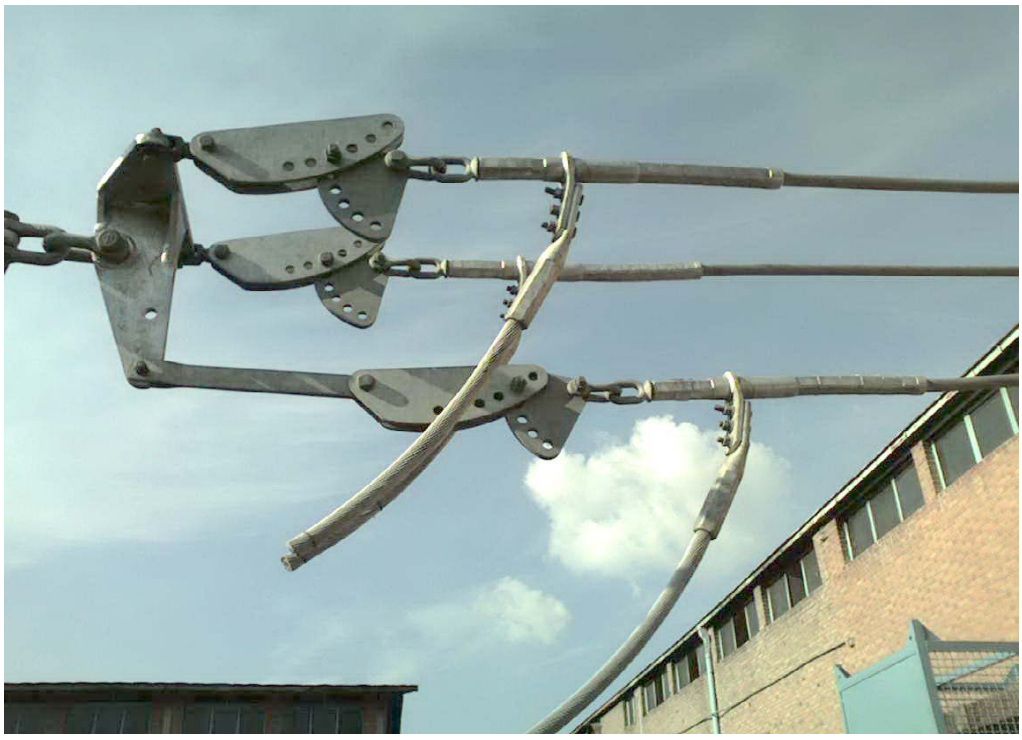
شکل۳۷) استفاده از Shackle , Ball Oval Eye , Arcing Rocket



شکل ۳۸) استفاده از Socket Clevis , Yoke Plate , Arcing Rocket , Shackle ,

Sag Adjuster , Dead End Clamp , Extension Link





شکل ۳۹) استفاده از , Yoke Plate , Socket Clevis , Extension Link , Shackle

Sag Adjuster , Dead End Clamp

شکل ۴۰) استفاده از Socket Clevis , Yoke Plate , Arcing Rocket , Shackle , Extension Link, Sag Adjuster , Dead End Clamp , Spacer

شکل ۴۱) استفاده از Socket Clevis , Yoke Plate , Arcing Rocket , Suspension Hinge , Suspension Clamp

۴-۵ روشهای عمومی تولید

در تولید هر یک از یراق آلات خطوط انتقال از روشهای مختلفی استفاده می شود.

۵-۴-۱ برش (Cutting)

بریدن قطعات از شمشهای ورق یا میله ای را گویند. این عمل می تواند به صورت سرد با گیوتین یا اره و به صورت گرم با هوا برش صورت گیرد.

۵-۴-۲ ریخته گری (Casting / Moulding)

در اینجا قطعات به روش ذوب ماده اولیه و ریختن آن به داخل قالب تهیه می شوند . ریخته گری به روشهای مختلفی صورت می گیرد که متداولترین آنها ریخته گری در ماسه و ریخته گری تحت فشار است . محصول ریخته گری در ماسه به پرداخت بیشتری نسبت به نوع دایکاست نیاز دارد .

۵-۴-۳ پرس داغ یا فورجینگ (Forging)

این عمل برای تولید بعضی قطعات که ابعاد کوچکی دارند بکار گرفته می شود ، بطوری که شمش فلز یا آلیاژ آن تا درجه حرارت مشخصی در کوره داغ شده و سپس در قالب مورد نظر ، تحت فشار ضربه سنگین پرس شکل داده می شود که پس از سرد شدن بایستی پرداخت گردد .

۵-۴-۴ پرداخت با ماسه و ساچمه (Sand Blast / Shot Blast)

قطعاتی که به روش ریخته گری با ماسه یا به روش پرس داغ ساخته می شوند به دلیل ناهمواری سطح خارجی بایستی پرداخت شوند . این عمل با پاشیدن ساچمه و ماسه های ریز و مخصوصاً با فشار زیاد بر روی آن صورت می گیرد که حاصل آن سطح صاف و هموار قطعه است .

۵-۴-۵ عملیات حرارتی (Heat Treatment)

روشهای مختلف تولید ممکن است در رفتار مکانیکی قطعات تأثیر بگذارد که می توان با عملیات حرارتی این رفتار مکانیکی را تغییر داد . عملیات حرارتی عبارتست از گرم کردن و سرد کردن قطعه فلزی در محیطی که در آن حرارت و زمان کاملاً کنترل شده است . محیط مورد نظر می تواند هوا ، آب و یا انواع روغنها باشد .

۵-۴-۶ پرداخت کاری (Finishing)

عملیاتی را گویند که به منظور تکمیل شکل نهایی قطعه و زدودن قسمتهای اضافی آن صورت گیرد که این کار عموماً با ماشینهای ابزار ، ماشین تراش ، فرز ، سنگ زن و سایر روشها صورت می گیرد .

۵-۴-۷ پرس سرد (Coining)

مشابه روش پرس داغ بوده لیکن فلز مورد نظر در حالت سرد پرس می شود . مشخص است که به لحاظ فشار زیاد مورد نیاز برای اینکار ، فقط قطعات کوچک به این روش قابل تولید هستند .

۵-۴-۸ جوشکاری (Welding)

روشی است که برای اتصال دو قطعه از همنوع به یکدیگر بکار می رود . جوشکاری به روشهای متعددی صورت می گیرد که متداولترین آنها جوشکاری زیر پودر برای فلزات سنگین و جوشکاری با گازهای خنثی (جوش سرد) برای فلزات سبک می باشد .

بایستی توجه کرد که اتصالات جوشی اصولاً انتخاب مناسبی برای کاربرد در خطوط انتقال نیرو نبوده و بایستی حتی المقدور از آن اجتناب کرد . در صورت اجبار تنها استفاده از جوش گرم مجاز می باشد .

۵-۴-۸ خمکاری (Bending)

عبارتست از شکل دادن قطعه در حالت سرد و تحت فشار قطعات خمکاری شده در صورتی که تحت کشش قرار می گیرند بایستی تنش زدایی شوند .

۵-۴-۹ نرم کردن یا آنیلینگ (Annealing)

برای اینکه قطعات فلزی و مخصوصاً فولادهای ریخته گری شده شکنندگی کمتری داشته باشند عملیات حرارتی بخصوصی بنام آنیلینگ بر روی آنها انجام می شود .

۵-۴-۱۰ روی اندود کردن (Galvanizing)

عبارتست از پوشاندن سطح قطعات فلزی بوسیله فلز روی. اینکار به روشهای مختلفی مانند آبکاری (الکترولیز) ، پودر « روی » و گالوانیزه گرم میسر بوده لیکن در مورد اتصالات خطوط انتقال نیرو تنها روش گالوانیزه گرم مجاز می باشد . مقدار پوشش « روی » مورد نیاز به محیطی که اتصالات در آن نصب می شود بستگی داشته و در محیطهای با خوردگی بالا بایستی ضخامت « روی » بیشتری بر روی قطعه وجود داشته باشد .

۵-۴-۱۱ مونتاژ کردن (Assembling)

آخرین مرحله از عملیات تولید است و قطعاتی که از چند بخش تشکیل شده پس از آماده شدن اجزای آن بر روی هم سوار شده و آماده ارسال به محل استفاده می گردند .

فصل ششم

آشنایی با سیستم حفاظت دکل های خطوط انتقال نیرو

فصل ششم

آشنایی با سیستم حفاظت دکل های خطوط انتقال نیرو

۶-۱ کلیات

یکی از عوامل مهمی که که خطوط انتقال نیرو را دچار مخاطره می سازد، صاعقه می باشد. تعداد صاعقه در هر سال یا احتمال برخورد صاعقه به خطوط انتقال نیرو بستگی به شرایط جغرافیایی و سطح ایزوکرونیک منطقه دارد و به همین دلیل احتمال بروز و قفه در برق رسانی تابعی از شرایط جوی مسیر می باشد. تجارب نشان می دهند که درصد عمده ای از صاعقه هایی که به خطوط انتقال نیرو برخورد می کنند مستقیما" به برج ها و مابقی به سیم محافظ یا حتی فازهای خطوط انتقال اصابت می کنند. در این راستا آشنایی با نحوه حفاظت دکل های خطوط انتقال نیرو از اهمیت بالایی برخوردار است.

۶-۲ نحوه حفاظت

یکی از راههای حفاظت خطوط انتقال بکارگیری سیم محافظ هوایی بر روی دکل ها است که در این بین هرچه تعداد سیم های محافظ افزوده شوند احتمال برخورد صاعقه به خطوط انتقال کاهش می یابد اما از طرفی افزایش تعداد سیم محافظ هوایی سبب افزایش هزینه احداث خطوط انتقال نیرو می شوند. بنابراین لازم است در انتخاب تعداد، زاویه حفاظت و در نتیجه محل نصب سیم محافظ در روی دکل ها دقت شود.

تجارب بهره برداری از خطوط انتقال نیرو نشان می دهند که در صورتیکه سیم محافظ هوایی با زاویه ۳۰ درجه هادی ها را حفاظت نماید، احتمال برخورد صاعقه به آنها تقلیل می یابد و هرچه این زاویه کمتر باشد ضریب ایمنی بهتر می شود.

برای ایجاد چنین زاویه حفاظتی دو راه وجود دارد، نصب یک سیم محافظ در ارتفاع بالا و یا نصب دو سیم محافظ در ارتفاع پایین تر. اجرای روش اول سبب افزایش ارتفاع برج و در نتیجه وزن آن می گردد و در روش دوم گرچه ارتفاع برج کاهش می یابد اما وجود دو سیم محافظ در ارتفاع پایین تر ضمن اینکه خود افزایش قیمت سیم محافظ را بهمراه دارد، باعث افزایش هزینه اجزای دیگر خط انتقال نظیر دکل، فونداسیون و یراق آلات نیز می گردد که به هر حال لازم است در زمان طراحی کلیه جوانب در نظر گرفته شوند. در هرکدام از حالات فوق سیم محافظ هوایی می بایست به بدنه دکل متصل باشد تا جریان صاعقه بتواند از طریق دکل تخلیه شده و وارد زمین شود.

شکل ۴۲) اتصال سیم محافظ هوایی به بدنه دکل

۶-۳ مشخصه سیم محافظ

نوع و قطر سیم محافظ تأثیر چندانی در حفاظت آنها از هادی ها ندارند اما با توجه به اینکه سیم های محافظ باید قادر باشند جریان های بسیار زیاد ناشی از صاعقه را از خود عبور دهند لذا لازم است برای کنترل درجه حرارت آنها مقطع سیم محافظ از حد مناسبی کمتر نباشد. از طرف دیگر عوامل دیگری نظیر باد، برف و یخ نیز ضرورت بکارگیری هادی های مقاوم را ضروری می سازد.

لذا در انتخاب مقطع سیم محافظ هوایی می بایست به موارد زیر توجه نمود.

- دارا بودن تحمل کافی در مقابل جریانهای صاعقه
- داشتن مقاومت مکانیکی کافی
- دارا بودن ضریب هدایت نسبی خوب
- دارا بودن مقاومت کافی در مقابل خوردگی
- دارای قیمت نسبی مناسب

۶-۴ انتخاب سیم محافظ

سطح مقطع سیم محافظ باید طوری انتخاب گردد تا ضمن تحمل نیروهای مکانیکی وارده قادر باشد در مقابل جریانهای بالای صاعقه نیز از خود مقاومت نشان دهد.

سطح مقطع مناسب برای سیم محافظ را می توان از رابطه زیر محاسبه نمود که در آن A سطح مقطع سیم محافظ بر حسب میلیمتر مربع، I جریان صاعقه یا جریان اتصال کوتاه تکفاز بر حسب آمپر، t زمان تداوم عبور جریان به ثانیه و K ضریب ثابت (برای فولاد گالوانیزه 56 و برای فولاد روکش آلومینیوم 92) می باشد.

$$A = \frac{I.\sqrt{t}}{k}$$

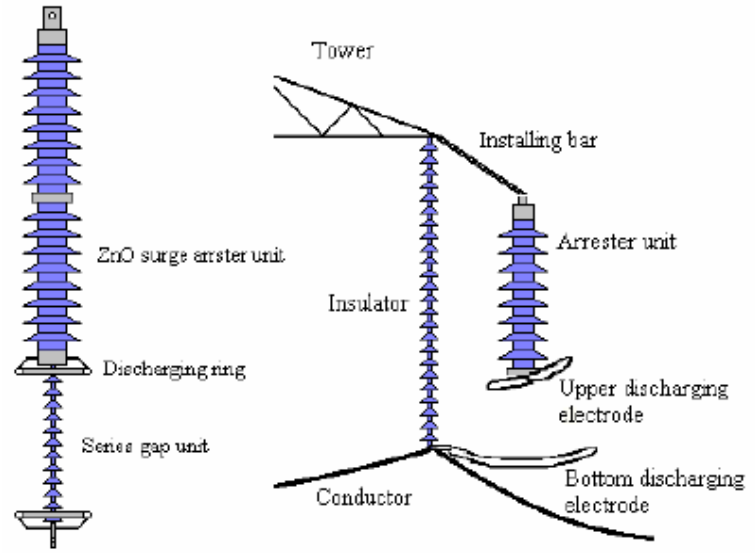
۶-۵ استفاده از میله برقگیر

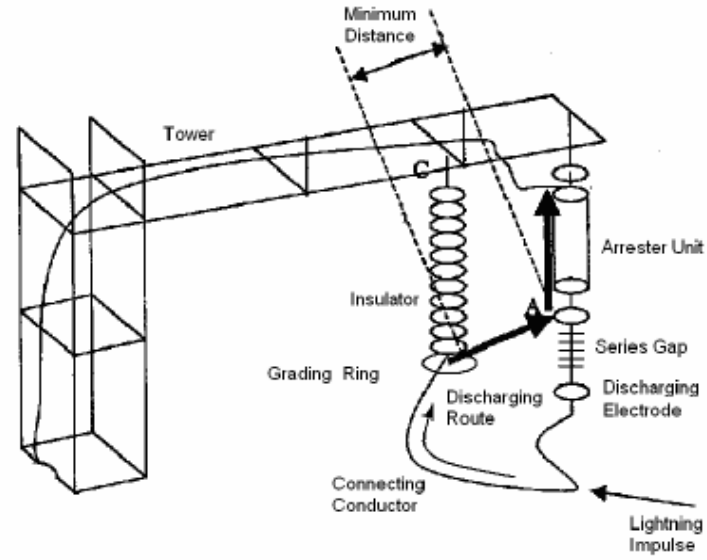
در برخی از موارد خاص بجای استفاده از سیم محافظ هوایی از میله برقگیر در بالای دکل استفاده می شود. ارتفاع میله برقگیر با توجه به زاویه حفاظت مورد نیاز تعیین می گردد.

شکل ۴۳) استفاده از میله برقگیر بر روی دکل

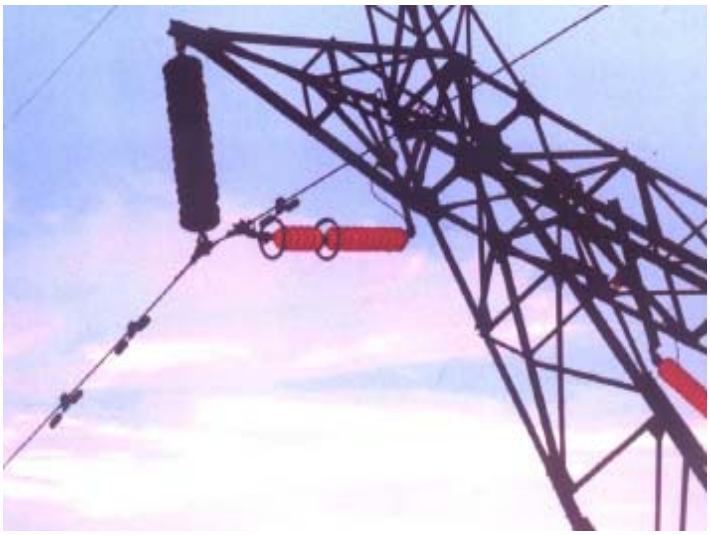
۶-۶ استفاده از برقگیر خط

در جهت بهبود حفاظت خط در برابر اضافه ولتاژهای ناشی از صاعقه در برخی موارد از برقگیر خط که بصورت موازی با زنجیره مقره نصب می شود استفاده می گردد.

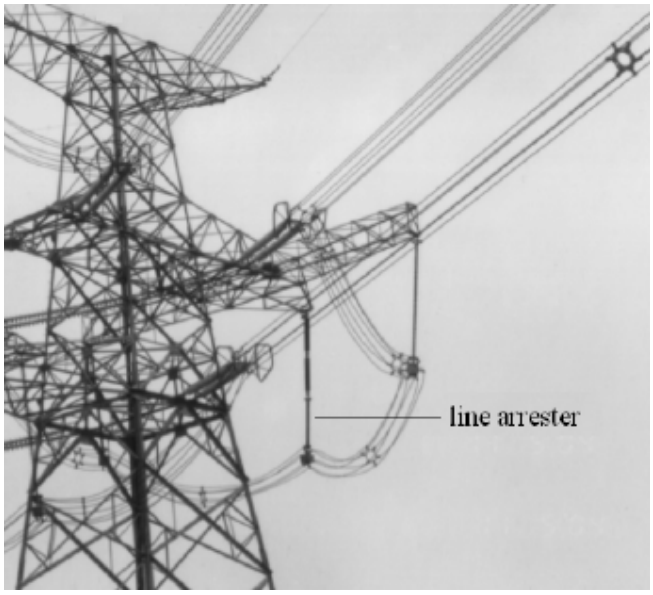




شکل ۴۴) مکانیزم استفاده از برقگیر خط بر روی دکل



شکل ۴۵) استفاده از برقگیر خط بر روی دکل



شکل ۴۶) نمایی از برقگیر خط بر روی دکل

۶-۷ زمین کردن دکل ها

کاهش مقاومت زمین پای دکل ها باعث می شود تا زمان تخلیه جریانهای ناشی از صاعقه تقلیل یابد و در نتیجه عامل مؤثری است در کم شدن سطح مقطع سیم محافظ هوایی. همچنین با این اقدام می توان قطعی های ناشی از موج برگشتی (Back Flashover) در خطوط انتقال نیرو را نیز کاهش داد چون اگر مقاومت زمین پای دکل ها زیاد باشد احتمال تخلیه موج از طریق مقره ها نیز وجود دارد. در این حالت بجای اینکه جریان صاعقه از مسیر دکل ها به زمین منتقل گردد از طریق زنجیره مقره ها در هادی های فاز تخلیه می شود که در نتیجه قطعی خط انتقال را بهمراه خواهد داشت.

۶-۷-۱ روش های کاهش مقاومت زمین

بطور کلی جهت کاهش مقاومت زمین پای دکل ها می توان یکی از روش های زیر را بکار برد:

- استفاده از میله های بلند عمودی و کوبیدن آنها در زمین
- استفاده از الکترودهای موازی (اتصال زمین چند میله ای)
- قرار دادن صفحات فلزی زیر زمین
- استفاده از مواد شیمیایی
- خواباندن سیم زمین در عمق خاک (روش کانتر پویز)

از میان روشهای فوق تنها دو روش کوبیدن میله و خواباندن سیم زمین و یا ترکیبی از این دو روش جهت کاهش مقاومت پای دکل ها بیشتر مورد توجه قرار می گیرند.

۶-۷-۱-۱ کوبیدن میله (Ground Rod)

میله های زمین معمولا از جنس فولاد با روکش مس می باشند و طول میله حدود ۱ تا ۳ متر و قطر آن در حدود ۱,۲۵ تا ۳ سانتیمتر است. مقاومت سیستم زمین پس از کوبیدن یک میله بطول L و شعاع a از رابطه زیر بدست می آید که در آن ρ مقاومت مخصوص خاک بر حسب اهم-متر می باشد.

$$R = \frac{\rho}{2\pi L}(\ln\frac{4L}{a} - 1)$$

۶-۷-۱-۲ خواباندن سیم زمین (Counterpoise)

در این روش یک یا چند سیم زمین که از یک طرف به بدنه برج متصل گردیده در امتداد مسیر خط در زیر زمین قرار می گیرد و در نتیجه سطح تماس دکل با زمین را افزایش داده و مقاومت پای دکل کاهش می یابد. به سیمهای فوق که در زیر خاک بصورت طولی قرار می گیرند کانتر پویز می گویند. مقاومت یک سیم بطول L و قطر d که در عمق h متری از سطح زمین دفن گردیده از رابطه زیر بدست می آید که در آن ρ مقاومت مخصوص خاک بر حسب اهم-متر می باشد.

$$R = \frac{\rho}{2\pi L} . \ln \frac{L^2}{1.85 \times h \times d}$$

اگر بجای یک سیم از دو یا چهار سیم استفاده شود مقاومت نهایی بصورت زیر تغییر می یابد:

- اگر از دو سیم استفاده شود:

$$R_2 = \frac{R}{1.8}$$

- اگر از چهار سیم استفاده شود:

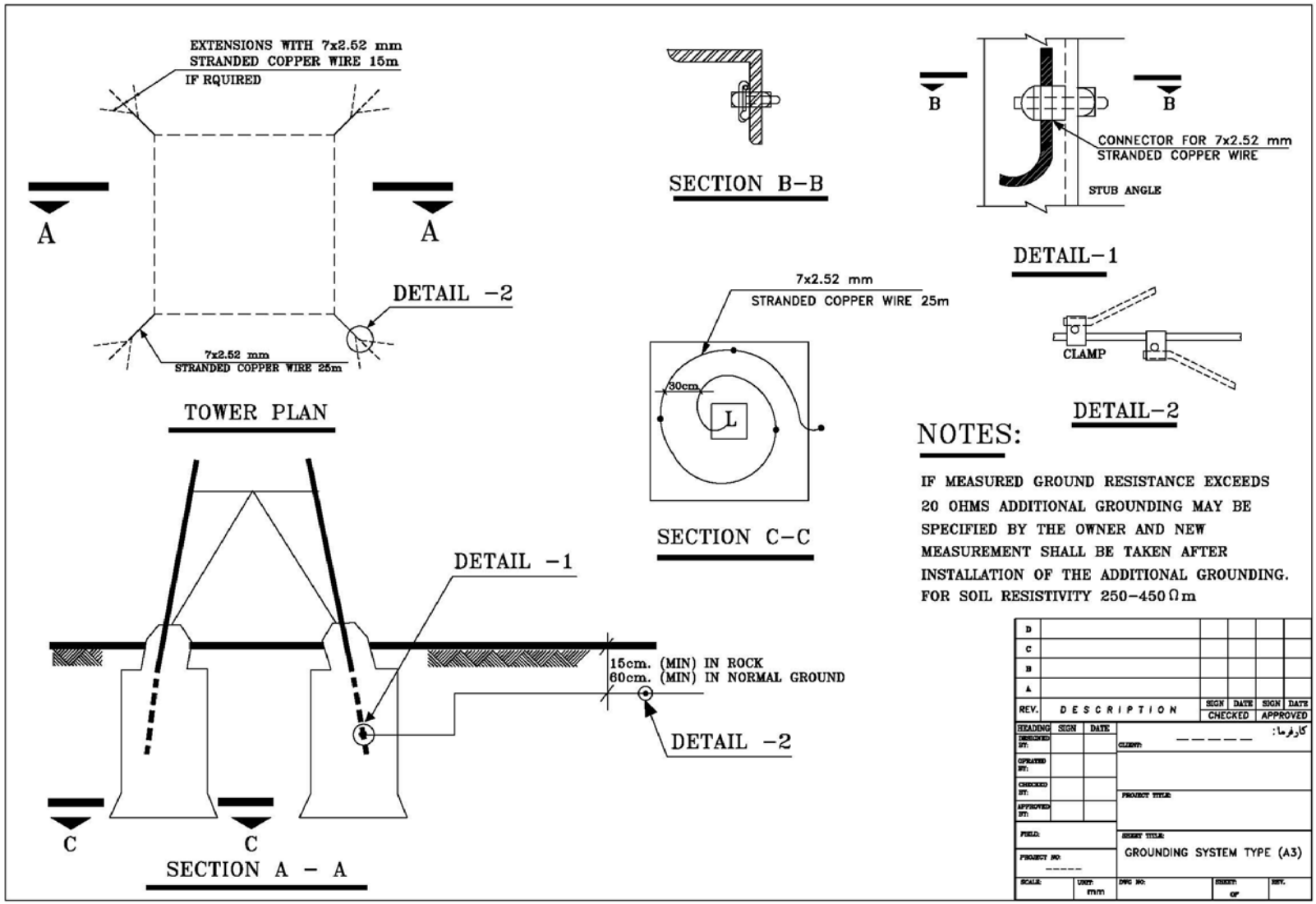
$$R_4 = \frac{R}{2.8}$$

یک نمونه از نقشه اتصال سیستم زمین جهت استفاده در خطوط انتقال در صفحه بعد آورده شده است. خاطر نشان می سازد که با توجه به نوع زمین منطقه مورد نظر، مشخصات نقشه سیستم زمین می تواند تغییر نماید.

مهندس | هرآنچه یک دانشجوی مهندسی لازم دارد

دانلود رایگان : کتاب، جزوه، مقاله، پروژه، گزارشکار و ...

WWW.MOHANDES.ORG


EXTENSIONS WITH 7x2.52 mm
STRANDED COPPER WIRE 15m
IF RQUIRED
A
A
DETAIL –2
7x2.52 mm
STRANDED COPPER WIRE 25m
TOWER PLAN
SECTION B–B
B
B
CONNECTOR FOR 7x2.52 mm
STRANDED COPPER WIRE
STUB ANGLE
DETAIL–1
7x2.52 mm
STRANDED COPPER WIRE 25m
30cm
L
SECTION C–C
CLAMP
DETAIL–2
NOTES:
IF MEASURED GROUND RESISTANCE EXCEEDS
20 OHMS ADDITIONAL GROUNDING MAY BE
SPECIFIED BY THE OWNER AND NEW
MEASUREMENT SHALL BE TAKEN AFTER
INSTALLATION OF THE ADDITIONAL GROUNDING.
FOR SOIL RESISTIVITY 250–450 Ω m
DETAIL –1
15cm. (MIN) IN ROCK
60cm. (MIN) IN NORMAL GROUND
DETAIL –2
C
C
SECTION A – A
D
C
B
A
REV.
DESCRIPTION
SIGN
DATE
CHECKED
APPROVED
HEADING
DESIGNED BY:
DRAWN BY:
OPERATED BY:
CHECKED BY:
APPROVED BY:
FIELD:
PROJECT NO:
کارفرما:
CLIENT:
PROJECT TITLE:
SHEET TITLE:
GROUNDING SYSTEM TYPE (A3)
SCALE:
UNIT:
mm
DWG NO:
SHEET:
OF
REV.