بخش اول : اطلاعات

مقدمه :

پست برق باورس از جمله پستهای فوق توزیع برق منطقه ای زنجان می باشد که در سال ۱۳۷۲ و به منظور تامین برق و اصلاح افت ولتاژ منطقه مربوط به شهر محمدیه و روستاهای اطراف آن احداث و مورد بهره برداری قرار گرفت . این پست از جمله پستهای SAD طرح آلمان شرقی بوده و اکثر تجهیزات مربوط بجز ترانسفورماتورهای قدرت (که ساخت کارخانه ایران ترانسفور ماتور می باشد) مربوط به شرکت AEG می باشد . با توجه باینکه بار این پست عموماً جهت مصارف خانگی می باشد، نیازی به استفاده از بانکهای خازنی دیده نمی شود و متوسط ضریب قدرت پست ۰,۹۸ در شب و ۰,۹ در روز می باشد . تغذیه پست عموماً از پست $۲۳۰/۶۳^{KV}$ زیاران بوده و در مواردی خاص از پست $۲۳۰/۶۳^{KV}$ البرز تغذیه می شود. از ۱۲ خروجی سمت ۲۰^{KV} در حال حاضر ۷ خروجی به مورد بهره برداری رسیده است . متوسط پیک بار کل پست در روز عـــــــادی

۱۵^{MW} - ۸^{MVAR} و در پیک بار شب ۲۰^{MW} - ۱۰^{MVAR} می باشد . البته این اعداد و ارقام در یک ساعته عادی ثبت شده است . دور تجهیزات نیز فنس کشی شده است تا از بروز خسارت در اثر تماس حیوانات موزی از جمله موش و سمور و مار جلوگیری شود. قسمتهای دیگر پست به غیر از محدوده تجهیزات که شن ریزی شده ، آسفالت کاری و خیابان کشی شده است . تا دسترسی به مناطق مورد نیاز پست راحتتر گردد.

هدف از این پروژه که به عنوان پایان نامه کارشناسی انتخاب گردیده است؛ مقایسه فنی و عملی تجهیزات و طراحی پست با توجه به استانداردهای موجود و تصویب شده وزرات نیرو می باشد.

در این پروژه سعی شده است ضمن آشنایی با تعاریف و مفاهیم فنی پست به نحوه و نوع انتخاب تجهیزات و مقایسه با استانداردهای موجود در سطح شبکه برق رسانی ایران پرداخته شود .

امید می رود که این مجموعه بتواند نیاز دوستاران علم را براورد و پنجره ای روشن فراروی رهروان علم باز نماید .

در پایان از کلیه کسانی که مرا در این امر یاری و راهنمائی کردند من جمله استاد راهنمای عزیز جناب مهندس الهوردیزاده و استاد علمایی و آقایان مهندس نوروزیان , مرادی و حسامی و پرویزی و ظفرجو و همسرم کمال تشکر را دارم.

((اطلاعات محیطی و دسته بندی آسیب))

از آنجاکه تجهیزات پستها تحت تاثیر شرایط محیطی پست قرار می گیرند لذا در طراحی آنها بایستی به این مشخصات توجه نمود. برای گروه بندی این مشخصات امکانات و جلسات زیادی با سازمان هوا شناسی صورت گرفت و سرانجام در سال ۱۹۷۵ به بعد و به توصیه سازمان مزبور فعلاً می بایست از اطلاعات سالهای ۱۹۵۰ و ۱۹۷۵ که در نشریات هوا شناسی موجود است استفاده نمود . لذا این اطلاعات برای ۱۵۵ منطقه موجود طبق جدول پیوست جمع آوری و به شرح زیر گروه بندی گردیده است :

۱- ارتفاع از سطح دریا : با افزایش ارتفاع از سطح دریا دانسته هوا کاهش یافته و از یک طرف خاصیت عایقی آن که در سطوح عایقی خارجی نقش داردکاهش یافته و از سوی دیگر خاصیت تبادل حرارت بین دستگاهها و محیط اطراف کاهش می یابد. این پارامتر به شرح زیر گروه بندی شده است :

- گروه A ارتفاعهای کمتر از ۱۰۰۰ متر معادل ۱۰۰۰ متر (شرایط نرمال)

- گروه B ارتفاعهای بین ۱۰۰۰ تا ۱۵۰۰ متر معادل ۱۵۰۰ متر

- گروه C ارتفاعهای بین ۱۵۰۰ تا ۲۰۰۰ متر معادل ۲۰۰۰ متر

- گروهD ارتفاعهای بیش از ۲۰۰۰ متر که بسیار محدود می باشد معادل ۲۵۰۰ متر

۲- درجه حرارت حداکثر محیط : این درجه حرارت که عمدتاً در طرح سیستم های خنک کننده و درجه حرارت مجاز هادیها و غیره نقش دارد به شرح زیر گروه بندی شده است:

- گروه A مناطقی که درجه حرارت حداکثر آنها کمتر از $^{\circ}c$۴۰ است . معادل $^{\circ}c$۴۰ (شرایط نرمال)

- گروه B مناطقی با درجه حرارت حداکثر مطلق بین $^{\circ}$۴۰ تا $^{\circ}C$ ۴۵معادل $^{\circ}C$۴۵.

- گروه C مناطقی که با درجه حرارت حداکثر مطلق آنها بین ۴۵ تا $^{\circ}$۵۰ سانتی گراد معادل $^{\circ}$۵۰ سانتی گراد

- گروه D مناطقی که درجه حرارت حداکثر مطلق آنها بیش از ۵۰ است معادل ۵۵ درجه سانتی گراد .

۳- درجه حرارت حداقل محیط

برای کارکرد مناسب تجهیزات و قسمتهای وابسته در شرایط مزبور نقش دارد .

به شرح زیر :

- گروهA مناطقی که درجه حرارت حداقل محیط آنها از $^{\circ}$ ۲۰-سانتیگراد کمتر نمی شود. معادل ۲۰- درجه سانتیگراد (شرایط نرمال)

- گروه B مناطقی که درجه حرارت حداقل محیط آنها بین ۲۰- تا ۳۰- درجه سانتیگراد معادل $^{\circ}c$-۳۰

- گروه C مناطقی که درجه حرارت حداقل محیط آنها از $^{\circ}$ ۳۰- نیز کمتر می باشد معادل $^{\circ}c$-۴۰

۴- سرعت باد :

سرعت بادهای کوتاه مدت (Gout wind) با احتمال ۲٪ و در ارتفاع ۱۰ متر و با دوره زمانی ۵ ثانیه درطراحی پستها از نقطه نظر نیروهای مکانیکی وارده به تجهیزات و سازه ها و ... در نظر گرفته می

شود طبق بررسی های انجام شده این سرعت در اکثر نقاط کشور معادل ۴۰ متر در ثانیه بصورت استاندارد بایستی در نظر گرفته شده و در مناطق ساحلی خلیج فارس ۴۵ متر در ثانیه است به شرح زیر دسته بندی شده است :

- گروه A سرعتهای زیر ۳۰ متر در ثانیه

- گروه B سرعتهای بین ۳۰ تا ۴۰ متر در ثانیه

- گروه C سرعتهای بیشتر از ۴۰ متر در ثانیه

۵- رطوبت نسبی :

گروه A رطوبتهای زیر ۵۰٪

گروه B رطوبتهای بین ۵۰ تا ۷۵ ٪

گروه C رطوبتهای بیش از ۷۵ ٪

۶- زلزله

این موضوع تحت بررسی بوده است.

۷- ضخامت یخ

مقدار یخ بر روی سیمها و تجهیزات در محاسبات و طراحی استقامت مکانیکی پایه ها و محاسبات کششی در سیمها نقش اساسی دارد . بر اساس مطالعات صورت گرفته برای خطوط انتقال ضخامت یخ ۲ سانتیمتر در اکثر نقاط ایران متداول است ولی در نواحی حاشیه خلیج فارس در نظر گرفتن ضخامت یخ ضرورتی ندارد . در نواحی دریای خزر و کوهستانی سرد نیز با ارتفاع بیش از ۲۵۰۰ متر این ضخامت معادل ۴ سانتی متر در حالت بدون باد مد نظر است.

۸- تعداد روزهای رعد و برق دار :

این پارامتر نیز در محاسبات هماهنگی عایقی و سیم محافظت از صاعقه نقش دارد که متاسفانه آمار دقیقی در مورد نقاط مختلف وجود ندارد و تنها مرجع مناسب منحنی های ایزو کروفیک تقریبی است . که توسط دانشگاه امیر کبیر و سازمان هواشناسی تهیه گردیده است . لازم به ذکر است که در نظر

گرفتن این پارامتر در مورد ولتاژهای بالا بسیار حساس است و برای پستهای ۶۳/۲۰ چندان مهم نیست .

۹- میزان آلودگی

مقدار آلودگی هوا در تعیین سطح ایزولاسیون خارجی و طرح مقره ها نقش عهده دارد و بر اساس استاندارد IEC(۷۱-۲) مناطق بر حسب میزان آلودگی به چهار گروه مختلف به شرح زیر دسته بندی می شوند.

- مناطق بدون آلودگی
- مناطق با آلودگی سبک
- مناطق با آلودگی سنگین
- مناطق با آلودگی خیلی سنگین

پارامترهای دیگر :

عمدتاً با اندازه گیری مستقیم از محل پست تعیین می گردد از قبیل مقاومت مکانیکی خاک و ...

طراحی پستها از نقطه نظر وظیفه

۱- پستهای نیروگاهی (بالا برنده ولتاژ) : Set up Substation

به سمت محدودیتهایی که در ساخت ژنراتورها از نظر سطح ولتاژ وجود دارد برای انتقال انرژی بصورت زیاد به فواصل طولانی مجبوریم در چند مرحله ولتاژ را افزایش دهیم و این افزایش ولتاژ در پستهای نیروگاهی صورت می گیرد.

۲- پستهای توزیع : Distribution Substation

هر چه به مراکز مصرف نزدیکتر شویم بایستی سطح ولتاژ را کاهش دهیم . کاهش ولتاژ در قدرتهای پایین از ولتاژ بالا به پایین اقتصادی نیست و بایستی این کاهش ولتاژ در چندین مرحله انجام پذیرد.

۳- پستهای کلیدزنی:

پستهایی که در آنها تبدیل ولتاژ انجام نگرفته بلکه فقط کارشان ارتباط خطوط مختلف شبکه به یکدیگر است . و ممکن است پست کلید زنی همراه پستهای توزیع نیز باشد.

((پستها از نظر استقرار فیزیکی))

۱- پستهای باز (بیرونی) Outdoor: تمامی تجهیزات در هوای آزاد نصب شده و تحت تاثیر شرایط جوی اند.

۲- پستهای بسته درونی Indoor : پستهایی که تمام تجهیزات بجز ترانس در یک محیط بسته قرار گرفته و تحت تاثیر شرایط جوی نیستند.

پستهای باز خود بر چند نوع می باشند:

۱- معمولی Conventional : تمامی تجهیزات در هوای آزاد است و عایق بین فازها و فاز با زمین هوا بوده و تحت تاثیر شرایط جوی هستند و این پستها در جاهایی که زمین ارزش ندارد و آلودگی کم است .در ولتاژهای بالا اقتصادی است .

اکثر پستهای $۶۳/۲۰^{kv}$ از این نوع طراحی بهره گرفته اند.

مزایا :

۱- در مقایسه با پستهای GIS از سهولت و سادگی بیشتری در نصب و راه اندازی بهره برداری , نگهداری و تعمیرات برخوردارند.

۲- هزینه سرمایه گذاری برای این نوع پستها در صورت عدم وجود آلودگی در محیط نسبت به پستهای GIS کمتر است (حدوداً ۴۰٪ بدون توجه به قیمت زمین)

۳- برای ساخت قسمتی از تجهیزات این نوع پستها در ایران پیش بینی هایی صورت گرفته که در صورت تحقق آن در طرف هزینه های ارزی این نوع پستها صرفه جویی خواهد شد.

ب - معایب

۱- این نوع پستها به فضای بیشتری برای سو یچگیر نیاز دارند . در نتیجه برای پستهای با محدودیت وسعت زمین مناسب نمی باشد.

۲- در صورت وجود آلودگی در محیط (رطوبت , املاح طبیعی و مصنوعی , گرد و غبار , برف, باران و ...) در طراحی این نوع پستها می بایست ملاحظات مربوط به فاصله خزشی در نظر گرفته شودو باعث افزایش قیمت تجهیزات پست می گردد. علاوه بر این بهره برداری در محیط های آلوده با مشکلاتی از نظر جریانهای خزشی , جرقه و اتصال کوتاه روی مفره ها روبرو می باشند و به تعمیرات و نگهداری دوره ای بیشتری نسبت به پستهای GIS احتیاج دارند.

۳- پستهای گازی (GIS) (Gas Insulated Substation)

در این نوع پستها تمامی تجهیزات در داخل یک محفظه فلزی که پر از گاز SF۶ است و این محفظه فلزی هم پتانسیل با زمین است.

گاز SF۶ گازی است که خاصیت عایقی بیشتر از هوا دارد و در فشارهای بالاتر از این اختلاف بیشتر می شود . استفاده از این پستها ابعاد این پست را ۱۰ برابر کاهش می دهد و در مناطقی که زمین ارزشمند است و آلودگی بیشتر است ، از این پستها استفاده می شود.

۴- پستهای هوایی (Pole Mounted Substaion)

در ولتاژهای ۲۰^{Kv} به پایین و در قدرتهای ۶۶۰^{KvA} استفاده می شودکه معمولاً در حومه شهرها , کارخانجات , روستاها و.... روی تیر برق نصب می گردد . و تجهیزات عمده آنها فیوز کات اوت و ترانس است .

دیاگرام تک خطی

دیاگرام تک خطی عبارت است از نقشه ای که بصورت تک خطی (تک فاز) وبا استفاده از علائم استاندارد تجهیزات فشار قوی هر فیدر پست و ارتباطات و اتصالات آنها را به یکدیگر , باس بارها، دیگر فیدرها و تجهیزات کمکی نشان می دهد. به عبارت دیگر این دیاگرام منعکس کننده نحوه شین بندی، نوع و ارتباط تجهیزات مختلف هر فیدر نسبت به یکدیگر و دیگر فیدرها و تجهیزات کمکی نظیر کلیدهای کوپلاژ، سکسیونرهای باس بار , باسبارهای کمکی و غیره که ممکن است در طرح پیش بینی شده باشند، می باشند . این دیاگرام بدون اندازه گذاری و مقیاس می باشدو در تهیه آن سعی می شود که با نقشه لی اوت به جهات جغرافیایی و طرز استقرار فیزیکی تجهیزات هماهنگی می باشد چه در

این صورت نقشه گویا تر و موجب سهولت در کارهای عملیاتی وبهره برداری خواهد گردید . بطور کلی یک نقشه تک خطی منعکس کننده اطلاعات زیر است :

۱- نوع شینه بندی

۲- مقدار و نوع فیدرها در سطوح مختلف ولتاژ

۳- تجهیزات هر فیدر , طرز اتصال آنها به یکدیگر , باس بارها و تجهیزات کمکی

۴- ترانسفور ماتورهای قدرت , وسایل جبران کننده و ترانسفورماتورهای زمین

۵- نحوه زمین شدن نوترال (مستقیم , با استفاده ار رزیستور و غیره)

۶- وضعیت و موقعیت توسعه های آتی

۷- اطلاعات و مشخصات فنی اصلی هر یک از تجهیزات

در دیاگرام خطی جهت نشان دادن تجهیزات از علائم استاندارد توصیه شده در استاندارهای بین المللی (IEC۱۱۷) و یا بعضاً از علائم خاصی که تعریف شده و در کنار نقشه نهائی داده می شوند استفاده می گردد.

۱-۴-۱شرح دیاگرام تک خطی پست این پست دارای دو سویچگیر ۶۳^{kv} به نامهای زیاران و قزوین بوده و نیز هر دو مشابه هم می باشد سویچگیر زیاران دارای تجهیزات زیر می باشد.

۱- V۶۰۸LA : برقگیر اول خط

۲- V۶۰۸PT : ترانس ولتاژ

۳- V۶۰۸۹ : سکسیونر ارت خط زیاران

۴- V۶۰۸۳ : سکسیو نر بی خط زیاران

۵- V۶۰۸CT : ترانس جریان بی خط زیاران

۶- V۶۰۸۲ : بریکر بی خط زیاران

۷- V۶۰۸۱ : سکسیونر قبل از باسبار زیاران

۸- ۶۲BUS : باسبار مربوط به زیاران

۹- ۶۴۲۱ : سکسیو نر بی ترانس دو

۱۰- ۶۴۲۲ : بریکر ترانس دو

T_2CT_{211}: ترانس جریان مربوط به T_2

۱۲-$T_2 LA_2$: برقگیر مربوط به ترانس دو

۱۳- T_2 : ترانس دو 30^{MvA} اولیه زمین شده

تجهیزات سویچگیر 20^{Kv} طرف T_2

۱- T_2LA_1 : برقگیر طرف 20^{Kv} ترانس دو

۲- GT_2 : ترانس نوترال طرف 20^{Kv} با سیم پیچی زیگزاگ زمین شده

۳- GT_2CT_1, GT_2CT_2 و GT_2CT_3: ترانسهای اندازه گیری جریان مربوط به ترانس نوترال

۴- SS_2 : ترانس تغذیه مصرف داخلی پست $20^{Kv}/400^{v}$

۵- T_2Ca : کابل زمینی 20^{Kv}

۶-T_2C_{T1} : ترانس جریان 20^{Kv} مربوط به فیدر ورودی 20^{Kv} ترانس دو

۷-$T_2 P_T$: ترانس ولتاژ مربوط به فیدر ورودی 20^{Kv} ترانس دو

۸- ۴۴۲۹ : سکسیو نر ارت فیدر ورودی 20^{Kv} ترانس دو

۹- ۴۴۲CT : ترانس جریان فیدر 20^{Kv} T_2 ترانس دو

۱۰- ۴۴۲۲ : بریکر و فیدر کشویی

تجهیزات فیدر های خروجی 20^{Kv} چون همگی مشابه هم می باشند به توضیح تجهیزات مربوط به یکی از فیدرهای خروجی اکتفا می کنیم . مشتمل است بر :

۱- V۴۲۱۲ : دیژنکتور 20^{Kv}

۲- V۴۲۱PT : ترانس ولتاژ

۳- V۴۲۱CT : ترانس جریان

۴- V۴۱۹ : سکسیونر زمین به طرف خروجی

۵- V۴۲۱ : خروجی خط

BUS۴۲ و BUS۴۱ شینه های مربوط به ۲۰^{Kv} می باشند از دو ورودی $T_۱$ و $T_۲$ تغذیه می شوند و توسط سکسیونر (کوپلاژ) جدا کننده V۴۸۱۱ و دیژنکتور V۴۸۱۲ در ارتباطند .شینه ۶۳^{Kv} نیز از نوع ساده بوده با سکسیونر جداکننده (V۶۸۱۰)

با توجه به دیاگرام تک خطی، این پست فاقد جبران ساز اکتیو و راکتیو می باشد .

علائم اختصاری به کار رفته در این نقشه عبارتند از :

T:Transformer V.T:VOLTAG TRANSFORMER

Ca:CABLE P.T:POTANTIAL TRANSFORMER

LA:LIGHTNING ARRESTER C.T:CAPACITOR TRANSFORMER

S.S:STATION SERVICE TRANSFORMER (ترانس مصرف داخلی)

((کد گذاری تجهیزات))

((کد گذاری خط))

طبق تعرفه وزارت نیرو جهت شناسائی و نام گذاری هر خط ، علامت شناسایی هر دو ایستگاه را نوشته و دنبال آن سه رقم اضافه می شود . رقم اول از سمت چپ بعد از حروف , نشانه ولتاژ خط و دو رقم بعدی شماره خط را مشخص می نماید .

ارقام زیر کد نوع ولتاژ ایستگاهها و تجهیزات و خطوط را نشان می دهد . که در کد گذاری تجهیزات اولین رقم بعد از حروف است .

کد	نوع ولتاژ (KV)
۰	$۰,۶^{KV}$ پایین تر و نقاط صفر تجهیزات و اتصالات زمین
۱	$۱-۳,۳^{KV}$
۲	$۳,۳ - ۶,۶^{KV}$
۳	۶,۶ - ۱۵
۴	۱۵ - ۲۰
۵	۲۰ - ۳۳

۶	۳۳ - ۶۶
۷	۶۶ - ۱۳۲
۸	۱۳۲ - ۲۳۰
۹	۲۳۰ -۴۰۰ و بالاتر

((کدگذاری مربوط به شین (BUS BAR)))

شین ها بوسیله یک حرف و یک عدد دو رقمی مشخص می شوند . حرف اول نام ایستگاه در ابتدا نوشته می شود . رقم اول از سمت چپ بیانگر ولتاژ و رقم دوم شماره شین می باشد.

((کد گذاری کلید های فشار قوی))

جهت کد گذاری کلید های فشار قوی از یک حرف و چهار عدد استفاده می شود .از چپ بعد از حرف اختصاری ایستگاه , رقم اول ولتاژ کلید , رقم دوم و سوم بطور مشترک نوع تجهیزات و شماره آن و رقم چهارم نوع قطع کننده را مشخص می کند .

نوع قطع کننده	نوع تجهیزات شماره تجهیزات	ولتاژ بر حسب KV	حرف اول نام ایستگاه

در رقم دوم وسوم:

اگر ۳۹-۰۰ باشد , کلید متعلق به خط می باشد .

اگر ۵۹-۴۰ باشد کلید متعلق به ترانسفورماتور می باشد.

اگر ۷۹-۶۰ باشد کلید متعلق به ژنراتور می باشد.

اگر ۹۹-۸۰ باشد کلید متعلق به دستگاه خاصی نیست و متفرقه است .

رقم چهارم طبق جدول زیر :

شماره	نوع و محل قطع کننده
۱	سکسیو نر انتخاب کننده اولین شین (شین اصلی)
۲	کلید قدرت
۳	سکسیو نر / خط
۴	سکسیونر انتخاب کننده دومین شین (شین فرعی)
۵	سکسیونر بای پاس
۶	سکسیو نر یا فیوز مربوط به ترانسفور ماتور
۷	سکسیونر مربوط به ژنراتور
۸	سکسیونر متفرقه
۹	سکسیونر ارت
۱۰	سکسیو نر جدا کننده شین از نظر طولی با سکسیونر جدا کننده طول خط

کد گذاری سکسیو نر ارت باس بار :

پس از نوشتن حرف اول نام ایستگاه , کد ولتاژ را می نویسم سپس عدد ۸ و پس از نوشتن آن شماره باسبار و نهایتاً عدد ۹ که بیانگر سکسیو نر ارت است نوشته می شود .

کد ترانس قدرت :

علامت اختصاری با حرفTاست با توجه به تعداد ترانسفورماتورها در کنار حرف T شماره ۱ تا ۱۹ به طور متوالی قرار می گیرد . مثال) T_1 تا T_{19} کد ترانس مصرف داخلی:

با حرف SS و به دنبال آن شماره ۱ تا ۱۹ مثل SS_1 .... تا SS_{19}

((کد ترانس ولتا ژ))

با حروف PT, VT , C.V.T مشخص شده اند . به دنبال آن شماره شینه خط و یا دستگاه ترانس ولتاژ به آن وصل شده , می آید مثلاً V۶۰۸PT

کد ترانسهای جریان

با حروف اختصاری CT و دنبال شماره خط , ترانس و سایر تجهیزات اساسی که CT متعلق به آن است , آورده می شود.

کد ترانس زمین :

با حروف GT , ET مشخص شده اند و با توجه به تعداد آنها در پست بعد از نوشتن حرف اختصاری به ترتیب شماره ۱-۳ استفاده می شود.

مثلاً GT_1 , GT_2

کد خطوط ولتاژ کم

خطوط منشعب از ترانسفور ماتور ولتاژ و مصرف داخلی را با حرف F مشخص می نمایند .بعد از نام دستگاه که خط از آن منشعب شده نوشته می شود.

((کد برقگیر ها))

با حرف LA مشخص شده و بعد از آن شماره دستگاه که برقگیر به آن تعلق دارد اضافه می شود .

مثلاً T_1LA_1 برقگیرمربوط به T_1 است

در V۶۰۱LA V : حرف اختصاری خط

۶ : سطح ولتاژ ۶۳^{KV}

۰۱ : شماره خط

اطلاعات برداشت شده از دیاگرام تک خطی پست باورس

۱) سطح ولتاژ پست : ۶۳/۲۰ کیلو ولت

۲) ظرفیت نصب شده : ۳۰ مگا ولت آمپر

۳) تعداد ترانسهای قدرت : ۲

۴) تعداد دیژنکتور : ۱۰

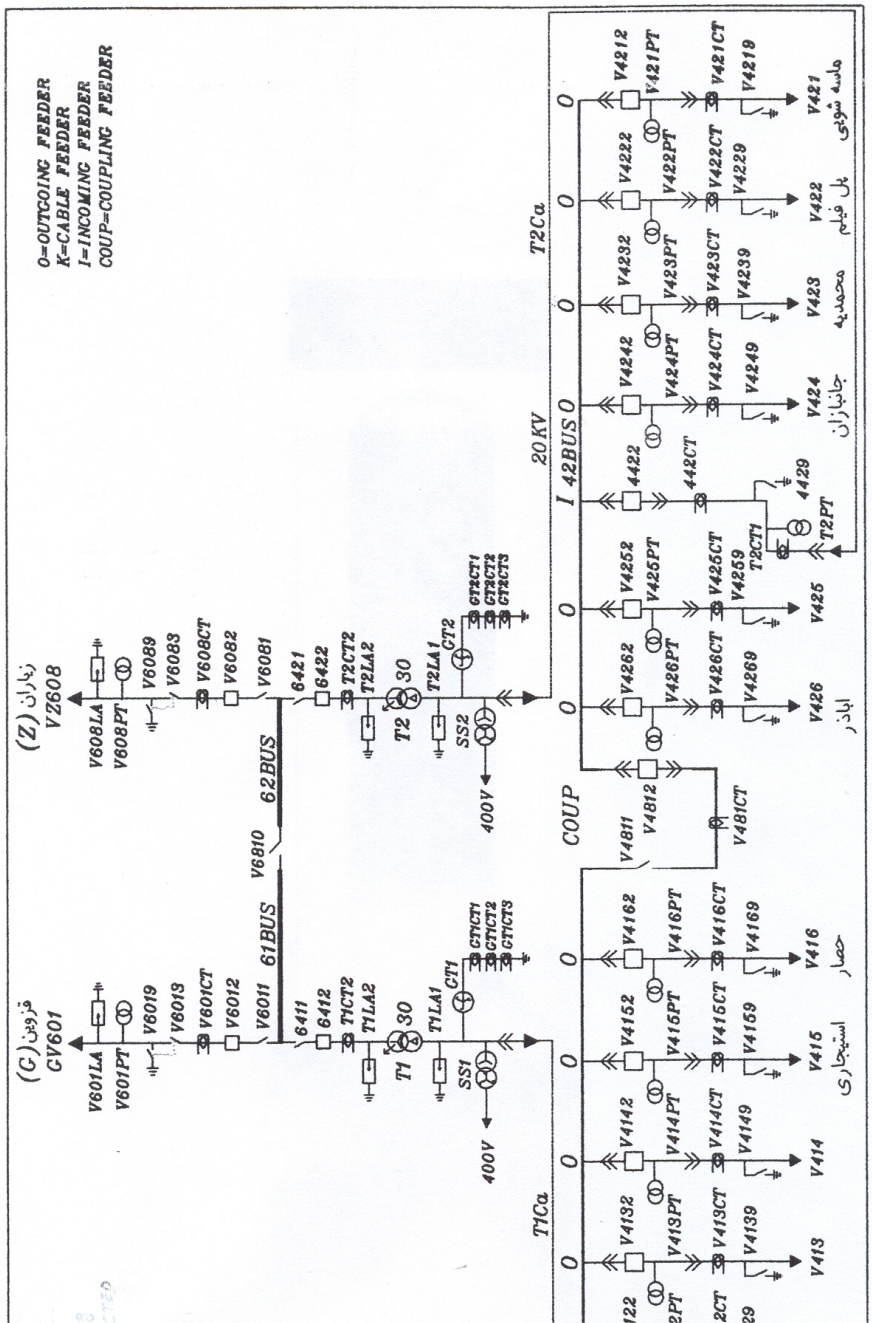
۵) تعداد ترانس جریان : ۷

۶) تعداد ترانس قدرت : ۲

۷) تعدا د سکسیو نر : ۸

۸) تعداد ترانس زمین : ۲

۹) تعداد ترانس مصرف داخلی : ۲



بخش ۲ : شینهٔ باسبار و یراق آلات

((شینه بندی در پستهای فشار قوی))

تعریف : نحوه ارتباط فیدرهای مختلف به شینه ها یا با یکدیگر در هر سویچگیر را شینه بندی گویند.

مبانی و معیار های انتخاب شینه بندی

از انتخاب نوع شینه بندی و آرایش کلیدها و سکسیونر های یک پست عوامل متعددی را باید در نظر گرفت.

۱- قابلیت اطمینان

۲- اقتصادی بودن

۳- انطباق با محدودیت ها و شرایط فیزیکی محیط

۴- سادگی و سهولت بهره برداری ، تعمیرات ، نگهداری و ایمنی برای پرسنل

انتخاب شینه بندی های مختلف بر این اساس صورت می گیرد که تاکید بر روی کدامیک از چهار عامل بالا گذاشته شود ضمن توجه به این نکته که تاکید و ضرورت رعایت هر یک از ۴ عامل بالا نیز خود تابع نقش و اهمیت پست در رابطه با تامین بار مورد نیاز است.

پس از انتخاب و تعیین نوع شینه بندی نیز شکل فیزیکی قرار گرفتن شینه ها براساس محدودیت های فیزیکی موجود در پست و تعداد فیدرها و جهت و موقعیت مکانی آنها تعیین می گردد .

انواع شینه بندی

بطور کلی شینه بندی یک پست می تواند بصورت زیر انتخاب شود.

سیستم های بدون شینه (Systems without busbar) شامل:

الف) سیستم فیدر- ترانس

ب) سیستم فیدر - دیژنکتور - ترانس

سیستم تک شینه ای (Systems with one main busbar)شامل:

الف) سیستم شینه ساده (Single busbar arrangment) در شین ساده به ازای هر فاز یک شین وجود دارد و انرژی همه خطوط ورودی به شین وارد و توسط خطوط خروجی از همان شین خارج می گردد . از این نوع شین به ندرت استفاده می شود . چون در صورتیکه نیاز به تعمیر روی بار و یا توسعه شبکه پیش می آید , اجباراً بایستی کلیه ورودی ها و خروجی ها بی برق گردند.در این نوع شین اگر روی بریکر هر کدام از خطوط ورودی یا خروجی اشکالی پیش آید آن خط تا رفع اشکال بی برق خواهد ماند.(شکل۱)

۲- شین ساده مجهز به سکسیونر در طول شین : در این نوع شین , سکسیونر شین را از نظر طولی به دو قسمت تقسیم می کند . و در این حالت قدرت مانور روی این شین بیشتر ازحالت قبل است ولی باز هم مشکلات زیادی دارد .(شکل۲)

۳- قطع طولی شین بوسیله بریکر

در این نوع شین بندی قدرت مانور بهره بردار بیشتر است و در اتصال کوتاههایی که در شبکه رخ می دهد پایداری شبکه نسبت به حالات قبل بیشتر است .

۴- شین مرکب (Duble busbar arrangment)

ساده ترین شین مرکب شین دوبل است در این سیستم ها هر فاز بوسیله سکسیونر به هر دو شین وصل می شود . معمولاً یک شین زیر بار , و شین دیگر بعنوان جانشین می باشد. فرق این شین با شین ساده این است که هنگام سرویس یک شین می توان از شین دوم استفاده نمود و یا جهت توسعه شبکه می توان به ترتیب تجهیزات مورد نیاز را روی هر شینه نصب کرد . عیب این شین این است که زمانی که یک بریکر معیوب می گردد , مسیر تا رفع اشکال بی برق می ماند .شکل مقابل شین دوبل با دو ورودی و دو خروجی است . در روش فوق می توان یک سکسیونر موازی با بریکر برای

هر ورودی و هر خروجی کوپلاژ نیز بین دو شین قرار می گیرد . در شرایط اضطراری فقط از این بریکر می توان برای حفاظت یک فیدر استفاده کرد .(شکل۳)

۵- شین مرکب دو بریکره (Two breaker dauble bus scheme)

در این روش برای هر خط ورودی و خروجی دو بریکر پیش بینی شده است در زمان بهره برداری می توان از یک باس بار و یا هر دو باسبار استفاده نمود . در این نوع شین بندی , پایداری شبکه بیشتر است و انجام مانورها براحتی و بدون اشکال انجام می شود . در هر شرایط می توان باسبار و سیمی از بریکرهای موجود در پست را بی برق نمود . همه مشکلات شین ساده حل شده است ولی از نظر اقتصادی هزینه بالایی دارد .

۶- روش یک و نیم بریکره (۱*۱ /۲ breaker scheme)

در این روش هر دو باسبار همیشه برقرار ند .و حفاظت هر ورودی یا خروجی بوسیله یک کلید ونیم می باشد . در این نوع شین بندی هر چه تعداد ورودی و خروجی بیشتر باشد پایداری سیستم بهتر است . انجام کارهای تعمیراتی روی باسبارها , بریکرها , سکسیونر ها و توسعه باسبار بدون نیاز به خاموشی صورت می گیرد .(شکل۴)

برای مثال اگر دراین سیستم روی خط شماره ۲ اتصال کوتاهی رخ دهد بریکرهای A و B خط ۲ را ایزوله می نمایند و خط ۴ با بریکر C در مدار باقی می ماند . در واقع بریکر B مشترک بین خط ۲و۴ می باشد . هر زمان اتصال کوتاه روی هر کدام از دو خط بوجود آید علاوه بر بریکر خط این بریکر نیز قطع می گردد .

سیستم های بدون شینه : در مواردی استفاده می شود که پست مربوط بصورت شعاعی از شبکه الکتریکی فوق توزیع منطقه تغذیه گردیده و پیش بینی توسعه ای برای پست نیز مطرح نباشد .

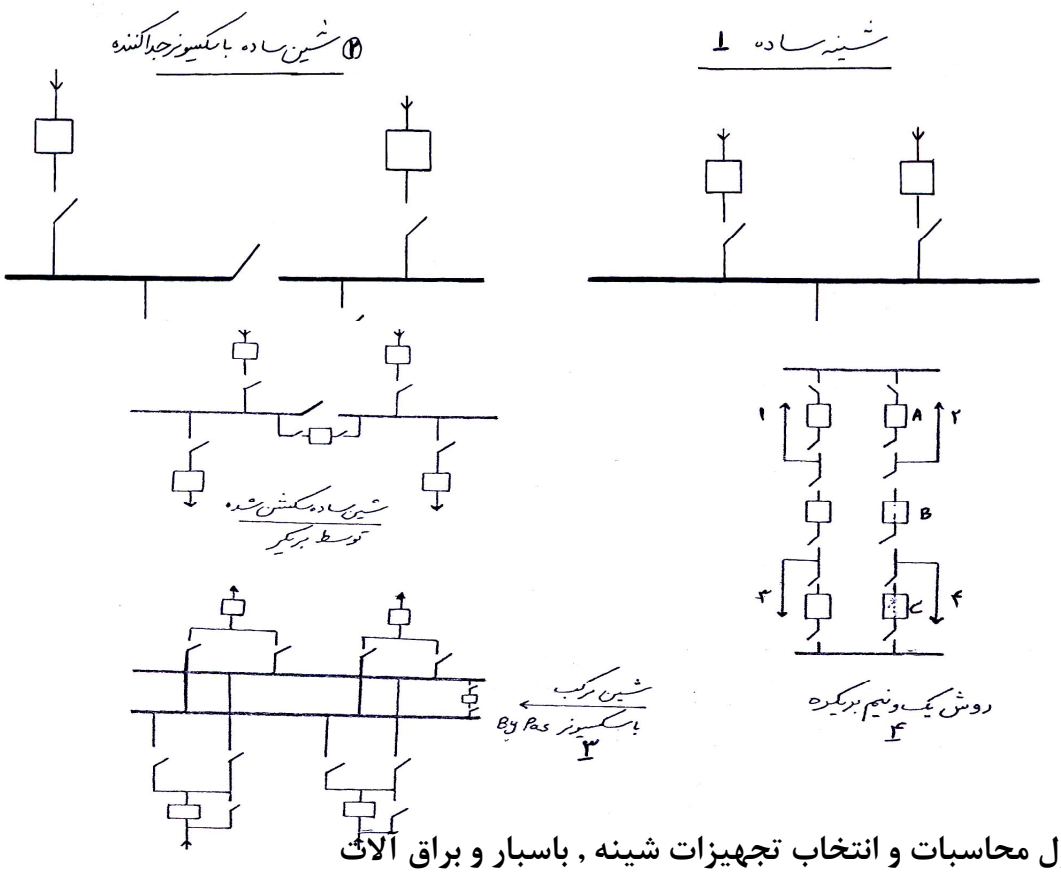
به دو صورت فیدر ترانس و فیدردیژنکتور - ترانس طراحی می شود :

سیستم فیدر ترانس در حقیقت ساده ترین طرح برای قسمت ۶۳^{Kv} پستهای فوق توزیع است . فیدر های ورودی در این طرح مستقیماً به بوشینگ ترانسفورماتور اتصال می یابند.

در سیستم فیدر - دیژنکتور - ترانس , فیدر ۶۳^{Kv} از طریق سکسیو نر و دیژنکتور به بوشینگ ترانسفور ماتور متصل می گردد و به این ترتیب معایب حفاظت و ایمنی سیستم فیدر ترانس بر طرف می شود .

((نتیجه گیری))

در طراحی شینه بندی این پست از طرح شین ساده مجهز به سکسیونر جداکننده استفاده شده است .(شکل۲)



اصول محاسبات و انتخاب تجهیزات شینه , باسبار و براق آلات

بعضی از تجهیزات پست فشار قوی مثل ترانسهای قدرت - راکتورها بصورت تیپ ساخته نشده بلکه بر اساس مشخصات فنی و در خواستی توسط خریدار ابتدا طراحی ساخت انجام گرفته و سپس بر اساس آن عملیات ساخت و مونتاژ آن انجام می گیرد و در بعضی از تجهیزات دیگر نیز که مراحل ساخت و

تولید آنها بصورت تیپ بوده و در انواع مختلف و با مشخصات مختلف ساخته می شوند . لذا بایستی از بین انواع مختلف نوع مشخص و مناسبی را که تناسب با مشخصات فنی پست مورد نظر می باشد، انتخاب نمود لذا در هر حال بایستی پارامترهای فنی مشخص از تجهیزات انتخاب شود تا بتوان با اساس آن تجهیزات مذکور را از میان انواع تیپهای مختلف انتخاب نمود و یا به سازنده اطلاعات لازم را جهت انجام طراحی و ساخت ارائه نمود.

لذا در این بخش سعی بر آن است که اصول محاسباتی و چگونگی انتخاب پارامترها و یا مشخصات فنی اساسی تجهیزات فشار قوی را بررسی کنیم .

۱-۴- هادی هابه منظور انتقال جریان و ولتاژ در داخل یک پست و بین قسمتهای مختلف و همچنین برای تجمع و پخش جریان در هر سوئیچگیر از هادیهای مختلف استفاده می شود . که بطور عمده از جنس آلومینیوم و یا مس هستند و از نظر شکل ظاهری در انواع زیر وجود دارند :

- هادی رشته ای (قابل انعطاف) Flexible conducter
- هادی لوله ای (غیر قابل انعطاف) Tubes
- هادی میله ای Rods
- هادی با مقطع مستطیل Rectengular bars

استانداردهایVDE-۰۲۰۱وVDE ۰۲۰۲ بترتیب مشخصات هادیهای مسی و آلو مینیومی را معرفی می نماید و استانداردهای VDE ۰۱۰۳ اصول محاسبات حرارتی و مکانیکی آنها را ارائه می دهد.

استاندارد IEC ۸۶۵(۱۹۸۶) نیز اثرات حرارتی و مکانیکی اتصال کوتاه را روی تجهیزات از جمله هادیها مورد بررسی قرار می دهد.

بطور کلی انتخاب هادیها برای پست (شینه و روابط بین تجهیزات مختلف) شامل سه مرحله به شرح زیر است :

۱- انتخاب جنس هادی ۲- انتخاب شکل ظاهری ۴- انتخاب سطح مقطع

۱-۱-۴- انتخاب جنس هادی

آلومینیوم نسبت به مس دارای هدایت الکتریکی کمتر است در حالی که وزن مخصوص آن ۳/ ۱مس می باشد بنابر این بطور کلی برای یک جریان مشخص از نظر وزن ، آلومینیوم نسبت به مس ارجحیت دارد و درجه حرارت بالاتری را می تواند تحمل کند و استقامت استاتیکی آن از مس بیشتر است ولی استقامت دینامیکی آن فرقی ندارد .

جدول ۱-۱-۴- که از کتاب Abb Switchgear Manual استخراج شده مشخصات مهم هادیهای مختلف را بررسی کرده است .

Comparison of the most important properties of common conductor materials.

Property		Copper (E-Cu)	Pure aluminium (E-Al)	Pantal (E-AlMg Si 0,5)	Brass (Ms 58)	Steel (galvanized)
Density	kg/dm³	8.9	2.7	2.7	8.5	7.85
El. conductivity at 20°C	m/Ω · mm²	56	35	30	≈ 18	≈ 7
El. conductivity at 60°C	m/Ω · mm²	48	30	26	≈ 16	≈ 6
Conductivity: density		6.3	13	11	≈ 2	≈ 1
Spec. resistance at 20°C	Ω · mm²/m	0.0178	0.0286	0.0333	≈ 0.0555	≈ 0.143
Temperature coeff. of el. resistance between 1°C and 100°C	K⁻¹	0.0038	0.0040	0.0036	0.0024	0.005
Melting point	°C	1083	658	630	≈ 912	1400
Heat of fusion	Ws/g	181.28	386.86	376.81	167.47	293.07
	Ws/cm³	1612	1047	1017	1444	2302
Mean spec. heat between 1°C and 100°C	Ws/g · K	0.393	0.92	0.92	0.397	0.485
	Ws/cm³ · K	3.475	2.386	2.386	3.391	3.558
Thermal conductivity between 1°C and 100°C	Ws/cm · s · K	3.85	2.2	1.9	1.1	0.46
Mean coeff. of expansion between 1°C and 100°C	mm/m · K	0.017	0.024	0.023	0.018	0.012
Young's modulus	N/mm²	110 000	65 000	70 000	≈ 90 000	210 000
Thermal limit current density[1]	A/mm²	154	102	89	91	
Melting current density[1]	A/mm²	3 050	1 910	1 690	1 900	

[1] Thermal limit current density is the current density at which the conductor temperature rises from 35°C to 200°C when loaded for 1 s. Conductive heat removal disregarded.

Melting current density is the current density at which the conductor temperature rises to the melting temperature when loaded for 1/100 s. Values according to Müller-Hillebrand.

۲-۱-۴- انتخاب شکل ظاهری هادی

اصولاً شکل ظاهری هادیهای شینه ها با توجه به طرح شینه و همچنین عوامل دیگری از قبیل حد جریان اتصال کوتاه و جریانهای نامی انتخاب می شوند شینه ها اصولاً به سه صورت زیر طرح می شوند.

- شینه کششی (قابل انعطاف) Strain Bus
- شینه اتکایی (غیر قابل انعطاف) Rigid bus
- شینه ترکیبی Rigid And Strain Bus

شینه کششی با استفاده از هادیهای قابل انعطاف و مقره های کششی String insulators و کنترلی طراحی می شوند.

در حالیکه شینه اتکایی در پست باز و با کمک هادیهای غیر قابل انعطاف و مقره اتکایی insulators احداث می شوند.

بطور کلی بررسی تجربیات مهندسین ناظر و پیمانکاران در ایران در مورد شینه های اصلی بخصوص در جریانهای نامی حتی الامکان از طرح شینه اتکایی به کمک لوله آلومینیومی استفاده شود و برای ارتباط بین تجهیزات می توان از طرح کششی بعلت کوتاه بودن فواصل استفاده کرد اما در هر حال طرح استقرار فیزیکی تجهیزات Layout Arrangment نیز نقش اساسی در انتخاب مناسب طرح شینه دارد.

۳-۱-۴- انتخاب سطح مقطع هادی

سطح مقطع هادی بایستی با توجه به موارد زیر تعیین شوند:

- جریان مجاز دائمی Permissible contiuous current
- تحمل جریان اتصال کوتاه (حرارتی) thermal short circuit strength
- کرونا (گراذیان سطحی ولتاژ) Surface Gradiant Voltage

محاسبه شکم سیم در پست فشار قوی

شکم شین‌های سیمی در پست به دقت باید توسط طراح محاسبه و توسط پیمانکار پست اجرا شوند اگر طول سیم که بین دو گنتری تحت کشش قرار دارد کوتاهتر از فاصله بحرانی بین دو نقطه کشش باشد (نقاط کشش ، نقاطی هستند که مقره در امتداد سیم قرار میگیرد) حداکثر نیروی کششی که سیم و در نتیجه به دکل فولادی وارد می‌شود در $-20^{\circ}C$ و بدون بار اضافی (یخ) است ولی بر عکس اگر طول سیم بزرگتر از فاصله بحرانی

باشد در این حالت ماکزیمم نیروی کششی در $5^{\circ}C$- و با احتساب بار یخ ایجاد می‌شود. فاصله بحرانی برحسب تعریف عبارت است از فاصله‌ای که نیروی کششی سیم در $5^{\circ}C$- با احتساب بار یخ برابر باشد با کششی که در $20^{\circ}C$- بر سیم وارد می‌شود بار اضافی یخ را می‌توان از رابطه

$$g_z = 0{,}5 + 0{,}01\ d\ kg/m$$

و یا

$$g_z = 0.18\sqrt{d}$$

بدست آورد .

d عبارتست از قطر سیم برحسب میلی متر

طول بحرانی سیم را می‌توان از رابطه زیر بدست آورد.

$$L_k = 6\delta\sqrt{\frac{10\times\alpha}{\delta^2 - y^2}}$$

در این رابطه δ نیروی کشش مجاز برحسب Nmm^2

α ضریب انبساط حرارتی (از جدول بدست می‌آید)

y وزن مخصوص Nmm^2

نیروی وزن هر متر سیم با اضافه بار یخ برحسب Nmm^2 $\qquad \delta' = \frac{g + g_z}{A}$

g وزن نیروی سیم

A : سطح مقطع سیم برحسب میلی متر مربع

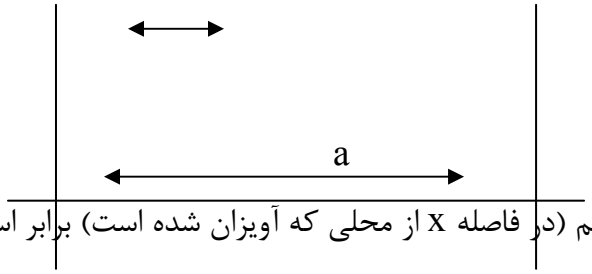
مقدار شکم یک سیم فلزی را می‌توان با داشتن نیروی مجاز وارد بر سیم یا دکل در -

$5^{\circ}C$ و اضافه بار طبق رابطه زیر حساب کرد.

$$F = \frac{\delta^{/}.a^{2}}{8.\delta}$$

که در این رابطه بدون در نظر گرفتن اثر مقره‌ها می‌باشد و F مقدار شکم برحسب متر و a فاصله دو دکل برحسب متر و $\delta^{/}$نیروی وزن مخصوصی باضافه بار یخ برحسب $Nmm^{2}.m$ و δ نیروی کشش مجاز برحسب N/mm^{2} است.

x



شکم در یک فاصله دلخواه سیم (در فاصله x از محلی که آویزان شده است) برابر است با

$$f_{x} = \frac{4.f.x.(a-x)}{a^{2}}$$

محاسبه شکم شین لوله‌ای فلزی در پست فشار قوی

بطور کلی شکم یک لوله فلزی در اثر وزن خودش برابر است با :

$$f = \frac{G.L^{3}}{W.E_{j}}$$

که در این رابطه f شکم برحسب cm ، G وزن لوله ما بین دو تکیه گاه و L فاصله دو تکیه گاه و E مدول الاستیسیته (برای مس $E_{cu}=11\times10^{4}$ و برای آلومینیوم $W_{al}=6.9\times10^{4}$ و برای فولاد $E_{fe}=21\times10^{4}$ است)

j: ممان مقاوم برای لوله $j=\frac{D^{4}.d^{4}}{20}$

۳-۴ کلمپها و اتصالات

اصولاً به منظور ارتباط هادیها با همدیگر و به تجهیزات و نگه‌داری هادیها روی نگه‌دارنده ها از اتصالات Connection clamps استفاده می‌شود که از نظر نوع نصب به دو نوع پیچی (Bolted clamps) و پرسی متداول است.

انواع اتصالات

بطـور کلـی اتـصالات از نظـر وظیفـه‌ای کـه بعهـده دارنـد و اینکـه حاصـل جریـان الکتریکـی می‌باشند و یا نه، به سه دسته تقسیم می‌شوند.

ـ اتصالات نگه دارنده Supportin Clamps

ـ اتصالات حامل جریان Current Carring Clamps

ـ اتصالات نگه دارنده و حامل جریان Current Carring Supporting

۴-۴- مقره ها

عـلاوه بـر اینکـه کلیـه تجهیـزات فـشار قـوی معمـولی دارای مقـره Conventional Equipments دارای مقـره Insulator مـی‌باشـد تعـداد زیـادی مقـره از انـواع مختلـف نیـز جهت اتـصال قـسمتهای مختلـف برقـدار بـه نگـه دارنـد پایـه‌هـا و قـسمتهای زمـین شـده و نیـز جهت ایزوله نمودن فازهای مختلف از همدیگر در پست با عایق هوا مورد نیاز است.

مقــره هــایی کــه در پــست اســتفاده مــی‌شــوند بیــشتر از نــوع اتکــایی Support insulators و مقــره هــای زنجیــری (کشــشی و آویــزی) بــرای نگهــداری هادیهــای قابــل انعطـاف (رشـته‌ای) مـی‌باشـند اصـولاً انتخـاب مقـره هـای پـست از دو نقطـه نظـر الکتریکـی و مکـانیکی انجـام مـی‌گیـرد از نظـر الکتریکـی پارامترهـایی از قبیـل سـطوح عـایقی - آلـودگی در انتخـاب مقرههـا مـؤثر اسـت در حـالی کـه از نظـر مکـانیکی بـرای مقـره هـای مختلـف و بـرای مقره زنجیری نیروی ناشی از وزن سیم و یخ با دو اتصال کوتاه مد نظر است.

نحوۀ انتخاب هادی های باس بار :

بدلیل وجود کرونـادر ولتاژهـای بـالا از باسـبارهای لولـه ای اسـتفاده مـی کنـیم . باسـبار ولتـاژ پـایین را از جـنس مـس و در ولتاژهـای بـالاتر از هـادی هـای آلـومینیمی توخـالی اسـتفاده مـی کنیم .

جریان نامی :

In=(۲۰۰-۴۰۰-۶۳۰-۸۰۰-۱۲۵۰-۱۶۰۰-۲۰۰-۲۵۰۰-۳۱۵۰-۴۰۰۰-۵۰۰۰-۶۳۰۰)A

پارامترهای انتخاب جریان نامی

۱- ضریب هدایت

۲- چگونگی نوع هادی ها و حداکثر درجه حرارت مجاز آن

۳- ارتفاع نصب با سبار نسبت به سطح دریا

۴- حداکثر درجه حرارت مجاز برای مس $70^{\circ}c$ و برای آلومینیم $85^{\circ}c$ است.

جریان اتصال کوتاه :

Isc=(۸-۱۰-۱۲,۵-۱۶-۲۰-۲۵-۳۱,۵-۴۰-۵۰-۶۳-۸۰-۱۰۰)

حداکثر درجهٔ حرارت هادی در مواقع اتصال کوتاه از $200^{\circ}c$ نباید بیشتر باشد .

	حداکثر درجهٔ حرارت	مدت تحمل ۳ ثانیه	یک دقیقه	باسبار گرم	باسبار گرم
مس	$200^{\circ}c$	٪۱۰۰	٪۹۵	٪۸۴	-
آلومینیم	$200^{\circ}c$	٪۱۰۰	٪۹۷	٪۹۵ ۳۰ دقیقه	٪۹۲ ۲ دقیقه

با باندل کردن خط سطح کرونا را کاهش می دهیم و هم در لوله ای انتخاب کردن هادی ها سطح کرونا کاهش می یابد .انتخاب سیمها دریک فازیا باندل کردن کرونامشخص می کند.

$$Ibasbar = \frac{In}{k1k2k3k4}$$

K۱ : ضریب هدایت شین

K۲ : ضریب تصحیح درجهٔ حرارت محیط

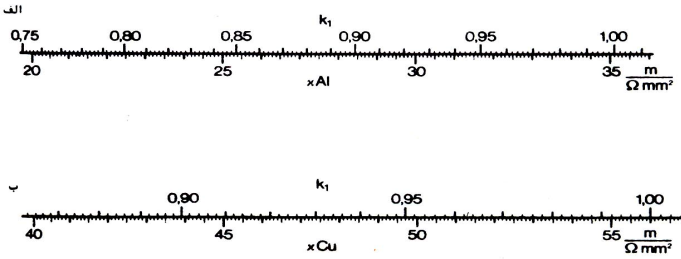
K۳ : ضریب ترکیب قرار گرفتن فازها

K۴ : ارتفاع نصب تجهیزات نسبت به سطح دریا

Ibasbar برای شینهٔ آلومینیومی پست باورس :

درجهٔ حرارت متوسط محیط را $30^{\circ}c$ فرض می کنیم .

درجهٔ نهایی شین $80\ ^{\circ}c$ در نظر می گیریم . k۱=۰,۹۲۲



$\theta_u = 30^{\circ}c$

$\theta_u = 80^{\circ}c$

$\Delta_t = \theta_s - \theta_u = 50^{\circ}c$

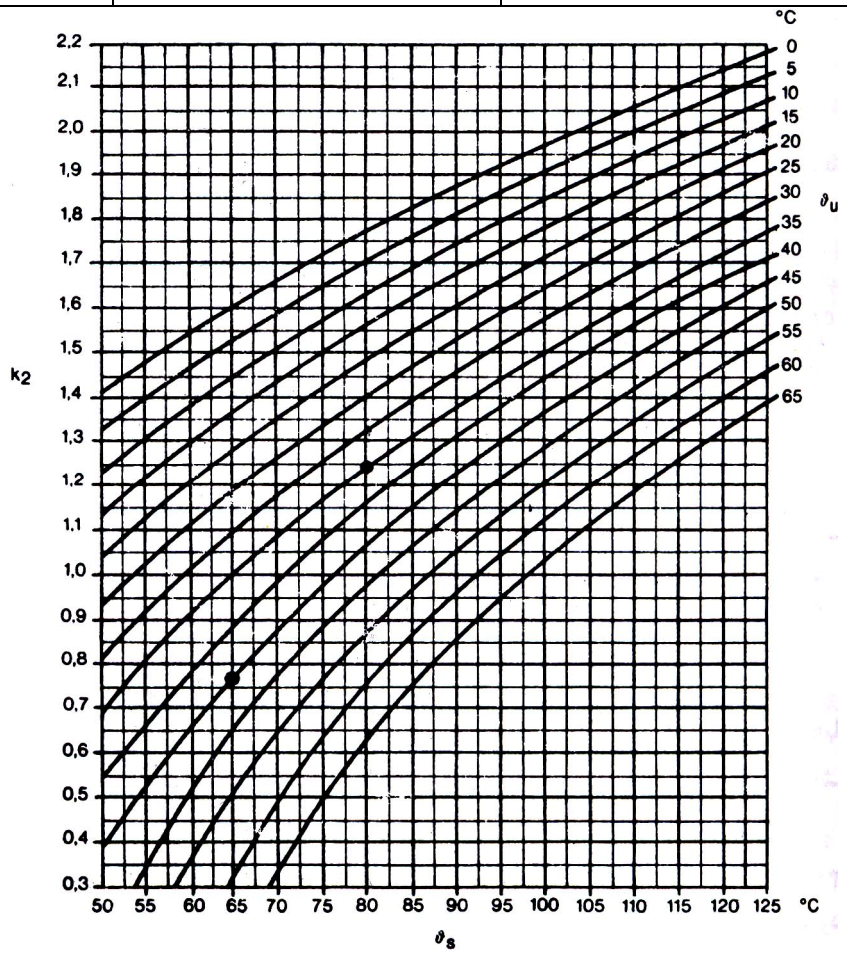
از تقاطع Δ_s و θ_u در خدول شمارهٔ یک ضمیمهٔ k۲ بدست می آید .

K۲= ۱۰۳۲

چون ارتفاع از سطح دریا برای پست ۱۸۰۰ متر می باشد از جدول زیر می توان ضریب مربوط را بدست آورد

k۴= ۰,۹۴

ارتفاع از سطح دریا	ضریب k۴ درشبکهٔ محصور	ضریب k۴ درشبکهٔ آزاد
۱۰۰۰	۱	۰,۹۸
۲۰۰۰	۰,۹۹	۰,۹۴
۳۰۰۰	۰,۹۵	۰. ۹
۴۰۰۰	۰,۰۹	۰,۸۵



انتخاب باسبار از نظر کرونا و اتصال کوتاه

$$A = \frac{I_K \cdot \sqrt{t}}{\sqrt{418 \frac{cpd}{pr} In(1 + (\theta_{\max} - \theta_1))}}$$

A : سطح مقطع mm^2

I_k: جریان اتصال کوتاه (KA)

t : زمان اتصال کوتاه برحسب ثانیه

Cl : ضریب حرارتی | Cu = ۰,۰۱

Al = ۰,۰۲

Pd : وزن مخصوص هادی cu = ۸,۹

Al = ۲,۷

Pr : مقاومت مخصوص هادی ($\frac{\Omega mm^2}{m}$)

pr۲۰cu=۰,۰۱۷۸

Pr۲۰Al=۰,۲۸۶

$$R_1 = R_0(1 + \alpha t)$$
$$\Pr = p_{20}[(1 + \alpha(\theta_1 - 20)]$$

$\alpha = 0.004$

$\theta_{\max}$: حداکثر درجهٔ حرارت هادی در اتصال کوتاه ۷۰ c°

$$\Pr = 0.286[(1 + 0.004(70 - 20)] = 0.343$$

$$A = \frac{20000\sqrt{0.5}}{\sqrt{418 \times 0.02 \frac{2.7}{0.343} \ln(+200 - 70)}} = 790.5$$

برای بدست آوردن k۳ از جدول زیر استفاده می کنیم

ضریبk۳ رنگ شده	رنگ نشده	ضخامت و فاصلهٔ هوایی شینmm	عرض شین mm	تعداد شین
۰,۹	۰,۸۵	۵bis۱۰	۵۰bis۲۰۰	۱
۰,۸۵	۰,۸			۲
۰,۸۵	۰,۸		۵۰bis۸۰	۳
۰,۸	۰,۷۵		۱۰۰bis۱۲۰	
۰,۷۵	۰,۷		۱۶۰	۴
۰,۷	۰,۶۵		۲۰۰	

با توجه به اینکه تعداد شین ۳ عدد است عدد ۰,۸۵ برای k۳ در نظر گرفته می شود

و داریم :

$$I_{basbar} = \frac{In}{0.922 \times 1.32 \times 0.94 \times 0.85}$$

$$In = 916.4 \times 0.922 \times 1.32 \times 0.94 \times 0.85 = 891.12$$

1250^{A} ⟵ استاندارد شده

سطح مقطع مورد نیاز از جدول شمارهٔ ۲ ضمیمهٔ : $1060mm^2$

و قطر خارجی آن $d = 50^{mm}$

شین آلومینیومی لوله‌ای برای جریان دایم‌ومتناوب تا 60 Hz

درجه‌حرارت محیط 35°C ازدیادحرارت شین 30°

					در سالن سرپوشیده		در هوای آزاد	
d	s	مقطع	وزن	جنس	بیرنگ	رنگی	بیرنگ	رنگی
mm	mm	mm²	kg/m	E-Al	A	A	A	A
30	2	176	0,475	F 10	370	450	500	510
	3	255	0,687		450	540	600	620
	4	327	0,882		510	610	680	700
32[1])	2	189	0,509		400	480	540	550
	3	273	0,737		480	580	640	660
	4	352	0,950		550	650	730	750
40	2	239	0,645		490	590	630	650
	3	349	0,942		590	720	760	790
	4	452	1,22		670	820	860	890
	5	550	1,48		740	900	950	980
50	3	443	1,20		730	890	920	950
	4	578	1,56		830	1010	1050	1090
	5	707	1,91		920	1120	1160	1200
	6	829	2,24		990	1210	1250	1300
	8	1060	2,85	F 7	1120	1370	1420	1470
63	3	566	1,53	F 10	900	1110	1130	1170
	4	741	2,00		1030	1270	1290	1340
	5	911	2,46		1140	1410	1430	1490
	6	1070	2,90		1230	1520	1550	1610
	8	1380	3,73	F 7	1390	1720	1750	1820

بخش ۳ : تجهیزات پست و معیار انتخاب آنها و جداول مشخصات

ترانسفورماتورهای قدرت

دستگاهی است که جهت افزایش و یا کاهش ولتاژ به کار می‌روند و ولتاژ تولید شده توسط مولدها را به منظور انتقال انرژی الکتریکی از محل تولید به مصرف افزایش می‌دهد. و در محل مصرف توسط ترانسفورماتور دیگری کاهش داده می‌شود. توجیه اینکه چرا این افزایش و کاهش صورت می‌گیرد به دلایل زیر است.

الف ـ سطح مقطع هادی‌هایی که می‌بایست انرژی الکتریکی را از مولدها به محل مصرف برساند، تابع شدت جریان است و با توجه به فرمول $P=VI$ افزایش ولتاژ باعث کاهش جریان و در نتیجه کاهش سطح مقطع هادی‌های مورد نیاز می‌شود.

ب) تلفات انرژی در خطوط انتقال با ولتاژ نسبت معکوس دارد

ج) افزایش ولتاژ باعث افزایش راندمان خطوط انتقال می‌گردد.

معیارهای انتخاب ترانس‌های قدرت :

۱ـ ظرفیت نامی

ظرفیت نامی ترانسها براساس عوامل زیر انتخاب می‌شود :

ـ ظرفیت پست (اولیه و نهایی)

ـ محدودیتهای حمل و نقل

ـ سطح ولتاژ

ـ مسائل اقتصادی و تنوع زدایی و همچنین میزان رزرو و قابلیت اطمینان

ـ نوع ترانسفورماتور

طبق مطالعات انجام شده برای پستهای ۶۳/۲۰ کیلووات ظرفیت‌های ۷/۵ ، ۱۵ و ۳۰ مگاولت آمپر در کارخانه ایران ترانسفو استاندارد شده و تولید می‌شود بنابراین استفاده از این ظرفیتها در پستهای آینده امری اجتناب ناپذیر است.

۲ـ نوع ترانسفورماتور

۱ـ سیم پیچی جدا از هم

۲ـ اتو ترانس : در سطح ولتاژ بالا و برای نسبت تبدیلهای کمتر از ۲ استفاده می‌شود.

در پستهای ۶۳/۲۰ از ترانسهای سیم پیچی جدا از هم استفاده می‌کنند چون نسبت به ولتاژهای ضربه‌ای حساسیت کمتری دارند و دارای راکتانس بیشتر و سطح اتصال کمتری دارند.

۳ـ ترانسهای تکفاز یا سه فاز

در صورت محدودیت در ساخت یا حمل و نقل تا محل پست، ترانسفورماتور سه فاز اتقتصادی نیست. و با توجه به قدرت سطح ولتاژ پایین 3.20^{kv} ۶ و نیز امکان ساخت در کارخانه ایران ترانسفو ، از ترانسهای سه فاز استفاده می‌شود.

۴ـ ساختمان ترانسها (هسته‌ای یا زرهی)

امروزه اکثر سازندگان بنام ترانسفورماتور از طرح هسته‌ای (Core type)

(typeدر ساخت ترانسفورماتورهای خود استفاده می‌کنند.

ایران ترانسفونیز از این طرح استفاده می‌کند.

مشخصات دو نوع ترانس هسته‌ای و زرهی

۱) عایق بین HV و LV در نوع هسته‌ای فقط یکی است اما در نوع زرهی (shell type) سیم پیچهای HV و LV به چندین گروه تقسیم شده و لذا تعداد زیادی عایق اصلی در این نوع موجود است.

۲) به خاطر شکل هسته نوع زرهی و حذف تخلیه جزئی لزوم استفاده از سیستم عایقی پیچیده‌تری اجتناب ناپذیر است.

۳) نوع هسته‌ای بعلت هم محور بودن سیم پیچها دارای استقامت مکانیکی بیشتری در مقابل نیروهای وارده می‌باشد.

۴) امکان تغییر ابعاد (طول ، عرض و ارتفاع) در هسته‌ای برخلاف زرهی وجود دارد.

۵) بعلت بزرگی کاپاسیتانس بین حلقه‌ها در طرح زرهی ،به ترانسهای زرهی در مقابل امواج ضربه‌ای مشخصات بهتری از خود نشان می‌دهند البته سازندگان با بکار بردن تکنیکهایی در طرح هسته‌ای، این نقطه ضعف را جبران می‌کنند.

۵) سیستم خنک کنندگی و ظرفیت ترانس در هر حالت دو نوع سیستم خنک کنندگی هوایی و Air Cooled System و آبی water cooled system برای ترانسهای روغنی متداول است.

براساس استاندارد IEC انواع این سیستم‌های خنک کنندگی عبارتند از :

۱ـ سیستم خنک کنندگی طبیعی

ONAN : oil Natural - Air Natural

۲ـ سیستم خنک کنندگی با وزش مصنوعی هوا

ONAF : oil Natural - Air Forced

۳ـ با گردش مصنوعی روغنی و وزشی مصنوعی هوا

OFAF : oil Forced - Air Forced

۴ـ با گردش مصنوعی جهت داده شده روغنی و وزشی مصنوعی هوا

ODAF : oil Directed - Air Forced

۵ـ با گردش مصنوعی روغنی و وزشی طبیعی هوا

OFAN : oil Air Forced -Air Natural

۶ـ سیستم خنک کنندگی آبی

OFWF : oil Forced– Water Forced

برای درجه حرارت خلیلی زیاد

در قدرتهای پایین تا حد ۱۵ مگاولت آمپر بعلت سادگی ، استحکام و قابلیت اطمینان

بالا، بهترین طرح ، سیستم‌های خنک کنندگی طبیعی می‌باشند ولی در قدرتهای بالاتر (مثلاً در ۳۰ مگا ولت آمپر) اقتصادی نیستند.

سیستم خنک کننده آبی کاربرد چندانی در پستهای معمولی ندارد ولی در پستهای زیرزمینی از این نوع سیستم استفاده می‌شود. و به کمک رادیاتورهای آبی و قرار دادن برج خنک کننده در پشت بام ، مشکل استفاده از خنک کننده‌های هوایی که فشار روغنی را در داخل محفظه بالا می‌برد ، مرتفع می‌گردد.

استفاده از سیستم ONAN/ONAF ظرفیت ترانس را در حدود ۲۰ تا ۳۰

درصد نسبت به ONAN افزایش می‌دهد. و در قدرتهای متوسط و در همهٔ سطوح ولتاژ کاربرد وسیعی دارد.

برای قدرتهای بالا از OFAF استفاده می‌کنند. و برای پستهای توزیع از سیستم ONAN/OFAN جهت کاستن سطح صدا که ناشی از کار پنکه‌های ترانس است توصیه می‌گردد.

در یک طراحی استاندارد و متعادل تغییر ظرفیت ۲۰ تا ۳۰ درصد بازاء هر مرحله افزایش سیستم منطقی است.

۶ـ میزان افزایش مجاز درجه حرارت روغن و سیم پیچی

استاندارد IEC۷۶-۲ حدود مجاز افزایش درجه حرارت سیم پیچی و روغن در شرایط استاندارد ، محیطی (ماکزیمم درجه حرارت مطلق معادل $40^{\circ}C$ و ماکزیمم متوسط روزانه $30^{\circ}C$ و ارتفاع کمتر از ۱۰۰۰ متری سطح دریا) را طبق جدول زیر برای سیستم‌های خنک کنندگی هوایی توصیه کرده است .

قسمت	ماکزیمم مجاز افزایش درجه حرارت (سانتیگراد)
سیم پیچی‌ها	۶۵ برای سیستم‌های خنک کنندگی غیر از ODAF

	۷۰ برای سیستم‌های خنک کنندگی غیر از ODAF
روغن قسمت بالا Top oil اندازه‌گیری به روش ترمومتر	۶۰ در صورت تجهیز ترانس به کنسرواتور یا Sealed بودن آن ۵۵ در صورت عدم تجهیز به کنسرواتور یا Sealed نبودن
هسته ـ قسمتهای فلزی و سایر قسمتها	تا حدی که به هسته و یا سایر قسمتها آسیبی نرسد.

۷ـ نحوهٔ اتصالات سیم پیچها و رابطهٔ برداری

۱) نحوهٔ اتصالات سیم پیچها

سه نوع اتصال در سیم پیچهای سه فاز متداول ماست و عبارتند از اتصال ستاره، مثلث و زیگزاگ. اتصالات زیگزاگ به تعداد دور بیشتری نیاز دارد و ساخت آنها نیز مشکل است. فقط در ترانسهای زمین و سیم پیچهای با بار نامتقارن و قدرتهای بسیار کوچک و کمتر از ۵۰kVA کاربرد دارد.

بنابراین در ترانسهای قدرت فقط دو اتصال ستاره و مثلث مطرح‌اند ، اتصال ستاره برای ولتاژ بالا که قیمت عایق بالا است، مناسب است . اگرچه در طرف فشار ضعیف نیز اتصال ستاره اقتصادی‌تر است اما لزوم نصب سیم پیچ سوم در ترانس‌های ستاره ـ ستاره برای حذف اثرات نامطلوب هارمونی سوم جریان بی‌باری ، ایجاد تعادل مغناطیسی در هسته ، امکان بارگیری نامتقارن و تثبیت ولتاژ نقطهٔ صفر ، کاهش امپدانس همسو پوار ترانسها برای دستیابی به شرایط مخصوص زمین شبکه و ایجاد منبع قدرت برای بارگیری در ولتاژ پایین باعث می‌شود که حتی‌الامکان سعی شود از اتصالات ستاره ـ ستاره پرهیز شود مگر دلایل دیگری این انتخاب را توجیه کند.

در ایران عمدتاً ترانسفورماتورهای ۶۳/۲۰KV دارای اتصالات ستاره مثلث

هستند و در کارخانه ایران ترانسفو نیز تولید می‌شود.

۲ـ رابطهٔ برداری

رابطهٔ برداری معرف میزان اختلاف فاز بین ولتاژ سیم پیچهای فشار قوی ـ فشار ضعیف و سیم پیچی سوم (در صورت وجود) می‌باشد و تابعی از رابطهٔ برداری شبکه است.

در صورتی که بخواهیم ترانسهای انتخابی بتواند بصورت موازی در شبکه کار کند رعایت گروه برداری بین شبکه‌های متصل به ترانسها الزامی است. طبق استاندارد IEC ، برای نمایش رابطه یا گروه برداری vector group حرف اول Capitul (حروف بزرگ انگلیسی) معرف نحوهٔ اتصال سیم پیچ فشار قوی (D معرف مثلث Y معرف ستاره و Z معرف زیگزاگ) و به دنبال آن وجود یا عدم وجود حرف N معرف دسترس بودن یا نبودن نوترال فشار ضعیف و سپس حروف کوچک Z , y , d معرف نوع اتصال سیم پیچ فشار ضعیف و وجود یا عدم وجود حرف n بیانگر در دسترس بودن یا نبودن نوترال فشار ضعیف می‌باشد و پس از آن عدد فازی که معرف میزان پس فاز بودن ثانویه نسبت به اولیه (بصورت مضربی از ۳۰ درجه) قید می‌گردد.

با توجه به اینکه ترانسهای ساخت ایران ترانسفو برحسب سفارشی می‌توانند بصورت Ynd۱۱ یا Ynd۱ ساخته شوند توجیه می‌شود بر اساس مشخصات شبکه محلی یکی از دو رابطهٔ فوق انتخاب گردد.

۸ـ تنظیم ولتاژ و مشخصات تپ چنجر

یکی از روشهای تنظیم ولتاژ شبکه تغییر نسبت تبدیل ترانس بصورت پله‌ای و با استفاده از تیپ ضچبر باید به موارد زیر دقت کرد :

۱ـ موفقیت تپ چنجر

در ترانسهای با اتصال ستاره در طرف فشار قوی مناسبترین موقعیت برای سیم پیچی تپ چنجر نوترال سیم پیچ فشار قوی می‌باشد که جریان و ولتاژ دارای مقادیر کمتری

هستند.

۲ـ میزان کل تنظیم ولتاژ و درصد هر مرحله

اگر درصد تنظیم هر مرحله خیلی کوچک انتخاب شود باعث می‌شود تعداد عملکرد تپ چنجر قابل عمل زیر بار ، که بصورت خودکار فرمان می‌گیرد زیاد شده و تپ چنجر دائماً در حال کار باشد که موجب استهلاک دستگاه می‌گردد. و اگر درصد تنظیم بالا انتخاب شود برای هر مرحله ، نمی‌توان تنظیم مناسب بدست آورد.

معمولاً تعداد مراحل تپ چنجرها توسط سازندگان استاندارد شده و تعداد مراحل متداول ۹-۱۳-۱۵-۱۹-۲۳-۲۷-۳۱ و ۳۵ می‌باشد.

در ایران میزان تنظیم ۱۵٪ در ۱۹ مرحله (پله دهم ولتاژهای سیستم است.)

با تنظیم ۱/۶۷٪ برای هر پله از تپ چنجرهای قابل عمل زیر بار مناسبند. که توسط کارخانه و در نوترال فشار قوی نصب می‌گردد.

۲۳ طبق توصیه استاندارد بهتر است جریان نامی تپ چنجر برابر با ۱۲۰ درصد بیشتر بیشترین جریان ترانس باشد. این جریان برای طرف فشار قوی

ترانسهای ۳۰ ، ۱۵ و ۷/۵ مگا ولت آمپری به ترتیب برابر با ۴۰۰ ، ۲۰۰ و ۱۰۰ آمپر خواهد شد.

ضمناً حاصل ضرب جریان نامی در ولتاژ هر پله ظرفیت قطع و وصل تپ چنجر را بیان می‌کند و تپ چنجر انتخاب شده باید دارای ظرفیت قطع و وصل مساوی یا بیشتر از حاصل ضرب فوق باشد.

۴) بطور کلی تپ چنجرها باید سطوح عایقی متناسب با نقطه‌ای از سیم پیچی را داشته باشد که به آن اتصال می‌یابند.

۹) امپدانس اتصال کوتاه

انتخاب امپدانس اتصال کوتاه در ترانسها از سه مورد جایز اهمیت است.

۱ـ از نقطه نظر تنظیم ولتاژ در شبکه (افت ولتاژ)

۲ـ از نقطه نظر کنترل سطوح اتصال کوتاه در شبکه

۳ـ از نقطه نظر ساخت ترانس

از نقطه نظر (۱) امپدانسهای پایین و از نقطه نظر (۲) امپدانسهای بالا مشابهند ولی از نقطه نظر (۳) حد بهینه‌ای وجود دارد که به سطح ولتاژ و ظرفیت و هزینه‌های مس و آهن ترانس وابسته است. امپدانسهای بالا ترانس را به یک ماشین مس Copper Machine و آمپدانسهای پایین آنرا به یک ماشین آهن Iron Machine تبدیل می‌کند.

انتخاب امپدانسهای پایین باعث عبور جریان اتصال کوتاه بالایی از ترانس شده و باید متناسب با آن سطح استقامت مکانیکی بالایی را تأمین کند. لذا بهتر

است امپدانس انتخاب شود که اولاً در محدوده امپدانسهای بهینه از نقطه نظر ساخت بوده و ثانیاً از نظر اتصال کوتاه و افت ولتاژ نیز در شبکه مناسب باشد.

استاندارد IEC۷۶-۵ مقادیر امپدانسهای تیپ را برای ترانسهای دو سیم پیچه توصیه کرده است و این مقادیر را می‌توان جهت محاسبات اتصال کوتاه بکار برد ولی این مقادیر دقیق نبوده و با این همه به مقادیر بهینه از نقطه نظرهای ساخت و تنظیم ولتاژ نزدیک می‌باشند.

با توجه به اینکه امپدانس ترانسفورماتورهای ساخت ایران ترانسفو ۱۳/۵٪ استاندارد گردیده است لذا همین امپدانس نیز برای ترانسفورماتورهای پروژه توصیه می‌گردد.

۱۰) تعیین سطوح عایقی داخلی و خارجی و نوترال

کلیه تجهیزات فشار قوی من جمله ترانسفورماتورها تحت تأثیر اضافه ولتاژهای بوجود آمده در سیستم (داخلی یا خارجی) قرار دارند. بدین لحاظ انتخاب سطوح تحملی عایقهای ترانسفورماتورها (داخلی سیم پیچیها و خارجی بوشینگها) بعنوان بخشی از

مطالعات هماهنگی عایقی مطرح است.

انتخاب سطوح عایقی مناسب برای ترانسفورماتور نقش مهمی در هزینهٔ ساخت ترانسفورماتور خواهد داشت. سطوح عایقی سیم پیچیها (داخلی) از آنجا که تحت تأثیر شرایط محیطی نیستند نیازی به تصحیح ندارد اما سطوح عایق خارجی (بوشینگها) باید برای شرایط ارتفاع محل نصب ترانسفورماتور انتخاب شوند. بنابراین بهنگام تست ترانسفورماتور در شرایط استاندارد می‌باید دامنه

موج استاندارد را به ازاء هر ۱۰۰ متر افزایش ارتفاع نسبت به ۱۰۰۰ متر از سطح دریا ، به اندازهٔ ۱٪ افزوده گردد. تا استقامت عایقی مورد نظر در ارتفاع محل پست تأمین گردد. برای سیستم دمایی که بالاترین ولتاژ آنها کمتر از kv ۳۰۰ است طبق توصیهٔ IEC فقط کافی است سطوح استقامت عایقی برای اضافه ولتاژهای ناشی از صاعقه LIWL و اضافه ولتاژهای با فرکانس قدرت تعیین شوند.

این استاندارد برای U_m = ۷۲/۵ kv و LIWL را برابر ۳۲۵kv و PFWL را برابر ۱۴۰kw تعیین کرده است. و در مورد نوترال در صورتیکه مستقیماً زمین شوند باید ایزولاسیون حداقل معادل ۳۸kv برای PFWL داشته باشند. و چنانچه مورد آزمایش ولتاژ القایی به روش تک فاز در کارخانه قرار می‌گیرند لازم است حداقل معادل $\frac{۱}{۳}$ سطح ایزولاسیون ترمینال را داشته باشند.

از آنجا که در سطح ولتاژ ۶۳kw ، ۲۰kw فقط یک سطح عایق توسط استاندارد IEC پیشنهاد شود و همین سطوح نیز ملاک عمل کارخانه ایران ترانسفو می‌باشد لذا BILهای مربوط به این ترانسفورماتورها توصیه می‌گردد.

۱۱ـ تلفات و ارزیابی اقتصادی ترانسفورماتور

چون ترانسفورماتورها دارای امپدانس داخلی است دارای تلفاتی خواهد بود و میزان

تلفات یک ترانسفورماتور نقش مهمی در ارزیابی اقتصادی آن داراست. زیرا در یک ارزیابی منطقی باید هزینه‌های ساخت ، بهره برداری، تعمیرات ، تلفات و . . . را برای کل طول عمر ترانسفورماتور در نظر گرفت. بنابراین انتخاب

ترانسفورماتور با قیمت بیشتر اما تلفات کمتر نسبت به ترانسفورماتورهای با همان مشخصات اما قیمت کمتر و تلفات بیشتر می‌تواند کاملاً توجیه پذیر و اقتصادی باشند.

انواع تلفات :

۱ـ تلفات آهن یابی باری

۲ـ تلفات مس یا بار

۳ـ تلفات سیستم خنک کننده

باید توجه داشت که کاهش دادن تلفات مستلزم سرمایه گذاری بیشتر در ساخت ترانسفورماتور است. بنابراین سازنده طرح بهینه را بین مقادیر تلفات و قیمت اولیه ترانسفورماتور با توجه به شاخص قیمت مواد اولیه و تلفات انتخاب می‌کند.

شاخص تلفات بصورت قیمت هر کیلووات از تلفات بی‌باری و تلفات بار برای سازنده از جانب خریدار مشخص می‌شود. و هنگام ارزیابی اقتصادی قیمت اولیه ترانسفورماتور با ارزش کل تلفات در طول کنترل ترانسفورماتور با هم جمع شده و مبنای مقایسه قیمت طرحهای سازندگان مختلف قرار می‌گیرد، اما از آنجا که در پستهای ۶۳/۲۰kv عمدتاً از ترانسفورماتورهای ساخت داخلی استفاده می‌شود لزومی به این ارزیابی نبوده و فقط در موارد خرید از طریق مناقصات خارجی بایستی چنین ارزیابی صورت گیرد.

۱۲ـ سایر مشخصات

۱ـ سیستم حفاظت از روغن

در اثر تغییرات بارگیری از ترانسفورماتور ، درجه حرارت آن متغیر بوده و لذا حجم

روغن که متناسب با درجه حرارت آن می‌باشد در حال تغییر خواهد بود و کنسرواتور که در واقع منبع انبساط روغنی است این مهم را بعهده دارد. انواع مختلف این سیستم عبارتند از :

۱ـ سیستم با کنسرواتور نوع معمولی (باز)

OPEN TYPE CONSER VATOR

۲ـ سیستم با تانک بسته (تحت فشار هوا)

AIR SEALED TANK SYSTEM

۳ـ سیستم با تانک بسته (تحت فشار گاز نیتروژن)

NITROGEN SEALD TANK SYSTEM

۴ـ سیستم با کنسرواتور دیافراگمی

DIAFRAGM (AIR BAG) CONSERVATOR

۵ـ سیستم با بالشتک هوایی با فشار ثابت

BELLOW SEAL CONSTANT PRESSURE

کنسرواتورهای نوع دیافراگمی گرانتر بوده و از تماس مستقیم روغن با هوا که موجب اکسیده شدن روغن می‌شود جلوگیری می‌کنند و برای ترانسفورماتورهای با ولتاژ و قدرت بالا توصیه می‌شود.

برای ترانسفورماتورهای ۶۳/۲۰KV کنسرواتور معمولی که استاندارد ساخت ایران ترانسفو می‌باشد مناسب است.

۲ـ روغن ترانسفورماتور

روغن ترانسفورماتور اکثراً از پالایش بدست می‌آید و بسته به اینکه نفت مورد استفاده دارای پایه نفتنیک Naphtenic base با پارا فنیک Paraphinic باشد به دو نوع فوق تقسیم می‌شوند. برای اینکه روغنهای پایه پارافنیک بتوانند برای مدت طولانی تحت تنش‌های الکتریکی و حرارتی قرار گیرند باید افزودنی‌هایی برای جلوگیری از اکسید شدن

آن بـه روغـن اضـافه کـرد. اگـر بـه روغـن افزودنـی اضـافه شـود بـه آن Inhibited و در غیـر اینصورت Non-Inhibited گویند.

توصیه‌های زیر برای انتخاب روغن ترانسفورماتور پیشنهاد می‌گردد.

الف ـ برای مناطق سردسیر کلاس II (درجه انجماد بالا) و در موارد خاص کلاس III

ب ـ برای مناطق معتدل و گرمسیر کلاس I (درجه انجماد پایین‌تر)

در هر حـال بـا توجـه بـه اسـتانداردهای مـورد اسـتفاده در سـطح تـوانیرو سـازمان بـرق ایـران بهتـر اسـت از روغنهـای Non-Inhibited بـا پایـه نفتنیـک تـا زمـانی کـه روغـن داخلـی وارد بازار نشده استفاده شود.

۳ـ نوع تانک

دو نـوع تانـک معمـولی Conventional و زنـدگی شـکل Bell Type وجـوددارد در اصـل در نـوع معمـولی بـرای دسترسـی بـه قـسمت اکتیـو بایـد ایـن قـسمت از داخـل محفظـه بیرون آورده شود و نیاز بـه جراثقـالی بـا تنـاژ بـالا وجـود دارد در صـورتیکه در نـوع زنگـی کـافی است در پوش بالایی تانک برداشته شود. که دارای

وزن بـسیار کمـی در قیـاس بـا قـسمت اکتیـو اسـت. از طرفـی در نـوع زنگـی چـون محـل اتـصال قـسمت بـالایی و پایـستی محفظـه در پـایین تانـک قـرار دارد لـذا فـشار روغـن بیـشتر بـوده و احتمـال نـشت روغنـی بیـشتر اسـت در صـورتیکه در نـوع معمـولی بـااین مـشکل روبـرو نیستیم و ضمناً قیمت تانکهای معمولی ارزانتر می‌باشد.

از آنجـا کـه در ایـران عمـل Untanking معمـولاً در محـل پـست صـورت نمـی‌گیـرد و اگـر هم بخواهد انجـام گیـرد در مـورد ترانـسفورماتورهای ۶۳/۲۰kv امکـان‌پـذیر مـی‌باشـد بنـابراین طرح تانک معمولی توصیه می گردد.

۴ـ سطح صدا

سطح صدای ترانسفورماتور به عوامل مختلفی از جمله چگالی فلوی مغناطیسی در هسته بستگی دارد حد صدای ۸۰dB طبق اندازه‌گیری IEC-۵۵۱ برای ترانسفورماتورهای با قدرت بیش از ۳۰MVA حد مطلوبی است. بدیهی است ترانسفورماتورهای با سطح صدای پایین‌تر گرانتر است. و در مناطقی که سطح صدای پایین اجتناب ناپذیر است باید از ترانسفورماتورهای با سطح صدای پایین و از وسایل و موانع محدود کنندهٔ صدا در اطراف آن استفاده کرد. و نیز استفاده از سیستم خنک کنندگی OFAN تا حد زیادی از سطح صدای ترانس می‌کاهد.

البته در سطح ولتاژ ۶۳/۲۰kv سطح صدای ترانس‌ها پایین‌تر از حدود فوق بوده و این مسأله خاص را ایجاد نمی‌کند و مقادیر مربوط به ترانسفورماتورهای ایران ترانسفو مورد قبول می‌باشند.

هماهنگی سطح عایقی و انتخاب وسایل حفاظتی

با توجه به اضافه ولتاژهایی که در بالا ذکر شد بایستی تجهیزات ولتاژ ناشی را بایستی تحمل کند باید اضافه ولتاژهایی که در شبکه تحمل می‌کند را تحمل کند بنابراین اگر پست برای اضافه ولتاژها طراحی گردد و ابعاد پست بزرگتر شد. و قیمت تجهیزات برای این عایق بندی بالاتر خواهد رفت بنابراین با استفاده وسایل حفاظتی در مقابل اضافه ولتاژها از برقگیر استفاده می‌کنند و طرز کار برقگیر w به این صورت است که اگر اضافه ولتاژها از یک حد معینی تجاوز کرد برقگیر عمل نموده و اضافه ولتاژ به زمین تخلیه می‌گردد و این باعث می‌گردد هزینهٔ احداث و ابعاد پست کاهش یابد.

عایق بندی تجهیزات بایستی حداقل ٪۲۰ بالاتر از سطح عایقی حفاظت شده توسط برقگیرها باشد.

در جدول زیر نوع ترانس نصب شده برای پست با مشخصات کامل و رعایت پارامترهای مربوطه انتخاب ترانس قید شده است .

مشخصات ترانسفورماتور قدرت Power Transformator

کد ترانسفورماتور : T2

صفحه ۱

63	1-rated nominal voltage KV	۱ـ ولتاژ نامی
	2-rated power output: MVA :	۲- ظرفیت در شرایط
30	-ofaf- onaf2- ofwf	- کار همه سیستم‌های خنک کن
	-onaf- onaf1- onwf	- فقط یک مرحله سیستم خنک کن
22.5	-onan	- بدون سیستم‌های فن و پمپ
YND11	3-vector group	۳ـ نوع اتصالات (گروه برداری)
		۴ـ ترانسفورماتور تکفاز / سه فاز
3 PHASE	4-single phase bank / three phase tr.	
	5-system grounding on:	۵- سیستم زمین روی
H.V	- H.V.	- سیم پیچی اولیه
	- L.V.	- سیم پیچی ثانویه
	- T.V.	- سیم پیچی ثالثیه
	6-ambient condition:	۶- شرایط محیطی
1700	-altitude H	- ارتفاع
	-max.air temp C	- درجه حرارت ماکزیمم
	-min.air temp C	- درجه حرارت مینیمم
45	-max daily average C	- درجه حرارت متوسط روزانه
	7-max temperature rise for:	
	حداکثر افزایش درجه حرارت در قدرت نامی	۷-
	-mindings C	- سیم پیچها
	-oil C	- روغن
85	-hotest spot C	- گرمترین نقطه
	8-off-load tap changer:	۸- تپ چنجر بی باری
	-location	- محل سیم پیچی تپ چنجر
350	-nominal current	- جریان نامی
	-tapping range(%of normal voltage)	- محدوده تغییرات تپ
coarse fine tap	9-on load tap changer:	۹ـ تپ چنجر تحت بار
	-type(fine tap/coarse-fine tap)	- نوع
HV	-connection (HV/LV/TV)	- محل اتصال تپ چنجر
200	-nominal current	- جریان نامی تپ چنجرو سیم پیچی
	-voltage class	- کلاس ولتاژ تپ چنجر
19 STEP	-NO.and percentage of tc	- تعداد پله‌های تپ و درصد تغییر
13.36%	10-impedance voltage(UK)	۱۰- امپدانس ولتاژ
	-HV/LV	- ولتاژ اولیه به ثانویه
	-HV/TV	- ولتاژ اولیه به ثالثیه
	-LV/TV	- ولتاژ ثانویه به ثالثیه

	11-short circuit withstand for:	۱۱- تحمل در مقابل اتصال کوتاه
	-three/single phase of HV KA	- اتصالی سه فاز / تکفاز سمت اولیه
	-three/single phase of LV KA	- اتصالی سه فاز / تکفاز سمت ثانویه
	-three/single phase of TV KA	- اتصالی سه فاز / تکفاز سمت ثالثیه
2	-duration of s.c Sec.	- مدت دوام اتصال کوتاه
	12-insulation levels of windings:	۱۲- مشخصات عایقی سیم‌پیچها
	-for HV windings against	- برای سیم پیچ اولیه در مقابل
325	*lightning impulse KV peak	- موج صاعقه
125	*switching impulse KV peak	- موج کلید زنی
	*power frequency KV rms	- فرکانس قدرت
	-for LV windings against	- برای سیم پیچ ثانویه در مقابل
	*lightning KV peak	- موج صاعقه
125	*power frequency	- فرکانس قدرت
	13-insulation level of bushings	۱۳- مشخصات عایقی بوشینگها
	-for HV bushings against	- برای بوشینگها اولیه در مقابل
325	*lightning impulse KV peak	- موج صاعقه
125	*switching impulse KV peak	- موج کلید زنی
	*power frequency KV rms	- فرکانس قدرت
	-for LV bushings against	- برای بوشینگها ثانویه در مقابل
	*lightning KV peak	- موج صاعقه
	*power frequency	- فرکانس قدرت
	14-bushing current tr.:	۱۴- ترانسفورمرهای جریان بوشینگی:
1000/5/5	-for measuring(no/burdon/class)	- برای اندازه‌گیری (تعداد / ظرفیت / دقت)
866.2 10W3	-for protection(no/burdon/class)	- برای حفاظت (تعداد / ظرفیت / دقت)
80 dB	15-sound level (acc.to stad 551) db	۱۵- سطح صدا (بر اساس استاندارد ۵۵۱)
	16-current dinsity on:	۱۶- دانسیته جریان در :
	-HV winding A/mm2	- سیم پیچی اولیه
	-LV winding A/mm2	- سیم پیچی ثانویه
	-TV winding A/mm2	- سیم پیچی ثالثیه
	17-flux density Web/M2	۱۷- دانسیته فلوی مغناطیسی
	18-no load losses KW	۱۸- تلفات بی باری

	19-load losses (at 75% & 100% nom.current):	۱۹- تلفات بارداری در ۷۵٪ و ۱۰۰٪ جریان نامی
	-HV winding KW	- سیم پیچی اولیه
	-LV winding KW	- سیم پیچی ثانویه
	-TV winding KW	- سیم پیچی ثالثیه
6 12	20-cooling losses: -air fan or water pump(no/ capacity) -oil pump (no./capacity) -number of radiator	۲۰- تلفات سیستم خنک کننده - دمنده یا پمپ آب (تعداد / ظرفیت) - پمپ روغن (تعداد / ظرفیت) - تعداد رادیاتور
25000 12000 43000	21-weight of the: active part Kg -oil Kg -transportation weight Kg	۲۱- وزن شامل: - قسمت فعال - روغن - در موقع حمل
BUCH PR RE NO	22-protection systems: -buchholz -pressure relief -fire system *type /designation *capacity and no.units	۲۲- حفاظتهای ترانسفورماتور : - رله بوخهلتس - رله تخلیه فشار سیستم اطفاء حریق - نوع و مشخصه - ظرفیت و تعداد واحدها
TLSN – 7549	23-Transformator Type	۲۳- تیپ ترانسفورماتور
IT 070495	24-serial No of Trans.	۲۴- شماره سریال ترانسفورماتور
IRAN TRANSFO	25-Transformator manufacturer	۲۵- سازنده ترانسفورماتور
VIII y 350	26-Tap Changer Type	۲۶- تیپ تپ چنجر
MR	27-Tap Changer manufacturer	۲۷- سازنده تپ چنجر

ترانسفورماتور جریان

برای اندازه‌گیری جریان به کار می‌رود. عمل دیگر آن مجزا کردن مدار سنجش و با وسایل حفاظت از شبکه فشار قوی می‌باشد. مثلاً در یک شبکه فشار قوی اگرچه جریان

کـم اسـت ، نمـی‌تـوان جهـت سـنجش جریـان آمپرمتـر را مـستقیماً در مـدار جریـان قـرار داد بلکه بایـد بوسـیلهٔ تـرانس جریـان متنـاوب ، مـدار فـشارقوی را از مـدارهای سنجـشی و حفاظـت بـه طـور کلـی جـدا کـرد. زیـرا اسـتقامت الکتریکـی عـایق دسـتگاههای انـدازه‌گیـری محـدود می‌باشد.

الف) مشخصات

ولتاژنامی و ماکزیمم ۲ـ فرکانس ۳ـ تعداد فازها و نحوه زمین کردن نوترال

ب) شرایط کارکرد همچون شرایط کارکرد کلیدهای قدرت می‌باشد.

ج) مشخصات ترانس جریان

۱ـ نوع ترانس جریان برحسب عایق اصلی

ـ نوع روغنی با عایق کاغذ آغشته به روغن

ـ نوع خشک با عایق رژلین

ـ نوع SF_6

در ولتاژهای ۷۲/۵ کیلوولـت نـوع روغنـی و خـشک و در ولتاژهـای بـالاتر نـوع روغنـی کـاربرد دارد.

برای ترانسهای نوع داخلی و تا ولتاژ ۷۲/۵kv نوع خشک توصیه می‌شود.

۲ـ ولتاژ ماکزیمم

۳ـ سطوح عایقی نامی

۴ـ جریان نامی اولیه : جریانی است که عملکرد ترانس جریان برپایه آن است.

و براساس جریـان عـادی کـه از محاسـبات load flow بدسـت مـی‌آیـد انتخـاب مـی‌شـود و مقـــادیر ۷۵ - ۶۰ - ۵۰ - ۴۰ - ۳۰ - ۲۵ - ۲۰ - ۱۵ - ۱۲/۵ و ۱۰ آمپـــر بـــا مـــضارب ده آنها در استاندارد توصیه شده اسـت. مقـادیری کـه در زیـر آنهـا خـط کـشیده شـده اسـت ارجـح می‌باشد.

۵ـ جریان نامی ثانویه : مطابق استاندارد اعداد ۱ یا ۲ یا ۵ آمپر می‌تواند باشد جریانهای ۱ آمپر در ولتاژهای بالاتر که طول سیم‌های ارتباطی تا رله‌ها بیشتر است ارجح می‌باشد.

برای ولتاژهای تا ۱۴۵kv ، ۱ یا ۵ و برای ولتاژهای بالاتر برابر ۱ آمپر باید انتخاب گردد.

۶ـ نسبت تبدیل نامی

نسبت جریان اولیه به ثانویه می‌باشند و بطور کلی انتخاب صحیح آن باعث بالا رفتن حساسیت رله‌ها و دستگاههای اندازه‌گیری می‌شود باید دقت نمود که تغییر نسبت تبدیل به نسبت‌های پایین‌تر از ثانویه همواره باعث کاهش کلاس دقت Coreهای حفاظتی می‌شود که این مورد در تعیین نسب تبدیلی که کلاس Coreهای حفاظتی در آن باید ضمانت شود باید مد نظر قرار گیرد.

۷ـ جریان اتصال کوتاه کم مدت نامی :

مدت آن یک ثانیه و در موارد مدت زمان طولانی زمان ۳ ثانیه انتخاب

می‌گردد.

۸ـ جریان دائمی حرارتی نامی : این جریان برابر با جریان نامی اولیه ترانس می‌باشد.

۹ـ کلاس دقت و ظرفیت خروجی : ظرفیت خروجی ثانویه ترانس جریان همان توانی است که بوسیلهٔ رله‌ها و سیم‌های رابط و امپدانس ثانویه خود ترانس جریان مصرف می‌شود. و مقدار آن از رابطهٔ زیر بدست می‌آید.

$$S_N = I_{z_N} \times Z$$

براساس استاندارد IEC مقادیر ناتوان خروجی نامی ۳۰ ولت آمپری تعیین شده‌اند. و عبارتند از ۳۰-۱۵-۱۰-۵-۲/۵ ولت آمپر . مقادیر بالاتر از ۳۰ ولت آمپر با توجه به کاربرد مناسب آنها می‌توانند انتخاب شوند.

با توجه به این مطلب که توان مصرفی نامی رله‌های امروزی کمتر از ۵ ولت آمپر

می‌باشند و حتی گاهاً تا حدود زیر یک ولت آمپر نیز می‌رسند.

ترانسهای جریان دارای دو گروه کلاس دقت می‌باشند.

۱ـ کلاس دقت برای ترانسهای اندازه‌گیری.

۲ـ کلاس دقت برای ترانسهای حفاظتی .

کور (Core) اندازه‌گیری به منظور تبدیل جریان در شرایط عادی می‌باشد و بر طبق استاندارد IEC۱۸۵ باید در محدوده جریانها و بارهای زیر ، کلاس دقت مطلوب را داشته باشد.

ـ محدوده جریان از ۱۰ تا ۱۲۰ درصد جریان نامی

ـ محدوده بار از ۲۵ تا ۱۰۰ درصد بار نامی

کلاسهای دقت استاندارد عبارتند از ۵-۳-۱ - ۰/۵ - ۰/۲ - ۰/۱ که حدود آنها در استاندارد بصورت (±) داده شده است و معمولاً یا تصحیح دور در ترانس اندازه‌گیری باعث کاهش خطای منفی شده و همراه با آن باعث کاهش سطح مقطع هسته در کلاس دقت معینی می‌گردد. انتخاب کلاس دقت بر مبنای نیازهای وسایل اندازه‌گیری مورد استفاده می‌باشد و مجموعاً در این مورد کلاس ۰/۵ انتخاب می‌شود.

در ترانسهای جریان پارامتر دیگری به نام ضریب ایمنی تجهیزات مطرح است که با F_s نمایش داده می‌شود. همانطور که گفته شد محدوده کار ترانس اندازه‌گیری شرایط عادی شبکه است. و نیازی به دقت در جریانهای بالا یعنی اتصال کوتاه نمی‌باشد. برای حفاظت دستگاههای اندازه‌گیری متصل به ترانس ضریب F_s مشخص می‌گردد. که مطابق استاندارد به میزان خطای مرکب در جریان Inf_s باید از ۱۰٪ بیشتر باشد. که این به معنای اشباع ترانس و بالا نرفتن جریان ثانویه به مقادیر خطرناک برای وسایل اندازه‌گیری می‌باشد. هرچه مقدار F_s کمتر باشد تجهیزات منحنی به ثانویه کور اندازهٔ گیری در مقابل شرایط غیر عادی ، ایمنی بیشتردارند. با توجه به استقامت وسایل اندازه‌گیری دو

برابر جریان‌های بالا عموماً $F_s \leq ۱۰$ کفایت می‌کند .

با توجه به موارد ذکر شده CTهای انتخاب شده برای پست طبق استاندارد در جداول زیر قید شده است.

پست 63 KV باورس — CT ترانسفورماتور T1 — کد دیسپاچینگ (T1 CT2)

AG Emil PFIFFNER CO			JOF 72	ICE 185	
Hirschthal					
SWITZERLAND		S		1992	Kg
72.5 / 150 / 325	KV		40 KA	1 S	50 HZ
SERIAL № phase : (R: 921 1112/84	S: 921 1112/83	T: 921 1112/82			
150 - 300					A
5	5	5			
1S1 – 1S2	2S1 – 2S2	3S1 – 3S2			
30	60	60			VA
0.5 FS5	5P8	5P8			CL
Oil : BP Energol Js -R					

ترانسهای ولتاژ (C.V.T- V.T - P.T)

جهت اندازه‌گیری ولتاژ در شبکه استفاده می‌شود و به صورت موازی با شبکه قرار می‌گیرد مدار آن مجهز به کلید و فیوز است.

الف) مشخصات سیستم مانند مشخصات کلیدهای قدرت است.

ب) شرایط کارکرد مثل شرایط کارکرد کلیدهای قدرت است.

ج) مشخصات ترانسهای ولتاژ

الف) نوع ترانسهای ولتاژ به لحاظ عایق اصلی

۱ ـ نوع اندوکتیو

۲ ـ نوع خازنی ترانسهای ولتاژ خازنی فعلاً تنها از نوع روغنی ساخته می‌شود.

ب) انتخاب نوع ترانس ولتاژ اندوکتیو خازنی

ـ در ولتاژهای کمتر از ۷۲/۵ کیلوولت موارد زیر باید مد نظر باشد.

۱ـ به لحاظ مالی با بالا رفتن ولتاژ نامی قیمت نوع خازنی کمتر می‌شود که این مورد معمولاً از ولتاژ ۱۴۵ کیلوولت و بالاتر می‌باشد.

۲ـ در مواردیکه PLC مورد احتیاج باشد به دلیل اقتصادی از کوپلینگ کاپاسیتور دیگری نخواهیم استفاده کنیم نصب نوع خازنی الزامی است.

۳ـ ترانسهای ولتاژ اندوکتیو دارای عملکرد بهتر از حالت گذرا می‌باشد.

۴ـ در مواردیکه نصب نوع خازنی به دلیل ارتباط PLC روی خطوط الزامی است ، جهت یکنواختی بهتر است ترانسهای ولتاژ نیز از این نوع باشد.

ج) ولتاژ ماکزیمم : ولتاژ انتخابی ۷۲/۵kv است.

د) سطوح عایقی نامی

ذ) ولتاژ نامی اولیه : برای اتصال فاز به فاز برابر ولتاژ نامی و برای اتصال فاز به زمین

برابر ولتاژ نامی سیستم تقسیم بر $\sqrt{۳}$ انتخاب می‌شود.

ز) ولتاژ نامی ثانویه ـ مقادیر ترجیحی استاندارد .

مقادیر ترجیحی استاندارد	ولتاژ نامی
۱۱۰	۱۰۰
$\frac{۱۱۰}{\sqrt{۳}}$	$\frac{۱۰۰}{\sqrt{۳}}$
$\frac{۱۱۰}{۳}$	$\frac{۱۰۰}{۳}$

مـی‌باشـد. انتخـاب بـین دو عـدد ۱۰۰ و ۱۱۰ بـسته بـه اینکـه در منطقـه مربوطـه کـدام یـک مورد استفاده بوده است ، بهر حال تفاوتی به لحاظ فنی بین این دو نمی‌توان قائل بود.

ولتـاژ ثانویـه (۱۱۰) ۱۰۰ ، ۳/(۱۱۰)/۱۰۰ بـرای اتـصالات مثلـث در انـدازه‌گیـری مـی‌باشـد.

$\sqrt{۳}$/(۱۱۰)۱۰۰ برای سایر حفاظت‌ها و اندازه‌گیری در اتصالات فازبه

زمین ترانسهای ولتاژ انتخاب می‌شوند.

برای ترانسهای ولتاژ فـاز بـه فـاز کـه نـدرتاً مـورد اسـتفاده دارد ولتـاژ ۱۰۰ یـا ۱۱۰ مـی‌توانـد انتخاب شود.

ز) ضریب ولتاژ نامی

نشان دهنده استقامت حرارتی ترانس ولتاژ در برابر اضافه ولتاژهای موقت می‌باشد.

و) کلاس دقت و ظرفیت خروجی

ظرفیـت خروجـی مطـابق اسـتاندارد از روی اعـداد نـرم شـده ۲۵ - ۱۵ - ۱۰ ۳۰ ـ ۵۰ -

۷۵ - ۱۰۰ - ۱۵۰ - ۲۰۰ - ۳۰۰ - ۴۰۰ - ۵۰۰ و براســـــاس نیـــــاز واقعـــــی دســـــتگاههای حفاظتی انتخاب می‌گردد که مقادیر ارجح مشخص شده‌اند.

کلاسهای دقت :

برای کورهای اندازه‌گیری و حفاظتی :

ـ کورهای اندازه‌گیری باید کلاس دقت قید شده را در :

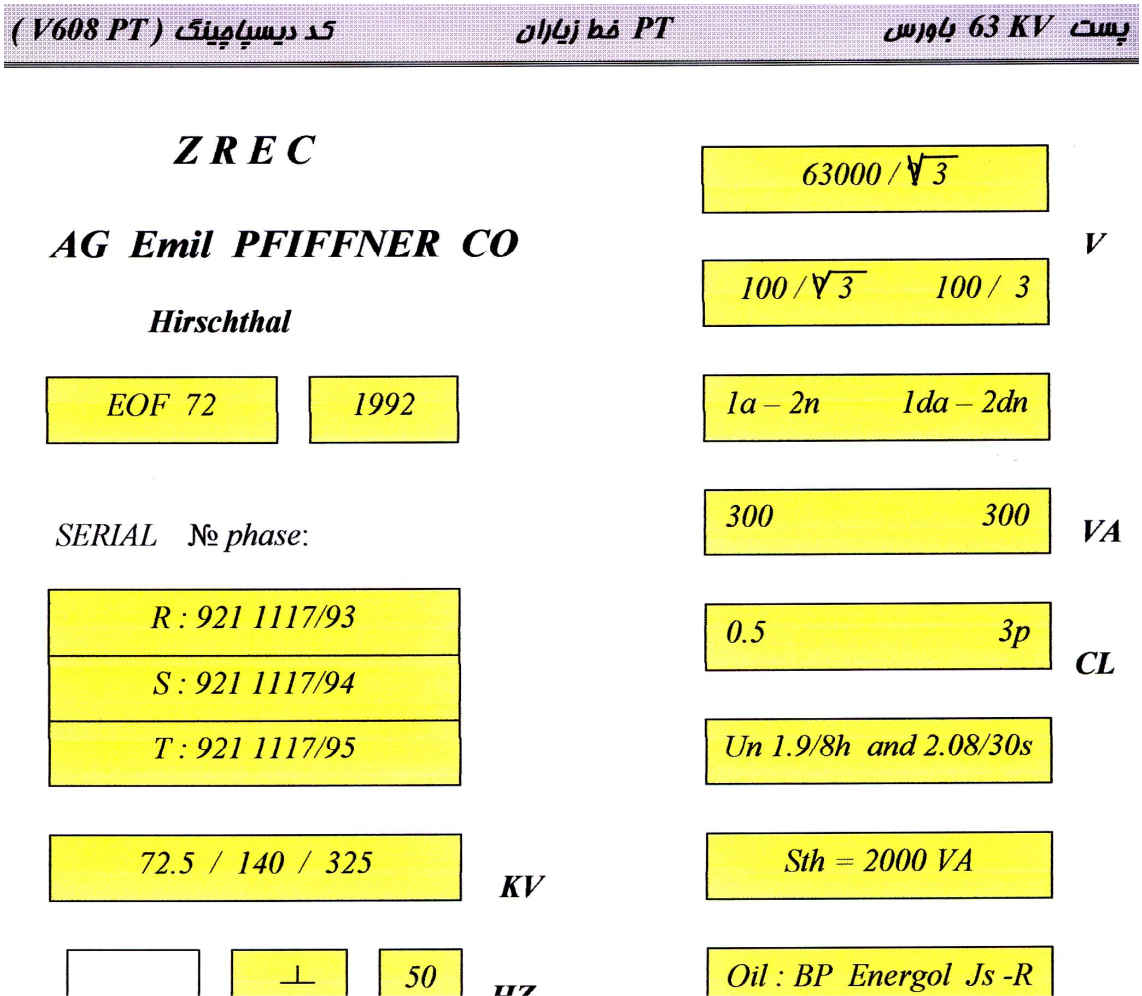
۸۰-۱۲۰ درصد ولتاژ نامی

۲۵-۱۰۰ درصد بار نامی داشته باشند.

و نیز کورهای حفاظتی باید کلاس دقت قید شده را در :

۵ درصد ولتاژ نامی تا V_f برابر ولتاژ نامی و ۲۵ تا ۱۰۰ درصد بار نامی داشته باشند.

ـ vf همان ضریب ولتاژ است و مقدار آن ۱/۵ یا ۱/۹ برحسب اینکه سیستم



زمین شده باشد یا نه ، می‌باشد.

مشخصات ترانسهای ولتاژ بکار برده شده طبق استاندارد :

Voltage Trans. ترانسفورماتور ولتاژ

T1PT : کد ترانس ولتاژ

INDUCTIVE	1-Type (Capacitive/Inductive)	۱- نوع (خازنی / مغناطیسی)
20/R3	2- Rated nominal voltage KV	۲- ولتاژ نامی (کیلوولت)
	3- Coupling capacitor PF (capacity,accuracy,manuf.)	۳- خازن کوپلاژ (ظرفیت / دقت / سازنده)
90/100/R3 60/100/R3	4- Secondary winding (burden/voltage)	۴- سیم پیچی ثانویه (ظرفیت / ولتاژ)
	5- voltage factor 30s.	۵- فاکتور ولتاژ در ۳۰ ثانیه
125 50 24	6- Insulation withstand for - Impulse KVpeak - Switching KVpeak - Power frequency KVrms	۶- تحمل عایقی در برابر - موج صاعقه - موج کلید زنی - فرکانس قدرت
EYS20B	7 - Type	۷- تیپ
A E G	8- Manufacturer	۸- سازنده

V60SPT : کد ترانس ولتاژ

INDUCTIVE	1-Type (Capacitive/Inductive)	۱- نوع (خازنی / مغناطیسی)
72.5	2- Rated nominal voltage KV	۲- ولتاژ نامی (کیلوولت)
300 VA	3- Coupling capacitor PF (capacity,accuracy,manuf.)	۳- خازن کوپلاژ (ظرفیت / دقت / سازنده)
63000/R 3 100/R 3	4- Secondary winding (burden/voltage)	۴- سیم پیچی ثانویه (ظرفیت / ولتاژ)
	5- voltage factor 30s.	۵- فاکتور ولتاژ در ۳۰ ثانیه
325 140 72.5	6- Insulation withstand for - Impulse KVpeak - Switching KVpeak - Power frequency KVrms	۶- تحمل عایقی در برابر - موج صاعقه - موج کلید زنی - فرکانس قدرت
EOF 72	7 - Type	۷- تیپ
PFIFFNER	8- Manufacturer	۸- سازنده

ـ ترانسفورماتورزمین (G.T , E.T)

در سیستم‌های الکتریکی که اتصال آن به صورت مثلث باشد و همچنین به منظور ایجاد یک اتصال زمین در سیستم فوق و تغذیه رله جریانی و ولتاژی از ترانس زمین استفاده می‌شود تا شبکه را در مقابل اتصال کوتاه حفاظت نماید.

در بعضی از مواقع از ترانس زمین جهت تأمین مصرف داخلی پست نیز استفاده می‌شود عموماً با اتصال زیگزاگ یا ستاره ـ مثلث طراحی می‌شوند در کارخانه ایران ترانسفو برای ترانسهای ۶۳/۲۰ با قدرت های ۱۵MVA و ۳۰ ، ترانسهای زمین با اتصال زیگزاگ و جریانهای نامی کارکوتاه مدت ۱۵۰۰ آمپر و ۱۰۰۰ آمپر را استاندارد کرده‌اند

پارامترهای مهم در انتخاب ترانسهای زمین

۱ــ امپدانس توالی صفر : علاوه بر امپدانسهای توالی مثبت و منفی سیستم امپدانس توالی صفر ترانس زمین از رابطهٔ زیر بدست می‌آید.

$$Z_O + 3Z_G = \sqrt{3}\frac{U}{I}\Omega / \text{phase}$$

I ـ مقدار جریان فاز به زمین و U ولتاژ فاز به فاز است.

Z_G : امپدانسی است که نقطهٔ صفر ترانس زمین را به زمین متصل می‌کند. این مقاومت نقش میراکننده را در نوسانات و تشدیدها دارد.

۲ـ قدرت نامی کوتاه مدت

ترانسهای زمین براساس مشخصهٔ زمانی عملکرد رلههای اتصال زمین طوری طراحی می‌شود که برای مدت محدودی جریان مزبور را تحمل نمایند.

کارخانه ایران ترانسفو برای ترانسهای زمین خود مقدار ۱۵ ثانیه را به عنوان استاندارد در نظر گرفته است. قدرت نامی کوتاه مدت معادل حاصلضرب جریان کوتاه مدت در ولتاژ و ضریب فاز می‌باشد.

۳) ظرفیت دائمی سیم پیچی تغذیه داخلی :

اگر ترانس زمین و تغذیه داخلی بصورت ترکیبی باشند ظرفیت سیم پیچی تغذیه داخلی بسته به مقدار مصرف داخلی پست (در حدود چندصد کیلوولت آمپر) تعیین می‌گردد و معمولاً امپدانس اتصال کوتاه آن نیز برحسب امپدانسهای توصیه شده برای ترانسهای قدرت تعیین می‌گردد مقداری در حدود ۴٪ تا ۶٪ را داراست.

در صورتیکه سیم پیچ ترانس تغذیه داخلی بعنوان ثانویه در ترانسفورماتور زمین تعبیه نگردد باید ترانس جداگانه‌ای به منظور تغذیه داخلی پست در نظر گرفته شود.

ولتاژ این ترانسفورماتور ۲۰/۰,۴ kv بوده و ظرفیت آن براساس مصرف داخلی پست تعیین می‌گردد. از تولیدات کارخانه ایران ترانسفو می‌توان برای تأمین ترانسفورماتور تغذیه داخلی پستهای ۶۳/۲۰ استفاده کرد.

برای این پست نیز از ترانس مصرف داخلی با قدرت نامی ۲۰۰ KVA با اتصال Yozn۵ استفاده شده است با مشخصات زیر :

ترانسفورماتور زمین Earthing trans.

کد ترانس زمین : GT1

۱- ولتاژ نامی (کیلوولت)	1- Rated nominal voltage	20
۲- جریان نامی	2- Rated nominal current Amp.	333
۳- نوع و نحوه نصب (سه فاز / داخلی)	3- Type and installation (single/three phase outdoor/indoor)	3 PHASE OUTDOOR

ترانسفورماتور تغذیه داخلی Aux.trans.

کد تغذیه داخلی : SS2

20	1- Rated nominal voltage	۱- ولتاژ نامی (کیلوولت)
5.77	2- Rated nominal current Amp.	۲- جریان نامی
) PHASE OUTDOOR	3- Type and installation (single/three phase,outdoor/indoor)	۳- نوع و نحوه نصب (بیرونی / داخلی)
OIL	4- Type of cooling media(Air/oil/..)	۴- واسطه خنک کنندگی
YZN5	5- Vector group	۵- نوع اتصال
	6- Zero impedance each phase ohm	۶- امپدانس صفر هر فاز
	7- Voltage impedance(UK) %	۷- امپدانس ولتاژ
200 KVA	8- power output (for Earth.AUX.Tr.)	۸- قدرت خروجی (در مورد ترانسفورماتور تغذیه داخلی زمین)
	9- Insulation withstand for - Impulse wave KV peak - power ferquency KV rms	۹- تحمل عایقی در برابر - موج ضاعقه - فرکانس قدرت

کلیدهای فشار قوی

کلیدها وسیله ارتباط سیستم‌های مختلفند و باعث عبور و یا قطع جریان می‌شوند. کلید در حالت بسته (عبورجریان) و یا در حالت باز (قطع جریان) دارای مشخصات زیر است.

۱ـ در حالت قطع دارای استقامت الکتریکی کافی و مطمئن در محل قطع شدگی است.

۲ـ در حالت قطع باید کلید در مقابل کلیهٔ جریانهایی که امکان عبور آن در مدار است حتی جریان اتصال کوتاه ، مقاوم و پایدار باشد و این جریانها و اثرات ناشی از آن نباید کوچکترین اختلالی در وضع کلید و هدایت صحیح بوجود آورد.

انواع کلیدهای فشارقوی

۱ـ کلید بدون باز یاسکسیونر

۲ـ کلید قابل قطع زیربار یاسکسیونر قابل قطع زیربار

۳ـ کلید قدرت یا دیژنگتور

۱ـ سکسیونر

وسیله قطع و وصل سیستم‌هایی است که تقریباً بدون جریان هستند.

سکسیونر باید در حالت بسته یک ارتباط گالوانیکی محکم و مطمئن در کنتاکت هر قطب برقرار سازد و مانع افت ولتاژ گردد. لذا باید مقاومت عبور جریان در محدودهٔ سکسیونر کوچک باشد. تا حرارت در اثر کار مداوم از حد مجاز تجاوز

نکند. این حرارت توسط ضخیم کردن تیغه و بزرگ کردن سطح تماس در کنتاکت و فشار تیغه در کنتاکت دهنده کوچک نگهداشته می‌شود.

در ضمن باید سکسیونر طوری ساخته شود که در اثر جرم و وزن تیغه با فشار باد و برف و غیره خودبخود بسته نشود.

همینطور مقره‌هایی که پایه سکسیونر را تشکیل می‌دهند باید قادر به تحمل فشار وارده در اثر نیروی کشش الکترو مغناطیسی دوفاز مجاور و مربوط به یک فاز در زمان عبور جریان اتصال کوتاه باشند.

انواع مختلف سکسیونر

۱ـ سکسیونر تیغه‌ای

۲ـ سکسیونر کشویی

۳ـ سکسیونر دورانی

۴ـ سکسیونر قیچی‌ای

۱) سکسیونر تیغه‌ای

این سکسیونرها که برای ولتاژهای تا ۳۰kv بصورت یک پل و سه پل ساخته می‌شوند دارای تیغه یا تیغه‌هایی‌اند که در ضمن قطع کلید عمود بر سطح افقی (در سطح محور پایه‌ها) حرکت می‌کنند و در بالای ایزولاتور (پایه) قرار دارند.

تیغه‌ها در جریان کم بصورت تسمه و در جریان زیاد بصورت پروفیل و از مس ساخته می‌شوند . و در هر حال تیغه‌ها بخاطر جلوگیری از ارتعاشات کلید

در موقع عبور جریان اتصال کوتاه بطور دوتایی و موازی نصب می‌شوند.

قطع وصل کلید ممکن است دستی توسط اهرم و یا موتوری و از راه دور و یا کمپرسی با هوای فشرده انجام گیرد.

سکسیونر تیغه‌ای برای فشار قوی بصورت یک پل ساخته می‌شود و فرمان قطع و وصل آنها عموماً کمپرسی با هوای فشرده است.

۲) سکسیونر کشویی

برای کیوسک یا قفسه‌هایی که دارای عمق کم هستند بسیار مناسب است. تیغه متحرک در موقع قطع در امتداد خود (در امتداد سطح افقی یا عمود بر سطح محور پایه‌ها) حرکت می‌کند و بدین جهت فضای اضافی برای تیغه در حالت قطع از بین می‌رود.

برای جریان‌های خیلی زیاد که هر قطب از چندین تیغه موازی تشکیل می‌شود سکسیونر کشویی دارای این مزیت است که می‌توان تیغه‌ها را بصورت لوله‌ای ساخت و در داخل هم جای داد. این طریقه باعث می‌شود که جریان در لوله‌ها که داخل هم قرار دارند بهتر از تیغه‌های پهلوی هم تقسیم شود.

۳) سکسیونر دورانی

برای ولتاژهای بالا بخصوص ۶۰kv و ۱۱۰kv ساخته می‌شود بجای یک تیغه بلند و

یـک کنتاکـت ثابـت دارای دو تیغـهٔ متحـرک و دورانـی مـی‌باشـد کـه بـا برخـورد آنهـا بـه هـم ارتباط الکتریکی برقررا می‌شود.

در این کلیدها حرکت تیغه‌ها بموازات سطح افقی یا عمود بر سطح محور پایه‌ها

انجـام مـی‌گیـرد و دارای ایـن مزیـت اسـت کـه بـا کوچـک بـودن طـول بـازوی تیغـه فاصـله هوایی لازم بین دو تیغه بوجود می‌آید و چـون تیغـه‌هـای گـردش پایـه‌هـا بـازو بـسته مـی‌شـوند، عوامل خـارجی مثـل فـشار بـاد و بـرف و غیـره نمـی‌توانـد باعـث وصـل بـی موقـع آن گـردد یـا بعلت یخ زدگی کنتاکتها در زمستان احتیاج به نیروی اضافی برای باز کردن آنها نیست .

این کلید بصورت یک فاز سـاخته مـی‌شـود و بـسته بـه نـوع شـین بنـدی شـبکه سـه تـای آن بصورت متوالی در کنار هم یا بطور سری پشت سر هر در شبکه سه فاز نصب می‌گردد.

تمـام قطبهـا توسـط اهـرم و میلـه بطـور مکـانیکی بهـم متـصل و مـرتبط آنـد و دارای فرمـان واحد می‌باشند که معمولاً کمپرس و در حالت اضطراری دستی است.

هریک از سکـسیونرهای یـک فـاز دارای دو پایـه عـایقی قابـل گـردش مـی‌باشـند کـه تیغـه‌هـا در روی آنهـا نـصب شـده اسـت. بطوریکـه در موقـع قطـع و یـا وصـل سکـسیونر پایـه‌هـا حـول محور خود در جهت خـلاف یکـدیگر بـه انـدازهٔ ۹۰ درجـه مـی‌چرخنـد و باعـث قطـع و یـا وصـل کنتاکتها می‌شوند.

۴) سکسیونر قیچی‌ای

برای فشارهای زیـاد و خیلـی زیـاد بـسیار مناسـب اسـت. زیـرا بعلـت اینکـه کنتاکـت ثابـت آن راشین و یـا سـم هـوایی تـشکیل مـی‌دهـد. احتیـاج بـه دو پایـه عـایقی مجـزا از یکـدیگر کـه در فـشار قـوی باعـث بزرگـی ابعـاد و سـنگینی وزن آن مـی‌شـود نـدارد و فقـط شـامل یـک پایـه عایقی است که چنگک یا تیغهٔ قیچی مانند کنتاکت دهنده روی

آن نصب می‌شود و با حرکت قیچی مانندی باشین یا سیم هوایی ارتباط پیدا می‌کند.

مـورد اسـتعمال سکـسیونر قیچـی‌ای (یـک سـتونی) در شـبکه‌ای اسـت کـه دارای دوشـین بـه ازای هر فـاز در سـطوح و ارتفـاع مختلـف نـسبت بـه زمـین و بـالای هـم مـی باشـد و سکـسیونر ارتباط عمودی بین این د و شین را فراهم سازد.

نحوهٔ انتخاب سکسیونر از نظر نوع و مشخصات

انتخاب سکیسونر از نظر نـوع فقـط بـستگی بـه شـکل و طـرز قـرار گـرفتن شـین‌هـا و شـمش بندی شبکه و محلی که باید سکسیونر در آنجا نصب شود دارد.

مشخـصات سکـسیونر بـستگی بـه مشخـصات فنـی و الکتریکـی شـبکه دارد. و بایـد در مقابـل حرارت ناشی از عبـور و جریـان عـادی و اسـمی و جریـان اتـصال کوتـاه ، کوتـاه مـدت و نیـروی دینامیکی جریان اتصال کوتاه و بخصوص جریان ضربه‌ای استقامت کافی داشته باشند.

سکـسیونر در حالـت بـاز بایـد عـایق خـوب و مطمـئن بـرای پتانـسیل بـین تیغـه و کنتاکـت ثابت هر فاز و بازمین باشد.

لـذا مشخـصات مهـم یـک سکـسیونر کـه گویـای مشخـصات فنـی و اسـتقامت الکتریکـی و دینامیکی آن می‌باشد عبارتند از :

۱ـ نوع سکسیونر به لحاظ نحوه قطع و وصل و حرکت تیغه

۲ـ نوع سکسیونر و تیغه ارت به لحاظ مکانیزم عملکرد

با دو نوع موتوری و دستی بسته به اینکه آیا کنترل از Dispatching مورد

احتیاج است و یـا خیـر انتخـاب مـی‌شـود. بـرای پـستهای بـا ولتـاژ ۲۴۵ کیلوولـت بـه بـالا بـه دلیل مسافات همواره بصورت موتوری انتخاب می‌شود .

مکانیزم عمـل تیغـهٔ ارت بـه دلیـل عـدم احتیـاج بـه کنتـرل از مرکـز دیـسپاچینگ و اسـتفاده از آن فقـط بـه منظـور تعمیـرات عمومـاً بـه صـورت دسـتی انتخـاب مـی‌شـود. و اقتـصادی نیـز می‌باشد.

۳ـ تعداد پل ها : برابر ۳ عدد می‌باشد.

۴ــ کلاس داخلی و یا بیرونی : بسته به اینکه سکسیونر در فضای روباز و یا بصورت داخلی نصب خواهد شد، این مورد ذکر می‌شود.

۵) ولتاژ نامی

مطابق استاندارد IEC ۶۹ ۴ مقدار نامی ولتاژ برای کلیدهای فشارقوی مطابق زیر است. مقادیر برحسب کیلوولت می‌باشد.

(۳,۶ - ۷,۲ - ۱۲ - ۱۷,۵ - ۲۴ - ۵۲ - ۷۲,۵ - ۱۰۰ - ۱۴۵ - ۱۷۰ - ۲۴۵ - ۳۰۰ - ۳۶۲ - ۴۲۰ - ۵۲۵ - ۷۶۵)

حال ولتاژ نامی با توجه به ولتاژ نامی سیستم از مقادیر فوق انتخاب می‌شود.

که برای پست ۶۳kv ولتاژ نامی ۷۲,۵ kv انتخاب می‌شود.

۶ـ سطوح عایق نامی

این مقادیر با توجه به هماهنگی عایقی و انتخاب سطوح ایزولاسیون و مطابق با مقادیر استاندارد مذکور در استاندارد IEC.۶۹۴ جدول I و III انتخاب می‌شود.

۷) جریان نامی (فقط برای سکسیونر)

براساس محاسبات load flow و با در نظر گرفتن سطح اتصال کوتاه انتخاب می‌شود.

۸ــ جریان اتصال کوتاه کم مدت نامی با توجه به مطالعات اتصال کوتاه و با در نظر گرفتن جریان نامی انتخاب می‌شود.

۹ـ مدت زمان جریان اتصال کوتاه کم مدت

این زمان برحسب مدت زمان برقرار بودن جریان اتصال کوتاه باید انتخاب شود. مطابق استاندارد ۱ ثانیه است ولی برای مواردی است که مدت زمان بیشتری مورد نظر باشد زمان ۳ ثانیه است.

ارتباط مدت زمان تحمل کلید و دامنه جریان بصورت زیر است.

$I^2 . t = const$

۱۰) نیروی مکانیکی ترمینالها

این نیرو در جهت افقی و در دو جهت عمود بر هم مشخص می‌شود. مقدار نیرو ناشی از میزان کشش کنداکتور اتصالی به ترمینالها می‌باشد. میزان این نیرو مسلماً براساس لی اوت و شرایط محیطی پست تعیین می‌شود.

پست 63 KV باورس سکسیونر وسکسیونر زمین خط قزوین کد دیسپاچینگ (V6013)

AEG

Isolating Switch		
Type	D 72.5 E 1	
Serial	№ 615764	
Year	1992	
Rated voltage	72.5	KV
Rated current	800	A
Rated impulse current	80	KA
Short time current 1S	31.5	KA
Rated frequency	50	HZ
Weight / pole	530	kg

ZREC کد دیسپاچینگ (V6089)

AEG AG /TRO Gmbh Berlin
HANDDRIVE

کلید قدرت یا دیژنگتور

دیژنگتور کلیدی است که می‌تواند در موقع لزوم جریان عادی شبکه و در موقع خطا جریان اتصال کوتاه زمین و یا هر نوع جریانی با هر اختلاف فازی را سریع قطع کند.

برای انتخاب کلید قدرت باید به نکات زیر توجه کرد

۱ـ ولتاژ نامی کلید که معمولاً برابر ولتاژ شبکه‌ای است که کلید در آن نصب می‌شود و می‌تواند در حدود ۱۵٪ هم از ولتاژ شبکه کوچکتر باشد. جهت حصول اطمینان ولتاژ نامی کلید باید از ولتاژ شبکه قدری بزرگتر باشد.

۲ـ جریان نامی که مساوی با بزرگترین جریان کار معمولی شبکه است.

۳ـ قدرت نامی قطع کلید که باید با قدرت اتصال کوتاه در محل کلید مطابقت کند.

در ضمن با همین قدرت قطع ، قدرت نامی کلید مشخص می‌شود.

برحسب تعریف VDE باید قدرت کلید در حدود ۲/۵ برابر قدرت قطع آن باشد.

۴ـ نوع فرمان وصل کلید : دستی ـ الکتریکی و با کمپرس توسط هوای فشرده

۵ـ طریقهٔ نصب کلید : کشویی ـ ثابت

۶ـ نوع قطع کنندهٔ اتوماتیک : قطع کننده پریمر یا زکوندر

۷ـ برای نصب در شبکه آزاد با شبکه سرپوشیده

یکی دیگر از مشخصات مهم کلید ، زمان تأخیر در قطع کلید است این زمان

برحسب تعریف عبارتست از حد فاصل زمانی بین لحظهٔ فرمان قطع توسط رله مربوطه و آزاد کردن ضامن قطع کلید تا خاموش شدن کامل جرقه این زمان در کلیدهای مدرن امروز به ۰/۰۵ ثانیه می‌رسد که تقریباً ۲/- ثانیه آن برای قطع جرقه مصرف می‌شود.

کلیدهای قدرت امروزی برای در حدود ۲۵۰۰۰ قطع و وصل ساخته می‌شود و سالیانه یک بار یا پس از ۳۰۰۰ بار قطع و وصل یک بار سرویس و مورد بازدید اساسی قرار می‌گیرند.

انواع کلیدهای قدرت

الف) کلید روغنی

در این کلید در درجه اول از روغنی بعنوان عایق استفاده می‌شود و بدین جهت هرچه فشار الکتریکی شبکه بیشتر باشد حجم روغنی داخل کلید نیز زیادتر می‌شود. بطوریکه وزن روغن در کلید روغنی ۲۰kv به ۲۰ تن می‌رسد. باعث زیادی حجم می‌شود. و قابل اشتعال است.

با روی کار آمدن کلیدهای گازی و کم روغن استفاده از این کلید کنار زده شد.

ب) کلید کم روغن :

در ساختمان این نوع کلیدها از روغن بعنوان ماده عایقی بین قسمت زنده (برقدار) و زمین استفاده نمی‌شود. و روغن در این کلیدها عمدتاً نقش خاموش کردن جرقه را به عهده دارد. لذا حجم روغن به حداقل می‌رسد. در این کلیدها قسمت برقدار توسط ایزولاتورهای جامد از جنس پرسلین قسمت زنده را در

ارتفاع مناسبی قرار می‌دهند، کنتاکتها در داخل یک محفظهٔ استوانه‌ای شکل که قسمت خارجی از پرسلین است در داخل روغن قرار گرفته است. در این نوع کلیدها در

ابتدای زمان قطع کنتاکت متحرک از کنتاکت ثابت جدا شده و بین این دو کنتاکت جرقه ایجاد می‌شود. همزمان با ایجاد جرقه گاز ئیدروژن تولید شده و این گاز هدایت حرارتی خوبی دارد به خنک نمودن جرقه کمک می‌کند. روغن تازه در داخل کلید بصورت عمود بر مسیر جرقه حرکت کرده و پس از گرم شدن و تولید گاز ئیدروژن در محفظه جرقه دور می‌شود. زمانیکه فاصله دو کنتاکت به اندازه کافی رسید در حوالی جریان صفر کلید جریان را قطع می‌کند از این نوع کلیدها در ولتاژهای بالاتر نیز استفاده می‌شود. برای پایین آوردن زمان قطع کلید در ولتاژهای بالا از سری کردن چند جفت کنتاکت استفاده می‌نمایند شکل ظاهری این کلیدها به شکل Y و یا T و زمان قطع آنها بین ۵۰ تا ۸۰ میلی ثانیه است.

پ) کلید اکسپانیزیون

کلیدی است که در آن از آب به عنوان ماده خاموش کننده جرقه استفاده شده است. و بهمین جهت اغلب کلید آبی نیز می‌نامند.

یکی از بهترین خواص این کلید این است که چون آب داخل محفظهٔ احتراق قابل اشتعال نیست هیچ گونه انفجاری کلید را تهدید نمی‌کند و مانند کلیدهای روغنی باعث آتش سوزی نمی‌شود.

هر قطب کلید دارای یک محفظهٔ احتراق مخصوص خود است که با مقداری آب

و ضد یخ پر شده است.

در کلیدهای آکسپا نزیون با ولتاژ بالا بجای آب از روغن مخصوص که نقطهٔ اشتعال آن خیلی بالاست استفاده می‌شود.

کلید هوایی :

در کلیدهای هوایی برای خاموش کردن جرقه و خارج کردن یونها (یونیزه کردن) و خنک کردن جرقه از هوای سرد تحت فشار استفاده می‌شود و این تنها کلیدی است که

قدرت خاموش کننـدگی آن مـستقل از جریـان اسـت. و فقـط تـابع هـوای کمپـرس شـده ایـست که قبلاً در یک منبع ذخیره شـده و بـا فـشار ثابـت و مقـدار ثابـت بـرای هـر شـدت جریـانی بـه داخل محفظـهٔ احتـراق هـدایت مـی‌شـود. لـذا ایـن کلیـدها بـرخلاف کلیـدهای دیگـر کـه خـود وسیلهٔ خاموشی کردن جرقـه را بوجـود مـی‌آورنـد دارای زمـان قطـع بـسیار کوتـاهی اسـت. زیـرا زمان لازم برای بوجود آوردن عامل مؤثر ، گرچه کوتاه مدت هم باشد از بین می‌رود.

از معایب کلید هوایی مـی‌تـوان قطـع جریـان کوچـک را در زمـانی غیـر از مـوقعی کـه جریـان از صفر مـی‌گـذرد ، نامیـد چـون در ایـن حالـت امکـان بوجـود آمـدن ولتاژهـای ضـربه‌ای خیلـی زیاد است.

در ضـمن مـاده خـاموش کننـده از خـارج هـدایت مـی‌شـود ، بایـد قـبلاً آمـاده باشـد و بـدین جهت باید کلید و متعلقات آن دائماً تحت مراقبت و کنترل شدید قرار گیرند.

سروصدای این کلید در موقع قطع و وصل نیز یکی از معایب کلید می‌باشد.

ث) کلید گاز سخت (جامد)

در ایـن کلیـد ماننـد کلیـدهای روغنـی و کـم روغنـی گـازی کـه باعـث خـاموش کـردن و برنگشتن جرقه می‌شـود ، توسـط خـود جرقـه بوجـود مـی‌آیـد. لـذا قـدرت قطـع ایـن کلیـد نیـز تابع شدت جریان قطع است.

در موقع قطع ، محـل قطـع شـدگی قابـل رویـت اسـت کـه ایـن از محاسـن کلیـد اسـت. و بـه آن حالت سکسیونر قابل قطع زیر جریان اتصال کوتاه را می‌دهد.

این کلیدها برای اختلاف سطح تا ۲۰kv و قدرت قطع تا ۲۰۰MVA ساخته می‌شوند.

ج) کلید SF۶

در ایـن کلیـد از گـاز SF۶ بعنـوان خـاموش کننـده جرقـه و عـایق بـین دو کنتاکـت و نگهدارنده ولتاژ استفاده شده است.

گـاز SF_6 الکترونهـای آزاد را جـذب مـی‌کنـد و ایجـاد یـون منفـی بـدون تحـرک مـی‌کنـد. در نتیجـه مـانع ایجـاد ابـر بهمـن الکترونهـا کـه باعـث شکـست عـایق و ایجـاد جرقـه مـی‌شـود، می‌گردد.

اسـتقامت الکتریکـی گـاز SF_6، ۲ تـا ۳ برابـر اسـتقامت الکتریکـی هـوا مـی‌رسـد. از نظـر شیمیایی کاملاً با ثبات است و میـل ترکیبـی آن خیلـی کـم و غیـر سـمی مـی‌باشـد. و تقریبـاً ۵ برابر هوا وزن دارد و در برابـر حـرارت زیـاد نیـز پایـدار و غیـر قابـل اشـتعال اسـت. بعـلاوه دارای قابلیت هـدایت حرارتـی بـسیار زیـاد اسـت. لـذا عـلاوه براینکـه در خـاموش کـردن جرقـه بـسیار مؤثر است، عایق بسیار با ارزشی نیز می‌باشد.

طرز اسـتفاده از ایـن گـاز در کلیـدهای فـشارقوی عمومـاً بـر مبنـای انژکتـور گـاز تـراکم شـدهٔ SF_6 به محل قوس الکتریکی (محفظه احتراق) است.

فرمان قطع و وصل این کلیدها معمولاً هیدرولیکی انجام می‌گیرد.

ج) کلید خلاء

نظر بـه اینکـه اصـولاً حامـل‌هـای بـاردار (الکترونهـای آزاد) باعـث هـدایت جریـان در فلـزات و ایجـاد قـوس الکتریکـی در عایقهـا مـی‌شـوند ، لـذا در خـلاء کامـل چـون هـیچ عنـصری وجـود ندارد که حامل الکترونهـا باشـد ، بایـد جـدا شـدن در کنتاکـت فلـزی جریـان دار ، بـه احتمـال قوی بدون جرقه انجام گیرد.

بـا توجـه بـه ایـن اصـل کلیـدهای فـشارقوی کـه کنتاکـت‌هـای آن در خـلاء از هـم جـدا می‌شوند ساخته شده است.

کلید خلاء از سه قسمت اصلی تشکیل می‌شود.

۱ـ کپسول خلاء از فولاد کرم نیکل با کنتاکتورها

۲ـ نگهدارنده کنتاکتورها وایزو لاتورها

۳ـ وسایل مکانیکی رسانای فرمان قطع و وصل

کلید خلاء امـروزه بخـاطر دارا بـودن مزایـای از قبیـل دوام زیـاد ، مراقبـت کـم امکـان وصـل و

قطع سریع مکـرر ، در شـبکه‌هـای فـشار متوسـط تـا kv ۳۰ بخـصوص بـرای وصـل شـبکه‌هـای کاپاسیتیو بسیار مناسب است.

انواع کلیدها از نظر مکانیزم عملکرد

۱ـ با مکانیزم عمل فنری

۲ـ با مکانیزم عمل هیدرولیک

۳ـ با مکانیزم عمل هوای فشرده

به طور کلـی در ولتاژهـای متوسـط و تـا kv ۱۴۵ انتخـاب مکـانیزم فنـری عمومیـت بیـشتری دارد که علت آن احتیاج کمتر بـه قـدرت مکـانیزم مـی‌باشـد. در ولتاژهـای بـالاتر و قـدرت قطـع بالاتر از مکانیزم‌های هوای فشرده و هیدرولیک استفاده می‌شود.

برای پست kv ۶۳ مکانیزم عمل فنری استفاده شده است.

«مشخصات بریکرها»

۱ـ ویژگی سیستم از قبیـل ولتـاژ نـامی و Max ، فرکـانس ، تعـداد فـاز و نحـوه زمـین کـردن نوترال

۲ــ شـرایط کـارکرد شـامل حـداقل و حـداکثر درجـه حـرارت هـوای محـیط ، ارتفـاع محـل پست ، سـرعت بـاد ، شـدت زلزلـه ، رطوبـت و بخـار آب ، دود ، گازهـای قابـل اشـتعال ، گـرد و خاک غیر معمول و نمک

۳ـ مشخصات کلید از نقطه نظر ماده خاموش کننده

۴ـ نوع کلید به لحاظ مکانیزم عمل

۱ـ فنری : تا ولتاژ kv۱۴۵ کاربرد دارد.

۲ـ هیدرولیک برای ولتاژهای بالاتر

۳ـ هوای فشرده

۵ـ تعداد پلها ۳ می‌باشد.

۶ـ کلاس ، داخلـی یـا بیرونـی outdoor یـا Indoor بـسته بـه اینکـه کلیـد در فـضای روبـاز

یا بصورت داخلی نصب شده است.

۷ـ ولتاژ نامی

طبق استاندارد IEC۶۹۴ مقدار ولتاژ نامی برای کلیدهای فشارقوی kv ۶۳ ، ولتاژ kv ۷۲,۵ انتخاب شده است.

۸ـ سطوح عایقی نامی Rated Insulation Level

این مقادیر با توجه به هماهنگی عایقی و انتخاب سطوح ایزولاسیون انتخاب می‌گردد.

۹ـ جریان نامی با استفاده از محاسبات Load flow انتخاب می‌شود.

۱۰ـ جریان نامی قطع شارژ

که قابلیت قطع جریان کاپاسیتیو کلید برای موارد اتصال به خطوط هوایی می‌باشد و مطابق استاندارد برای ولتاژهای kv ۷۲,۵ و بالاتر مشخص می‌شود. با استاندارد IEC ۵۶ انتخاب می‌شود.

۱۱ـ جریان نامی قطع شارژ کابل

برای موارد اتصال به کابل و برای ولتاژهای kv ۳,۶ و بالاتر مشخص می‌شود.

۱۲ـ جریان نامی قطع شارژ بانگ خازنی

این جریان در مواقعی که از کلید برای سویچینگ بانگ خازنی استفاده می‌شود ، مشخص می‌گردد و مقدار آن با توجه به مقدار کل خازن مورد نظر انتخاب می‌شود.

۱۳) rated back-to-back capacitor band breaking current

این جریان مربوطه سویچینگ بانک خازنی شانت است و در حالی که یک یا چند بانک خازنی دیگر در طرف تغذیه کلید قرار دارند می‌باشد. و در این حالت معنی می‌گردد.

۱۴ـ جریان نامی قطع بار اندوکتیو

این مقدار مربوط می‌شود به قطع جریان اندوکتیو در حالات زیر :

۱ـ جریان مغناطیسی ترانسفورماتورها

۲ـ جریان مغناطیسی راکتورها

۳ـ جریان مغناطیسی موتورها

مقادیر جریان از روی مشخصات ترانسها ، راکتورها و موتور محاسبه می‌شود.

۱۵ـ جریان نامی قطع اتصال کوتاه

با توجه به مطالعات اتصال کوتاه محاسبه می‌شود.

۱۶ــ این ضریب نشان دهنده ازدیاد ولتاژ با فرکانس شبکه برای فازی که ابتدا در شرایط خطا باز می‌کند در حالیکه دو فاز دیگر هنوز از لحاظ الکتریکی بسته‌اند می‌باشد و مقدار آن با توجه به نحوه زمین کردن نوترال شبکه بین ۱ تا ۱/۵ تغییر می‌کند. طبق استاندارد اعداد ۱/۳ را برای شبکه‌هایی که نوترال آنها به طور مؤثر زمین شده و ۱/۵ برای سایر شبکه‌ها انتخاب می‌شود.

۱۷ـ مطابق استاندارد برای موادی که رکلوژر سریع مورد نظر باشد.

O - ۰,۳Sec Co - ۳ min Co

و برای سایر موارد O - ۳min . Co - ۳ min Co انتخاب می‌گردد.

۱۶) زمان اتصال کوتاه

این زمان برحسب مدت زمان برقرار بودن جریان اتصال کوتاه باید انتخاب شود مطابق استاندارد یک ثانیه است و برای مدت زمانهای بیشتر زمان ۳ ثانیه توصیه می‌شود.

$I^2 . t = consT$

۱۷ـ زمان قطع نامی

کاهش زمان قطع نامی کلید اساساً به جهت کم کردن اثرات ناشی از ادامه جریان اتصال کوتاه که اهم آن پایداری شبکه است بخصوص برای ولتاژهای بالا ۱ مورد نظر است و در این رابطه باید به امکانات عملی سازندگان نیز توجه داشت.

مشخصات مکانیزم عملکرد

۱ـ نحوه عملکرد Power or Manual

۲ـ ولتاژ تغذیه نامی : برای موتور ۳۸۰/۲۲۰ ولت متناوب با ۱۱۰v DC

جداول مشخصات بریکرهای انتخابی برای پست :

پست 63 KV باورس	بریکر خط قزوین	کد دیسپاچینگ (V6012)

AEG

TYPE	S1-72.5	Rated line-charging breakng current	10 A
SERIAL - №	3000 301/1	First pole to clear factor	1.5
Year of manufactore	1992	Rated operating sequence	0-0.3 s-co-3min
Rated voltage	72.5 KV	Ra. SF6 Pressure at 20 °c max/min	pe058
Ra. Lighting withstand voltag	375 KV	Ra. Supply voltage of releases dc	110 V
Ra.switching imp. withstand voltag	KV	Ra. Supply of auxilary circuit dc	110 V
Rated frequency	50 HZ	Ra.supply of motor dc	110 V
Ra. Normal current	1600 A	Mass of SF6-gas	6Kg
Ra. Short-circuit breaking current 1s	31.5	Mass	1076Kg
Ra. Out of phase breaking current	7.9 KA	Temperature class	-30....+45 °c

ZREC

Made in Germany

برقگیرها :

برقگیرهـا قادرنـد از تجهیـزات برقـی در مقابـل تخریـب در اثـر صـاعقه حفاظـت کننـد. از طرفی نبایستی در اثـر بـروز اشـکالاتی در شـبکه (مثـل کلیـدزنی ، اتـصال فـاز بـه زمـین و . . .) بیجا عمل نموده و صـدمه ببیننـد. در هـر حـال ، انتخـاب بایـد جـامع شـرایط بـوده و همچنـین صرفه اقتصادی داشته باشند.

برقگیرها در حقیقت یـک ایزولاسـیون نـاقص مـی‌باشـند کـه تخلیـه الکترونـی در اثـر اخـتلاف سطح ضربه‌ای زیـاد حتمـاً در آن انجـام مـی‌گیـرد و بارهـای موجـود در مـوج سـیار از آن طریـق از تأسیسات فشارقوی خارج می‌گردد. بدون اینکه مزاحمتی برای شبکه ایجاد کند.

انواع برقگیر :

۱ـ میلـه‌ای (جرقـه‌ای) : یکـی از ارزانتـرین و سـاده‌تـرین برقگیرهـای مـورد اسـتفاده در شـبکه اسـت. و امـروزه بـرای حفاظـت مقـره‌هـای خطـوط انتقـال و بوشـینگ ترانـسفورماتورها اسـتفاده می‌شوند.

یکی از دو الکترودها به هادی و دیگر به زمین وصل می‌شود.

۲ــ برقگیـر نـوع expulsion : از دو الکتـرود داخـل یـک لولـه مقـره تـشکیل شـده اسـت و کمتر در پـستهای اسـتفاده مـی‌شـود. ممکـن اسـت بـرای کـاهش دامنـه مـوج بـسیار در انتهـای خطوط استفاده شود.

۳ـ برقگیرهای مقاومت غیرخطی (Valve type)

از یک عده مقاومت غیرخطی از جنس سیلیکون کاربید و یک مجموعه فاصله هوایی در داخل لوله مقره تشکیل شده است. مقاومتهای غیرخطی به صورت بلوکهای سیلندری بوده و هرگاه ولتاژ دوسر برقگیر از حدی بیشتر شود جرقه در فاصلهٔ هوایی از بین رفته و مقاومت غیرخطی افزایش یافته و جریان تخلیه به حداقل می‌رسد. ارتفاع این برقگیرها متناسب با ولتاژ نامی شبکه است. و هر مجموعه فاصله متوالی داخل برقگیر از دو الکترود تشکیل شده است. در اثر عملکرد این نوع برقگیر فشار داخل آن افزایش یافته و برای تخلیه فشار آنها به سیستم‌های اتوماتیک تخلیه فشار متصلند. جهت کسب اطلاع از تعداد عمل برقگیرها از یک نمراتور شمارنده استفاده می‌شود.

۴ـ برقگیرهای Zno (اکسید روی)

از یک سری مقاومتهای غیرخطی از جنس اکسیدروی تشکیل شده است (به قطر ۱۰ و ارتفاع ۳cm). در این برقگیرها فاصلهٔ هوایی وجود ندارد و در اثر افزایش ولتاژ مقاومت غیرخطی سریعاً کاهش یافته و ولتاژ را به زمین منتقل (تخلیه) می‌کند. پس از تخلیه اضافه ولتاژ ، مقاومت آن سریعاً افزایش یافته و جریان تخلیه قطع می‌شود. این برقگیرها به دلیل سبکی وزن ، قیمت کم و بهره‌برداری آسان روزبه‌روز کاربردشان بیشتر می‌شود.

محل نصب برقگیرها :

معمولاً در ابتدای خط ورودی به پست و همچنین در انتهای خط خارج شده از پست ، دو طرف ترانسفورماتورها ، خازنها قرار می‌گیرند. محل برقگیرها به طراحی بستگی دارد.

روش و معیارهای لازم برای انتخاب برقگیر مناسب جهت هماهنگی عایق

۱ـ تعیین حداکثر ولتاژهای فاز ـ زمین بافرکانس قدرت در محل برقگیر با ضرب کردن بالاترین ولتاژ سیستم در ضریب زمین کردن سیستم در نقطه‌ای که برقگیر نصب می‌شود حداکثر ولتاژ فاز ـ زمین با فرکانس قدرت بدست می‌آید.

تعیین ضریب زمین به روش تجربی :

الف ـ برای سیستم‌های بطور مؤثر زمین شده ضریب زمین کردن از ۸۰٪ تجاوز نمی‌کند.

برای سیستم‌های که نسبت راکتانس توالی صفر به توالی مثبت X_0/X_1 ۳+ است و نسبت مقاومت توالی صفر به راکتانس توالی مثبت R_0/X_1 بین صفر و ۱+ است سیستم بطور مؤثر زمین شده و مقدار بدست آمده برای ضریب زمین کردن در محل برقگیر از ۸۰٪ تجاوز نمی‌کند.

ب) برای سیستم‌هایی که نوترال زمین شده بطور غیر مؤثر یا نوترال زمین نشده و یا زمین شده از طریق سیم‌پیچی خاموش کننده جرقه ضریب زمین از ۸۰٪ تجاوز می‌کند.

در سیستم‌هایی که نوترال آنها توسط مقاومت با راکتانس زمین شده و یا سیستم‌هایی که بعضی از نقاط نوترال یا تمام آنها زمین نشده‌اند ضریب زمین کردن از ۸۰٪ تجاوز خواهد کرد در چنین سیستم‌هایی ضریب زمین کردن تا ۱۰۰٪ در محل برقگیر می‌رسد. در صورتیکه نسبت X_0/X_1 بین صفر تا ۲۰- باشد احتمال وقوع رزونانس وجود دارد اگرچه برای سیستم‌های با نوترال زمین نشده نسبت X_0/X_1 اغلب کمتر از ۲۰- است و لذا ایجاد رزونانس غیر محتمل است.

۲ـ تخمین اندازه جریان تخلیه برقگیر و شکستن موج آن

اندازه و شکل موج جریان تخلیه را باید مدت براساس درجه حفاظتی تأمین شده توسط سیم گارد در مقابل برخورد مستقیم صاعقه به خطوط هوایی و پستها و . . تخمین زد.

چنین تأسیساتی ممکن است توسط سیم گارد بطور مؤثر یا غیر مؤثر حفاظت شده باشند.

تأسیساتی دارای حفاظت مؤثرند که سیم گارد پست و تمام خطوط متصل به آن در مقابل برخورد مستقیم صاعقه حفاظت کند.

تجربیات عملی برخی کشورها نشان داده که استفاده از سیم گارد در ولتاژهای پایین‌تر از ۱۰۰ کیلوولت چندان مؤثر نیست و سیم گارد چنین سیستم‌هایی بصورت غیرمؤثر

عمل می‌کند. برای ولتاژهای بالاتر جهت حفاظت مؤثر زاویه سیم گارد نباید از ۲۰° تجاوز کند. و مقاومت زمین هر برج نیز نباید از ۱۰ اهم بیشتر باشد. در چنین وضعیتی جریان تخلیه برقگیر از ۴۰۰۰ آمپر در ۱۱۰kv تا ۱۰۰۰۰ آمپر در ۴۰۰kv تغییر می‌کند.

مقدار جریان تخلیه برقگیرها طبق استاندارد : KA ۲۰ , ۱۰ , ۵ , ۲,۵ , ۱,۵

۳ـ تعیین سطح استقامت عایقی تجهیزات

طبق استاندارد برای هر وسیله چند سطح عایقی بشرح زیر تعریف می‌شود :

ـ سطح استقامت در مقابل ولتاژهای صاعقه

lighting Impulse Withstand Level (LIWL)

ـ سطح استقامت در مقابل ولتاژهای کلید زنی

Switching Impulse Withstand Level (SIWL)

ـ سطح استقامت در مقابل اضافه ولتاژهای با فرکانس قدرت

Power frequency Withstand Level (PFWL)

استاندارد IEC۷۱ سطوح عایقی استاندارد را به منظور یکنواختی در انتخاب و تنوع زدایی در طرح سیستم‌های عایقی پیشنهاد نموده است.

سطح عایقی برای بالاترین ولتاژ سیستم V_m در محدودهٔ ۵۲ تا kv ۲۴۵ شامل LIWL و PFWL می‌باشند. در این حدود از ولتاژ با سطح ولتاژهای ناشی از کلید زنی پایین تر از LIWL است.

برای سیستم با ولتاژ نامی (kv)۶۳ و بالاترین ولتاژ (kv)۷۲/۵Vm مقادیر LIWL و PFWL به ترتیب برابر ۳۲۵kv و ۱۴۰kv می‌باشد و از این رو مقادیر فوق در طراحی هماهنگی عایقی در این پروژه مورد استفاده قرار خواهند گرفت.

۴ـ انتخاب کلاس برقگیر

برقگیرها براساس جریان تخلیه نامی‌شان طبقه بندی می‌شوند.

جریانهای تخلیه نامی برقگیرها طبق استاندارد IEC ۹۹-۱:۱۹۷۰ عبارتند از ،

۱۰۰۰۰ آمپر ، ۵۰۰۰ آمپر ، ۲۵۰۰ آمپر و ۱۵۰۰ آمپر

الف ـ برقگیرهایی با جریان تخلیه نامی ۱۰۰۰۰ آمپری برای پستها به کار می‌روند. ولتاژ نامی این برقگیرها از ۳kv به بالا است.

ب ـ برقگیرهای با جریان تخلیه نامی ۵۰۰ آمپری به دو سری A و B تقسیم می‌شوند. برقگیر سری A برای پست فوق توزیع با ولتاژ نامی ۳ تا ۱۳۸ کیلوولت

برقگیرهای سری B در شبکه‌های توزیع کشورهای آمریکا و کانادا کاربرد دارد. با سطح ولتاژ بین ۳ تا ۳۹ کیلوولت .

ج ـ برقگیرهای ۲۵۰۰ آمپری برای شبکه‌های توزیع به کار می روند با ولتاژهای ۱۷۵ ولت تا ۳۹ کیلوولت.

عواملی که انتخاب برقگیری با کلاس بالاتر را توجیه می‌کند عبارتند از :

ـ شدت امواج صاعقه بصورت غیر معمولی بالا باشد.

ـ وجود امواج ناشی از کلید زنی استفاده از برقگیری با جریان تخلیه بالاتر را اجتناب ناپذیر می‌کند.

ـ تأسیساتی با یک خط هوایی ورودی که دارای اهمیت زیاد بوده لذا ایجاد بهترین حفاظت را توجیه می‌کند. خصوصاً در مواردی که حفاظت سیم گارد غیرمؤثر باشد.

۵ـ انتخاب ولتاژ نامی برقگیر

ولتاژ نامی برقگیر براساس حداکثر ولتاژ فاز - زمین با فرکانس طبق بند ۱ انتخاب می‌شود. ولتاژ نامی برقگیر باید حداقل برابر با حداکثر ولتاژ فاز - زمین انتخاب شود تا مطمئن باشیم که جریان با فرکانس قدرت در برقگیر جاری نمی‌شود.

توصیه می‌شود که ولتاژ نامی برقگیر معادل و یا به مقدار کمی بالاتر از حداکثر ولتاژ فاز - زمین انتخاب شود. موارد خاص نیز باید در انتخاب ولتاژ نای برقگیر مورد توجه قرار گیرند :

الف - ولتاژ غیر عادی سیستم

انتخاب ولتاژ نامی برقگیر براساس بالاترین ولتاژ که در ضریب زمین کردن ضرب می‌شود بدست می‌آید . و این انتخاب بر این فرض استوار است که در حالت کار سیستم بالاترین ولتاژ سیستم Vm فقط تحت شرایط غیر عادی اتفاق می‌افتد و احتمال عملکرد برقگیر در شرایطی که ولتاژ سیستم باین تراز Vm است خیلی کم است .

در صورتیکه ولتاژ غیرعادی در سیستم به دفعات تکرار شود احتمال عمل کردن برقگیر در حین چنین شرایطی افزایش می‌یابد و باید برقگیری با ولتاژ نامی بالاتر از مقدار توصیه شده فوق استفاده شود.

ب - فرکانس غیرعادی سیستم

اگر فرکانس سیستم کمتر از ۴۸ هرتز یا بیشتر از ۶۲ هرتز باشد ملاحظات ویژه‌ای باید در ساخت و کاربرد برقگیر صورت گیرد. و مراتب باید به اطلاع سازنده برسد.

۶ـ تعیین سطح حفاظتی برقگیر انتخاب نشده در مقابل ضربه صاعقه

برای تعیین سطح حفاظتی برقگیرهای معمولی با مقاومت غیر خطی باید سه ولتاژ زیر با یکدیگر متناسب شوند. و هر کدام که بزرگتر بود. بعنوان سطح حفاظتی برقگیر در محاسبات مربوط به هماهنگی عایق بکار رود.

I) حداکثر ولتاژ جرقه در آزمایش شکل موج استاندارد و کامل صاعقه

II) حداکثر ولتاژ باقیمانده (تخلیه) در جریان نامی تخلیه برقگیر

III) حداکثر ولتاژ باقیمانده (تخلیه) در جریان نامی برقگیر

البته مقادیر داده شده برای ولتاژهای فوق در استاندارد IEC-۹۹-۱ حداکثر مجاز برای سازندگان برقگیر است و اغلب برقگیرهای ساخت سازندگان مختلف دارای ولتاژهای کمتری برای موارد فوق هستند و از آنجا که همواره برقگیرهای با سطح حفاظتی پایین‌تر ، حفاظت مطولب‌تری را برای تجهیزات فراهم می‌کنند.

وقتی از برقگیری با جریان تخلیه ۱۰۰۰۰ آمپری استفاده می‌شود (با شکل موج $8/20\mu s$) هماهنگی در جریان تخلیه نامی نیز معمولاً ضریب ایمنی را تأمین

می‌کند.

۷ــ هماهنگی سطح حفاظتی برقگیر (LIPL) با سطح استقامت عایقی تجهیزات (LIWL)

از آنجا که دامنه شیب امواج ضربه‌ای را که در اثر صاعقه وارد یک تأسیسات می‌شوند هیچ گاه نمی‌توان دقیقاً از پیش معین کرد لذا یک حاشیه ایمنی را که به نسبت حفاظتی معروف است در نظر می‌گیرند نسبت سطح استقامت عایقی تجهیزات (LIWL) به سطح حفاظتی برقگیر (LIPL) را نسبت حفاظتی گویند و طبق استاندارد ۱۹۶۵ : ۱A-۹۹ IEC این نسبت حداقل باید ۱/۲ باشد. البته این در صورتی است که زمینهای برقگیرها و تجهیزات مستقیماً به یکدیگر متصل شده باشد.

در ضمن کاهش استقامت عایق هوا در اثر افزایش ارتفاع را نیز باید در نظر گرفت . طبق توصیه IEC برای ۱۰۰۰ متر افزایش ارتفاع ۱۳٪ باید به حاشیه ایمنی افزود.

علاوه بر رعایت حاشیه ایمنی برای بدست آوردن هماهنگی عایقی باید به نوع تأسیسات نیز توجه نمود. در زیر به حالات مهم اشاره می‌شود.

الف ـ تأسیساتی با حفاظت غیر مؤثر سیم گارد و یک خط هوایی ورودی مثلاً پست فیدرترانس یا فیدر - دیژنکتور ترانس که توسط سیم گارد حفاظت نشده‌اند در این حالت برقگیر را باید درست روی ترانسفورماتور نصب کرد.

ب ـ تأسیسات با حفاظت غیر مستقیم سیم گارد و چندین خط هوایی ورودی

برای این سیستم یک دستگاه برقگیر در نزدیکی یا روی ترانسفورماتور نصب می‌شود و نسبت حفاظتی بین LIWL و LIPL رعایت می‌شود.

ج) تاسیساتی با حفاظت موثر سیم گارد و یک خط هوایی ورودی چون اندازه و تیزی موج اضافه ولتاژ ورودی محدود می‌شود می‌توان فاصلهٔ مشخص را بین برقگیر و تجهیزاتی که مورد حفاظت برقگیر قرار می‌گیرند در نظر گرفت.

در تأسیسات کوچک با یک خط هوایی ورودی باید بصورت زیر عمل شود.

(I) نصب برقگیرها در نقطه‌ای که تمامی تجهیزات را تحت پوشش حفاظت قرار می‌دهد. اما رجحان و اولویت به ترانسفورماتور داده می‌شود.

(II) حداکثر فاصلهٔ مجاز بین برقگیر و تجهیزات باید حساب شود. طوری که اضافه ولتاژ غیر مجاز روی آنها رخ ندهد با توجه به مشخصهٔ موج ورودی به تأسیسات می‌توان این فاصله راتعیین کرد.

د ـ تأسیساتی با حفاظت مؤثر سیم گارد و چندین خط هوایی ورودی ترانسفورماتور و .

. .

محل برقگیرهای استراتژیک و مهم به قسمی تعیین می‌شوند که سطح حفاظتی مورد نیاز برای تمام تجهیزات بدست آید.

ه ـ حفاظت تجهیزات متصل شده به کابل

ممکن است خط هوایی مستقیماً وارد پست نشود و از طریق سرکابل اتصال خط هوایی ـ کابل ، به یک کابل (با غلاف فلزی زمین شده) متصل شده و این کابل وارد تأسیسات پست شود. در این صورت برقگیرهایی در محل تجهیزات و یا در محل سرکابل و یا در هر دو محل نصب می‌شوند.

برقگیرهایی که در محل تجهیزات نصب شده‌اند باید با کمترین طول ممکنه به زمین پست متصل شوند.

برقگیرهای متصل شده در محل سر کابل باید زمین شده و غلاف فلزی کابل به سر کابل متصل شود.

ز ـ حفاظت ترانسفورماتورهایی با نوترال زمین نشده

در ترانسفورماتورهایی که دارای اتصال ستاره با نوترال زمین نشده و بازمین شده از طریق امپدانس بزرگی‌اند ، امکان دارد ولتاژ ضربه در نقطهٔ نوترال آنها در اثر اضافه ولتاژهای ترمینالهای خط آنها وجود آید. در این حالت تمام نقاط نوترال از طریق یک بوشینگ بیرون آورده شده و توسط برقگیر حفاظت می‌شوند

برای ترانسهایی که عایق بندی سیم پیچ آنها یکنواخت نیست این مسأله می‌تواند خطر ساز باشد. برای حفاظت نوترال چنین ترانسهایی ، برقگیر را ، بین ترمینال نوترال وزمین قرار می‌دهند. انتخاب ولتاژ نامی برقگیر در این حالت حداقل باید ۰,۷ Vm باشد و این به شرطی است که عایق بندی سیم پیچهای ترانسفورماتور یکنواخت باشد در صورتیکه عایقبندی یکنواخت نباشد باید اطلاعات لازم را از سازنده کسب کرد. پس از انتخاب اولیه برقگیر باید سطح حفاظتی برقگیر از LIPL با سطح استقامت عایق ترانس LIWL مقایسه کرد. در صورتیکه نسبت LIWL به LIPL برابر ۱/۲ باشد هماهنگی عایقی مناسب تأمین شده است.

در صورتیکه انتخاب اولیه برقگیر هماهنگی عایقی را تأمین نکند لازم می‌شود که تدابیری دیگر اتخاذ شود که عبارتند از :

I) انتخاب برقگیر با کلاس بهتر با ولتاژ پایین‌تر تا سطح حفاظتی پایینتری را تأمین کند.

II) تغییر محل برقگیر برای کاهش فاصله بین برقگیر و تجهیزات مورد حفاظت

III) افزایش سطح عایقی تجهیزات که باید حفاظت شوند.

IV) بهبود حفاظت سیم گارد.

شرایطی که می‌توانند باعث تجدید نظر در انتخاب اولیه شوند :

الف ـ فاصلهٔ برقگیر از تجهیزات (حتی‌المقدور نزدیک تجهیزات قرار گیرد) .

ب ـ مقاومت هادی و مقاومت زمین بین برقگیر و تجهیزات

ج ـ تجهیزات با استقامت عایق پایین

«نتیجه گیری»

برای رعایت ضریب اطمینان بالا در هماهنگی عایقی و بخاطر عدم اطلاع اینکه آیا خطوط ورودی به پستها دارای حفاظت موثر سیم گارد خواهند بود یا خیر و با توجه به اینکه طبق توصیه IEC براساس تجربه برخی کشورها ، اصولاً سیم گارد تأسیساتی با

ولتاژ پایین‌تر از ۱۰۰ کیلو ولت به لحاظ نزدیک بودن فازها به سیم گارد بطور موثر عمل نمی‌کند. لذا اصل را بر این می‌گیریم که اصولاً پستهای ۶۳/۲۰ کیلوولت فاقد حفاظت مؤثر سیم گاردند . بر این اساس طبق توصیه IEC برقگیری با جریان تخلیه نامی ۱۰۰۰۰ آمپر می‌تواند در این سطح ولتاژ درجه حفاظتی بسیار مطلوبی را فراهم می‌کند.

سطح استقامت عایقی در مقابل امواج صاعقه LIWL در سطح ولتاژ ۶۳kv :طبق استاندارد IEC برابر ۳۲۵kv است و اضافه ولتاژ فضای کلید زنی در این سطح ولتاژ همواره کمتر از LIWL بوده و نقش مهمی را ایفا نمی‌کنند. بالاترین ولتاژ سیستم را طبق استاندارد IEC برابر ۷۲/۵ kv در نظر می‌گیریم.

انتخاب چنین ولتاژی باز هم در جهت ضریب اطمینان بالاتری است زیرا در صورتیکه خواسته باشیم بالاترین ولتاژ سیستم را براساس ولتاژ نامی سیستم که ۶۳kv است محاسبه کنیم این ولتاژ ۵ درصد تا ۱۰ درصد بالاتر از ولتاژ نامی سیستم یابین ۶۶/۱۵ تا ۶۹/۳۰ کیلو ولت بدست می‌آید و همچنان مشاهده می‌شود از ۷۲/۵ kv که استاندارد IEC است پایین‌ترند.

در صورتیکه سیستم بطور مؤثر زمین شده باشد ولتاژ نامی برقگیر را ۵۸ = ۵. ۷۲ × ۸. ۰ کیلوولت یا ۶۰ کیلوولت انتخاب می‌کنیم . اگر بطور مؤثر زمین نشده باشد . ولتاژ نامی برقگیر را برابر ۷۲/۵ تا ۷۵kv انتخاب می‌کنیم.

با مراجعه به کاتالوگ سازندگان معتبر (نظیر ABB) سطح حفاظتی برای برقگیرهای اکسید روی با ولتاژ نامی ۶۰ kv برابر ۱۶۰ و برای برقگیرهای اکسید روی با ولتاژ نامی ۶۰ kv برابر ۱۶۰ kv و برای برقگیرهایی با ولتاژ ۷۲/۵ و ۷۵ kv به ترتیب ۱۹۲ و kv ۲۰۰ می‌باشد. به این ترتیب بدترین حفاظت به ازاء بالاترین سطح حفاظتی یعنی ۲۰۰kv حاصل می‌شود.

از آنجا که نقطه نوترال اتصال ستاره ترانس‌ها در طرف۶۳kv در بعضی از برقهای منطقه‌ای زمین شده و در بعضی دیگر زمین نمی‌شود بنابراین برای داشتن سطح

حفـاظتی مطولـب اسـتفاده از دو نـوع برقگیـر توصـیه مـی‌شـود. برقگیرهـای ۶۰ kv بـرای برقهـای منطقـه‌آی کـه نـوترال طـرف ۶۰ kv ترانـسها مـستقیماً از دو نـوع برقگیـر توصـیه می‌شود. برقگیرهـای ۷۲/۵ kv بـرای برقهـای منطقـه‌ای کـه نوترالهـا زمینـی نـشده‌انـد. اسـتفاده از برقگیرهـای بـا ولتـاژ نـامی ۷۲/۵ بـرای سیـستم‌هـایی کـه بطـور مـوثر زمینـی شـده‌انـد بـی جهـت سـطح حفـاظتی را بـالا خواهـد بـرد در حالیکـه اسـتفاده از برقگیرهـایی بـا ولتـاژ ۶۰ kv برای چنـین سیـستم‌هـایی سـطح حفـاظتی پـایین‌تـری را فـراهم کـرده و احتمـال بـروز خطـا را نیز کاهش می‌دهد.

بـا سـطح ولتـاژ : ۲۰۰ kv بـرای برقگیـر حـداکثر فاصـله مجـاز برقگیـر تـا تجهیـزات برابـر ۱۸/۷۵ متـر خواهـد شـد البتـه ایـن فاصـله مـدل سـاده شـده بدسـت بیایـد. و در صـورتیکه اثـر خـازنی تـرانس و انـدکتانس بـین برقگیـر و تـرانس در نظـر گرفتـه شـود ولتـاژ در محـل تـرانس باز هم بـالاتر خواهـد رفـت و فاصـله مجـاز برقگیـر از تـرانس از مقـدار فـوق کمتـر خواهـد شـد. البته در این سطح ولتـاژ بررسـی دقیـق اثـرات فـوق فاقـد ارزش اسـت. در صـورت نـصب CVT روی خط اثـرات مطلـوب در کـاهش شـیب مـوج ورودی بـه ایـستگاه حاصـل خواهـد شـد و لـذا فاصلهٔ مجاز برقگیر از ترانس یا تجهیزات دیگر افزایش خواهد یافت.

در پستهایی که دارای چنـدین خـط ورودی‌انـد بهتـر اسـت برقگیـر دیگـری نیـز قبـل از ورود خط به کلید و در نزدیکی کلید قرار دهیم.

بعنوان یک قـانون هـم بایـد زمـین برقگیـر و تجهیـزات تحـت حفاظـت آن بـا کمتـرین فاصـله ممکن و کمتـرین مقاومـت ممکـن مـستقیماً بـه یکـدیگر متـصل شـوند و در ضـمن هـادی‌هـای متصل کننده برقگیر به خط و ترانسفورماتور تا حد امکان کوتاه انتخاب شوند.

فیـدرهای خروجـی پـست ۶۳/۲۰kv توسـط قابـل از تابلوهـای ۲۰kv خـارج شـده و از طریـق سـرکابل اتـصالی خـط هـوایی ـ کابـل روی تیـر سـیمانی یـا چـوبی بـه خـط هـوایی متصلند. از آنجا که خطوط هـوایی ۲۰kv فاقـد سـیم گـارد بـوده و نیـز دکلهـا زمـین نـشده‌انـد، لذا صاعقه پـس از برخـورد بـه هـادی فـاز بـدون اینکـه از طریـق دکلهـا زمـین شـوند روی خـط

حرکت کرده تا به پست یا نقاط انشعاب می‌رسند.

بدترین وضعیت از نظر شیب پیشانی و اندازه موج صاعقه هنگامی اتفاق می‌افتد که خط بودن انشعاب باشد و همچنین برخورد صاعقه به خط در نزدیکی پست اتفاق افتد . البته با توجه به ابعاد خط هوایی ۲۰kv احتمال برخورد صاعقه نسبت به خطوط هوایی با ولتاژهای بالاتر ، پایین بوده و شیب پیشانی صاعقه به ندرت از ۲۰۰kv برمیکرو ثانیه تجاوز می‌کند. در هر حال حفاظت کابل و تجهیزات پس از آن از اهمیت بسزایی برخوردار است.

چون طرف ۲۰kv ترانس به طور غیر مستقیم و از طریق امپدانس زمین می‌شود بنابراین ضریب زمین کرده برابر ۱ بوده و ولتاژ نامی برقگیر باید برابر Vm=۲۴kv طبق استاندارد IEC بالاترین ولتاژ سیستم برای این سطح است ، انتخاب گردد. جریان تخلیه نامی برقگیر ۱۰ کیلو آمپر انتخاب می‌شود تا حفاظت تجهیزات در برابر امواج بزرگتر از ضریب اطمینان بالایی برخوردار گردد. و به همین جهت باید از دو برقگیر یکی در محل اتصال ترانس به کابل و دیگری در محل سر کابل اتصال خط هوایی به کابل فیوز خروجی نصب شوند.

با توجه به سطح استقامت عایقی برای ولتاژ ۲۰kv که طبق استاندارد IEC برابر ۱۲۵kv بوده و نیز سطح حفاظتی برقگیری با ولتاژ نامی ۲۴kv که نوعاً در حدود ۷۰kv می‌باشد به سادگی می‌توان فاصلهٔ مجاز برقگیر نصب شده در محل سر کابل و ترانس را از سوئیچگر ۲۰kv محاسبه کرد. در این محاسبه فرض شده است که شیب پیشانی یا نرخ رشد موج صاعقه $200kv/\mu s$ باشد.

بنابراین در صورتی که فاصلهٔ سوئیچگر ۲۰kv از برقگیر نصب شده در محل سر کابل ۲۰ متر باشد در مقابل صاعقه حفاظت خواهد شد. علاوه بر این که دامنهٔ موج وارد شده به سوئیچگر بخاطر وجود چندین انشعاب در این محل کاهش می‌یابد.

نصب برقگیر در محل اتصال خروجی ۲۰kv ترانس به کابل نیز به طریق اولی از بالا

رفـتن ولتـاژ ضـربه در محـل تـرانس جلـوگیری خواهـد شـد. همچنـین توصـیه مـی‌شـود در مناطقی باچگالی صاعقه بـالا عـلاوه بـر برقگیرهـای فـوق ، برقگیـر دیگـری چنـد اسـپن از پـست روی خط هوایی ۲۰kv نصب گردد.

بـا مراجعـه بـه جـداول مربـوط بـه برقگیرهـای اسـتفاده شـده در پـست و مراجعـه بـه استانداردهای موجود نتیجه می‌شود که در انتخاب برقگیر رعایت استاندارد شده است.

پست 63 KV باورس | برقگیر ترانسفورماتور T1 | کد دیسپاچینگ (T1LA2)

TRIDELTA AG

Hermsdorf plant

Type	*SB96 / 10 . 2*	*standard*	*IEC 99 / 4*	
Driwing - №	*1355 .6 - 3311*			
Manufacture - №	*R :* *S :* *T :*	*year*	*1992*	
Order - №				
Cotinuous voltage	*74*	*kv*		
Rated voltage	*96*	*kv*		
Rated Frquency	*50*	*Hz*		
Nominal Discharge current	*10*	*kA*	*Series*	
Energy Discharge Class	*Z*			
Pressure Reli ef Class	*A*			

بخش ۴ سیستم ارت

اصول طراحی سیستم زمین

مقدمه

یکی از مسائل مهم و ضروری در طراحی ایستگاههای فشارقوی سیستم زمین آن می‌باشد که هدف از ایجاد آن تأمین مقاصد زیر است :

الف) ایجاد ایمنی برای اپراتورها، مراقبین و تعمیر کاران در داخل پست و بقیه افراد در اطراف پست در تمام مواقع در حالت عادی و چه حالت بروز اتصالی

ب) حفاظت تجهیزات و تمام قسمتهای هادی غیربردار دستگاهها در برابر ولتاژهای بالا ناشی از جریانهای اتصال زمین زیاد و یا پدیده‌های تخلیه جوی و یا عملیات سوئیچینگ

جهت حصول به شرایط فوق می‌بایستی سطح پتانسیل الکتریکی در سطح زیر و اطراف یک پست یکنواخت و نزدیک به پتانسیل صفر یا ولتاژ مطلق زمین باشد.

لذا در پستهای فشار قوی تمام پایه‌های فلزی بدنه تجهیزات و تابلوها و نوترال ترانسفورماتورها و سایر تجهیزات به سیستم زمین به نحو مناسب متصل می‌گردند.

عمل زمین کردن دستگاهها به دو صورت انجام می‌گیرد :

ـ زمین کردن نوترال دستگاهها

ـ زمین کردن بدنه اجزاء هادی غیر باردار دیگر

انواع زمین کردن نقطه نوترال دستگاهها

به طور کلی منظور از زمین کردن نوترال ، رسیدن به اهداف زیر است :

کاهش فشار الکتریکی ضربه‌ای ناشی از سوئیچینگ و تخلیه الکتریکی قسمت‌های فشار قوی ، تامین و کنترل جریان اتصالی در حد قابل قبول و مجاز

انواع زمین کردن نقطه نوترال دستگاهها عبارتند از :

زمین کردن مستقیم (Solid Earthing)

زمین کردن نقطه نوترال به صورت مستقیم دارای مزایای زیر است :

الف) ولتاژ نقطه نوترال از ولتاژ فاز تجاوز نمی‌کند.

ب) ولتاژهای فازهای سالم در زمان اتصال فاز به زمین معمولاً در حد نرمال خود باقی می‌ماند.

ج) سیستم حفاظتی ، ساده و عملی خواهد بود.

د) ولتاژ نامی برقگیرها در حدود ۸۰٪ ولتاژ فاز به زمین انتخاب خواهد شد در نتیجه از نظر اقتصادی مقرون به صرفه است.

معایب روش فوق عبارتند از :

الف) جریان اتصال خیلی زیادی از نقطه نوترال در زمان وقوع اتصال فاز ـ زمین به وجود می‌آید.

ب) در این سیستم در نقاطی که جریان اتصال کوتاه فاز ـ زمین از جریان اتصال کوتاه سه فاز بیشتر شود قدرت قطع کلیدها براساس این جریان محاسبه می‌شود.

ج) به علت کاهش مولفه‌های مثبت و ولتاژ پایداری شبکه کاهش می‌یابد.

د) جریانهای شدید اتصال کوتاه باعث به وجود آمدن اختلالاتی در شبکه مخابراتی می‌شود.

زمین کردن از طریق مقاومت (Resistance Earthing)

این روش باعث محدود گردیدن جریان اتصال کوتاه به زمین ، کم شدن اضافه ولتاژها در صورت محدود شدن جریان اتصالی به جریان خازنی در حالت اتصال فاز ـ زمین می‌شود روش فوق دارای مزایا و معایب زیر است :

الـف) چـون مـی‌تـوان بـا انتخـاب مقاومـت دلخـواه جریـان اتـصال فـاز بـه زمـین را در حـد مناسب قرار داد لذا حفاظت در اتصال فاز ـ زمین به خوبی انجام می‌گیرد.

ب) حفاظت شبکه در هنگام اتصال فاز ـ زمین به خوبی انجام می‌گیرد.

ج) اثـرات القـایی روی شـبکه‌هـای مخـابراتی بـا محـدود شـدن جریانهـای اتـصال کوتـاه کاهش خواهد یافت و خطرات ایجاد قوس‌های الکتریکی متناوب نیز کاهش می‌یابد.

د) نقطـه نـوترال در اتـصال فـاز ـ زمـین دارای ولتـاژ زیـادی خواهـد شـد لـذا مـی‌بایـست در عایق بندی نقطه نوترال نهایت دقت به عمل آید.

زمین کردن از طریق راکتانس (Reactance Earthing)

این نوع زمین کردن نسبت به زمین کردن از طریق مقاومت دارای مزایای زیر است :

الف) برای جریانهای مساوی و معین حجم راکتور از حجم مقاومت کمتر می‌شود.

ب) تلفات ایجاد شده در راکتور نسبت به مقاومت خیلی کمتر است.

سیستم زمین با استفاده از سلف پترسون

اسـتفاده از اندوکتانـسی کـه راکتـانس آن معـادل ۱/۳ راکتـانس خـازنی کـل سیـستم باشـد در نقطـه صـفر باعـث جلـوگیری از بوجـود آمـدن پدیـده قـوس‌هـای الکتریکـی متنـاوب بـدون اتصالی و قطع مدار می‌شود. معایب روش‌های فوق عبارتند از :

الف) برای هـر تغییـری در شـبکه و در نتیجـه تغییـر در کاپاسـیتانس شـبکه مـی‌بایـد راکتـور نیز تعویض شود.

ب) ولتـاژ فازهـای سـالم در زمـان اتـصال کوتـاه بـه انـدازه $\sqrt{3}vm$ (Vm ولتـاژ فـاز) خواهـد رسید که این مستلزم بزرگ گرفتن سطح عایقی تجهیزات BIL است.

زمین کردن از طریق ترانسفورماتور زمین Transformer Earthing

در شبکه‌هایی کـه نقطـه نـوترال در دسـترس نباشـد (اتـصال مثلـث) مـی‌تـوان از یـک تـرانس زمین با اتصال زیگزاگ و یا ستاره مثلث برای به وجود آوردن نقطه نوترال استفاده نمود.

اصول کلی طراحی سیستم زمین

در سالهای گذشته طراحی یک سیستم زمین مطلوب به مفهوم طراحی سیستم زمین با مقاومت هر چه کمتر بوده است اما با گسترش شبکه‌های برق و ایجاد پستهای با ولتاژ بالا و افزایش جریانهای اتصال کوتاه دیگر کنترل مقاومت زمین به تنهایی نمی‌توانست جوابگوی نیازهای لازمی در این رابطه باشد و لذا مفاهیم جدیدی از لحاظ ایمنی تحت عنوان کلی کنترل گرادیان ولتاژ مطرح گردیده است که کنترل آنها در حدود مجاز راهنمای مناسب در طرح سیستم زمین می‌باشد.

برای کنترل گرادیان ولتاژ در پستهای فشارقوی طرح شبکه‌های سیستم زمین به صورت مجموعه‌ای از هادیهای موازی افقی به طور متقاطع و با فرم شطرنجی در عمق (۳۰-۶۰)cm زمین پستها به طور معمول رایج می‌باشد. که در صورت کفایت این شبکه در عمق مذکور به دلایلی از قبیل متغیر بودن مقاومت خاک از الکترودهای زمین کننده به طول (۳-۶)m که به صورت عمودی در زمین پست در عمق پایین‌تر از شبکه هادیها کوبیده می‌شوند و انتهای بالایی این الکترودها به نقاط تقاطع هادیها در اطراف شبکه در زیر دستگاههای با قدرت قطع زیاد و حساس مانند ترانسفورماتور قدرت ، برقگیر، ترانسفورماتورهای جریان ولتاژ به طور مستقیم وصل می‌گردند.

در مواردی نیز از یک هادی پیوسته سراسری بدور محیط شبکه مزبور کشیده می‌شود و یا تکنیکهایی از قبیل نزدیک کردن هادیهای کناری به یکدیگر نسبت به هادیهای میانی توزیع پتانسیل یکنواخت می‌گردد.

معمولاً کاهش مقاومت سیستم زمین تا حدود ۰,۱۲۵Ω طبق محاسبات و تجربیات به دست آمده عملی می‌باشد ولی حصول به مقادیر کمتر از علت افزایش فوق‌العاده طول هادیها اقتصادی نخواهد بود لذا در طراحی سیستم زمین باید به این نکته توجه لازم به عمل آید.

برای ایمنی بیشتر در طراح شبکه زمین بهتر است تمام سطح پست تا حدود یک متر خارج از محوطه پست را مد نظر قرار داد.

برای ایمنی افـراد و جلـوگیری از اثـر گرادیـان ولتـاژ نـامطلوب بـر مـدارهای فرمـان و حفاظـت لازم اسـت کـه جریـان مجـاز عبـوری از بـدن انـسان را بـه دسـت آوریـم . لـذا طبـق اسـتاندارد IIEEE-۸۰ جریانهـای تـا ۹mA آسـیب یـا عکـس‌العمـل دردنـاک در یـک شـخص معمـولی ایجاد نمی‌کند.

$$I_k = \frac{۰.۱۱۶}{\sqrt{t}}.t \le ۳ \qquad F_k \times t = ۰.۰۱۳۵$$

جریانهـای بیـشتر از ۲۰mA مـی‌توانـد منجـر از کـار افتـادن تـنفس و در نهایـت مـرگ شـود. برای زمانهای کوتاه مقادیر فوق می‌تواند بیشتر باشد.

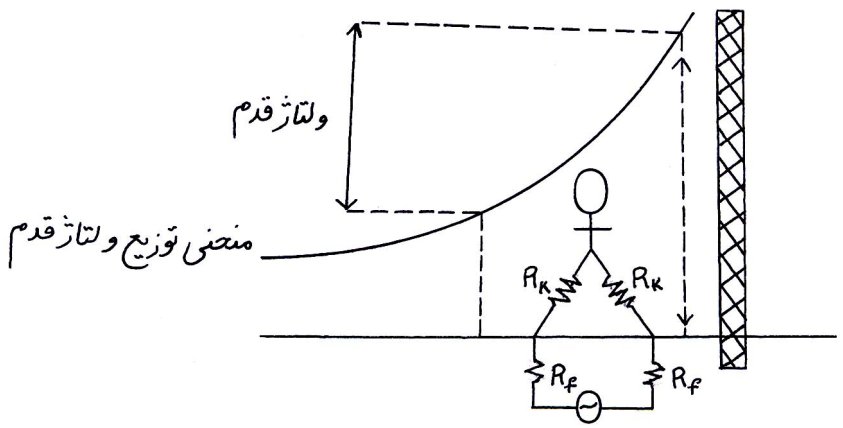
طبق اسـتاندارد فـوق جریـان قابـل تحمـل و بـه عبـارتی جریـان مجـاز عبـوری از بـدن انـسان بـرای یـک شـخص ۵۰kg بـرای زمانهـای کمتـر از ۳s در ٪۹۹,۵ مـوارد طبـق زیـر مـی‌توانـد صادق باشد :

در رابطـه Ik جریـان عبـوری قابـل تحمـل برحـسب آمپـر ، t زمـان عبـور جریـان برحـسب ثانیه می‌باشد. بنابراین طبـق فرمـول فـوق بـه ازای زمـان برابـر ۰,۵s شـخص مـی‌توانـد جریـانی برابر ۱۶۴mA را تحمل کند.

بررسی ولتاژهای مجاز و ایمن در پست‌های فشارقوی

ولتاژ گام یا قدم (Step voItage)

عبـارت اسـت از اخـتلاف پتانـسیل الکتریکـی کـه بـین دو پـای شـخص (یـک متـر فـرض می‌شود) در حالت بروز خطـا از طـرف سیـستم زمـین اعمـال مـی‌شـود. تجـسم چگـونگی اعمـال ولتاژ و توزیع آن در مسیر بسته پاهای شخص را در شکل (۱-۴) می‌توان مشاهده کرد.



با توجه به شکل (۱-۴) با فرض مقاومت ۱۰۰۰Ω برای دو پا (۲Rk-۱۰۰Ω) و کل مقاومت سطح زمین Rf حدود سه برابر PS صرف نظر کردن مقاومت هادی زمین RS در دو حالت زیر ولتاژ گام را می‌توان محاسبه کرد :

الف) اگر زمان عبور جریان کمتر از ۳ ثانیه باشد.

$$ESTEP(TOLE)=(۲RF+۲r_k)\quad I_k=(۱۰۰۰+۲\times ۳P_S)\times\frac{0.116}{\sqrt{T}}$$

$$ESTEP(TOLE)=\frac{116+0.7P_s}{\sqrt{T}}$$

ب) اگر برقراری جریان عبوری به طور دائم باشد و با توجه به حد مجاز عبور جریان به طور دائم که برابر با ۹mA می‌باشد خواهیم داشت :

$$ESTEP(TOLE)=(FRF+۶P_S)\times ۰,۰۰۹=۹+۰,۰۵۴P_S$$

طبق تجربیات به دست آمده ولتاژ گام بیشتر از ۱۵۰V برای حالت کاملاً مطمئن مجاز نمی‌باشد اما مشاهدات نشان داده که در حالت عادی ولتاژهای گام تا ۳۰۰V هم اشکالی به وجود نیاورده است.

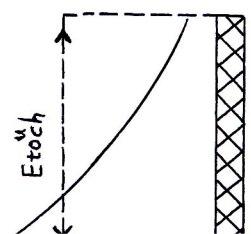
ولتاژ تماس (Touch Voltage)

ولتاژ تماس معمولاً در اثر تماس دست یا ناحیه فوقانی بدن به قسمت فلزی تجهیزات که در هنگام اتصالی و یا خرابی ایزولاسیون باردار می‌باشند به وجود می‌آید.

مطابق شکل (۲-۴) مقاومت بدن Rk مقاومت سطح زمین Rs مقاومت تماس هادیها با زمین تا نقطه دستگاه مورد نظر در مسیر جریان واقع می‌باشد.

بنابراین با فرض مقاومت کلی بدن تا نقطه زمین برابر ۱۰۰۰Ω و موازی بودن مقاومت زمین در محاسبات زمین در مسیر دو پا با هم مقاومت به Rs/۲ کاهش می‌یابد.

با توجه به مقادیر و حالات مورد استفاده در محاسبات ولتاژ تماس از فرمولهای زیر حاصل می‌شود :



$$ETOUCH(TOLE)=(RK+R_s/2)\frac{0.116}{\sqrt{t}}=(1000+105P_S)\times\frac{0.116}{\sqrt{t}}$$

$$ETOUCH(TOLE)=\frac{116+0.17P_S}{\sqrt{t}}$$

ب) در حالت $t \le 3\,Sec$ یعنی ولتاژ حد تماس جریان عبوری اتصالی به طور دائم.

$$ESTEP(TOLE)=(۱۰۰۰+۱۰۵Ps)\times ۰,۰۰۹=۹+۰,۰۱۳۵Ps$$

با توجه به فرمولهای به دست آمده در این قسمت و قسمت قبل به آسانی می‌توان نتیجه گرفت که همواره رابطه زیر برقرار می‌باشد :

$$ETOUCH(TOLER) < ESTEP(TOLER)$$

در طراحی در حالت کلی فرمول زیر مطمئن‌تر است :

$$ESTEP=\frac{116+0.7Ps}{\sqrt{T}}$$

$$ETOUCH(TOLER)=\frac{116+0.17Ps}{\sqrt{T}}$$

P : مقاومت مخصوص زمین برحسب $\Omega.m$

اگر سطح پست از پوشش سنگریزه باشد و ارتفاع سنگریزه‌ها بیش از ۱۰cm باشد می‌توان به جای P از Ps استفاده کرد که معمولاً ۳۰۰۰$\Omega.m$ در نظر گرفته می‌شود.

ولتاژ انتقالی (Transfar Voltage)

این ولتاژ حالت خاصی از حد ولتاژ تماس مجاز می‌باشد و در حالی تعریف می‌شود که دستگاه اتصالی شده در فاصله دورتر از محل اتصالی زمین شده باشد. در این حالت ممکن است ولتاژ تماس حاصل تا حد ولتاژ کل برسد. جهت کنترل و کاهش این ولتاژ معمولاً دو

روش بکار گرفته می‌شود :

الف) رعایت سطح ایزولاسیون مناسب و مطلوب برای دستگاههایی که در نقاط دور زمین شده‌اند

ب) افزایش مقاومت لایه سطحی زمین پست با پوشاندن آن توسط سنگریزه و شن به ارتفاع cm(۱۵-۱۰) چنانچه نقطه اتکاء فرد در موقع تماس با دستگاه مذکور سطح پست باشد.

ولتاژ خانه یا مش (Mesh voltage)

ولتاژ مش یا خانه به اختلاف ولتاژ بین مرکز یک خانه از شبکه زمین در جهت قائم تا سطح زمین پست می‌باشد. این تعریف با این فرض می‌باشد که حداقل فاصله افقی بین امتداد عمودی شخص تا نقطه‌ای که دستگاه مزبور به شبکه زمین متصل شده است یک متر باشد.

به عبارت دیگر ولتاژ خانه ماکزیمم ولتاژی است که در حالت اتصالی بین شبکه زمین تا سطح مفروش شده پست به وجود می‌آید.

بنابراین به طور کلی ولتاژ تماس حداکثر می‌تواند برابر با ولتاژ خانه باشد.

$$ETOUCH \leq EMESH$$

طرح سیستم زمین

به طور کلی فرمولهای مختلفی باری سیستم زمین بکار می‌رود که ذیلاً به دو نمونه از آن می‌پردازیم :

الف) ایجاد چاه (Earthing Well)

در این روش زمین را تا جایی که رطوبت خاک به حدود ۸۰٪ برسد حفر می‌کنند که اصطلاحاً این عمق از زمین را water table می‌گویند. سپس یک صفحه مسی را در این چاه تعبیه کرده و توسط کابلی با قطر بین ۷۰ تا ۱۲۰ میلی‌متر مربع را استخراج می‌کنند و سپس اطراف آن را با مقداری نمک و زغال به منظور بهبود مقاومت مخصوص خاک

می‌پوشانند. در صورتی که بعد از انجام عمل فوق مقاومت زمین بیش از مقدار انتظار باشد از دو یا چند چاه بهتر بهره می‌جویند.

بدیهی است که کابل‌های هر یک از چاهها به هم متصل می‌گردند. گاهاً به جای استفاده از یک صفحه مسی از تسمه‌های مسی که به صورت مشبک در آمده‌اند استفاده می‌گردد.

ب) کوبیدن میله در زمین (Earthing Rod)

در بعضی از مواقع که کندن چاه مقدور نباشد یا از نظر اقتصادی مقرون به صرفه نباشد از میله‌هایی که روکش مسی دارند و به طور عمودی در زمین کوبیده می‌شوند استفاده می‌گردد به منظور کوچک کردن مقاومت گسترده میله می‌توان از ترکیب چند میله استفاده کرد. این میله‌ها توسط کابلی که آن هم در زیر زمین است به هم متصل می‌گردند.

این کابلها می‌توانند بدون عایق یا عایقدار باشند که اگر بدون عایق باشد زمین بهتری را فراهم می‌سازد ولی خوردگی خاک روی دوام کابل اثر سوئی می‌گذارد.

نکته قابل توجه این است که فاصله میله ها به خاطر جلوگیری از اثر متقابل آنها باید از طول میله بزرگتر باشد.

انواع دیگری از شبکه‌های اتصال زمین وجود دارند که فقط به ذکر فرمولهایی که برای اینگونه شبکه‌ها توسط IEEE ارائه شده است.

مراحل طراحی شبکه زمین

امروزه در طراحی سیستم‌های زمین از برنامه‌های کامپیوتری استفاده می‌گردد که به آسانی مراحل طراحی شبکه زمین را انجام داده و در هر مرحله از اجرای برنامه منحنی‌های گرادیان ولتاژ نیز رسم می‌گردد و به این ترتیب کنترل مناسبتری را در طراحی شبکه زمین با روش سعی و خطا (Try&Error) می‌توان ایجاد نمود.

در هر حال جهت طراحی شبکه زمین پستهای فشارقوی می‌توان به طور سیستماتیک

طی مراحل ذیل اقدام نمود.

الف) مطالعه مشخصات خاک برای تعیین مقدار مقاومت زمین Ps و مقاومت مخصوص زمین در چند نقطه مناسب زمین پست در خشک‌ترین و مرطوب‌ترین زمان

ب) مشخص نمودن مساحت تحت پوشش پست S و زمان تشخیص و رفع خطا (t) و به دست آوردن ماکزیمم جریان خطا (Isc)

ج) تعیین مقادیر مجاز ولتاژهای گام ، تماس و مش و بررسی راه حلهای لازم جهت کاهش مقادیر مزبور

د) طرح شبکه هادیهای سیستم زمین تعیین جنس و سطح مقطع هادیها (A) و محاسبه طول کل هادیها (Li)

ح) محاسبه طول کل حداقل هادیها (Lm) و مقایسه طول کل هادیهای شبکه زمین با آن به منظور کنترل مقادیر ولتاژها در حدود مجاز و تست شرط Lm<Li و اگر Lm<Li نباشد به عبارت دیگر در صورت کمتر بودن طول کل هادیها از تعداد کل حداقل با تجدید نظر در ابعاد خانه‌های شبکه سعی می‌کنیم که طول هادیها از حداقل لازم طول کل آنها بیشتر شود که روش دقیق آن به کمک کامپیوتر و یا روش سعی و خطا انجام می‌گیرد.

و) محاسبه مقاومت زمین و تعیین مقادیر ولتاژهای تماس و خانه و مقایسه آنها با مقادیر مجاز و تعیین صحت رابطه

$$ETOUCH < EMESH < ESTEP$$

در صورتی که رابطه فوق برقرار نباشد با تغییر ابعاد خانه‌های شبکه و یا استفاده از الکترودهای زمین و یا استفاده از لایه‌های شن و سنگریزه و یا استفاده از مواد شیمیایی خاص سعی می‌شود که شرط مذکور را برقرار سازیم.

ز) بررسی ولتاژ گام در نواحی مجاور پست مشروط به اینکه از حد مجاز کمتر باشد.

$$ESTEP < ESTEP(TOLER)$$

اگر شرط بالا برقرار نباشد می‌توان با تغییر شعاع عمل شبکه در خارج از پست مرحله فوق را برقرار نمود.

مطالعه مشخصات خاک و تعیین مقادیر P ، Ps

روش معمول اندازه‌گیری مقاومت خاک به کمک دستگاههایی که به کمک پل اندازه‌گیری کار می‌کنند، می‌باشد. اندازه‌گیری معمولاً در چند نقطه و در دو مرحله خشک ترین و مرطوبترین فصول سال انجام می‌گیرد و میانگین مقادیر اندازه‌گیری شده به عنوان مقاومت خاک Ps در نظر گرفته می‌شود اگر چه این روش از دقت ایده آل برخوردار نمی‌باشد.

معمولاً خاکهای باغبانی دارای کمترین مقاومت در حدود $(۵-۵۰۰)\Omega.m$ و خاک مخلوط با شن و ماسه دارای بیشتر مقاومت در حدود $(۵۰۰-۱۰۰۰)\Omega.m$ می‌باشد.

پس از تعیین مقاومت خاک Ps مقاومت مخصوص خاک از فرمول زیر به دست می‌آید :

$$P=\frac{4\pi APs}{\frac{1+2A}{\sqrt{A^2+AB^3}}-\frac{2A}{\sqrt{A^2+AB^3}}}=\begin{cases}22\pi AR.A \prec\prec B\\ 4\pi AR.B \prec\prec A\end{cases}$$

A : فاصله الکترودها از هم

B : طول الکترودها در عمق

Ps : مقاومت اندازه گیری شده

بنابراین مقاومت مخصوص خاک عبارتست از مقاومت نمونه خاک به شکل استوانه با مقطع یک متر مربع بطول یک متر که واحد آن همانند $\Omega .m.Ps$ خواهد بود.

مقادیر مختلف مقاومت مخصوص را بر حسب نوع خاک و یا آب در مقایسه با یکدیگر را می‌توان در جدول (۱-۴) مشاهده نمود.

نوع زمین	مقاومت مخصوص زمین $\Omega.m.Ps$	نوع زمین	مقاومت مخصوص زمین $\Omega.m.Ps$

صخره سنگی	۷۰۰-۱۰۰	خاک رس	۶۰-۱۰۰
قلوه سنگ	۴۰۰-۷۰۰	نفت زغال سنگ	۲۰-۱۰۰
شن خالص	۲۰۰	آب نوشیدنی	۲۰-۸۰
شن خشک نرم	۱۰۰	آب رودخانه	۱۰-۳۰
خاک خشک	۱۰۰	آب دریا	۰/۳-۱

جدول شماره (۱-۴)

تعیین زمان تشخیص و رفع خطا (T) و مساحت تحت پوشش پست (S)

زمان تشخیص خطا و رفع آن به طور معمول از نظر تحمل تجهیزات یک ثانیه در نظر گرفته می‌شود اما امروزه با کاربرد کلیدها و سیستم‌های حفاظتی فوق سریع در نظر گرفته زمان ۰,۵ تا یک ثانیه مورد قبول می‌باشد.

اگر زمان خطا کمتر از ۰,۵ ثانیه باشد بعلت تغییرات زیاد مولفهAC جریان متناوب ضریب کاهش D (Decrement Factor) که تغییرات آن برحسب زمان به بصورت جدول (۲-۴) می‌باشد در زمان مربوطه اعمال می‌گردد.

ضریب کاهش D	زمان خطا (t)
۱,۶۵	۰,۰۸
۱,۲۵	۰,۱۰
۱,۱۰	۰,۲۵
۱,۰۰	۰,۵ بیشتر

جدول (۲-۴)

ماکزیمم جریان اتصالی به زمین (Isc)

معمولاً جریان ماکزیمم اتصال فاز به زمین یا در مواردی سه فاز به زمین حداکثر جریانی در نظر گرفته می‌شود که به کمک محاسبات کامپیوتری در شبکه و یا در نظر

گرفته توسعه‌های آتی قابل محاسبه و پیش بینی می‌باشد.

جریان اتصالی در طراحی سیستم زمین از رابطه زیر قابل محاسبه می‌باشد :

Isc = D"Ka .taI"

D' : ضریب کاهش

Ka : ضریب توسعه پست که معمولاً ۱,۲-۱,۵ در نظر گرفته می‌شود.

Ta : ضریب مربوطه به اثر تقسیم و پخش جریان در هادیها که حدود ۰/۸ در نظر گرفته می شود.

I" : جریان اتصال کوتاه متقارن محاسبه شده که از فرمول $I"=\frac{Psc}{3Eph.g}$ به دست می‌آید که در آن Ephg ولتاژ فاز به زمین در حالت نرمال و P.s.c قدرت اتصال کوتاه پست می‌باشد.

تعیین مقادیر مجاز ولتاژهای گام ، تماس ، مش و بررسی راه حلهای لازم جهت کاهش مقادیر مزبور

از آنجائی که توزیع جریان و نیز میدان الکتریکی در هادی و خاک یکنواخت نیست لذا ولتاژ مش به صورت زیر محاسبه می‌گردد :

$$E_{mesh} = K_m . K_i . P . \frac{I}{L_i}$$

I : جریان اتصالی به زمین

Li : طول کل هادیهای شبکه زمین

P : مقاومت مخصوص زمین

Ki : عبارت از ضریب تصحیح غیر یکنواختی جریان در هادی است که از فرمول زیر تعیین می‌شود :

Ki=۰,۶۵+۰,۱۷۲n

n. : بیشترین تعداد هادیهای موازی در یک جهت برای شبکه هادیها

مقدار دقیق Ki از جداول استاندارد IEEE۸۰ نیز قابل استخراج می‌باشد.

Km : عبارت است از ضریب هندسی فضا که اثرات تعداد هادیهای موازی n را برای ولتاژ مش نشان می‌دهد که از فرمول زیر به دست می‌آید :

$$K_m = \frac{1}{2\pi}.\mathrm{Ln}\frac{D^2}{160hd} + \frac{1}{n} + \mathrm{Ln}(\frac{3}{4}) + (\frac{5}{4}) + \frac{7}{6})...(\frac{2n-3}{2n-2})$$

D : فاصله بین هادیها در جهتی که این فاصله بیشترین می‌باشد.

d. : قطر هادیهای شبکه زمین

h. : عمق شبکه از سطح زمین

برای پایین نگهداشتن ولتاژ تماس از حد مجاز آن کافی است ولتاژ مش از حد مجاز ولتاژ تماس کمتر یا حداکثر مساوی آن باشد.

$$E_{mesh} \prec E_{touch}(toler)$$

می‌دانیم که در بیرون محوطه پست شخص بیشتر در معرض ولتاژ گام واقع می‌شود تا ولتاژ تماس با تعیین ولتاژ گام به کمک فرمول زیر در بیرون محوطه پست و مقاومت آن با حد مجازش در خارج پست می‌توان ایمنی لازم را در ناحیه بیرون پست نیز ایجاد کرد. در این ولتاژ بایستی از حد مجازش کمتر و یا حداکثر مساوی آن باشد.

$$Estep = ks.Ki.p.\frac{1}{x} \quad \text{و} \quad Estep, Estep(toler$$

Ks : ضریب فضا بوده و تابع مقادیر n , D, h به صورت زیر می‌باشد :

$$Ks = \frac{1}{\Pi}(\frac{1}{2\pi} + \frac{\Pi}{d+n} + \frac{1}{2d} + \frac{1}{3d} + ... + \frac{1}{(n-1)d})$$

در آخر اگر بخواهیم عملاً مقایسه‌ای بین ولتاژ گام تماس و مش داشته باشیم خواهیم داشت :

Emesh=۱ Etouh=(۰,۵t۰۰,۸) Estep=(۰,۱ too.۱۵)

جنس و اتصالات تجهیزات سیستم زمین

الف) جنس مواد مورد استفاده در سیستم زمین علاوه بر مسائل الکتریکی بایستی اولاً

مشخصات مکانیکی لازم را دارا بوده و ثانیاً در مقابل خورندگی مشخصات خاصی را دارا باشند.

از نظر خورندگی با توجه به اینکه قسمتهای مختلف سیستم در محیطهای متفاوتی قرار دارند لذا بایستی از نظر خورندگی به موقعیت نصب آنها نیز توجه نمود.

آهن گالوانیزه شده به طریقه گرم تقریباً در تمام شرایط پایدار می‌باشد و برای مدفون شدن در هر نوع خاک مناسب می‌باشد.

مس به عنوان الکترودهای زمین کننده در پستهای با جریانهای اتصال کوتاه بالا بسیار مناسب‌تر از آهن می‌باشند. هادیهای مسی پوشیده شده با نوار نازکی از روی یا قلع بسیار از نظر خورندگی مقاوم می‌باشند. هادیهای مسی با غلاف سربی نیز در بسیاری از خاکها مقاوم می‌باشند. اما در صورتی که محیط آنها الکلی باشند (PH>۱۰) احتمال خورندگی وجود داشته بنابراین استفاده از این نوع هادیها در بتن و یا محیطهایی با ویژگی مزبور توصیه نمی‌گردد.

ب) نحوه اتصال هادیهای شبکه زمین به یکدیگر و همچنین به الکترودهای زمین از طریق جوش کادمیم اتصالات پیچ و مهره‌ای ـ اتصالات پرسی ـ جوش و برنجی و جوش نقره‌ای انجام می‌گیرد.

سطح مقطع هادیهای زمین (A)

الف) فرمول نسبتاً دقیقی که می‌توان براساس آن سطح مقطع مناسب را به دست آورد طبق استاندارد IEEESO به صورت زیر خواهد بود :

$$A = I\sqrt{\frac{33t}{\log 10(\frac{Tm - Th}{234 + Ts}) + 1}}$$

A : سطح مقطع برحسب CM

(۱CM=۱ circalar Mil=۰,۰۰۰۵۰۶mm^2)

I : ماکزیمم جریان اتصالی به زمین برحسب آمپر

t. : زمان تشخیص و رفع خطا (اتصالی) برحسب ثانیه

Tm : ماکزیمم درجه حرارت مجاز هادیها برحسب درجه سانتی‌گراد

(مقادیر مجاز Tm برای هادیها مختلف طبق جدول (۳-۴) قابل استخراج می‌باشد).

Ts : متوسط درجه حرارت محیط که معمولاً C ° ۴۵-۳۵ در نظر گرفته می‌شود.

MAX PERMTTALED LIN TEMPERATURES IN ˚C DIFRENT MATERIALS

Material	Din vde ۰۱۴	IEC ۶۲۱-۲A IEC ۳۴۵ ۵۴
Cu Dare	۳۰۰˚C	۵۰۰ ۲۰۰ ۱۵۰
Al Dare	۳۰۰˚C	۳۰۰ ۲۰۰ ۱۵۰
STEEL ARE ORLEAD SNEATH	۳۰۰˚C	۵۰۰ ۲۰۰ ۱۵۰
CU HNNED OR IN LEAD SNEATH	۱۵۰˚C	No data

جدول (۳-۴)

ب) در روش دوم طراح مجاز است که با توجه به جدول (۴-۴) حداقل اندازه سطح مقطع هادی زمین را (برحسب CM) به ازای هر آمپر جریان اتصالی با توجه به نوع جنس و نوع اتصالات هادیهای زمین را مدت زمانی اتصالی انتخاب کند.

که این حداقل اندازه سطح مقطع هادی زمین بعد از انتخاب توسط طراح در ماکزیمم

جریان اتصالی ضرب می‌شود. تا سطح مقطع نهائی هادیهای زمینی بدست آید .

مدت زمان اتصالات کوتاه برحسب ثانیه	حداقل آمپر اندازه سطح مقطع هادی به ازای هر آمپر جریان خطا برحسب Cm اتصالات کوتاه					
	با اتصالات جوش			با اتصالات پیچ و مهره‌ای		
	مس	فولاد	آلومینیوم	مس	فولاد	آلومینیوم
۳۰	۵۰	۱۲۰	۹۱	۶۶۴-۶۵	۱۴۳	۱۲۳
۴	۲۰			۲۴		
۳	۱۶	۳۶	۲۹	۲۱	۴۵	۳۳
۱	۹,۵-۱۰	۲۲	۱۷	۱۲	۲۷	۲۳
۰,۵	۶,۵	۱۶	۱۲	۶,۳	۱۹	۱۶

جدول شماره (۴-۴)

طول کل اولیه هادیهای شبکه زمین (Li)

همانطوری که اشاره شد شبکه هادیها می‌تواند سراسر محوطه پست تا فاصله یک متر خارج از پست را بپوشاند و یا در ناحیه زیر دستگاهها بطور موضعی و نسبتاً متمرکز قرار گیرند در حالت اول مقاومت سیستم زمین خیلی کمتر خواهد بود برای ایمنی بیشتر به ویژه کنترل گرادیان ولتاژ در خارج پست ایجاد یک هادی سراسری به صورت کمربندی بدور محدوده شبکه مؤثر میباشد. ضمن اینکه افزایش هادیهای کناری و گوشه‌های زمین به موازات هم در فاصلهٔ کمتر از نصف خانه‌های دیگر نیز در کنترل گرادیان ولتاژ مؤثر میباشد ابعاد متداول خانه‌ها m(۱۰-۴) میباشد. اگرچه در پستهای خیلی وسیع خانه‌های به ابعاد m(۵۰-۲۰) هم بکار می‌روند.

بدین ترتیب می‌توان در یک طرح با تعیین کردن ابعاد خانه‌ها و مشخص بودن سطح پست طول کل اولیه هادیها را محاسبه نمود.

طول حداقل هادیهای شبکه زمین (Lm)

این طول جهت کنترل ولتاژهای مجاز و تحت شرایط $Lm \prec Li$ محاسبه خواهد شد.

برای تعیین این طول کافی است ولتاژ مش ماکزیمم را برابر ولتاژ تماس مجازی قرار دهیم.

$Emesh<Etouch(toler) \rightarrow Emesh(max) < Etouch(toler)$

$$۱.\ Emesh(max) = km.ki.p_s \frac{I}{L\min} Z = Etouch = \frac{116 + 0.17P_s}{\sqrt{t}}$$

$$۱,۲ \le Km.Ki\ Ps \frac{I}{L\min} = \frac{116 + 0.17Ps}{\sqrt{t}} \le L_{min} = L_m = \frac{K_m.K_i.p.i.\sqrt{t}}{116 + 0.17p}$$

باید توجه داشت که اگر سطح پست در نهایت با سنگریزه و شن پوشانده می‌شود به جای Ps,P را می‌توان در فرمول فوق قرار داد.

پس از به دست آوردن Lm آن را با مقایسه می‌کنیم. $Lm<Li$ برقرار باشد مراحل بعدی طراحی را انجام می‌دهیم و اگر $Lm<Li$ برقرار نباشد در این صورت می‌بایستی مجدداً به حالت محاسبه طول اولیه هادیها برگشته و با کاهش ابعاد خانه‌های شبکه زمین طول کل هادیهای اولیه را افزایش دهیم تا آنجا که $Lm<Li$ شود که این عمل به روش سعی و خطا و یا به کمک کامپیوتر انجام می‌پذیرد.

مقاومت زمین (R)

پس از حصول شرط $Lm<Li$ مقاومت سیستم زمین از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$R = \frac{P}{4r} + \frac{P}{L_i}$$

r : شعاع معادل مساحت دایره‌ای شبکه زمین برحسب متر است که از فرمول زیر محاسبه می‌گردد :

$$r = \sqrt{\frac{S}{\pi}}$$

S : مساحت دایره‌ای شکل زمین

اگـر $P > ۷۰۰\ \Omega.m$ باشـد معمـولاً مقاومـت بدسـت آمـده بیـشتر از ۲Ω بـوده و کـوچکتر کـردن ابعـاد خانـه‌هـای تـاثیر چنـدان رضـایت بخـش را نـدارد و لـذا در ایـن مـورد بایـد از الکترودهای زمین استفاده نمود.

در صـورت اسـتفاده از الکترودهـای زمـین (مقطـع $۳۳\ mm^۲$) مـی‌تـوان تعـداد آنهـا را بـا یک حساب تقریبی از رابطه زیر به دست آورد :

$$\text{حداقل تعداد الکترودها} = \frac{500}{\text{کل جریان اتصالی}}$$

بررسی ولتاژ گام در نواحی مجاور پست

همانطور که قـبلاً اشـاره شـد در بیـرون محوطـه پـست اشـخاص بیـشتر در معـرض ولتـاژ گـام قرار می‌گیرند.

بنابراین جهت ایمنی لازم بایستی ولتاژ گام در خارج از پست که از رابطه

$$Estep = Ks.Ki.p.\frac{i}{L_i}$$

به دست می‌آید را محاسبه و با مقدار مجاز آن که از رابطه

$$Estep(toler) = \frac{116 + 0.7p_s}{\sqrt{t}}$$

قابـل محاسـبه بـوده مقایـسه شـود کـه در صـورت کمتـر بـودن آن نـسبت بـه مقـدار مجـاز طراحی کاملاً مناسب بـوده و در غیـر ایـن صـورت طـول هادیهـا را بایـد افـزایش داد و یـا اینکـه محوطه خارج پست را تا شعاع بیشتری حتی تا ۵ متر پوشش شبکه زمین قرار داد.

اگـر بـه جـای $Estep < Estep(toler)$ رابطـه $Etouch < Etouch(toler)$ برقـرار باشد در این صـورت بایـستی ابعـاد خانـه‌هـای شـبکه را کـوچکتر کـرده و یـا الکترودهـای زمـین را افزایش داد و یا سـطح پـست را بـا سـنگریزه و شـن پوشـانده و بـا مقـادیر جدیـد محاسـبات را تکرار نموده تا به نتیجه مطلوب دست یافت.

محاسبات مربوط به طراحی سیستم ارت پست ۶۳/۲۰ kv باورس

محاسبات سیستم زمین :

اطلاعات اولیه

مقاومت مخصوص زمین پست : (با نوع خاک رس خشک) P=۱۰۰ Ωm

مقاومت در سطح پست : (کاملاً پوشش با سنگریزه و شن) $P_s = ۳۰۰۰ \Omega m$

زمان تشخیص رفع خطا : (اتصالی) $D' = ۱ \text{ sec}$ $t = ۰,۵ \text{ sec}$

مساحت تحت پوشش شبکه زمین : $S = ۲۰۰ \text{ m} \times ۱۸۰ \text{ m} = ۳۶۰۰ \text{ m}^۲$

نوع طرح شبکه زمین : بصورت شطرنجی در سراسر پست

عمق شبکه زمین تا سطح پست : $h = ۰,۵ \text{ mm}$

ضریب مربوط به اثر تقسیم و پخش جریان در هادیها $t_a = ۰,۸$

ضریب توسعهٔ پست : $K_a = ۱,۲$

فاصلهٔ بین هادیهای شبکه زمین (طول و عرض چهارخانه‌های شبکه زمین) :

$D = ۱۰ \text{ mm} \times ۱۰ \text{ mm}$

جنس هادی‌های شبکه زمین : هادی‌های مس

نوع اتصالات هادیهای شبکه زمین : با اتصالات جوش

ماکزیمم درجه حرارت مجاز هادیها : $t = ۲۰۰ ^\circ C$

متوسط درجه حرارت محیط : $t = ۲۰ ^\circ C$

حداکثر ولتاژ نامی پست : $u = ۶۳ \text{ kv}$

امپدانس درصد اتصال کوتاه ترانسفورماتور : %Z= ٪۱۳,۴

ماکزیمم ظرفیت نامی پست : $S = ۶۰ \text{ MVA}$

جریان اتصال کوتاه پست

$$I'' = \frac{Psc}{\sqrt{3} Ephg} = \frac{447.7 \times 10^6}{\sqrt{3} \times 63 \times 10^3} = 4.18 kA$$

قدرت اتصال کوتاه پست $Psc = \frac{P}{z\%} = \frac{60\times10^6}{13.4\%} = \frac{60}{0.134}\times10^6 = 447.7\times10^6 VA$

ماکزیمم جریان اتصال زمین

$$I = D' K_a . t_a . I'' = 1\times1.2\times0.8\times4.18\times10^3 = 4072.8\,A$$

انتخاب سطح مقطع هادیهای زمین :

$$A = I\sqrt{\frac{33t}{\log10(\frac{Tm-Th}{234+Ts})+1}}$$

$$A = 40128\sqrt{\frac{33\times0.5}{\log10(\frac{200-20}{234+45})+1}} = 17\,mm^2$$

طبق استاندارد $۲۰mm^۲$ را انتخاب می‌کنیم.

طول اولیه هادیها (Li)

$$n_1 = (\text{طول شبکه زمین}/D)+1 = \frac{200}{10}+1 = 21$$

$$n2 = (\text{عرض شبکه زمین})/D+1 = \frac{180}{10}+1 = 19$$

$$Li = n_1\times\text{زمین شبکه طول} + n_2\times\text{زمین شبکه عرض} = 21\times180+19\times200 = 7580m$$

محاسبه حداقل هادیها (Lm)

$$Ki = 0.65+0.172n1 = 0.65+0.172\times21 = 4.26$$

$$d = \frac{\sqrt{4\times A}}{\pi} = \frac{\sqrt{4\times20}}{\pi} = 2.84mm$$

$$Km = \frac{1}{2\pi}.Ln(\frac{D^2}{160hd}) + \frac{1}{\pi}Ln(\frac{3}{4})(\frac{5}{6})(\frac{7}{8})...(\frac{2n-3}{2n-2})$$

$$Km = \frac{1}{2\pi}.Ln(\frac{1-^2}{160\times0.5\times0.0028}) + \frac{1}{\pi}Ln(\frac{3}{4})(\frac{5}{6})(\frac{7}{8})...(\frac{43}{44}) = 0.91$$

$$Lm = \frac{Km.KiP.I\sqrt{t}}{116+0.17Ps} = \frac{0.91\times4.26\times100\times40128\times\sqrt{0.5}}{116+0.17\times3000} = 5466.9$$

$7580 > 5466$ آنگاه نتیجه می‌شود $Li > Lm$ و قابل قبول است.

محاسبهٔ مقاومت زمین (R)

$$r = \sqrt{\frac{S}{\pi}} = \sqrt{\frac{200\times180}{\pi}} = 107.04$$

$$R = \frac{P}{4r} + \frac{P}{Li} = \frac{100}{4\times 107.04} + \frac{100}{7850} = 0.234$$

چون $0.23 < 0.5$ است بنابراین قابل قبول است.

تعیین مقادیر ولتاژهای تماس مجاز و خانه و مقایسهٔ آنها : $Emesh \le Etouch$

$$\text{Emesh} = \text{Km.Ki.P.}\frac{\text{i}}{\text{Li}} = 0.91\times 4.26\times 100\times \frac{4012.8}{7580} = 205.22$$

$$\text{Etouch} = \frac{116 + 0.17\text{Ps}}{\sqrt{\text{t}}} = \frac{116 + (0.17\times 3000)}{\sqrt{0.5}} = 894.2$$

با مقایسهٔ از دو رابطهٔ بدست آمده $Emesh < Etouch$ را می‌توان نتیجه گرفت.

بررسی ولتاژ گام در نواحیمجاز پست و مقایسه آن با مقدار مجازش :

برای اطمینان از ایمنی بیشتر رابطهٔ زیر را داریم : $Emesh < Etouch(toler)$

$$\text{Etouch(toler)} = \text{Etouch} = \frac{116 + 0.17\text{Ps}}{\sqrt{\text{t}}} = \frac{116 + (0.17\times 3000)}{\sqrt{0.5}} = 894.2$$

$$\text{Emesh} = \text{K}_\text{s}.\text{K}_\text{i}\text{P}\frac{\text{i}}{\text{L}_\text{i}}$$

$$K_s = \frac{1}{\pi}\left(\frac{1}{2n} + \frac{\pi}{d+n} + \frac{1}{3d} + \ldots + \frac{1}{(n-1)d}\right)$$

$$\text{K}_\text{s} = \frac{1}{\pi}\left(\frac{1}{2\times 0.5} + \frac{\pi}{10+0.5} + \frac{1}{2\times 10} + \frac{1}{3\times 10} + \ldots + \frac{1}{(22-1)\times 10} = 0.4972\right.$$

$$\text{Estep} = 4.26\times 0.4972\times 100\times \frac{4012.8}{7580} = 112.1$$

$112. < 894.2$ نتیجه $Estes < Etouch(toler)$ میدهد

بخش ۵ : حفاظت ، کنترل ، اندازه گیری و سیستم AVR

۱) حفاظت خط انتقال ۶۳ kv

ـــ با توجه به نوع پیچیدگی (شعاعی ، حلقوی ، ساده و غربالی) باید حفاظت خط طراحی شود. در صورتیکه پست ۶۳ kv در آینده در یک شبکه غربالی قرار خواهد گرفت

لازم است که طرح سیستم حفاظتی نیز براساس وضعیت آینده پست در نظر گرفته شود. و ضمناً حداقل یک حفاظت پشتیبان محلی و یا حفاظت پشتیبان دور باید منظور گردد.

ـ از رلهٔ وصل مجدد برای تفکیک خطاهای گذرا و یا پایدار استفاده می‌شود.

ـ با توجه به عملکرد اشتباه رله دیستانس در صورت قطع ولتاژ AC تغذیه کنندهٔ رله بعلت سوختن فیوز ، بایتسی رله‌ها به رله‌های ناظر بر عملکرد فیوز مجهز شوند. که به محض سوختن فیوز علاوه بر راه اندازی سیستم هشدار دهنده مانع از عملکرد رله دستیانس شود. که برای این منظور از رله حس گر یا Supervission Relay استفاده می‌شود.

ـ سیستم‌های حفاظتی شامل حفاظت اصلی و پشتیبان محلی بایستی حتی‌الامکان از CT core ، VT winding جداگانه تغذیه شوند.

ـ برای عملکرد هر رله حفاظتی و یا حتی تحریک یک رلهٔ مذکور می‌بایست یک محل مناسب در سیستم هشدار دهنده برای آن منظور نمود.

ـ اگر خط انتقال مجهز به تجهیزات مخابراتی برای ارتباط با طرف دوم خط انتقال باشد. می‌توان فرمان قطع حفاظتی رله‌های دو سمت خط را با هم مرتبط نمود و یک سیستم حفاظتی به صورت واحد (Unit protection) بوجود آورد. در این صورت عمل رله وصل مجدد منوط به عملکرد این سیستم حفاظتی خواهد بود.

۲ـ حفاظت ترانس ۶۳/۲۹ kv

ـ بعلت اهمیت این عضو شبکه هیچ خطایی بعنوان خطای گذرا محسوب نمی‌شود که نیاز به رلهٔ وصل مجدد باشد حتی از رلهٔ قفل کننده سیستم کنترل (Lock out relay) استفاده می‌شود تا در صورت تشخیص خطاهایی از نوع اتصال در فاز ، فاز به زمین و غیره این رله مدار کنترل را قفل نماید و مانع از وصل کلید ترانس توسط اپراتور شود.

رله‌های بوخهلتس ، دیفرانسیل ، جریان زیاد ، اتصال زمین و مرحلهٔ دوم رله‌های درجه

حرارت روغن و درجه حرارت سیم پیچ باعث عملکرد رلهٔ Lockout می‌شود.

ترانس می‌بایستی هم برای خطاهای خارجی و هم برای خطاهای داخلی حفاظت شود.

ـ پارالل بودن ترانسها و قابلیت و امکان تغذیه محل اتصالی از دو سمت فشار ضعیف و قوی ترانس و پارامترهای تعیین کنده برای سیستم حفاظتی ترانس‌ها محسوب می‌شود.

۳) حفاظت خطوط و کابلهای ۲۰ kv

ـ چون بسیاری از فیدرهای ۲۰ kv به صورت شعاعیهستند ترکیب رله‌های حفاظتی می‌تواند از ساده‌ترین نوع انتخاب شوند و تقریباً در همهٔ موارد لزومی به استفاده از رله‌های دیستانس و رله‌های جریان زیاد جهت دار نمی‌باشد.

ـ چون این خطوط از لابه‌لای درختان می‌گذرند مجهز به رله Recloser (وصل مجدد) می‌باشد.

ـ در فیدر کابلی رلهٔ وصل مجدد استفاده نمی‌شود زیرا اگرچه امکان خطای گذرا موجود باشد اما این امکان نیز وجود دارد. که با وصل مجدد خطایی که در کابل رخ داده است گسترده شود.

سیستم اندازه‌گیری

در انتخاب ترکیب سیستم اندازه‌گیری یک عضو از شبکه (object) بایستی پارامترهای زیر را در نظر گرفت :

ـ تعداد سطوح ولتاژ کار و لزوم و یا عدم لزوم بررسی ولتاژ نسبت به نقطهٔ صفر الکتریکی (neutral) که تعیین کنندهٔ تعداد ولتمترها و نوع سلکتور سویچ‌های مرتبط خواهد بود.

ـ مقدار توان اکتیو و بار اکتیو انتقالی (Mw , MVAR)

ـ لزوم و یا عدم لزوم محاسبه مقدار انرژی اکتیو و راکتیو انتقال یافته

(Mw-MVAR)

ـ لزوم و یا عدم لزوم محاسبهٔ مقدار انرژی اکتیو در هر دو جهت که به تغییر جهت

جریان بستگی خواهد داشت.

ـ لـزوم و یـا عـدم لـزوم محاسـبهٔ مقـدار انـرژی اکتیـو انتقـال یافتـه در هـر دو جهـت کـه بـه تغییر علامت ضریب قـدرت و نیـز مقـدار انـرژی راکتیـو انتقـال یافتـه در جهـت مخـالف بـستگی خواهد داشت.

ــ بـا توجـه بـه بنـدهای قبـل اگـر ایـن امکـان موجـود باشـد کـه تـوان در مـواقعی در جهـت معکـوس انتقـال یابـد در ایـن صـورت دسـتگاههای MW و MVAR بایـد بتواننـد تغییـر جهت توان را نشان دهند.

سیستم کنترل

سیـستم کنتـرل و مـدارات کنتـرل پـست بایـستی بـه نحـوی طراحـی گردنـد کـه اولاً امکـان کنتـرل کلیـدهای فـشارقوی از اتـاق فرمـان ، محوطـه و در صـورت لـزوم از مرکـز کنتـرل موجـود باشـد و ثانیـاً اینترلاکهـای لازم بـه منظـور تـأمین ایمنـی پرسـنل و تجهیـزات در مـدارات کنتـرل ایجـاد مـی‌گـردد. مـانع انجـام مانورهـای مـورد نیـاز در بهـره بـرداری از پـست نباشند. و یا انجام ایـن مانورهـا را پیچیـده نکننـد بطـور کلـی اعمـال اینتـرلاک بـه مـدار کنتـرل به میزان دانش اپراتورها از نحوهٔ بهره‌برداری از پست بستگی خواهد داشت .

امـا بـه هـر حـال در همـهٔ شـرایط منظـور نمـودن حـداقل اینتـرلاک لازم در مـدارات کنتـرل ضروری مـی‌باشـد. از سـوی دیگـر در صـورت بـروز خطـا هریـک از سیـستمهـا ، اپراتـور بایـستی قـادر باشـد کـه نـوع و محـل خطـا را در سیـستم تـشخیص داده و ثبـت نماینـد و در پـاره‌ای از مـوارد جزئـی قـادر بـه رفـع عیـب نیـز باشـد. اطـلاع از میـزان کمیتهـای الکتریکـی نیـز از ضروریات دیگری است کـه بایـد اپراتـور بـا کمـک سیـستم کنتـرل نـسبت بـه آنهـا آگـاهی یابـد (توان، جریان ، ولتاژ و غیره)

کنترل پست از اتاق کنترل پـست انجـام مـی‌گیـرد. البتـه امکـان بـاز و بـسته کـردن کلیـدهای قدرت و نیز سکسیونرها نیز از محوطهٔ سویچ گیر در شرایطی امکان پذیر است.

سیستم هشدار دهندهٔ پـست ، اپراتـور را از وجـود خطـا در پـست مطلـع مـی‌سـازد. نـوع اعـلام

خبر صوتی برای خطاهای مختلف با درجه اهمت ترجیحاً متفاوت است. و از دو نوع اعلام خبر صوتی استفاده شده است. وقتی آژیر صوتی فعال شد قطع مدار صوتی توسط تایمر کنترل می‌شود.

پس از ثبت خطا توسط اپراتور نشان دهندهٔ سیستم هشدار دهنده می‌تواند با فشار یک دکمه و رسیت می‌شود.

یک نمودار تک خطی (Mimic Diagram) شامل خطوط ، ترانسها ، کلیدهای قدرت وسکسیونرهای مختلف و شین‌های مختلف بر روی تابلوی کنترل نصب شده است. رنگ این نمودار برای ولتاژ ۶۳ kv آبی و برای ۲۰ kv نارنجی می‌باشد. سویچهای کنترل مربوط به کلیدهای قدرت وسکسیونرها و نیز نشان دهنده‌های وضعیت سکسیونرها برروی تابلوی کنترل و در محل مربوطه در نمودار تک خطی جاگذاری شده‌اند.

سویچ کنترل کلیدهای قدرت یک سکستور سویچ ۴ وضعیتی است و دارای دو وضعیت پایدار او ۳ و دو وضعیت ناپایدار ۲ و ۴ می‌باشد. از هر وضعیت اخیر برای فرمان با کلید قدرت و سکسیونر جهت باز و بسته کردن استفاده می‌شود و به محض استفاده از آن در وضعیت نامبرده بلافاصله به وضعیت او ۳ بار خواهد گشت.

یک لامپ نشان دهنده که ترجیحاً باید در زیر پوشش شفاف اهرم سلکتور سوئیچ قرار دارد. برای مشخص کردن وضعیت کلید و تطابق و یا عدم تطابق آن با وضعیت سلکتور سوئیچ بکار می‌رود و به این خاطر شکل ظاهری سویچهای کنترل برای کلید قدرت و سکسیونر متفاوت است.

کلیدهای قدرت با استفاده از رله سنکروچک فرمان وصل می‌گیرند و به هر حال امکان فرمان غیراتوماتیک به کلید همواره موجود است.

Remot - local - off مربوط به سلکتور سویچهای بریکر و سکسیونر در محوطه است. Local امکان فرمان از محل را می‌دهد. Remot فرمان قطع ووصل کلید از اتاق کنترل را امکان پذیر می‌سازد.

اینترلاک برای جلوگیری از باز و بسته کردن اشتباهی سکسیونرهای مختلف از طریق کنتاکتهای کمکی بریکرها و سکسیونرهای دیگر و نیز رله‌های کمکی به آنها تأمین شده و سپس به یک الکترو ماگنت قفل کننده مکانیزم سکسیونر متصل می‌شود. این مکانیزم قفل کننده در همهٔ حالات می‌تواند مانع از عملکرد کلید شود حتی در صورت وجود اشکال در DC (قطع ولتاژ) این مکانیزم نباید دچار خطا شود.

سیستم تنظیم ولتاژ اتوماتیک

تنظیم اتوماتیک ولتاژ توسط رلهٔ AVR (Automatic Voltage regulator Relay) انجام می‌گیرد و می‌تواند ولتاژ kv ۲۰ را در محدودهٔ تنظیم شده ثابت نگه دارد.

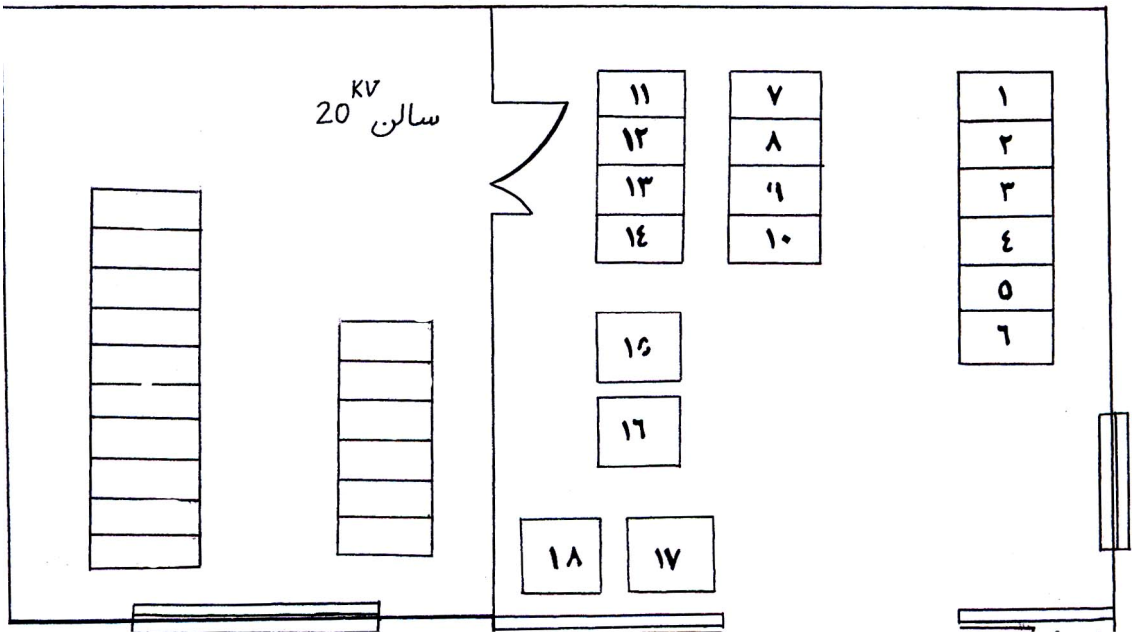
این رله دارای تأخیر زمانی مناسب است تا در صورت وجود نوسانات ولتاژ از ارسال فرامین غیر ضروری به تپ چنجرجلوگیری شود.

چون دو ترانس پست که به صورت پارالل کار می‌کنند و AVR در مدار می‌باشد فرمان رلهٔ AVR را به تپ چنجر یکی از ترانس‌ها ارسال کرده‌اند و به عنوان Master ، ترانسهای دیگر را بعنوان پیرو و تابع انتخاب نموده و پس از تغییر وضعیت تپ ترانس اصلی ترانس پیرو نیز تغییر وضعیت می‌دهد.

آرایش تابلوهای حفاظتی، کنترل ـ سویچ‌گیر kv ۲۰

نحوه قرار گرفتن تابلوهای حفاظتی . کنترل ـ سویچ‌گیرها ، تابلوهای مصرف داخلی ، شارژرها در پست و با توجه به اهمیت تابلو چیده شده است به قرار زیر می‌باشد.

طرز استقرار تابلوها در ساختمان kv ۲۰ بصورت دوبله می‌باشد.



تابلوهای موجود در اتاق کنترل

۱ـ تابلوی اندازه‌گیری

۲ـ تابلوی پنجره آلارم و اعلام خبر صوتی (آژیر)

۳ و ۴ و ۵ و ۶ ـ تابلوی فرمان و کنترل می‌باشد.

۷ و ۸ و ۹ و ۱۰ ـ تابلوهای حفاظتی و پشتیبان ترانسهای باشند.

۱۱ و ۱۲ و ۱۳ و ۱۴ ـ تابلوهای حفاظت خطوط ۶۳ kv و پشتیبان می‌باشند.

۱۵ ـ تابلوی مصرف داخلی پست

۱۶ ـ تابلوی توزیع DC

۱۷ و ۱۸ ـ شارژرهای موجود در پست

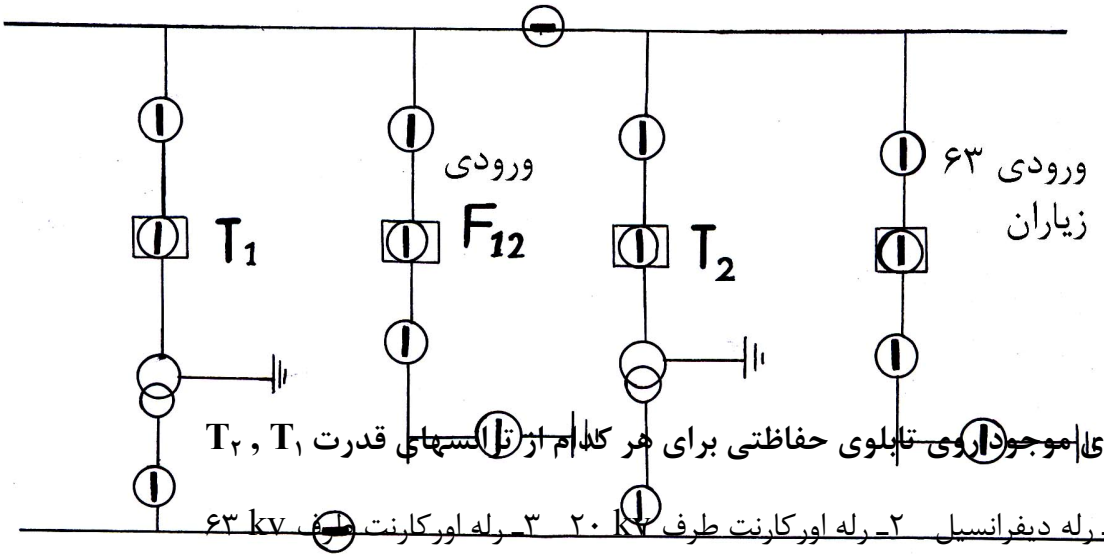
تابلوهای موجود در کلید خانه

ـ دارای ۱۲ فیدر برای خروجی‌های ۲۰ kv

ـ یک تابلوی سکسیونر کوپلاژ و فیدر ، بریکرکوپلاژ و دو تابلو مربوطه فیدرهای ورودی

ـ دو تابلوی فیدر کابل

شمای الکتریکی کنترل و فرمان روی تابلوی کنترل



رله‌های موجود روی تابلوی حفاظتی برای هر کدام از ترانسهای قدرت T_1 , T_2

۱ـ رله دیفرانسیل ۲ـ رله اورکارنت طرف ۲۰ kv ۳ـ رله اورکارنت طرف ۶۳ kv

۴ـ رله فاز به زمین ۵ـ رله حفاظت اورکارنت ترانس نوترال ۶ـ رلهٔ حسگر فاز به زمین

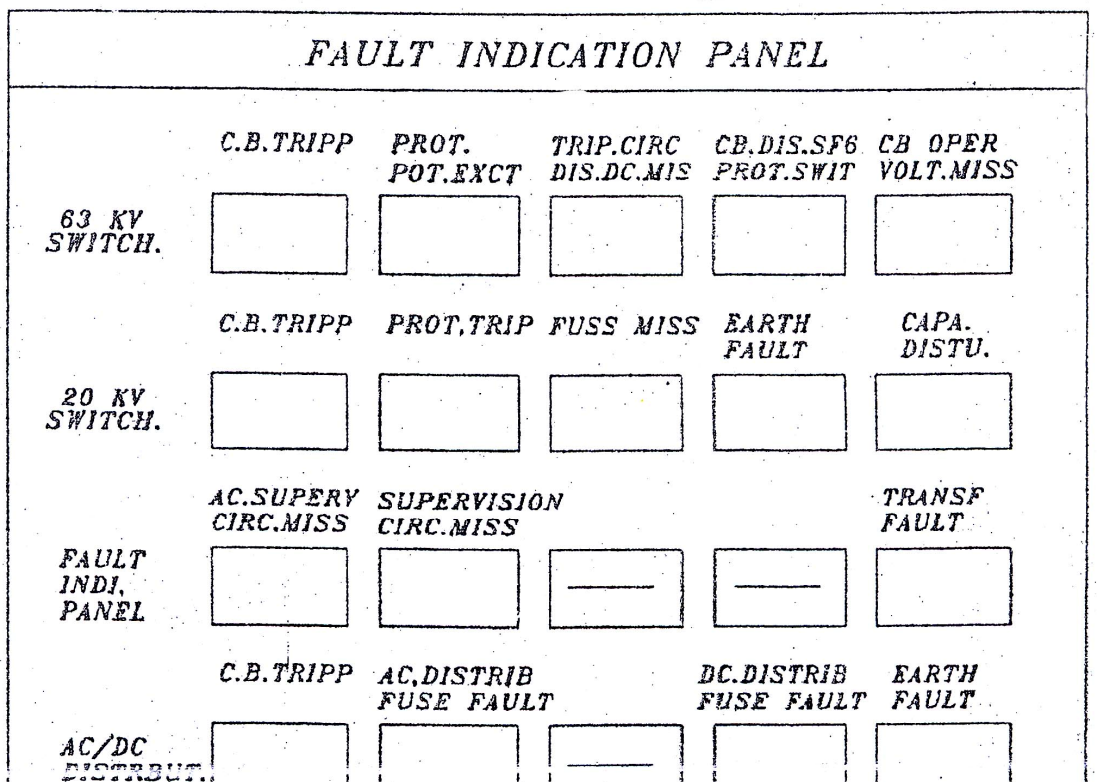
(SEF) برای حفاظت A ۲۰ ۷ــ رلهٔ SEF برای فاز به زمین IR ۰,۱S ۸ــ رله ناظر (Supervision) برای قطع مدار ۹ــ رله‌های کمکی شامل : رله کمکی یوخهلس طرف ۲۰/۰,۴ ترانس ـ رله کمکی بوخهلس ترانس نوترال ـ رله قطع افزایشی دما ـ رلهٔ بوخهلس برای طرف ۶۳/۲۰ ترانس ـ حفاظت زمین IR*۰,۱۵ ـ حفاظت زمین A ۲۰ و کنترل ولتاژ سیگنال و آژیر

آلارم‌های موجود روی پانل حفاظتی بی T_1 , T_2

برای حفاظت بی های ورودی زیاران و قزوین از رله‌های زیر استفاده شده است.

۱ـ رله دستیانس ۲ـ رله ناظر قطع مدار (TRIP CIRCUIT SUPERUISION)

۳ـ رله فاز به زمین ۴ــ حفاظتی اورکارنت ۵ــ آلارمهای موجود در پانل پنجره آلارم :



برای حفاظت فیدرهای خروجی ۲۰ KV : رلهٔ E/F و O/C و رلهٔ رکلوزر

برای حفاظت فیوز ترانس : رله E/F و O/C

بخش ۶ : روشنایی پست بخش باورس

۱ـ سیستم روشنایی خارجی (محوطه و باسبار)

تأسیسات روشنایی طوری طراحی شده است که اولاً روشنایی عمومی داخلی پست تأمین باشد و در حدی است که پرسنل پست به راحتی می‌توانند بدون احتیاج به چراغهای دستی در محوطه رفت و آمد کنند. ثانیاً در رابطه با خیرگی و رنگ نور هیچ گونه مشکلی جهت کار پرسنل فراهم نمی‌شود.

نوع لامپهای استفاده در پست از لامپهای سدیم با فشار زیاد بوده است. چون بهرهٔ روشنایی خوبی داشته و طیف رنگی مناسبی جهت کار در هر گونه شرایط جوی را دارد.

برای روشنایی باسبار و ترانسها از چهار عدد نورافکن با پایه بلند (بیش از ۸ متر) که چوک و راه انداز آنها نیز در محفظه‌ای فلزی در ارتفاع ۱/۵ متر از سطح زمین بر روی پایه

قرار گرفته است ، استفاده شده است.

جهت محوطه پست و خیابانهای موجود در پست در فواصل ۲۰ متری از تیرهای روشنایی ۸ متری استفاده شده است و جهت تعویض لامپها از بالا بر استفاده می‌شود.

قطع و وصل نورافکنها معمولاً به صورت دستی و مدار آوردن تیرهای روشنایی محوطه بصورت اتوماتیک و توسط فتوسل صورت می‌پذیرد.

تعدادی پریز برق در محوطهٔ داخل تابلوهای مارشال نصب گردیده است تا در موقع لزوم از روشنایی موضعی قوی استفاده شود.

«سیستم روشنایی داخلی»

روشنایی عمومی اتاق کنترل با استفاده از چراغهای فلورسنت با قاب لوردار که بر روی سقف نصب شده است ، تأمین می گردد و طوری طراحی شده است که جهت سهولت کار در امر نگهداری سیستم کنترل و فرمان ، نور به پشت دستگاهها به اندازهٔ کافی می‌رسد.

چون این پست فاقد دیزل ژنراتور است لذا جهت ایجاد روشنایی موقع قطع برق از چراغهای اضطراری با لامپهای رشته‌ای ۴۰ w -DC ۱۱۰v استفاده شده است. مسیر لوله‌ها و سیم‌های رابطه شبکهٔ اصلی و اضطراری کاملاً مجزا از هم می‌باشد. این لامپها روشنایی اتاق فرمان و کلید خانهٔ ۲۰ kv را تأمین می‌کنند.

«پریزهای برق و تلفن»

جهت سیستم تلفن از پریزهای سه سوراخ ویژه تلفن به مقدار کافی و در محل مناسب (کنار میز کنترل و اپراتور) نصب شده است.

پریزهای برق مورد استفاده دارای سیم زمین بوده و هر گروه از پریزها از طریق فیوزهای مجزا بوسیلهٔ تابلوی اصلی مصرف داخلی تغذیه می‌گردند.

شرح نقشه تک خطی حفاظتی پست :

از روی PT خط قزوین ۱ نمونه برداری ولتاژ و از روی CT نمونه برداری جریان انجام می شود . جهت تغذیه رله دیستانس و کنتورهای اکتیو و راکتیو کاربرد دارند .

از ترانسهای جریان حفاظتی مربوط به خط نیز جهت تغذیه و تحریک رله های O/C و E/F استفاده می شود .

برای حفاظت طرف غشار قوی ترانس ها از یکی از CT های نصب شده برای تغذیه و تحریک رله های O/C و E/F استفاده می شود .

همچنین از CT دیگر نیز جهت تحریک رله REF و DIFF. استفاده شده است .

از سه CT موجود روی ترانس نوترال برای مصارف زر استفاده می شود :

۱- برای تغذیه رله REF و DIFF

۲- برای تغذیه و تحریک رله E/F

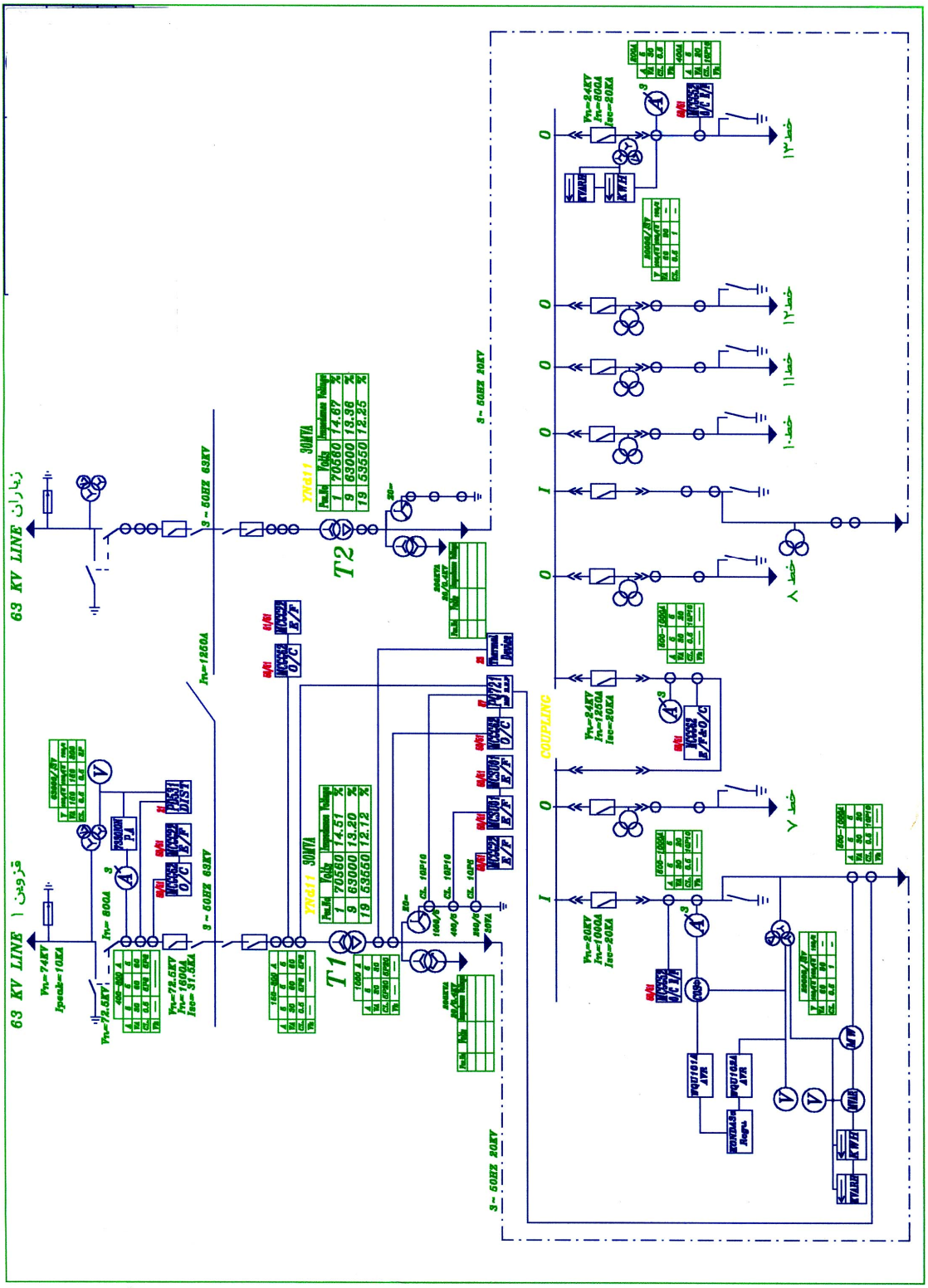
عملکرد این نوع CT ها بدینگونه است که اگر در یکی از خطوط 20 KV عیب E/F (فاز به زمین) رخ دهد جریان عیب مسیرش را از طریق زمین بسته و CT های ترانس نوترال این جریان برگشتی را حس کرده و فرمان تریپ به بریکر ترانس قدرت می دهد .

رله دیفرانسیل :

کار این رله موازنه جریان دو طرف ترانس است و این موازنه توسط CT های طرفین ترانس صورت می پذیرد . محدوده عملکرد این رله از CT نصب شده در سمت فشارقوی تا CT زیر فیدر ورودی 20 KV می باشد .

رله REF :

اگر روی شینه 20 KV یا سمت شینه 63 KV خطای فاز به زمین رخ دهد . فورا فرمان قطع به بریکر ترانس ارسال می نماید .


63 KV LINE قزوین ۱
63 KV LINE زنجان
T1
T2
COUPLING
خط ۱
خط ۲
خط ۷
خط ۸
خط ۱۱
خط ۱۲
خط ۱۳

مقایسه طرح پست با پستهای استاندارد مصوبه وزارت نیرو

با توجه به مقایسه دیاگرام تک خطی پست و دیاگرامهای استاندارد نتیجه میشود که این پست از جمله پستهای تیپ ۱ بوده ودارای تاوتهای زیر می باشد.

۱- به دلیل نبود سیستم مخابراتی plc . این پست فاقدCVT و Line Trap میباشد.

۲- در اتصال ترانس تغذیه داخلی از فیوز کات اوت استفاده نشده است و مستقیما به شینه 20 kv وصل می باشد .

۳- بجای یک از سه CT برای ترانس نوترال استفاده شده است .

در سمت فشار ضعیف برای فیدرهای ورودی CT و PT برای نمونه برداری از جریان و لتاژ جهت کنتورهای اکتیو و راکتیو استفاده شده است .

ضمنا برای تغذیه دستگاه AVR و COS Φ استفاده شده است .

برای حفاظت فیدرها از CT حفاظتی برای رله OVER CURRENT و EARTH FULT بکار گرفته شده است .

۴- برای هریک از خروجی های پست یک PT برای اندازه گیری ولتاژ اختصاص یافته است ولی در طرح استاندارد فقط از دو PT آنهم روی شینه 20 KV استفاده شده است.

۵- برای ارتباط شینه های 20 KV در طرح استاندارد فقط از یک بریکر استفاده شده است .اما در شینه پست علاوه بر بریکر از سکسیونر کوپلاژ نیز استفاده شده است .

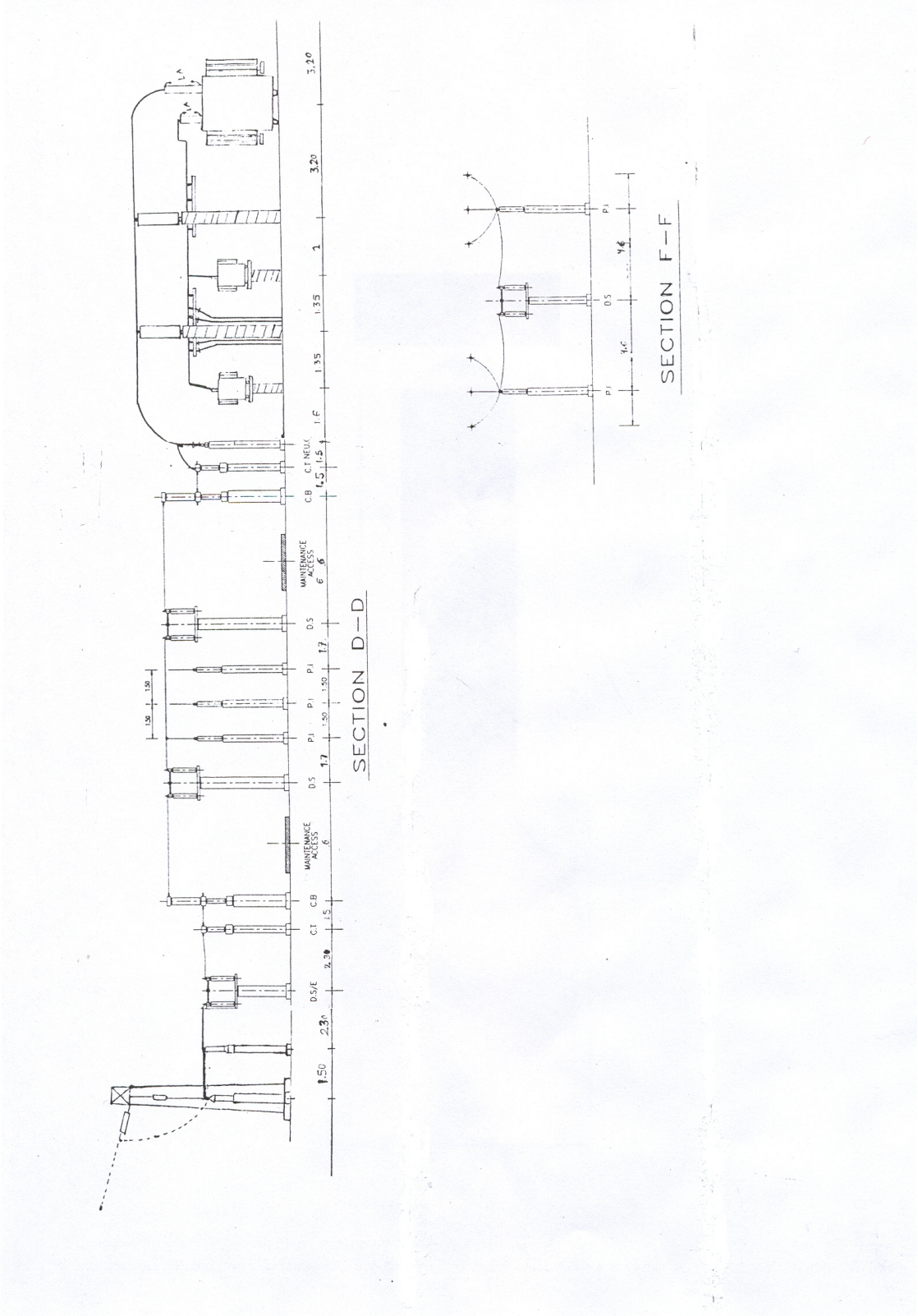
۶- برای زمین کردن شینه های طرح استاندارد از دو سکسیونر زمین استفاده شده است . اما برای پست این طرح پیش بینی نشده است.

تفاوت پلانهای استاندارد با پلان پست باورس :

با مراجعه به پلان پست در صفحه ۱۳۹ و مقایسه آن با پلان پیشنهادی استاندار تفاوتهائی در طرح قابل مشاهده است . عمده تفاوت در مبلمان تابلوهای کنترل . حفاظتی موقعیت باطریخانه و PLC می باشد .

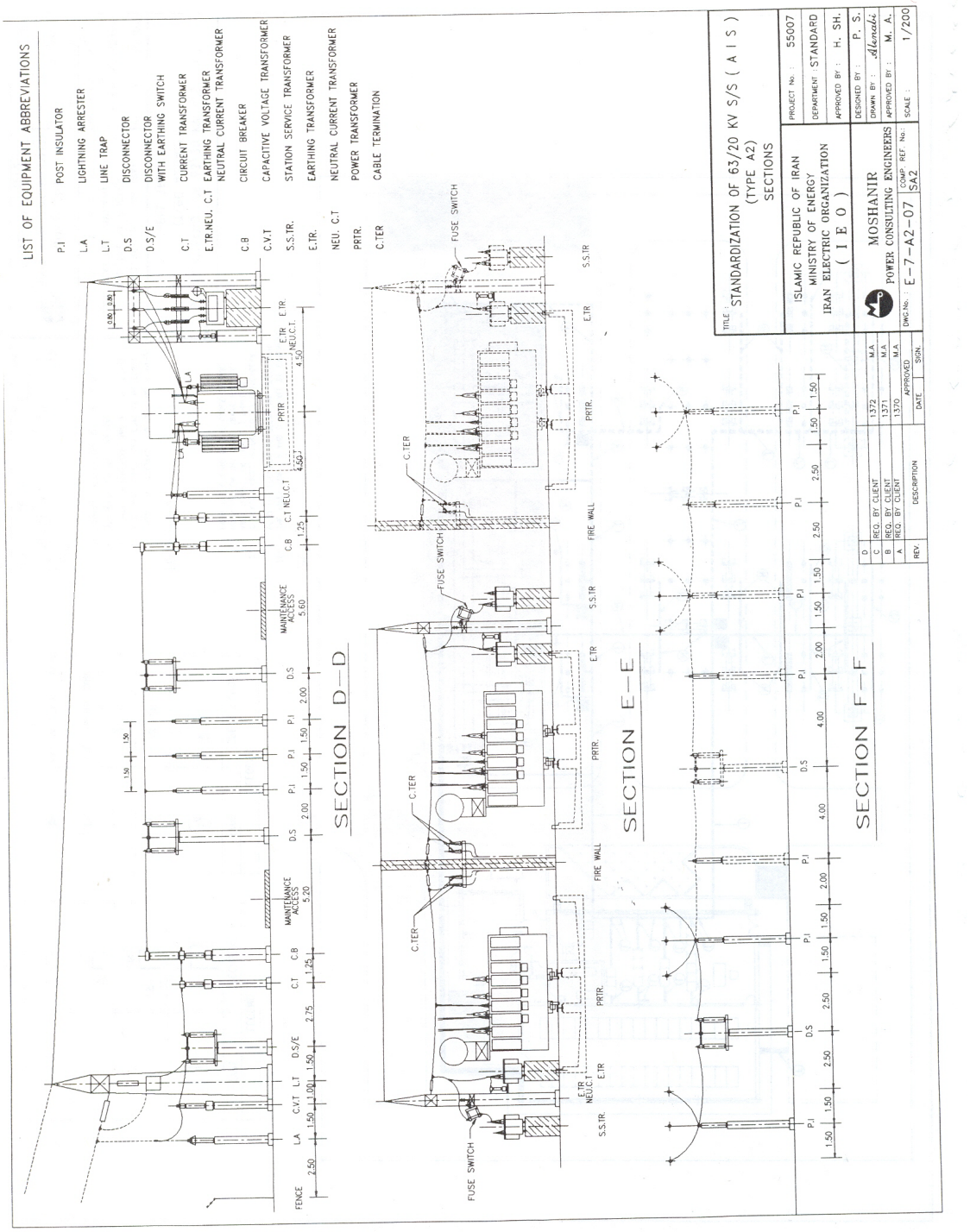
در فوندانسیون تجهیزات محوطه نیز فواصل استاندارد رعایت نشده است .

در دوشکل زیر تفاوت فواصل مشهود می باشد :



Section D – D

مربوط به پست باورس


LIST OF EQUIPMENT ABBREVIATIONS
P.I POST INSULATOR
L.A LIGHTNING ARRESTER
L.T LINE TRAP
D.S DISCONNECTOR
D.S/E DISCONNECTOR WITH EARTHING SWITCH
C.T CURRENT TRANSFORMER
E.TR.NEU. C.T EARTHING TRANSFORMER NEUTRAL CURRENT TRANSFORMER
C.B CIRCUIT BREAKER
C.V.T CAPACITIVE VOLTAGE TRANSFORMER
S.S.TR. STATION SERVICE TRANSFORMER
E.TR. EARTHING TRANSFORMER
NEU. C.T NEUTRAL CURRENT TRANSFORMER
PRTR. POWER TRANSFORMER
C.TER CABLE TERMINATION
SECTION D–D
SECTION E–E
SECTION F–F
FENCE
MAINTENANCE ACCESS
FIRE WALL
FUSE SWITCH
TITLE STANDARDIZATION OF 63/20 KV S/S (A I S) (TYPE A2) SECTIONS
ISLAMIC REPUBLIC OF IRAN MINISTRY OF ENERGY IRAN ELECTRIC ORGANIZATION (I E O)
MOSHANIR POWER CONSULTING ENGINEERS
PROJECT No. : 55007
DEPARTMENT : STANDARD
APPROVED BY : H. SH.
DESIGNED BY : P. S.
DRAWN BY : Akenaki
APPROVED BY : M. A.
DWG.No. : E-7-A2-07
COMP. REF. No. SA2
SCALE : 1/200
REV. DESCRIPTION APPROVED DATE SIGN.
A REQ. BY CLIENT 1.370 M.A
B REQ. BY CLIENT 1.371 M.A
C REQ. BY CLIENT 1.372 M.A
D

فهرست منابع :

- تجهیزات نیروگاه ۱ و ۲ دکتر سلطانی .
- استانداردهای IEC وزارت نیرو
- بهره برداری از پست های فشار قوی انتشارات سازمان سازندگی و آموزش
- پروژه های دانشجویی .