جمهوری اسلامی ایران

مشخصات فنی عمومی و اجرایی پست ها، خطوط فوق توزیع و انتقال معیارهای طراحی و مهندسی طرحهای جانمایی در پست های فشار قوی

نشریه شماره ۴۸۶

معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور
معاونت نظارت راهبردی
امور نظام فنی
http://nezamfani.ir

وزارت نیرو – شرکت توانیر
طرح تهیه ضوابط و معیارهای فنی صنعت برق
www.tavanir.ir

جمهوری اسلامی ایران

مشخصات فنی عمومی و اجرایی پست ها، خطوط فوق توزیع و انتقال معیارهای طراحی و مهندسی طرحهای جانمایی درپست های فشارقوی

نشریه شماره ۴۸۶

معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور
معاونت نظارت راهبردی
امور نظام فنی
http://nezamfani.ir

وزارت نیرو – شرکت توانیر
طرح تهیه ضوابط و معیارهای فنی صنعت برق
www.tavanir.ir

بسمه تعالی

ریاست جمهوری
معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رئیس‌جمهور

بخشنامه به دستگاه‌های اجرایی، مهندسان مشاور و پیمانکاران	شماره: ۲۰/۵۶۶۷
	تاریخ: ۱۳۹۱/۱/۲۹

موضوع: مشخصات فنی عمومی و اجرایی پست‌ها، خطوط فوق توزیع و انتقال – معیارهای طراحی و مهندسی طرح‌های جانمایی در پست‌های فشار قوی

به استناد ماده (۲۳) قانون برنامه و بودجه و ماده (۶) آیین‌نامه استانداردهای اجرایی طرح‌های عمرانی- مصوب سال ۱۳۵۲ و در چارچوب نظام فنی و اجرایی کشور (موضوع تصویبنامه شماره ۴۲۳۳۹/ت۳۳۴۹۷هـ مورخ ۱۳۸۵/۴/۲۰ هیأت محترم وزیران)، به پیوست نشریه شماره ۴۸۶ امور نظام فنی، با عنوان «مشخصات فنی عمومی و اجرایی پست‌ها، خطوط فوق توزیع و انتقال – معیارهای طراحی و مهندسی طرح‌های جانمایی در پست‌های فشار قوی» از نوع گروه سوم ابلاغ می‌شود.

رعایت مفاد این ضابطه برای دستگاه‌های اجرایی، مشاوران، پیمانکاران و سایر عوامل ذی‌نفع نظام فنی و اجرایی، در صورت نداشتن ضوابط معتبر بهتر، از تاریخ ۱۳۹۱/۴/۱ اجباری است.

محمدمهدی رحمتی
معاون نظارت راهبردی

۸۲٤۲۸۱

خواننده گرامی

امور نظام فنی معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رئیس جمهور، با استفاده از نظر کارشناسان برجسته مبادرت به تهیه این نـشریه کرده و آن را برای استفاده به جامعه‌ی مهندسی کشور عرضه نموده است. با وجود تلاش فراوان، این اثر مـصون از ایرادهـایی نظیـر غلطهای مفهومی، فنی، ابهام، ایهام و اشکالات موضوعی نیست.

از اینرو، از شما خواننده‌ی گرامی صمیمانه تقاضا دارد در صورت مشاهده هر گونه ایراد و اشکال فنی، مراتب را بصورت زیـر گـزارش فرمایید:

۱- شماره بند و صفحه موضوع مورد نظر را مشخص کنید.

۲- ایراد مورد نظر را بصورت خلاصه بیان دارید.

۳- در صورت امکان متن اصلاح شده را برای جایگزینی ارسال نمایید.

۴- نشانی خود را برای تماس احتمالی ذکر فرمایید.

کارشناسان این امور، نظرهای دریافتی را به دقت مطالعه نموده و اقدام مقتضی را معمول خواهند داشت. پیشاپیش از همکاری و دقت نظر جنابعالی قدردانی می‌شود.

نشانی برای مکاتبه: تهران، میدان بهارستان، خیابان صفی علی شاه، مرکز تلفن ۳۳۲۷۱
معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور، امور نظام فنی
Email: info@nezamfanni.ir web: nezamfani.ir

بسمه تعالی

پیشگفتار

در اجرای ماده ۲۳ قانون برنامه و بودجه و در چارچوب نظام فنی و اجرایی کشور و بـه منظـور تعمـیم اسـتانداردهای صنعت برق و ایجاد هماهنگی و یکنواختی در طراحی و اجرای پروژه‌های مربوط به تولید، انتقـال و توزیـع نیـروی بـرق، معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رئیس جمهور (معاونت نظارت راهبردی – دفتر نظـام فنـی اجرائـی) بـا همکـاری وزارت نیرو – شرکت توانیر(دفتر استانداردهای فنی، مهندسی، اجتماعی و زیسـت محیطـی) در قالـب طـرح «ضـوابط و معیارهای فنی صنعت برق» اقدام به تهیه مجموعه کاملی از استانداردهای مورد لزوم نموده است.

نشریه حاضر با عنوان «مشخصات فنی عمومی و اجرایی پست ها، خطوط فوق توزیع و انتقال – معیارهای طراحی و مهندسی طرح های جانمائی در پست ها ی فشار قوی» در بر گیرنده مباحـث مربـوط بـه کلیـات طـرح هـای جانمـائی، ملاحظات مرتبط با تجهیزات و ترتیب استقرار آن، استقرار ساختمان ها و چگونگی دسترسی ها، پیش بینی توسعه آینـده، و نمونه نقشه های جانمائی در پست های ۶۳ تا ۴۰۰ کیلو ولت می باشد.

معاونت نظارت راهبردی به این وسیله از کوشش‌های دست‌اندرکاران به ثمر رسیدن این نشریه و همچنین سازمان‌ها و شرکت‌های مهندسی مشاور که با اظهارنظرهای سازنده خود این معاونت را در جهت غنا بخشیدن به آن یاری نموده‌اند سپاسگزاری و قدردانی نموده و توفیق روزافزون آنان را از درگاه ایزد یکتا آرزومند است.

معاون نظارت راهبردی

زمستان ۱۳۹۰

مشخصات فنی عمومی و اجرایی پست ها، خطوط فوق توزیع و انتقال - معیارهای طراحی و مهندسی طرحهای جانمایی در پست های فشار قوی - نشریه شماره ۴۸۶

تهیه کننده

این مجموعه به وسیله شرکت مهندسین مشاور نیرو با همکاری آقایان مهندسین پوریا معقولی، یزدان اعرابیان، و آقایان دکتر عارف درودی و دکتر فرامرز رهبر تهیه و تدوین شده است و توسط آقای اسماعیل زارعی مورد ویراستاری قرار گرفته است.

کمیته فنی

این نشریه همچنین در کمیته فنی طرح با مشارکت مجری و مشاور طرح و نمایندگان شرکت‌های مهندسی مشاور تحت پوشش وزارت نیرو به شرح زیر بررسی، اصلاح و تصویب شده است.

آقای مهندس جمال بیاتی	وزارت نیرو – سازمان توانیر – مجری طرح
آقای مهندس بهمن الله مرادی	سازمان توسعه برق ایران
آقای دکتر عارف درودی	مهندسین مشاور نیرو
آقای مهندس علیرضا کیمنش	دفتر معاونت برنامه ریزی و توسعه شبکه
آقای مهندس بهروز قهرمانی	سازمان توسعه برق ایران
آقای مهندس هادی قیاسی معاصر	مهندسین مشاور قدس نیرو
آقای مهندس علی مظفری گودرزی	دفتر استانداردها- وزارت نیرو
آقای مهندس سید جمال الدین واسعی	پژوهشگاه نیرو
آقای مهندس احسان الله زمانی	وزارت نیرو – سازمان توانیر – دبیر کمیته فنی طرح

مسوولیت کنترل و بررسی نشریه در راستای اهداف امورنظام فنی به عهده آقایان مهندسین پرویز سیداحمدی و محمدرضا طلاکوب بوده است.

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

مقدمه ۳
۱- کلیات ۳
۲- فواصل الکتریکی ۴
۲-۱- فواصل عایقی ۵
۲-۲- فواصل ایمنی ۷
۳- انواع طرح جانمایی در پستهای فشارقوی ۸
۳-۱- طرح نیمه مرتفع ۸
۳-۲- طرح طولی ۹
۳-۳- طرح دکل صلیبی ۱۰
۴- ترتیب استقرار تجهیزات ۱۱
۵- ملاحظات مربوط به تجهیزات پستهای فشارقوی ۱۲
۵-۱- ترانسفورماتور قدرت ۱۲
۵-۲- سکسیونر ۱۲
۵-۳- کلید قدرت ۱۵
۵-۴- موجگیر ۱۶
۵-۵- شینه ۱۶
۶- استقرار ساختمانها ۱۷
۶-۱- سالن کنترل ۱۷
۶-۱-۱- سالن کنترل و رله در پستهای دارای سیستم کنترل معمولی ۱۷
۶-۱-۲- سالن کنترل پستهای دارای سیستم اتوماسیون ۱۸
۶-۲- اتاق باطری ۱۸
۶-۳- اطاقک کنترل بی ۱۹
۶-۴- فضاهای اداری و بهداشتی ۲۰
۶-۵- ساختمان انبار و دیزل‌خانه ۲۰
۶-۶- ساختمان نگهبانی ۲۰
۶-۷- پارکینگ ۲۰

۷- سایر ملاحظات مرتبط با طرح جانمایی ۲۱
۷-۱- پستهای شیبدار ۲۱
۷-۲- کانالهای کابل ۲۱
۷-۳- روشنایی ۲۲
۷-۴- جاده‌های دسترسی ۲۲
۷-۵- سازه‌های پست ۲۲
۸- پیش‌بینی جهت توسعه در آینده ۲۳
۹- نمونه نقشه‌ها ۲۴

منابع و مراجع ۳۷

مقدمه

هدف از این فصل ارائه معیارهای طراحی و مهندسی طرح جانمایی تجهیزات پستهای فشارقوی می‌باشد.

۱- کلیات

تعیین طرح جانمایی به معنای پیاده نمودن تجهیزات پست مطابق با شمای اتصال آنها است. بدین ترتیب که با توجه به نقشه تک خطی و شمای اتصال، محل شینه‌ها و تجهیزات فشارقوی و نحوه اتصال آنها به یکدیگر با هادیهای ارتباطی به شکل مناسب انتخاب شده، آنچنانکه کلیه هادیهای سه فاز تحت ولتاژ در فواصل عایقی کافی و مناسب فاز- فاز و فاز- زمین واقع گردیده و فواصل ایمنی و نکات استاندارد رعایت شده باشد. پس از تصمیم‌گیری در مورد انتخاب ردیف ولتاژهای پست فشارقوی و محل بنای آن، با توجه به تعداد و وضعیت خطوط ورودی و خروجی پست و ظرفیت ترانسفورماتورهای قدرت و میزان اهمیت پست، نوع شینه‌بندی انتخاب می‌گردد. ضمن اینکه موقعیت پست از نظر پهنه‌بندی زلزله، مسائل پدافند غیرعامل، توسعه آینده پست و توجه به تجهیزات و تأسیسات موجود نیز در انتخاب نوع شینه‌بندی و به تبع آن در جانمائی تاثیرگذار خواهد بود. پس از تهیه دیاگرامهای تک خطی، طرح استقرار فیزیکی تجهیزات تهیه می‌شود. در تهیه این طرح به تعداد بی‌ها و فواصل آنها با توجه به محدودیتهای مکانی در پست و فواصل بین تجهیزات و آرایش نحوه اتصالات توجه شده و سعی می‌شود به مواردی نظیر ابعاد زمین و شکل هندسی زمین، محلهای ورود و خروج خطوط، توپوگرافی، حجم خاکریزی و خاکبرداری ، شیب و رقوم تمام شده سطوح زمین‌شناسی و زمین ساختی پست، مشخصات هیدرولوژی محل پست، سطح آبهای زیرزمینی، موقعیت و ارتفاع استراکچرهای فلزی، جاده‌های دسترسی داخل پست، موقعیت ساختمان کنترل، اتاق نگهبانی، اتاق دیزل و انبار نگهداری وسایل و کارگاه (درصورت وجود)، موقعیت ترانسفورماتورهای قدرت و وسایل جانبی، پایه‌های مستقل نگهدارنده سیستم حفاظت از صاعقه، محل و اندازه کانالهای کابل، روشنایی محوطه، میزان آلودگی منطقه، جهت وزش باد، مسائل زیست‌محیطی و غیره با در نظر گرفتن کلیه موارد ایمنی برای تجهیزات و برای پرسنل توجه شود.

نقشه‌جانمایی بایستی شامل نقشه پلان و مقاطع مختلف پست بوده که بتوان جزئیات زیادی را روی آن منعکس نمود. به طور کلی نقشه جانمایی حاوی اطلاعات زیر می‌باشد:

- موقعیت جغرافیایی پست
- نوع شینه‌بندی
- فواصل بین تجهیزات مختلف هر بی (یا فیدر) و بی‌ها (یافیدرها) و جاده‌ها و دیگر تجهیزات مجاور و شیب جاده‌ها
- محل دقیق استقرار هر یک از تجهیزات سوئیچگیر و فواصل بین آنها
- فواصل بین فازها و فواصل فاز به زمین و ترتیب فازها
- موقعیت و ابعاد گانتری‌ها
- جاده‌های دسترسی در داخل پست و شیب آنها
- آرایش سیم‌محافظ و به طور کلی وسایل حفاظت در مقابل صاعقه
- موقعیت ساختمان کنترل و دیگر ابنیه (ساختمان نگهبانی، اتاق دیزل، انبار، کارگاه وغیره)

- موقعیت ترانسفورماتورهای قدرت، وسایل جبران‌کننده (بانکهای خازنی و راکتورهای موازی) و ترانسفورماتورهای زمین با موقعیت نصب ریل (در صورت وجود)
- ارتفاع پایه‌های تجهیزات
- کدهای ارتفاعی
- وضعیت تیغه‌های زمین سکسیونرها از نظر چپ و راست
- موقعیت شینه‌ها و نحوه اتصالات تجهیزات به آنها
- موقعیت نصب و تعداد مقره‌های اتکائی و کششی
- ابعاد زمین و موقعیت درب ورودی، حصار و یا دیوار پست
- فواصل و موقعیت نصب تجهیزات با توجه به مسائل ایمنی و انجام کارهای عملیاتی و تعمیراتی
- موقعیت اطاقک کنترل بی[1] (مخصوص پست‌های دارای سیستم اتوماسیون DCS)

چنانچه نقشه‌های نصب تجهیزات بر مبنای نقشه‌های جانمایی تهیه شود باید ذکر گردد که چه اطلاعاتی لازم است روی این نقشه‌ها منعکس شود، مثل اندازه هادیها، اطلاعات مربوط به سیم محافظ، اطلاعات مربوط به سیستم روشنایی پست، اطلاعات مربوط به تابلوهای مارشالینگ محوطه و سایر اطلاعات لازم.

در مبحث جانمایی و طراحی پلان، طراح باید از نظر طراحی اصولی نقشه‌کشی نیز اطلاعاتی داشته باشد. همچنین جهت معرفی بخشهای مختلف و معیارهای انتخاب طول و عرض از بنچ مارکها، محورهای طولی و عرضی را مشخص نماید. این محورها باید دارای مشخصاتی از قبیل، محورهای طولی به صورت حروف، محورهای عرضی به صورت اعداد، وابستگی محورها در نقاط خاص، پیش‌بینی جهت معرفی محورهای توسعه و .... باشد. همچنین مقاطع ارائه شده باید تمام مفاهیم نقشه‌کشی را در بر داشته و شامل اطلاعات جانمایی تجهیزات و فاقد اطلاعات تکراری مقاطع دیگر باشد. نامگذاری تجهیزات باید براساس جدول Legend بوده و ترتیب نگارش آن برحسب ارتفاعی و عمق (بعد دید) باشد.

نقشه جانمایی برای طراح ساختمانی بسیار حساس بوده و بایستی شامل جزئیات و اطلاعات زیادی باشد چرا که نقشه جانمایی اساس تهیه نقشه‌های ساختمانی نظیر نقشه پلان فونداسیونها می‌باشد.

در ادامه پس از معرفی فواصل الکتریکی، نیازمندیهای فنی طرح استقرار فیزیکی تجهیزات مورد بررسی قرار می‌گیرد.

۲- فواصل الکتریکی

نصب تجهیزات اصولاً متناسب با طرح کلی و آرایش فیزیکی آنها در پست صورت می‌گیرد. در هر صورت در مواردی همچون سهولت در انجام تعمیرات کارگاهی و سرویس و یا تعویض قطعات و حمل و نقل آنها و حتی کار بر روی قسمتهای مورد نیاز (به نحوی که امکان بی‌برق کردن سایر تجهیزات را به حداقل ممکن برساند) نیز بایستی به فواصل قسمتهای تحت ولتاژ با همدیگر و با زمین و یا ناحیه مورد نظر برای کار یا تردد توجه شود.

1. Bay control room or bay cubicle

بطور کلی دو دسته فاصله الکتریکی، طرح استقرار تجهیزات را تعیین می‌کنند:

الف – فواصل الکتریکی عایقی

ب– فواصل الکتریکی موردنیاز جهت ایمنی پرسنل

۲-۱- فواصل عایقی

فواصل عایقی در واقع محدوده اطراف تجهیزات تحت ولتاژ که امکان بروز جرقه در آن وجود دارد را تعیین می‌کند.

این فواصل به نحوی انتخاب می‌شوند که اضافه ولتاژهای با دامنه کوچکتر از سطح استقامت عایقی تجهیزات موجب بروز قوس نشوند.

فواصل عایقی در پستهای فشارقوی شامل مواردی همچون فاصله هوایی میان هادی و سازه گنتری، فاصله هوایی بین بخشهای برقدار تجهیزات و گنتری، فاصله هوایی میان هادیهای فازهای مختلف و فاصله میان هادی یا شینه و تجهیزات زیر آنها (نظیر سکسیونر،کلید و ...) می‌باشد.

جداول شماره (۱) و (۲) فواصل عایقی حداقل فاز به زمین و فاز به فاز را مطابق استاندارد IEC شماره ۲-۶۰۰۷۱ ارائه داده است. بایستی توجه شود که این فواصل مقادیر حداقل لازم بوده و در طراحی بایستی به همراه یک ضریب ایمنی مورد استفاده قرار گیرند. جهت محاسبه استقامت عایقی پست می‌توان به گزارش "هماهنگی عایقی" از سری همین استانداردها رجوع نمود. این استقامت عایقی با توجه به شرایط محیطی محل پست محاسبه می‌گردد.

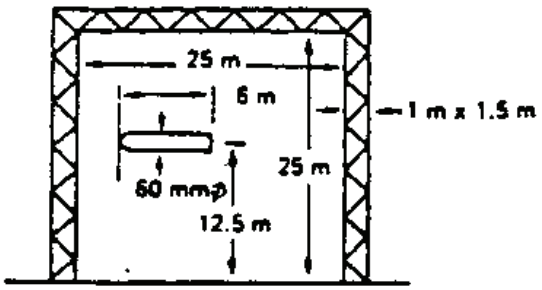
جدول ۱: ارتباط بین استقامت عایقی در برابر موج ضربه صاعقه و حداقل فاصله هوایی

استقامت عایقی در برابر موج ضربه صاعقه (کیلوولت)	حداقل فاصله هوایی (میلی‌متر)	
	آرایش میله- استراکچر	آرایش هادی - استراکچر
۶۰	۹۰	ـــــ
۷۵	۱۲۰	ـــــ
۹۵	۱۶۰	ـــــ
۱۲۵	۲۲۰	ـــــ
۱۴۵	۲۷۰	ـــــ
۱۷۰	۳۲۰	ـــــ
۳۲۵	۶۳۰	ـــــ
۴۵۰	۹۰۰	ـــــ
۵۵۰	۱۱۰۰	ـــــ
۶۵۰	۱۳۰۰	ـــــ
۷۵۰	۱۵۰۰	ـــــ
۸۵۰	۱۷۰۰	۱۶۰۰
۹۵۰	۱۹۰۰	۱۷۰۰
۱۰۵۰	۲۱۰۰	۱۹۰۰
۱۱۷۵	۲۳۵۰	۲۲۰۰
۱۳۰۰	۲۶۰۰	۲۴۰۰
۱۴۲۵	۲۸۵۰	۲۶۰۰
در تعیین فاصله هوایی فاز به فاز بایستی از مقادیر مرتبط باآرایش میله- استراکچر استفاده شود.		

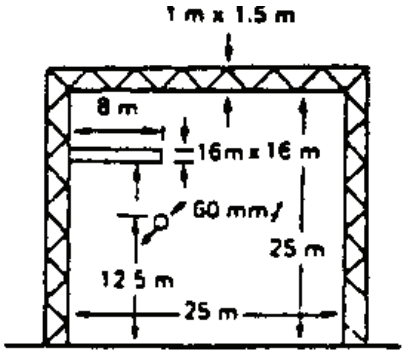
جدول ۲: ارتباط بین استقامت عایقی در برابر موج ضربه کلیدزنی و حداقل فاصله هوایی

حداقل فاصله هوایی فاز به فاز (میلی‌متر)		حداقل فاصله هوایی فاز به زمین (میلی‌متر)		استقامت عایقی در برابر موج ضربه کلیدزنی
آرایش میله –استراکچر	آرایش هادی – هادی	آرایش میله- استراکچر	آرایش هادی- استراکچر	
۳۱۰۰	۲۶۰۰	۲۴۰۰	۱۸۰۰	۸۵۰
۳۴۰۰	۲۹۰۰	۲۴۰۰	۱۸۰۰	۸۵۰
۳۶۰۰	۳۱۰۰	۲۹۰۰	۲۲۰۰	۹۵۰
۴۳۰۰	۳۷۰۰	۲۹۰۰	۲۲۰۰	۹۵۰
۴۲۰۰	۳۶۰۰	۳۴۰۰	۲۶۰۰	۱۰۵۰
۴۶۰۰	۳۹۰۰	۳۴۰۰	۲۶۰۰	۱۰۵۰

آرایش میله- استراکچر (شکل ۱) بدترین آرایشی است که ممکن است در عمل پیش بیاید. آرایش هادی- استراکچر نیز جوابگوی طیف وسیعی از فواصل هوایی پستها است (شکل ۲).



شکل ۱: آرایش میله- استراکچر



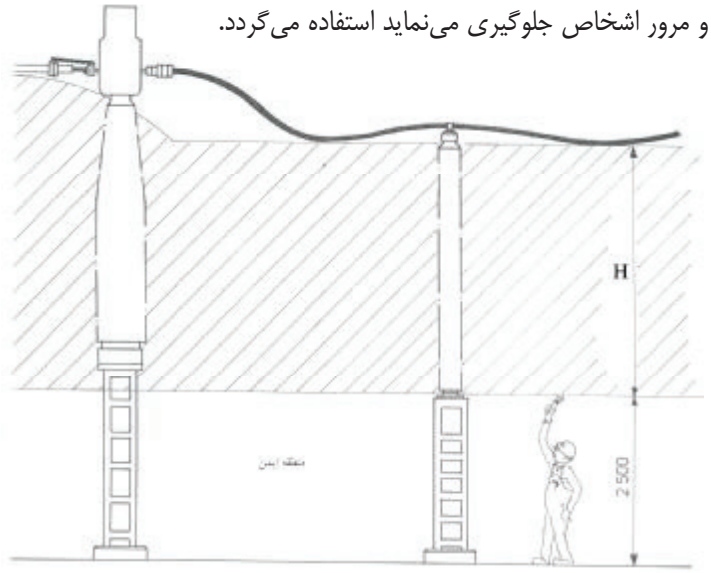
شکل ۲: آرایش هادی- استراکچر

۲-۲- فواصل ایمنی

جهت تضمین امنیت پرسنل در زمان تردد و انجام عملیات بهره‌برداری و تعمیر و نگهداری، لازمست فواصل ایمنی مختلفی در هنگام تهیه طرح استقرار تجهیزات در نظر گرفته شود.

مهمترین این فواصل به فاصله زمین معروف بوده و عبارتست از حداقل ارتفاع پایین‌ترین نقطه عایق هر تجهیز برقدار تا سطح زمین پست. در پستهائی که افراد مجاز به تردد در مجاورت و زیر تجهیزات تحت ولتاژ هستند لازم است که پرسنل بهره‌برداری و تعمیراتی بتوانند آزادانه و بصورت بی خطر در نواحی مذکور رفت و آمد نموده و چنانچه لازم باشد به عملیات بپردازند و به همین منظور لازم است که فاصله کافی بین پایین‌ترین نقطه از عایقها و مقره‌های تجهیزات تا سطح زمین و یا سکوهای مجاز جهت حصول اطمینان از عدم ورود به نواحی تحت ولتاژ در نظر گرفته شود.

نحوه تعیین فاصله زمین به این صورت است که شخصی بر روی زمین و یا سکوهای مجاز ایستاده و دست خود را بصورت کشیده به طرف بالا دراز می‌کند. در این حالت نباید به حدود فواصل عایقی فاز به زمین (منطقه هاشور خورده در شکل ۳) تجاوز گردد (ارتفاع فاصله عایقی در شکل با H نشان داده شده است). فاصله زمین در استاندارد IEC برابر ۲/۲۵ متر و در ایران ۲/۵ متر در نظر گرفته می‌شود. این فاصله بایستی در تمام سطح پست و برای کلیه تجهیزات نصب شده رعایت گردد. فاصله زمین در کلیه سطوح ولتاژی ثابت بوده و مجموع ارتفاع بدنه فلزی زمین شده تجهیزات و ارتفاع پایه‌های پیش‌بینی شده جهت نصب آنها می‌باشد که در هر حالتی نباید از ۲/۵ متر کمتر باشد. در شرایط خاص اگر این ارتفاع از مقادیر ذکر شده کمتر باشد در منطقه اطراف تجهیز از حصار مخصوصی که از عبور و مرور اشخاص جلوگیری می‌نماید استفاده می‌گردد.



شکل ۳: فاصله ایمنی زمین و فاصله عایقی

جدای از فاصله زمین، دو فاصله ایمنی اصلی دیگر در پستها بایستی رعایت شوندکه عبارتند از : فواصل عمودی و افقی تا نزدیکترین قسمت برقدار در حین کار. این دو فاصله در واقع نواحی تعمیر و نگهداری تجهیزات پستهای فشارقوی را مشخص می‌کنند. این فواصل از مجموع یک مقدار پایه و یک مقدار مربوط به دسترسی پرسنل به دست می‌آیند. مقدار پایه در واقع همان

فاصله عایقی است که در جدول (۱) و (۲) آمده است. مقدار دیگر تابعی از حرکت پرسنل در پست و نحوهٔ انجام عملیات بر روی تجهیزات می‌باشد که در استانداردهای مختلف مقادیر متفاوتی دارد.

با توجه به تجربه تعمیر و نگهداری و طراحی پستهای فشارقوی در ایران، فواصل ایمنی افقی و عمودی مطابق جدول (۳) می‌باشد. فواصل ایمنی ارائه شده در جدول (۳) با توجه به فرضهای زیر بدست آمده است:

- حداکثر دسترسی افقی پرسنل مستقر در پای تجهیز بی برق برابر ۱/۷۵ متر
- حداکثر دسترسی عمودی پرسنل مستقر در پای تجهیز بی‌برق برابر ۱/۲۵ متر
- فاصله عایقی (ناحیه جرقه) مطابق جداول (۱) و (۲) و با توجه به یک حاشیه اطمینان ۶ تا ۱۰ درصد

رعایت فواصل ارائه شده در جدول (۳) این اطمینان را به همراه دارد که پرسنل تعمیر و نگهداری در حین کار وارد مناطق خطرناک (مناطق با احتمال بروز جرقه) نمی‌شوند.

تعیین فواصل الکتریکی بهینه نقش بسیار موثری در ابعاد نهایی پست خواهد داشت و کاهش این ابعاد هزینه احداث پست را تحت تاثیر قرار می‌دهد. با این حال این امر هیچگاه نبایستی باعث به خطر افتادن ایمنی پرسنل در پستهای فشار قوی گردد.

جدول ۳ : فواصل هوایی ایمنی در پستهای فشارقوی (نواحی تعمیر و نگهداری)

حداقل فاصله ایمنی عمودی تا نزدیکترین قسمت برقدار در حین کار (متر)	حداقل فاصله ایمنی افقی تا نزدیکترین قسمت برقدار در حین کار(متر)	استقامت عایقی در برابر موج ضربه صاعقه (کیلوولت)
۳	۳/۰۲	کمتر از ۵۵۰
۳	۳/۲۷	۶۵۰
۳/۰۴	۳/۵۴	۷۵۰
۳/۲۳	۳/۷۳	۸۵۰
۳/۵۲۰	۴/۱۰۰	۹۵۰
۳/۷۸۰	۴/۲۸۰	۱۰۵۰
۳/۸۴۰	۴/۳۴۰	۱۱۷۵
۴/۱۱	۴/۶۱	۱۳۰۰
۴/۴۸	۴/۹۸	۱۴۲۵

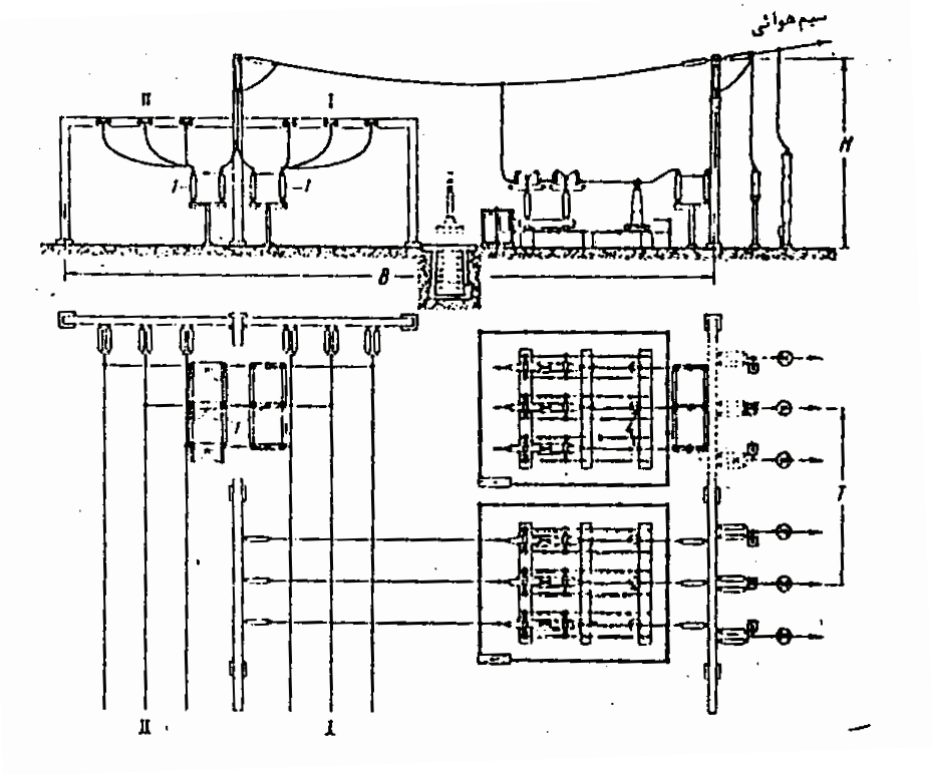
۳- انواع طرح جانمایی در پستهای فشارقوی

طراحی پستهای فشار قوی از نقطه‌نظر نصب سکسیونرهای شینه و نوع ارتباط خروجیها به طور کلی به چند دسته زیر تقسیم می‌شوند:

۳-۱- طرح نیمه مرتفع

شکل ۴ چنین پستی را به طور شماتیک نشان می‌دهد. در این سیستم چنانچه دیده می‌شود شینه‌ها بین دو گانتری نصب می‌شوند و خروجی‌ها با زاویه قائمه از این شینه‌ها انشعاب می‌گیرند.

در این شکل، I و II شینه‌های اصلی پست می‌باشند و ارتباط هر یک از شینه‌های اصلی و خط خروجی توسط سکسیونر مربوطه برقرار می‌گردد و از آنجا به کلید قدرت، ترانسفورماتور جریان، سکسیونر و موج‌گیر و به هادی هوائی خروجی وصل می‌شود. همچنین ترانسفورماتور ولتاژ خازنی و برقگیر بصورت موازی به خط خروجی متصل می‌گردند.

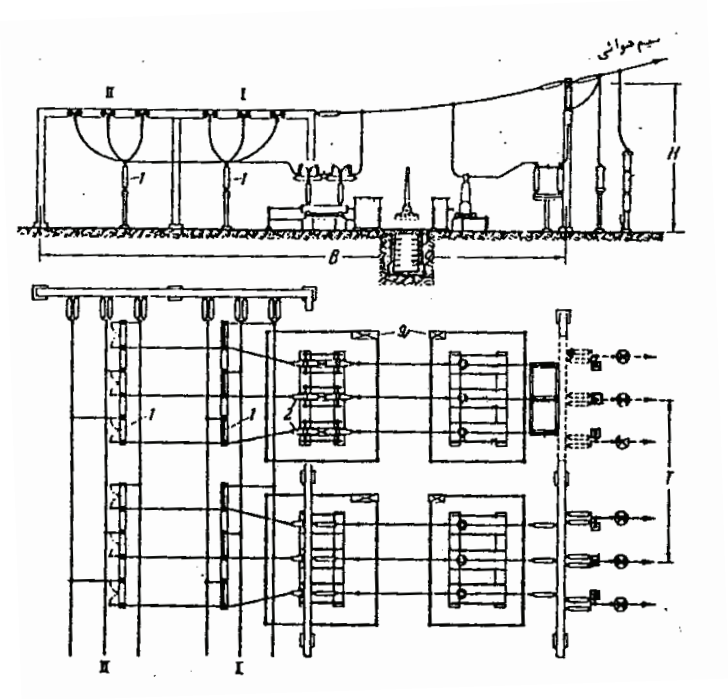


شکل ۴: نقشهٔ آرایش و مقطع روش نیمه مرتفع

۳-۲- طرح طولی

در این روش چنانچه شکل (۵) نشان می‌دهد سکسیونرهای شینه در امتداد شینه اصلی (در طول شینه‌ها) قرار گرفته و ارتباط سکسیونر و کلید بطور مستقیم و بدون کمک گرفتن از شینه فرعی صورت می‌گیرد و از کلید به ترانسفورماتور جریان، سکسیونر خروجی و موج‌گیر و بالاخره به هادی هوائی خروجی متصل می‌شود.

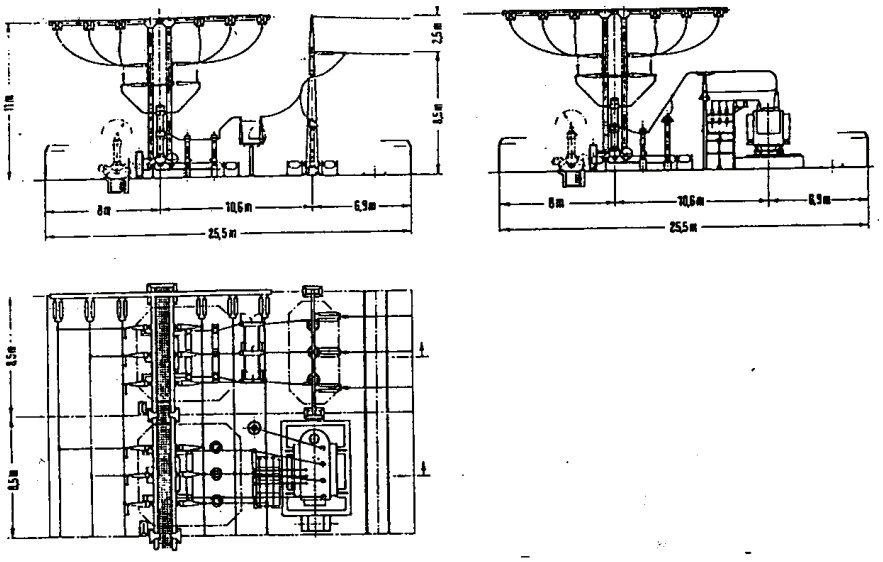
در این روش چنانچه مشاهده می‌شود از دکل مخصوص شینه فرعی خطوط خروجی صرفه‌جوئی شده است (هزینه کاهش می‌یابد) و در ضمن امکان توسعه و تکمیل آن برای شینه سه‌تائی بسادگی موجود است.



شکل ۵: نقشهٔ آرایش و مقطع روش طولی

۳-۳- طرح دکل صلیبی (T)

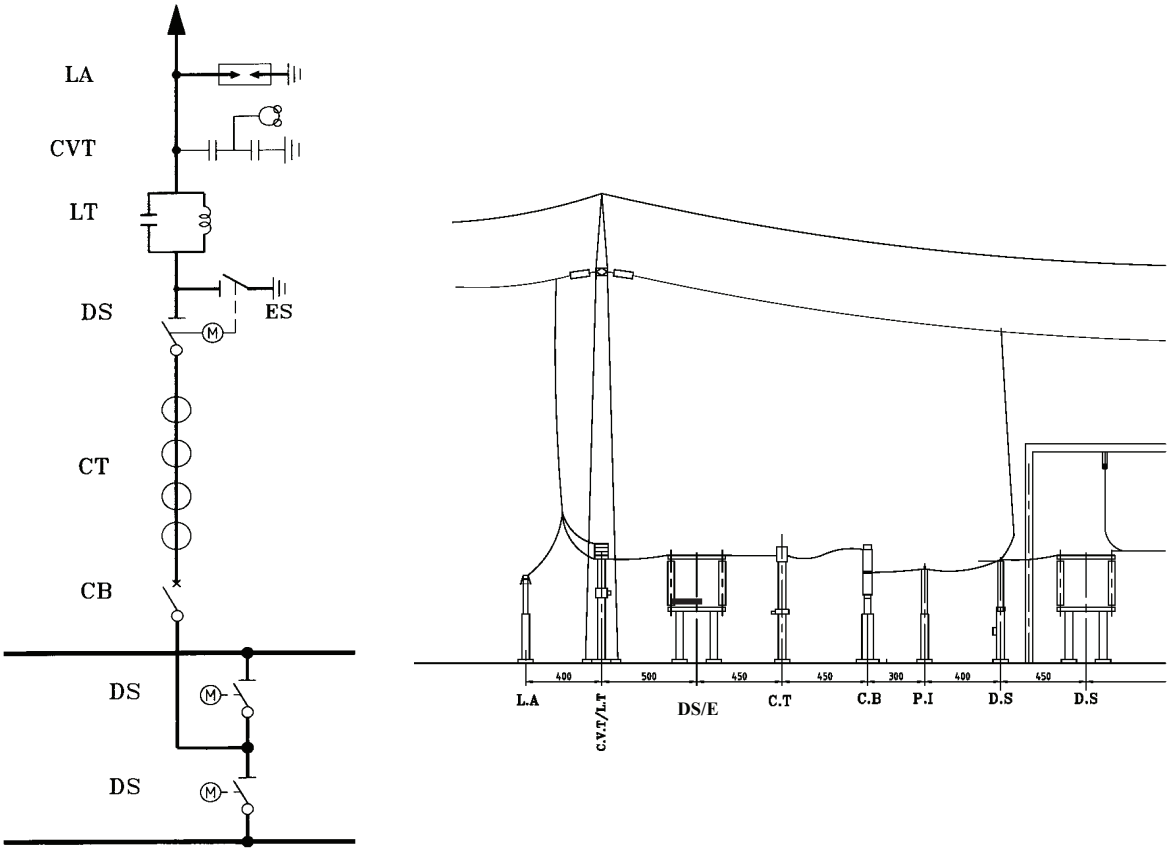
شکل (۶) طریقه‌ای را که به نام روش T موسوم بوده و در پستهای ۲۳۰ کیلوولت و پایین‌تر کاربرد دارد نشان می‌دهد. در این روش سطح زیربنای پست فشار قوی به مقدار قابل ملاحظه‌ای نسبت به روشهای دیگر کوچکتر است چون در این روش سکسیونر و کلید هر دو در زیر استراکچر فلزی ارتباطی بین گانتریهای انتهایی نصب گردیده‌اند و این به معنی بالابردن ارتفاع نسبت به حالت قبل خواهد بود. لذا این نوع طرح از لحاظ زلزله، ملاحظات خاصی را طلب می‌کند.



شکل ۶: نقشهٔ آرایش و مقطع روش دکل صلیبی

۴- ترتیب استقرار تجهیزات

ترتیب نصب تجهیزات فیدر خط در پست با فرض آرایش شینه دوبل از سمت خط عبارتست از : برقگیر، ترانسفورماتور ولتاژ، موجگیر، سکسیونر با تیغهٔ زمین، ترانسفورماتور جریان، کلید فشارقوی و سکسیونرهای طرف شینه. موقعیت و محل نصب تجهیزات نسبت به یکدیگر با توجه به ترتیب و ابعاد آنها و همچنین فواصل هوایی الکتریکی تعیین می‌گردد. نصب تجهیزات به نحوی که قسمت فشارقوی و شینه‌های ارتباطی در ارتفاع کافی و مناسب از نظر تامین فاصله عایقی و شرایط ایمنی واقع گردند، حائز اهمیت فراوان می‌باشد. شکل (۷) ترتیب نصب تجهیزات فیدر خط در یک پست با شینه‌بندی دوبل را نشان می‌دهد.



شکل ۷ : ترتیب استقرار تجهیزات در فیدر خط

تجهیزات فشارقوی معمول در مسیر تغذیه ترانسفورماتور از طرف شینه فشارقوی تا شینه فشارضعیف با توجه به نوع آرایش به شرح زیر است :

شینه فشارقوی، سکسیونر، کلید فشارقوی، ترانسفورماتور جریان، سکسیونر با تیغه زمین، برق‌گیر طرف فشارقوی، ترانسفورماتور اصلی، برق‌گیر طرف فشارضعیف، ترانسفورماتور ولتاژ، ترانسفورماتور جریان، کلید قدرت، سکسیونر و شینه فشار ضعیف که ترتیب و نوع تجهیزات فوق بر حسب آرایش پست‌ها و طرح پروژه متفاوت خواهند بود. به عنوان مثال در برخی طرحها، بعد از برقگیر طرف فشار ضعیف از سکسیونر زمین نیز استفاده می‌شود.

۵- ملاحظات مربوط به تجهیزات پستهای فشارقوی

۵-۱- ترانسفورماتور قدرت

پیش‌بینی جاده در مجاور ترانسفورماتور اصلی به منظور حمل و نصب ترانسفورماتور حائز اهمیت فراوان می‌باشد. با توجه به وزن قابل ملاحظه ترانسفورماتور و ابعاد و اندازه آن لازم است جاده مورد نظر از مقاومت کافی در قبال حمل و نقل ترانسفورماتور و عرض و شیب مناسب برخوردار باشد. معمولاً جهت حرکت ترانسفورماتور در فاصله بین نشیمنگاه ترانسفورماتور و جاده، از یک مسیر ریل‌گذاری شده استفاده می‌گردد (ممکن است نشیمنگاه ترانسفورماتور فاقد ریل‌گذاری نیز باشد). بعلت بالا بودن ابعاد و اندازه ترانسفورماتور، ارتفاع شینه‌های ارتباطی تغذیه ترانسفورماتور واقع در مجاور آن قابل ملاحظه بوده و پیش‌بینی اسکلت فلزی با ارتفاع بالا را ضروری می‌سازد.

در نصب ترانسفورماتور بایستی به محل نصب در پست از لحاظ تجمع آب باران در فصول بارندگی و ارتفاع فونداسیون ترانسفورماتور توجه شود و برای ترانسفورماتور چاله روغن پیش‌بینی شود. همچنین بخاطر خطر آتش‌سوزی لازم است که ترانسفورماتورها تا آنجا که توجیه فنی- اقتصادی دارد دور از یکدیگر نصب شوند و در صورتی که امکان آن وجود نداشته باشد بهتر است از دیوارهای سدکننده آتش در فاصله بین ترانسفورماتورها استفاده شود. جنس این دیوارها از بتن می‌باشد. تعبیه دیوارهای آتش بستگی به فاصله بین ترانسفورماتور تا سایر تجهیزات دارد (اگر فاصله ترانس تا سازه ۶/۱ تا ۱۵/۲ متر باشد نیاز به تعبیه دیوار آتش است) که می‌تواند از یک تا ۴ دیوار را شامل شود. این دیوارها در هنگام انفجار ترانسفورماتور (یا بوشینگ آن) از پرتاب مواد مشتعل به سمت سایر ترانسفورماتورها و تجهیزات دیگر جلوگیری می‌کنند. ارتفاع دیوار آتش بستگی به ارتفاع تانک ترانسفورماتور و اندازه کنسرواتور (مخزن روغن) یا بوشینگ‌های آن دارد که جهت اطمینان بیشتر حدود ۰/۳ تا ۲ متر به ارتفاع کلی اضافه می‌شود. طول دیوار بستگی به ابعاد تانک ترانسفورماتور و سیستم خنک‌کنندهٔ آن دارد و اضافه طولی نیز جهت اطمینان برای آن در نظر می‌گیرند. همچنین محل وسایل جبران‌کننده و یا جانبی ترانسفورماتور نظیر خازن، ترانسهای زمین یا تغذیه داخلی پست با توجه به موقعیت مکانی ترانسفورماتور قدرت، ارزیابی و روی پلان مقدماتی مشخص می‌شوند.

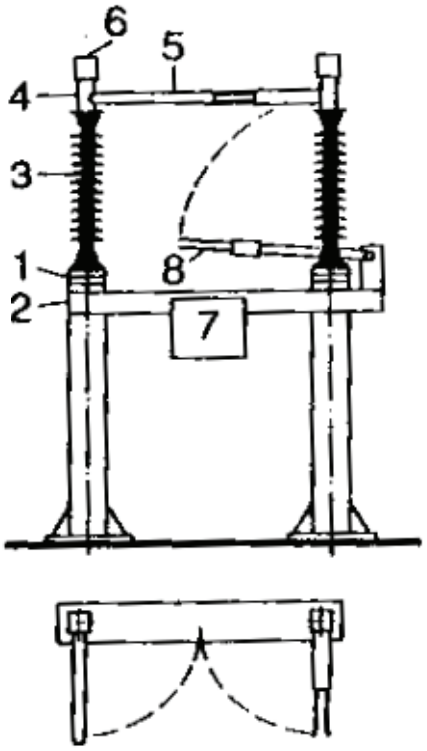
۵-۲- سکسیونر

جهت ایجاد ایمنی در بهره‌برداری و تعمیرات و قطع فیزیکی یک قسمت از قسمتهای دیگر از سکسیونر استفاده می‌شود. سکسیونرها از نظر شکل ظاهری انواع مختلفی دارند که مهمترین آنها عبارتند از :

سکسیونر افقی نوع قطع از وسط[1] (شکل ۸)، سکسیونر افقی دورانی سه پایه‌ای (دورانی از وسط)[2] (شکل ۹)، سکسیونر عمودی[3] (شکل ۱۰) و سکسیونر قیچی یا پانتوگراف (شکل ۱۱).

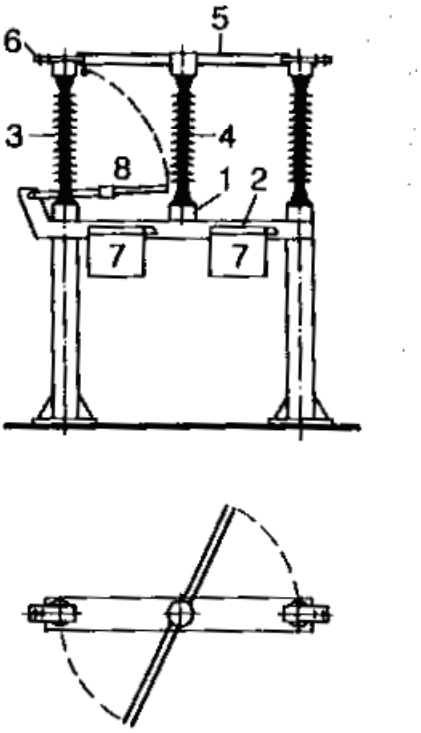
1 - Center- break horizontal disconnectors
2 - Three- column rotary disconnectors
3 - Vertical break disconnetcor

1- Rotating base
2- Frame
3- Post insulator
4- Rotating head
5- Contact arm
6- High- voltage terminal
7- Mechanism
8- Earthing switch



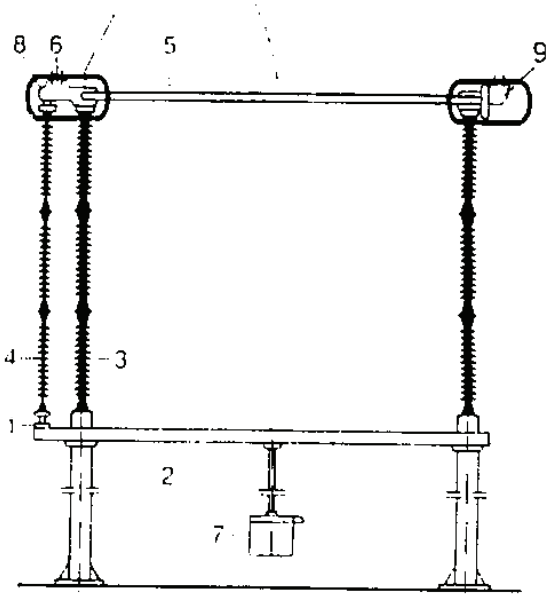
شکل ۸: سکسیونر افقی نوع قطع از وسط

1- Swivel base
2- Frame
3- Post insulator
4- Rotating insulator
5- Contact arm
6- High- voltage terminal
7- Mechanisms
8- Earthing switch



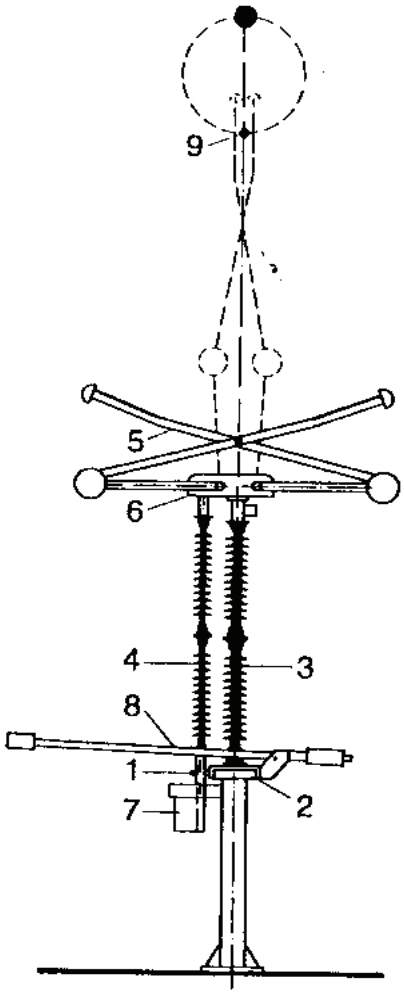
شکل ۹: سکسیونر افقی دورانی سه‌پایه‌ای

1- Rotary bearing
2- Frame
3- Post insulator
4- Rotating insulator
5- Contact arm
6- High- voltage terminal
7- Mechanism
8- Gearbox
9- Fixed contact



شکل ۱۰: سکسیونر عمودی

1- Rotating bearing
2- Frame
3- Post insulator
4- Rotating insulator
5- Pantograph
6- Gearbox
7- Mechanism
8- Earthing switch
9- Fixed contact



شکل ۱۱: سکسیونر پانتوگراف

از سکسیونر افقی نوع قطع از وسط در محلهایی که از نظر فواصل افقی بین فازها چندان محدویتی وجود نداشته باشد استفاده می‌شود. در پستهایی نیز که از نظر فواصل عمودی محدودیت وجود داشته باشد همچون پستهایی که ولتاژ در دو ارتفاع مختلف قرار داشته باشد، از این نوع سکسیونر استفاده می‌شود. در سطوح ولتاژی ۲۳۰ و ۴۰۰ کیلوولت این نوع سکسیونرها هم به صورت تکفاز و هم به صورت سه فاز ساخته و استفاده می‌شوند.

سکسیونر افقی دورانی سه پایه‌ای دارای دو پایه کناری برای کنتاکتهای ثابت و پایه وسط برای میله هادی رابط بین دو کنتاکت است. حرکت لوله هادی در این حالت بصورت دورانی و افقی بوده و مورد استفاده این نوع سکسیونرها مشابه حالت قبل می‌باشد.

از سکسیونرهای عمودی در نقاطی که از نظر فواصل افقی با محدودیت مواجه هستند و یا از نظر فواصل عمودی فاقد محدودیت هستند استفاده می‌شود. استفاده از این سکسیونرها فاصله بین فازها را به حداقل می‌رساند. به دلیل حرکت عمودی تیغه‌ها از این نوع سکسیونر عمدتاً در نقاطی استفاده می‌شود که سیم هوایی از بالای آن نگذرد (مثلاً سکسیونر مربوط به ترانسفورماتورها).

سکسیونر قیچی معمولاً مستقیماً زیر شینه نصب شده و استفاده از آن باعث کاهش در ابعاد پست می‌گردد. استفاده از این نوع سکسیونر خصوصاً در ولتاژهای بالاتر از ۱۳۲ کیلوولت بسیار مناسب می‌باشد. سکسیونر قیچی کمترین فاصله ایمنی افقی و عمودی را احتیاج دارد.

سکسیونرهای زانویی[1] که آمیخته‌ای از سکسیونرهای نوع افقی و عمودی می‌باشند نیز به تازگی در صنعت برق کاربرد یافته‌اند.

سکسیونرها از نقطه‌نظر نصب به دو نوع موازی و افقی تقسیم‌بندی می‌شوند. در شینه‌بندی دوبل در صورت استفاده از سکسیونرهای با طریق نصب افقی[2] می‌توان دو فیدر را روبرو به هم خارج نمود که این امر سطح زیربنای پست را به طور قابل ملاحظه‌ای کاهش می‌دهد. در این حالت در صورت استفاده از سکسیونرهای با طریق نصب موازی[3] تنها یک فیدر را می‌توان از بین دو شینه خارج نمود.

۵-۳- کلید قدرت

کلیدها به منظور قطع جریان عیب یا جریان بار پیش‌بینی شده و بطور مرتب و مکرر مورد قطع و وصل قرار می‌گیرند. به همین علت بهره‌برداری آنان بیش از سایر تجهیزات پست با مقررات خاص، مراقبتها و سرویسهای مداوم همراه می‌باشد.

لذا احداث جاده با قابلیت رفت و آمد وسایل نقلیه سنگین و جرثقیل در مجاور کلیدها یکی از مهمترین پیش‌بینی‌ها در پستها را تشکیل می‌دهد. برای این منظور محل کلیدها بطور مناسب و در فاصله کافی از تجهیزات دوطرف انتخاب می‌گردد تا جاده سراسری داخلی پست در صورت امکان در مجاور کلیدها واقع شود.

ارتباط مابین کلیدها و سکیسونرها در تقاطع جاده در ارتفاعی بیش از ارتفاع نصب سایر ارتباطات پیش‌بینی می‌شود. با انجام این عمل فضای ایمنی لازم جهت عبور و مرور وسائل نقلیه و جابجایی کلید فراهم می‌گردد. جهت ایجاد یک ناحیه تعمیر و نگهداری در اطراف کلید قدرت بایستی فواصل ایمنی افقی و عمودی حتماً رعایت گردد.

---

1 - Knee type
2 - Row erection
3 - Paraller erection

۵- ۴- موجگیر

موجگیرها به دو شکل کلی آویز و نصب روی پایه در پستهای فشارقوی استقرار می‌یابند. در نوع آویزی، موجگیر دارای حلقه‌های آویزی است که به طور مستقیم به فلکه متصل می‌گردند. در این طریقه نصب، ابعاد موج‌گیر باید از لحاظ فواصل هوایی مجاز میان فازهای مجاور و فازها و گنتری مورد توجه قرار گیرند.

در نوع دوم، موج‌گیر به یک پایه مجهیز شده و روی مقره‌های اتکائی یا CVT (در مورد موجگیرهای با وزن کم) نصب می‌گردد.

۵-۵- شینه

در پستهای فشارقوی شینه‌ها به دو نوع کلی شینه‌های سخت (لوله) و شینه‌های نرم (هادی) تقسیم می‌شوند. نوع شینه‌ها در ضریب اطمینان پست و مساحت آن موثر است. شینه‌های سخت معمولاً بر روی پایه‌ها و مقره‌های اتکایی قائم نصب می‌شوند. جهت دستیابی به ارتفاع کافی شینه از سطح زمین از پایه‌های اتکایی و یا A فریم‌ها استفاده می‌شود.

شینه‌های نرم در دو انتها توسط زنجیر مقره افقی به گانتری یا اسکلت فلزی متصل می‌گردند. بدین ترتیب نصب این شینه‌ها مستلزم پیش‌بینی دو گانتری بصورت اسکلت فلزی یا دو ستون فلزی در دو انتهای آنان می‌باشد.

ارتفاع گانتری‌ها و ارتفاع نصب شینه‌ها با توجه به فاصله عایقی موردنظر شینه‌ها و زمین، ارتفاع ایمنی لازم، جابجایی احتمالی شینه‌ها تحت تاثیر نیروی باد و اتصال کوتاه، تغییرات فلش شینه‌ها بر حسب درجه‌حرارت و غیره انتخاب می‌گردد. به همین علت ارتفاع نصب شینه‌های نرم بالاتر از ارتفاع نصب شینه‌های سخت خواهد بود. بطور معمول ارتفاع شینه‌های نرم در حدود ۱/۷ تا ۲ برابر شینه‌های سخت است.

فاصله فاز – فاز مورد نیاز در صورت استفاده از شینه‌های نرم بیش از فواصل مورد نیاز در شینه‌های سخت است (حدود ۵۰ الی ۶۰ درصد). این امر باعث می‌شود که سطح مورد نیاز پست در هنگام استفاده از شینه‌های نوع سخت کمتر از سطح مورد نیاز در هنگام استفاده از شینه‌های نوع نرم باشد. کاهش سطح مورد نیاز و ابعاد و اندازه خروجی‌ها در پستهای با شینه‌های سخت معمولاً موجب می‌گردد تا طول کابلهای کنترلی و کانالهای اصلی، طول جاده‌ها، حجم عملیات ساختمانی، سطح سیستم زمین و غیره نیز تقلیل یابد.

در سیستم هادیهای رشته‌ای، عبور شینه‌ها از روی یکدیگر بخصوص در ولتاژهای بالا ساده‌تر است. درعین حال تعمیرات اضطراری هادیهای نرم مشکل خواهد بود. در سیستم شینه‌بندی سخت، دسترسی به مقره‌ها جهت تمیز کردن با سهولت بیشتری صورت می‌گیرد، ارتفاع شینه‌ها کم بوده و تعمیر و نگهداری آن براحتی انجام می‌گیرد.

در هنگام استفاده از شینه‌های نرم با توجه به ارتفاع بالای شینه‌ها، ارتفاع نصب تجهیزات خروجی‌ها همواره کمتر از ارتفاع نصب شینه‌ها انتخاب می‌شود که در این صورت سکسیونرهای خروجی می‌توانند در زیر شینه‌ها نصب گردند.

در شینه‌های سخت وزن حاصل از شینه‌ها بر مقره‌ها محدود بوده، در حالیکه در شینه‌های نرم، زنجیر مقره همواره تحت تاثیر نیروی کشش قابل ملاحظه‌ای قرار دارد که این امر نیازمند استحکام بالای گانتری‌ها و فونداسیونها می‌باشد.

۶- استقرار ساختمانها

مشخص‌ترین و مهمترین ساختمان هر پروژه پست عملاً مجموعه ساختمان کنترل آن می‌باشد. جانمایی این ساختمان پس از قطعی شدن طرح پست و مشخص شدن تعداد و ابعاد پانلهای حفاظت، کنترل، اندازه‌گیری و توزیع ac و dc و غیره و همچنین دیگر بخشهای موردنیاز مانند اتاقهای باطری، PLC و مخابرات و بخش اداری و فضاهای عمومی و BCRها و غیره طراحی خواهد شد. ساختمان کنترل ضمن اینکه بایستی در مکانی قرار گیرد که پرسنل شاغل در پست به راحتی بتوانند به کلیه حدود و جوانب پست تسلط داشته باشند و بتوانند وضعیت کلیدهای فشارقوی و سکسیونرهای مربوطه را از لحاظ قطع و وصل، حتی‌الامکان رویت نمایند، بایستی حداقل فاصله را نسبت به وسایل محوطه داشته باشد تا کابل کشی که در مجموعه پست مقدار و متراژ قابل ملاحظه‌ای خواهد داشت را به حداقل ممکن برساند. این ساختمان دارای ضوابط مقررات ملی ساختمان بوده و مشخصات ساختمانهای صنعتی (از قبیل مجهز بودن به وسایل حفاظت از صاعقه، وسایل آتش‌نشانی، گرمایش و سرمایش و ...) را دارا می‌باشد.

ساختمان کنترل در پستها اگر بصورت ۱/۵ طبقه طراحی گردد از نیم طبقه زیرین بعنوان گالری کابل و از طبقه بالایی برای استقرار پانلهای کنترل، رله، اندازه‌گیری، ac و dc، شارژر و غیره استفاده می‌شود. در این حالت و در طرح کف‌سازی ساختمان کنترل باید دریچه‌های لازم برای عبور کابل از گالری به تابلوها به تعداد و ابعاد مناسب پیش‌بینی گردد و محل استقرار ستونها به گونه‌ای باید طرح گردد که مانعی بوجود نیاورند، بعبارت دیگر ستونها حتی‌الامکان در دیوارهای جانبی قرار گیرند.

در برخی پستها می‌توان از کف کاذب استفاده نموده و ساختمان را بصورت یک طبقه اجرا کرد.

۶-۱- سالن کنترل

ابعاد و تعداد پانل‌های مورد استفاده در سالن کنترل باتوجه به نوع پست (پست‌های دارای سیستم کنترل معمولی و پست‌های DCS) تعیین می‌شوند. در ادامه به سالن کنترل این دو نوع پست پرداخته شده است.

۶-۱-۱- سالن کنترل و رله در پست‌های دارای سیستم کنترل معمولی

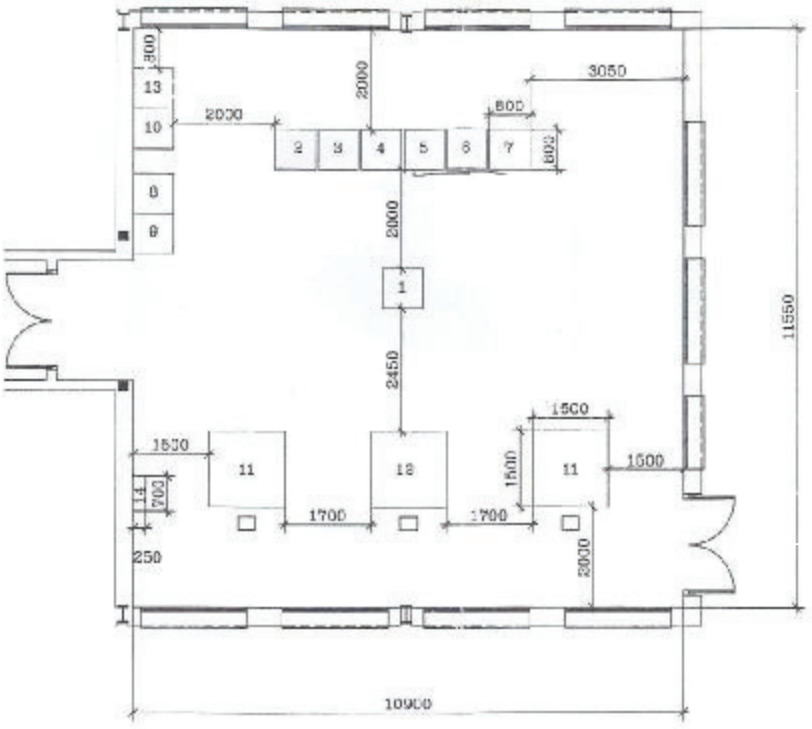
سالن کنترل و رله در ساختمان کنترل باید دید کافی و مناسب به سمت محوطه محل نصب تجهیزات برقی پست داشته باشد. فواصل ایمنی قسمت‌های بالائی ساختمان کنترل از قسمت‌های برقدار و حداکثر ارتفاع قابل قبول بایستی با توجه به حریم‌های ایمنی مجاز انتخاب گردند. درنظر گرفتن درب ورودی مناسب در ابعادی که بتوان پانلها و تجهیزات برقی مربوطه را ورود و خروج نمود از ضروریات سالن کنترل و رله می‌باشد. پیش‌آمدگی ساختمان در قسمت محوطه تجهیزات برقی امکان بهتری را از نظر دید به محوطه بوجود می‌آورد.

در این اتاق که در داخل ساختمان کنترل قرارداد تجهیزات مخابراتی شامل تابلوهای PLC، اسکادا و ... که جهت ارتباط بین تجهیزات و مرکز کنترل شبکه و دیسپاچینگ و همینطور با پستهای دیگر بکار می‌روند نصب می‌گردد.

۶-۱-۲- سالن کنترل پست‌های دارای سیستم اتوماسیون (DCS)

در پست‌های DCS نیز سالن کنترل باید دید کافی و مناسب به سمت محوطه محل نصب تجهیزات پست را داشته باشد. همچنین در این نوع پست‌ها ابعاد اتاق کنترل کوچکتر شده و پانل‌های قرار گرفته در آن، پانل‌های LVAC و LVDC، باتری شارژر، واسط PLC و جعبه فیوز باتری می‌باشد. کوچکتر بودن این سالن در پست‌های DCS به دلیل انتقال پانل‌های حفاظت، کنترل و اندازه‌گیری به اطاقک کنترل بی (BCR) می‌باشد. اطلاعات از طریق فیبرهای نوری تعبیه شده در BCRها به سالن کنترل انتقال می‌یابد. ضمناً حداقل فضای سالن کنترل به نوع دسترسی و استقرار تابلوها و نیز تردد اپراتور بستگی دارد.

نمونه‌ای از نقشه سالن کنترل پست‌های دارای سیستم اتوماسیون در شکل (۱۲) نشان داده شده است.



۱: پانل AC/DC مشترک
۲و۳و۴: پانل LVAC
۵و۶و۷: پانل LVDC
۸و۹: باتری شارژر ۱۱۰ ولت DC
۱۰: باتری شارژر ۴۸ ولت DC
۱۱: میز اپراتور
۱۲: میز مهندس
۱۳: واسط PLC (اگر نیاز باشد)
۱۴: جعبه فیوز باتری

شکل ۱۲: سالن کنترل پست‌های دارای سیستم اتوماسیون

۶-۲- اتاق باطری

معمولاً دو سری باطری در پست وجود دارد، یکی باطریهای ۱۱۰ یا ۱۲۵ ولت برای تغذیه مصارف حفاظت و کنترل و دیگری باطریهای ۴۸ ولت که مورد استفاده تجهیزات مخابراتی واقع می‌شود.

وجود اتاق باطری در کنار سالن کنترل از ضروریات ساختمان کنترل است. همچنین فاصله اتاق باطری بایستی به گونه‌ای باشد که کابل‌کشی DC را کاهش دهد. این فضا باید دارای دسترسی به فضای آزاد بیرون بوسیله رامپ برای حمل و نقل باطریهای مستعمل و نو بوده و همچنین براحتی بتوان اتاق مذکور را تهویه طبیعی نمود. ضمناً بعلت اسیدی بودن محیط، اتاق باطری هیچگونه

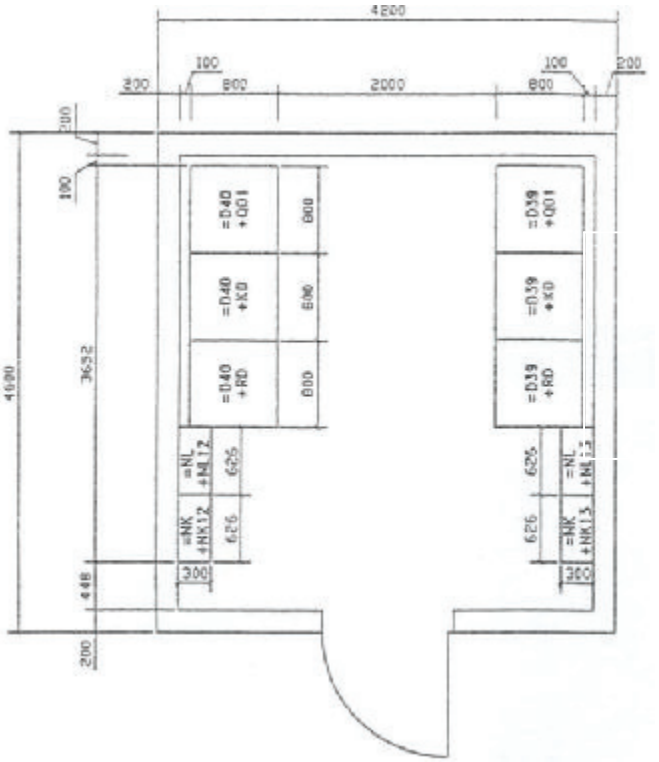
دسترسی به سایر فضاها در ساختمان کنترل نباید داشته باشد. برای رعایت موارد ایمنی در اتاق باید دستشویی و دوش آب پیش‌بینی گردد.

بعلت شرایط قابل انفجار در این اتاق وسایل مورد استفاده در آن از جمله کلیدها، پریز و چراغهای روشنایی باید از جنس ضدانفجار باشند.

۶-۳- اطاقک کنترل بی (BCR)

در پستهای DCS، تجهیزات سطح بی در اطاقک‌هایی که داخل محوطه پست قرار گرفته‌اند، نصب می‌شود. این تجهیزات، پانل‌ها و تجهیزات حفاظت، کنترل، واسط، LVAC و LVDC مربوط به BCR می‌باشد. اطاقک از طریق فیبر نوری به سالن کنترل متصل می‌شود. قرار گرفتن این تجهیزات در اطاقک کنترل بی به دلیل کاهش کابل‌کشی‌ها می‌باشد. استفاده از فیبر نوری باعث کاهش حجم کابل‌کشی و سرعت و اطمینان در انتقال اطلاعات و همچنین کاهش تداخلات الکترومغناطیسی و نویز خواهد شد.

نمونه‌ای از نقشه ابعاد و پانل‌های موجود در یک BCR در شکل (۱۳) نشان داده شده است.



D..+RD: پانل حفاظت فیدر
D..+KD: پانل کنترل فیدر
D..+QD: پانل واسط
NK+NK..: پانل LVAC اطاق کنترل بی
NL+NL..: پانل LVDC اطاق کنترل بی

شکل ۱۳: ابعاد و پانل‌های موجود اتاق کنترل بی

فاصله تجهیزات سوئیچگیر از اتاقک BCR نیز مشابه ساختمان کنترل با توجه به حریم‌های مجاز می‌بایستی انتخاب گردد.

۶-۴- فضاهای اداری و بهداشتی

در جوار سالن کنترل یک فضای اداری مناسب که شامل دفترکار، آبدارخانه و سرویس‌های بهداشتی می‌باشد لازم است. این فضاها بهتر است یک دسترسی به محوطه بعنوان ورودی اصلی ساختمان کنترل و یک دسترسی مناسب به سالن کنترل داشته باشند.

۶-۵- ساختمان انبار و دیزل‌خانه

محل استقرار انبار و اتاق دیزل (در صورت وجود) نسبت به ساختمان کنترل و رله از اهمیت کمتری برخوردارند، ولی بایستی در محوطه دسترسی مناسبی داشته باشند. طول کابل مصرف شده برای اتاق دیزل از یکسو و سروصدای ناشی از کارکردن دیزل از سوی دیگر مسائل مهمی هستند که در تعیین محل اتاق دیزل مورد توجه قرار می‌گیرند. انبار در پست به عنوان محل نگهداری لوازم و تجهیزات مورد لزوم است که با توجه به اندازه و اهمیت پست و با توجه به ظرفیت نگهداری تجهیزات مختلف می‌تواند مساحتهای مختلفی داشته باشد.

۶-۶- ساختمان نگهبانی

محل استقرار اتاق نگهبانی در جنب ورودی اصلی پست و بمنظور اسکان پرسنل نگهبانی و بازرسی می‌باشد. این ساختمان بسته به اهمیت و کوچک و بزرگ بودن آن می‌تواند فقط شامل یک اتاق تنها، یا یک مجموعه کامل شامل اتاق نگهبانی، خوابگاه، اسلحه خانه، آشپزخانه و سرویسهای بهداشتی باشد.

۶-۷- پارکینگ

احداث تعدادی پارکینگ برای اتومبیل و احتمالاً چند ماشین سنگین در محوطه پست موردنیاز است. این نیاز نه فقط بخاطر وسایل نقلیه شخصی یا اداری کارکنان مستقر در پست است بلکه در بسیاری از موارد ماشین‌آلات وارد شده به محوطه پست به مدت چند روز در پارکینگ خواهند ماند. پارکینگ می‌تواند به صورت سرپوشیده و یا سرباز طراحی گردد که با توجه به شرایط محیطی و اقلیمی کشور در اکثر موارد پارکینگ سرپوشیده مناسب‌تر خواهد بود. پارکینگ در اولین فضای مناسب و نزدیک به در ورودی اصلی می‌تواند احداث شود و باید راه دسترسی مناسب به ساختمان کنترل و انبار و دیزلخانه و سایر ساختمانهای جنبی برای آن در نظر گرفته شود.

۷- سایر ملاحظات مرتبط با طرح جانمایی

۷-۱- پستهای شیبدار

در این نوع پستها عملیات خاکی پست باید به نحوی طراحی گردد که دیوار دور محوطه در زمین تسطیح شده اجرا گـردد. یعنـی رقوم دیوار در هر چهار طرف پست برابر رقوم زمین تسطیح شده باشد. البته در صورتیکه دیوار از رقوم خیابان تبعیت می‌کند عملیـات تسطیح باید در فواصل مناسبی نسبت به دیوار دور خاتمه یابد. همچنین جاده اصلی پست و کانالهای کابل می‌بایستی با یـک شـیب ملایم اجرا گردد. ارتفاع گانتری‌ها در پستهای شیبدار می‌بایستی به نحوی انتخاب گردد که فواصل ایمنی مجاز رعایت شود.

۷-۲- کانالهای کابل

در پستهای فشارقوی با سیستم کنترل معمولی کلیه کابلهای کنترل، اندازه‌گیری، حفاظت و قدرت بـه تفکیـک در داخـل کانـال کابل قرار می‌گیرند و از طریق سینی و دستک مناسب به سالن کنترل هدایت می‌شوند. در صورتی که تعداد کابلها و تعداد فیـدرهای پست زیاد باشد، عمق و عرض کانال کابل به نحوی انتخاب می‌شود که امکان راه رفتن در داخل آنها جهت دسترسی به قـسمتهای پایین‌تر موجود باشد. با توجه به اینکه این کانالها دارای درپوش هستند بایستی عرض کانال چنان اختیار شود که امکان برداشـتن و یا نصب درپوش در مواقع لزوم میسر باشد و از اینرو عرض کانال را معمولاً حدود یک متر و یا کمی بیشتر اختیار می‌کنند. در صورتی که نیاز به عرض بیشتر باشد تعداد کانالهای مجاور هم افزایش داده می‌شود. محل تقاطع کانالهای کابل با جاده‌های دسترسی باید از نظر الکتریکی و ساختمانی دارای شرایط خاص جهت عبور کابل و نحوه نصب و بهره‌برداری باشد.

در پست‌های DCS، به دلیل استفاده از فیبرهای نوری جهت ارتباطات مخابراتی، ابعاد کانال‌های کابل کاهش یافته و با افـزایش فیدرهای پست نیازی به افزایش ابعاد کانال ارتباطی BCR با اتاق کنترل نمی‌باشد.

علاوه بر موارد فوق به امکان تخلیه آب باران در فصول بارندگی شدید در منطقه و در محل پست بایستی توجـه خـاص شـود و ضمن اینکه ارتفاع کانال را از سطح زمین بایستی مناسب اختیار کرد. باید کانالها بصورتی طراحی و شیب‌بندی شوند کـه در صـورت نفوذ آب باران به داخل آنها تخلیه آب به راحتی و بدون اشکال انجام شود. کانالهای کابل اصلی توسط کانالهای کوچکتر و یا لوله به جعبه‌های ترمینال و یا کنترل تجهیزات متصل می‌شوند. مدخل ورودی کانالها به ساختمان کنترل باید مجهز به موانع ورود جانوران و حیوانات موذی باشد. در پستهایی که کابل ۲۰ کیلوولت مورد استفاده قرار می‌گیرد (در محوطه ترانسفورماتورها یا ارتباط با سوئیچگیر ۲۰ کیلوولت در ساختمان کنترل) لازم است کانال کابل مجزایی برای این کابل‌ها پیش‌بینی گردد.

در داخل اتاق کنترل برای عبور کابلهای ارتباطی به تابلوها بسته به مورد از کانال کابل یا از گالری که معمـولاً در طبقـه زیـرین اتاق می‌باشد استفاده می‌شود.

۷-۳- روشنایی

جهت کنترل و رویت وضعیت تجهیزات بایستی محوطه پست از روشنائی و نور کافی خصوصاً در شب هنگام برخوردار باشد. برای جلوگیری از وقوع خطر در موقع تعویض لامپها اقدامات احتیاطی نظیر انتخاب مناسب محل نصب پایه‌های روشنائی و امکان دسترسی راحت‌تر به نورافکنها بایستی میسر باشد. حتی‌الامکان سعی شود چراغها و پروژکتورهای روشنایی محوطه بر روی سازه‌ها و گنتری‌های پست نصب شود. وجود پریز در نقاط مختلف پست جهت امکان استفاده از روشنائی موضعی نیز توصیه می‌شود.

۷-۴- جاده‌های دسترسی

به منظور دسترسی به قسمتهای اساسی داخل پست به منظور بهره‌برداری و مانور و یا سرکشی و بازدید و یا انجام خدمات سرویس، تعمیرات و حمل‌و نقل وسایل سنگین، از جاده‌های دسترسی استفاده می‌شود. جاده‌های فوق در داخل پست به دو نوع تقسیم می‌شوند. یکی جاده‌های اصلی که می‌بایستی از استحکام و عرض کافی برخوردار باشند و برای حمل‌و نقل محموله‌های سنگین از جمله ترانسفورماتورهای قدرت که حتماً می‌بایستی توسط ماشین‌آلات سنگین حمل شوند در نظر گرفته می‌شوند. این جاده‌ها معمولاً با عرض ۵ الی ۶ متر می‌بایستی به نحوی در داخل پست در نظر گرفته شوند که امکان چرخش و مانور کامیون در محل پیچها روی آنها موجود باشد. شیب جاده‌ها حداکثر باید برابر ۳ درصد باشد.

دیگر جاده‌های فرعی که به منظور بهره‌برداری و بازدید و انجام خدمات سرویس و تعمیرات در داخل پست در نظر گرفته می‌شوند. وجود این جاده‌ها با عرض حدود ۴-۳ متر بوده و معمولاً محدود به کلیدهای قدرت می‌باشد و برای حمل و نقل آنها مورد استفاده قرار می‌گیرد. لازم به توضیح است که چون جاده‌های فوق کم عرض می‌باشند، عبور و مرور در داخل آن بایستی با در نظر گرفتن کلیه موارد ایمنی و رعایت حدود و مرزهای ولتاژهای بالا انجام پذیرد.

۷-۵- سازه‌های پست

از جمله سازه‌هایی که در پست مورد استفاده قرار می‌گیرند می‌توان به گانتریها، پایه‌های نگهدارنده تجهیزات مختلف، پایه‌های روشنایی، میله‌های حفاظت از صاعقه و .. را نام برد. استفاده از این سازه‌ها به منظور تامین فواصل هوایی عایقی مورد نیاز بین قسمتهای مختلف تجهیزات و هادیهای برقدار با زمین و با یکدیگر جهت بهره‌برداری مطمئن می‌باشد. در طراحی و ساخت سازه‌های پست علاوه بر تامین فاصله مناسب قسمتهای برقدار تجهیزات از زمین و یکدیگر، بایستی به میزان نیروهای وارده و بارگذاری روی آنها نیز توجه داشت.

سازه‌های مورد استفاده در پستهای فشارقوی بایستی از نظر مسائل ایستایی، عدم تغییرشکل، عدم تغییرمکان، سرمایه‌گذاریهای سنگین و انتظار عمر طولانی بهره‌برداری از تجهیزات و نصب ادوات برقی مورد نیاز از اطمینان بسیار بالایی برخوردار باشند.

سازه‌های مورد نیاز در پستها از جهت جنس سازه بطور اعم به دو بخش سازه‌های فولادی و بتونی تقسیم می‌گردند. از نظر ارتفاع، سازه‌ها به دو نوع سازه‌های بلند (گانتری‌ها) و سازه‌های کوتاه (پایه‌های تجهیزات) تقسیم می‌گردند. سازه‌های بلند که اکثراً شامل اسکلتهای نگهدارنده هادیهای رشته‌ای می‌باشند بر اساس محل استفاده به عنوان گانتریهای خطوط، گانتریهای ترانسفورماتور

و گانتریهای شینه بکار می روند. گانتریها شامل دو عنصر اساسی پایه‌ها و تیرها می‌باشند که به صورت π شکل اجرا می‌گردند. اندازه گانتریها بستگی به سطح ولتاژ و میزان بارگذاری آنها دارد.

سازه‌های کوتاه به عنوان سازه‌های نگهدارنده تجهیزات فشارقوی و مقره‌های اتکایی و غیره در پستها بکار می‌روند. این سازه‌ها را می‌توان بصورت یکپارچه یا جدا از هم برای تجهیزات سه فاز و تکفاز مورد استفاده قرار داد. البته سازه‌های کلیدهای قدرت نوع خاصی بوده و اکثراً توسط سازنده کلید قدرت تأمین می‌گردد.

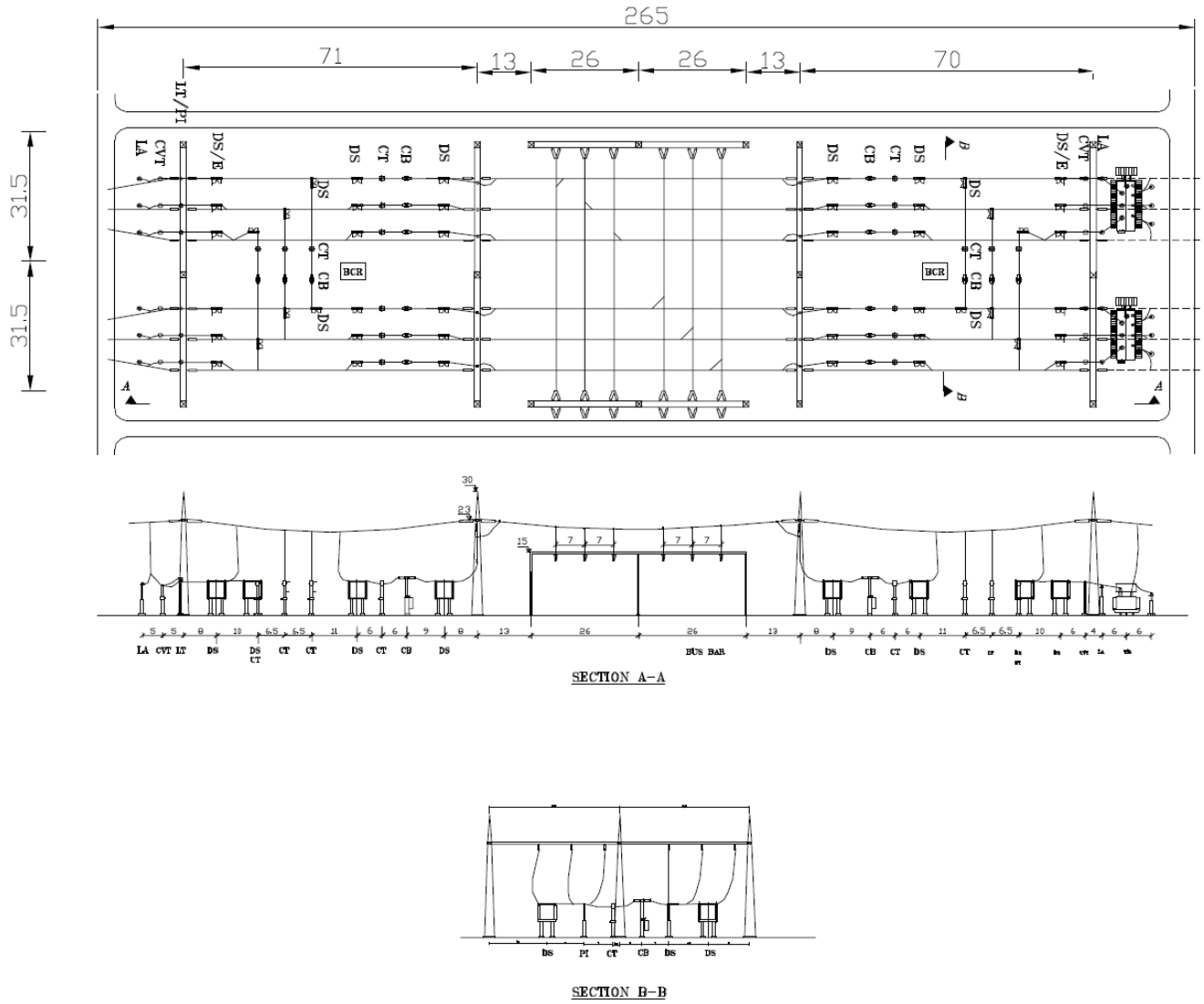
۸- پیش‌بینی جهت توسعه در آینده

پس از تهیه طرحهای مقدماتی پلان جانمایی و استقرار تجهیزات پست برای طرح فعلی، بایستی وضعیت آینده پست را از لحاظ قابلیت اتصال خطوط انتقال پیش‌بینی کرد و جهت ورود و خروج آنها و همچنین امکان افزایش ترانسفورماتورهای قدرت تمهیدات لازم را منظور نموده و با پیش‌بینی‌هایی که از این لحاظ در مورد پستها می‌شود هماهنگ کرد.

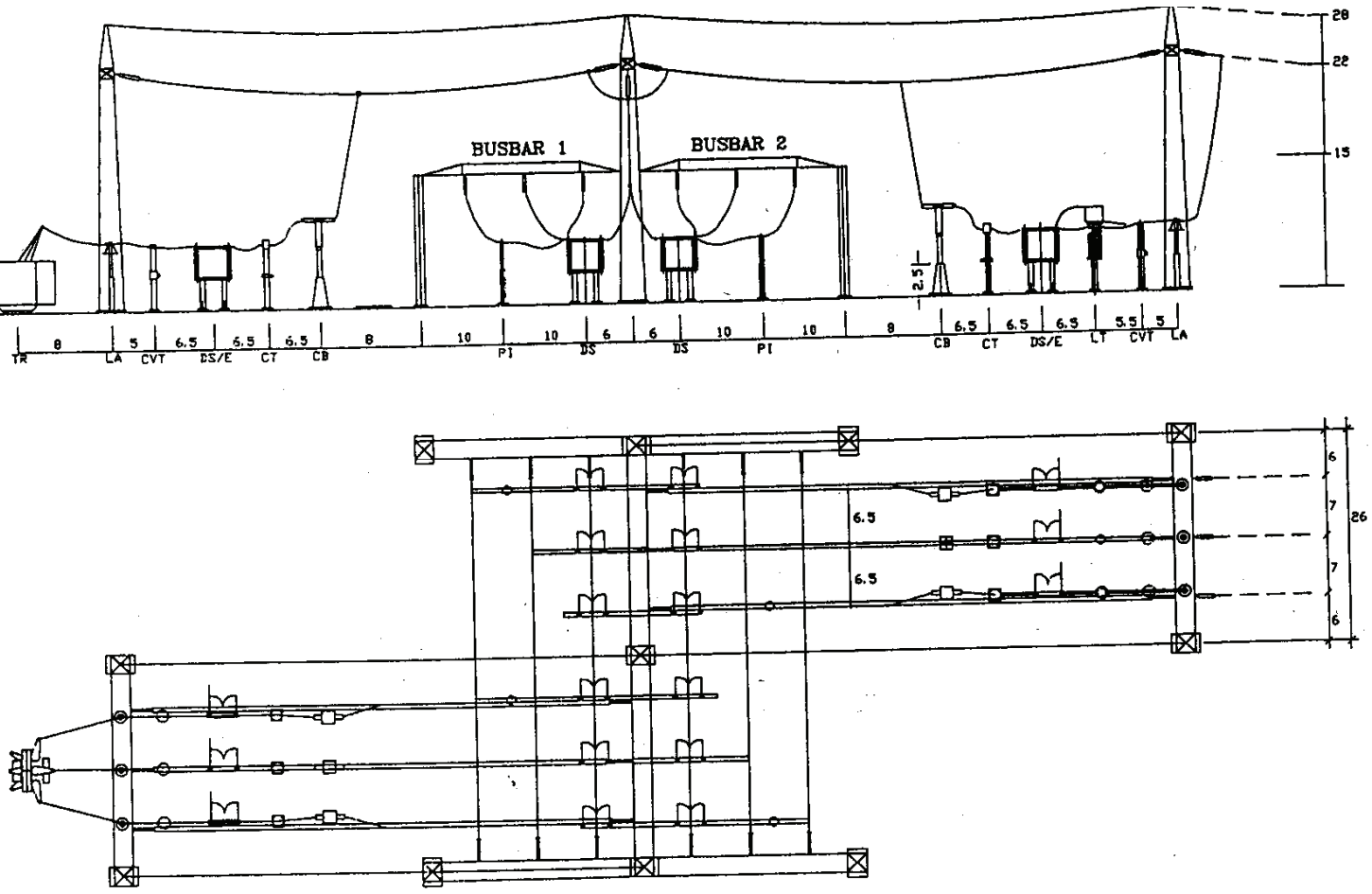
۹- نمونه نقشه‌ها

در ادامه گزارش نقشه‌های جانمایی نمونه‌ای پستهای فشارقوی با توجه به سطح ولتاژ و طرح شینه‌بندی ارائه شده است که به شرح زیر می‌باشد:

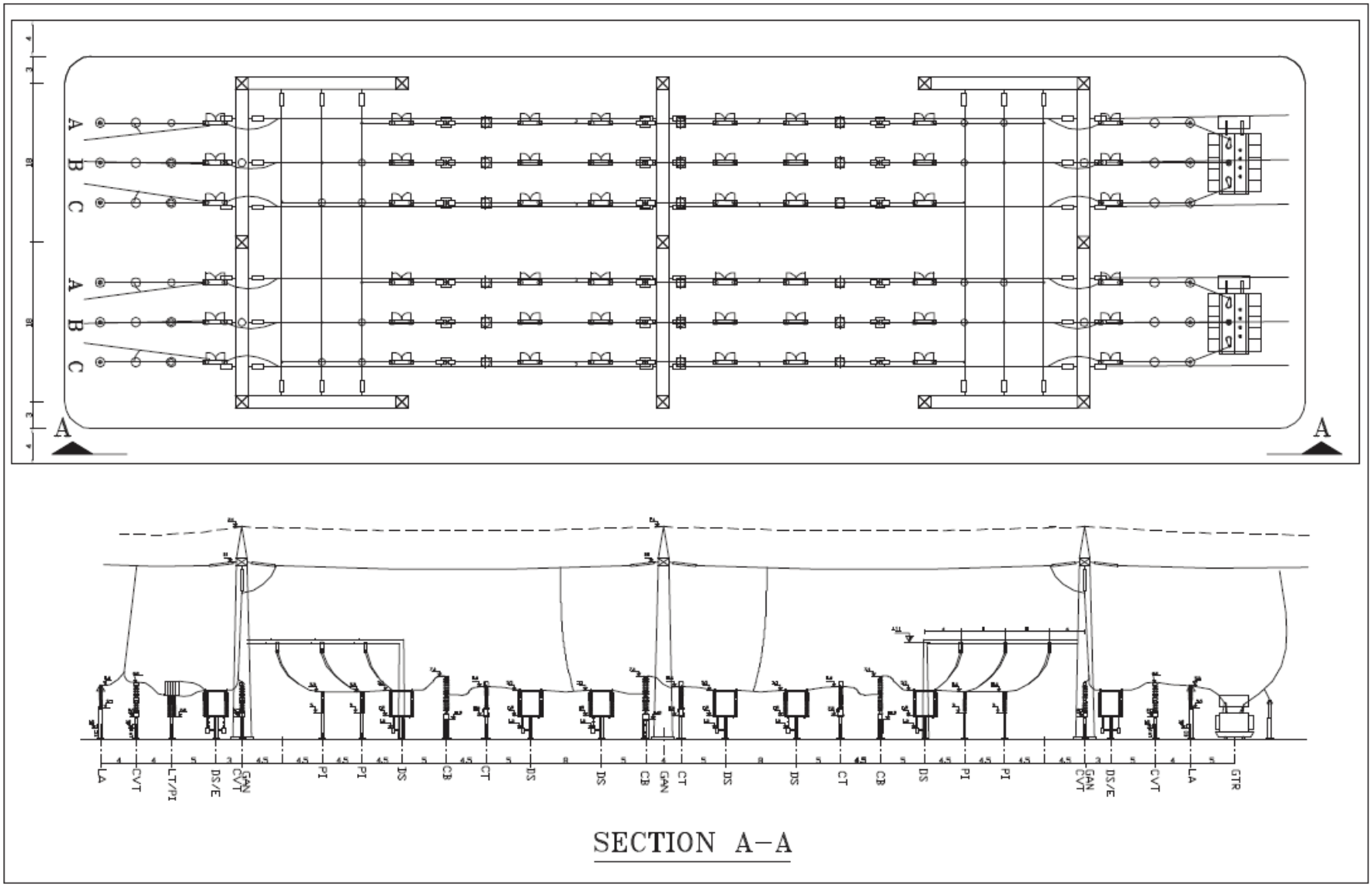
- شینه‌بندی ۱/۵ کلیدی معکوس- پست ۴۰۰ کیلوولت (شکل ۱۴)
- شینه‌بندی دوبل- پست ۴۰۰ کیلوولت (شکل ۱۵)
- شینه‌بندی ۱/۵ کلیدی معمولی- پست ۲۳۰ کیلوولت (شکل ۱۶)
- شینه‌بندی دوبل- پست ۲۳۰ کیلوولت (شکل ۱۷)
- شینه‌بندی اصلی و فرعی- پست ۱۳۲ کیلوولت (شکل‌های ۱۸ و ۱۹)
- شینه‌بندی ساده طرح H- پست ۱۳۲ کیلوولت (شکل‌های ۲۰ و ۲۱)
- شینه‌بندی ساده طرح A- پست ۶۳ کیلوولت (شکل‌های ۲۲ و ۲۳)
- شینه‌بندی طرح U- پست ۶۳ کیلوولت (شکل‌های ۲۴ و ۲۵)



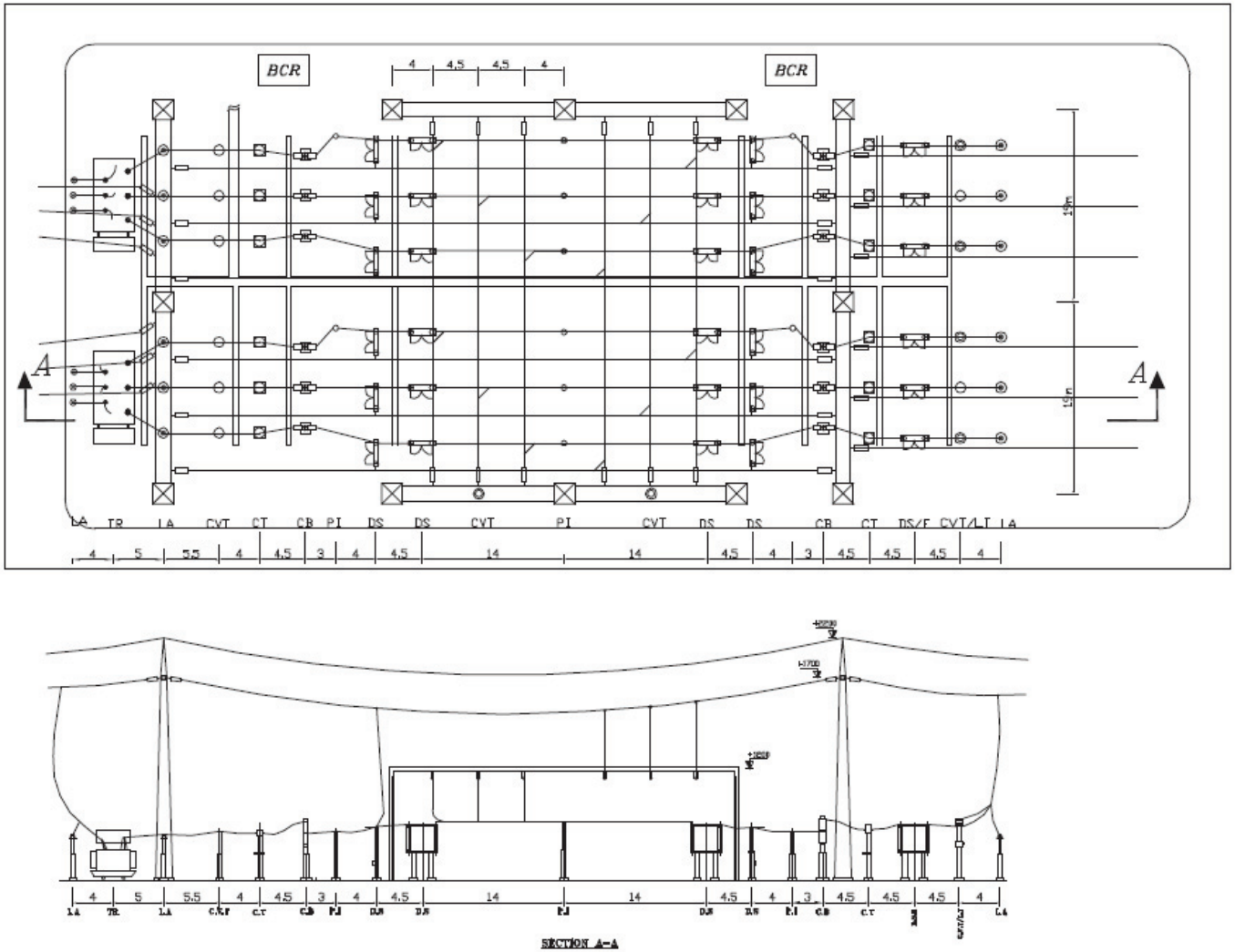
شکل ۱۴: نقشه جانمایی و مقاطع یک نمونه پست ۴۰۰ کیلوولت با شینه‌بندی ۱/۵ کلید معکوس



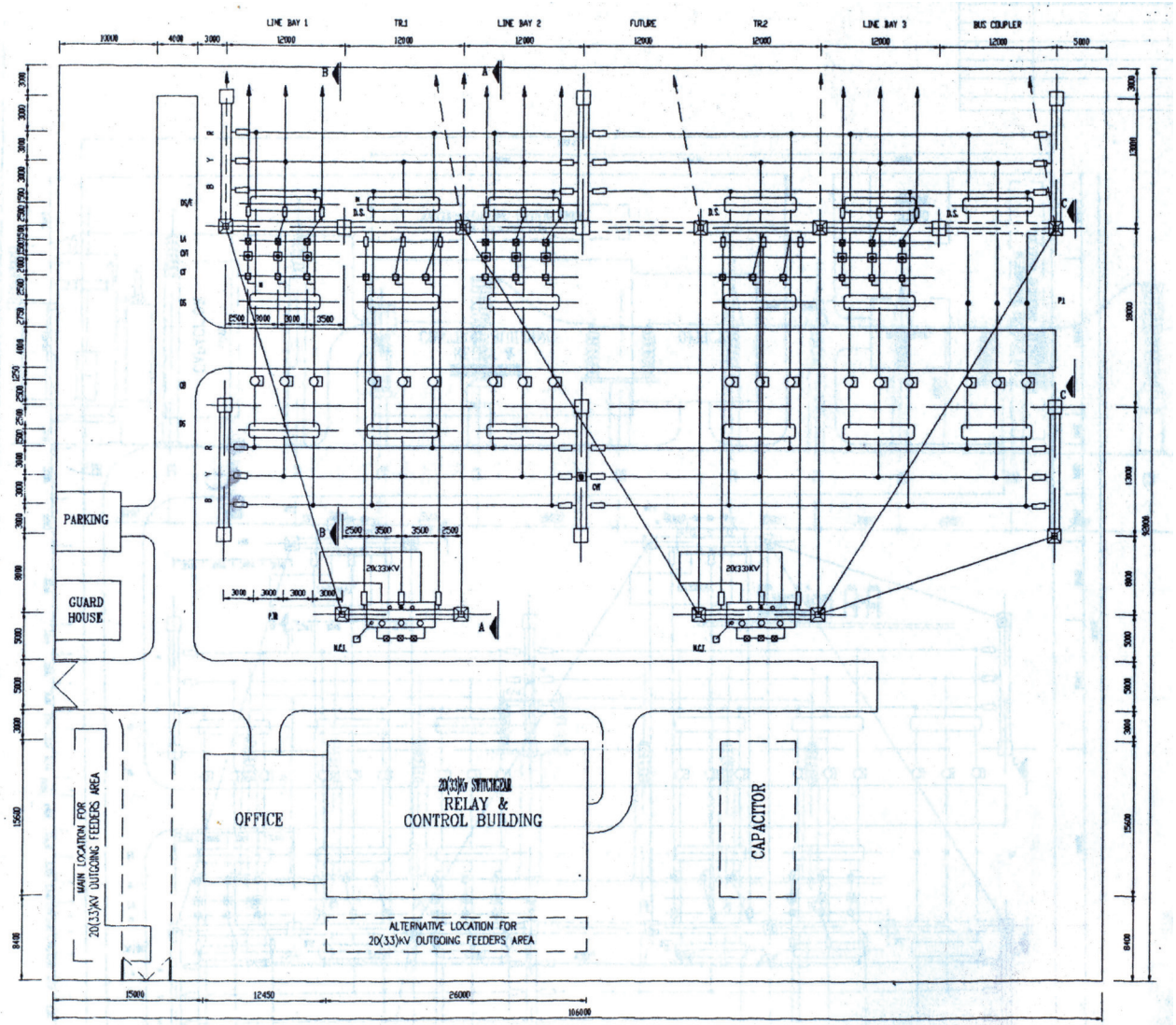
شکل ۱۵: نقشه جانمایی و مقاطع یک نمونه پست ۴۰۰ کیلوولت با شینه‌بندی دوبل



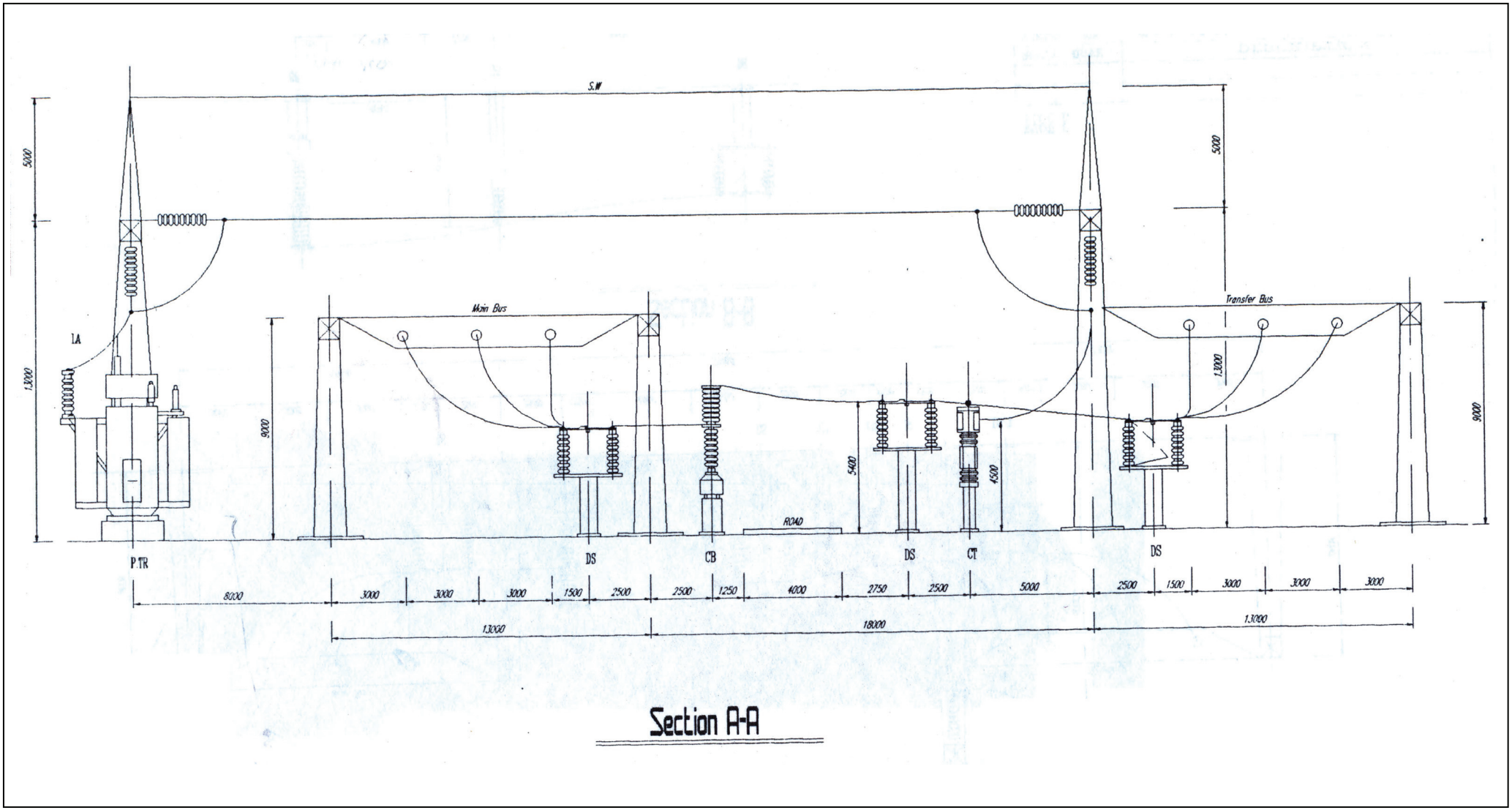
شکل ۱۶: نقشه جانمایی و مقاطع یک نمونه پست ۲۳۰ کیلوولت با شینه‌بندی ۱/۵ کلید معمولی



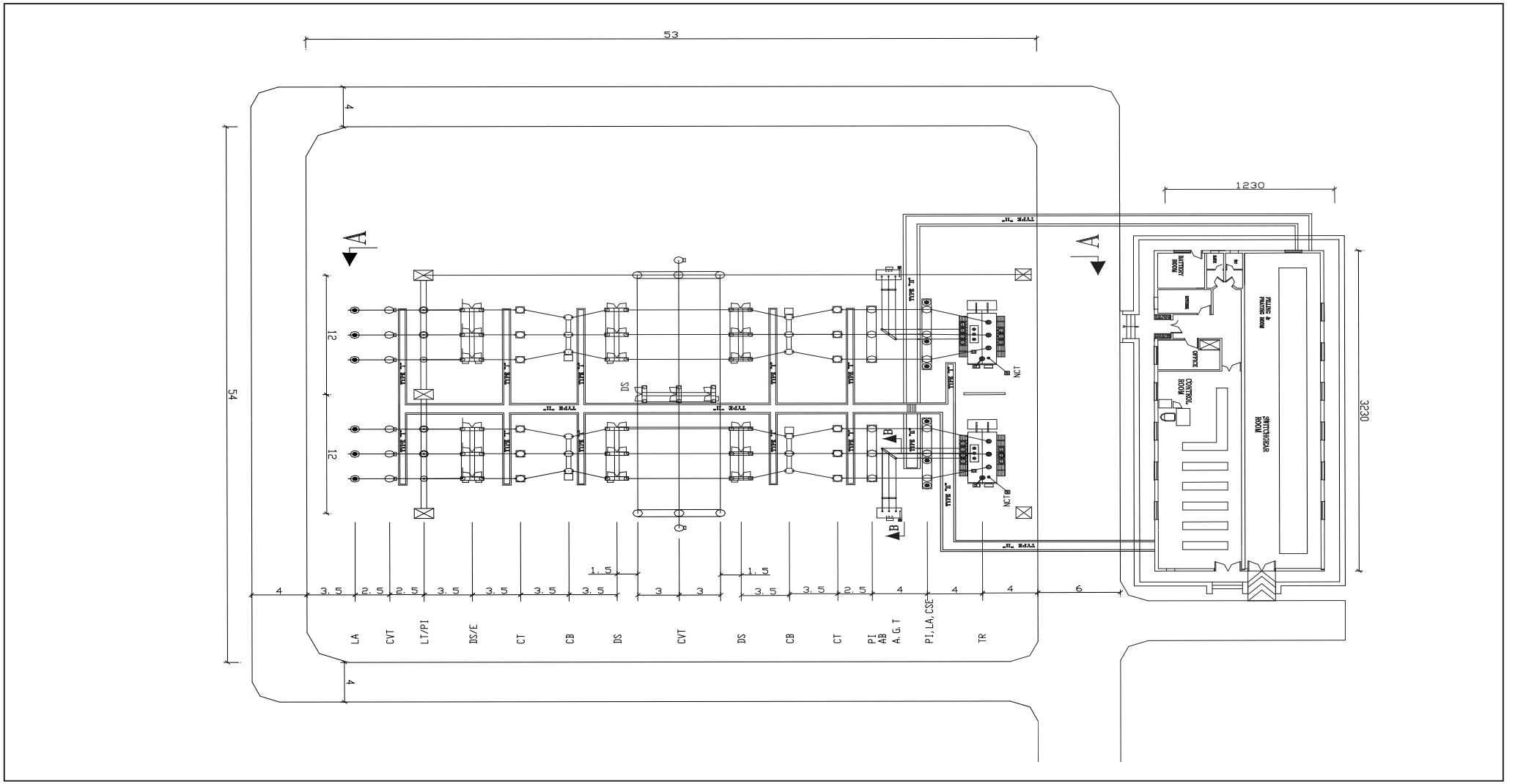
شکل ۱۷: نقشه جانمایی و مقاطع یک نمونه پست ۲۳۰ کیلوولت با شینه‌بندی دوبل



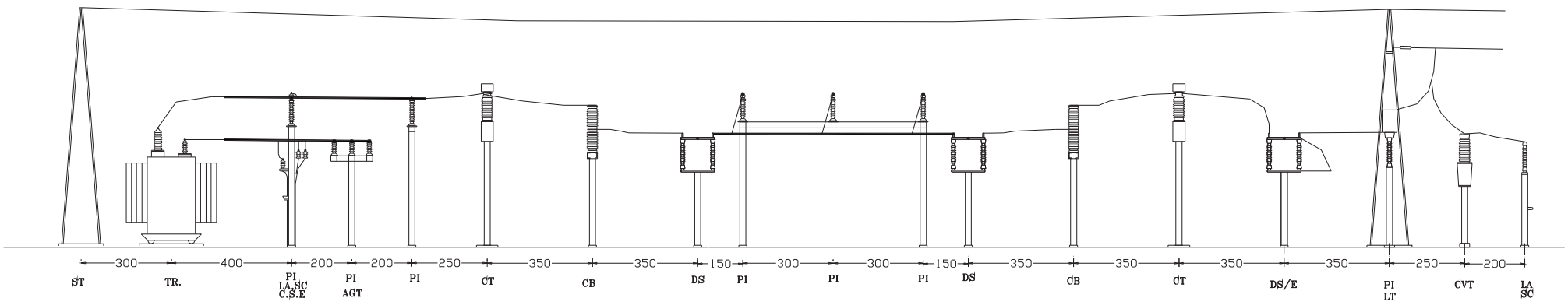
شکل ۱۸: نقشه جانمایی پست ۱۳۲ کیلوولت با شینه‌بندی اصلی و فرعی



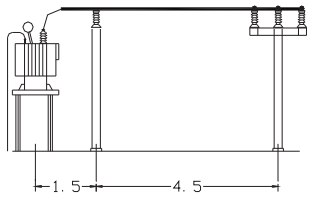
شکل ۱۹: نقشه مقاطع پست ۱۳۲ کیلوولت با شینه‌بندی اصلی و فرعی



شکل ۲۰: نقشه جانمایی پست ۱۳۲ کیلوولت با شینه‌بندی ساده طرح H

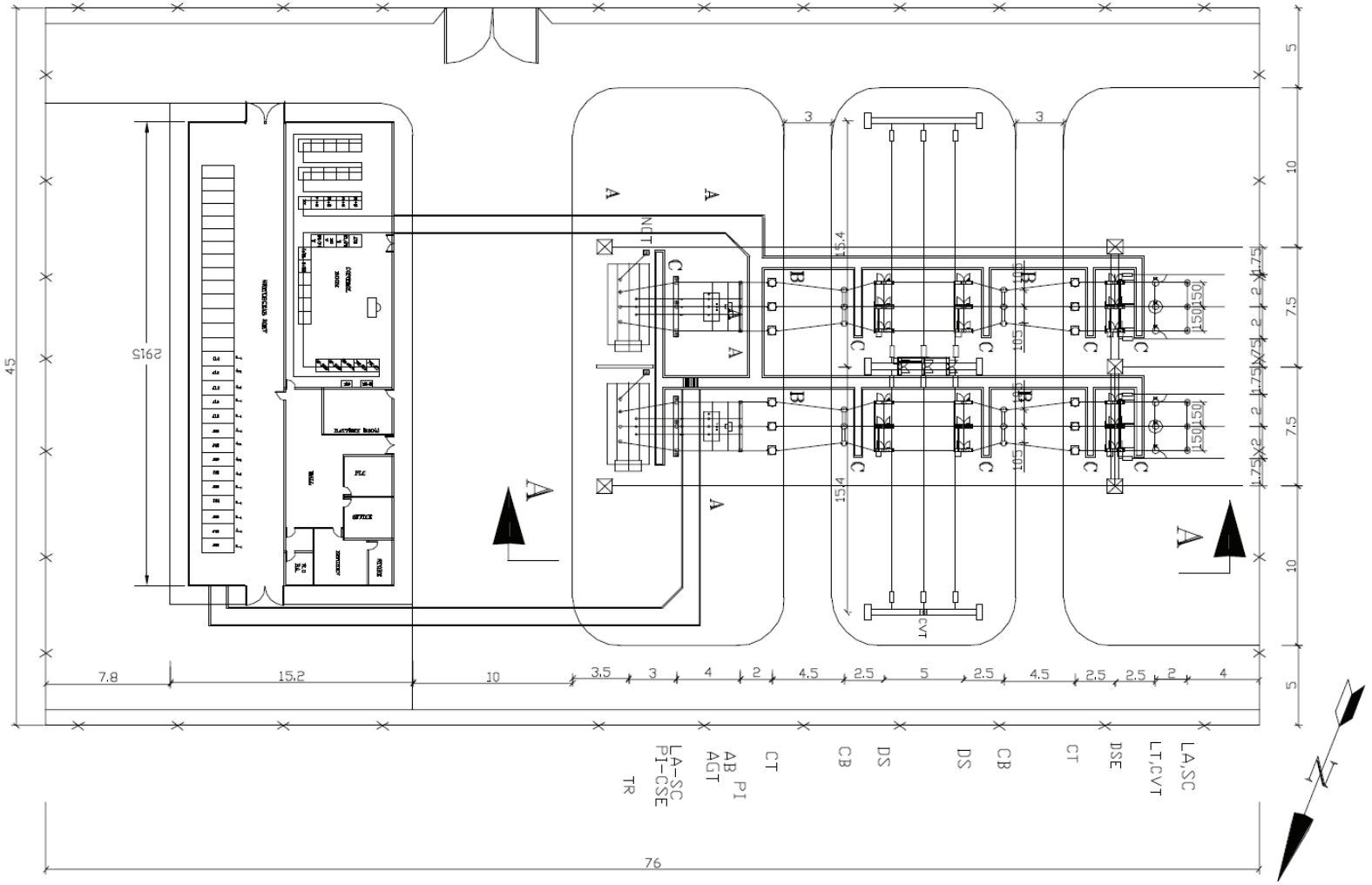


SECTION A–A

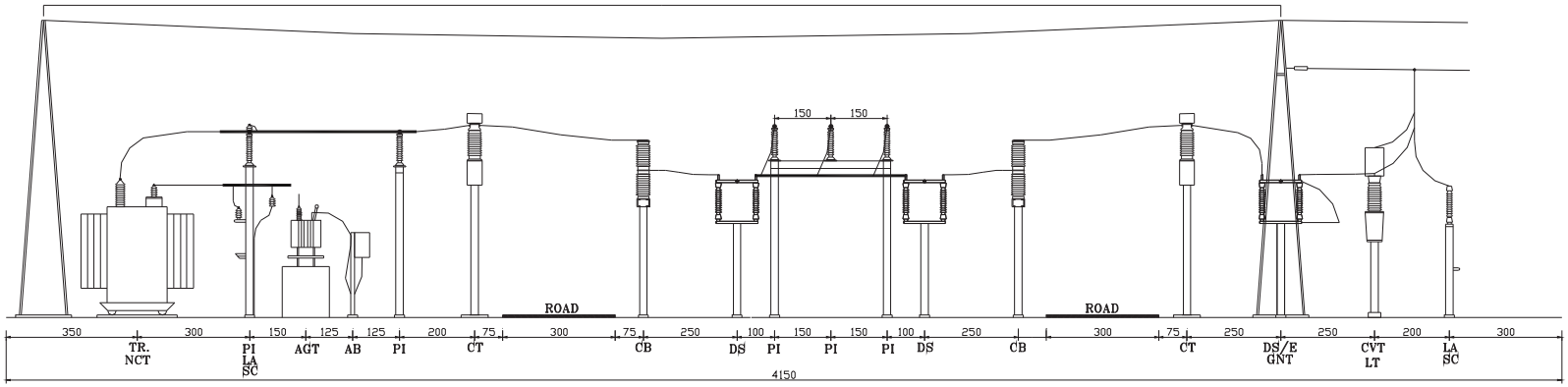


SECTION B–B

شکل ۲۱: سکشن‌های یک نمونه پست ۱۳۲ کیلوولت با شینه‌بندی ساده طرح H

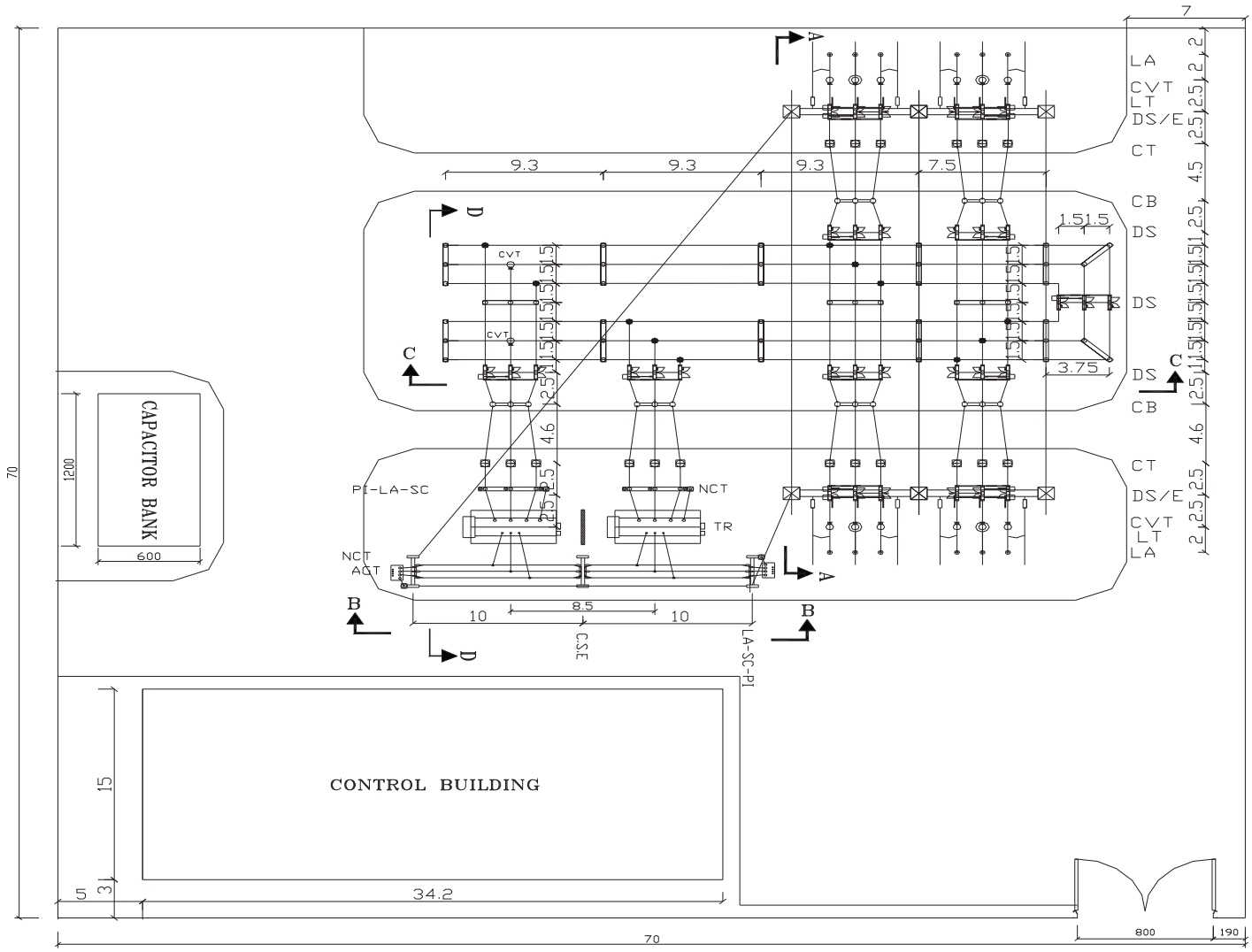


شکل ۲۲: نقشه جانمایی پست ۶۳ کیلوولت با شینه‌بندی ساده طرح H

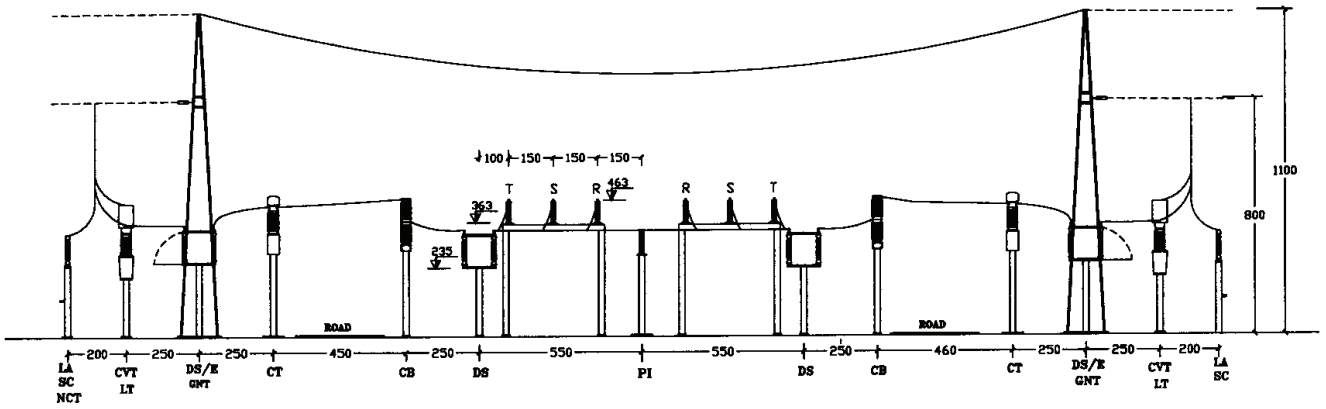


SECTION A–A

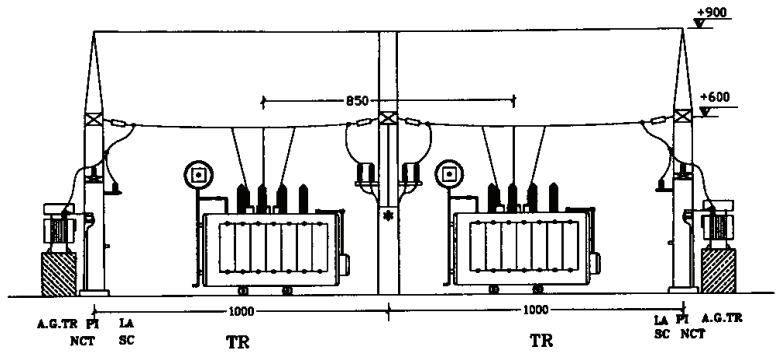
شکل ۲۳: سکشن نمونه پست ۶۳ کیلوولت با شینه‌بندی ساده طرح H



شکل ۲۴: نقشه جانمایی پست ۶۳ کیلوولت با شینه‌بندی ساده با طرح U



SECTION A–A



SECTION B–B

شکل ۲۵: سکشن نمونه پست ۶۳ کیلوولت با شینه‌بندی ساده با طرح U

منابع و مراجع

[1] IEC 60071: Insultion Coordination.
[2] BS 7354 : code of practice for Design of High Voltage open Terminal stations, 1990.
[3] SSPB, Vol. 1(4): 400 kv Substations in Iran, Design Standard.
[4] "The effect of safety regulations on the desing of substations ELECTRA NO.19,1971.
[5] ABB Switchgear Manual, 10th edition, 2001.
[۶] استاندارد پستهای ۲۳۰/۴۰۰ کیلوولت، جلد ۲۳۱: معیارهای طراحی و مهندسی طرحهای جانمایی، مهندسین مشاور نیرو،۱۳۷۷
[۷] استاندارد پستهای (۳۳) ۱۳۲/۲۰ کیلوولت معمولی، جلد ۱۲۱۳: استقرار فیزیکی تجهیزات پست، مهندسین مشاور قدس نیرو ۱۳۷۴
[۸] استاندارد پستهای ۶۳/۲۰ کیلوولت، معیارها، استانداردها و جداول طراحی،مشانیر، ۱۳۷۲

خواننده گرامی

امور نظام فنی معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی رئیس جمهور، با گذشت بیش از سی سال فعالیت تحقیقاتی و مطالعاتی خود، افزون بر پانصد عنوان نشریه تخصصی – فنی، در قالب آیین‌نامه، ضابطه، معیار، دستورالعمل، مشخصات فنی عمومی و مقاله، به‌صورت تألیف و ترجمه، تهیه و ابلاغ کرده است. نشریه پیوست در راستای موارد یاد شده تهیه شده، تا در راه نیل به توسعه و گسترش علوم در کشور و بهبود فعالیتهای عمرانی به کار برده شود.

لطفاً برای اطلاعات بیشتر به سایت اینترنتی **http://nezamfani.ir** مراجعه نمایید.

نظام امور فنی

Islamic Republic of Iran
Vice Presidency for Strategic Planning and Supervision

General Technical Specification and Execution Procedures for Transmission and Subtransmission Networks HV Substation Design

NO: 486

Office of Deputy for Strategic Supervision
Department of Technical Affairs
http://nezamfani.ir

Energy Ministry - Tavanir Co.
Power Industry Technical Criteria Project
www.tavanir.ir

2012

این نشریه

با عنوان «مشخصات فنی عمومی و اجرایی پست ها، خطوط فوق توزیع و انتقال – معیارهای طراحی و مهندسی طرح های جانمائی در پست ها ی فشار قوی» شامل مباحث مربوط به معیارهای انتخاب و بررسی پارامترهای موثر در طرح جانمائی پست های فشار قوی در رده ولتاژی ۶۳ تا ۴۰۰ کیلو ولت می باشد.