شرکت مدیریت تولید، انتقال و توزیع نیروی برق

توانیر

دستورالعمل نصب

پست های هوایی تک پایه

مقام تصویب کننده: مدیر عامل شرکت توانیر

دریافت کنندگان سند جهت اجرا:

- معاونت هماهنگی توزیع ☐
- شرکت‌های توزیع نیروی برق کشور ☐

تهیه‌کننده: معاونت هماهنگی توزیع - دفتر پشتیبانی فنی توزیع ـــ کمیته تخصصی بررسی پست های هوایی تک پایه

ویرایش: ۰۱

۱۳۸۷ /۱۲/۱۰

سایت دفتر پشتیبانی فنی توزیع: **www.Tavanir.org.ir/de**

تهیه‌کننده:	تایید کننده:	تصویب کننده:
امضاء	**امضاء**	**امضاء**

فهرست مطالب

ردیف	عنوان مطالب	صفحه
۱	**مقدمه**	۳
۲	**۱) اهداف**	۳
۳	**۲) محدوده اجرا**	۳
٤	**۳) الزامات**	۳
۵	**٤) تعیین مشخصه های اصلی پست هوایی تک پایه**	٤
٦	٤-۱) ظرفیت پست	٤
۷	٤-۲) ارتفاع نصب پست	٤
۸	**۵) تجهیزات اصلی پستهای هوایی تک پایه**	۵
۹	۵-۱) ترانسفورماتور هوایی	۵
۱۰	۵-۲) تابلوهای فشار ضعیف	٦
۱۱	۵-۳) کابل و متعلقات آن	٦
۱۲	۵-٤) برقگیر و کات اوت فیوز	٦
۱۳	**٦) دستورالعمل های اجرایی پستهای هوایی**	٦
۱٤	٦-۱) نحوه استقرار پایه ها و آرایش کلی تجهیزات پست هوایی	٦
۱۵	٦-۲)نحوه استقرار کات اوت فیوز و برقگیر	٦
۱٦	٦-۳) سکوی ترانسفورماتور	٦
۱۷	٦-٤) نحوه استقرار ترانسفورماتور هوایی	۷
۱۸	٦-۵)نحوه اتصال برقگیر به زمین	۷
۱۹	٦-٦)نحوه استقرار تابلو	۷
۲۰	٦-۷) سیستم اتصال زمین الکتریکی و حفاظتی پست هوایی	۷
۲۱	**پیوست ۱- سکوی ترانسفورماتور(نوع اول)**	۸
۲۲	- جدول مربوط به پایه های سیمانی چهارگوش و گرد سانتریفوژ	۸
۲۳	- شکل مربوط به نحوه نصب سکوی ترانسفورماتور	۸
۲٤	- شکل مربوط به طرز چیدمان و جهت نصب تجهیزات پست هوایی تک پایه	۹
۲۵	- جدول مربوط به پایه های سیمانی مناسب با توجه به جهت نری ومادگی	۱۰

۲٦	- شکل مربوط به پشت بند سکوی ترانسفورماتور تک پایه	۱۰
۲۷	- شکل مربوط به سوراخهای پیش بینی شده پایه در محل سکوی ترانس	۱۱
۲۸	- شکل مربوط به سکوی ترانس برای انواع پایه های گرد وچهار گوش	۱۲
۲۹	- محاسبات ایستایی ترانسفورماتور و پایه بتونی	۱۳
۳۰	- محاسبات تحمل سکوی ترانسفورماتور ۲۰۰ کیلو آمپر	۱۹
۳۱	- شکل مربوط به تصویر پست هوایی تک پایه بکار رفته در شهرک پرند	۲۰
۳۲	**پیوست ۲- سکوی ترانسفورماتور(نوع دوم)**	۲۱
۳۳	- روش نصب سکوی ترانسفورماتور نوع دوم	۲۱
۳٤	- مشخصات فنی سکوی ترانسفورماتور تک پایه۲۵KVA(تابلو برروی پایه)	۲۳
۳۵	- مشخصات فنی سکوی ترانسفورماتور تک پایه۲۵KVA(تابلو برروی سکو)	۲۷
۳٦	- مشخصات فنی سکوی ترانسفورماتور۵۰-۱۰۰KVA(تابلو برروی پایه)	۳۲
۳۷	- مشخصات فنی سکوی ترانسفورماتور۵۰-۱۰۰KVA(تابلو برروی سکو)	۳٦
۳۸	- مشخصات فنی سکوی کات اوت برقگیر	۳۸
۳۹	- نصب سکوی کات اوت برقگیر و سکوی ترانس بر روی پایه ۱۲ متری	۳۹
٤۰	- نصب سکوی کات اوت برقگیر و سکوی ترانس بر روی پایه ۱٤ متری	٤۰
٤۱	- تصویر سکوی ترانس و کات اوت برقگیر(شهرستان مشهد)	٤۱
٤۲	- تصویر نمونه های اجراء شده نصب پست تک پایه (شهرستان مشهد)	٤۲
٤۳	**پیوست۳ - موارد قابل تامل در طرح های اجرا شده**	٤۳

مقدمه

در راستای تنوع بخشی به بهره‌گیری از توانمندیهای مهندسی و استفاده بهینه از منابع محـدود در اختیـار، بکـارگیری مناسب تجهیزات موجود ضروری است. از اینرو یکی از روش های توسعه برق رسانی و بهبود شـاخص‌هـای فنـی، نصب پست‌های هوایی تک‌پایه می باشد که در این دستورالعمل بـه بررسـی جزئیـات آن مـی پـردازیم .ایـن روش بکارگیری ضمن داشتن مزایا، دارای معایبی نیز می باشد که در بخش‌های مربوطه به تـشریح آن خـواهیم پرداخـت. نکته قابل تامل در بکارگیری از هر روش مهندسی یا طراحی صورت گرفته، رفع معایب تا حد امکـان و بکـارگیری حداکثری از مزایای آن روش یا طراحی صورت گرفته، می باشـد. از اینـرو مرزهـای بکـارگیری ایـن روش نیـز بـه شرایط فنی طرح بستگی دارد و لذا در این جزوه مواردی از قبیل مشخصه های پست هـای تـک پایـه و اجـزاء آن، مشخصات فنی تابلوی پست، مشخصات فنی سکوی نصب ترانس، مشخصات فنـی سـکوی کـات اوت و برقگیـر، انشعابات و مدلهای اجرایی، در ترانـسهای ۲۵، ۵۰ ، ۱۰۰ کیلـو ولـت آمپـر بررسـی میگـردد و در مـوارد فـوق بـه مشخصات الکتریکی ،مشخصات مکانیکی و سازه ای اینگونه پست ها پرداخته میشود.

در تدوین این دستورالعمل از مستندات فنی شرکت های توزیع نیروی برق تهران بـزرگ، شهرسـتان مـشهد، اسـتان خوزستان و شرکت برق منطقه‌ای سیستان و بلوچستان که نسبت به بکارگیری این روش اقدام نمـوده انـد اسـتفاده گردیده است.

۱)اهداف

استفاده از این دستور العمل با در نظر گرفتن اهداف کلی زیر امکان پذیر است:

الف- کاهش تلفات با حداقل استفاده از شبکه فشار ضعیف

ب- افزایش قابلیت اطمینان با محدود سازی حوزه تغذیه هر ترانس

ج- افزایش کیفیت توان با جداسازی مشترکین و کاهش انتشار اختلالات هر یک

د- کاهش مشکلات ناشی از زمین پست.

۲)محدوده اجرا

محدوده اجرای این دستورالعمل شرکت‌های توزیع نیروی برق کشور می‌باشند.

۳)الزامات

الف- حداکثر ظرفیت پست تک پایه ۱۰۰KVA[۱] میباشد.

---

[۱] در مکانهایی که بار بصورت متمرکز یا نقطه ای می باشد حداکثر تا ۲۰۰ کیلو ولت آمپر با رعایت محاسبات فنی مربوطه قابل استفاده می باشد.

ب- نصب ترانس روی یک پایه انجام میگیرد.

ج- استقامت پایه سیمانی با لحاظ کردن اثرات زلزله متناسب با ظرفیت ترانس انتخاب میگردد.

د- در صورت نیاز به چراغ روشنایی معابر، این چراغ روی پایه ترانسفورماتور در فاصله ای نصب میگرددکه یکنواختی روشنایی مطابق با جدیدترین استاندارد مربوطه رعایت گردد.

و- تعداد برقگیرهای نصب شده با توجه به طول خط فشار متوسط(۱۱،۲۰ و۳۳ کیلو ولت) لحاظ شده و در محل مناسب نصب گردد (معمولاً نصب برقگیر در تمامی ترانس ها ضروری نیست)

٤) تعیین مشخصه های اصلی پست هوایی تک پایه

انتخاب پست بایستی از میان گزینه های استاندارد با دقت فراوان و بر اساس نیازها و امکانات موجود انجام شود. در این امر سه عامل اصلی یعنی ظرفیت پست، تشخیص شرایط اقلیمی و تعیین مکـان نـصب پـست هوایی از اهمیت بیشتری برخوردار می باشند که هر یک از این سه عامل بایـد قبـل از انتخـاب گزینـه، بـه شرح زیر مورد بررسی و دقت نظر قرار گیرد:

٤-١) ظرفیت پست

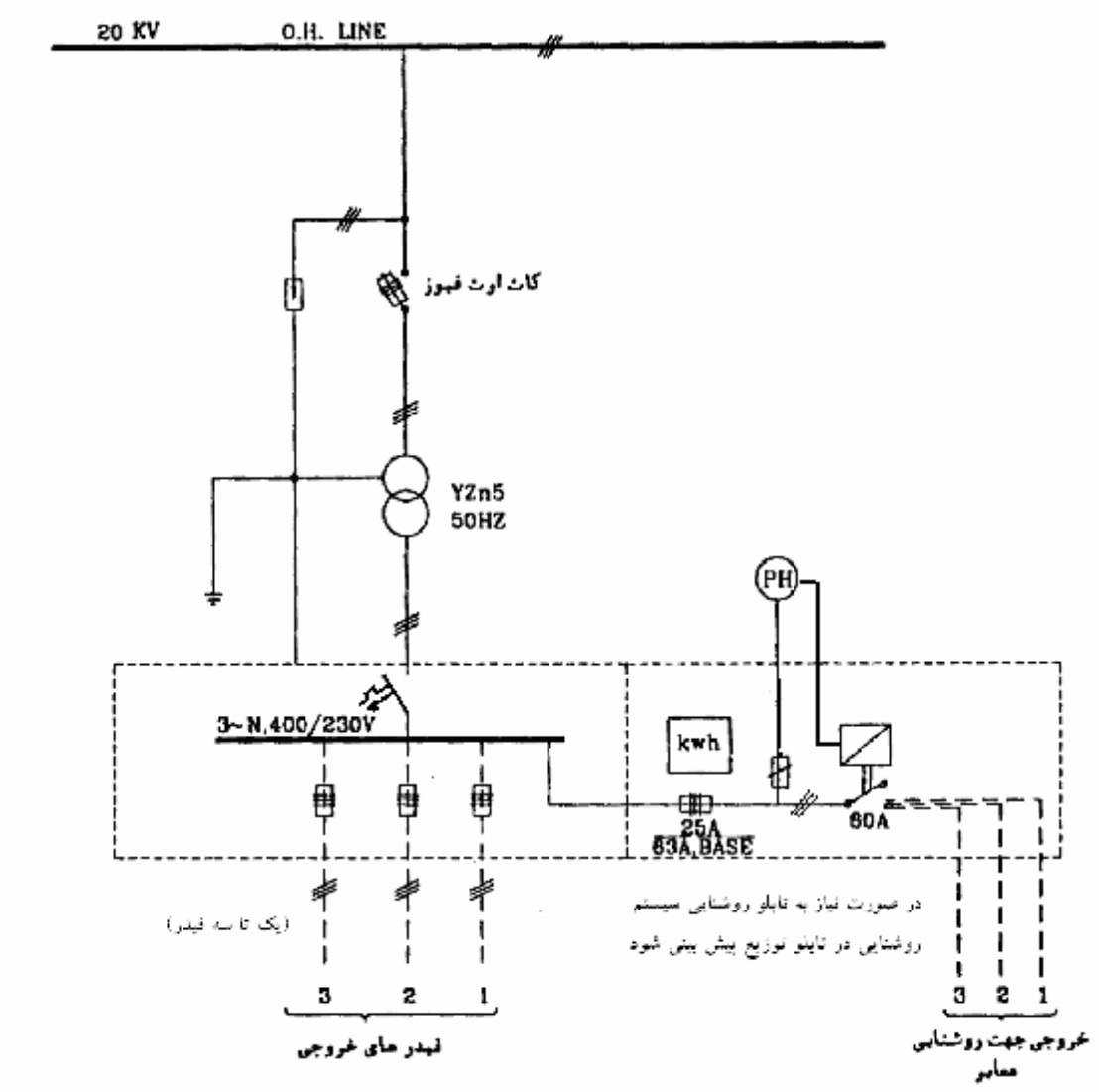
تعیین ظرفیت پست با توجه به نیازهای موجود و امکانات توسعه آینده نخستین گام در انتخاب گزینه مورد نظراست، مقادیر مورد نظر در ظرفیت ترانسفورماتور پست هـوایی تـک پایـه(برحـسب کیلـو ولـت آمپـر) عبارتند از ۱۰۰-۵۰-۲۵

٤-٢) ارتفاع نصب پست

الف) *ترانسفورماتور*: ارتفاع نصب ترانسفورماتور توزیع هوایی باید بین ۵ تا ٦/٣٥ متر باشد (از سطح زمین تا محل سکوی ترانسفورماتور)

ب) *تابلو فشار ضعیف*: تابلو فشار ضعیف بسته به فلسفه طراحی وحسب نیاز شرکت های توزیع می تواند در فاصلهای ازسکوی ترانسفورماتور به پایین قرارگیرد.

ج) *کات اوت فیوز و برقگیر*: فاصله سکوی کات اوت فیوز و برقگیر از سکوی ترانسفورماتورحداقل ٢٦٠ سانتیمتر و در راستای خط (با رعایت حریم) در نظر گرفته شود.



شکل (۱)- دیاگرام تک خطی پست هوایی تک پایه

۵) تجهیزات اصلی پستهای هوایی تک پایه

در این بخش تنها تجهیزات اصلی مورد استفاده در پستهای هوایی نام بـرده شـده و مشخـصات کلـی آن بیـان مـی گردد. برای جزییات بیشتر در مورد مشخصات فنی تجهیـزات و اطلاعـات لازم بـرای تهیـه و سـفارش ایـن قبیـل تجهیزات باید به جزوه های استاندارد توزیع مربوط به هر تجهیز مراجعه گـردد. نمونـه ای از دیـاگرام تـک خطـی پست هوایی تک پایه، در شکل (۱) نشان داده شده است.

۵-۱) ترانسفورماتور هوایی

پستهای هوایی تک پایه هر کدام شامل یک دستگاه ترانسفورماتور توزیع میباشند که قدرت نامی آنها برحسب نیـاز معادل ۱۰۰، ۵۰ ،۲۵ کیلوولت آمپر انتخاب میگردد.

٢-٥) تابلوهای فشار ضعیف

توزیع برق فشار ضعیف به مشترکین، همچنین تامین روشـنایی عمـومی معـابر و خیابانهـا توسـط تابلوهـای فـشار ضعیف انجام می گیرد.[1] لذا ضروری است با رعایت مبلمان شهری و حداقل ابعاد تجهیزات حفاظتی، حـسب نیـاز مشترکین طراحی ونصب گردند.

٣-٥) کابل و متعلقات آن

کابلهای مورد استفاده در سیستم توزیع هوایی عموماً کابلهای فشار ضـعیف مـی باشـد کـه بـرای انتقـال انـرژی از ترانسفورماتور به مشترکین کاربرد دارند. این کابلها از نوع کابل خشک فشار ضعیف با عایق PVC میباشند کـه بـه صورت کابل چند رشته ای مورد استفاده قرار میگیرند. برای اتصال کات اوت فیوز به ترانسفورماتور از سـیم مـسی روکش دار ٥٠ میلیمتری استفاده می شود و برای اتصال کابلهای فشار ضعیف و سیمهای اتصال زمین از یراق آلاتی شامل کابل شوهای مسی با پیچ و مهره و واشر و انواع بست های پیچ و مهره‌ای و فشاری استفاده مـی شـود. کلیـه این قطعات میباید از مرغوبترین جنس و بالاترین دقت در نصب برخـوردار باشـند تـا بهـره بـرداری دراز مـدت از پست را تضمین نمایند.

٤-٥) برقگیر و کات اوت فیوز

برای جلوگیری از آسیب رسیدن به ترانسفورماتور در اثر اضافه ولتاژهای گذرا در پستهای هوایی ،از برقگیر در هـر فاز و برای قطع جریانهای اتصال کوتاه قبل از ترانسفورماتور توزیع از کات اوت فیوز مناسـب اسـتفاده مـی شـود. مطابقت مشخصات برقگیر و کات اوت فیوز استفاده شده با استانداردهای وزارت نیرو الزامی است.

٦)دستورالعمل های اجرایی پستهای هوایی

١- ٦) نحوه استقرار پایه ها و آرایش کلی تجهیزات پست هوایی

آرایش تجهیزات در پست های هوایی تک پایه مطابق طرح های پیوست می باشد.

٢-٦)نحوه استقرار کات اوت فیوز و برقگیر

وفق استاندارد پستهای هوایی، کلیه اتصالات و فواصل رعایت و با اسـتفاده از براکـت مخـصوص نـصب مـی گردد.

٣-٦) سکوی ترانسفورماتور

---

[1] کلید خروجی در این تابلوها می تواند اتوماتیک یا فیوزدار باشد.

به پیوست مشخصات فنی سکوی ترانسفورماتورهای هوایی از قدرت ۲۵ KVA تا ۱۰۰ KVA بـرای ولتـاژ فشار متوسط(۳۳KV،۲۰KV،۱۱KV) براساس مشخصات ترانسفورماتورهای بکاررفته ارائه شده است.

٦-٤) نحوه استقرار ترانسفورماتور هوایی

ترانسفورماتورهای هوایی بر روی سکوی فلزی که کاملاً تراز شده است به نحوی نصب می گـردد کـه فاصـله نقطه دارای ولتاژ فشار متوسط تا پایه به میزان ۵۰ cm رعایت شده باشد.درادامه محاسـبات بـا ولتـاژ ۳۳ کیلـو ولت بعنوان نمونه ارائه شده است.

D = ۰/۱+(U/۱۵۰)

D = فاصله تا پایه

U=ولتاژ

برای ولتاژ فشار متوسط ۳۳ کیلو ولت داریم:

D=۰/۱ +(۳۳/۱۵۰)=۰/۱+۰/۲۲=۰/۳۲m=۳۲cm

و چنانچه حداکثر ولتاژ (max) را اعمال کنیم :

D=۰/۱+(۳٦/۱۵۰)=۰/۱+۰/۲٤=۰/۳٤m=۳٤cm

یعنی فاصله فاز تا پایه حداقل ۳٤ سانتیمتر باشد. لذا با توجه به لزوم قابلیت اطمینان و بمنظور رعایت مسائل ایمنی و جلوگیری از ایجاد اتصالی و خطا توسط پرندگان و براساس تجربیات بهره برداری، فاصله حـداقل ۵۰ سـانتیمتر بعنوان فاصله فشار متوسط تا پایه پیشنهاد میگردد.

٦-۵)نحوه اتصال برقگیر به زمین

جهت اتصال نقطه خنثی برقگیر به زمین از کابل مـسی تـک رشـته بـه مقطـع ۵۰ میلیمتـر مربـع اسـتفاده مـی شود.ضمناً کلیه کنسولها، سکوها، بدنه ترانسفورماتور و بدنه تابلو به کابل اتصال برقگیر بـه زمـین متـصل مـی شوند.

٦-٦)نحوه استقرار تابلو

تابلو در ارتفاع ۲/۳ متری از سطح زمین نصب می گردد.

٦-۷) سیستم اتصال زمین الکتریکی و حفاظتی پست هوایی

در یک پست هوایی تک پایه دو عدد چاه زمین، یکی برای اتصال زمین حفاظتی و دیگری جهت اتصال زمـین الکتریکی در نظر گرفته می شود.

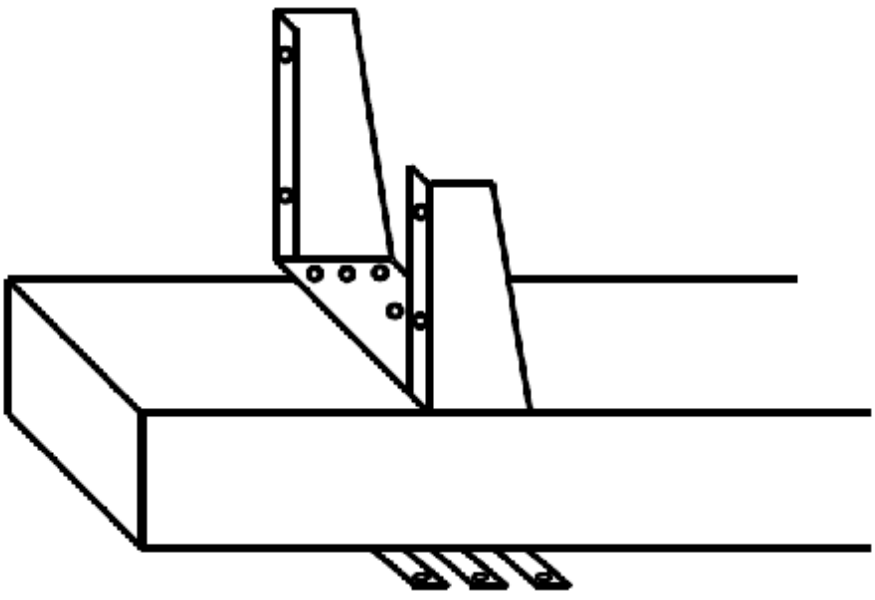
الف) سیستم زمین حفاظتی: کلیه تجهیزات فلزی منصوبه برروی پایه، بدنه ترانسفورماتور، و بدنـه تـابلو فـشار ضعیف و نقطه اتصال برقگیر به الکترود چاه ارت مجاور پایه (چاه اول) با مقاومت حداکثر ۲ اهـم متـصل مـی گردد.

ب) سیستم زمین الکتریکی: شینه نول تابلو فشار ضعیف(نقطه خنثی ترانسفورماتور که از بدنه تابلو ایزوله می باشد) بوسیله کابل(۵۰*۱) به الکترود چاه ارت الکتریکی (چاه دوم) به فاصله ۲۰ متری از چاه اول متـصل مـی شود. مقاومت کل زمین حداکثر ۲ اهم می باشد.

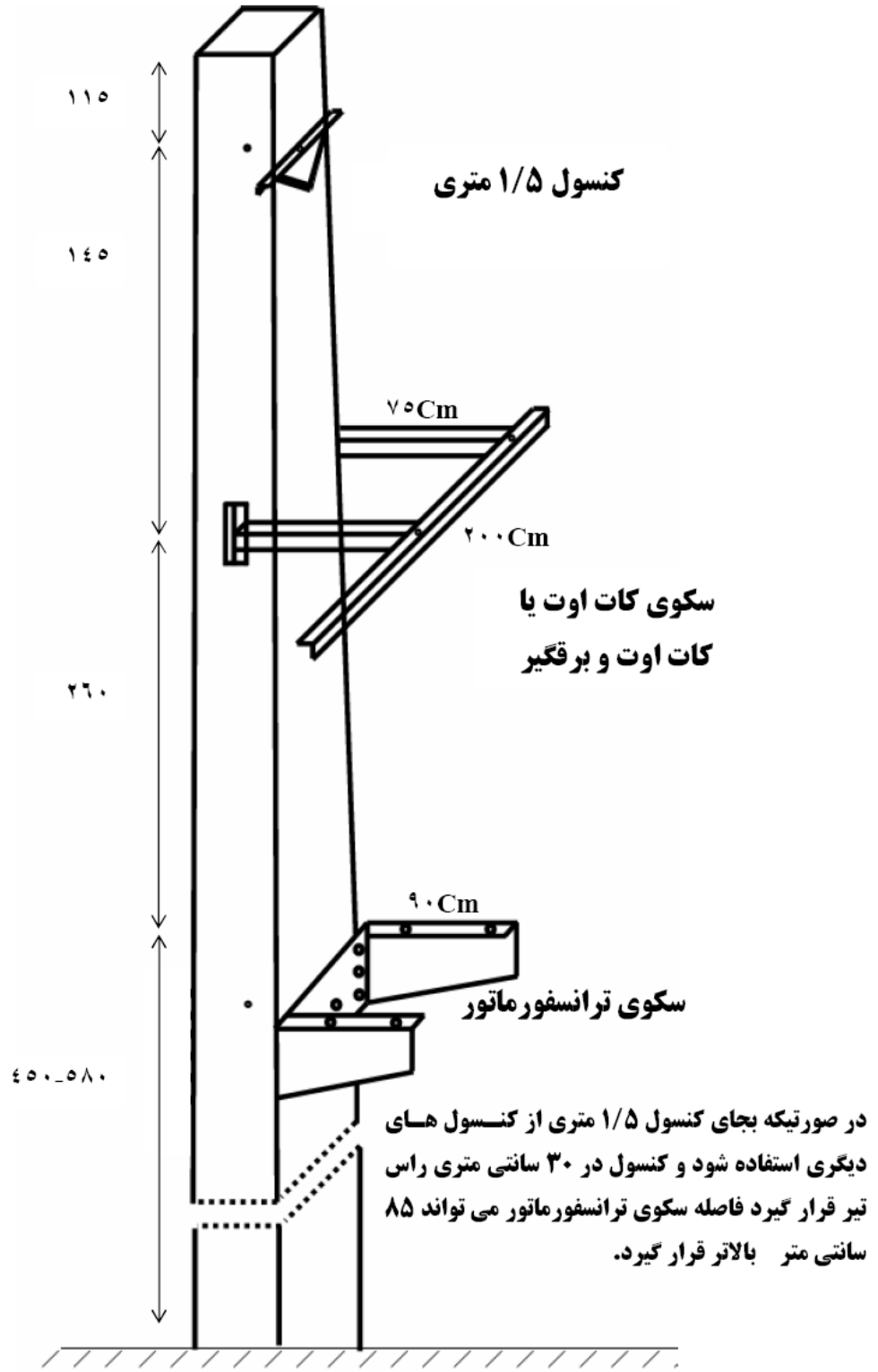
پیوست ۱- سکوی ترانسفورماتور(نوع اول)

جدول ۱: پایه های سیمانی چهارگوش و گرد سانتریفوژ

جهت نصب / نوع ترانس	سمت نری پایه چهارگوش	سمت مادگی پایه چهار گوش	پایه گرد سانتریفوژ
۲۵ KVA	۱۲/٤۰۰	۱۲/٤۰۰	۱۲/٤۰۰
۵۰ KVA	۱۲/٦۰۰	۱۲/۸۰۰	۱۲/٦۰۰
۱۰۰ KVA	۱۲/۸۰۰	۱۲/۱۲۰۰	۱۲/۸۰۰
۲۰۰ KVA	۱۲/۱۲۰۰	۱۲/۱۲۰۰ با مهار پایه	۱۲/۱۰۰۰



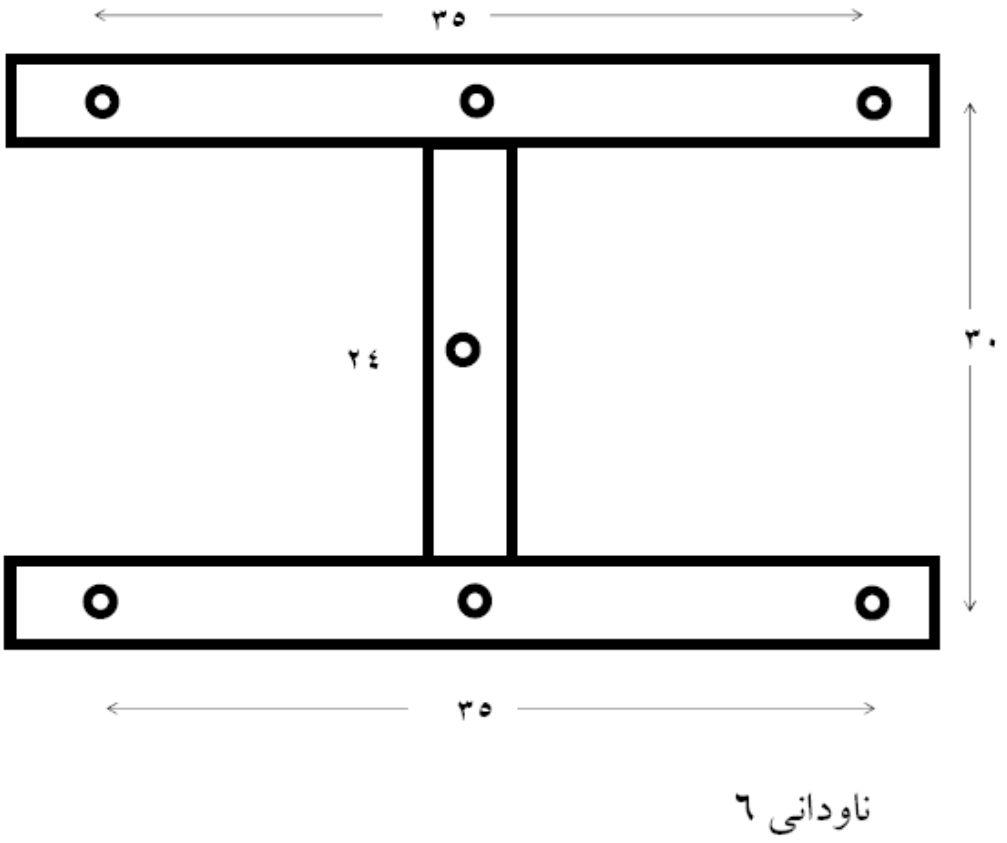
شکل (۲)- نحوه نصب سکوی ترانسفورماتور



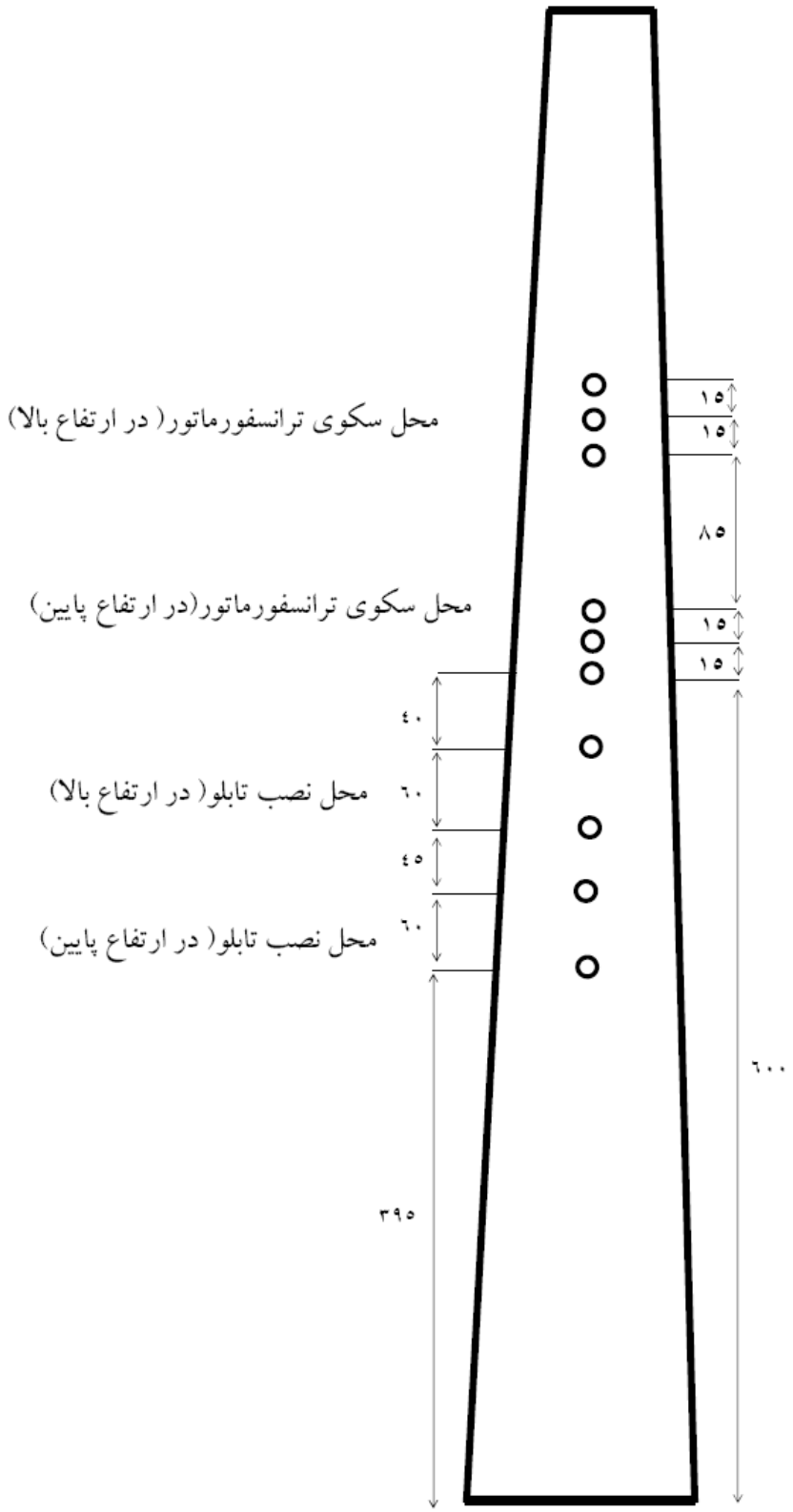
شکل (۳)- طرز چیدمان و جهت نصب تجهیزات پست هوایی تک پایه

جدول ۲: پایه های سیمانی مناسب برای ترانسفورماتورهای تک پایه

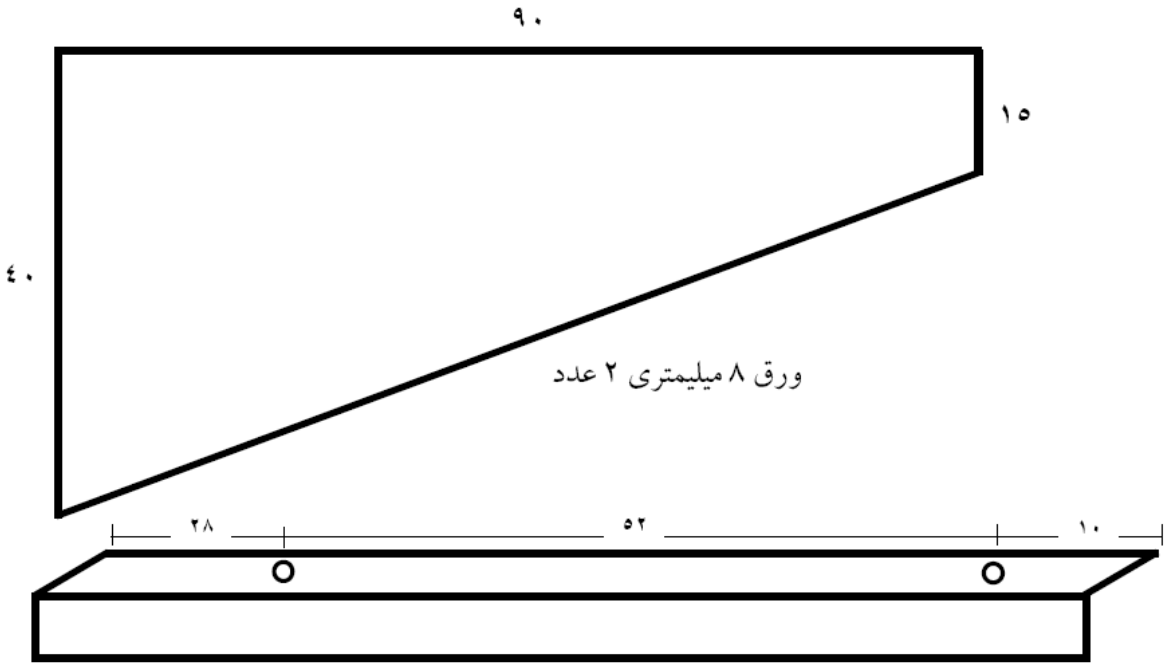
ردیف	نوع ترانس	نوع پایه (جهت نری)	نوع پایه (جهت مادگی)
۱	۲۵ KVA	۱۲/٤۰۰	۱۲/٤۰۰
۲	۵۰ KVA	۱۲/٦۰۰	۱۲/۸۰۰
۳	۱۰۰ KVA	۱۲/۸۰۰	۱۲/۱۲۰۰
٤	۲۰۰ KVA	۱۲/۱۲۰۰	۱۲/۱۲۰۰



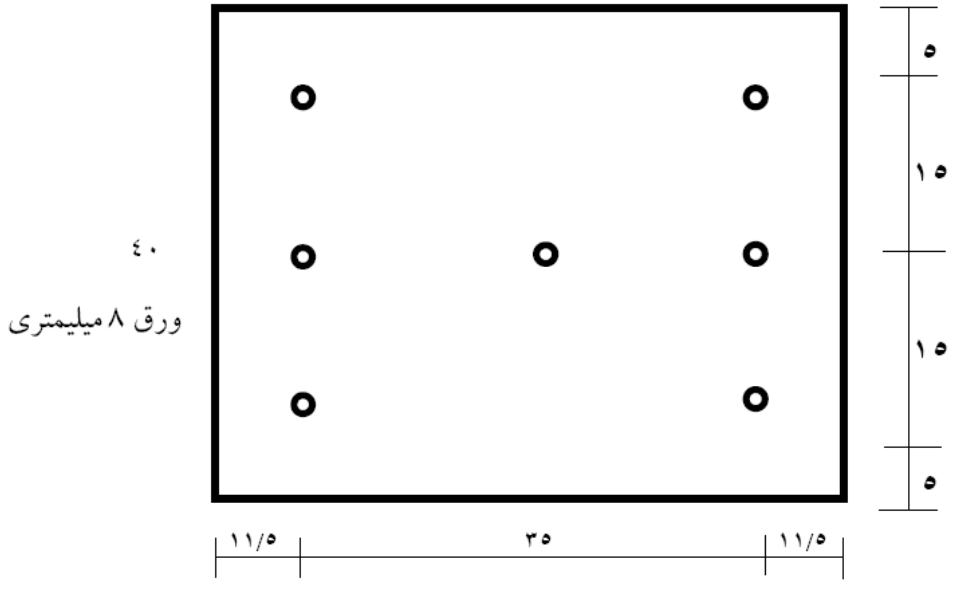
شکل (٤)- پشت بند سکوی ترانسفورماتور تک پایه

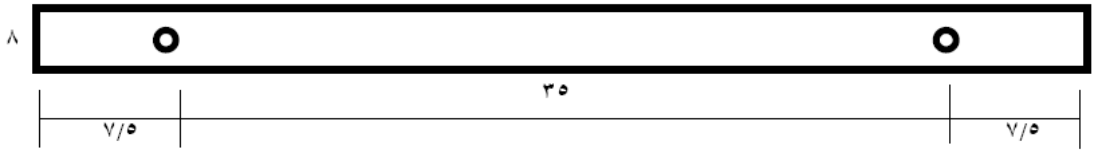


شکل (۵)- سوراخهای پیش بینی شده در پایه های سیمانی در محل سکوی ترانس تک پایه



نبشی ۶۰×۶۰×۶ میلیمتری ۲ عدد

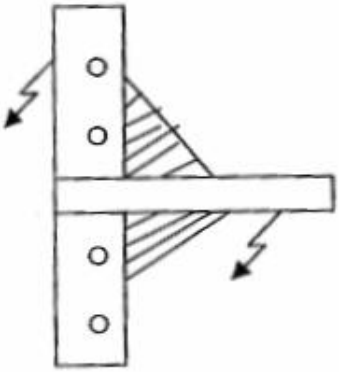




شکل (٦)- سکوی ترانسفور ماتور پست هوایی تک پایه(قابل نصب برای انواع پایه ها)

محاسبات ایستایی ترانسفورماتور و پایه بتونی

نصب ترانسفورماتور ۲۰۰کیلوولت آمپر بر روی یک پایه بتنی گرد سانتریفوژ طراحی شده است . بلحاظ رعایت زیبائی از آهن آلات حائل که منظره خوشایندی ندارد صرفنظـر شـده و سـکوی ترانسـفورماتور مطابق شکل زیر ساخته شده است .



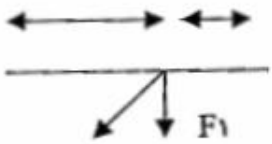
۱- تکیه گاه های طرفین پایه از ناودانی نمره ۱۲ به تعداد ۲عدد بطول ۱۲۰ سانتی متر که در چهارنقطه با پیچ و مهره ۱۶ به تیر متصل میگردند.

۲- نشیمنگاه ترانسفورماتور از ناودانی نمره ۱۲ به تعداد ۲ عدد و بطول ۱۱۰ سـانتی مـتر کـه بفاصلهٔ ۵۳ سانتی متر (فاصله مرکز ۲ ریل ترانسفورماتور) ازهم قرارمی گیرند .

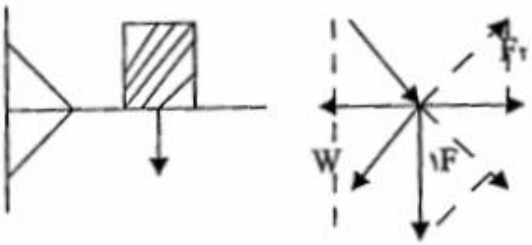
۳- ناودانیهای عمودی و ناودانیهای کفی با ورق بضخامت ۶ میلی مـتر بـهم جـوش داده شـده انـد کـه نیروی وزن ترانسفورماتور را در بالا و پائین ناودانی کفی تحت زاویهٔ ۴۵ درجه تجزیه و تحمل نماید

۷۰Cm ۳۰ Cm .

وضعیت نیروها مطابق شکل زیر است .



اثر وزن ترانسفورماتور در مرکز ثقل ترانسفورماتور در فاصلهٔ ۷۰ سانتی متری از تکیه گاه می باشد .



W وزن ترانس و سکوها

F۱ نیروی وارد بر حائل تحتانی

F۲ نیروی وارد بر حائل فوقانی

F۳ نیروی منتجه افقی

نیروهای F۱ و F۲ باتوجه به اینکه ورقهای حائل یکسان می باشند درنهایت مساوی خواهند بـود و دراثـر وزن W به تساوی بین F۱و F۲ تقسیم خواهد شد .

محاسبات استقامت پایه

نیروهای وارد بر پایه در بدترین شرایط در ابتدا و انتهای خط میباشد و این نیروها عبارتند از :

W۰ : وزن ترانسفورماتور و سکو در محور خط هوائی (ترانسفورماتور در راستای محور خط هوائی نصب میگردد)

W۱ : نیروی وزن سیم درنصف اسپن (حداکثر اسپن ۶۰متر)

W۲ : نیروی کشش سیمها در سخترین شرایط با ۱۰ میلیمتر شعاع یخ و تنش ۳ کیلوگرم بر میلیمترمربع

W۳ : نیروی وارد بر پایه در اثر باد برای سرعت ۱۰۰ Km/h

W۴ : نیروی وارد بر ترانسفورماتور در اثر باد با سرعت ۱۰۰ Km/h

مشخصات ترانسفورماتور ۲۰۰ کیلوولت آمپر :

طول : ۱/۰۹۸ متر

عرض : ۰/۶۹۴ متر

ارتفاع : ۱/۰۷۹ متر

وزن : ۹۰۶ کیلوگرم

وزن سکو : ۷۰ کیلوگرم

مشخصات سیم هاینا :

سطح مقطع : ۱۲۶/۴۳ میلیمترمربع

قطر : ۱۴/۵۷ میلیمتر

وزن : ۰/۴۵۲ کیلوگرم بر متر

نیروی گسیختگی : ۴۱۵۵ کیلوگرم

تنش محاسباتی : ۳ کیلوگرم بر میلیمتر مربع

مشخصات پایه ۱۲/۱۲۰۰

طول : ۱۲ متر

قطر سر تیر : ۳۰ سانتی متر

قطر ته تیر : ۴۸ سانتی متر

محاسبه نیروی باد

نیروی حاصل از سرعت ۱۰۰ کیلومتر درساعت باد عبارتست از :

سرعت باد در ثانیه $V = \frac{۱۰۰۰۰۰}{۳۶۰۰} = ۲۷/۷۷$ m/s

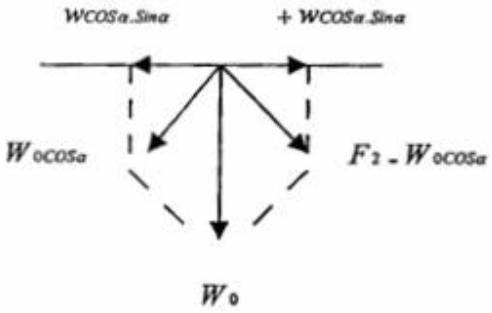
$F = \frac{V^2}{۱۶} = \frac{(۲۷/۷۷)^۲}{۱۶} = ۴۸$ Kg/m^2

نیروی حاصل از وزن ترانسفورماتور و سکو :

$F = W_0 COS\alpha = (۹۰۶ + ۷۰) \times COS۴۵ = ۶۹۰$ Kg

این نیرو بین ۲ حائل تحتانی و ۲ حائل فوقانی (۴ ورق اتصال دهنده ناودانیهای عمودی و افقی) تقسیم میگردد .

نیروی وارده بر هر حائل $\frac{۶۹۰}{۴} = ۱۷۲/۵$ Kg



نیروی وارده بر حائلهای بالائی کششی و نیروی وارده بر حائلهای پائینی فشاری و در جهت عکس همدیگر میباشند ولی بعلت متفاوت بودن نقطهٔ اثر آنها روی پایه گشتاورهای متفاوتی دارند که در محاسبات با علامت + و – مشخص و اعمال میگردد.

- نقطهٔ اثر گشتاور حائل بالائی درفاصلهٔ ۵/۳۳ از ته پایه
- نقطهٔ اثر گشتاور حائل پائینی درفاصلهٔ۴/۶۷ از ته پایه

گشتاور بالائی $M_1 = (W_0 COS\alpha . Sin\alpha) ۵/۳۳ = +۲۶۰۰$ Kgm

گشتاور پائینی $M_2 = (W_0 COS\alpha . Sin\alpha) ۴/۶۷ = -۲۲۷۸$ Kgm

گشتاور وزن ترانسفورماتور و سکو $Ma = M_1 + M_2 = ۲۶۰۰ - ۲۲۷۸ = ۳۲۲$ Kgm

این گشتاور درجهت کشش سیمهای خط اثرگذار است .

اثر نیروی کشش سیم :

حداکثر نیروی کششی سه سیم بر پایه انتهائی $F_b = 3ST = 3 \times 126/6 \times 3 = 1139$ Kg

گشتاور وارده حاصل از کشش سیم به ته پایه $M_b = 9/6 \times 1139 = 10934$ Kgm

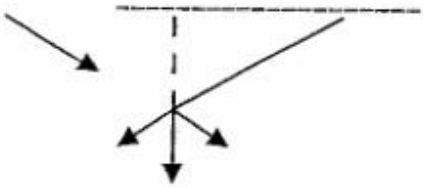
اثر نیروی وزن سیم

$W = 3\frac{L}{2} \times m = 3\frac{60}{2} \times 0/452 = 40$ Kg

L طول اسپن = ۶۰ متر

M وزن سیم = ۰/۴۵۲ Kg/m

این نیروی وزنی درجهت مماس بر نقطهٔ شکم سیم و درمحل اتصال سیم به مقره اثر گشتاوری دارد .



$Ac \sim AB = \sqrt{(0/5)^2 + (30)^2} \sim 30$ m

زاویه دوحد صفر درجه است و

درنتیجه گشتاور حاصل از وزن

سیم درحد صفر میباشد .

اثر نیروی باد

اثرات نیروی باد را در ۲ جهت یکبار وزش باد درجهت عمود برمحور خط و یک بار در راستای محـور خط محاسبه می کنیم و هرکدام که اثر گشتاوری بیشتری روی پایه داشته باشد درمحاسـبات اعمـال مـی کنیم .

نیروی باد در سطح بادخور ترانسفورماتور در راستای محورخط

سطح بادخور عرضی ترانسفورماتور $S = 1/079 \times 0/694 = 0/75$ m^2

نیروی باد روی سطح بادخور ترانسفورماتور $F_T = S.F = 0/75 \times 48 = 36$ Kg

گشتاور حاصل از این نیرو در فاصلهٔ ۵/۵ متری از ته پایه تا وسط ترانسفورماتور

$M_T = 36 \times 5/5 = 198$ Kgm

نیروی باد در سطح بادخور پایه در راستای محور خط

سطح جانبی پایه گرد :

$$S = ۱۰m \times \frac{۰/۴۸ + ۰/۳}{۲} \times ۳/۱۴ \times ۰/۸ = ۱۲/۲m^۲$$

سطح بادخور پایه : نصف سطح جانبی با ضریب ۰/۸ بخاطر استوانه ای بودن پایه

$$S_P = \frac{۱۲/۲}{۲} \times ۰/۸ = ۴/۹m^2$$

نیروی باد روی سطح بادخور پایه

$$F_P = ۴/۹ \times ۴۸ = ۲۳۵ \quad Kg$$

گشتاور حاصل از نیروی فوق در طول متوسط بادخور پایه

$$M_P = \frac{۱۰}{۲} \times ۲۳۵ = ۱۱۷۵ \quad Kgm$$

اثر نیروی باد در راستای خط

درصورت وزش باد در امتداد طولی خط . نیروی باد روی سطح سیمها صفر می باشد .

$$Fc = Mc = o$$

اثر نیروی باد در سطح بادخور ترانسفورماتور در راستای عمود بر محور خط

در اینحالت طول ترانسفورماتور در معرض باد قرار میگیرد و سطح بادخور آن عبارتست از :

سطح بادخور طولی ترانسفورماتور

$$S = ۱/۰۷۹ \times ۱/۰۹۸ = ۱/۱۸۴m^2$$

$$F_T = S.F = ۱/۱۸۴ \times ۴۸ = ۵۷ \quad Kg$$

گشتاور حاصل از این نیرو

$$M_T = ۵/۵ \times ۵۷ = ۳۱۳ \quad Kgm$$

اثر نیروی باد در سطح بادخور پایه در راستای عمود بر خط

این نیرو بعلت استوانه ای بودن پایه عیناً مقدارمحاسبه شده در ردیف ۲-۵ می باشد .

گشتاور حاصل از نیروی باد روی پایه

$$Mp = ۱۱۷۵ \quad Kg.m$$

اثر نیروی باد روی سیمها در راستا ی عمود بر خط

سطح جانبی سیم

$$S = ۳۰m(۰/۰۱۴۵۷) \times ۳/۱۴ = ۱/۳۷۲m^2$$

سطح بادخور استوانه ای برای ۳ سیم

$$F = ۱/۶۴۶ \times ۴۸ = ۷۹ \quad Kg$$

گشتاور حاصل از وزش باد روی سیمها

$$Mc = ۱۰m \times ۷۹ = ۷۹۰ \quad Kg.m$$

مجموع گشتاورهای هم جهت دراثر نیروهای عمود بر محورخط

$M = ۳۱۳ + ۱۱۷۵ + ۷۹۰ = ۲۲۷۸$ Kg.m

مجموع گشتاورهای هم جهت دراثر نیروهای هم راستا با محورخط

باتوجه به نحوهٔ نصب ترانسفورماتور که در سمت مخالف کشش سیمها است اثر نیروی وزن ترانسفورماتور برپایه درجهت مخالف نیروی کشش سیم است .

M $۳۲۲ + ۱۰۹۳۴ + ۱۱۷۵ + ۱۹۸ = ۱۱۹۸۵$ Kg.m

ملاحظه میگردد گشتاور در راستای محورخط سخترین حالت میباشد که این مقداررا با نیروی تحمل کششی پایه و ممان حداکثر آن مقایسه می کنیم .

براساس جدول استاندارد پایه های بتنی ، ته پایه در ۱۴درصد طول پایه محکم بسته می شود و نیروی کشش پایه به ۶۰ سانتی متری راس تیر وارد خواهد شد.

پایه ۱۲ متری با کشش ۱۲۰۰ کیلوگرم باید تا ۱/۵ برابر کشش اسمی پایه تحمل داشته باشد .

نیروی تحمل پایه $۱۲۰۰ \times ۱/۵ = ۱۸۰۰$

گشتاور مربوطه $M = ۱۸۰۰ \times ۹/۶۰ = ۱۷۲۸۰$ Kg.m

نتیجه اینکه: گشتاور تحمل پایه ۱۷۲۸۰ بیشتر از ۱۲۴۲۲ میباشد. $۱۷۲۸ < ۱۲۴۲۲$

و نسبت ضریب تحمل تیر از ۱/۵ به ۱/۰۴ برابر کشش اسمی پایه کاهش یافته است .

$$\frac{۱۱۹۸۵}{۱۲۰۰ \times ۹/۶} = ۱/۰۴$$

و پایه ۱۲۰۰ کیلوگرم انتخابی برای ترانسفورماتور ۲۰۰ کیلوگرم در انتهای خط پاسخگو می باشد .

محاسبات تحمل سکوی ترانسفورماتور ۲۰۰ کیلوولت آمپر

وزن ترانسفورماتور با سکو ۹۷۶ کیلوگرم می باشد که این وزن در مرکـز ثقـل ترانسـفورماتور یعنـی در فاصله ۵۵ سانتی متری طول سکو از پایه موثر می باشد .

گشتاور حاصل از وزن ترانس به انتهای هر کدام از ناودانی ها

$\frac{۹۷۶}{۲} \times ۰/۵۵ = ۲۶۸$ Kg.m

تنش جاری شدن را با ضریب اطمینان ۰/۵ برای تنش مجاز خمشی محاسبه می کنیم .

$f_b = ۰/۶ \times f_y = ۰/۵ \times ۲۴۰۰ = ۱۲۰۰$ Kg/Cm^2

و براساس مقطع :

$\frac{۲۶۸ \times ۱۰۰}{۱۲۰۰} = ۲۲/۳$

و با مراجعه به جدول ناودانیها ۶۰/۷ > ۲۲/۳ ناودانی ۱۲

نیروی برشی وارد بر ناودانی

وزن عمودی بر هر ناودانی $\frac{۹۷۶}{۲} = ۴۸۸$ Kg

تحمل نیروی برشی ناودانی ۱۲

$f_{v1} = \frac{۴۸۸}{۱۲ \times ۰/۶} = ۶۷/۸$ Kg/Cm^2

$f_{v2} = ۰/۴ \times ۲۴۰۰ = ۹۶۰$

۹۶۰ > ۶۷/۸

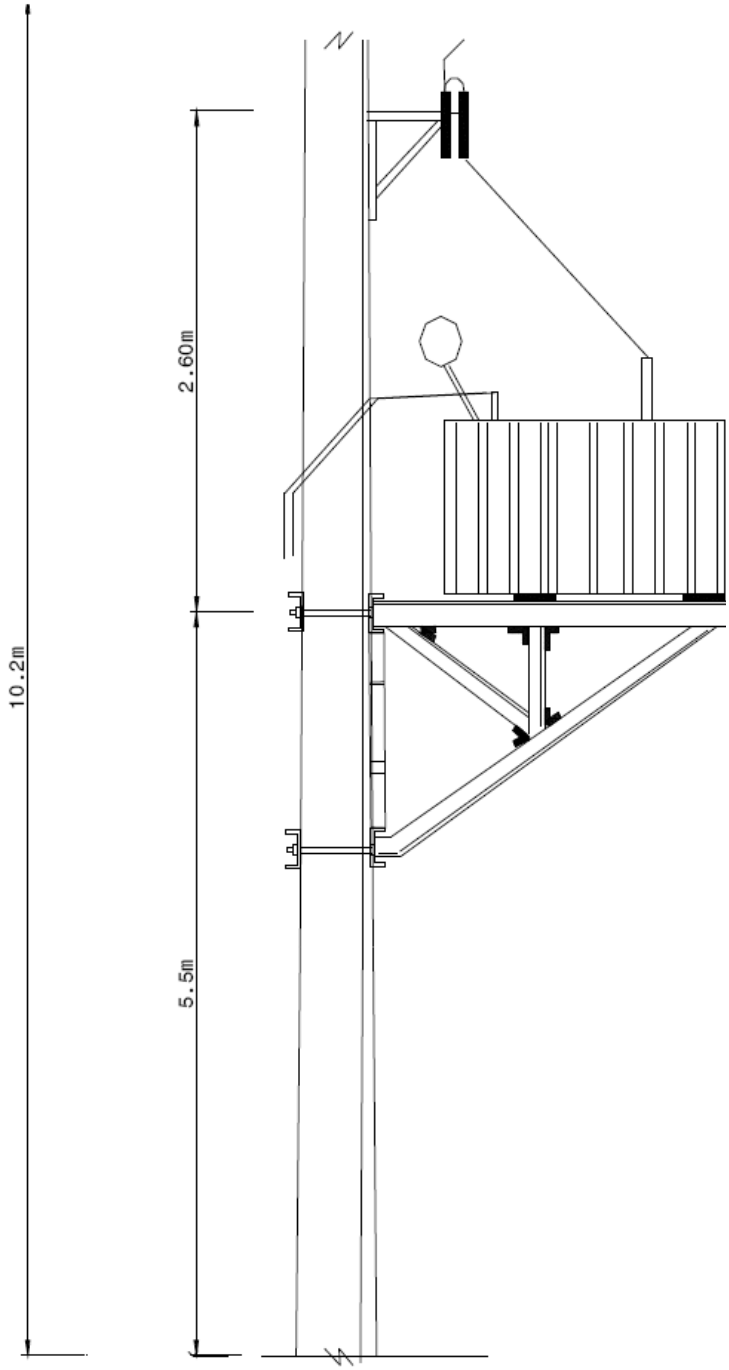
ازلحاظ نیروهای برشی نیز ناودانی پاسخگو است .

با وجود این ناودانیها بوسیلهٔ تکیه گاههای بالائی و پائینی باورق نمره ۶ تقویت شده اند.

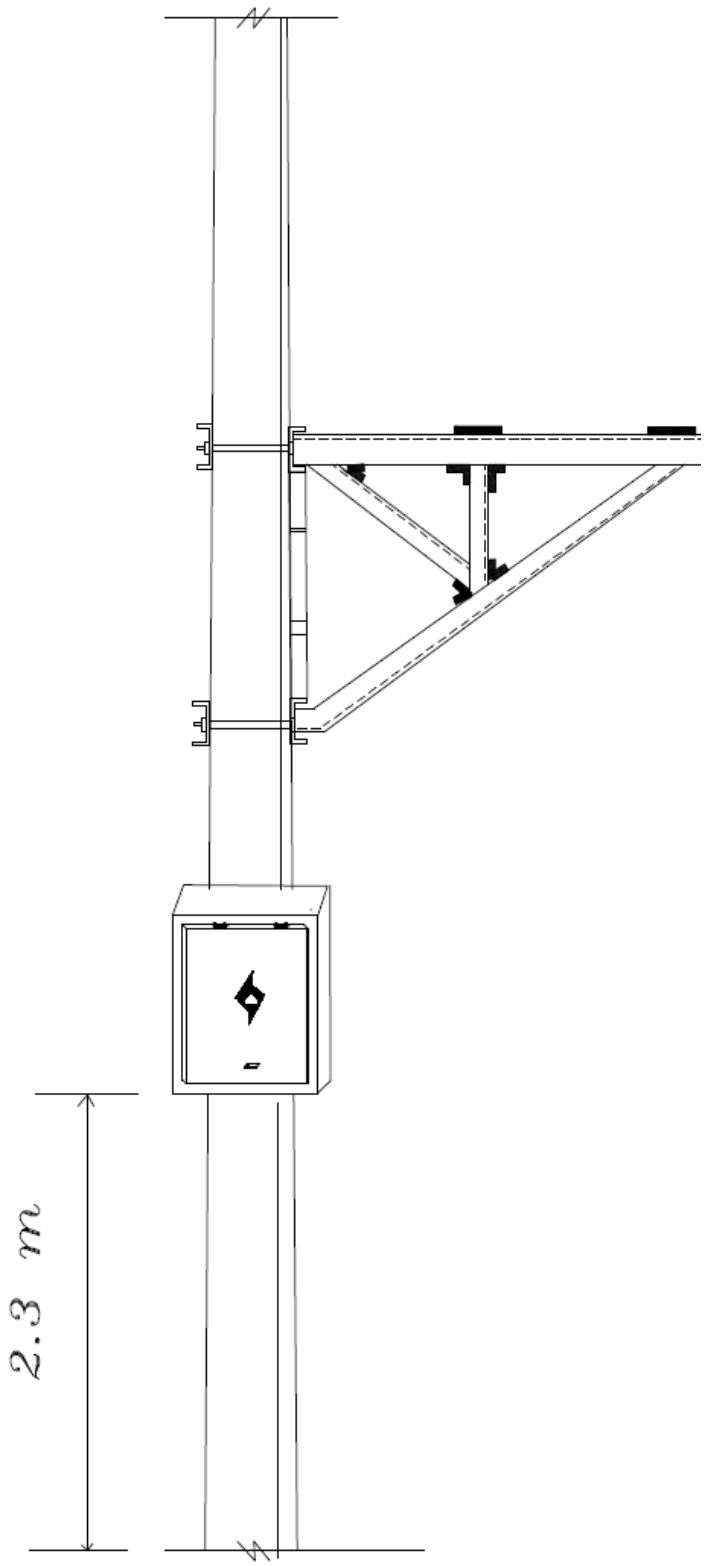
شکل (۷)- تصویر پست هوایی تک پایه بکار رفته در شهرک پرند(تهران)

پیوست ۲- سکوی ترانسفورماتورنوع دوم

الف- روش نصب) روش نصب ترانسفورماتور برروی سکوی ترانس تک پایـه نـوع دوم در شـکل هـای زیـر نشان داده شده است.



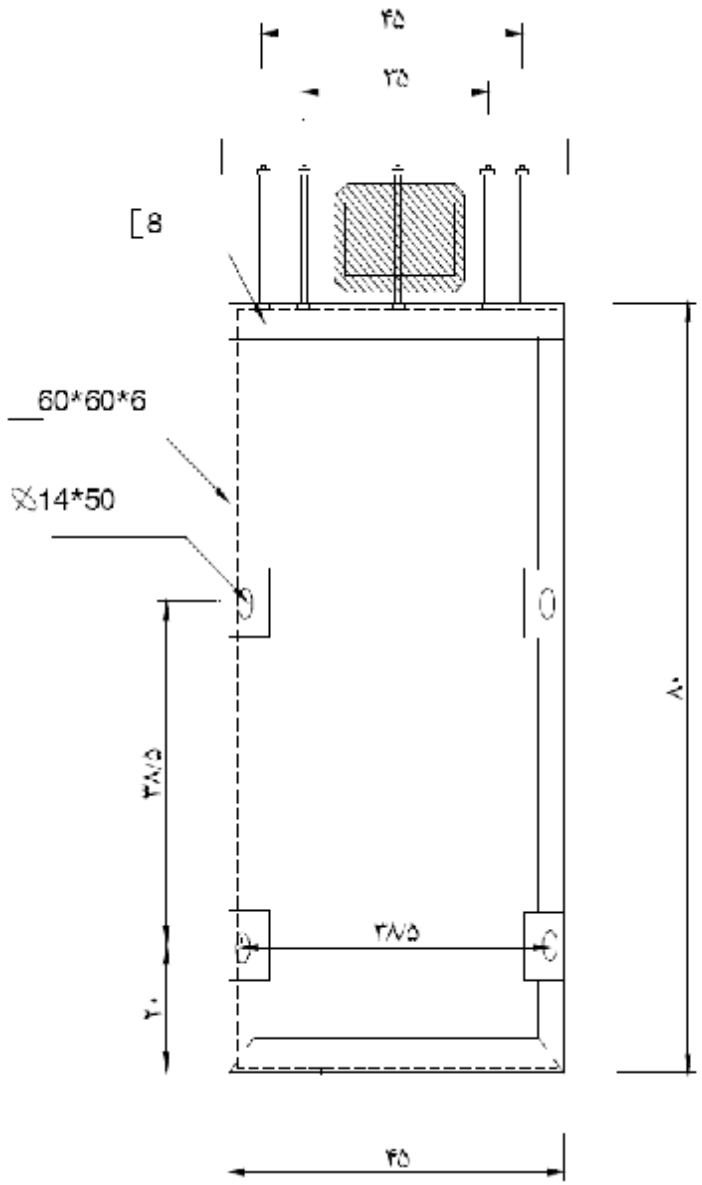
نصب تابلو ترانس تک پایه برروی تیر در شکل زیر نشان داده شده است.

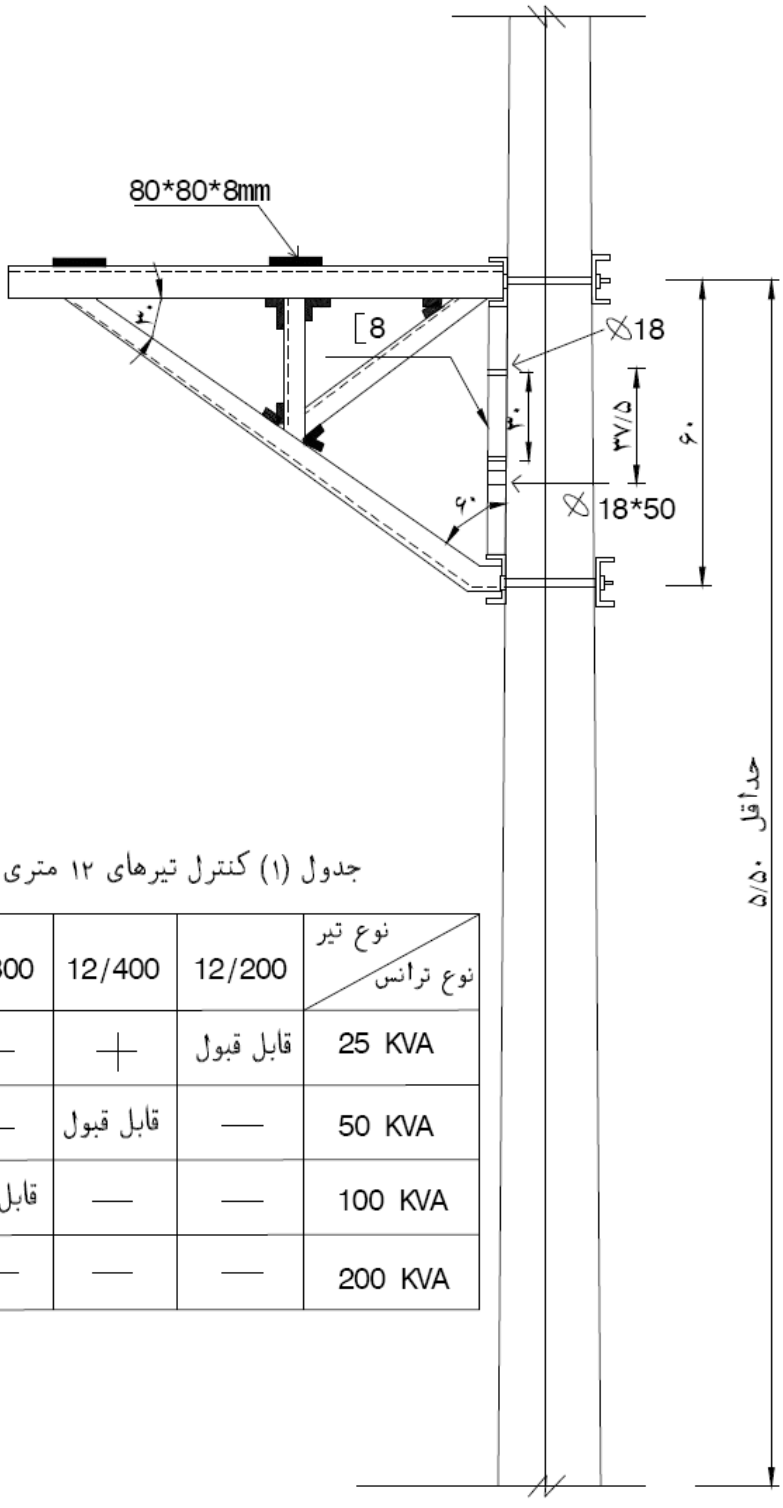


ب- مشخصات فنی)

۱-ب) مشخصات فنی سکوی نصب ترانسفورماتور تک پایه۲۵KVA در صورتی که تابلو برروی تیر نصب شود :

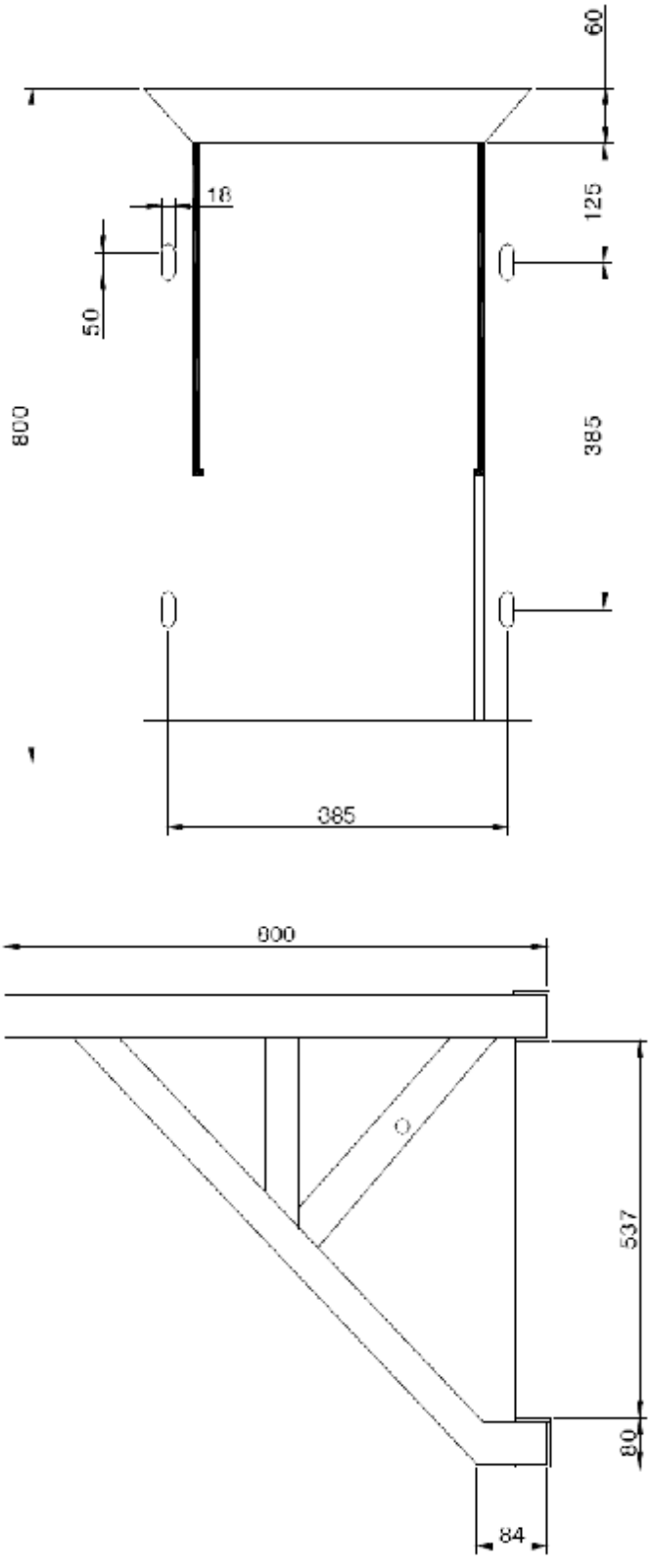
جنس نبشی و ناودانیها	-	فولاد
ضخامت پوشش گالوانیزه	میکرون	۸۰-۱۲۰
ابعاد ناودانیها	نمره	۸
ابعاد نبشی ها	میلیمتر	۶۰*۶۰*۶

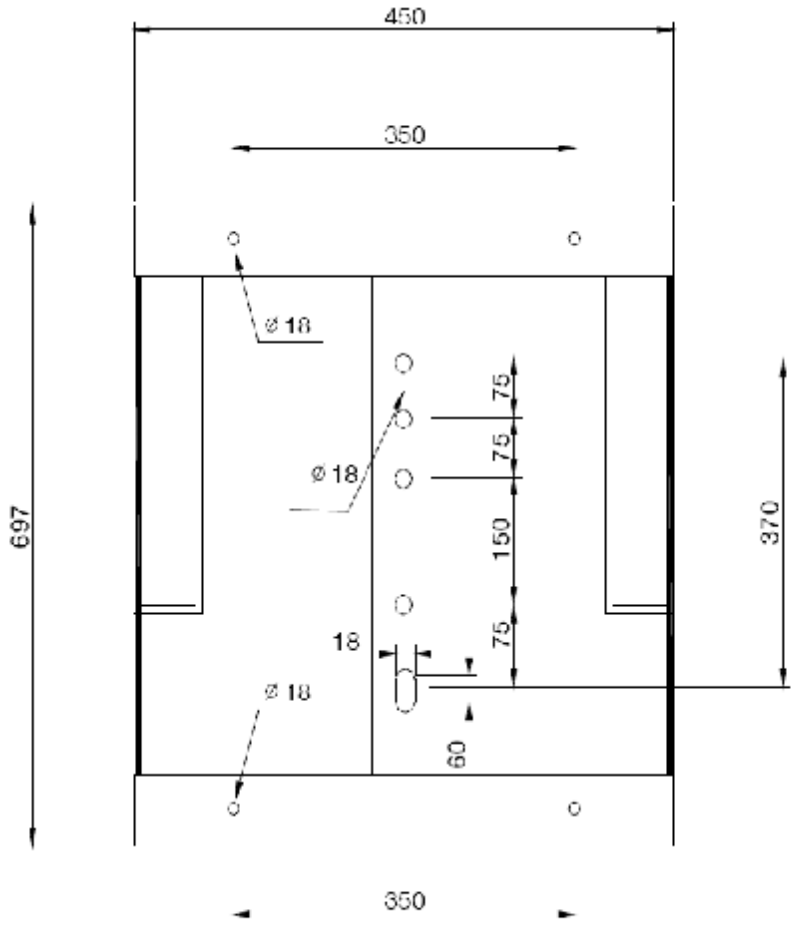


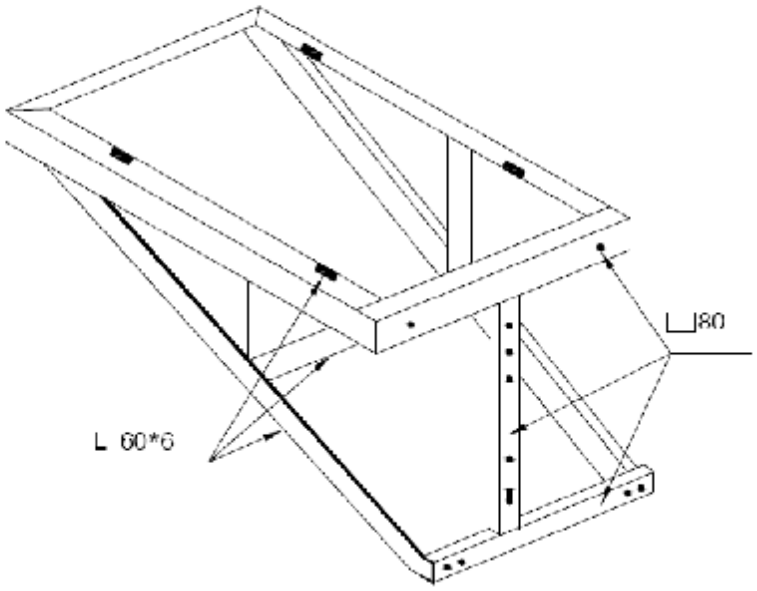


جدول (۱) کنترل تیرهای ۱۲ متری با ترانسهای مختلف

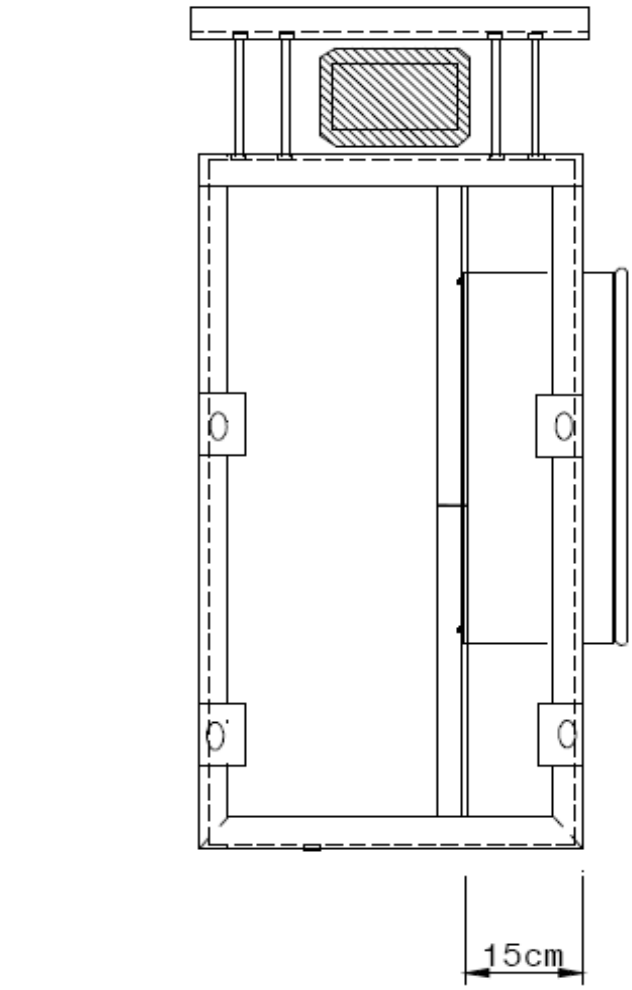
نوع تیر / نوع ترانس	12/200	12/400	12/800	12/1200	ملاحظات
25 KVA	قابل قبول	+	+	+	
50 KVA	—	قابل قبول	+	+	
100 KVA	—	—	قابل قبول	+	
200 KVA	—	—	—	قابل قبول	

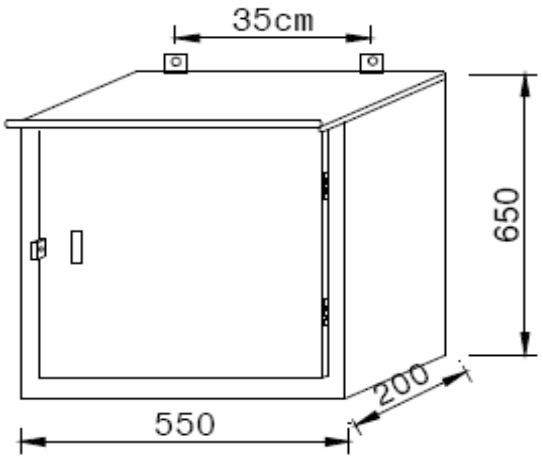

60
125
18
50
800
385
385
800
537
80
84

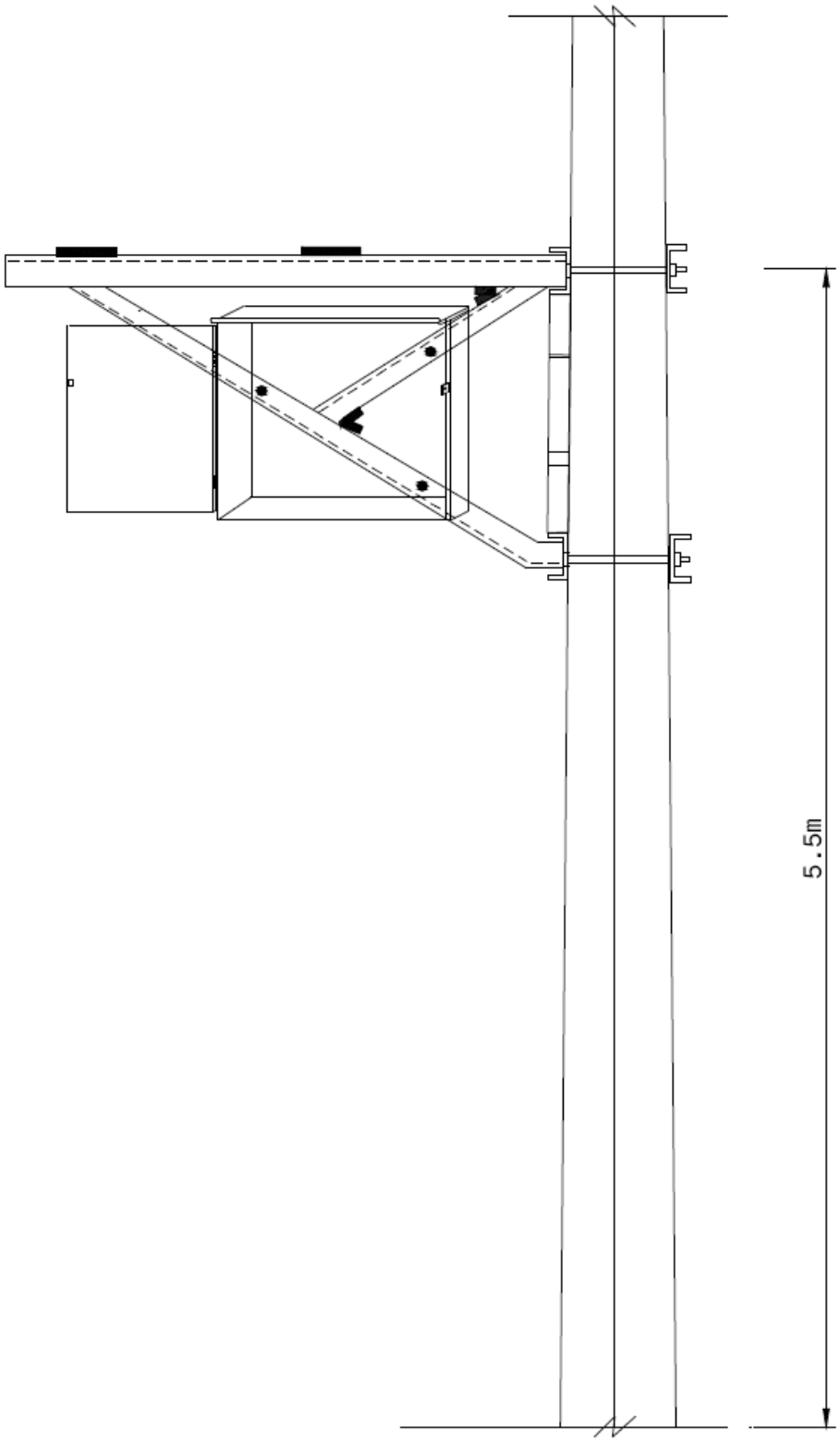

450
350
ø 18
ø 18
ø 18
75
75
150
75
18
60
697
370
350

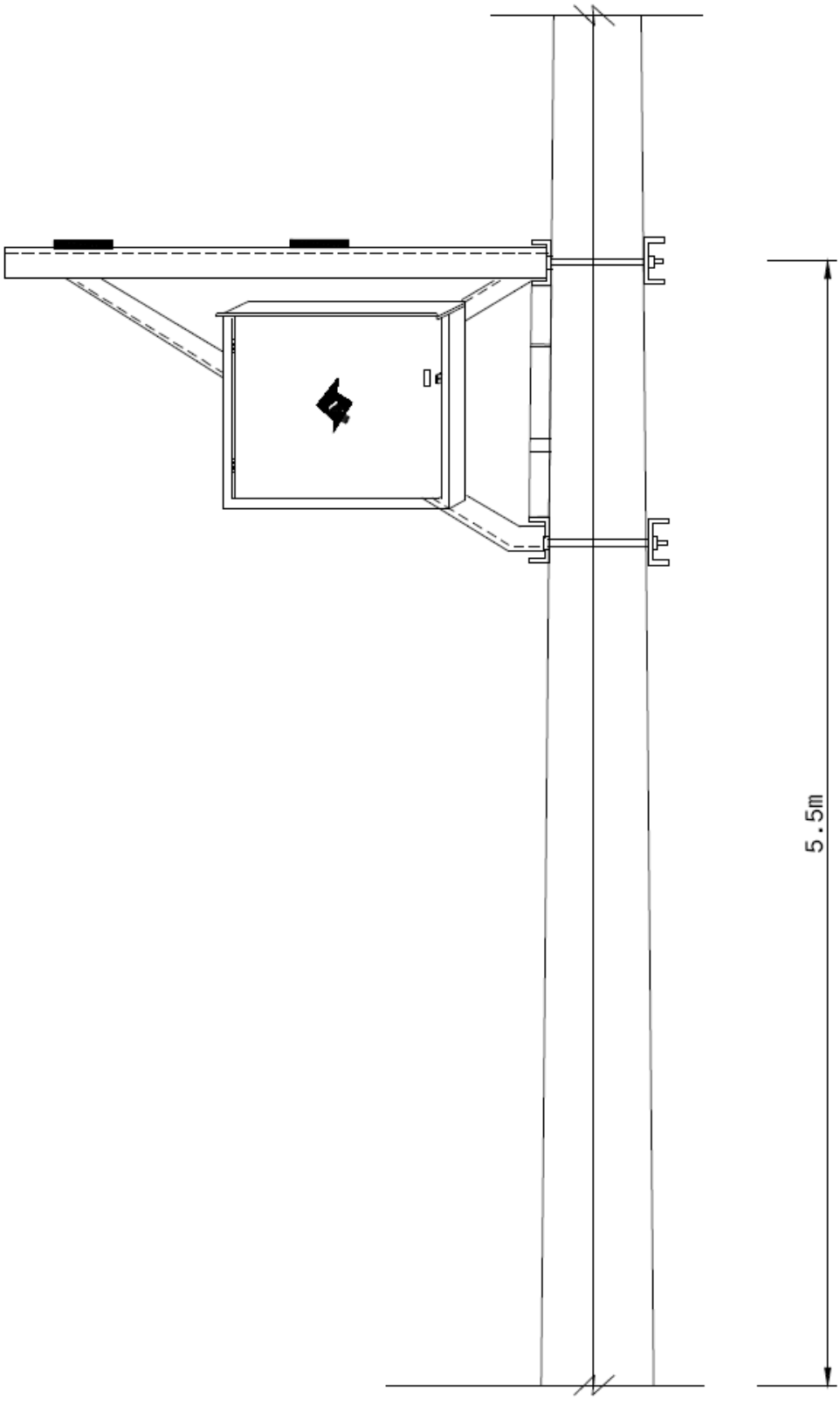

L80
L 60*6

۲-ب) مشخصات فنی سکوی نصب ترانسفورماتور تک پایه ۲۵KVA در صورتی که تابلو برروی سکو نصب شود :

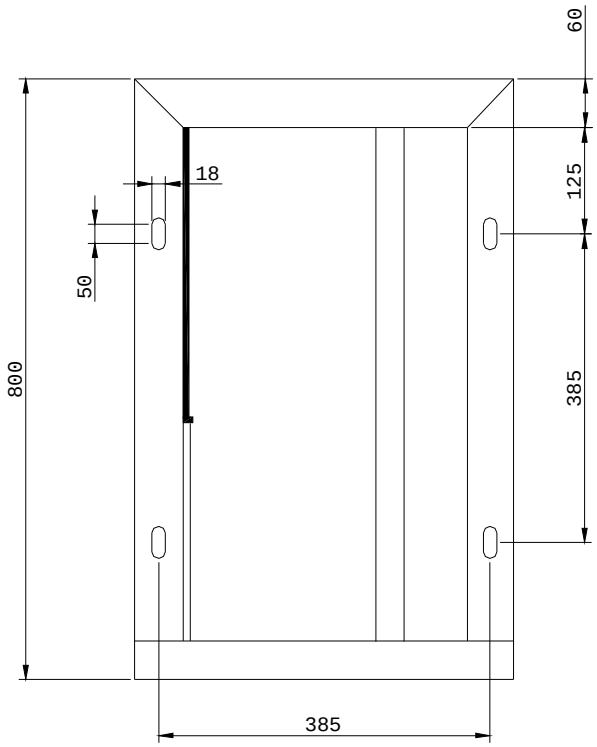


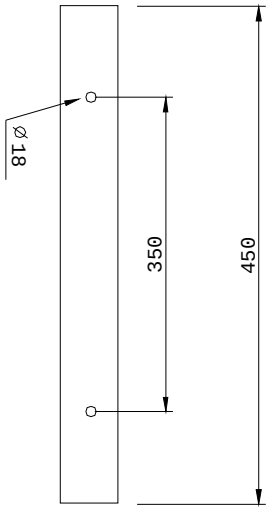



5.5m

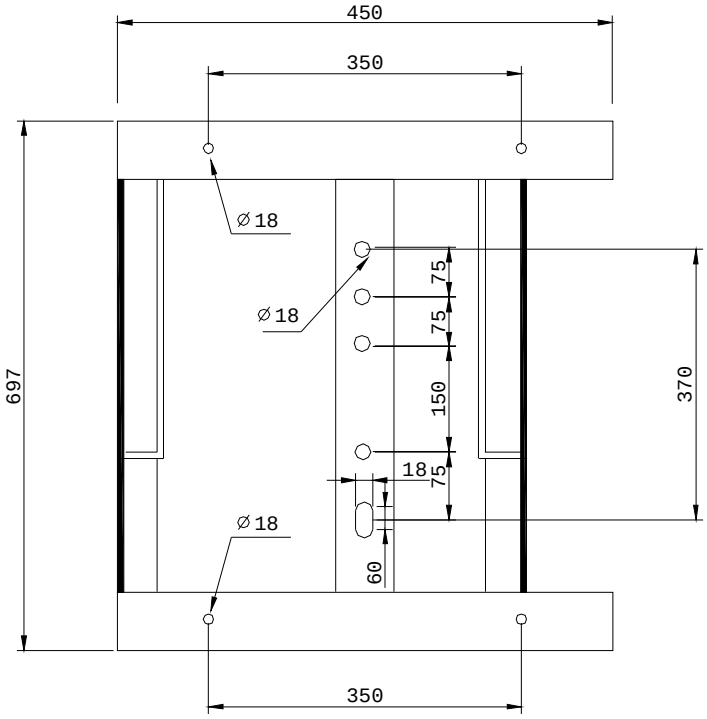

5.5m

وزارت نیـرو شرکت توانیر	**دستورالعمل نصب** **پست های هوایی تک پایه** **کد دستور العمل :**	صفحهٔ ۳۰ از ٤٤ شماره بازنگری : ۰۱ تاریـخ بازنگری :۱۳۸۷/۱۲/۱۰

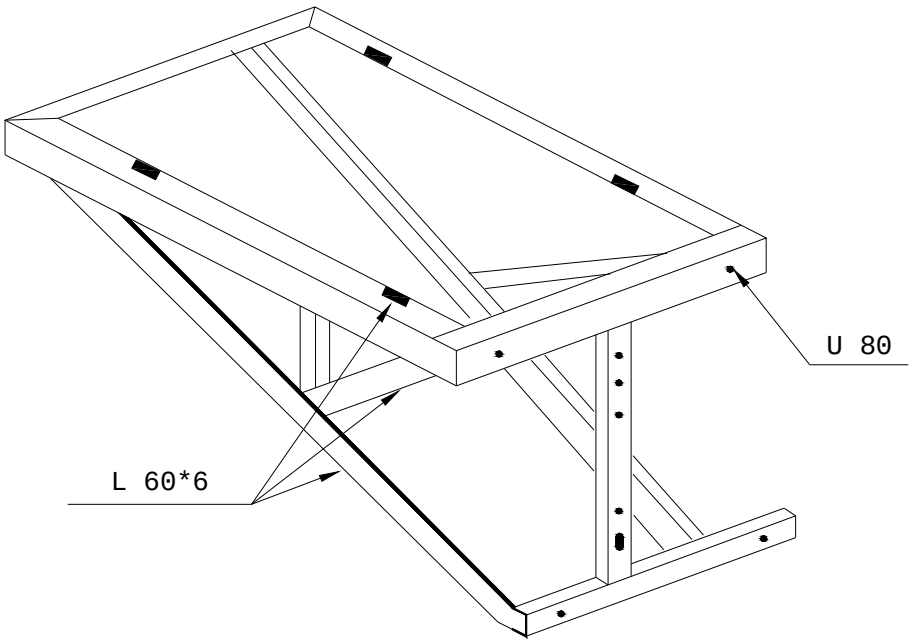


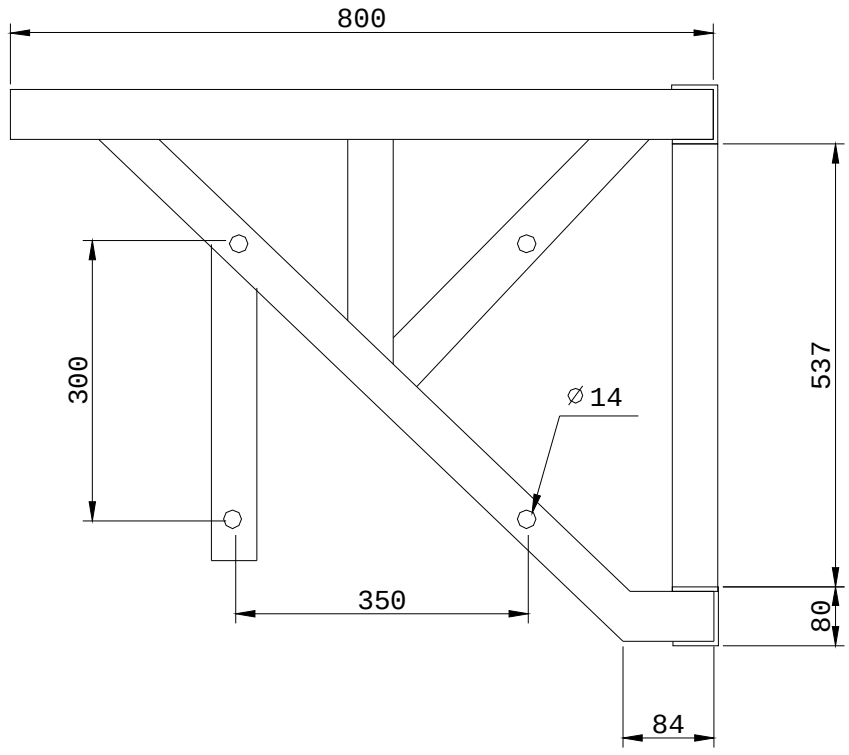


۲عددناودانی ۸



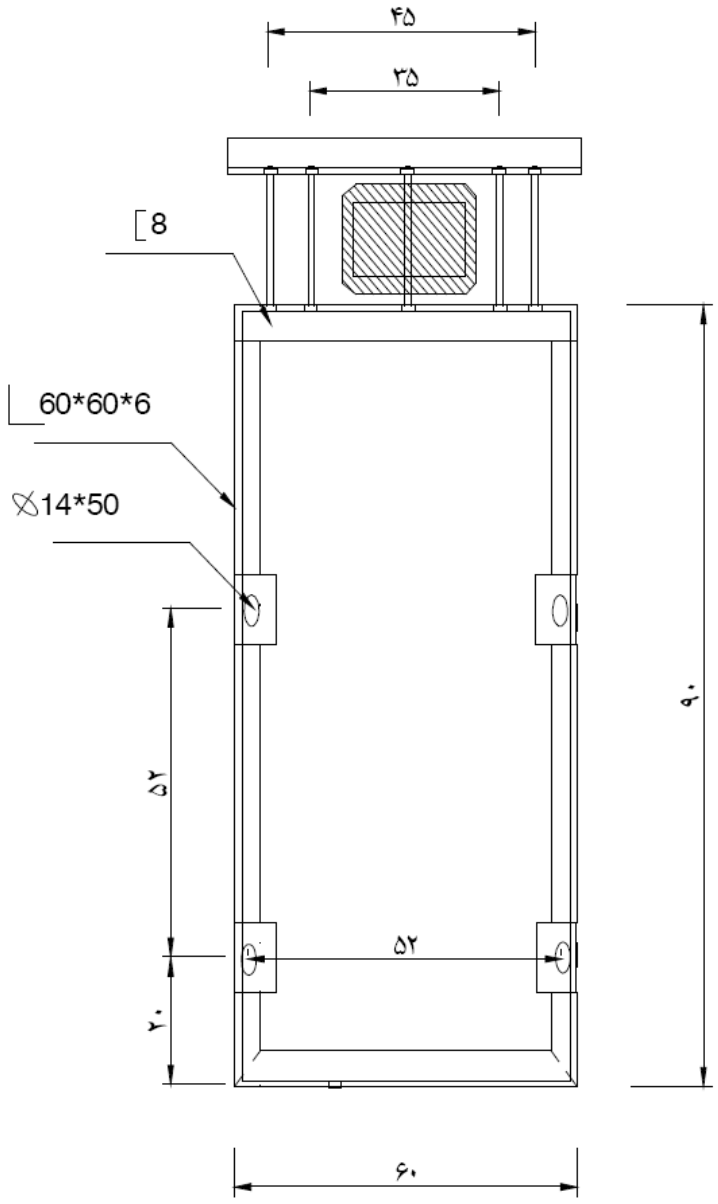
وزارت نیـرو شرکت توانیر	**دستورالعمل نصب** **پست های هوایی تک پایه** **کد دستور العمل :**	صفحهٔ ۳۱ از ٤٤ شماره بازنگری : ۰۱ تاریـخ بازنگری :۱۳۸۷/۱۲/۱۰

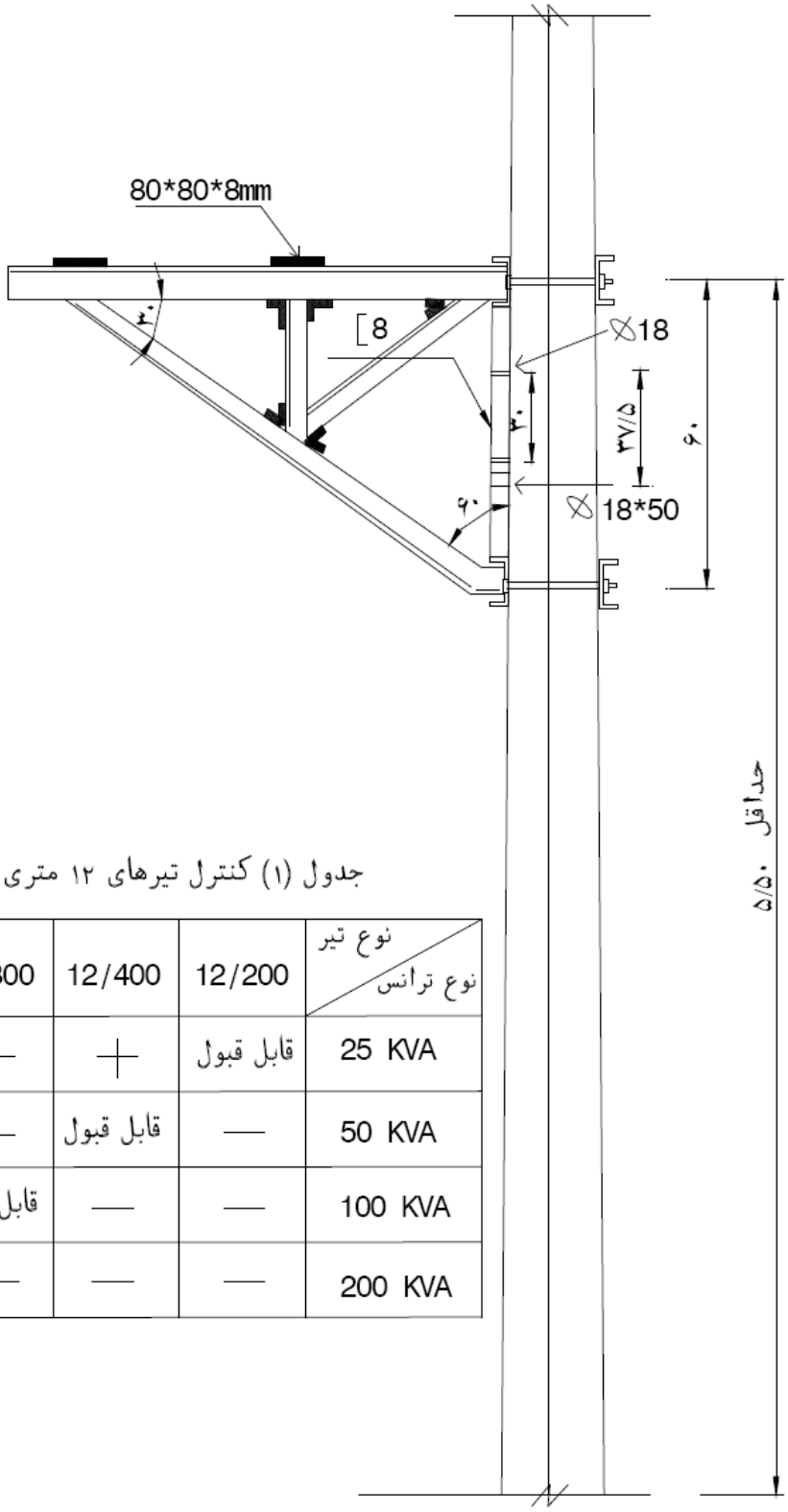




۳- ب) مشخصات فنی سکوی نصب ترانسفورماتور تک پایه(۵۰ KVA -۱۰۰ KVA) در صورتی که تابلو برروی تیر نصب شود :

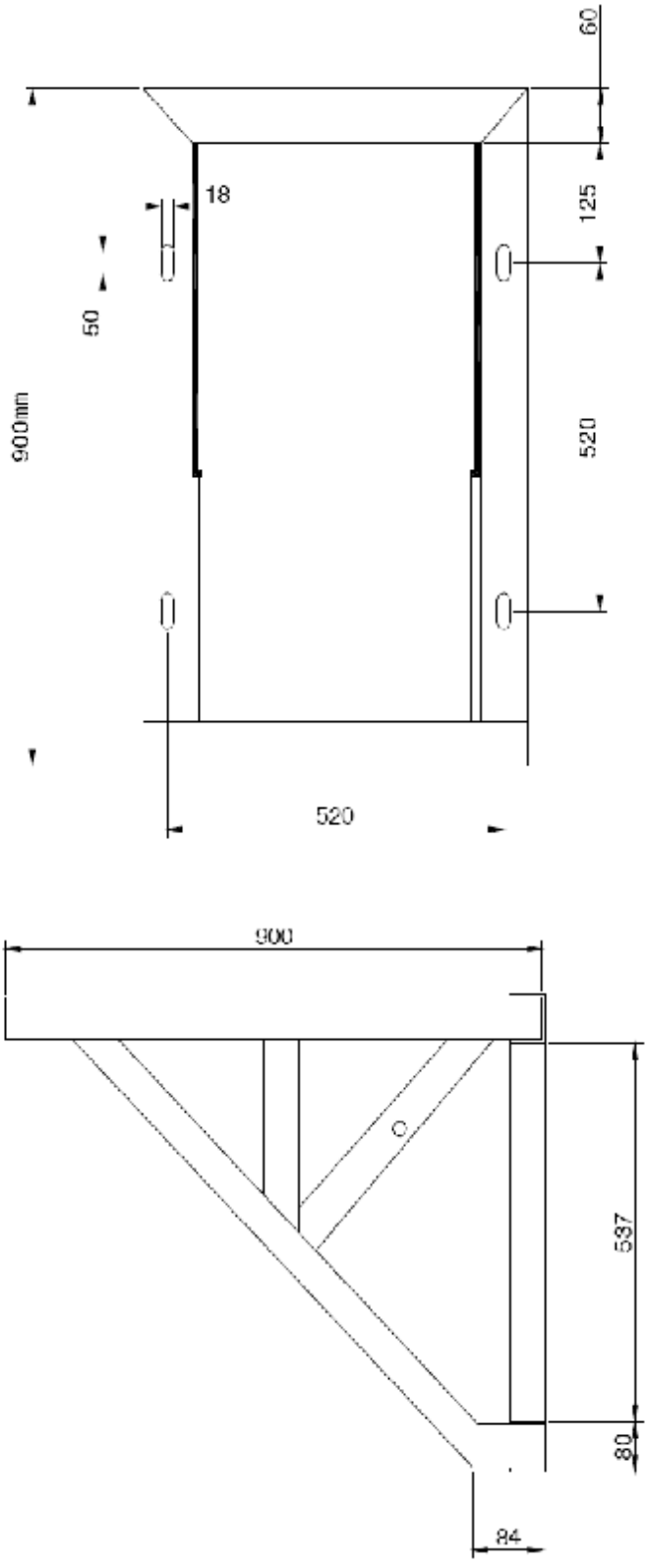
جنس نبشی و ناودانیها	-	فولاد
ضخامت پوشش گالوانیزه	میکرون	۸۰-۱۲۰
ابعاد ناودانیها	نمره	۸
ابعاد نبشی ها	میلیمتر	۶۰*۶۰*۶

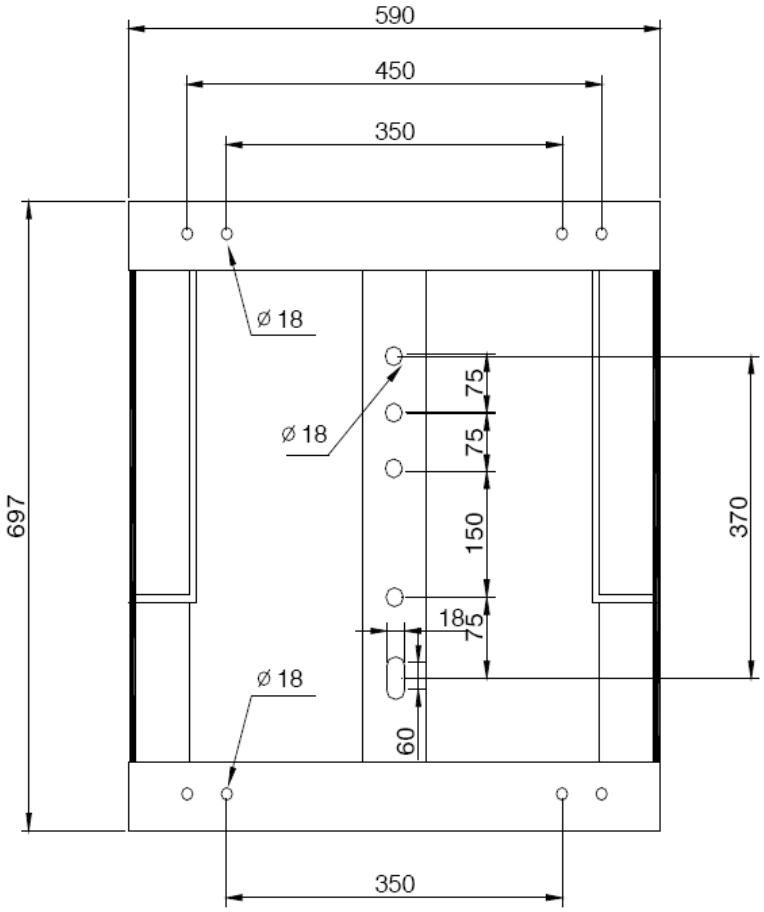


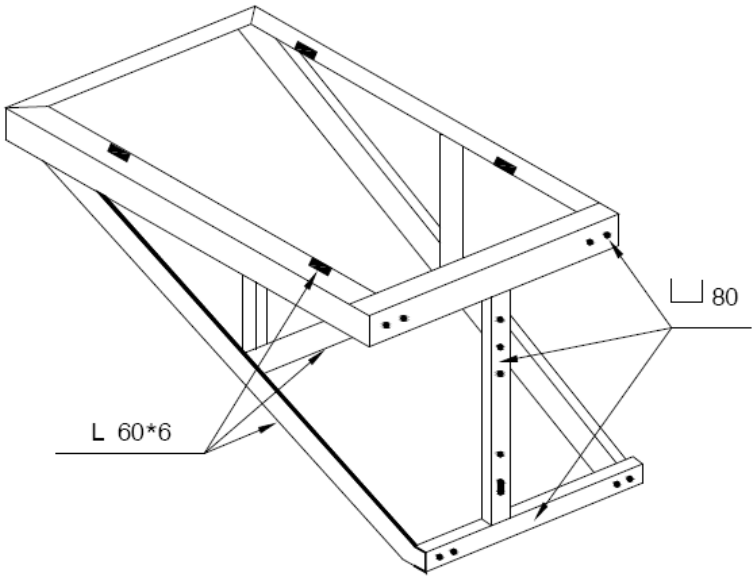


جدول (۱) کنترل تیرهای ۱۲ متری با ترانسهای مختلف

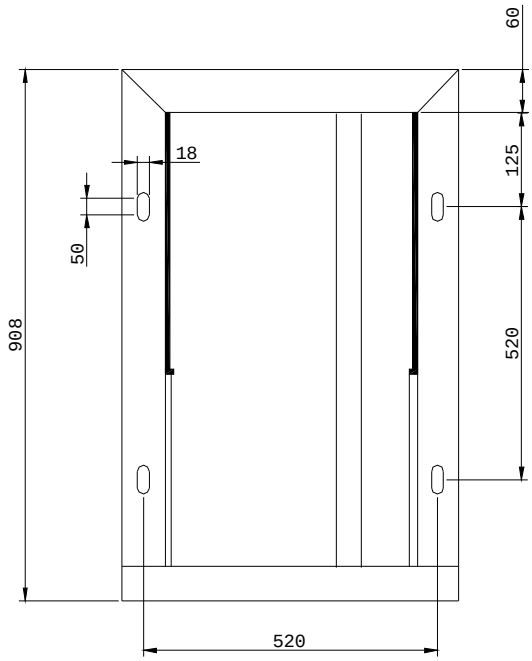
نوع تیر / نوع ترانس	12/200	12/400	12/800	12/1200	ملاحظات
25 KVA	قابل قبول	+	+	+	
50 KVA	—	قابل قبول	+	+	
100 KVA	—	—	قابل قبول	+	
200 KVA	—	—	—	قابل قبول	

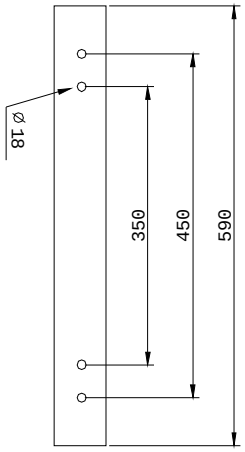

60
18
125
50
900mm
520
520
900
537
80
84


590
450
350
Ø 18
Ø 18
Ø 18
75
75
150
75
18
60
697
370
350

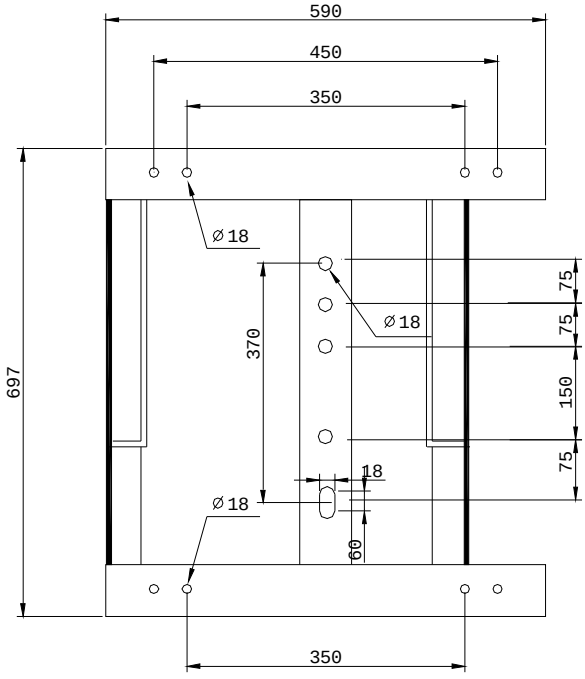

80
L 60*6

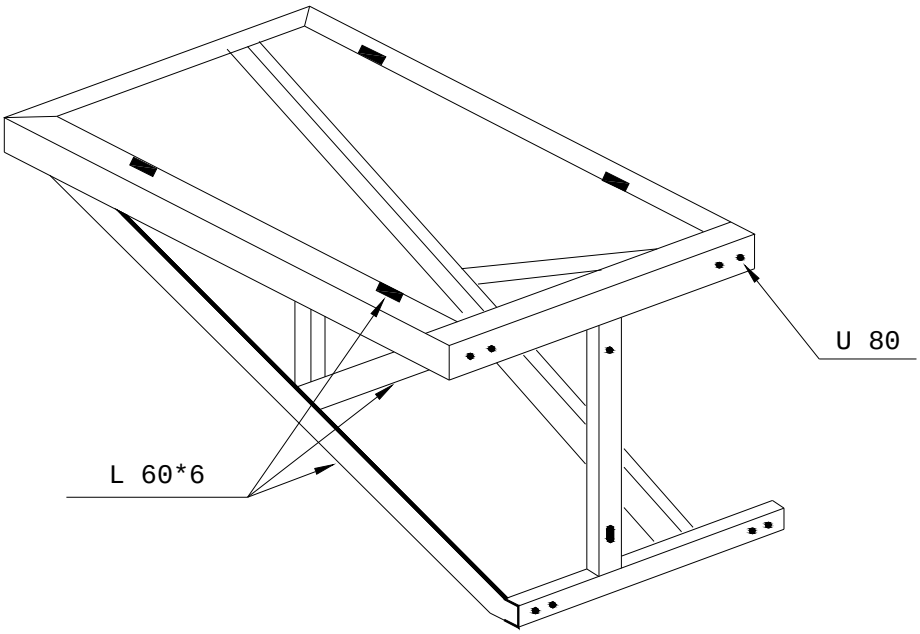
۴- ب) مشخصات فنی سکوی نصب ترانسفورماتور تک پایه(۵۰ KVA -۱۰۰ KVA) در صورتی که تابلو برروی سکو نصب شود :

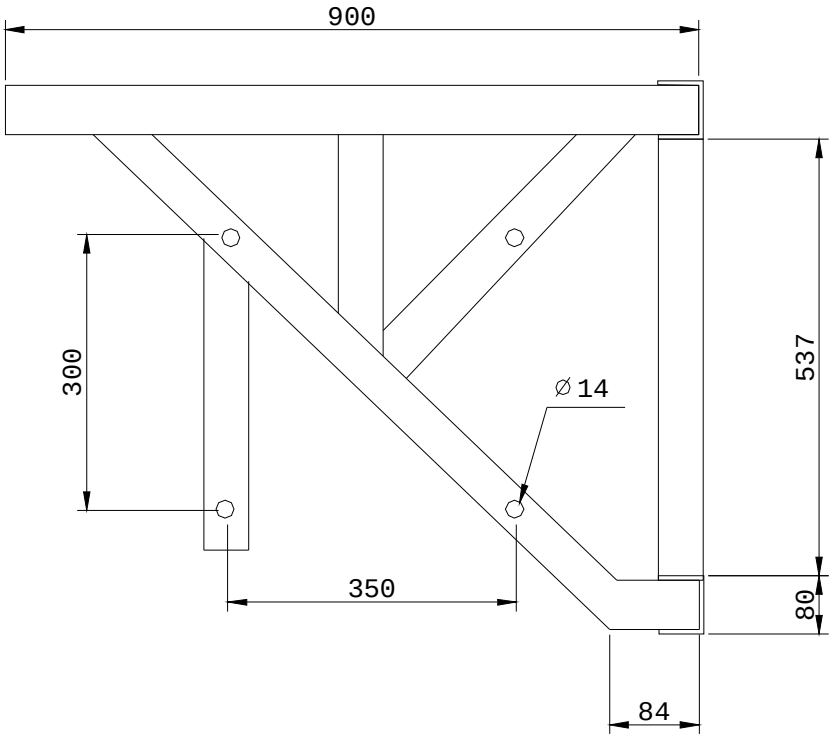




۲عددناودانی ۸

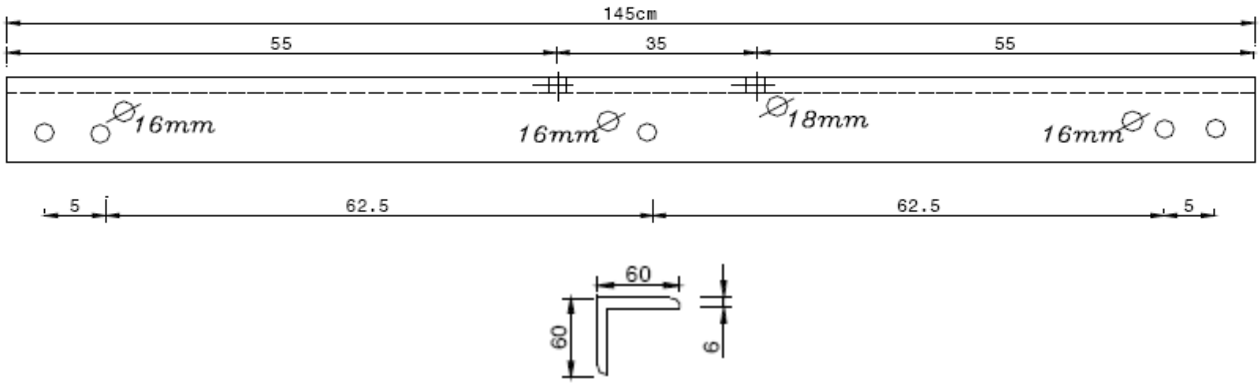



U 80
L 60*6

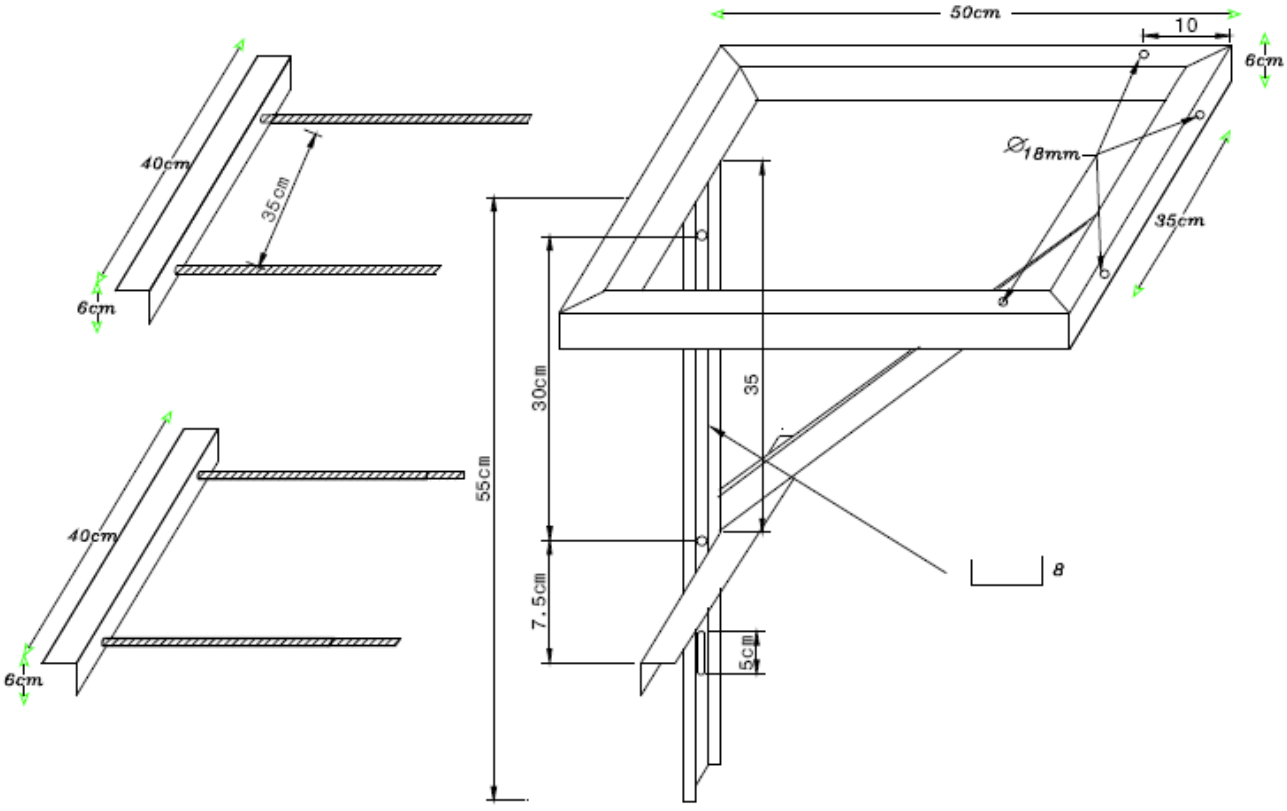

900
300
537
Ø14
350
80
84

ج - مشخصات فنی سکوی کات اوت برقگیر ترانسفورماتور تک پایه

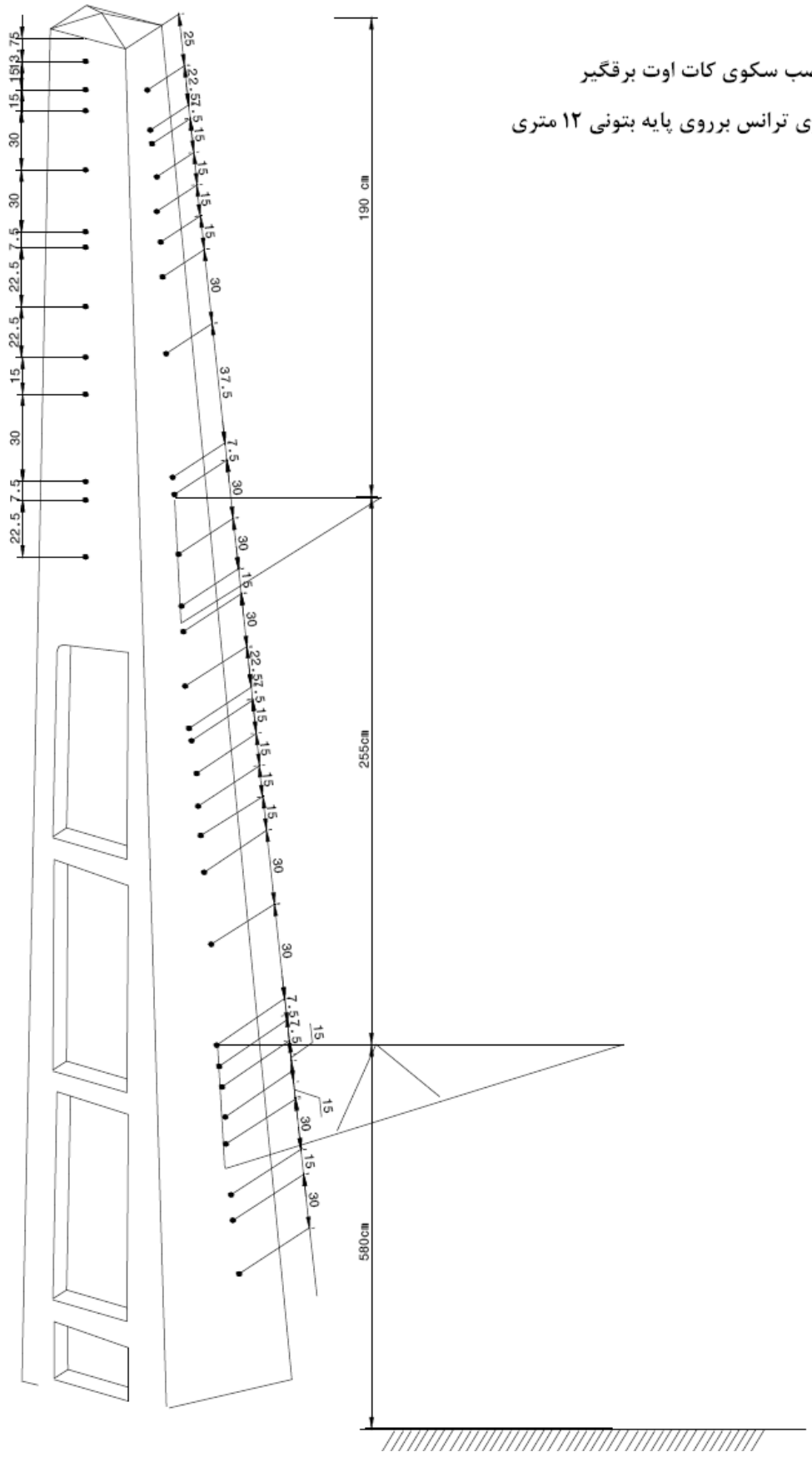
جنس نبشی و ناودانیها	-	فولاد
ضخامت پوشش گالوانیزه	میکرون	۸۰-۱۲۰
ابعاد ناودانیها	نمره	۸
ابعاد نبشی ها	میلیمتر	۶۰*۶۰*۶



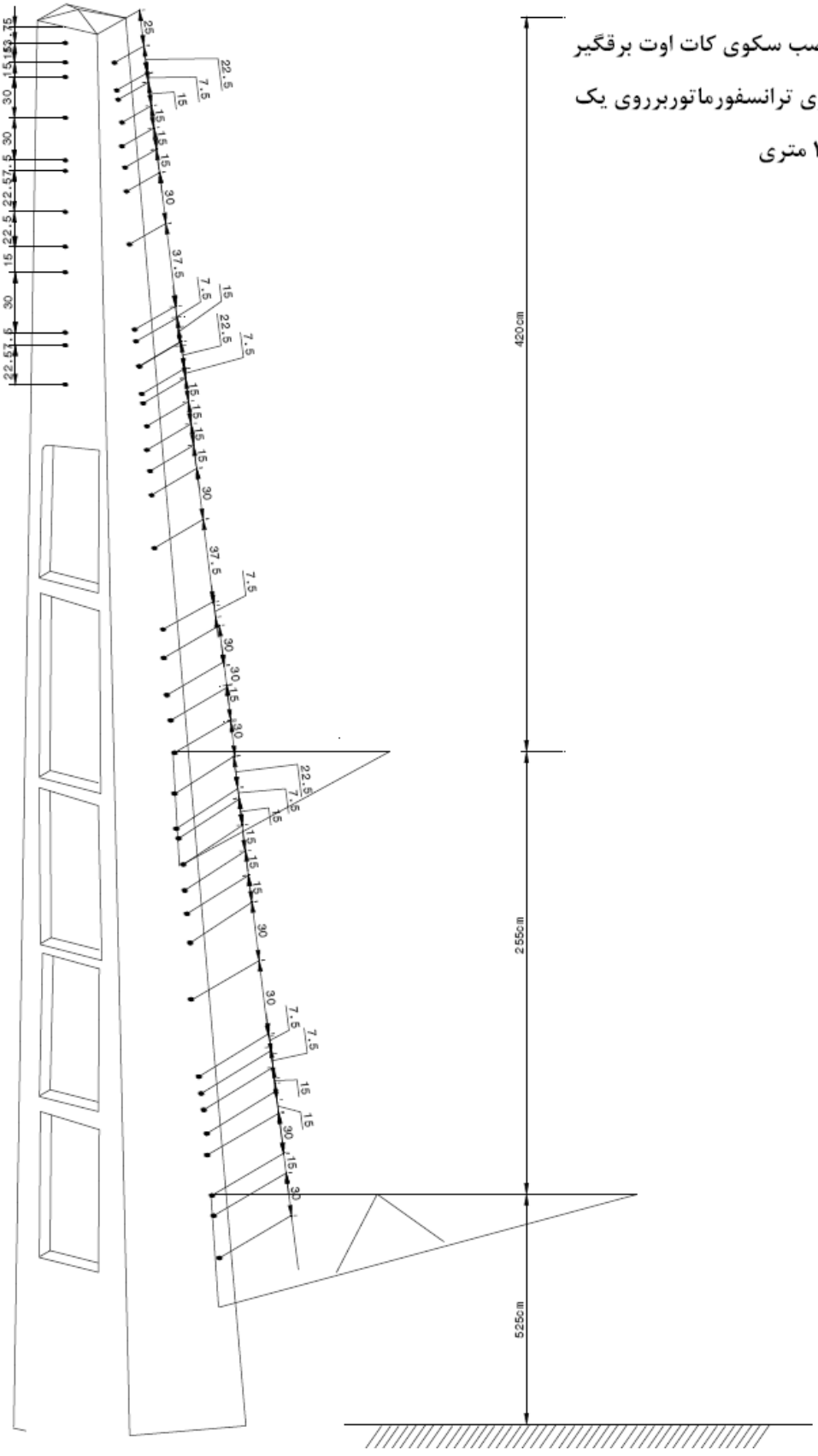
۱. ناودانی نمره ۸گالوانیزه شده
۲.کلیه نبشی ها (خاموت) نمره ٦گالوانیزه شده
۳-نبشی ۱٫۴۵متری نمره٦٥می باشد



نحوه نصب سکوی کات اوت برقگیر
و سکوی ترانس برروی پایه بتونی ۱۲ متری



نحوه نصب سکوی کات اوت برقگیر و سکوی ترانسفورماتوربرروی یک پایه ۱۴ متری



شکل (۸)- تصویر سکوی نصب کات اوت برقگیر(شهرستان مشهد)

شکل (۹)- سکوی ترانس نوع دوم (شهرستان مشهد)

شکل(١٠)- نمونه های اجراء شده نصب پست در شهرستان مشهد

پیوست۳ - موارد قابل تامل در طرح های اجرا شده

پیرو بررسی بعمل آمده درخصوص طرح های اجرا شـده و عطـف بـه مـشکلات موجـود در بهـره بـرداری شبکه‌های توزیع در مناطق دارای انشعابات غیر مجاز بکارگیری ترانسهای تک پایـه جهـت صـعب الوصـول کردن انشعاب گیری غیر مجاز مفید می‌باشد . اما برخی موارد در این زمینه جای تأمل و بررسی بیشتر دارد.

الف- قرائت کنتورها (در صورت نصب لوازم اندازه گیری در ارتفاع زیاد روی پایـه) بـسادگی صـورت نمی‌گیرد و برای قرائت کنتور نیاز به بالا بر می‌باشد که برای حل مشکلات می‌توان از فن آوری‌هـای قرائـت از راه دور استفاده کرد که باید تمهیدات لازم در این خصوص در نظر گرفته شود .

ب - در انواعی که تابلو لوازم اندازه گیری روی پایه نصب نمی‌شـود و کنتـور در محـل مـشترک نـصب می‌باشد امکان انشعاب گیری غیر مجاز قبل از کنتور وجود دارد.

در صورت تصمیم به تعمیم طرحهای مذکور موارد ذیل حائز اهمیت است.

۱)- جهت تعیین سایز و تعداد ترانسهای تک پایه طرح جدید بجای طرح مرسوم قدیمی نیاز بـه محاسـبات هزینه فایده دقیق می‌باشد و انجام مطالعات دقیق فنی و اقتصادی در این خصوص ضـروری اسـت. لازم بـه توضیح است که هزینه سرمایه گذاری اولیه در طرح جدید بدلیل افزایش بهای ترانسفوماتور سایز کوچـک و توسعه شبکه ۲۰ کیلو ولت و همچنین افزایش تلفات بی باری نسبت به طرح مرسوم قدیمی افزایش یافتـه و لزوم انجام محاسبات لازم بمنظور تعیین تعداد و سایز بهینه الزامی بنظر می‌رسد کـه بایـد در بررسـی فنـی و اقتصادی مد نظر قرار گیرد تا شفافیت کافی در زمینه احداث طرحهای اقتصادی قوت یابد .

۲)- با توجه به نصب ترانسفورماتور بصورت تـک پایـه مجموعـه پایـه و تـرانس از پایـداری اسـتاتیکی و مکانیکی بسیار کمتری برخوردار بوده لذا نیاز به تعیین دقیق مشخصات پایه و ابعاد آن می‌باشد خـصوصاً در صورت توسعه بکارگیری این نوع پست و انتخاب اشتباه پایه و نصب غیر صـحیح در زمـان بـروز زلزلـه و طوفان واژگونی مجموعه پایه و ترانس احتمال می‌رود که به نوبه خود می‌تواند منجر به بـروز بحـران بـسیار جدی شود . لذا بنظر می‌رسد که باید در انواع و سایزهای مختلف این محاسبات بصورت تیپ و نمونـه بـا انتخاب روش مناسبی از بین گزینه های مختلف با توجه به شرایط منطقه، توسط طراح شرکت توزیع انجام و مشخصات پایه و فوندانسیون بطور دقیق تعیین گردد .

۳)- بدلیل نصب تابلو لوازم اندازه گیری بالای پایه ، ارائه انشعاب به مشترکین با کابل سرویس بعضاً بـدلیل طولانی شدن مسیر و کثرت تعداد انشعاب با محدودیت روبرو خواهد شد چنانچه به لحاظ فنی با توجـه بـه

وزن کابل نیاز به کاربرد سیم فولادی بوده و ممکن است برای رفع این معضل نیاز به افـزایش تعـداد تـرانس تک پایه باشد که احتمالاً موجب غیر اقتصادی بودن طرح و در مواردی عدم توجیه آن خواهد بود.

٤)- با افزایش تعداد ترانسفورماتورهای تک پایه طبیعتاً به هزینه‌های نگهداری نیز افزوده خواهد شد کـه در امکان سنجی کاربرد این طرح ضروری است لحاظ شود .

٥)- با توجه به پراکندگی بکارگیری ترانسهای تک پایه و ابعاد و وزن کمتر آن احتمال سرقت ترانسفورماتور بدلایل واقعیتهای موجود افزایش خواهد یافت .

٦)- استفاده از تابلوی کنتور فلزی در بالای تیر بویژه در مناطق گرمـسیری موجـب صـدمه دیـدن کنتـور و کاهش دقت اندازه گیری آن خواهد بود که در اینگونه مـوارد ودر صـورت اجبـار مـی تـوان از کنتورهـای "outdoor" و تابلوهای غیر فلزی کامپوزیتی استفاده کرد.