بنام خدا

مشخصات استاندارد

برای

ترانسفورماتورهای قدرت
۲۳۰/۶۳/۲۰ کیلوولت

تیرماه ۱۳۷۱

دفتر فنی برق

۱	۱	۰	۰	۰	۱	۷	ف	۴	پ	م

نام کتاب : ترانسفورماتورهای قدرت ۲۳۰/۶۳/۲۰ کیلوولت

ناشـــر : سازمان برق ایران

چـاپ : شرکت نیرو چاپ

بسمه تعالی

مقدمه:

با تشکر از شرکتهائی که قبول زحمت نموده با دقت نظر و توجه خاص مشخصات فنی ترانسفورماتورهای قدرت ارائه شده توسط دفتر فنی برق را مطالعه و نقطه نظرات خود را جهت اصلاح و تکمیل آن ارائه نموده‌اند، اینک به یاری خداوند و مساعدت همه دست اندرکاران این سه جلد مشخصات استاندارد تدوین و جهت استفاده ارائه می گردد.

امید است جمع بندی نقطه نظرات مفیدی که دریافت داشته‌ایم و دلایل فنی اعمال یا عدم اعمال آنها در فرصتهای آتی فراهم و جهت اطلاع دراختیار شرکتهای محترم قرار گیرد.

در اینجا ذکر اهداف تهیه مجلدات استاندارد ترانسفورماتورهای قدرت، خالی از فایده نخواهد بود:

۱ ـ یکی از اهداف مهم جمع آوری و تدوین این مجموعه ارائه مشخصات فنی نسبتاً جامع ولی خلاصه برای ترانسفورماتورهای قدرت مورد نیاز کشور در سطح ولتاژ ۲۳۰ کیلوولت بوده است، بطوری که مورد استفاده در مناقصات مربوطه توسط کارفرمایان محترم قرار گیرد.

۲ ـ دومین هدف از اقدام به تهیه این مجموعه همکاری با شرکت ایران ترانسفو جهت دسترسی به مشخصاتی بوده است که براساس آنها طراحی و ساخت ترانسفورمرهای قدرت ۲۳۰ کیلوولت در طرح توسعه کارخانه مذکور بتواند انجام گیرد. به این جهت هماهنگی نیازها چه از نقطه نظر شرایط محیطی چه بلحاظ شرایط بهره برداری در منطقه که کاملاً بر مشخصات ترانسفورماتور و ملحقات آن اثر می گذارد لحاظ گردیده است. نهایتاً حداکثر کوشش برای کاستن از تنوع در تهیه و تدوین مجموعه های حاضر بعمل آمده است.

۳ ـ ارائه برگردان فارسی بهمراه مشخصات متن انگلیسی صرفاً برای بیان معادل فارسی مفاهیم جهت استفادهٔ دست اندرکاران و کارشناسان محترم شرکتهای برق بعمل آمده است و سعی وافر در مطابقت آنها با یکدیگر انجام شده است که انشاءالله مورد قبول واقع شود.

من ا... التوفیق

دفتر فنی برق

فهرست مندرجات

موضوع	صفحه
۱ ـ نیازهای عمومی	۲
۲ ـ تغذیه‌های کمکی	۳
۳ ـ هسته‌ها	۳
٤ ـ سیم‌پیچی‌ها	٤
۵ ـ مونتاژ هسته و سیم‌پیچی	۵
٦ ـ قابلیت تحمل اتصال کوتاه	۵
۷ ـ تانک	٦
۸ ـ تنظیم کننده ولتاژ	۷
۹ ـ تجهیزات خنک کننده	۱۱
۱۰ ـ بوشینگ‌ها	۱٤
۱۱ ـ ترانسفورماتور جریان بوشینگی	۱۵
۱۲ ـ ملحقات	۱٦
۱۳ ـ تابلوی مارشالینگ	۱۸
۱٤ ـ ارزیابی هزینه	۲۰
۱۵ ـ رنگ و پرداخت نهایی	۲۱
۱٦ ـ نیازها از نظر زمین‌لرزه	۲۱
۱۷ ـ ضربه شوک و انحراف از شاقول	۲۱
۱۸ ـ روغن ترانسفورماتور	۲۱
۱۹ ـ سیم‌ها و یا کابل‌ها	۲۳
۲۰ ـ صفحه مشخصات و مقادیر نامی	۲۳
۲۱ ـ وسایل مراقبت حمل	۲۳
۲۲ ـ مردود نمودن	۲۳
۲۳ ـ وسایل راه‌اندازی	۲٤
۲٤ ـ مونتاژ کارخانه و آزمونها	۲٤
۲۵ ـ اطلاعات و مشخصاتی که باید همراه پیشنهاد ارائه شوند	۲۵
۲٦ ـ جداول اطلاعات شماره ۱	۲٦
۲۷ ـ جداول اطلاعات شماره ۲	۳۱
۲۸ ـ جدول مقادیر	۳۸
۲۹ ـ راهنمای تکمیل جدول مقادیر (ضمیمه ۱)	۳۹
۳۰ ـ راهنمای ارزیابی (ضمیمه ۲)	٤۲

۱ ـ نیازهای عمومی

۱ ـ ۱ ترانسفورماتورهای قدرت می‌باید مطابق با نیازهای کاربردی مندرج در آخرین نشریات استانداردهای بین‌المللی آی ـ ئی ـ سی طراحی، ساخته و آزمایش شوند، مگر در مواردی که چیز دیگری ذکر شده باشد.

همهٔ نشریات اصلاحی، مکمل و مرجع لیست شده در استانداردهای مربوطه نیز می‌باید مورد توجه قرار گیرند. ترانسفورماتورهای قدرت باید با قطعات یدکی مورد نیاز و کلیّهٔ ملحقات لازم برای بهره‌برداری صحیح همراه باشند. مشخصات اصلی تجهیزات و مقادیر نامی آنها باید با آنچه که در جداول ترانسفورماتورها ذکر گردیده منطبق باشند.

۱ ـ ۲ ترانسفورماتورهای قدرت باید سه‌فاز، از نوع روغنی و دارای کنسرواتور روغن و مناسب برای نصب در محوطهٔ باز باشند. پیشنهادها می‌باید برای دو نوع مختلف ارائه گردند، یک نوع با سه قدرت نامی برای حالتهای خنک شدن طبیعی و خنک شدن با کمک تعدادی دمنده هوا و خنک شدن با کمک تعداد بیشتری دمندهٔ هوا، (اونان، اوناف ۱ و اوناف ۲) و نوع دیگر با سه قدرت نامی برای حالتهای خنک شدن طبیعی، خنک شدن با کمک دمنده های هوا و خنک شدن با کمک رانش روغن همزمان با کار دمنده‌های هوا (اونان، اوناف و اوفاف)، بطوریکه هرکدام برای شرایط محیطی مشخص شده در مشخصات و جداول ترانسفورماتورها مناسب باشند.

۱ ـ ۳ کلیهٔ قسمتهای حامل جریان نظیر بوشینگها، تنظیم‌کنندهٔ ولتاژ، نقاط و ادوات اتصال باید از حداقل ظرفیت جریان پیوستهٔ بار که معادل ۱۲۰ درصد جریان سیم‌پیچی‌های مربوطه تحت همهٔ شرایط کاری است، برخوردار باشند. ترانسفورماتورها باید مجهز به ترانسفورمرهای جریان بوشینگی تعبیه شده در زیر بوشینگها با جریان نامی مطابق با مشخصات تعیین شده باشند.

۱ ـ ٤ در صورت از کار افتادن دستگاه خنک‌کننده ترانسفورماتور می‌باید در وضعیت شروع از داغ‌ترین حالت سرویس بدون آسیب قادر به ادامهٔ کار در هر دو شرایط مندرج در زیر باشد. این امر باید بنحو رضایت‌بخشی از طریق استدلال و یا آزمون نشان داده شود:

(۱) در شرایط بار کامل حداقل ۱۰ دقیقه ادامهٔ کار بعد از خروج همهٔ سیستم‌های خنک‌کننده؛

(۲) در شرایط بار کامل برای مدت حداقل ۲۰ دقیقه کار یکی از سیستم‌های خنک‌کننده کمکی در حالیکه سیستم خنک‌کنندهٔ کمکی دیگر از کار افتاده است.

۲ ـ تغذیهٔ کمکی

تغذیهٔ کمکی AC مربوط به پست (سه‌فاز و یا تک‌فاز، ۵۰ سیکل بر ثانیه، ۳۸۰/۲۲۰ ولت، چهارسیمه) باید برای همهٔ نیازهای تغذیه کمکی نظیر دمنده‌های خنک‌کننده، پمپ‌های رانش هوای خنک‌کننده، موتور مربوط به تنظیم‌کنندهٔ ولتاژ، گرم‌کننده‌های محفظه‌ها و غیره... مورد استفاده قرار گیرد. هر مدار تغذیه به تنهائی باید مجهز به کلید قطع و وصل هوائی واقع در جعبهٔ ترمینال همراه ترانسفورماتورها باشد. تغذیهٔ کمکی DC (۱۰۰ یا ۱۱۰ یا ۱۲۵ ولت جریان مستقیم، دوسیمه) باید برای کنترل و حفاظت مورد استفاده قرار گیرد. نیازهای تغذیه کمکی باید توسط پیشنهاددهندهٔ ترانسفورماتورها مشخص گردد.

۳ ـ هسته

۳ ـ ۱ هستهٔ ترانسفورماتور باید از ورقه‌های فولاد سیلیکن‌دار با کیفیت بالا و نو، نورد سرد شده و بخصوص مناسب برای استفاده موردنظر ساخته شوند. هر دو طرف ورقه‌های فولادی باید با مادهٔ عایقی مناسبی پوشش داده شده باشد. بنحویکه مقاومت الکتریکی مطلوبی را مابین ورقه‌های بهم چسبیده ایجاد نماید.

کلیهٔ قطعات فولادی که برای محکم نمودن ورقه‌های هسته بکار گرفته می‌شوند باید پس از بریدن، سوراخکاری و جوشکاریهای لازم، سمباده‌پردازی یا سنگ‌زنی بشوند. مجموعهٔ مونتاژ شدهٔ هسته و سیم‌پیچی باید مجهز به گیره‌های مناسبی برای بلند کردن این مجموعه باشد.

۳ ـ ۲ اتصال مجموعهٔ هسته به زمین باید از داخل ترانسفورماتور توسط تسمه‌ای انجام گیرد که در بالای هسته نصب شده و قابل دستیابی از «دریچهٔ دسترسی» بالای ترانسفورماتور، که بمنظور امکان قطع و وصل نمودن آن جهت انجام آزمایش جریان نشتی هسته به زمین باید تعبیه گردد، باشد.

٤ ـ سیم‌پیچی‌ها

کلیات

در طراحی، ساخت و تهیه سیم‌پیچی‌ها، ملاحظات ویژه‌ای برای همهٔ عوامل سرویس نظیر: قدرت عایقی و مکانیکی عایق، مشخصات سیم‌پیچی، توزیع یکنواخت میدان الکتریکی، حداقل تلفات عایق، امکان عبور جریان آزاد روغن برای ایجاد درجهٔ حرارت یکنواخت، محدود نمودن گرمترین نقطه‌ها، توزیع ولتاژ یکنواخت مابین حلقه‌های مجاور و در سرتاسر سیم‌پیچی‌ها، ممانعت از تشکیل پدیدهٔ کرونا در ولتاژهای نرمال بهره‌برداری و کنترل فلوی دی‌الکتریک برای تحمل شرایط موج ضربه، باید مورد توجه قرار گیرند.

قابلیت‌های بارگذاری آنچنانکه در این مشخصات و در استانداردهای آی ـ ئی ـ سی برای ترانسفورماتورهای قدرت درنظر گرفته شده باید با توجه به طول عمر، نگهداری و دیگر عوامل تأثیرگذار بر روی کار ترانسفورماتور مورد توجه قرار گیرند.

سیم‌پیچی‌های ترانسفورماتور باید برای تحمل آزمونهای عایقی ولتاژ نظیر موج صاعقه، آزمایش القائی و همچنین آزمایش موج بریده (در صورتی که بطور خاص درخواست شده باشد) مطابق با مندرجات استانداردهای آی ـ ئی ـ سی طراحی شوند.

٤ ـ ١ هادیهای سیم‌پیچی

هادیهای سیم‌پیچی باید عاری از هرگونه پوسته، برآمدگی و یا شکاف بوده و گوشه‌های آن گرد باشد. همهٔ هادیهای استفاده شده برای سیم‌پیچی باید از مس الکترولیتی ساخته شده باشند. حلقه‌های سیم‌پیچی باید بطور یکدست ساخته شده و طوری پیچیده شده باشند که تقویت استقامت مکانیکی و الکتریکی و کاهش زوال سیم‌پیچی را دربر داشته باشند.

همهٔ حلقه‌های سیم‌پیچی باید کامل (بدون نیم حلقه) باشند. حلقه‌های انتهائی سیم‌پیچی‌ها باید دارای یکنواخت کنندهٔ ولتاژ یا حفاظت اضافی در مقابل آشفتگی‌های غیر نرمال خط و اضافه ولتاژها باشند. طراحی، ساخت و تشکیل کامل سیم‌پیچی‌ها و مونتاژ آنها روی هسته باید با آخرین پیشرفتهای این فن و تازه‌ترین شیوه‌های مربوطه مطابق باشد.

نقطهٔ نوترال سیم‌پیچی‌های ستاره باید بطور جداگانه و از طریق یک بوشینگ مناسب به بیرون از ترانسفورماتور منتقل گردیده و نباید به قسمت‌های داخل ترانسفورماتور اتصالی داشته باشد.

٤ ـ ٢ عایق سیم‌پیچی

عایق بندی سیم پیچی باید از نوع یکنواخت یا غیریکنواخت و یا بصورت ترکیبی از ایندو انتخاب شود، بطوریکه عایق مناسبی را با کمترین پیچش و انحراف با تحمل مکانیکی و دی‌الکتریکی کافی برای شرایط سرویس موردنظر بشکل مقاوم و بدون زوال در شرایط روغن گرم را تامین نماید.

لاک زدن روی حلقه های سیم پیچی فقط می‌تواند به منظور حفاظت مکانیکی (و نه برای اصلاح خاصیت دی‌الکتریکی آن) مورد استفاده قرار گیرد.

مواد استفاده شده در عایق بندی و مونتاژ سیم‌پیچی‌ها باید غیرقابل حل، تجزیه‌ناپذیر و از نظر شیمیائی غیرفعال در روغن داغ ترانسفورماتور در شرایط سرویس باشند.

٥ ـ مونتاژ هسته و سیم‌پیچی

هر هسته و سیم‌پیچی مونتاژ شده باید تحت شرایط خلاء با فشار کمتر از ۰/۵ میلی‌متر جیوه خشک شود و بلافاصله پس از مرحله خشک شدن تحت عمل اشباع روغن قرار گیرد تا اطمینان کافی از کاهش نفوذ رطوبت و هوا در ساختار عایقی آن حاصل گردد. هر هسته و سیم‌پیچی مونتاژ شده را بلافاصله پس از خشک کردن باید از روغن اشباع نموده و سپس در روغن عاری از رطوبت غوطه‌ور ساخت.

٦ ـ قابلیت تحمل اتصال کوتاه

٦ ـ ١ ابعاد ترانسفورماتور باید براساس جریان‌های اتصال کوتاه (سه‌فاز، دوفاز و جریان خطای فاز بزمین) و کلیهٔ خطاهای قابل تصور در سیستم طراحی گردد. سیستم زمین کردن (بدون مقاومت، با مقاومت محدود، ایزوله) و همچنین امکان بهره‌برداری از دو یا چند ترانسفورماتور بطور موازی نیز می‌باید مورد توجه قرار گیرد.

ترانسفورماتور قدرت باید بدون آسیب قادر به تحمل اثرات حرارتی و دینامیکی اتصال کوتاه‌ها (سه‌فاز، دوفاز و نیز خطاهای تکفاز بزمین) برای مدت دو ثانیه در ترمینالهای ولتاژ کم و ولتاژ زیاد و سیم‌پیچی سوم با مقادیر جریان اتصال کوتاه مشخص شده در این مشخصات و برطبق نشریات آی ـ ئی ـ سی باشد.

ترانسفورماتورها باید مجهز به سیم‌پیچی سوم پایدارکننده و محدودکننده جریان باشند بنحوی که قادر باشند تأثیرات مکانیکی و حرارتی اتصال کوتاههای ناشی از خطاهای مختلف سیستم را که ممکن است در بهره‌برداری پیش بیاید، با احتساب شرایط زمین سیستم و بعلاوه موجهای انتقالی که می‌تواند از طریق کوپلاژ خازنی با سیم‌پیچ های ولتاژ بالا و ولتاژ پائین منعکس گردد تحمل نماید. قابلیت تحمل دینامیکی اتصال کوتاه باید با انجام آزمایشهای لازم روی ترانسفورماتور یا رجوع به آزمایشات روی ترانسفورماتورهای مشابه و یا محاسبات قابل پذیرش خریدار نشان داده شود.

محاسبات اتصال کوتاه برای قابلیت تحمل دینامیکی ترانسفورماتورها باید بطور اعم مطابق با استاندارد آی ـ ئی ـ سی ۵ ـ ۷۶ و انسی ـ ۵۷ ـ ۱۲۰۰ ـ ۱۹۷۳ سی باشد.

۶ ـ ۲ سیم‌پیچی جداگانه و اضافی بصورت سری با سیم‌پیچی سوم ترانسفورماتور برای تأمین مقاومت ظاهری لازم و یا بجهت محدود نمودن اتصال کوتاه پذیرفته نخواهد شد، مگر آنکه اسناد و دلایل قابل قبولی ارائه گردد که نشان دهد ملاحظات کافی در طراحی، ساخت و عملکرد این سیم‌پیچی‌ها درنظر گرفته شده است. معذالک ترانسفورماتورهای بدون سیم‌پیچی جداگانه در شرایط یکسان ترجیح داده می‌شوند.

۷ ـ تانک

۷ ـ ۱ تانک ترانسفورماتورباید از فولاد کم کربن نورد شدهٔ گرم ساخته شود، تانک و درپوش آن باید بنحو خوبی آب‌بندی شده و غیرقابل نفوذ گردند. درپوش تانک باید بگونه‌ای باشد که آب روی آن راکد نماند.

واشرها باید از مواد نرم ارتجاعی و غیرقابل حل در روغن از نظر شیمیایی، که تحت تاثیر حرارت روغن قرار نگرفته و آب‌بندی خوبی را در مقابل نفوذ روغن داغ ایجاد کنند، ساخته شوند.

۷ ـ ۲ تانک ترانسفورماتور باید مجهز به دریچه‌هائی روی سطح درپوش تانک با ابعاد مناسب (حدود ۰/۵ متر قطر) برای سهولت دسترسی به مکانیزم تنظیم ولتاژ، قسمت انتهائی بوشینگها، ترانسفورماتورهای جریان، ترمینال های سیم‌پیچ ها و بخشهای بالایی اجزاء ترانسفورماتور که در بالاترین و پائین‌ترین سطوح داخل آن قرار می‌گیرند باشد.

۷ ـ ۳ تانک ترانسفورماتور، رادیاتورها، لوله‌های ارتباطی روغن و کنسرواتور باید ضمن اینکه قادر به تحمل خلاء کامل هستند، تحمل اضافه فشار داخلی معادل با اختلاف ارتفاع پایین‌ترین سطح و بالاترین سطح روغن ترانسفورماتور بعلاوه سطح روغن تانک را داشته باشند.

۷ ـ ٤ هر ترانسفورماتور باید مجهز به بازوهای فولادی نگهدارنده برای نصب برقگیر سیم‌پیچی‌های ولتاژ کم باشد. بازوهای نگهدارنده باید روی تانک یا درپوش ترانسفورماتور محکم شده و در ارتفاعی مناسب و با درنظر گرفتن فواصل ایمنی مجاز نصب شده باشند.

۷ ـ ۵ بدنه خارجی هر ترانسفورماتور باید مجهز به دو ترمینال برای اتصال سیستم زمین به بدنهٔ ترانسفورماتور بوده و در هر ترمینال دو محل اتصال برای وصل هادی زمین (به سطح مقطع ۱۵۰ ـ ۱۲۰ میلی‌متر مربع) درنظر گرفته شده باشد.

۷ ـ ۶ ترانسفورماتور باید مجهز به وسایل مناسبی برای استقرار و حرکت روی ریل آهن باشد که امکان جابجائی آنرا در جهت طولی و عرض در حالتی که پراز روغن است فراهم سازد.

۷ ـ ۷ ساختمان تانک اصلی، تانک‌های کنسرواتور، تانک حاوی تنظیم‌کنندهٔ ولتاژ و سیستم ذخیرهٔ روغن باید با درنظر گرفتن تغییرات درجهٔ حرارتهای موردنظر برای سردترین و گرمترین شرایط سرویس طراحی گردد.

۷ ـ ۸ همهٔ لوله‌های ارتباطی به تانک اصلی باید مجهز به شیر قطع و وصل با نشاندهنده‌های وضعیت باز و بسته و با آب‌بندی مناسب باشند. شیرهای تخلیه و نمونه‌گیری روغن باید همگی در محفظه‌های جعبه مانند تعبیه گردند. تانک ترانسفورماتور باید حداقل شامل شیرهای زیر باشد:

الف) شیر تخلیه بقطر ۱۰۰ میلی‌متر.

ب) دو شیر تصفیه روغن در دو گوشهٔ متقابل تانک بقطر ۵۰ میلی‌متر.

ج) دو شیر نمونه‌گیری با قطر حداقل ۸ میلی‌متر در بالاترین و پائین‌ترین قسمت بدنهٔ تانک.

د) یک سوراخ با درپوش بقطر ۱۵ میلی‌متر برای تخلیه گاز یا هوای جمع شده در بالاترین قسمت تانک.

ه) یک لولهٔ مجهز به دو درپوش در بالای تانک همراه با دو شیر قطع و وصل برای استفاده در عملیات تخلیه هوا و اندازه‌گیری فشار.

۷ ـ ۹ چرخهایی با قابلیت تغییر جهت باید برای استفاده در ریلهای استاندارد با فواصل ۱۴۳۵/۲۹۴۰ میلی‌متر که قابل چرخش به اندازهٔ زاویهٔ °۹۰ باشند، تهیه گردند. برای مستقر نمودن بدنهٔ ترانسفورماتور روی فونداسیون مربوطه یا بروی ریلها، پس از استقرار ترانسفورماتور و برداشتن چرخها از زیر آن، باید ادوات فولادی مناسبی فراهم گردد.

۸ ـ تغییردهندهٔ ولتاژ تحت بار

۸ ـ ۱ تغییردهنده ولتاژ بی‌باری

ترانسفورماتورها باید مجهز به تغییردهنده دستی ولتاژ برای تغییر اتصالات به پله‌های مختلف در سیم‌پیچی سوم باشند. تغییر پله باید فقط موقعی انجام بگیرد که ترانسفورماتور بی‌برق باشد. کنترل تغییردهنده ولتاژ باید شامل دستهٔ عمل همراه با نشاندهنده عقربه‌ای و نیز وسایلی برای قفل نمودن دستهٔ تغییردهنده ولتاژ در هر یک از پله‌های موردنظر باشد.

کنتاکتهای تغییردهنده ولتاژ باید قادر به تحمل جریان کامل اتصال کوتاه ترانسفورماتور بدون هیچگونه صدمه و آسیب دیدن باشند و نیز جریان نامی مستمر بیش از ۱/۲ برابر حداکثر جریان کامل بار سیم‌پیچی سوم را تحمل نمایند. دستهٔ تغییردهنده ولتاژ باید به وسایل مناسبی برای حفاظت در برابر عملکرد ناصحیح مجهز باشد.

۸ ـ ۲ نیازهای عملیاتی

۱) تغییردهنده ولتاژ تحت بار باید برای جریان نامی معادل ۱/۲ برابر بالاترین جریان سیم‌پیچی (پلهٔ کمترین ولتاژ) که تنظیم ولتاژ روی آن سیم‌پیچی انجام می‌گردد، بهمان ترتیبی که در آی ـ ئی ـ سی ـ ۵۴۲ ذکر شده است، طراحی شود.

۲) وسایلی برای جلوگیری از عمل تغییر ولتاژ وقتی که جریان عبوری آنچنان بزرگ است که احتمال صدمه رساندن به سایر اجزاء وجود دارد می‌باید درنظر گرفته شود.

۳) دستگاه تغییردهنده ولتاژ تحت بار باید قادر به تحمل حداکثر جریانهای خطا بدون هرگونه آسیبی باشد.

۴) تغییردهندهٔ ولتاژ تحت بار باید مجهز به سیستم اتوماتیک تنظیم ولتاژ مناسب برای موازی کردن با ترانسفورماتورهای مشابه باشد. نوع و چگونگی عمل تنظیم‌کنندهٔ اتوماتیک ولتاژ در همین بخش تشریح شده است.

*** طراحی و ساخت:**

عمل تغییر ولتاژ (با تجهیزات تعویض کننده پله‌ها) تحت بار میباید توسط مکانیزمی موتوری با درجهٔ اعتماد قابل قبول و حداقل نیاز به نگهداری انجام گیرد؛

تغییردهندهٔ ولتاژ تحت بار باید مطابق اصول دکتر جانسون طراحی شده باشد؛

درجات نشان‌دهنده سطح روغن باید قابل رؤیت از سطح زمین باشند؛

مکانیزم تغییر دهندهٔ ولتاژ می‌باید شامل انتخاب‌کننده‌های پله‌ای همراه با کلید برگردان باشد؛ بخش مربوط به کلید برگردان باید مجهز به یک درپوش بازرسی باشد؛

این مکانیزم باید تماماً در داخل تانک اصلی ترانسفورماتور جا داده شود و توسط لوله به کنسرواتور مربوطه که جدا از کنسرواتور تانک اصلی ترانسفورماتور است ارتباط یابد. رلهٔ جریان روغن باید در روی لولهٔ ارتباطی بین مکانیزم تغییردهندهٔ ولتاژ و کنسرواتور نصب گردیده و همچنین یک رله تشخیص فشار ناگهانی باید روی تانک تغییر دهنده ولتاژ تعبیه گردد. این رله‌ها هر دو می‌باید مجهز به کنتاکتهایی برای صدور فرمان قطع باشند؛

جعبه‌دنده‌ای که میله تغییردهندهٔ پله از طریق آن وارد محفظهٔ تانک ترانسفورماتور می‌گردد باید مجهز به یک نشاندهندهٔ وضعیت پله و همچنین تجهیزات مطمئنی برای هماهنگی پله‌های مکانیزم تغییر ولتاژ ترانسفورماتور باشد.

* تهیه و استقرار:

فرض براینست که تغییردهندهٔ ولتاژ که شامل انتخاب‌کننده پله و کلید برگردان و جعبه مکانیزم عملیات و غیره است همگی بطور کامل تهیه و در کارخانهٔ مربوطه روی ترانسفورماتور نصب و اتصال به سیم‌پیچی مربوطه انجام گردد. معذالک درصورتیکه بدلایل موجهی این مجموعه می‌بایست جداگانه حمل و در محل کارگاه روی ترانسفورماتور نصب گردد، در اینصورت باید کلیهٔ تجهیزات و لوازم مورد نیاز برای نصب صحیح همراه با افراد خبره برای انجام این کار با تضمین لازم توسط پیشنهاددهنده فراهم گردد.

* جعبهٔ مکانیزم عملیات:

درجهٔ حفاظتی مکانیزم باید مطابق با کلاس آی ـ پی ـ ۵۴ طبق استاندارد آی ـ ئی ـ سی ۱۴۴ باشد.

سیم‌پیچی‌های موتور تغییردهندهٔ ولتاژ باید مقاوم در مقابل رطوبت بوده و برای شرایط کار سخت ساخته شده باشد. همچنین یک هندل قابل برداشتن (که درگیر نمودن آن بطور خودکار سبب قفل کردن عملکرد برقی دستگاه می‌گردد) باید برای عملیات دستی در موارد اضطراری فراهم باشد.

جعبه مکانیزم همچنین باید شامل همهٔ تجهیزات کمکی نظیر کلیدهای قطع و وصل، سوئیچ‌های حدی، رله‌ها، کنترل‌کننده‌ها، یکسوکننده‌ها، انتقالگرهای مربوط به نشاندهندهٔ وضعیت پله، ترمینالها و همهٔ تجهیزات ضروری دیگر برای انجام عملیات خودکار در محل و از راه دور باشد. یک گرمکن برقی مناسب کنترل شده با ترموستات نیز باید برای زدودن رطوبت داخل محفظه تعبیه گردد. همچنین یک لامپ روشنائی مناسب که با باز و بسته شدن درب جعبه روشن و خاموش می‌شود باید داخل آن نصب شود.

تمام ارتباطات مشروط و ضروری باید ایجاد گردیده و همه‌گونه پیش‌بینی لازم برای جلوگیری از اجرای غلط عملیات و ممانعت از عمل کردن تنظیم کنندهٔ ولتاژ تحت جریانهای بیشتر از ظرفیت آن باید درنظر گرفته شود.

عملیات تغییر ولتاژ باید با فرمان افزاینده یا کاهنده که توسط یک پالس کوتاه مدت داده می‌شود شروع گردد و بطور خودکار تا خاتمهٔ عمل و تغییر پله موردنظر ادامه یابد و سپس متوقف شود.

یک شمارنده باید برای ثبت تعداد عملکردهای انجام شده در جعبه مکانیزم تعبیه گردد.

پیشنهاددهندگان باید توالی زمانی عملیات تغییردهنده ولتاژ و مدت زمان کار موتور را از زمان شروع تا کامل شدن یک مرحله تغییر پله ارائه نمایند بطوریکه حداکثر زمان برای کل عملیات مذکور از ۸ ثانیه تجاوز نکند. تعداد دور چرخش مکانیزم در هر مرحله عملیات تغییر پله نیز باید مشخص گردد و حداکثر از ۵۰ دور تجاوز ننماید.

موتور تغییردهندهٔ ولتاژ از نظر حفاظتی باید مجهز به یک کلید خودکار محافظت از اضافه جریان با برگشت دستی باشد. مجموعه‌ای از کنتاکتهای وصل شونده باید برای تحریک سیستم هشداردهنده بمنظور نشان دادن «وضعیت غیر هماهنگ» در شرایط سرویس موازی ترانسفورماتورها تامین گردد.

علاوه بر تجهیزات اساسی ذکر شده برای عملیات تغییردهندهٔ ولتاژ، تابلوی کنترل آن نیز باید مجهز به تجهیزات زیر باشد:

- نشاندهندهٔ مکانیکی وضعیت پله با ضامن دستی بمنظور تنظیم حداقل و حداکثر. این نشان‌دهنده باید قابل رویت توسط شخصی که بکمک هندل عملیات تغییر پله را انجام می‌دهد باشد؛
- دکمه‌ها یا کلیدهای «افزاینده و کاهنده» برای فرمان دستی؛
- سویچ انتخاب وضعیت دستی ـ اتوماتیک؛
- متوقف‌کننده‌های مکانیکی و الکتریکی برای ممانعت از ادامهٔ عمل فراتر از وضعیت‌های انتهائی در هر دو جهت؛
- تجهیزاتی برای انجام عملیات از راه دور (از اطاق فرمان یا مرکز دیسپاچینگ)؛
- دکمه برای توقف اضطراری و قطع کلید موتور.

*** تابلوی فرمان راه دور:**

تابلوهای فرمان از راه دور برای تغییردهندهٔ ولتاژ هر یک از ترانسفورماتورها از اطاق کنترل باید تامین گردد. این تابلوها باید شامل کلیه تجهیزات لازم نظیر نشان‌دهندهٔ وضعیت پله، نشان‌دهندهٔ تغییرات افزایشی و کاهشی ولتاژ، دکمه‌هائی برای انجام عملیات افزایش و کاهش پله‌ها، کلیدهای انتخاب وضعیت برای حالتهای دستی ـ اتوماتیک، تکی ـ موازی، پیشرو ـ پیرو، و همچنین رله‌های مورد نیاز برای عملکرد موازی ترانسفورماتورها، باضافهٔ کلیهٔ تجهیزات تکمیلی و تسهیلات مربوط به تنظیم ولتاژ اتوماتیک از جمله رلهٔ جبران افت ولتاژ به ترتیبی که در بند ۸ ـ ۲ مشخص گردیده است، هشداردهنده‌های وضعیت غیرهماهنگ و سایر هشدارهای مشخص شده در پاراگراف بعدی باشند.

بطور عادی دو ترانسفورماتور بصورت موازی عمل خواهند نمود و برای آنها یک جعبهٔ فرمان مشترک یا تابلوهای جداگانه‌ای همراه با وسایل انتخاب ترتیب پیشرو ـ پیرو و غیره به شرح قبلی باید فراهم گردد.

*** هشدارها و علائم نشاندهنده:**

هشدارها و علائم زیر باید در تابلوی فرمان راه دور (اطاق کنترل) درنظر گرفته شوند:

- خطای تغذیهٔ موتور؛
- خطای تغذیه مدار کنترل؛
- قطع اتوماتیک موتور محرک؛
- تغییردهنده ولتاژ در حال عمل؛
- عمل غیر هماهنگ تغییردهنده‌های ولتاژ در شرایط سرویس موازی ترانسفورماتورها؛
- تأخیر در تغییر ولتاژ؛
- وضعیت دستی / اتوماتیک.

۸ ـ ۳ تنظیم‌کننده اتوماتیک ولتاژ

تجهیزات کنترل اتوماتیک باید روی تابلوی تغییردهنده ولتاژ در اطاق کنترل نصب گردیده یا داخل تابلوهایی قرار گیرند که می‌باید حاوی کلیهٔ رله‌های تنظیم کنندهٔ ولتاژ و رله‌های تأخیرزمانی، رله‌های برگشت قدرت، ترانسفورماتورهای فرعی جریان، جبران‌کنندهٔ افت ولتاژ (مناسب برای جریان بار در هر دو جهت)، رئوستاها، ولتمترها به همراه کلیدهای انتخاب برای نشان دادن ولتاژ باشند.

جهت جلوگیری از تنظیم غیرضروری بهنگام اختلال در تشخیص ولتاژ می‌باید پیش‌بینی‌های لازم بعمل آید.

تجهیزات فرمان اتوماتیک باید شامل اجزایی متاثر از ترکیب ولتاژ ثانویه و عبوری ترانسفورماتور باشد تا عمل تنظیم را متناسب با بار شبکه انجام دهد. جبران‌کننده افت ولتاژ در اثر جریان بار باید از نوع مقاومتی و القایی بوده و بطور کامل همراه با ترانسفورمرهای جریان لازم تهیه گردد.

فرمان کنترل از راه دور (اطاق کنترل) می‌باید هم برای فرمان دستی بصورت تکی، و هم برای فرمان اتوماتیک در حالت موازی مناسب باشد.

وسایل متوقف‌کننده عمل در وضعیت ولتاژ زیاد و ولتاژ کم باید مستقل از تجهیزات تنظیم‌کننده ولتاژ تعبیه گردد تا عمل تغییر ولتاژ را در صورت اشکال کار تنظیم کننده ولتاژ یا اختلال در کار تشخیص ولتاژ متوقف نماید.

۸ ـ ٤ کنترل و بازرسی از دور

در تابلوی تغییردهنده ولتاژ باید پیش‌بینی‌های لازم برای کنترل و بازرسی از دور (دیسپاچینگ) با امکان نشان دادن وضعیت مطابق با نیازهای مرکز کنترل خریدار همچنین امکان تنظیم از راه دور سیستم تغییردهنده اتوماتیک ولتاژ بعمل آید.

۹ ـ تجهیزات خنک‌کننده

کلیات

۱) ترانسفورماتورها باید در مرحلهٔ نخست شامل سیستم خنک شدن طبیعی روغن باشند که با گرم شدن بیشتر روغن و سیم‌پیچ توسط دو مرحلهٔ دیگر خنک‌کنندگی تداوم می‌یابد. ایندو مرحله بصورت دو گزینهٔ مختلف دسته‌بندی می‌شود. یکی شامل دو مرحلهٔ متوالی دمیدن هوا توسط دمنده‌ها است و دیگری شامل یک مرحلهٔ دمیدن هوا و بدنبال آن مرحله رانش روغن توسط پمپ همزمان با کار دمنده‌ها، مطابق با مقادیر مشخص شده در جداول مربوطه می‌باشد.

رادیاتورها باید بگونه‌ای طراحی شده باشند که براحتی برای تمیز نمودن یا رنگ‌آمیزی قابل دسترسی بوده، همچنین بنحوی روی بدنه قرار بگیرند که بهنگام تخلیه تانک ترانسفورماتور روغن رادیاتورها نیز بطور کامل تخلیه شود و در هنگام پر کردن تانک از روغن نیز هوای آن بداخل تانک ترانسفورماتور رانده شود تا اطمینان خاطر از عدم تجمع حبابهای گاز در آنها حاصل گردد.

هر یک از رادیاتورها باید به تنهایی و بدون نیاز به جابجایی رادیاتورهای دیگر قابل تعویض کردن باشند. در محل اتصال هر رادیاتور به تانک باید یک شیر قابل قفل شدن در وضعیت باز و بسته و دارای نشانهٔ باز یا بسته بودن درنظر گرفته شود.

جابجا نمودن و برداشتن هر یک از رادیاتورها باید بدون قطع کل سیستم دمندهٔ هوا امکان‌پذیر باشد. رادیاتورها باید دارای گیره‌هایی برای حمل و جابجائی و نیز دارای یک دریچه تخلیهٔ هوا در بالای رادیاتور و دریچهٔ تخلیهٔ روغن درپائین رادیاتور باشند (هر دو دریچه باید توسط درپوشهای مناسب پوشیده شوند).

۲) تجهیزات لازم برای حفاظت موتور دمنده‌های هوا باید تأمین گردد. کلیدهائی برای آزمایش هر گروه از دمنده‌ها نیز باید فراهم شود. همهٔ سیم‌کشی‌ها و یا کابل‌کشی‌های بیرونی ترانسفورماتور باید در داخل حفاظ پوششی قرار گیرند.

۳) هر دمنده و حفاظ آن با موتور مربوطه باید مجموعهٔ واحدی را تشکیل بدهد. موتور دمنده‌ها باید از نوع اونیورسال با ساختمانی کاملاً دربسته باشد.

٤) تجهیزات کنترل کننده سیستم‌های خنک‌کننده باید کاملاً اتوماتیک بوده، طراحی آن براساس شروع و خاتمهٔ کار موتورهای دو مرحلهٔ دمنده یا یک مرحله دمنده و یک مرحله رانش روغن طبق نیازهای حرارتی موردنظر انجام گردیده و شامل یک کلید گردان مغناطیسی با کنتاکتهای کمکی برای هشدار همراه با سایر وسایل کمکی مورد نیاز باشد.

کلیدهایی برای کنترل دستی و اتوماتیک هر گروه دمنده باید تهیه شود. یک رله ولتاژ کم یا وسیلهٔ مشابهی جهت اعلام هشدار برای خطای دمنده‌ها و یا بمنظور اعلام قطع تغذیه کمکی نیز باید تهیه شود.

کلیدهای حفاظت موتورها درصورتیکه ذکر دیگری نشده باشد، باید به حداقل یک سری کنتاکت کمکی (به حالت بسته در وضعیت باز بودن کلید) مجهز باشند.

هر کنتاکتور باید فیوز مربوط به خود را داشته و مابین این فیوز و سایر عناصر حفاظتی گزینش مناسب حفاظتی وجود داشته باشد. کلید حفاظتی هر یک از موتورها می‌باید در بالادست به فیوز یا کلید مینیاتوری حساسی برای حفاظت اتصال کوتاه مجهز بوده و نوع مشخصات آنها بگونه‌ای باشد که گزینش ترتیب قطع آنها در مدار بطور کامل هم با فیوزها یا کلیدهای مینیاتوری اصلی بالادست و هم با رله حفاظت افزایش بار کلیدهای حفاظتی موتور تحت هرگونه شرایط بار وجود داشته باشد.

۹ ـ ۱ خنک شدن با کمک دمنده‌های هوا

برای ترانسفورماتورهائی با خنک شدن طبیعی در مرحلهٔ نخست و خنک شدن با کمک دمنده‌های هوا در مرحلهٔ دوم و سوم (اونان ـ اوناف ۱ ـ اوناف ۲) تمامی ملزومات مربوط به خنک شدن با کمک دمنده‌های هوا مربوط به مرحله دوم برای مرحلهٔ سوم نیز، علاوه بر کار دمنده‌های مرحله سوم، بکار خود ادامه می‌دهند.

۹ ـ ۲ خنک شدن با کمک رانش روغن

ترانسفورماتورهایی که با خنک شدن طبیعی در مرحلهٔ اول و خنک شدن با کمک سیستم دمنده‌های هوا در مرحلهٔ دوم کار می‌کنند لازم است به تجهیزات تکمیلی خنک‌کننده رانش روغن در مرحلهٔ سوم (بصورت اونان ـ اوناف ـ اوفاف) با مشخصات زیر مجهز گردند:

۱) پمپ‌های گردش روغن باید توسط موتورهایی که مستقیماً به آنها متصل است به گردش درآیند و نشان‌دهندهٔ جهت چرخش پمپ روی آن مشخص باشد.

۲) منطقهٔ غیرحساس (ناحیه مابین تنظیم شروع هر مرحله از خنک شدن و شروع مرحلهٔ بلافاصله بعدی) باید باندازه کافی وسیع باشد تا سبب قطع و وصل‌های متناوب و غیرضروری سیستم‌های خنک‌کننده نگردد. منطقه غیرحساس باید برحسب درجهٔ حرارت سانتیگراد توسط پیشنهاددهنده مشخص گردد.

۳) تغذیهٔ کمکی موتور دمنده(ها) و یا پمپ(ها) هر یک باید به دو گروه جداگانه تقسیم گردد.

٤) برای انتخاب حالت عملیات دستی ـ اتوماتیک کلیدهایی از نوع فشاری گردان باید مورد استفاده قرار گیرند. این کلیدها باید از نوع دوپل باشند که یک پل برای کنترل کلید حفاظتی موتور مربوطه و دیگری برای مدار هشدار مورد استفاده قرار گیرد.

۵) تجهیزات هشداردهنده زیر (با کنتاکتهای درحالت عادی باز) برای نشان دادن خطا می‌باید تهیه گردند. بطوریکه برای روشهای خنک کردن موردنظر قابل استفاده باشند:

الف) خطای دمنده‌ها برای هر واحد یا مجموعهٔ رادیاتورهای خنک‌کننده؛

ب) خطای هر واحد رانش روغن شماره ۱، ۲، ۳ و ... (برحسب نیاز)؛

ج) جریان کم روغن برای هر واحد رانش.

٦) کنتاکتهای نشان‌دهنده زیر باید برای روشن نمودن لامپهای هشداردهنده تهیه شوند:

الف) دمنده‌های هوا درحال کار (برای هر مرحله)؛

ب) سیستم رانش روغن در حال کار (برای هریک از واحدهای رانش)؛

ج) سیستم خنک‌کننده در وضعیت فرمان اتوماتیک؛

د) سیستم خنک‌کننده در وضعیت فرمان دستی.

۹ ـ ۳ همه قسمتهای سیستم خنک کننده باید مطابق استاندارد ای ـ اس ـ او شمارهٔ ۱٤٦۱ گالوانیزه شوند و بدون هرگونه نشد روغن قادر به تحمل اضافه فشار داخلی باندازهٔ ۰/۳ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع در درجهٔ حرارت ۹۰°c باشند.

۱۰ ـ بوشینگ‌ها

کلیات

برای دربرگرفتن کلیه شرایط محیطی، و برای همهٔ سطوح ولتاژ می‌باید دو نوع مختلف بوشینگ یکی برای شرایط آلودگی زیاد و دیگری برای شرایط آلودگی متوسط طراحی و ساخته شود. بوشینگها باید برای همهٔ انواع ترانسفورماتورهای موردنظر قابل استفاده باشند.

بوشینگهای هم‌ولتاژ باید قابل تعویض با یکدیگر باشند. بوشینگها باید در مقابل روغن، هوا و آب نفوذناپذیر باشند.

بوشینگهای با ولتاژ نامی ٦۳ کیلوولت و بالاتر باید از نوع خازنی حاوی روغن و مجهز به توپ قرمز قابل رویتی از سطح زمین برای نشان دادن سطح روغن باشند، همچنین دارای پلهٔ کوچک خازنی برای اندازه‌گیری ولتاژ و آزمایش ضریب قدرت و غیره در قسمت پائین بوشینگ باشند.

سایر خصوصیات

۱۰ ـ ۱ بوشینگها باید بگونه‌ای طراحی شده باشند که از جمع شدن گازهای قابل انفجار در آن‌ها پیشگیری شده و گردش روغن در آنها برای انتقال گرمای داخلی بحد کافی تأمین گردیده باشد. روغن داخل بوشینگها باید مطابق استانداردهای مربوط به روغن ترانسفورماتور بوده و برای اینکار مناسب باشد.

۱۰ ـ ۲ بوشینگهای خازنی باید دارای یک میلهٔ هادی در محور وسط باشند. بطوریکه در پائین به سر سیم پیچی‌ها اتصال یافته و در بالا به ترمینال هوایی وصل شود. کلیهٔ وسایل و مواد مربوط به اتصالات نیز باید تأمین گردند.

۱۰ ـ ۳ بوشینگها باید همراه با ترانسفورماتورهای جریان بوشینگی باشند. طراحی بوشینگ باید بگونه‌ای باشد که امکان نصب یا برداشتن ترانسفورماتورهای جریان را بدون جابجا نمودن درپوش تانک فراهم سازد. همچنین برداشتن و جابجائی بوشینگها باید بدون صدمه و جابجایی ترانسفورماتورهای جریان امکان‌پذیر باشد.

۱۰ ـ ٤ یراق‌آلات و قطعات سخت و تجهیزات کامل کننده باید از جنس فولاد گالوانیزه یا آهن چکش‌خوار یا فلز غیرمغناطیسی باشد. استقرار بوشینگها روی ترانسفورماتور باید بگونه‌ای باشد که حداقل فاصلهٔ الکتریکی لازم برای سطح عایقی مابین قسمتهای برقدار با یکدیگر و یا قسمتهای زمین شده فراهم گردد.

۱۰ ـ ۵ بوشینگها و تجهیزات همراه آنها باید هم از خارج و هم از داخل بدون تخلیه جزئی (کرونا) باشند.

۱۱ ـ ترانسفورماتورهای جریان بوشینگی

۱۱ ـ ۱ ترانسفورماتورهای جریان بوشینگی همانطور که در جداول مشخص گردیده است در ترانسفورماتورها موردنیاز می‌باشند.

۱۱ ـ ۲ ترانسفورماتورهای جریان باید برای اندازه‌گیری و تغذیه رله‌ها مناسب بوده، مطابق با استاندارد آی ـ ئی ـ سی ـ شمارهٔ ۱۸۵ و بی ـ اس ـ شمارهٔ ۳۹۳۸ از نظر نسبت تبدیل، طبقه‌بندی دقت، محدوده‌های مکانیکی و حرارتی، نامگذاری پلاریته و آزمایشات باشند. همهٔ سرسیم‌های مربوط به پله‌های سیم‌پیچی ترانسفورماتورهای جریان باید به جعبه ترمینالهای مربوطه منتهی گردند. سیم‌های انعطاف‌پذیری باید پله‌های مختلف ثانویه هر ترانسفورماتور جریان را از مسیری که از پوشش محافظ مناسبی عبور داده می‌شود به تابلوی اصلی ترمینالهای ترانسفورماتور ارتباط بدهد.

۱۱ ـ ۳ ترانسفورماتورهای جریان باید مجهز به تیغه‌های اتصال کوتاه در جعبه ترمینالهای مربوطه باشند.

۱۱ ـ ٤ ترانسفورماتورهای جریانی که در داخل محفظه گلویی زیر بوشینگ‌ها نصب می‌گردند باید دارای جعبه ترمینال آب‌بندی شده روی سطح گلویی باشند تا سرهای خروجی مربوط به پله‌های ثانویه آنها به این جعبه هدایت گردند (اینکه نصب این گلویی‌ها روی ترانسفورماتورها در کارخانه و یا در کارگاه انجام می‌شود باید توسط پیشنهاددهنده اعلام گردد). در هر حال اتصالات لازم برای ارتباط بین جعبه ترمینال هر ترانسفورماتور جریان با تابلوی ترمینالهای ترانسفورماتور می‌باید در کارخانه انجام شود و یا تجهیزات لازم جهت اجرای آن در کارگاه فراهم گردد.

۱۱ ـ ۵ ترانسفورماتورهای جریان باید برای کار در حداکثر درجه حرارت ممکن واسطهٔ خنک‌کننده (روغن ۱۱۵° سانتی‌گراد) و حداکثر درجهٔ حرارت متوسط طی ۲٤ ساعت (روغن ۱۰۵ درجهٔ سانتی‌گراد) طراحی شده باشند.

۱۱ ـ ۶ خصوصیات عایقی مورد نیاز باید طبق استاندارد آی ـ ئی ـ سی ـ شماره ۱۸۵ مادهٔ ۱۶ باشد. معذالک ولتاژ آزمایش در هر حال باید ٤ کیلو ولت ـ مؤثر باشد.

۱۱ ـ ۷ قابلیت تحمل جریانهای مداوم بار و تحمل حرارتی جریان اتصال کوتاه (۲ ثانیه) در ترانسفورماتورهای جریان می‌باید با نیازهای مشابه ترانسفورماتورهای قدرت برای سطوح ولتاژ مربوطه منطبق باشد.

۱۲ ـ ملحقات

کلیات

کلیه نشاندهنده‌ها، وسایل اندازه‌گیری، رله‌ها و اندازه‌گیری‌های درجهٔ حرارت باید بگونه‌ای روی ترانسفورماتور نصب شوند که ارتعاشات ترانسفورماتور به آنها منتقل نگردد. کنتاکتهای لوازم فوق باید نسبت به زمین عایق شده و از نوع حرکت سریع یا نوع جیوه‌ای باشند. کنتاکتهای هشداردهنده و کنترل باید در شرایط عادی باز بوده خود تنظیم باشند (بجز کنتاکتهای فشار ناگهانی)، و نیز مناسب ولتاژ DC داخل پست باشند. ترمینال همهٔ کنتاکتها و وسایل مورد استفاده برای اتصالات می‌باید به ترمینالهای داخل تابلوی ترمینال هدایت شوند. حداقل جریان نامی کنتاکتهای مربوط به هشداردهنده‌ها باید ۰/۵ آمپر و حداقل جریان نامی کنتاکتهای کنترل باید ۵ آمپر باشد. همچنین کلیهٔ رله‌های کمکی لازم باید تامین گردند.

ترانسفورماتور باید شامل ملحقات زیر باشد:

۱۲ ـ ۱ کنسرواتور

حجم تانک کنسرواتور باید حداقل ۱۵ درصد حجم کل روغن باشد. تانک کنسرواتور باید با ایجاد شیب مناسبی در کف آن روی ترانسفورماتور قرار گیرد. کف کنسرواتور در انتهای شیب باید مجهز به یک شیر تخلیه همراه با صافی با اندازهٔ مناسب و با درپوش لازم باشد.

کنسرواتور باید دارای دریچه دسترسی، شیر پر نمودن روغن همراه با درپوش مناسب و گیره‌هایی برای بلند کردن آن باشد لولهٔ ارتباطی مابین کنسرواتور و تانک ترانسفورماتور باید دارای یک شیر قطع کننده با نشاندهنده وضعیت باز یا بسته بودن، واقع در سمت کنسرواتور و نیز مجهز به یک رلهٔ دو وضعیتی تشخیص گاز باشد.

کنسرواتور باید بطور کامل در مقابل نفوذ هوا آب‌بندی گردد که این امر باید از طریق یک محفظه هوایی مقاوم در مقابل هوا و روغن که به تنفس‌گر سیلیکاژل متصل است انجام گیرد.

کنسرواتور باید مجهز به نشان دهنده سطح روغن باشد. نشان‌دهندهٔ مغناطیسی سطح روغن کنسرواتور، که باید از سطح زمین قابل رویت باشد باید روی سطح خارجی کنسرواتور نصب گردد. عقربه (عامل) نشاندهنده باید نمایانگر سطوح حداکثر، حداقل و نرمال باشد. نشاندهندهٔ سطح روغن باید شامل کنتاکتهایی برای آلارم نیز باشد.

۱۲ ـ ۲ رله دو وضعیتی تشخیص گاز (رلهٔ بوخهولتس)

رلهٔ تشخیص گاز دو وضعیتی، باید روی لولهٔ ارتباطی مابین کنسرواتور و تانک ترانسفورماتور قرار گیرد. رله باید مجهز به دو سری کنتاکت باشد. یک سری کنتاکت برای وصل مدار هشدار بخاطر تجمع تدریجی گاز در محفظه و سری دیگر برای فرمان قطع ترانسفورماتور در اثر جریان ناگهانی و سریع روغن. یک لولهٔ مسی بقطر ۵ میلی‌متر نیز باید منفذ مخصوص آزمایش روی رله را به شیر کوچکی واقع در نزدیکی سطح زمین (بمنظور سهولت نمونه‌گیری از گاز) مرتبط نماید.

۱۲ ـ ۳ نشاندهنده درجه حرارت سیم‌پیچی

نشاندهنده های عقربه‌ای درجهٔ حرارت سیم‌پیچی (به همراه وسیله‌ای برای تنظیم)، یکی برای سیم‌پیچی های ولتاژ زیاد و دیگری برای سیم‌پیچی های ولتاژ کم، و سومی برای سیم‌پیچی سوم، مناسب برای ترکیب درجهٔ حرارت روغن و جریان سیم‌پیچی باید تامین گردند. این نشاندهنده‌ها برای تشخیص درجهٔ حرارت گرمترین نقطهٔ سیم‌پیچی ترانسفورماتور بکار گرفته می‌شود.

نشاندهنده‌ها باید روی بدنهٔ ترانسفورماتور در ارتفاع قابل دسترسی و رؤیت از سطح زمین نصب گردند. نشاندهنده‌های درجهٔ حرارت باید مجهز به سری‌های جداگانه‌ای از کنتاکتهای قابل تنظیم برای انجام عملیات زیر باشند:

۱) امکان کنترل اتوماتیک سیستم خنک‌کننده؛

۲) تحریک مدار هشدار؛

۳) تحریک مدار فرمان قطع.

۱۲ ـ ٤ نشاندهنده درجه حرارت روغن

نشاندهندهٔ عقربه‌ای درجه حرارت روغن بهمراه عنصر حساس آن که در حول و حوش گرمترین موقعیت روغن قرار می‌گیرد باید تهیه شود. نشاندهنده باید روی بدنه ترانسفورماتور و در مجاورت نشاندهنده درجه حرارت سیم‌پیچی‌ها نصب گردد. نشاندهنده درجه حرارت باید مجهز به کنتاکتهای قابل تنظیم زیر باشند:

۱) کنتاکتهایی برای امکان کنترل اتوماتیک سیستم خنک‌کننده؛

۲) تحریک مدار هشدار؛

۳) تحریک مدار فرمان قطع؛

٤) کنتاکتهایی برای امکان قطع اتوماتیک سیستم خنک‌کننده.

۱۲ ـ ۵ سیستم کنترل خنک‌کننده‌ها

کنترل خنک کننده ها باید بگونه‌ای طراحی شود که شروع بکار هر مرحله از سیستم های خنک کننده، با فرمان مشترک همزمان تشخیص دهنده های درجه حرارت سیم‌پیچی و روغن انجام پذیرد درحالیکه توقف هر مرحله از سیستم خنک کننده فقط با فرمان تشخیص دهنده درجه حرارت روغن انجام گردد.

۱۲ ـ ۶ دستگاه تخلیه فشار

ترانسفورماتور باید مجهز به دستگاه تخلیه فشار خودکار، از نوع قابل تنظیم و بگونه‌ای باشد که در آن از قطعاتی که پس از هر عمل ضرورت به تعویض دارند استفاده نشده باشد. عمر دستگاه و همهٔ قسمتهای وابسته به آن باید با عمر دیگر قسمتهای ترانسفورماتور قابل مقایسه باشد. کنتاکت محلی و کنتاکت هشداردهنده باید بترتیب برای نشاندادن عملکرد قابل رؤیت روی دستگاه و نشاندهنده در اطاق کنترل درنظر گرفته شوند. یک جعبهٔ فلزی برای محافظت دستگاه از ضربات مکانیکی، در موقعیت قرار گرفته روی ترانسفورماتور نیز باید درنظر گرفته شود.

۱۲ ـ ۷ ترمینالهای سیم‌پیچی سوم

سرهای سیم پیچی سوم که به بوشینگهای مربوطه روی ترانسفورماتور ختم می‌شوند باید در داخل جعبه فلزی مناسبی روی ترانسفورماتور جای بگیرند. جعبه مذکور باید برای ورود کابلهای تک‌رشته خشک فشارقوی مناسب باشد. ترمینالهای کابل و نیز کابل‌گیرها و بقیه وسایل ضروری برای ورود و اتصال صحیح و کامل کابلها نیز باید فراهم شوند.

۱۳ ـ تابلوی مارشالینگ (جعبهٔ ترمینال و تابلوی کنترل خنک‌کننده‌ها)

۱۳ ـ ۱ جعبهٔ ترمینال و سیم‌کشی

جعبه ترمینال می باید دارای ساختمانی مقاوم در برابر تأثیرات جوی بوده، اتصالات لوله‌ها به جعبه ترمینال از نوع رزوه‌ای باشند. جعبه ترمینال و تابلوی کنترل خنک‌کننده‌ها می‌توانند بطور جدا باشند یا بصورت یک تابلوی واحد درآیند.

تابلوها باید مجهز به درب لولایی بوده و درب آنها در موقعیت قابل دسترسی نصب گردد. در کف تابلوها باید یک ورقهٔ صاف جهت انجام اتصالات لوله‌های ورودی نصب گردیده باشد. بلوک ترمینالها باید دارای پایه و دیواره‌هایی برای نصب که به صورت یکجا قالب‌ریزی شده است باشند و قطعات هادی برنجی مربوط به اتصال هادیها داخل آنها قرار گیرند و مناسب برای ولتاژ حداقل ۶۰۰ ولت باشند. ترمینالها همراه با پیچ و واشر بوده و طول کافی برای ارتباط دو هادی در یک اتصال پیچی را داشته باشند و فاصلهٔ هر دو ترمینال مجاور نباید کمتر از ۱۱ میلی‌متر باشد.

نوارهای شماره‌گذاری به تعداد و اندازهٔ کافی، که توسط پیچ به بدنه ترمینالها محکم شده باشند با ۱۰ درصد اضافه بعنوان یدک می‌باید تامین گردند. همچنین ۲۰ درصد ترمینالها بصورت اضافی در داخل جعبه‌ها باید پیش‌بینی شوند.

سایر نیازها

- اندازه هادیهای ارتباطی باید براساس نیاز بوده و در هر صورت از ۲/۵ میلیمتر مربع (برای مدار ترانسفورماتورهای جریان حداقل ٤ میلیمترمربع) کمتر نباشند؛
- کلیدهای مینیاتوری برای تغذیهٔ مدارهای کمکی باید در این تابلوها نصب گردند؛
- درجهٔ حفاظت محیطی تابلوها باید حداقل آی ـ پی ٥٤ برطبق استاندارد آی ـ ئی ـ سی ١٤٤ باشد.

۱۳ ـ ۲ تابلوی کنترل خنک‌کننده‌ها

علاوه بر نیازهای کاربردی یاد شده، یک تابلوی کنترل (جدا از نیازهای کنترل تغییردهندهٔ ولتاژ) باید دربرگیرندهٔ وسایل زیر باشد:

۱) تجهیزات کنترل خنک‌کننده‌ها و تجهیزات جانبی مربوطه؛

۲) چراغ عمل کننده با باز و بسته شدن درب؛

۳) گرمکن برقی برای زدودن رطوبت همراه با تجهیزات با کنترل ترموستات؛

٤) پریزهای سه‌فاز و تک‌فاز با مقادیر جریان نامی مناسب برای کار دستگاههای تصفیه و جابجائی روغن؛

٥) فیوزهایی با نوع و مشخصات مورد تائید؛

٦) ترانسفورماتورهای خشک برحسب نیاز برای تامین ولتاژ کنترل AC همراه با فیوزهائی در سمت ولتاژ کم. عبور سیم‌ها به داخل تابلوی کنترل باید از مسیرهای سرپوشیده مناسب و محفوظی انجام گیرد مگر در نزدیکی محل ورود به تابلو که باید از لوله‌های انعطاف‌پذیر برای عبور آنها استفاده گردد. تابلو باید مجهز به قفل مناسب باشد و سطح داخلی تابلو باید با یک لایه رنگ ضد رطوبت پوشش داده شود.

۱٤ ـ ارزیابی هزینه‌ای (هزینهٔ سرمایه‌گذاری و تلفات)

تلفات ترانسفورماتور بازاء مقادیر نامی، مقدار تضمین شده فرض می‌شود. در مقایسهٔ پیشنهادات مختلف، میزان هزینه بازاء تلفات تضمین شده مورد نظر قرار گرفته و به قیمت اسمی اضافه می‌گردد. در اینرابطه توجه شود که تلفات بار عبارت از جمع تلفات جداگانه سیم‌پیچ‌ها در قدرتهای نامی آنها خواهد بود.

این جمع تلفات بار برای ترانسفورماتورهای سه سیم‌پیچی باید با توجه به رابطهٔ زیر محاسبه گردد.

تلفات سیم‌پیچی سوم (در قدرت نامی سمت سیم‌پیچ سوم) + تلفات سمت ولتاژ کم (در قدرت نامی سمت ولتاژ کم) + تلفات سمت ولتاژ زیاد (در قدرت نامی سمت ولتاژ زیاد)

تلفات هر سیم‌پیچی به تنهایی مطابق با روش دوبدو از اندازه‌گیری مقادیر تلفات دوبدوی HV/LV، HV/TV، LV/TV بدست خواهند آمد.

نرخ محاسبه هزینه تلفات بصورت زیر می‌باشد:

ـ تلفات بی‌باری در ولتاژ نامی برابر ۱۹۰۰ دلار آمریکا برای هر کیلووات؛

ـ تلفات بار در قدرت نامی بعلاوه تلفات تجهیزات جانبی (خنک‌کننده‌ها، پمپ‌ها و غیره): ٦۵۰ دلار آمریکا برای هر کیلووات.

پذیرش ترانسفورماتورها با تلفات اندازه‌گیری شده بیش از مقادیر تضمین شده، براساس یکی از حالتهای زیر انجام خواهد گرفت:

۱ ـ در صورتیکه تلفات کل یا تلفات هر بخش بیش از مقادیر تضمین شده ولی درحد تلرانس‌های مذکور در استاندارد آی ـ ئی ـ سی شماره ۱ ـ ۷٦ باشد، ترانسفورماتورها با این شرط پذیرفته خواهند شد که سایر نیازهای فنی مشخص شده طبق قرارداد را برآورده نمایند. در اینحالت اعمال جریمه برای تلفات افزون بر مقادیر تضمینی براساس نرخهای تعیین شده در فوق خواهد بود.

۲ ـ در صورتیکه تلفات کل یا تلفات هر بخش خارج از تلرانسهای مندرج در استاندارد آی ـ ئی ـ سی شمارهٔ ۱ ـ ۷٦ باشند، پذیرش ترانسفورماتورها منوط به تصمیم خریدار خواهد بود. معذالک درصورت پذیرفتن می‌باید جرائم یاد شده در فوق اعمال گردد.

۱۵ ـ رنگ و پرداخت نهائی

۱) گالوانیزه نمودن قطعات باید برطبق استاندارد آی ـ اس ـ او شمارهٔ ۱٤٦۱ (سال ۱۹۷۳ یا آخرین انتشار) انجام گیرد.

۲) رنگ کاری خارجی ـ رنگ روی قطعات آهنی و صفحات فولادی و جعبه‌ها باید از چهار لایه پوشش به ضخامت هر یک حداقل ٤۰ میکرون تشکیل گردد. یک لایهٔ زیر رنگ اولیه، پوش دوم و سوم روغنی غیربراق و در نهایت پوشش رنگی مقاوم در مقابل هوا با ضخامت کلی حداقل ۱٦۰ میکرون.

۳) رنگ آمیزی داخلی ـ داخل تابلوی کنترل و تابلوهای دیگر باید با سه لایه که لایه سوم مقاوم در مقابل رطوبت باشد، رنگ‌آمیزی گردد.

۱٦ ـ نیازها از نظر زمین‌لرزه

ترانسفورماتورهائی که بطور کامل مونتاژ و نصب می‌گردند (بعلاوه کلیه ملحقات آنها) باید طوری طراحی شده باشند که نیروهای دینامیکی زمین‌لرزه را بدون هرگونه صدمه‌ای تحمل نمایند. شتابهای افقی و عمودی زلزله باید در همان جهتی هدایت و خنثی گردند که شدیدترین وضعیت بارگذاری ترانسفورماتور و ملحقات آن ایجاد می‌نمایند (مقدار این شتاب بطور عموم باید ۰/۳ شتاب ثقل زمین درنظر گرفته شود مگر در شرایط خاصی که توسط خریدار مشخص گردیده باشد)

۱۷ ـ ضربه شوک و انحراف از شاقول

ترانسفورماتورها باید از آنچنان طراحی، مواد و ساختی برخوردار باشند که در اثر وارد آمدن شوک و ضربات احتمالی در ضمن بارگیری، تخلیه، نقل و انتقالات زمینی و دریایی یا هرگونه جابجایی تا حد ۳ برابر شتاب ثقل زمین درهر یک از جهات (طول، عرض، ارتفاع) آسیبی به آنها وارد نگردد. انحراف از قائم تا میزان حداکثر ۱۵ درجه نسبت به خط شاقول نیز نباید سبب وارد آمدن صدمه به ترانسفورماتور گردد.

۱۸ ـ روغن ترانسفورماتور

۱۸ ـ ۱ کیفیت

روغن ترانسفورماتور باید از نوع روغن عایق، استفاده نشده، و بدست آمده از پالایش و تصفیهٔ نفت باشد. این روغن باید از محصولات نفتی خالص با پایهٔ نفتان برای مناطق طبقه‌بندی شده ۲ و پایه نفتان یا پارافین برای نیاز مناطق طبقه‌بندی شده ۱ باشد. روغن باید بدون هرگونه مادهٔ ضداکسید کنندگی (بعبارت دیگر روغن بدون مواد افزودنی) و مطابق با استاندارد آی ـ ئی ـ سی ـ شمارهٔ ۲۹٦ (مربوط به سال ۱۹۸۲ یا آخرین انتشار آن) باشد.

۱۸ ـ ۲ مشخصات روغن

مشخصات	واحد	کلاس ۱	کلاس ۲
چسبندگی جنبشی	میلی‌متر مربع بر ثانیه		
	در 40° سانتی‌گراد	کوچکتر یا مساوی ۱۶/۵	کوچکتر یا مساوی ۱۱۰
	در 20° سانتی‌گراد	کوچکتر یا مساوی ۴۰	کوچکتر یا مساوی ۲۵
	در 15°- سانتی‌گراد	کوچکتر یا مساوی ۸۰۰	—
	در 30°- سانتی‌گراد	—	کوچکتر یا مساوی ۱۸۰۰
درجه حرارت اشتعال	درجه سانتی‌گراد	بزرگتر یا مساوی ۱۴۰	بزرگتر یا مساوی ۱۳۰
درجه حرارت خمیری شدن	درجه سانتی‌گراد	کوچکتر یا مساوی ۳۰-	کوچکتر یا مساوی ۴۵-

مشخصات	واحد	عوامل مشترک در کلاسهای ۱ و ۲
شکل ظاهری	—	رنگ روشن و بدون هرگونه مواد معلق یا ته‌نشینی
چگالی	کیلوگرم بردسیمترمکعب	
	در 20° سانتی‌گراد	کوچکتر یا مساوی ۰/۸۹۵
کشش سطحی	نیوتن بر متر	
	در 25° سانتی‌گراد	بزرگتر یا مساوی 40×10^{-3}
درجهٔ خنثی بودن	میلی‌گرم پتاس بر گرم روغن	کوچکتر یا مساوی ۰/۰۳
خورندگی گوگردی	—	غیرخورنده
مقدار آب محلول	میلی‌گرم بر کیلوگرم روغن	کوچکتر یا مساوی ۴۰
مواد افزودنی ضداکسیدکننده	—	غیرقابل تشخیص
درجهٔ خنثی بودن	میلی‌گرم پتاس بر گرم روغن	کوچکتر یا مساوی ۰/۴
مقدار لجن روغن	درصد وزنی روغن	کوچکتر یا مساوی ۰/۱
ولتاژ شکست عایقی	کیلوولت	
ـ روغن تازه قبل از تصفیه		بزرگتر یا مساوی ۳۰ کیلوولت
ـ روغن بعد از تصفیه		بزرگتر یا مساوی ۵۰ کیلوولت
ضریب تلفات	در 90° سانتی‌گراد	
	فرکانس ۴۰ تا ۶۰ هرتز	کوچکتر یا مساوی ۰/۰۰۵

۱۸ ـ ۳ ظرف محمولهٔ روغن

۱) روغن ترانسفورماتور باید در بشکه‌های پر هر یک به ظرفیت حدود ۲۰۰ لیتر تحویل داده شود.
۲) بشکه‌ها باید نو و از مناسبترین جنس و بطور کلی از نوعی باشند که عموماً در بخش نفت مورد استفاده قرار می‌گیرند.

۱۹ ـ سیم‌ها و یا کابل‌ها

ارتباط مابین ترمینالهای هر یک از تجهیزات (مثلاً ترانسفورماتورهای جریان، تشخیص دهنده‌های درجهٔ حرارت، نشان‌دهندهٔ سطح روغن و...) به جعبهٔ ترمینال باید ترجیحاً توسط کابلها یا سیم‌های مناسبی با عبور از داخل پوشش‌های محافظی که روی درپوش و بدنهٔ ترانسفورماتور محکم گردیده انجام گردد.

۲۰ ـ صفحهٔ مقادیر نامی

صفحهٔ مقادیر نامی ترانسفورماتور باید شامل اطلاعات لازم مطابق آی ـ ئی ـ سی شمارهٔ ۷۶ و ۲۸۹ و ۱۸۵ باشد.

۲۱ ـ تجهیزات مراقبت حمل

یک ثبات یا نشاندهنده سه جهتی شوک مکانیکی باید به بدنهٔ ترانسفورماتور جهت ضبط حداکثر شتاب شوک در تمام مدت بارگیری، تخلیه، حمل و نقل و جابجایی الصاق گردد.

۲۲ ـ مردود نمودن

خریدار حقوق خود را برای رد ترانسفورماتور و درخواست ترانسفورماتور جدید در صورت بروز هر یک از موارد مغایرت زیر در رابطه با مقادیر تضمین شده، و مقادیر اندازه‌گیری شده در زمان انجام آزمایشات یا کار ترانسفورماتور محفوظ می‌دارد:

الف) تلفات اندازه‌گیری شده نسبت به مقادیر تضمینی بیش از تلرانس‌هایی باشد که در استاندارد آی ـ یی ـ سی ماده ۱٤ مشخص گردیده است.
ب) درصد امپدانس اندازه‌گیری شده نسبت به مقادیر تضمینی بیش از ۱۰ درصد اختلاف داشته باشد.
ج) افزایش درجهٔ حرارت روغن یا سیم‌پیچی نسبت به مقادیر تضمینی از ۵ درجه سانتیگراد تجاوز کند.

د) ترانسفورماتور در آزمایش تحمل موج ضربه رد شود.
ه) ترانسفورماتور در آزمایش تحمل ولتاژ با فرکانس برق رد شود.
و) چنانچه ثابت شود که ترانسفورماتور مطابق با مشخصات توافق شده ساخته نشده است.

چنانچه مقادیر اندازه‌گیری شده برای مواد فوق‌الذکر (بجز مادهٔ الف) در محدوده مقادیر تضمینی و محدوده‌های ذکر شده در فوق باشند درصورت موافقت خریدار، سازنده یا باید ترانسفورماتور را اصلاح نماید یا پرداخت جریمه‌ای را که توسط خریدار پیشنهاد می‌گردد تقبل نماید.

۲۳ ـ وسایل راه‌اندازی

وسایل اضافی زیر جهت راه‌اندازی ترانسفورماتور بعنوان حداقل نیازها باید برای هر ترانسفورماتور درنظر گرفته شوند:

۱) یک سری کامل واشرها همراه با مواد لازم جهت تثبیت واشرها؛
۲) یک رادیاتور، یک موتور پمپ روغن، یک موتور دمنده هوا؛
۳) لوازم ویژه (در صورت نیاز)؛
٤) یک عدد دستگاه سنجش دقیق فشار خلاء؛
٥) مقدار کافی نوارهای عایقی؛
٦) یک قوطی رنگ سطح نهائی؛
۷) ۱۰٪ کل مقدار روغن؛
۸) مواد و وسایل ضروری دیگر طبق پیشنهاد سازنده با توجه به نوع ترانسفورماتور.

۲٤ ـ مونتاژ کارخانه و آزمون‌ها

آزمون‌های نوعی (تیپ) در صورت حصول توافق مابین خریدار و فروشنده بهنگام عقد قرارداد، باید انجام پذیرند. خریدار حق درخواست انجام بدون هزینه هر یک از آزمایشات نوعی را، در صورتیکه پیشنهاددهنده قادر به ارائه یک گزارش آزمایش نوعی قابل قبول خریدار نباشد و یا اینکه گزارش ارائه شده آزمایش نوعی با استناد به دلائل کافی مردود گردد، خواهد داشت.

۲۵ ـ اطلاعات و مشخصات همراه پیشنهادات

۲۵ ـ ۱ اطلاعات و مشخصات زیر باید همراه با پیشنهاد جهت تائید و بررسی در مناقصه ارائه شوند:

۱) نقشه های کلی که ساخت، ابعاد خارجی، وزن قطعات و مونتاژ تجهیزات پیشنهاد شده را نشان بدهند. نقشه‌ها باید نمایانگر فواصل الکتریکی مابین قسمتهای مختلف داخلی و خارجی ترانسفورماتور، اطلاعات الکتریکی و مکانیکی لازم و نحوهٔ خارج ساختن از تانک و غیره باشند؛

۲) کاتالوگهای همهٔ اجزاء اصلی و ملحقات؛

۳) لیست آچارها، ابزارها، قلابها و لوازم مخصوص که طبق پیشنهاد ضروری می باشند؛

٤) آزمایشات اضافی کارگاهی موردنظر سازنده، در صورت لزوم، علاوه بر آنهایی که قبلاً مشخص شده‌اند.

۲۵ ـ ۲ مشخصات فنی تفصیلی طبق آنچه که در جداول مشخص شده است.

۲۵ ـ ۳ لیست لوازم یدکی بانضمام قیمت (و تعدیل) آنها برای دوره قابل توجه (حداقل ۵ سال) بهره‌برداری و نگهداری.

۲۵ ـ ٤ گزارش آزمونهای نوعی.

۲۵ ـ ۵ لیست تجربیات فروشنده در ساخت ترانسفورماتورهای مشابه.

۲۵ ـ ٦ اسناد و نقشه‌های لازم برای نصب، نگهداری و تعمیرات.

۲۵ ـ ۷ کلیهٔ تجهیزات موقت و دائمی لازم برای نصب، همچنین مشخصات خودروی مورد نیاز برای حمل و نقل صحیح و نیز چگونگی بارگیری و تخلیه باید برای خریدار مشخص گردد.

۲۵ ـ ۸ همه اسناد و مدارک مناقصه باید توسط نماینده مجاز فروشنده مهر و امضاء شوند.

جداول اطلاعات ۱

ترانسفورماتورها باید قادر به تامین قدرت نامی خروجی در ارتفاع یاد شده از سطح دریا و درجه حرارتهای مشخص شده باشند. نیازها به سه دسته با قدرتهای نامی کامل ۸۰ و ۱۲۵ و ۱۶۰ مگاولت آمپر در دو گزینهٔ مختلف تقسیم می‌گردند که همهٔ پیشنهاددهندگان باید مقادیر موردنظر را ارائه و تضمین نمایند.

۱ ـ اطلاعات عمومی

۱ ـ ۱ استقرار: در محوطهٔ آزاد

۱ ـ ۲ نوع: سه‌فاز با سیم‌پیچی‌های جدا

۱ ـ ۳ نوع سیستم خنک‌کننده:

۱ ـ ۳ ـ ۱ گزینهٔ ۱:

بکمک دمنده‌های هوا با پمپ‌های روغن / بکمک دمنده‌های هوا / خنک شدن طبیعی

۱ ـ ۳ ـ ۲ گزینهٔ ۲:

بکمک دمنده‌های هوا (مرحلهٔ دوم + مرحله یکم) / بکمک دمنده‌های هوا / خنک شدن طبیعی

۱ ـ ٤ فرکانس نامی: ۵۰ سیکل بر ثانیه

۱ ـ ۵ قدرت نامی خروجی:

۱ ـ ۵ ـ ۱ برای ترانسفورماتور ۸۰ مگاولت آمپر: ۸۰ / ٦٤ / ٤٨

۱ ـ ۵ ـ ۲ برای ترانسفورماتور ۱۲۵ مگاولت آمپر: ۱۲۵ / ۱۰۰ / ۷۵

۱ ـ ۵ ـ ۳ برای ترانسفورماتور ۱۶۰ مگاولت آمپر: ۱۶۰ / ۱۲۸ / ۹٦

۱ ـ ٦ ولتاژ نامی: ۲۰ / ٦۳ / ۲۳۰ کیلوولت مؤثر

۱ ـ ۷ بالاترین ولتاژ سیستم: ۲٤ / ۷۲/۵ / ۲٤۵ کیلوولت مؤثر

۱ ـ ۸ سیستم زمین ترانسفورماتور

۱ ـ ۸ ـ ۱ سمت ولتاژ زیاد: نوترال مستقیماً زمین شده

۱ ـ ۸ ـ ۲ سمت ولتاژ کم: نوترال زمین نشده یا زمین شده

۱ ـ ۸ ـ ۳ سیم‌پیچی سوم: اتصال مثلث

۲ ـ شرایط محیطی

۲ ـ ۱ شرایط محیطی برای مناطق طبقه‌بندی شدهٔ ۱:

۲ ـ ۱ ـ ۱ ارتفاع از سطح دریا:	۱۰۰۰ متر
۲ ـ ۱ ـ ۲ حداکثر درجهٔ حرارت هوا:	۵۵+ درجهٔ سانتی‌گراد
۲ ـ ۱ ـ ۳ حداقل درجهٔ حرارت هوا:	۱۰- درجهٔ سانتی‌گراد
۲ ـ ۱ ـ ٤ حداکثر دمای متوسط روزانه:	٤۵ درجهٔ سانتی‌گراد
۲ ـ ۱ ـ ۵ سطح آلودگی طبق استاندارد آی ـ ئی ـ سی شمارهٔ ۲ ـ ۷۱:	متوسط یا سنگین (طبق نیاز هر محل)
۲ ـ ۱ ـ ٦ نوع روغن عایقی مورد نظر:	نوع یک

۲ ـ ۲ شرایط محیطی برای مناطق طبقه‌بندی شدهٔ ۲:

۲ ـ ۲ ـ ۱ ارتفاع از سطح دریا:	۱۰۰۰ متر
۲ ـ ۲ ـ ۲ حداکثر درجهٔ حرارت هوا:	٤۰+ درجهٔ سانتی‌گراد
۲ ـ ۲ ـ ۳ حداقل درجهٔ حرارت هوا:	۳۵- درجهٔ سانتی‌گراد
۲ ـ ۲ ـ ٤ حداکثر دمای متوسط روزانه:	۳۰+ درجهٔ سانتی‌گراد
۲ ـ ۲ ـ ۵ سطح آلودگی طبق استاندارد آی ـ ئی ـ سی شمارهٔ ۲ ـ ۷۱:	متوسط یا سنگین (طبق نیاز هر محل)
۲ ـ ۲ ـ ٦ نوع روغن عایقی مورد نظر:	نوع یک یا نوع دو (طبق نیاز هر محل)

۳ ـ حداکثر افزایش درجهٔ حرارت در قدرت نامی

۳ ـ ۱ برای مناطق ۱:

۳ ـ ۱ ـ ۱ سیم‌پیچی‌ها:	۵۰ درجهٔ سانتی‌گراد
۳ ـ ۱ ـ ۲ روغن قسمت بالای تانک:	٤۵ درجهٔ سانتی‌گراد

۳ ـ ۲ برای مناطق ۲:

۳ ـ ۱ ـ ۱ سیم‌پیچی‌ها:	٦۵ درجهٔ سانتی‌گراد
۳ ـ ۱ ـ ۲ روغن قسمت بالای تانک:	٦۰ درجهٔ سانتی‌گراد

٤ ـ تغییردهنده‌های ولتاژ

٤ ـ ١ تغییردنده ولتاژ بی‌باری:	
٤ ـ ١ ـ ١ جریان نامی:	١٢٠٪ بیشترین مقدار جریان عبوری
٤ ـ ١ ـ ٢ کلاس عایقی:	I
٤ ـ ١ ـ ٣ محل استقرار سیم‌پیچی تغییردهنده ولتاژ:	سیم‌پیچی سوم
٤ ـ ١ ـ ٤ محدوده تغییرات:	٪٢/٥×٢±٢٠
٤ ـ ١ ـ ٥ پلهٔ وسط تغییردهنده ولتاژ:	٢٠ کیلوولت
٤ ـ ٢ تغییردهنده ولتاژ تحت بار:	
٤ ـ ٢ ـ ١ جریان نامی:	١٢٠٪ بیشترین مقدار جریان سیم‌پیچی
٤ ـ ٢ ـ ٢ کلاس عایقی:	I
٤ ـ ٢ ـ ٣ موقعیت استقرار تغییردهنده ولتاژ:	روی نوترال سیم‌پیچی ولتاژ زیاد
٤ ـ ٢ ـ ٤ محدوده تغییرات:	٪١/٦٧×٩±٢٣٠
٤ ـ ٢ ـ ٥ پلهٔ وسط تغییردهنده ولتاژ:	٢٣٠ کیلوولت
٤ ـ ٢ ـ ٦ تعداد ترانسفورماتورهایی که موازی می‌شوند:	٢ یا ٣
٤ ـ ٢ ـ ٧ نیاز به تنظیم‌کننده اتوماتیک ولتاژ (بلی / خیر):	بلی
٤ ـ ٢ ـ ٨ نیاز به جبران‌کنندهٔ افت ولتاژ خط (بلی / خیر):	بلی

٥ ـ گروه‌برداری (ولتاژ کم / ولتاژ زیاد / سیم‌پیچی سوم): YNyndll

٦ ـ امپدانس ولتاژ (روی پله وسط تغییردهنده ولتاژ) در قدرت نامی

٦ ـ ١ برای ترانسفورماتورهای ٨٠ و ١٢٥ مگاولت آمپر:	
٦ ـ ١ ـ ١ سیم‌پیچی ولتاژ زیاد / سیم‌پیچی ولتاژ کم:	١٢/٥ درصد
٦ ـ ١ ـ ٢ سیم‌پیچی ولتاژ زیاد / سیم‌پیچی سوم:	برطبق نیاز
٦ ـ ١ ـ ٣ سیم‌پیچی ولتاژ کم / سیم‌پیچی سوم:	برطبق نیاز
٦ ـ ٢ برای ترانسفورماتورهای ١٦٠ مگاولت آمپر:	
٦ ـ ٢ ـ ١ سیم‌پیچی ولتاژ زیاد / سیم‌پیچی ولتاژ کم:	١٦ درصد
٦ ـ ٢ ـ ٢ سیم‌پیچی ولتاژ زیاد / سیم‌پیچی سوم:	برطبق نیاز
٦ ـ ٢ ـ ٣ سیم‌پیچی ولتاژ کم / سیم‌پیچی سوم:	برطبق نیاز

۷ ـ تحمل اتصال کوتاه سیم‌پیچی‌ها

۷ ـ ۱ سطح اتصال کوتاه سه‌فاز در سمت ولتاژ زیاد: ۴۰ کیلوآمپر

۷ ـ ۲ سطح اتصال کوتاه سه‌فاز در سمت ولتاژ کم: ۳۱/۵ کیلوآمپر

۷ ـ ۳ سطح اتصال کوتاه سه‌فاز در سمت سیم‌پیچی سوم: ۲۵ کیلوآمپر

۷ ـ ۴ مدت دوام اتصال کوتاه: ۲ ثانیه

۸ ـ سطوح عایقی در سطح دریا و شرایط استاندارد

۸ ـ ۱ سیم‌پیچی‌ها:

۸ ـ ۱ ـ ۱ تحمل موج ولتاژ ضربه:

۸ ـ ۱ ـ ۱ ـ ۱ سر سیم‌پیچی‌های ولتاژ زیاد: ۸۵۰ کیلوولت (دامنه)

۸ ـ ۱ ـ ۱ ـ ۲ سر سیم‌پیچی‌های ولتاژ کم: ۳۲۵ کیلوولت (دامنه)

۸ ـ ۱ ـ ۱ ـ ۳ سر نوترال: ۱۲۵ کیلوولت (دامنه)

۸ ـ ۱ ـ ۱ ـ ۴ سرهای سیم‌پیچی سوم: ۱۲۵ کیلوولت (دامنه)

۸ ـ ۱ ـ ۲ تحمل یک دقیقه ولتاژ با فرکانس برق:

۸ ـ ۱ ـ ۲ ـ ۱ سر سیم‌پیچی‌های ولتاژ زیاد: ۳۶۰ کیلوولت (مؤثر)

۸ ـ ۱ ـ ۲ ـ ۲ سر سیم‌پیچی‌های ولتاژ کم: ۱۴۰ کیلوولت (مؤثر)

۸ ـ ۱ ـ ۲ ـ ۳ سر نوترال: ۵۰ کیلوولت (مؤثر)

۸ ـ ۱ ـ ۲ ـ ۴ سرهای سیم‌پیچی سوم: ۵۰ کیلوولت (مؤثر)

۸ ـ ۲ بوشینگ‌ها:

۸ ـ ۲ ـ ۱ تحمل موج ولتاژ ضربه:

۸ ـ ۲ ـ ۱ ـ ۱ بوشینگ ولتاژ زیاد: ۹۵۰ کیلوولت (دامنه)

۸ ـ ۲ ـ ۱ ـ ۲ بوشینگ ولتاژ کم: ۴۵۰ کیلوولت (دامنه)

۸ ـ ۲ ـ ۱ ـ ۳ بوشینگ نوترال: ۱۲۵ کیلوولت (دامنه)

۸ ـ ۲ ـ ۱ ـ ۴ بوشینگ سیم‌پیچی سوم: ۱۲۵ کیلوولت (دامنه)

۸ ـ ۲ ـ ۲ تحمل یک دقیقه ولتاژ با فرکانس برق:

۸ ـ ۲ ـ ۲ ـ ۱ بوشینگ ولتاژ زیاد: ۳۹۵ کیلوولت (مؤثر)

۸ ـ ۲ ـ ۲ ـ ۲ بوشینگ ولتاژ کم: ۱۸۵ کیلوولت (مؤثر)

۸ ـ ۲ ـ ۲ ـ ۳ بوشینگ نوترال: ۵۰ کیلوولت (مؤثر)

۸ ـ ۲ ـ ۲ ـ ۴ بوشینگ سیم‌پیچی سوم: ۵۰ کیلوولت (مؤثر)

۹ ـ ترانسفورماتورهای جریان بوشینگی

۹ ـ ۱ برای حفاظت روی نوترال:

۹ ـ ۱ ـ ۱ تعداد هسته‌های CT: ۲

۹ ـ ۱ ـ ۲ نسبت تبدیل (دارای چند پله): ۱/۴۰۰ برای ترانسفورماتورهای ۸۰ و ۱۲۵ مگاولت آمپر
۱/۶۰۰ برای ترانسفورماتورهای ۱۶۰ مگاولت آمپر

۹ ـ ۱ ـ ۳ ظرفیت: ۳۰ ولت آمپر

۹ ـ ۱ ـ ٤ ولتاژ نقطهٔ زانویی: برطبق نیاز

۹ ـ ۱ ـ ۵ کلاس دقت: ۵ پ ۲۰ یا معادل آن

۹ ـ ۲ برای نشاندهنده‌های درجهٔ حرارت:

ـ یکی روی فاز وسط سیم‌پیچی‌های ولتاژ زیاد

ـ یکی روی فاز وسط سیم‌پیچی‌های ولتاژ کم

ـ یکی روی فاز وسط سیم‌پیچی‌های سوم

۹ ـ ۲ ـ ۱ تعداد هسته‌های CT: برطبق نیاز

۹ ـ ۲ ـ ۲ نسبت تبدیل (دارای چند پله): برطبق نیاز

۹ ـ ۲ ـ ۳ ظرفیت: برطبق نیاز

۹ ـ ۲ ـ ٤ دقت: برطبق نیاز

۱۰ ـ چگالی جریان و شار مغناطیسی

۱۰ ـ ۱ چگالی جریان در قدرت نامی و ولتاژ نامی برای سیم‌پیچی‌های ولتاژ زیاد و ولتاژ کم و تغییردهندهٔ ولتاژ:
کوچکتر یا مساوی ۲ آمپر بر میلیمتر مربع

۱۰ ـ ۲ چگالی شار در ولتاژ نامی و پلهٔ وسط تغییردهنده‌های ولتاژ و سیم‌پیچی سوم:
کوچکتر یا مساوی ۱/۷ وبر بر مترمربع

۱۱ ـ سطح صدا

(اندازه‌گیری طبق آی ـ ئی ـ سی شمارهٔ ۵۵۱ در درجهٔ حرارت بهره‌برداری نرمال): کمتر از ۸۰ دسی‌بل

۱۲ ـ حداکثر تداخل امواج رادیویی

(مطابق استاندارد ن ـ ما شماره ۱۰۷، در ۱۰۵ درصد ولتاژ نامی، سرهای سیم‌پیچی ولتاژ زیاد):
کمتر از ۵۰۰ میکروولت

۱۳ ـ نوع کنسرواتور

(دارای بالشتک هوا با تنفس‌کننده) (بلی/خیر): بلی

جداول اطلاعات ۲

اطلاعات و مشخصات ذیل علاوه بر نیازهای مشخص شده در جداول اطلاعات ۱، بعنوان مکمل آنها باید ارائه و تضمین گردند. بنابراین پیشنهاددهندگان می‌بایست اطلاعات زیر را ضمن تکمیل، تضمین نمایند.

۱ ـ سازنده

۱ ـ ۱ نام

۱ ـ ۲ مشخصه و نوع

۱ ـ ۳ کشور سازنده

۲ ـ تغییردهنده ولتاژ

۲ ـ ۱ تغییردهنده ولتاژ بی‌باری

۲ ـ ۱ ـ ۱ نوع و مشخصه

۲ ـ ۱ ـ ۲ سازنده

۲ ـ ۱ ـ ۳ جریان نامی

۲ ـ ۱ ـ ٤ ولتاژ نامی هر پلهٔ تغییردهنده ولتاژ

۲ ـ ۱ ـ ۵ تعداد پله‌های تغییردهندهٔ ولتاژ

۲ ـ ۱ ـ ٦ سطوح عایقی

۲ ـ ۱ ـ ٦ ـ ۱ کلاس ولتاژ

۲ ـ ۱ ـ ٦ ـ ۲ تحمل موج ولتاژ ضربه نسبت به زمین

۲ ـ ۱ ـ ٦ ـ ۳ تحمل موج ولتاژ ضربه مابین کنتاکتها

۲ ـ ۱ ـ ٦ ـ ٤ تحمل موج ولتاژ مابین سرهای سیم‌پیچی تنظیم ولتاژ

۲ ـ ۲ تغییردهندهٔ ولتاژ تحت بار

۲ ـ ۲ ـ ۱ نوع و مشخصه

۲ ـ ۲ ـ ۲ سازنده

۲ ـ ۲ ـ ۳ جریان نامی

۲ ـ ۲ ـ ٤ ولتاژ نامی هر پلهٔ تغییردهنده ولتاژ

۲ ـ ۲ ـ ۵ ظرفیت سوئیچینگ نامی

۲ ـ ۲ ـ ٦ سطوح عایقی

۲ ـ ۲ ـ ٦ ـ ۱ کلاس ولتاژ

۲ ـ ۲ ـ ٦ ـ ۲ تحمل موج ولتاژ ضربه نسبت به زمین

۲ ـ ۲ ـ ٦ ـ ۳ تحمل موج ولتاژ ضربه مابین کنتاکتها

۲ ـ ۲ ـ ٦ ـ ٤ تحمل موج ولتاژ ضربه مابین سرهای سیم‌پیچی تنظیم ولتاژ

۲ ـ ۲ ـ ۷ نوع تنظیم‌کننده اتوماتیک ولتاژ

۲ ـ ۲ ـ ۸ مشخصات کنترل از راه دور تغییردهندهٔ ولتاژ

۲ ـ ۲ ـ ۹ روش کنترل تغییردهنده ولتاژ در کار موازی

۲ ـ ۲ ـ ۹ ـ ۱ حداقل جریان گردشی

۲ ـ ۲ ـ ۹ ـ ۲ راکتانس معکوس

۳ ـ امپدانسها

۳ ـ ۱ امپدانس راست‌گرد در ۷۵° سانتی‌گراد در پلهٔ وسط تغییرولتاژ و حداکثر قدرت نامی خروجی

۳ ـ ۱ ـ ۱ مابین سیم‌پیچی‌های ولتاژ زیاد و ولتاژ کم

۳ ـ ۱ ـ ۲ مابین سیم‌پیچی ولتاژ زیاد و سیم‌پیچ سوم

۳ ـ ۱ ـ ۳ مابین سیم‌پیچی ولتاژ کم و سیم‌پیچ سوم

۳ ـ ۲ امپدانس راست‌گرد در ۷۵° سانتی‌گراد در پله حداکثر ولتاژ و حداکثر قدرت نامی خروجی

۳ ـ ۲ ـ ۱ مابین سیم‌پیچی‌های ولتاژ زیاد و ولتاژ کم

۳ ـ ۲ ـ ۲ مابین سیم‌پیچی ولتاژ زیاد و سیم‌پیچ سوم

۳ ـ ۲ ـ ۳ مابین سیم‌پیچی ولتاژ کم و سیم‌پیچی سوم

۳ ـ ۳ امپدانس راست‌گرد در ۷۵° سانتی‌گراد در پله حداقل ولتاژ و حداکثر قدرت نامی خروجی

۳ ـ ۱ ـ ۱ مابین سیم‌پیچی‌های ولتاژ زیاد و ولتاژ کم

۳ ـ ۱ ـ ۲ مابین سیم‌پیچی ولتاژ زیاد و سیم‌پیچ سوم

۳ ـ ۱ ـ ۳ مابین سیم‌پیچی ولتاژ کم و سیم‌پیچ سوم

۳ ـ ٤ امپدانس گروه صفر در °۷۵ سانتی‌گراد در پله وسط و حداکثر قدرت نامی خروجی

۳ ـ ۱ ـ ۱ مابین سیم‌پیچی‌های ولتاژ زیاد و ولتاژ کم

۳ ـ ۱ ـ ۲ مابین سیم‌پیچی ولتاژ زیاد و سیم‌پیچ سوم

۳ ـ ۱ ـ ۳ مابین سیم‌پیچی ولتاژ کم و سیم‌پیچ سوم

٤ ـ بوشینگها

٤ ـ ۱ سازنده

٤ ـ ۲ نوع و مشخصه

۵ ـ جریان تحریک (بی‌باری)

۵ ـ ۱ در ولتاژ نامی وقتی از سمت ولتاژ زیاد تحریک شود

۵ ـ ۲ در ۱۱۰ درصد ولتاژ نامی وقتی از سمت ولتاژ زیاد تحریک شود

٦ ـ تلفات (تلفات مربوط به هر زوج سیم‌پیچی‌ها نیز باید ارائه گردد)

٦ ـ ۱ برای گزینه ۱:

٦ ـ ۱ ـ ۱ تلفات بار در فرکانس نامی و °۷۵ سانتی‌گراد و جریان نامی و در پلهٔ وسط تغییردهنده ولتاژ

٦ ـ ۱ ـ ۱ ـ ۱ در مرحلهٔ خنک شدن طبیعی

٦ ـ ۱ ـ ۱ ـ ۲ در مرحلهٔ خنک شدن توسط دمنده‌ها

٦ ـ ۱ ـ ۱ ـ ۳ در مرحلهٔ خنک شدن توسط دمنده‌ها و پمپ(های) روغن

٦ ـ ۱ ـ ۲ تلفات بار در فرکانس نامی و °۷۵ سانتی‌گراد و جریان نامی و در پله حداکثر ولتاژ

٦ ـ ۱ ـ ۲ ـ ۱ در مرحله خنک شدن طبیعی

٦ ـ ۱ ـ ۲ ـ ۲ در مرحله خنک شدن توسط دمنده‌ها

٦ ـ ۱ ـ ۲ ـ ۳ در مرحله خنک شدن توسط دمنده‌ها و پمپ(های) روغن

٦ ـ ۱ ـ ۳ تلفات بار در فرکانس نامی و °۷۵ سانتی‌گراد و جریان نامی و در پله حداقل ولتاژ

٦ ـ ۱ ـ ۳ ـ ۱ در مرحله خنک شدن طبیعی

٦ ـ ۱ ـ ۳ ـ ۲ در مرحله خنک شدن توسط دمنده‌ها

٦ ـ ۱ ـ ۳ ـ ۳ در مرحله خنک شدن توسط دمنده‌ها و پمپ(های) روغن

٦ ـ ١ ـ ٤ تلفات بی‌باری در فرکانس نامی و ولتاژ نامی و روی پلهٔ وسط تغییردهنده ولتاژ

٦ ـ ١ ـ ٥ تلفات سیستم‌های خنک‌کننده در °٧٥ سانتی‌گراد خنک شدن توسط دمنده‌ها / خنک شدن توسط دمنده‌ها و پمپ(ها)

٦ ـ ٢ برای گزینه ٢:

٦ ـ ٢ ـ ١ تلفات بار در فرکانس نامی و °٧٥ سانتی‌گراد و جریان نامی و در پلهٔ وسط تغییردهنده ولتاژ

٦ ـ ٢ ـ ١ ـ ١ در مرحلهٔ خنک شدن طبیعی

٦ ـ ٢ ـ ١ ـ ٢ در مرحلهٔ خنک شدن توسط دمنده‌های مرحله ١

٦ ـ ٢ ـ ١ ـ ٣ در مرحلهٔ خنک شدن توسط دمنده‌های مرحله ١ و ٢

٦ ـ ٢ ـ ٢ تلفات بار در فرکانس نامی و °٧٥ سانتی‌گراد و جریان نامی و پلهٔ حداکثر ولتاژ

٦ ـ ٢ ـ ٢ ـ ١ در مرحله خنک شدن طبیعی

٦ ـ ٢ ـ ٢ ـ ٢ در مرحله خنک شدن توسط دمنده‌های مرحله ١

٦ ـ ٢ ـ ٢ ـ ٣ در مرحله خنک شدن توسط دمنده‌های مرحله ١ و ٢

٦ ـ ٢ ـ ٣ تلفات بار در فرکانس نامی و °٧٥ سانتی‌گراد و جریان نامی و در پلهٔ حداقل ولتاژ

٦ ـ ٢ ـ ٣ ـ ١ مرحله خنک شدن طبیعی

٦ ـ ٢ ـ ٣ ـ ٢ مرحله خنک شدن توسط دمنده‌های مرحله ١

٦ ـ ٢ ـ ٣ ـ ٣ مرحله خنک شدن توسط دمنده‌های مرحله ١ و ٢

٦ ـ ٢ ـ ٤ تلفات بی‌باری در فرکانس نامی و ولتاژ نامی و روی پلهٔ وسط تغییردهنده ولتاژ

٦ ـ ٢ ـ ٥ تلفات سیستم‌های خنک‌کننده در °٧٥ سانتی‌گراد خنک شدن توسط دمنده‌ها / خنک شدن توسط دمنده‌های مرحله ١ و ٢

٧ ـ اطلاعات سیستم خنک‌کننده

٧ ـ ١ تعداد مجموعهٔ سیستم‌های خنک‌کننده

٧ ـ ١ ـ ١ برای گزینه ١

٧ ـ ١ ـ ٢ برای گزینه ٢

٧ ـ ٢ تعداد واحدهای رادیاتور در هر مجموعه سیستم خنک‌کننده

٧ ـ ٢ ـ ١ برای گزینه ١

٧ ـ ٢ ـ ١ برای گزینه ٢

۷ ـ ۳ سازنده رادیاتورها

۷ ـ ٤ تعداد واحدهای دمنده درهر مجموعه سیستم خنک کننده

۷ ـ ۵ تعداد واحدهای پمپ در هر مجموعه سیستم خنک کننده

۷ ـ ٦ سازنده دمنده و پمپ و نوع آنها

۷ ـ ۷ ظرفیت هر دمنده و موتور مربوطه

۷ ـ ۸ ظرفیت هر پمپ و موتور مربوطه

۸ ـ اطلاعات هسته، چگالی شار مغناطیسی و جریان هادیها

۸ ـ ۱ نوع ورقه‌های هسته و مشخصهٔ آن

۸ ـ ۲ ضخامت ورقه‌های هسته

۸ ـ ۳ چگالی شار مغناطیسی هستهٔ ترانسفورماتور در ولتاژ نامی و پلهٔ وسط تغییردهنده ولتاژ

۸ ـ ٤ چگالی شار مغناطیسی هستهٔ ترانسفورماتور در ۱۱۰ درصد ولتاژ نامی و پلهٔ وسط تغییردهنده ولتاژ

۸ ـ ۵ سطح مقطع خالص هستهٔ ترانسفورماتور

۸ ـ ٦ چگالی جریان در قدرت نامی و ولتاژ نامی

۸ ـ ٦ ـ ۱ برای سیم‌پیچی ولتاژ زیاد

۸ ـ ٦ ـ ۲ برای سیم‌پیچی ولتاژ کم

۸ ـ ٦ ـ ۳ برای سیم‌پیچی تغییردهنده ولتاژ

۸ ـ ٦ ـ ٤ سیم‌پیچی سوم

۹ ـ اطلاعات فیزیکی

۹ ـ ۱ حداکثر ابعاد ترانسفورماتور در موقع حمل (بزرگترین قلم)

۹ ـ ۲ وزن هسته و سیم‌پیچی‌ها

۹ ـ ۳ وزن کامل ترانسفورماتور بانضمام روغن و ملحقات

۹ ـ ٤ حداکثر وزن در موقع حمل (سنگین‌ترین قلم)

۱۰ ـ سازنده، نوع و مشخصه تجهیزات تکمیلی

۱۰ ـ ۱ رلهٔ بوخهولتس

۱۰ ـ ۲ رلهٔ فشار ناگهانی برای تغییردهنده ولتاژ

۱۰ ـ ۳ رلهٔ جریان شدید روغن برای تغییردهنده ولتاژ

۱۰ ـ ٤ تشخیص‌دهنده و نشاندهنده درجه حرارت روغن و سیم‌پیچی‌ها

۱۰ ـ ۵ نشاندهنده‌های سطح روغن

۱۰ ـ ٦ دستگاه تخلیه فشار روغن

۱۱ ـ جریان خطا، نیروهای مکانیکی و فشارهای الکتریکی

۱۱ ـ ۱ حداکثر جریان خطا در سیم‌پیچ‌ها که براساس آن نیروهای مکانیکی محاسبه گردیده‌اند:

۱۱ ـ ۱ ـ ۱ سیم‌پیچی ولتاژ زیاد

۱۱ ـ ۱ ـ ۱ ـ ۱ جریان متقارن سه‌فاز (مقدار مؤثر)

۱۱ ـ ۱ ـ ۱ ـ ۲ جریان غیرمتقارن (مقدار دامنه)

۱۱ ـ ۱ ـ ۲ سیم‌پیچی ولتاژ کم

۱۱ ـ ۱ ـ ۲ ـ ۱ جریان متقارن سه‌فاز (مقدار مؤثر)

۱۱ ـ ۱ ـ ۲ ـ ۲ جریان غیرمتقارن (مقدار دامنه)

۱۱ ـ ۱ ـ ۳ سیم.پیچی تغییردهنده ولتاژ

۱۱ ـ ۱ ـ ۳ ـ ۱ جریان متقارن سه‌فاز (مقدار مؤثر)

۱۱ ـ ۱ ـ ۳ ـ ۲ جریان غیرمتقارن (مقدار دامنه)

۱۱ ـ ۱ ـ ٤ سیم‌پیچی سوم

۱۱ ـ ۱ ـ ۳ ـ ۱ جریان متقارن سه‌فاز (مقدار مؤثر)

۱۱ ـ ۱ ـ ۳ ـ ۲ جریان غیرمتقارن (مقدار دامنه)

۱۱ ـ ۲ حداکثر جریان خطا در مکانیزم تغییردهنده ولتاژ که براساس آن نیروهای مکانیکی محاسبه گردیده‌اند: (کنتاکتهای اصلی + کنتاکتهای قوس)

۱۱ ـ ۲ ـ ۱ جریان متقارن سه‌فاز (مقدار مؤثر)

۱۱ ـ ۲ ـ ۲ جریان غیرمتقارن (مقدار دامنه)

۱۱ ـ ۳ حداکثر جریان خطا منظور شده در ارتباطهای بین سیم‌پیچی‌های تغییردهنده ولتاژ و مکانیزم تغییردهنده ولتاژ

۱۱ ـ ۳ ـ ۱ جریان متقارن سه فاز (مقدار مؤثر)

۱۱ ـ ۳ ـ ۲ جریان غیرمتقارن (مقدار دامنه)

۱۲ ـ کمترین سطح مقطع در نقاط مختلف هادی

۱۲ ـ ۱ سیم‌پیچی ولتاژ زیاد

۱۲ ـ ۲ سیم‌پیچی ولتاژ کم

۱۲ ـ ۳ سیم‌پیچی تغییردهندهٔ ولتاژ

۱۲ ـ ٤ سیم‌پیچی سوم

۱۳ ـ کمترین سطح مقطع در نقاط مختلف هادی عایق شده

۱۳ ـ ۱ سیم‌پیچی ولتاژ زیاد

۱۳ ـ ۲ سیم‌پیچی ولتاژ کم

۱۳ ـ ۳ سیم‌پیچی تغییردهنده ولتاژ

۱۳ ـ ٤ سیم‌پیچی سوم

جدول مقادیر ترانسفورماتور قدرت

۲۰ / ۶۳ / ۲۳۰ کیلوولت

..... مگاولت آمپر

شرح موضوع	سیستم خنک‌شدن	شرایط (زون) آلودگی محیط	تعداد و واحد
۱ ـ ترانسفورماتور سه سیم‌پیچی سه‌فاز طبق مواد مشخصات و جداول فنی بهمراه کلیه ملحقات از جمله تابلوی تغذیه و کنترل سیستم خنک‌کننده و تجهیزات مربوطه برای بهره‌برداری کامل و صحیح از آن	.....	....	..... دستگاه
۲ ـ سیستم کنترل ولتاژ اتوماتیک طبق مواد مندرج در مشخصات و جداول فنی بهمراه کلیه ملحقات و تجهیزات لازم برای بهره‌برداری کامل و صحیح از سیستم			..... دستگاه
۳ ـ وسایل مصرفی نصب و راه‌اندازی مطابق آنچه که در مشخصات و جداول فنی ذکر شده			یک سری کامل
۴ ـ ابزار مخصوص نصب شامل:			.....
۵ ـ لوازم یدکی بازاء ..... دستگاه ترانسفورماتور شامل:			
۱) واشرها و لوازم آب‌بندی قسمتهای مختلف			..... سری
۲) بوشینگ ولتاژهای مختلف و نوترال		.....	..... سری
۳) رادیاتور و شیر مربوطه	.....		..... واحد
۴) تشخیص‌دهنده درجه حرارت سیم‌پیچ			..... واحد
۵) تشخیص‌دهنده درجه حرارت روغن			..... واحد
۶) موتور تنظیم ولتاژ			..... واحد
۷) لوازم یدکی مکانیزم تنظیم ولتاژ			..... سری
۸) رلهٔ تشخیص گاز			..... واحد
۹) تشخیص‌دهنده سطح روغن			..... واحد

ضمیمه ۱ فارسی

راهنمای تکمیل جدول مقادیر

یادآوری:

این بخش جزء مشخصات فنی نمی‌باشد و تنها بجهت راهنمایی کارشناسانی که مایل به خرید ترانسفورماتور مورد نظر با استفاده از این مشخصات می‌باشند تهیه گردیده است.

با توجه به اینکه اکثر موارد در متن مشخصات و نیز در جداول تا حد امکان تفکیک گردیده‌اند لذا ضرورت چندانی به توضیح موارد دیده نمی‌شود معذالک در تکمیل جدول مقادیر مواردی هرچند جزیی لازم به ذکر بنظر می‌برسند:

۱ ـ در ماده یک که مربوط به قسمت اصلی ترانسفورماتور می‌باشد و بطور کامل به مشخصات فنی مربوطه رجوع دارد باید چهار ستون جدول بنحو زیر تکمیل شوند:

ـ ستون اول حاکی از مشخص نمودن سیستم خنک‌کنندگی می‌باشد (اونان ـ اوناف ـ اوفاف) یا (اونان ـ اوناف ۱ ـ اوناف ۲). اگر چه در متن مشخصات فنی ذکر گردیده که پیشنهاددهنده باید برای هر دو نوع سیستم با توجه به درجهٔ حرارت محیط پیشنهاد مشخص ارائه نماید، (که در اینصورت این ستون باید برای ارائه پیشنهاد پیمانکار خالی بماند) معذالک در صورتیکه خریدار تمایل خاص به یکی از دو سیستم فوق‌الاشاره بدون توجه به این موضوع داشته باشد می‌تواند در ستون مربوطه نوع مورد نظر را ذکر نماید.

ـ ستون دوم به شرایط محیطی از جمله حداکثر و حداقل و نیز متوسط درجه حرارتها اشاره دارد که کارشناس باید براساس شرایط منطقه موردنظر زون ۱ یا ۲ را انتخاب و ذکر نماید. این شرایط علاوه براینکه در طراحی مشخصات ترانسفورماتور تأثیر دارد در انتخاب نوع روغن عایقی آن نیز مؤثر است.

ـ ستون سوم به آلودگی محیط که در جداول به دو نوع سنگین و متوسط تقسیم‌بندی شده اشاره دارد. منطقه باید از نظر نمکی بودن خاک و یا رطوبت و نیز آلودگی‌های جوی مورد توجه قرار گیرد و برآن اساس این ستون مشخص گردد. توضیح اینکه درجهٔ آلودگی در انتخاب نوع و مشخصات پرسلین بوشینگها تأثیر دارد.

ـ ستون چهارم اشاره به تعداد مورد درخواست ترانسفورماتورها دارد که برطبق نیاز باید مشخص گردد.

۲ ـ در مورد ماده ۲ جدول که مربوط به سیستم کنترل تنظیم ولتاژ می‌باشد و در مشخصات فنی و جداول شرح کافی راجع به نوع و چگونگی عمل آن ارائه شده تنها ستون چهارم باید توجه شود و عموماً این تعداد براساس تعداد دستگاههای ترانسفورماتور می‌باشد.

۳ ـ ماده ۳ جدول، که مربوط به لوازم و وسایل مصرفی جهت نصب و راه‌اندازی ترانسفورماتورهاست. در مشخصات فنی شرح کافی راجع به موارد ارائه شده آمده است و برای اینمورد تنها ستون چهارم باید تکمیل گردد که عموماً یک سری کامل برای هر دستگاه ترانسفورماتور کفایت می‌کند.

٤ ـ ماده ٤ جدول، ابزار و ادوات ویژه نصب و راه‌اندازی است که باید خریدار براساس امکانات خود و با توجه به پیشنهاد فروشنده ابزار مورد نیاز را تشخیص داده انتخاب نماید، لذا ذکر موارد نیاز به خریدار موکول گردیده است. پس از مشخص شدن ابزار مورد نیاز در ستون «شرح موضوع» تعداد آنها نیز در ستون چهارم باید روشن شود.

۵ ـ ماده ۵ جدول، اشاره به لوازم یدکی برای انجام عملیات تعمیر و نگهداری در دورهٔ بهره‌برداری دارد. اقلام عمده‌ای که در اینمورد عموماً ضروری هستند ذکر گردیده معذالک خریدار برحسب تجربه و تشخیص خود می‌تواند اقلامی به آنها اضافه یا از آن کسر نماید (در ستون «شرح موضوع»). ضمناً در این ماده تعداد دستگاههای ترانسفورمر باید ذکر شوند، همچنین ستون‌های اول و سوم برای اقلامی که مشخصات آنها مرتبط با سیستم خنک‌کنندگی و آلودگی محیط می‌باشند باید تکمیل شوند و نهایتاً در ستون چهارم تعداد مورد نیاز از هر قلم باید با توجه به تجربه و تشخیص خریدار ذکر گردد.

ضمیمه ۲ فارسی

راهنمای ارزیابی

یادآوری:

این بخش جزء مشخصات فنی نمی‌باشد و تنها بجهت راهنمایی کارشناسانی که مایل به خرید ترانسفورماتور مورد نظر با استفاده از این مشخصات می‌باشند تهیه گردیده است.

الف: راهنمای ارزیابی فنی

مشخصات ارائه شده شامل موارد زیر می باشد:

۱) متن مشخصات فنی که در آن شرح و توضیحات ضروری در مورد خصوصیات ترانسفورمرهای موردنظر ارائه گردیده است. آنچه که بعنوان نیازهای عمومی این ترانسفورمرها می توان مد نظر داشت یا بشکل کلی ذکر گردیده و یا به استانداردهای مربوطه از جمله استاندارد بین المللی IEC رجوع داده شده‌اند و لذا استاندارد های اشاره شده و متن مشخصات مکمل یکدیگر می باشند.

در تعیین نوع روغن عایق ترانسفورماتور یکی از مهمترین عوامل درجه حرارت نقطهٔ ریزش (Pour Point) روغن می باشد و این درجه حرارت باین ترتیب مشخص می گردد که با توجه به مشخصات و مقادیر مندرج در جداول ارائه شده در مشخصات فنی برای روغنهای عایق نوع I و نوع II درجه حرارت حداقل در منطقه را با اضافه کردن میزان معقولی تلرانس (مثلاً ۵- درجه سانتی گراد) بعنوان حداقل درجه حرارت کار روغن معرفی می کنیم. بعبارت دیگر همهٔ مشخصات مندرج در جداول استاندارد بین المللی IEC (بجز نقطهٔ ریزش که بستگی به حداقل درجه حرارت محیط دارد) برای روغن عایق مورد نظر در این مشخصات مدنظر می باشد.

ارائه قیمت کیلووات ساعت حالت بی باری و بارداری در مشخصات جهت ارزیابی هزینه قیمتی و تلفات ترانسفورماتور می باشد که در انتهای همین راهنما روش مربوطه آورده شده است.

۲) جداول اطلاعاتی ۱ که شامل ارقام و مشخصات خاص می باشند باید توسط فروشنده بنحو کامل تأمین و رعایت گردند. مقادیر مندرج در این جداول حداقل های موردنظر خریدار می باشند که باید توسط فروشنده تضمین شوند و بعبارت دیگر فروشنده باید انتخاب نوع مواد، طراحی و ساخت خود را براساس آنها انجام دهد (باستثناء مقادیری که با علامت «کوچکتر یا مساوی» مشخص گردیده‌اند که برای اینگونه موارد مقادیر یاد شده حداکثرهای موردنظر باشند).

توضیح آنکه فروشنده باید با مهر و امضاء این جداول بدون هرگونه انحرافی تأمین آنها را تضمین نماید.

۳) جداول اطلاعاتی ۲ شامل دو سری اطلاعات می باشند: یک دسته مقادیر مورد نظر پیشنهاددهنده که براساس مقادیر موردنظر خریدار مندرج درجه اول ۱ ارائه می گردند و لذا باید بگونه‌ای باشند که از حداقل های موردنظر خریدار کمتر نباشند (یا در مواردی که با علامت «کوچکتر یا مساوی» مشخص گردیده بیشتر از این مقادیر نباشند). دستهٔ دوم اطلاعات و مشخصاتی می باشند که مربوط به مواد، طراحی، ساخت هستند و باید برای امکان کنترل خریدار و اطمینان خاطر وی توسط فروشنده ارائه گردند.

توضیح اینکه فروشنده باید با مهر و امضاء این جداول کلیه مقادیر و اطلاعات ارائه شده در آنها را تضمین نماید.

٤) ارزیابی جداول اطلاعاتی ۲: بعضاً مشخصات و مقادیر ارائه شده در جداول ۲ مناسبتر از مقادیر موردنظر خریدار مندرج در جداول ۱ و مشخصات فنی می‌باشند. اگر چه خریدار مقادیر و مشخصات حداقل را برای تأمین نیاز خود کافی می‌داند معذالک علاقمند است در مواردی امتیاز (نمره) هرچند کوچکی برحسب درصد مناسبتر بودن آن مورد نسبت به مشخصات و مقادیر موردنظر خود اعمال نماید.

باید توجه نمود که در اینصورت اولاً باید عواملِ مستقل از یکدیگر شناسایی شوند و ثانیاً امتیاز مربوطه در حد بسیار محدود (و نه به اندازه‌ای که بازاء تفاوت قیمت مشخصات تخمین‌زده می‌شود بلکه درصدی از این تفاوت) باید درنظر گرفته شود. یادآوری می‌گردد که عواملِ مستقل از یکدیگر با توجه به پیشنهاد فروشنده باید مشخص گردند، ضمن اینکه تخمین تفاوت قیمت و درصدی که باید درنظر گرفت بسته به مورد و موقعیت ترانسفورماتور باید تعیین شود لذا امکان ارائه الگو و روش خاصی در اینموارد امکانپذیر نمی‌باشد.

ب) ارزیابی هزینه قیمت و تلفات ترانسفورماتور: در مقایسهٔ ارزشی ترانسفورماتورها لازم است ارزش تلفات ترانسفورماتور شامل تلفات بی‌باری، تلفات بار، تلفات سیستم‌های خنک‌کننده به نرخهای ارزش فعلی (یعنی همان قیمت‌هائی که در مشخصات فنی ارائه شده‌اند) محاسبه و بعنوان ارزش فعلی به قیمت ارائه شده فروشنده اضافه شوند (همانطور که در متن مشخصات در ماده مربوطه ذکر گردیده). برای ترانسفورماتورهای دو سیم‌پیچی این ارزش عبارتست از:

(ارزش هر کیلووات تلفات بار) × (تلفات سیستم‌های خنک‌کننده + تلفات بار) + (ارزش هر کیلووات تلفات بی‌باری) × (تلفات بی‌باری) + (قیمت پیشنهادی) = ارزش فعلی

برای ترانسفورماتورهای سه‌سیم‌پیچه نیز ارزش فعلی بروش فوق است با این تفاوت که تلفات بار در اینمورد عبارتست از:

جمع تلفات هر یک از سه سیم‌پیچ در بار نامی مربوطه.

با توجه به اینکه در ترانسفورماتورهای سه‌سیم‌پیچ در زمان انجام آزمایشات تلفات بار دوبدوی سیم‌پیچی‌ها اندازه‌گیری می‌شود. لذا تلفات هر سیم‌پیچ در بارنامی با استفاده از روابط زیر بدست خواهد آمد.

{[تلفات حالت(۳)] - [تلفات حالت(۲)]+[تلفات حالت(۱)]} $\frac{1}{2}$ = تلفات سیم‌پیچی ولتاژ زیاد در بار نامی و در ۷۵° سانتی‌گراد

{[تلفات حالت(۳)]+[تلفات حالت(۲)] - [تلفات حالت(۱)]} $\frac{1}{2}$ = تلفات سیم‌پیچی ولتاژ کم در بار نامی و در ۷۵° سانتی‌گراد

{[تلفات حالت(۳)]+[تلفات حالت(۲)]+[تلفات حالت(۱)] -} $\frac{1}{2}$ = تلفات سیم‌پیچی سوم در بار نامی و در ۷۵° سانتی‌گراد

تبصره: امتیاز قیمتی یاد شده در ماده ٤ فوق (در صورت موجود بودن) باید به جمع ارزش فعلی فوق‌الذکر افزوده شود.

List of Items for

Power Transformer

230/ 63 /20 KV

..... MVA

Description	Cooling System	Enviro-ment	Pollut-tion	No. & Unit
1- Three windings, three phase Tr. as specified in the technical spec. and schedules as well as all attachments including Kiosk for supply & control of cooling system and all complementary items for proper and safe operation.	.....	.....	.....	.....Unit
2- Voltage control system including AVR acc. to the spec. & schedules as well as all attachments with complementary items for proper and safe operation.				..... Set
3- Expending materials necessary for erection and commissioning as described in the technical spec.				..... Set
4- Special tools for erection such as :				....
5- Spare parts for ..... units of Tr.:				
1) Gaskets and sealing materials				..... Set
2) Bushings for various voltages				..... Set
3) Radiator with valve				..... Unit
4) Winding thermometer				..... Unit
5) Oil thermometer				..... Unit
6) Voltage regulator motor				..... Unit
7) Spare parts for voltage regulator				..... Set
8) Gas detector relay				..... Unit
9) Oil level indicator				..... Unit

12. Min. Cross sectional area of conductor for each windings:

1) HV winding ---------- mm^2
2) LV winding ---------- mm^2
3) Tapped winding---------- mm^2
4) TV winding ---------- mm^2

13. Min. Cross sectional area of insulated conductor for :

1) HV winding ---------- mm^2
2) LV winding ---------- mm^2
3) Tapped winding---------- mm^2
4) TV winding ---------- mm^2

11. Fault current & Mechanical forces & Stresses (short circuit on one winding while supplied through both other windings).

11.1 Maximum fault current in windings on which mechanical stresses are based.

11.1.1 HV WINDING

i) Symmetrical component current ------- rms Amp

ii) Asymmetrical crest current---------- Amp peak

11.1.2 LV WINDING

i) Symmetrical component current-------- rms Amp

ii) Asymmetrical crest current --------- Amp peak

11.1.3 TAPPED WINDING

i) Symmetrical component current -------- rms Amp

ii) Asymmetrical crest current ---------- Amp peak

11.1.4 TV WINDING

i) Symmetrical component current -------- rms Amp

ii) Asymmetrical crest current ---------- Amp peak

11.2 Maximum fault current on which mechanical stresses are based for OLTC (main+arcing contacts) :

1) Symmetrical short circuit current ---- rms Amp

2) Asymmetrical crest current ----------- Amp crest

11.3 Maximum fault current on which mechanical stresses are based for leads to OLTC are:

1) Symmetrical short current ------------ rms Amp

2) Asymmetrical crest current ----------- Amp crest

7.3 Manufacturer of radiators ----------

7.4 Number of fans ----------

7.5 Number of pumps ----------

7.6 Make & type ----------

7.7 Capacity of each fan and motor --------- HP

7.8 Capacity of each pump and motor -------- HP

8. Core, Flux and current density data :

8.1 Type of steel core lamination ----------

8.2 Thickness of steel core lamination ------ mm

8.3 Flux density of core at rated HV
voltage on principal tap ---------- Weber/m²

8.4 As above at 110% rated voltage --------- Weber/m²

8.5 Net core area---------- cm²

8.6 current density at rated
power & rated voltage :

1) -HV winding ---------- A/mm²

2) -LV winding ---------- A/mm²

3) -Tap winding ---------- A/mm²

4) -TV winding ---------- A/mm²

9. Physical data :

9.1 Max. shipping dimensions
(largest item) (L*W*H)---------- m*m*m

9.2 Weight of core and coils ---------- kg

9.3 Total weight of complete transformer ---- kg

9.4 Max. shipping weight (heaviest item) ---- kg

10. Accessories make and type :

1) Buchholz ----------

2) Pressure relay for tap changer ----------

3) Oil flow relay for tap changer and windings----

4) Oil and winding temperature sensor & Indicators

5) Oil level indicators ----------

6) Pressure relief device----------

6.2 - For Alternative 2

6.2.1 Load losses at rated frequency, 75 °C & rated current on principal tapping:

1) At ONAN rating---------- KW
2) At ONAF1 rating---------- KW
3) At ONAF2 rating---------- KW

6.2.2 Load losses at 75 °C & Max. raise voltage tapping:

1) At ONAN rating---------- KW
2) At ONAF1 rating---------- KW
3) At ONAF2 rating ---------- KW

6.2.3 Load losses at 75 °C & Max. lower voltage tapping :

1) At ONAN rating ---------- KW
2) At ONAF1 rating ---------- KW
3) At ONAF2 rating ---------- KW

6.2.4 No load losses at rated frequency & rated voltage on principal tapping ---------- KW

6.2.5 Cooling plant losses at ONAF1/ONAF2 ratings ----------KW

7. Cooling system data :

7.1 Number of coolers or cooler banks
For alternative 1 ----------
For alternative 2 ----------

7.2 Number of radiator units in each bank
For alternative 1 ----------
For alternative 2 ----------

5. Exciting current :

5.1 At rated voltage when
excited from HV side ---------- A rms

5.2 At 110% rated voltage
excited from HV side ---------- A rms

6. Losses : losses related to each pair of windings shall also be specified

6.1 - For Alternative 1

6.1.1 Load losses at rated frequency, 75 °C & rated current on principal tapping:

1) At ONAN rating ---------- KW
2) At ONAF rating ---------- KW
3) At OFAF rating ---------- KW

6.1.2 Load losses at 75 °C & Max. raise voltage tapping :

1) At ONAN rating ---------- KW
2) At ONAF rating ---------- KW
3) At OFAF rating ---------- KW

6.1.3 Load losses at 75 °C & Max. lower voltage tapping :

1) At ONAN rating ---------- KW
2) At ONAF rating ---------- KW
3) At OFAF rating ---------- KW

6.1.4 No load losses at rated frequency & rated voltage on principal tapping---------- KW

6.1.5 Cooling plant losses at ONAF/OFAF ratings ---------- KW

2.2.7 Type of AVR ----------

2.2.8 Description of remote OLTC control -------

2.2.9 Method of parallel control: ----------

1) Minimum circulating current ----- Yes/No

2) Reverse reactance method -------- Yes/No

3. Impedances :

3.1 Positive sequence impedance at 75 °C,
on principal tapping & on Max. Relevant MVA base

1) between HV & LV

2) between HV & TV

3) between LV & TV

3.2 Positive sequence impedance at 75 °C,
Max. raise voltage and on Max. Relevant MVA base

1) between HV & LV

2) between HV & TV

3) between LV & TV

3.3 Positive sequence impedance at 75 °C,
Max lower voltage and on Max. Relevant MVA base

1) between HV & LV

2) between HV & TV

3) between LV & TV

3.4 Zero sequence impedance at 75 °C,
on principal tap and Max. Relevant MVA base

1) between HV & LV

2) between HV & TV

3) between LV & TV

4. Bushing:

4.1 Manufacturer ----------

4.2 Type ----------

DATA SCHEDULES 2

Following information and data guarantees are besides and supplement to requirements mentioned in data schedules 1. Therefore tenderer to provide also following information and data guaranteed.

1. Manufacture Country

1.1 Name ----------

1.2 Type designation ----------

1.3 Manufacture country ----------

2. Tap changers

2.1 Off-load tap changer

2.1.1 Type

2.1.2 Manufacturer ----------

2.1.3 Rated current---------- A rms

2.1.4 Rated step voltage---------- V rms

2.1.5 Total number of steps ----------

2.2 On-load tap change

2.2.1 Type ----------

2.2.2 Manufacturer ----------

2.2.3 Rated current---------- A rms

2.2.4 Rated step voltage---------- V rms

2.2.5 Rated switching capacity ---------- KVA

2.2.6 Insulation levels :

i) Voltage class ---------- KV rms

ii) BIL to ground ---------- KV peak

iii) BIL between divertor switch contacts- KV peak

iv) BIl across regulating winding -------- KV peak

9.1.3 Burden	VA		30
9.1.4 Knee point voltage	V rms	as necessary	
9.1.5 Accuracy	class	5P20 or equivalent	

9.2 For temperature indication
one on middle phase of HV &
one on middle phase of LV &
one on middle phase of TV.

9.2.1 Number of cores	NO	as necessary
9.2.2 Ratio (with taps for use as multi-ratio)		as necessary
9.2.3 Burden	VA	as necessary
9.2.4 Accuracy	class	as necessary

10- Current and Flux density

10-1 Current density at rated power and rated voltage:
for HV, LV, TV, Tap windings. A/mm^2 ..... <= 2

10-2 Flux density at rated voltage & principal tap W/mm^2 ..... <= 1.7

11- Sound level .....dB ..... <= 80
(measured acc. to IEC 551, at normal operating temperature)

12- Max. RIV at 1 MHZ, at 5% above the HT terminal voltage acc. to NEMA 107..... μV ..... <= 500

13- Type of conservator --
Air-bag type with dehydrating breather (yes/No) Yes

8- Insulation levels at sea level and standard atmosphere:

8.1 Windings:		
8.1.1 Rated lightning impulse withstand voltage:		
1) HV Terminal	KV peak	850
2) LV Terminal	KV peak	325
3) Neutral end	KV peak	125
4) Tertiary terminal	KV peak	125
8.1.2 Rated one minute power frequency withstand voltage:		
1) HV Terminal	KV rms	360
2) LV Terminal	KV rms	140
3) Neutral end	KV rms	50
4) Tertiary terminal	KV rms	50
8.2 Bushings:		
8.2.1 Rated lightning impulse withstand voltage:		
1) HV	KV peak	950
2) LV	KV peak	450
3) Neutral end	KV peak	125
4) Tertiary terminal	KV peak	125
8.2.2 Rated one minute power frequency withstand voltage:		
1) HV	KV rms	395
2) LV	KV rms	185
3) Neutral end	KV rms	50
4) Tertiary terminal	KV rms	50

9- Bushing current transformers:

9.1 For protection on the neutral			
9.1.1 Number of cores	No		2
9.1.2 Ratio (with taps for use as multi-ratio)		for 160 MVA	600/1
		otherwise	400/1

4-2 On-load tap changer:			
4.2.1 Rated current	Amps	120% of the highest throughcurrent	
4.2.2 Insulation class		I	
4.2.3 Position of tappings		HV neutral	
4.2.4 Tapping range		230 ± 9x1.67%	
4.2.5 Mid tap position	KV	230	
4.2.6 Parallel operation control required for number of Tr.	bank	2 or 3	
4.2.7 Automatic voltage regulator required	(Yes/No)	Yes	
4.2.8 Line drop compensation required	(Yes/No)	Yes	

5- Vector group ..... HV/LV/TV YNynd11

6- Impedance voltages on principal tap,
referred to Max. relevant MVA base

6.1 For 125,80 MVA transformers	
6.1.1 - HV/LV	% 12.5
6.1.2 - HV/TV	as necessary
6.1.3 - LV/TV	as necessary
6.2 For 160 MVA transformers	
6.2.1 - HV/LV	% 16
6.2.2 - HV/TV	as necessary
6.2.3 - LV/TV	as necessary

7- Short circuit strength of windings:

7.1 230 KV system fault level three phase	KA	40
7.2 63 KV system fault level three phase	KA	31.5
7.3 20 KV system fault level three phase	KA	25
7.4 Short circuit duration	Sec	2

2. Ambient Conditions :

2-1 Ambient Conditions for Zone 1		
2.1-1 Altitude		1000
2.1-2 Max. air temperature	°C	+55
2.1-3 Min. air temperature	°C	-10
2.1-4 Max. daily average	°C	45
2.1.5 Pollution level as per IEC 71-2		Medium or Heavy (as will be required)
2.1.6 Type of insulating oil required		I
2-2 Ambient conditions for Zone 2		
2.2-1 Altitude		1000
2.2-2 Max. air temperature	°C	+40
2.2-3 Min. temperature	°C	-35
2.2-4 Max. daily average	°C	30
2.2.5 Pollution level as per IEC 71-2		Medium or Heavy (as will be required)
2.2.6 Type of insulating oil required		I or II (as will be required)

3. Max. temperature rise at rated power:

3.1 For Zone 1		
3.1.1 Winding	°C	50
3.1.2 Top oil	°C	45
3.2 For Zone 2		
3.2.1 Winding	°C	65
3.2.2 Top oil	°C	60

4- Tap changer:

4-1 Off-load tap changer:		
4.1.1 Rated current	Amps	120% of the highest throughcurrent
4.1.2 Insulation class		I
4.1.3 Position of tappings		TV winding
4.1.4 Tapping range		20 ± 2x2.5 %
4.1.5 Mid tap position	KV	20

DATA SCHEDULES 1

The transformers shall be capable of supplying rated output at the altitude above sea level and temperatures specified. Requirements refer to three categories with full ratings of 80 MVA 125 MVA, 160 MVA. in two alternatives which all tenderer should specify and guarantee.

1. General Data :

1.1 Installation ---------- Outdoor

1.2 Type (3Ph. separate winding Trans)

1.3 Type of cooling :

1.3-1 Alternative 1---------- ONAN/ONAF/OFAF

1.3-2 Alternative 2---------- ONAN/ONAF1/ONAF2

1.4- Rated frequency ---------- Hz ---------- 50

1.5- Rated load power output MVA ----------

Alt.1 ---------- ONAN/ONAF/OFAF

Alt.2 ---------- ONAN/ONAF1/ONAF2

1.5-1	For 80 MVA transformer	48/64/80
1.5-2	For 125 MVA transformer	75/100/125
1.5-3	For 160 MVA transformer	96/128/160

1.6	Rated voltage (HV/LV/TV)	KV rms	230/63/20
1.7	Highest system voltages (HV/LV/TV)	KV rms	245/72.5/24

1.8 System grounding:

1) HV system ---------- Solidly earthed neutral

2) LV system ---------- Isolated or " "

3) TV system ---------- delta connection

25 - Information and data :

25-1 The following information and data shall be submitted with the tender for consideration and approval :

1- General drawings, showing the general construction, overall dimensions, weights of the parts, assemblies of equipment proposed. The drawings shall show the internal & External clearances, necessary electrical & mechanical information, unthinking, etc.

2- Catalogues of all major components.

3- List of necessary wrenches, tools, slings and special lifting devices proposed to be furnished.

4- Additional shop tests, if any, in addition to those specified acc. to standards which the manufacturer intends to perform.

25-2 Detailed technical characteristics as called for in schedules.

25-3 List of spare parts including prices and scalation for a reasonable period (at least 5 years) of operation & Maintenance.

25-4 Type tests reports.

25-5 List of experience of the bidder in manufacturing the similar type of transformers.

25-6 Documents and drawings necessary for erection, Maintenance & repair.

25-7 All the temporary and permanent equipment necessaria for erection and fixing equipment as well as specifications of vehicle necessary for proper and safe transportation, loading-unloading to be specified for purchaser.

25-8 All tender specification signed and stamped in token of acceptance.

f) If it is proved that the transformer has not been manufactured in accordance with the agreed specification.

Meanwhile if measured values for the above mentioned items (except a) are in limits of the guaranteed values and above mentioned extrims, if purchaser would agree, manufacturer should either correct transformer or born penalty which is to be decided by the purchaser.

23 Commissioning materials :

Following shall be supplied as minimum along with each transformer:

i) One complete set of gaskets with gasket fixing compound.
ii) One spare radiator fan and pump/pump motor.
iii) Special tools, (if any)
iv) Precision vacuum gauges - 1 No.
v) Adequate insulation tapes.
vi) Touch-up paint - 1 Tin.
vii) 10% of total quantity of oil
viii) Other necessary items according to manufacturer.

24 - Factory Assembly and tests:

Type tests shall be conducted, if mutually agreed upon at the time of signing of contract. Purchaser, reserves the right to demand any particular type test free of charge in case the manufacturer is either not able to produce a type test report or if the type test report submitted is rejected by reasonable arguments.

19 Wires and/or Cables

Connection between terminal boxes of each element (i.e. CT's ,Temp. sensors, oil level ,.....) to the terminal box preferably to be carried out by suitable wires through suitable protective cover supported on the top plate of the transformer.

20 Rating Plate:

The rating plate of the transformer shall include information in accordance with IEC 76, 289, and 185.

21 Transportation care devices

Three dimensions impact recorder or shock indicator shall be attached to the transformer to record Max. shock acceleration during the whole period of loading-unloading, shipment and transportation.

22 Rejection:

The purchaser reserves the option to reject the transformer and demand a new transformer if during tests or service, any of the following discrepancies in respect of guaranteed values come to light:

a) Measured losses exceed the guaranteed values by more than the tolerance allowed by IEC as discussed in article 14.
b) Percentage impedance measured exceeds the guaranteed value by ± 10.
c) Oil or winding temperature rise exceeds the guaranteed values by 5 °C.
d) Transformer fails on impulse tests.
e) Transformer fails on power frequency withstand test.

18-2 Properties

PROPERTIES	UNIT	CLASS I	CLASS II
Kinematic viscosity	mm^2/s		
	at 40 °C	≤ 16.5	≤ 11.0
	at 20 °C	≤ 40	≤ 25
	at-15 °C	≤ 800	-----
	at-30 °C	-	≤ 1800
Flash point	°C	≥ 140	≥ 130
Pour point	°C	≤ -30	≤ -45
Appearance	-	Clear and free from sediment and suspended matter	
Density	Kg/dm^3		
	at 20 °C	≤ 0.895	
Interfacial	N/m		
	at 25 °C	≥ $40*10^{-3}$	
Neutralization value	mgKOH/g	≤ 0.03	
Corrosive sulphur	-	non-corrosive	
Water content	mg/kg	≤ 40	
Anti-oxidant additives			
oxidation stability:			not detectable
Neutralization value	mgKOH/g	≤ 0.40	
Sludge,	% by mass	≤ 0.10	
Breakdown voltage :			
as delivered,	KV	≥ 30	
after treatment	KV	≥ 50	
Dissipation factor,	at 90 °C		
at 40 HZ to 60 HZ.		≤ 0.0	

18-3 Package-container

1- The transformer oil shall be delivered in filled drums each containing about 200 liters.

2- The drums shall be new and of top quality in general of the type normally used in the oil branch.

17 Shock Impact & Inclination

The transformers shall have such a design, material and manufacturing that probable shocks during loading-unloading, transportation and shipment with the magnitude of Max. 3g. in any direction shall not damage transformer.

Inclination of Max. 15° from plumb line could not cause any damage to the transformer.

18 Transformer Oil

18-1 Quality

The unused insulating oil shall be obtained by distillation and refining of petroleum. This oil must be pure virgin of petroleum product with Naphthane base for Zone 2 and Naphthane or Paraffin base for zone 1 applications, without any anti oxidant (another word uninhibited oil) in accordance with IEC-296 (1982 or latest edition).

2- Total losses or component losses exceeding the tolerances given in IEC 76-1 . The acceptance of the transformers shall be entirely at the decision of the purchaser, but if accepted, penalty charges as described above shall be levied.

15 Painting & Finishing

1) Galvanize

Galvanizing shall be in accordance with ISO-1461 standard (1973 or latest edition).

2) Paint Application

Painting on case iron and steel plates, cabinets, shall consist of four at least 40 μm coatings containing one primary, two coat of non glossy oil, one final weather resistant coat with a total minimum thickness of 160 μm.

3) Painting of Cabinet Housings

The interior of the control cabinet and other cabinets shall be painted with three coats, of which the final coat shall be anti-condensation finish.

16 Earthquake Requirements

The complete assembled and installed transformers (including all accessories) shall be so designed to safely withstand the dynamic earthquake forces. The horizontal and vertical accelerations shall be taken in such a direction as to produce the most severe loading of the equipment and its accessories(This figure are to be considered generally 0.3g except otherwise mentioned).

14 Cost Evaluation (Losses & Capital Cost)

Losses at rated data are guaranteed values. In comparing tenders, the capitalized value of the guaranteed losses will be taken into account and will be added to the tender price. It shall be noted that for this purpose total load loses will be considered as the sum of all individual winding losses at related rated powers.

This total load loss for two winding transformer will be equal to guaranteed load loss of HV/LV at rated power while the same for three winding transformers shall be calculated as follow:

HV Loss (at rated HV power) + LV Loss (at rated LV power)+ TV Loss (At rated TV power).

Each individual winding loss will be calculated by the binary method from the values of losses at HV/LV, HV/TV and LV/TV.

The losses will be capitalized at the rates given below :

	Per KW
No-load losses at rated voltage:	1900 US$
Load losses at rated MVA including aux. losses (fans, pumps):	650 US$

The acceptance of transformers with measured higher losses than the guaranteed values shall be governed by one of the followings:

1- Total losses or component losses in excess of the guarantee values but within tolerances indicated in IEC 76-1. Transformers shall be accepted provided all other technical requirements are met subject to tender. Accepting penalty for losses in excess of guaranteed values using the rates indicated above.

Other requirement:

Conductor sizes shall be as required but in no case less than 2.5 mm^2 (for current transformers circuits min.4 mm^2).

The air circuit breakers for the auxiliary power circuits shall be mounted in this cabinet.

Cabinets shall be protected in accordance with class IP-54 of IEC 144.

13-2 Cooler Control Cabinet :

In addition to applicable requirements mentioned above one control cabinet (separate from that required for the tap changer control) shall be provided to house the followings:

1- Cooler control and aux. equipment.
2- Door actuated light.
3- Thermostatically controlled anti-condensation heater together with thermostat.
4- Heavy duty, properly sized single and three phase convenience outlets for oil handling equipments.
5- Fuses of approved type.
6- Dry type transformer where necessary, for the supply of the AC control voltage. Fuses shall be provided on the LV side.

Wirings shall be brought to the control cabinet through suitable protective cover except for the end connection to the cabinet which will be flexible conduit. The cabinet shall be provided with padlocking facilities. The interior of the cabinet shall be treated with an anti-condensation coating.

12-7 Tertiary terminals

The tertiary windings shall be terminated to the relevant bushings located inside of a suitable steel box on the transformer. The terminal box shall be suitable for entry of high voltage single core 150 ~ 240 mm^2 cross linked cables. Cable terminals with glands and /or other necessary accessories for proper connection of the cables to be provided.

13 Marshalling Kiosk (Terminal & Cooler Cabinets):

13-1 Terminal cabinet and wiring :

The cabinet shall be of weatherproof construction and conduit connections to the terminal cabinet shall be of the threaded type. Terminal cabinet & cooler cabinet may be combined as a unit panel.

The cabinets shall be equipped with a hinged door and mounted in an accessible location. A blank bottom steel plate shall be provided for attaching incoming conduit to be installed. The terminal blocks shall have bases and barriers molded integrally, with brass inserts, and rated for not less than 600 volt service.

The terminal screws shall be of the washer type, long enough for connecting two conductors to one screw connection and the center-to-spacing of adjacent terminals shall not be less than 11 mm.

Adequate number from each size of marking strips, fastened by screws to the molded section with ten (10) percent spare quantity shall be provided. Cabinet shall be provided with 20 percent spare terminals.

12-4 Oil Temperature Indicator:

Dial type oil temperature indicator shall be provided with its sensing element located in the path of the hottest oil. The dial shall be mounted on the transformer adjacent to the winding temperature indicator. The temperature indicator shall be equipped with following adjustable alarm contacts.

1) Possibility of automatic control of cooling system
2) Alarm actuating
3) Trip actuating
4) Possibility of automatic trip of cooling system

12-5 Control system of cooling

Cooling control shall be so designed that each stage of cooling system start by means of simultaneous command of oil and winding temperature whereas only oil temperature sensor commands for stop of each stage of cooling.

12-6 Pressure Relief Device

Pressure relief device which shall be resetting, without the use of expendable parts. The device, and all parts thereof, shall have a service life comparable to that of the transformer.

Semaphore and alarm contacts shall be provided on the device to respectively give visual and electrical indication of operation.

The device shall be protected against mechanical impacts by means of a steel housing where it is installed on the transformer.

Oil of conservator to be completely sealed against atmosphere air by means of flexible oil and air resistant air bag which in turn is connected to the silicagel breather.

Oil conservator to be equipped with oil level indicator. Magnetic oil level gauge, which can be read from ground level should be mounted on the outer end of the conservator tank. The dial shall indicate the minimum, maximum and normal levels. Oil level gauge shall contain contacts for alarm.

12-2 Two Elements Gas Detector Relay (Buchholz Relay):

Two elements gas detector relay, should be provided in the pipe connecting the conservator to the main tank. The relay shall be equipped with two sets of contacts, one set to operate alarm on slow gas accumulation and one set to trip the transformer on surge accumulation. A 5 mm dia. copper pipe shall be connected to the relay test-cock to a valve located near ground level to facilitate sampling of the gas.

12-3 Winding temperature indicator:

Dial type winding temperature indicator with provision for site calibration, one for H.V. windings, one for L.V. windings and also one for tertiary windings responsive to the combination of top oil temperature and winding current, calibrated to monitor the hottest spot temperature of the transformer winding. The dials shall be mounted on the transformer at eye level and accessible. The temperature indicators shall be provided with separately adjustable sets of contacts to perform the following functions:

1) possibility of automatic control of cooling system
2) actuate alarm function
3) actuate trip function

12 Accessories:

General :

All gauges, meters,relays and thermometers shall be mounted in such a way that the vibration from the transformer is not transmitted to these equipment.Contacts of the accessories shall be insulated from ground and shall be of positive snap-action or mercury type. Alarm and control contacts shall be open during normal conditions, shall be self-reset, except sudden pressure device, and shall be for the specified D.C voltage of the substation. All contacts and devices for external connections shall be connected to terminals in the terminal cabinet.

Alarm contacts shall be rated 0.5 amperes minimum and control contacts shall be rated 5.0 ampere minimum. Auxiliary relays shall also be supplied where required.

The transformer shall be provided with the following accessories:

12-1 Conservator:

Conservator tank should have a volume of at least %15 of total volume of the oil. The tank shall be mounted with proper slope between the ends. Bottom of the tank shall be fitted with a drain/ filter press valve of suitable size, complete with dummy plug.

The conservator shall be provided with a manhole, filling valve with dummy plug, and lifting eyes. The connecting pipe to the main transformer tank shall be provided with an indicating shut-off valve located on the conservator side followed by the two elements gas detector relay. The shut-off valve shall have a lever to indicate open and close position.

11 Bushing Current Transformers :

11-1 Bushing type current transformer is required for the transformer as specified in data schedules.

11-2 Current transformers shall be suitable for measuring and relaying service and in accordance with the IEC standard 185 and BS 3938 with respect to ratios, accuracy classifications, thermal and mechanical limits, polarity marking and tests. Current transformers shall have all taps terminated on terminal blocks in the terminal housing. Flexible stranded leads shall be run from each current transformer secondary tap through suitable protective cover to the main cabinet.

11-3 C.T's shall be provided with shorting links.

11-4 Current transformers mounted to locate in detachable C.T. wells shall have their secondary leads terminated in a weatherproof junction box on the side of the well, to facilitate field (factory) connection to the external leads from the transformer control cabinet. Tenderer shall specify whether C.T. & C.T. Wells to be mounted in the factory or at site, in the latter case all the connection facilities shall be provided.

11-5 The current transformers shall be designed for a maximum ambient temperature in the cooling medium of 115 °C and a maximum 24-hour average of 105 °C.

11-6 Insulation requirement shall be in accordance with IEC 185 clause 16. However,the test voltage shall be 4 Kv rms.

11-7 Continuous load currents and thermal short circuit current (2 s) withstand capability of the current transformers shall comply with the same requirements as those for the power transformer for corresponding voltage level.

Other properties:

- Bushings shall be so designed to prevent the accumulation of explosive gases and to provide adequate oil circulation to remove internal heat. Oil in oil bushings shall meet the requirements of the transformer oil standards and be suitable for the duty.

- Condenser bushings shall contain a stem type conductor which shall be connected to the winding at bottom side and to the O/H at top side. All connection facilities and material to be provided.

- The bushings shall have internal bushing type current transformers. The bushing design shall permit installation or removal of current transformers without removing the tank cover. Meanwhile removal of the bushings to be possible without disturbing the current transformers.

- Fittings and hardware and complementary pieces shall be made of galvanized steel or malleable iron or non-ferrous metal. Bushings shall be located in the transformer so that minimum clearances applicable for the insulation are available between live parts and live parts to earthed structure.

- Bushings and attachments shall be corona free externally and internally.

5- Following alarm initiating devices having normally open contacts shall be provided for fault initiation, as applicable for the method of cooling employed:

a) Cooling fan/fans failure for each radiator bank/unit cooler
b) Failure of oil pump No. 1,2,3 (as required).
c) Low oil flow for each pump.

6- following initiating contacts shall be provided to illuminate lamp indicators:

a) Cooling fans in action for each stage.
b) Oil pump in action for individual pumps.
c) Cooling system on automatic control.
d) Cooling system on manual control.

9-3 All parts in the cooling system shall be galvanized in accordance with ISO -1461, and withstand an inner over-pressure of 3 kp/cm² for oil at temperature of 90 °C without any oil leakage.

10 Bushings:

General

To cover various altitudes of site conditions, for each level of voltage three different types of bushing to be designed and manufactured to work at altitudes of 1000, 1500, 2000 meters above sea level. Bushings shall be suitable for use with different required transformers.

Bushings of same voltage shall be inter-changeable between units. The bushings shall be oil-tight, gas-tight and water-tight.

Bushings rated 63 Kv and above shall be oil-filled condenser type provided with red ball oil level indicators visible from ground level. Each bushing shall comprise capacitance taps for purposes of voltage measurement and power factor testing on the flange.

9-1 Forced-Air-Cooling :

For the transformers with first stage of natural second and third stages of forced air cooling (ONAN/ONAF1/ONAF2) entire requirement for forced - air - cooling of second stage will remain for third stage too, in addition to the fans of third stage.

9-2 Forced Oil Cooling :

The transformers with first stage of natural and second stage of forced air cooling system,is required to be supplemented by the forced-oil cooling equipments, at third stage (ONAN/ONAF/OFAF), with following characteristics:

1- Oil circulating pumps shall be driven by directly coupled motors. Indication shall be provided indicating direction of rotation of the pumps.

2- The non-sensitive area (marginal temperature between setting of start each group of cooling and setting of stop) shall be so large as to avoid unnecessarily frequent cooler starts - stops. The non-sensitive area in ^{o}C shall be specified by the supplier.

3- The supply to fan and pump motors shall each be sub-divided into two separate groups.

4- For choice of mode of operation (automatic/manual), twist-grip switches shall be provided. Switches shall be two pole type, one pole to control the relevant motor-protective circuit breaker, and the other for the signal circuit.

ii- protective equipment shall be provided for the fan motors. Test switches shall be provided for testing each group of fans. All exposed wiring and/or cabling shall be carried in suitable protective cover.

iii- The fans and guards shall form an integral unit with their individual motors. Fan motors shall be of universal type and totally enclosed construction.

iv- The control equipment to be furnished shall be fully automatic, designed to start and stop the two stage fan motors or one stage fan motor and next pump(s) as per the demands of temperature and shall include a magnetic contactor with auxiliary alarm contacts which close with contactor, and any other auxiliaries necessary.

Switches shall be provided for automatic/manual control of each fan group. An under voltage relay or equivalent device to be proposed to alarm for failure of each fan or subgroup of fans, and/ or for the case of power supply loss.

Motor protective circuit breakers, if not otherwise specified shall be equipped with at least one set of contacts which are closed when the breaker is open.

Each contactor shall have its own fuse and selectivity shall exist between this and other safety devices in the control circuit.

Each motor protective circuit breaker shall be preceded by fuses or sensitive MCB's for short-circuit protection of such a type and rating that complete selectivity exists, both between these and preceding main fuses or MCB's, and between these and the overload protection of motor-protective circuit-breakers, under all load conditions.

High-voltage & low-voltage blocking device independent of voltage regulation equipment shall be provided regulation in the event of fault in voltage regulation and/or loss of sensed voltage.

8-4 Supervisory Control:

Suitable provision should be made in the OLTC panel for supervisory control and indication as per requirements of buyer dispatch center also possibility for remotely adjustment of AVR.

9 Cooling Equipment:

General

i- The transformers shall be provided with natural oil cooling system, to be supplemented by two other stages, which are categorized in two alternatives one comprising of two stages of forced-air-cooling and the other comprising of one stage of forced-air-cooling followed by forced-oil-cooling stage according to the specified values mentioned in the schedules.

Radiators shall be so designed as to be accessible for cleaning and/or painting, to completely drain oil into the tank when the tank is being drained and to thoroughly vent into the tank and to insure against formation of gas pockets when the tank is being filled.

Each radiator shall be removable with no need to remove another. At each radiator connection an indicating shut-off valve which can be locked in either open or closed position shall be provided.

It shall not be necessary to shut-down the entire forced air when removing any radiator. Radiator shall have lifting eyes, an air vent at the top and an oil drain at the bottom (both equipped with suitable plugs).

Annunciations:

The following annunciations shall be provided in the remote control panel :

- Motor supply failure.
- Control supply failure.
- Drive motor auto-tripped.
- Tap change in progress.
- Out-of-step operation when the tap-changers are operating in parallel.
- Tap change delayed.
- Automatic/Manual mode.

8-3 Automatic Voltage Regulation :

The automatic control equipments shall be installed on the OLTC panel or panels in control room which shall include all necessary voltage regulating and time-delay relays, reverse power relays, aux. current transformer, line-drop compensator (suitable for power flow in either direction), rheostats, selector switches and voltmeters for indicating the controlled voltage.

Prevention for unnecessary regulation in the event of loss of sensed voltage to be furnished.

The automatic control equipment shall be provided with compounding, supplied by current through the transformer, for making the regulation function dependant on the load of the network.

Line drop compensation shall be of the resistance and reactance type and shall be provided complete with the necessary auxiliary current transformer(s).

The remote electrical control shall be arranged for manual and automatic command. Latter shall contain individual/or parallel automatic control.

A set of"make" contacts shall be provided for operation of the annunciator to indicate an out-of-step condition when in parallel operation.

In addition to the components essential to the operation of OLTC, the tap changer control cabinet shall also house the following:

- Mechanical tap position indicator with maximum and minimum resetable drag hands. The indicator shall be visible by a man operating the tap changer manually by the handle.
- "Raise-Lower" push-buttons or switch, for manual electric control.
- "Manual-Automatic" selector switch.
- Mechanical and electrical stops to prevent operation beyond the end positions in both directions.
- Devices for remote operation from the control room/SCADA.
- Emergency push-button for tripping the driving motor circuit breaker.

Remote Control Panel:

Panels shall be provided for remote control of the on load Tap changer of each power transformer from the control room. The panels shall contain all facilities such as tap position indication, tap changing in progress indication, push-buttons for raising and lowering of taps, selector switches for manual/auto, solo/parallel, master and follower operation, relays required for parallel operation of transformers, all complementary facilities related to the automatic voltage regulation and line drop compensation as specified under clause 8-3 out of step alarms and other annunciations specified in the subsequent paragraph. Normally two transformers will be operated in parallel, for which a common panel or individual panels incorporating Master/follower selection arrangement etc. Which have already been stated to be provided.

Operating Mechanism:

The mechanism shall be protected in accordance with class IP 54 of IEC 144.

The motor windings shall be given moisture resisting and shall be of rugged construction for service.

A removable handle shall inside of (inside of which shall automatically block the electrical operation) also be provided for emergency manual operation of the tap changer.

The driving mechanism shall also comprise all auxiliary equipment such as circuit breakers, limit switches, relays, controller, rectifiers, transmitters for remote position indications, terminal blocks and all other devices necessary for automatic, remote and local operation. A heater of suitable size controlled by a thermostat shall also be provided in the compartment for moisture control. Also a suitable door actuated light inside of mechanism to be provided.

All necessary interlocking shall be provided and all necessary precautions shall be taken to avoid false manoeuvre and prevent the tap changer being operated under currents beyond its capacity.

The tap changer shall start on a "raise" or "lower" impulse of short duration and shall "seal-in" and automatically complete the step by itself.

A counter for registration of the number of operations from initiation of motor start performed shall be provided.

The tenderer shall inform time sequence of OLTC operation from initiation of motor start and the time taken by the motor drive for completing one tap-change operation. Maximum 8 Sec. can be permitted for this. The number of revolutions per switching operation also be specified-maximum 50 revolutions can be permitted.

Tap changer motor protection shall consist of an over-current automatic circuit breaker with manual reset.

Design and construction:

The changing of taps shall be by means of motor operated on-load tap changing equipment of proven reliability and requiring minimum maintenance.

The OLTC shall be designed in accordance with DR. Jonson principle.

All oil level gauges shall be legible from ground level. Filling and drain valves shall be complete with dummy plugs.

The tap changer shall consist of tap selectors mounted integrally with contactor (diverter switch).The contactor (diverter switch) compartment shall be provided with an inspection cover.

The whole unit shall be installed inside the main tank and piped to the conservator compartment separated from the main conservator. Oil flow relay shall be placed on the pipe connection between OLTC and conservator, also fault pressure relay on the OLTC tank to be provided. Both relays to be equipped with constacts for trip command.

The input bearing, through which the drive shaft enters the transformer tank shall be fitted with a position indicator. Reliable equipment shall be furnished for synchronizing of the tap changing switches inside the tank and outside of the transformer.

Supply and placement :

It will be assumed that OLTC comprising tap-selector, diverter-switch, operating mechanism, etc. are supplied completely and assembled to the transformer with the complete terminals connected at the factory. But in case of reasonable argument if OLTC to be erected at site therefore submitting necessary equipment, tools and expert persons for the purpose to be guaranteed by the manufacturer.

8 Tap Changers:

8-1 Off-Load Tap Changer:

The transformer, shall be equipped with external manually operated tap changer for changing connections to the taps in the tertiary windings. Taps will be changed only when the transformer is de-energized. The tap changer control shall include operation handwheel indicating pointer and dial and means for locking the tap changer in any desired position.

The contacts shall be capable of withstanding the full short circuit current of the transformer without injury and continuous rated current of not less than 1.20 times of the Max. full load current of the tertiary winding. The tap changer handle shall also be provided with a suitable device, to protect against false operation.

8-2 On-Load Tap Changer :

Performance Requirements :

i) The on-load tap changing gear (OLTC) shall be designed for a rated through current of 1.20 times the highest tapping current of the winding to which it is connected as specified in IEC 542.

ii) Devices shall be incorporated to prevent tap change operation when the through current is of such a value liable to cause damage to the components.

iii) The OLTC gear shall withstand maximum through fault currents without any damage.

iv) The OLTC shall be provided with automatic voltage regulation (AVR) suitable for parallel operation with similar transformers. Type and function of the AVR will be defined latter.

7-6 The transformer shall be equipped with suitable means to place on Iron rail and to permit moving the transformer in either direction when completely filled with oil.

7-7 Construction of the main tanks, conservator tanks, tap changer tank, and the oil preservation system shall provide for temperature changes attained, for coldest and hottest condition.

7-8 All pipe entries to the main tank shall have oil-tight shut-off valves arranged to give positive indication of the open and closed positions. Drain and sampling valves shall be provided all in box stiffeners.The transformer tank shall be provided with at least the following valves :

a) Drain valve 100 mm dia.
b) Two filter valves on diagonally opposite corners of 50 mm dia. size
c) Oil sampling valves not less than 8 mm at top and bottom of main tank.
d) One 15 mm dia. release plug for gas/air on the top of the tank.
e) Two plugged pipe outlet equipped with shut off valve for applying and measuring vacuum.

7-9 Wheels:

Swivelled wheels shall be suitable for use on the standard rail gauges of 1435/2940 mm. provided so that they can be turned through an angle of 90. Suitable means shall be provided for anchoring of the transformer body to the foundation /or Rials after dismantling wheel's of the transformer.

7 Tank:

7-1 The transformer tank shall be a hot-rolled low carbon steel plate case of substantial construction which shall be oil tight and provided with an oil tight cover. The tank cover shall be designed to shed water.

The gaskets shall be made of a resilient material (and not chemically affected by oil) which will not deteriorate under the action of hot oil and will remain oil tight.

7-2 The tank shall be provided with manhole(s) of suitable size (about 0.5 m diameter) to afford easy access to the tap changing mechanisms,lower ends of bushings,current transformers,terminals of the windings and the upper portions of the windings.

7-3 The transformer tank, radiators, pipes and conservator shall withstand full vacuum and be oil tight for an over pressure of not less than difference of the lowest and highest levels of the transformer oil addition to the tank oil surface.

7-4 Each transformer shall be provided with the necessary steel supports on the low voltage and the tertiary voltage sides for mounting lightning arresters.The supports shall be secured to the tank and shall be at the proper height above the base with the considering safe distance. Arresters may conveniently be connected to the incoming lines above the transformer bushings.

7-5 Each transformer shall be provided with two external ground pads, each with two tapped holes for connection to the ground bus of 120 ~ 150 mm^2 size.

6 Short Circuit Withstand Capability :

Dimensioning shall be based on the short-circuit currents (Three phase, Two phase and earth currents) which can arise for all conceivable faults in the system. The system earthing shall be taken into consideration. Normally ,two or more transformers shall be considered to run in parallel.

The power transformer shall be capable of withstanding without damage the thermal and dynamic effects of short circuits (Three and two phase and single line-to-ground faults) for two seconds duration at high, low and tertiary terminals with specified system fault levels and in accordance with IEC publications.

Transformers shall be equipped with tertiary/stabilizing winding capable of withstanding the mechanical and thermal effects of short circuits resulting from different forms of system faults that can arise in service taking into account the system earthing conditions inclusive of transfer surges which could be reflected through capacitive couplings with HV and LV windings. The dynamic ability to withstand short circuit shall be demonstrated by tests or reference to tests on similar transformers, and/or calculations on the bases acceptable for purchaser.

Short circuit calculations for dynamic withstand capability of the transformers shall be generally in accordance with IEC 76-5 and ANSI C57-1200,1973.

Additional separate winding (coil) in series with tertiary winding of transformer to establish required impedance and/or to limit short circuit will not be accepted, except showing certain documents/arguments to proof that sufficient measures are considered in design, Manufacturing and operation of such combination. However transformer have no separate coils would be preferred at equal situations.

All of the winding turns should be completed (no half turn). End runs of windings shall be provided with potential grading or additional protection against abnormal line disturbances and stresses. The entire design, construction, and treatment of the windings and their assembly on the core shall embody the latest improvements in the art and conform to best modern practice.

Each neutral point of the star windings shall brought out via a suitable bushing and shall not be connected to the inside part of the tank.

4.2 Winding Insulation:

Winding insulation shall be of uniform or non-uniform quality and composition, Which shall provide good insulation minimum warpage,resistance to deterioration in hot oil, and adequate mechanical and dielectric strength for the service required.

Varnish application on coil windings may be given only for mechanical protection and not for improvement of dielectric properties.

Materials used in the insulation and assembly of the windings shall be insoluble, non-catalytic, and chemically inactive in the hot transformer oil under the operating conditions.

5 Assembling

Each assembled core and coils shall be dried in vacuum at not more than 0.5 mm of mercury and shall be impregnated with oil immediately thereafter to ensure proper moisture and air elimination within the insulating structure. Each core and coil assembly shall be impregnated and immersed in moisture-free oil as soon as possible after drying.

3.2 The core stack shall be earthed internally through grounding link, located on top of the core accessible from the manhole (to permit disconnecting the link and testing of the core for earth leakage).

Windings:

General:

In the design, construction, and treatment of windings, proper consideration shall be given to all factors of service such as dielectric and mechanical strength of insulation, coil characteristics, uniform electrostatic flux distribution, minimum dielectric losses, minimum restriction for free oil circulation for uniform low operating temperature, elimination of hot spots, uniform voltage distribution between adjacent turns and throughout the winding, prevention of corona formation at normal operating voltages, and the control of dielectric flux under impulse conditions for high impulse strength.

The loading capabilities as indicated in these specifications and the IEC standards for power Transformers shall apply with respect to life, maintenance and other factors affecting the operation of the transformer.

The transformer windings shall be designed to withstand dielectric test voltage as impulse, induced tests and also chopped impulse test (if requested as special) in accordance with the applicable provisions of the IEC standards.

4.1 Winding conductors :

Winding conductors shall be free from scale, burrs and splinters and shall have rounded corners. All conductors used for the coil structures shall be made of copper. The turns in the coils shall be thoroughly treated in such a way to develop the full mechanical and electrical strength of the transformer and to minimize deterioration.

1-4 In case of failure of forced cooling transformers shall, starting from hot condition, be capable of remaining in operation without injurious heating. Mentioning satisfactory proof and/or tests for the following periods:

i) At full load for not less than 10 minutes after outage of all forced cooling.

ii) Also shall be capable of remaining in operation at full load for not less than 20 - minutes in the event of failure of all forced cooling associated with one stage of cooler.

2 Auxiliary supplies :

The station service AC supply (three phase/single phase, 50 Hz, 380/220 volts, 4 wire) shall be used for all auxiliary power requirements, such as forced air cooling fans, forced-oil cooling-pumps, on-load tap-changing drive motor, compartment heaters, etc. Each individual load circuit shall be provided with an air circuit breaker located in marshalling box provided with the transformer. The station service DC supply (100/110V/125V, 2 wire) shall be used for control and protection purposes. The auxiliary power requirement should be specified by the Tenderer.

3 Cores:

3.1 The core of the transformer shall be constructed from highest quality, non-aging, cold rolled grain-oriented, silicon steel specially suitable for the purpose. Both sides of each sheet shall have an insulated surface treatment or coating providing the required inter lamination resistance. All steel sections used for supporting the core shall be thoroughly shot or sand blasted, after cutting, drilling and welding. The core and coil assembly shall be provided with suitable lugs for the purposes of lifting of the entire assembly.

SPECIFICATION FOR POWER TRANSFORMERS

230/63/20 KV

Ratings: 160 - 125 - 80 MVA

1 General :

1-1 The power transformers (separate winding transformers) shall be designed, manufactured and tested according to the applicable requirements of the latest publications of the international standards IEC except where mentioned otherwise.

All amendments, supplements and reference publications listed within the relevant standards shall also apply. The power transformers shall be complete with the required spare parts and all nec essary accessories for proper operation. Basic equipment data and ratings shall be as indicated in" Schedules of Transformers".

1-2 The power transformers shall be, three phase oil-immersed, oil conservator, outdoor type. Tenders shall quote for two different types one self-cooled /forced-air cooled (ONAN, ONAF1, ONAF2) another type self-cooled, forced-air-cooled and forced oil cooled (ONAN, ONAF, OFAF) for different site conditions as specified in requirements and schedules of transformers.

1-3 All current carrying components such as bushings, tap changers and connection components shall have a minimum continuous load carrying capacity equal to 120 % of that of the associated windings under all service conditions. Transformers shall be equipped with built-in current transformers in the bottom of bushings, which shall have a primary rated current as specified.

IN THE NAME OF GOD

LIST OF CONTENTS

		PAGE
1-	General	2
2-	Auxiliary supplies	3
3-	Cores	3
4-	Windings	4
5-	Assembling core and coil	5
6-	Short circuit withstand capability	6
7-	Tank	7
8-	Tap changer	9
9-	Cooling equipment	14
10-	Bushing	17
11-	Bushing current transformer	19
12-	Accessories	20
13-	Marshaling kiosk	23
14-	Cost evaluation	25
15-	Painting & Finishing	26
16-	Earthquake requirement	26
17-	Shock Impact & Inclination	27
18-	Transformer oil	27
19-	Wires and/or Cables	29
20-	Rating plate	29
21-	Transportation care devices	29
22-	Rejection	29
23-	Commissioning materials	30
24-	Factory assembly and tests	30
25-	Information and data	31
26-	Data Schedules 1	32
27-	Data Schedules 2	37
28-	List of Items of Power Transformer	44

STANDARD SPECIFICATION

FOR

POWER TRANSFORMERS

230/ 63 / 20 KV

Tir 1371

Daftar_e_Fanni_ye_Bargh