

بسمه تعالی

جمهوری اسلامی ایران

وزارت نیرو

شرکت سهامی تولید و انتقال نیروی برق ایران

(توانیر)

معاونت تحقیقات و تکنولوژی

دفتر استانداردها

## استاندارد مشخصات فنی ترانسفورماتورهای روغنی توزیع

جلد اول : اسناد مناقصه

تیرماه ۷۴

تهیه کننده: گروه مطالعات توزیع - بخش برق - مرکز تحقیقات نیرو (متن)

---

آدرس: تهران - میدان ونک - خیابان شهید عباسپور - ساختمان مرکزی

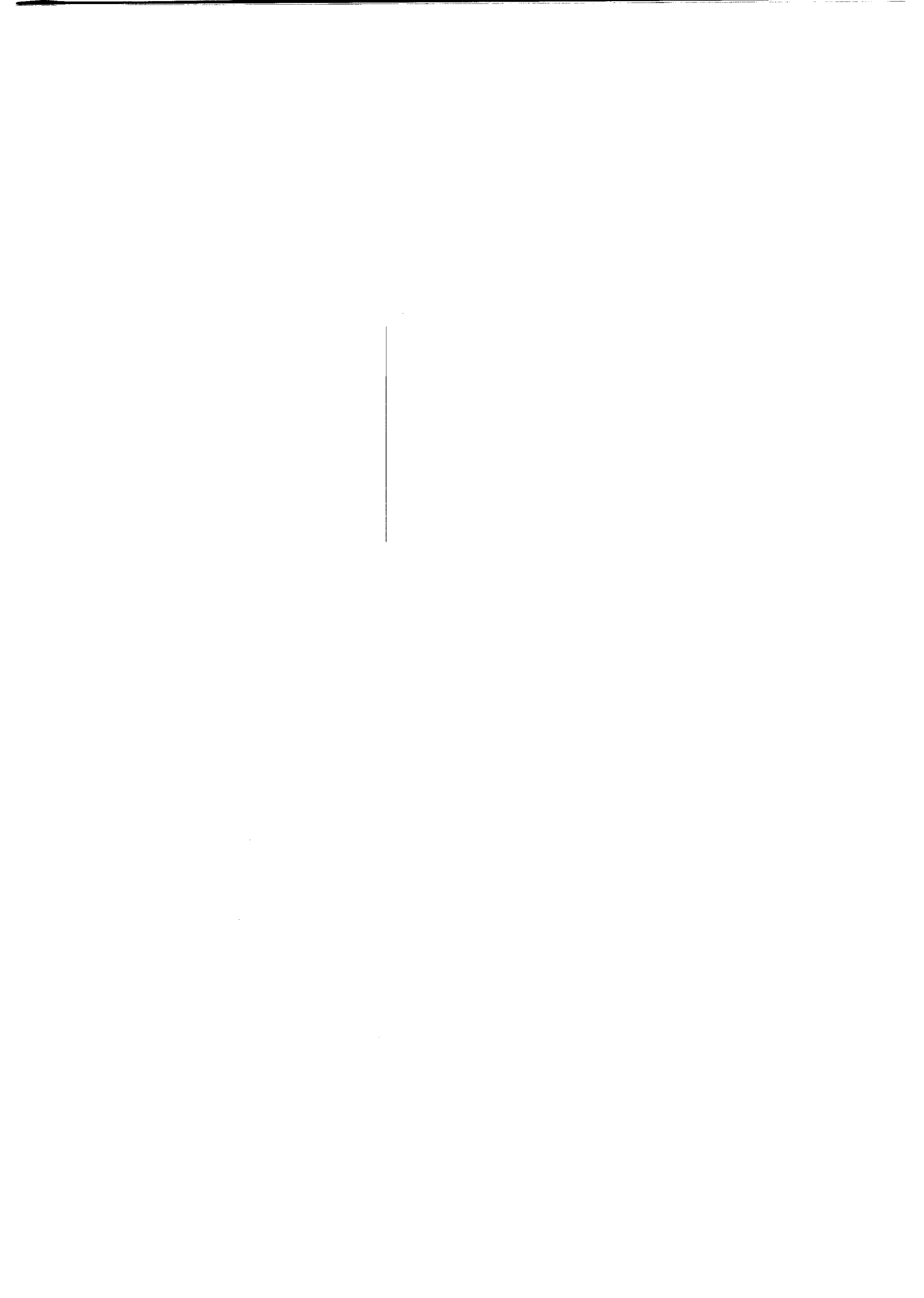
صندوق پستی ۶۴۶۷ - ۱۴۱۵۵ تلفن ۲۱۴۲۴۹۶ فاکس ۰۱۷۷۴۰۸

---



## پیشگفتار:

پیچیدگی و تنوع تجهیزات الکتریکی، دقت فراوان و آگاهی بسیاری را جهت خرید تجهیزات الکتریکی طلب می‌کند. لذا وجود اسنادی از پیش تعیین شده سهولت و دقت در امر خرید را فراهم می‌کند. برخلاف سیستمهای فوق توزیع و انتقال که دارای اسناد از پیش تعیین شده‌ای جهت خرید تجهیزات می‌باشند تاکنون الگوی مشخصی جهت خرید تجهیزات توزیع ارائه نشده است، لذا به جهت عدم وجود اسناد مدون در این رابطه، معاونت تحقیقات و تکنولوژی امور برق وزارت نیرو اقدام به تهیه مشخصات فنی کلیه تجهیزات سیستمهای توزیع نمود. گزارش حاضر که توسط گروه توزیع بخش برق مرکز تحقیقات نیرو تهیه گردیده بیانگر قسمتی از این فعالیت در رابطه با مشخصات فنی ترانسفورماتورهای روغنی توزیع می‌باشد.



## فهرست عناوین

صفحه	عنوان
	بخش اول : مشخصات فنی ترانسفورماتورهای روغنی توزیع
۱	مقدمه
۳	۱- نیازهای عمومی
۳	۲- هسته
۳	۳- سیم‌پیچها
۴	۳-۱- هادیهای سیم‌پیچی
۴	۳-۲- عایق سیم‌پیچی
۵	۴- مونتاژ هسته و سیم‌پیچی
۵	۵- قابلیت تحمل اتصال کوتاه
۵	۶- تانک یا بدنه ترانسفورماتور
۶	۷- تغییردهنده ولتاژ بی‌برقی
۶	۸- تجهیزات خنک کننده
۷	۹- بوشینگها
۷	۱۰- ملحقات
۷	۱۰-۱- مخزن انبساط روغن
۸	۱۰-۲- رله تشخیص گاز (رله بوخهولتس)
۸	۱۰-۳- نشاندهنده درجه حرارت روغن
۸	۱۱- رنگ و پرداخت نهایی
۹	۱۲- نیازها از نظر زمین لرزه
۹	۱۳- ضربه شوک و انحراف از شاقول

## فهرست عناوین

صفحه	عنوان
۱۰	۱۴- روغن ترانسفورماتور
۱۰	۱۴-۱- کیفیت
۱۰	۱۴-۲- مشخصات روغن
۱۱	۱۴-۳- ظرف محموله روغن
۱۱	۱۵- پلاک مشخصات ترانسفورماتور
۱۲	۱۶- پلاک مشخص کننده قدرت نامی
۱۲	۱۷- مردود نمودن
۱۳	۱۸- وسایل راه اندازی
۱۳	۱۹- مونتاژ کارخانه و آزمون ها
۱۳	۲۰- اطلاعات و مشخصات همراه پیشنهادات
۱۶	- مشخصات اصلی ترانسفورماتورهای روغنی توزیع (جدول شماره یک)
۲۱	- مشخصات فنی و داده های تضمین شده برای ترانسفورماتورهای روغنی توزیع (جدول شماره دو)
۳۰	- جدول مقادیر ترانسفورماتورهای روغنی توزیع (جدول شماره سه)
۳۲	- ضمیمه ۱

#### مقدمه :

- این مشخصات دربرگیرنده حداقل نیازمندیهای مربوط به طراحی، تهیه مواد، ساخت، بازرسی، آزمون، نشانه‌گذاری و آماده‌سازی جهت حمل ترانسفورماتور روغنی توزیع عنوان قرارداد است.
- بخشهای مختلف و ملحقات این مشخصات به هر دو زبان فارسی و انگلیسی می‌باید به عنوان اجزاء یک واحد در نظر گرفته شوند. در صورت وجود تناقض بین متن فارسی و انگلیسی، متن فارسی مورد قبول می‌باشد.
- فروشنده می‌باید در پیشنهاد خود هر گونه استثناء و مغایرتی را نسبت به این مشخصات و استانداردهای تعیین شده به روشنی و بطور مشخص بیان نماید لذا فرض بر این است که پیشنهادات ارائه شده منطبق با این مشخصات و استانداردهای ذکر شده می‌باشند، مگر در مواردی خاص که بطریق یاد شده قید گردیده باشد.

- در صورت بروز هرگونه ناهمخوانی میان بخشها و جملات این مشخصات و ضمایم آن، فروشنده می‌باید اصلاح این موارد را از خریدار درخواست نماید.
  
- فروشنده می‌باید تمام اطلاعات فنی را که در مرحله استعمال نیاز می‌باشد ارائه نماید. تمام برگه‌های اطلاعات فنی (جدول ۲) می‌باید بطور کامل پرشود. هر قلم پر نشده از این اطلاعات فنی به مثابه پذیرفته شدن مشخصات مورد درخواست خریدار تلقی خواهد شد.
  
- فروشنده می‌بایست فهرست فروش قبلی مربوط به کلیه اقلام را ارائه نماید. تجهیزاتی که برای نخستین بار ساخته شده باشند مورد قبول نخواهند بود.



## ۱- نیازهای عمومی

۱-۱- ترانسفورماتورهای توزیع می‌باید مطابق با نیازهای کاربردی مندرج در آخرین نشریات استانداردهای بین‌المللی IEC طراحی، ساخته و آزمایش شوند، مگر در مواردی که چیز دیگری ذکر شده باشد.

همه نشریات اصلاحی، مکمل و مرجع لیست شده در استانداردهای مربوطه نیز می‌باید مورد توجه قرار گیرند. ترانسفورماتورهای توزیع باید با قطعات یدکی مورد نیاز و کلیه 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.

۱-۲- ترانسفورماتورهای توزیع باید از نوع روغنی و دارای منبع انبساط روغن باشند.

۱-۳- کلیه قسمت‌های حامل جریان نظیر بوشینگها، تنظیم کننده ولتاژ، نقاط و ادوات اتصال باید حداقل از ظرفیت جریان پیوسته بار که معادل ۱۲۰ درصد جریان سیم پیچی‌های مربوطه تحت همه شرایط کاری است، برخوردار باشند.

## ۲- هسته

هسته ترانسفورماتور باید از ورقه‌های فولاد سیلیکن دار و نو، نورد سرد شده و بخصوص مناسب برای استفاده مورد نظر ساخته شود. هر دو طرف ورقه‌های فولادی باید با ماده عایقی مناسبی پوشش داده شده باشد، بنحویکه مقاومت الکتریکی مطلوبی را مابین ورقه‌های بهم چسبیده ایجاد نماید.

کلیه قطعات فولادی که برای محکم نمودن ورقه‌های هسته بکار گرفته می‌شوند باید پس از بریدن، سوراخکاری و جوشکاریهای لازم، سمباده پردازی یا سنگ زنی بشوند، مجموعه مونتاژ شده هسته و سیم‌پیچی باید مجهز به گیره‌های مناسبی برای بلند کردن این مجموعه باشد.

## ۳- سیم پیچی‌ها

### کلیات

در طراحی، ساخت و تهیه سیم پیچی‌ها، ملاحظات ویژه‌ای برای همه عوامل سرویس نظیر: قدرت عایقی و مکانیکی عایق، مشخصات سیم پیچی، توزیع یکنواخت میدان الکتریکی، حداقل تلفات عایق، امکان عبور جریان آزاد روغن برای ایجاد درجه حرارت یکنواخت، محدود نمودن گرمترین نقطه‌ها، توزیع

ولتاژ یکنواخت مابین حلقه‌های مجاور و در سرتاسر سیم پیچی‌ها، و کنترل ضریب دی‌الکتریک برای تحمل شرایط حداکثر ولتاژ بهره‌برداری و موج ضربه، باید مورد توجه قرار گیرند.

قابلیت‌های بارگذاری آنچنانکه در این مشخصات و در استانداردهای IEC برای ترانسفورماتورهای توزیع در نظر گرفته شده باید با توجه به طول عمر، نگهداری و دیگر عوامل تاثیر گذار 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 در خواست شده باشد) مطابق با مندرجات استانداردهای IEC طراحی شوند.

### ۱-۳- هادیهای سیم پیچی

هادیهای سیم پیچی باید عاری از هر گونه پوسته، برآمدگی و یا شکاف باشد. همه هادیهای استفاده شده برای سیم پیچی باید از مس الکترولیتی ساخته شده باشند. حلقه‌های سیم پیچی باید بطور یکدست ساخته شده و طوری پیچیده شده باشند که باعث تقویت استقامت مکانیکی و الکتریکی شوند و کاهش زوال سیم پیچی را در برداشته باشند.

نقطه نوترال سیم پیچی‌های ستاره و یا زیگزاگ باید بطور جداگانه و از طریق یک پوشینگ و یا ترمینال مناسب به بیرون از ترانسفورماتور منتقل گردیده و نباید به قسمت‌های داخل ترانسفورماتور اتصالی داشته باشد.

### ۲-۳- عایق سیم پیچی

عایق بندی سیم پیچی باید از نوع یکنواخت یا غیر یکنواخت انتخاب شود. لاک زدن روی حلقه‌های سیم پیچی فقط می‌تواند به منظور حفاظت مکانیکی (و نه برای اصلاح خاصیت دی‌الکتریک آن) مورد استفاده قرار گیرد.

مواد استفاده شده در عایق‌بندی و مونتاژ سیم‌پیچی‌ها باید غیر قابل حل، تجزیه ناپذیر و از نظر شیمیائی غیرفعال در روغن داغ ترانسفورماتور در شرایط کار باشند.

#### ۴- مونتاژ هسته و سیم پیچی

هر هسته و سیم پیچی مونتاژ شده باید تحت شرایط خلاء با فشار کمتر از ۰/۵ میلی متر 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 شده، و سپس در روغن عاری از رطوبت غوطه‌ور گردد.

#### ۵- قابلیت تحمل اتصال کوتاه

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

ترانسفورماتور توزیع باید بدون آسیب قادر به تحمل اثرات حرارتی و دینامیکی اتصال کوتاه‌ها (سه فاز، دو فاز و نیز تکفاز بزمین) در ترمینالهای ولتاژ کم و ولتاژ زیاد بامقادیر جریان و زمان اتصال کوتاه، مشخص شده در این مشخصات و بر طبق نشریات IEC باشد.

محاسبات اتصال کوتاه برای قابلیت تحمل دینامیکی ترانسفورماتور باید بطور اعم مطابق با استاندارد IEC 76-5 باشد.

#### ۶- مخزن یا بدنه ترانسفورماتور

۶-۱- مخزن ترانسفورماتور باید از فولاد کم‌کربن نوردشده گرم یاسرد، ساخته شود، مخزن و درپوش آن باید بنحو خوبی آب‌بندی شده و غیرقابل نفوذ گردند. درپوش مخزن باید بگونه‌ای باشد که آب روی آن راکندماند. واشرها باید از مواد نرم ارتجاعی و غیر قابل حل در روغن از نظر شیمیایی، که تحت تاثیر حرارت روغن قرار نگرفته و آب‌بندی خوبی را در مقابل نفوذ روغن داغ ایجاد کند، ساخته شود.

۶-۲- مخزن 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 مخزن را داشته باشند.

۶-۳- بدنه خارجی هر ترانسفورماتور باید مجهز به دو ترمینال برای اتصال سیستم زمین به بدنه ترانسفورماتور

بوده و در هر ترمینال دو محل اتصال برای وصل هادی زمین در نظر گرفته شده باشد.

۴-۶- در صورتیکه ترانسفورماتور مجهز به وسایل مناسبی برای استقرار و حرکت روی ریل آهن باشد باید امکان جابجائی آنرا در جهت طولی یا عرضی و یا هر دو (بسته به انتخاب) در حالتی که پر از روغن است فراهم سازد.

۵-۶- ساختمان مخزن اصلی و مخزن انبساط روغن باید با در نظر گرفتن تغییرات درجه حرارت‌های مورد نظر برای سردترین و گرمترین شرایط کار طراحی گردد.

#### ۷- تغییر دهنده ولتاژ بی‌برقی

ترانسفورماتورها باید مجهز به تغییر دهنده دستی ولتاژ برای تغییر اتصالات به پله‌های مختلف در سیم‌پیچی باشند. تغییر پله باید فقط موقعی انجام بگیرد که ترانسفورماتور بی برق باشد. تغییر دهنده ولتاژ باید شامل دستگیره‌ای جهت تنظیم، همراه با نشاندهنده پله‌ها و نیز وسایلی برای قفل نمودن دستگیره تغییر دهنده ولتاژ در هر یک از پله‌های مورد نظر باشد.

کتاکت‌های تغییر دهنده ولتاژ باید قادر به تحمل جریان کامل اتصال کوتاه ترانسفورماتور بدون هیچگونه صدمه و آسیب دیدن بوده و نیز جریان نامی مستمر بیش از  $1/2$  برابر حداکثر جریان بار کامل سیم‌پیچی را تحمل نمایند. دسته تغییر دهنده ولتاژ باید به وسایل مناسبی برای حفاظت در برابر عملکرد ناصحیح مجهز باشد.

#### ۸- تجهیزات خنک کننده

##### کلیات

ترانسفورماتورها باید دارای سیستم خنک شدن طبیعی روغن باشند.

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

## ۹- پوشینگها

### کلیات

پوشینگها باید مطابق با آخرین نشریه استاندارد IEC233 و یا DIN42531 بوده و به گونه‌ای باشند که مناسب کار در شرایط محیطی عنوان شده در جدول یک باشند.

پوشینگهای هم ولتاژ باید قابل تعویض با یکدیگر باشند. پوشینگها باید در مقابل روغن، هوا و آب نفوذ ناپذیر باشند.

### سایر خصوصیات

پوشینگها 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 تامین گردیده باشد.

## ۱۰- ملحقات

### کلیات

کلیه نشاندنده‌ها، وسایل اندازه‌گیری، رله‌ها و اندازه‌گیرهای درجه حرارت و رطوبت گیر باید بگونه‌ای روی ترانسفورماتور نصب شوند که ارتعاشات ترانسفورماتور به آنها منتقل نگردد. کتتاکنهای لوازم فوق باید نسبت به زمین عایق شده و از نوع حرکت سریع یا نوع جیوه‌ای باشند. کتتاکنهای هشدار دهنده و کنترل باید در شرایط عادی باز بوده و خود تنظیم باشند (بجز کتتاکنهای فشار ناگهانی)، و نیز مناسب ولتاژ فشار ضعیف داخل پست باشند.

در صورتیکه ترانسفورماتور دارای ملحقات زیر باشد، خصوصیات آنها باید مطابق شرایط زیر انتخاب گردد.

### ۱-۱۰- مخزن انبساط روغن

مخزن انبساط روغن باید با ایجاد شیب مناسبی در کف آن روی ترانسفورماتور قرار گیرد. کف این مخزن در انتهای شیب باید مجهز به صافی با اندازه مناسب و با درپوش لازم باشد.

مخزن انبساط روغن باید بطور کامل در مقابل نفوذ هوا آب بندی گردد که این امر باید از طریق یک

محفظه هوایی مقاوم در مقابل هوا و روغن که به رطوبت گیر متصل است انجام گیرد.  
مخزن انبساط روغن باید مجهز به نشان‌دهنده سطح روغن باشد این نشان دهنده باید از سطحی هم سطح محل نصب ترانسفورماتور قابل رویت باشد و روی سطح خارجی کنسرواتور نصب گردد. عقربه (عامل) نشاندهنده باید نمایانگر سطوح حداکثر، حداقل و نرمال در دمای  $20^{\circ}\text{C}$  باشد.  
همچنین حجم کنسرواتور می‌بایست حداقل برابر ۹ درصد از حجم کل روغن در دمای  $20^{\circ}\text{C}$  باشد.

#### ۱۰-۲- رله تشخیص گاز (رله بوخهلتنس)

رله تشخیص گاز، باید روی لوله ارتباطی مابین کنسرواتور و تانک ترانسفورماتور قرار گیرد. رله باید مجهز به یک یا دو سری کنتاکت باشد، که برای وصل مدار هشداردهنده یا قطع در اثر تجمع تدریجی گاز یا حرکت سریع روغن در محفظه روغن است.

#### ۱۰-۳- نشاندهنده درجه حرارت روغن

نشاندهنده عقربه‌ای درجه حرارت روغن به‌مراه عنصر حساس آن که در حول و حوش گرمترین موقعیت روغن قرار می‌گیرد در صورت لزوم تهیه شود. نشاندهنده باید روی بدنه ترانسفورماتور در محلی که از سطحی هم سطح محل نصب ترانسفورماتور قابل رویت باشد، نصب گردد. نشاندهنده درجه حرارت می‌تواند مجهز به کنتاکت‌های قابل تنظیم زیر باشد:

(۱) تحریک مدار هشدار

(۲) تحریک مدار فرمان قطع

#### ۱۱- رنگ و پرداخت نهایی

الف) گالوانیزاسیون (در صورت استفاده از ورق گالوانیزه):

گالوانیزه نمودن قطعات باید برطبق استاندارد ISO-1461 (سال ۱۹۷۳ یا آخرین انتشار) انجام گیرد.

ب) زیرسازی و رنگ آمیزی :

ب-۱) زیرسازی :

زیرسازی می‌باید مطابق با آخرین انتشار استاندارد ANSI A159.1 انجام گیرد.

ب-۱-۱) زنگ زدائی :

قطععات آهنی و صفحات فولادی باید بوسیله شن پاشی مطابق با آخرین انتشار استاندارد BS4232 و یا هر روش مورد تایید دیگری، از زنگ پاک شود.

ب-۱-۲) چربی زدائی :

قطععات آهنی و صفحات فولادی باید با استفاده از حلالها از چربی پاک شود.

ب-۲) رنگ آمیزی خارجی :

رنگ روی قطععات آهنی و صفحات فولادی باید از سه لایه پوشش به ضخامت هر یک حداقل ۴۰ میکرون (حداقل ۵۰ میکرون برای آب و هوای مرطوب) تشکیل گردد که یک لایه ضد زنگ، پوشش دوم و رنگ آستری و در نهایت پوشش سوم، رنگی مقاوم در مقابل رطوبت، تابش آفتاب و تغییرات دما با ضخامت کلی حداقل ۱۲۰ میکرون (حداقل ۱۵۰ میکرون برای آب و هوای مرطوب) می باشد. رنگ آمیزی باید مطابق با آخرین انتشار استاندارد BS 5493 باشد و یک صفحه رنگ شده به عنوان نمونه باید مطابق با فهرست مندرج در ضمیمه ۱ آزمایش شود. اضافه کردن لایه های رنگ می تواند با توافق صورت پذیرد.

۱۲- نیازها از نظر زمین لرزه

ترانسفورماتورهای که بطور کامل مونتاژ و نصب می گردند (بعلاوه کلیه ملحقات آنها) باید طوری طراحی شده باشند که نیروهای دینامیکی زمین لرزه را بدون هرگونه صدمه ای تحمل نمایند. شتابهای افقی و عمودی زلزله باید در همان جهتی هدایت و خنثی گردند که شدیدترین وضعیت بارگذاری ترانسفورماتور و ملحقات آن ایجاد می نمایند (مقدار این شتاب بطور عموم باید  $0/3$  شتاب ثقل زمین در نظر گرفته شود مگر در شرایط خاصی که توسط خریدار مشخص گردیده باشد)

۱۳- 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 هر گونه جابجائی تا حد ۳ برابر شتاب ثقل زمین در هر 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.

#### ۱۴- روغن ترانسفورماتور

##### ۱۴-۱- کیفیت

روغن ترانسفورماتور باید مطابق با آخرین نشریه استاندارد IEC 296 بوده و از نوع روغن عایق، استفاده نشده، و بدست آمده از پالایش و تصفیه نفت باشد این روغن باید از محصولات نفتی خالص با پایه نفتان در کلاس ۲، برای مناطق طبقه‌بندی شده در گروه C<sup>۱</sup> (از نظر حداقل درجه حرارت) و پایه نفتان یا پارافین در کلاس ۱ برای نیاز مناطق طبقه‌بندی شده در گروه A<sup>۲</sup>، B<sup>۳</sup> (از نظر حداقل درجه حرارت) باشد.

روغن باید بدون هر گونه ماده ضد اکسید کنندگی (بعبارت دیگر روغن بدون مواد افزودنی) باشد.

##### ۱۴-۲- مشخصات روغن

مشخصات	واحد	کلاس ۱	کلاس ۲
گرانروی جنبشی	سی - اس - تی *	کوچکتر یا مساوی ۱۶/۵	کوچکتر یا مساوی ۱۱
	در ۴۰° سانتی‌گراد	کوچکتر یا مساوی ۴۰	کوچکتر یا مساوی ۲۵
	در ۲۰° سانتی‌گراد	کوچکتر یا مساوی ۸۰۰	-----
	در ۱۵° - سانتی‌گراد	-----	کوچکتر یا مساوی ۱۸۰۰
	در ۳۰° - سانتی‌گراد	بزرگتر یا مساوی ۱۴۰	بزرگتر یا مساوی ۱۳۰
درجه حرارت اشتعال	درجه سانتی‌گراد	کوچکتر یا مساوی -۳۰	کوچکتر یا مساوی -۴۵
درجه حرارت خمیری شدن (نقطه ریزش)	درجه سانتی‌گراد		

$$* cSt = 10^{-6} m^2/s.$$

(۱) مناطقی که حداقل درجه حرارت محیط آنها معادل ۴۰- درجه سانتی‌گراد باشد.

(۲) مناطقی که حداقل درجه حرارت محیط آنها معادل ۲۰- درجه سانتی‌گراد باشد.

(۳) مناطقی که حداقل درجه حرارت محیط آنها معادل ۳۰- درجه سانتی‌گراد باشد.



مشخصات	واحد/شرایط	عوامل مشترك در کلاسهای ۲۱
شکل ظاهری	----	رنگ روشن و بدون هر گونه مواد معلق یا ته‌نشینی
چگالی	کیلوگرم بر دسیمتر مکعب	کوچکتر یا مساوی ۰/۸۹۵
کشش سطحی	در ۲۰° سانتی گراد نیوتن بر متر	بزرگتر یا مساوی ۴۰x۱۰ <sup>-۳</sup>
درجه خنثی بودن	در ۲۵° سانتی گراد میلی گرم پتاس بر گرم روغن	کوچکتر یا مساوی ۰/۰۳
خورندگی گوگردی	-----	غیر خورنده
مقدار آب محلول	میلی گرم بر کیلوگرم روغن	کوچکتر یا مساوی ۴۰
مواد افزودنی ضد اکسید کننده	-----	غیر قابل تشخیص
درجه خنثی بودن *	میلی گرم پتاس بر گرم روغن	کوچکتر یا مساوی ۰/۴
مقدار لجن روغن *	درصد وزنی روغن	کوچکتر یا مساوی ۰/۱
ولتاژ شکست عایقی	کیلوولت	بزرگتر یا مساوی ۳۰ کیلوولت
- روغن تازه قبل از تصفیه		بزرگتر یا مساوی ۵۰ کیلوولت
- روغن بعد از تصفیه		
ضریب تلفات در شدت میدان		
۵۰۰ تا ۱۰۰۰، ولت بر		کوچکتر یا مساوی ۰/۰۰۵
میلیمتر برای نمونه روغن	در ۹۰° سانتی گراد	
خشک و فیلتر شده	فرکانس ۴۰ تا ۶۲ هرتز	

\* بعد از اکسید شدن روغن بدون افزودنی

### ۳-۱۴- ظرف محموله روغن

- ۱) روغن ترانسفورماتور باید در بشکه‌های پر تحویل داده شود.
- ۲) بشکه‌ها باید نو و از مناسبترین جنس و بطور کلی از نوعی باشند که عموماً "در صنعت نفت مورد استفاده قرار می‌گیرند.

### ۱۵- پلاک مشخصات ترانسفورماتور

پلاک مشخصات ترانسفورماتور باید شامل اطلاعات لازم مطابق IEC-76,289,185 باشد و امکان

نصب آن در چهار طرف ترانسفورماتور باشد.

#### ۱۶- پلاك مشخص کننده قدرت نامی :

در صورت درخواست خریدار، فروشنده می‌بایست پلاکی که بیانگر قدرت نامی ترانسفورماتور بر حسب کیلوولت آمپر است را بر روی بدنه ترانسفورماتور نصب کند. این پلاک باید در حالیکه ترانسفورماتور در ارتفاع شش متری نصب شده است از سطح زمین قابل رویت باشد.

- این صفحه باید از جنس مشابه پلاک مشخصات ترانسفورماتور (مشخص شده در بند ۱۵) باشد

- زمینه این صفحه باید به رنگ زرد و اعداد باید به رنگ مشکی باشند.

- هر عدد باید در مستطیلی فرضی به ابعاد  $۸۴ \times ۱۲۶$  میلیمتر رسم شود.

#### ۱۷- 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 رواداریهایی باشد که در استاندارد IEC مشخص گردیده است.

ب) ولتاژ اِپسِدانس اندازه‌گیری شده نسبت به مقادیر تضمینی بیش از ۱۰ درصد اختلاف داشته باشد.

ج) افزایش درجه حرارت روغن یا سیم پیچی 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 صنعتی رد شود.

و) چنانچه ثابت شود که ترانسفورماتور مطابق با مشخصات توافق شده ساخته نشده است.

چنانچه مقادیر اندازه‌گیری شده برای موارد فوق‌الذکر در محدوده مقادیر تضمینی نبوده و در عوض در محدوده‌های ذکر شده در فوق قرار گرفته باشند، در صورت موافقت خریدار، سازنده یا باید

ترانسفورماتور را اصلاح نماید یا پرداخت جریمه‌ای را که توسط خریدار پیشنهاد می‌گردد تقبل نماید.

#### ۱۸- وسایل راه‌اندازی

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

- ۱) یک سری کامل واشرها همراه با مواد لازم جهت تثبیت واشرها؛
- ۲) لوازم ویژه (در صورت نیاز)؛
- ۳) مقدار کافی نوارهای عایقی؛
- ۴) یک قوطی رنگ سطح نهائی؛
- ۵) ۱۰٪ کل مقدار روغن؛
- ۶) مواد و وسایل ضروری دیگر طبق پیشنهاد سازنده با توجه به نوع ترانسفورماتور.

#### ۱۹- آزمون نوعی (تیپ)

آزمون‌های نوعی در صورت حصول توافق مابین خریدار و فروشنده بهنگام عقد قرارداد، باید انجام پذیرند. فروشنده می‌باید گزارش آزمون نوعی ترانسفورماتور مورد نظر را ارائه نماید و در صورتی که گزارش آزمون از نظر خریدار قابل قبول نباشد و یا اینکه آزمایشگاهی که آزمون را انجام داده است مورد قبول خریدار نباشد فروشنده موظف به انجام مجدد آزمون به هزینه خود می‌باشد.

#### ۲۰- اطلاعات و مشخصات همراه پیشنهادات

۲۰-۱- اطلاعات و مشخصات زیر باید همراه با پیشنهاد جهت تأیید و بررسی در مناقصه ارائه شوند:

- ۱) نقشه‌های کلی که ساخت، ابعاد خارجی، وزن قطعات و نحوه 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 نحوه خارج ساختن هسته و روغن از مخزن و غیره باشند؛
- ۲) کاتالوگ‌های همه اجزاء اصلی و ملحقات؛

- (۳) لیست آچارها، ابزارآلات، قلابها و لوازم مخصوص که طبق پیشنهاد ضروری می باشند؛
- (۴) آزمایشات اضافی کارگاهی مورد نظر سازنده، در صورت لزوم، علاوه بر آنهایی که قبلاً" مشخص شده اند.
- ۲-۲۰-۲- مشخصات فنی تفصیلی طبق آنچه که در جداول مشخص شده است .
- ۳-۲۰-۲- لیست لوازم یدکی بانضمام قیمت(و تعدیل) آنها برای دوره قابل توجه (حداقل ۵ سال) بهره برداری و نگهداری.
- ۴-۲۰-۲- گزارش آزمونهای نوعی .
- ۵-۲۰-۲- لیست تجربیات فروشنده در ساخت ترانسفورماتورهای مشابه .
- ۶-۲۰-۲- اسناد و نقشه های لازم برای نصب، نگهداری و تعمیرات
- ۷-۲۰-۲- کلیه تجهیزات موقت و دائمی لازم برای نصب، همچنین مشخصات خودروهای مورد نیاز برای حمل و نقل صحیح و نیز چگونگی بارگیری و تخلیه باید برای خریدار مشخص گردد.
- ۸-۲۰-۲- همه اسناد و مدارك مناقصه باید توسط نماینده مجاز فروشنده مهر و امضاء شوند .

## جدول شماره یک

مشخصات اصلی ترانسفورماتورهای روغنی توزیع

یادآوری:

این جدول توسط خریدار تکمیل می‌گردد.

جدول شماره یک:  
مشخصات اصلی ترانسفورماتورهای روغنی توزیع

مشخصات فنی	توضیحات	ردیف
	اطلاعات عمومی :	۱
	محل نصب (فضای آزاد/ فضای بسته)	۱-۱
	نوع رادیاتور (لوله‌ای / کنگره‌ای)	۱-۲
	تعداد فاز (یکفاز/ سه فاز)	۱-۳
	نوع سیستم خنک کننده	۱-۴
	فرکانس نامی (هرتز)	۱-۵
	توان خروجی نامی (کیلوولت آمپر)	۱-۶
	ولتاژ نامی در HV/LV در حالت بی‌باری (کیلوولت-مقدار موثر)	۱-۷
	حداکثر ولتاژ سیستم در HV/LV (کیلوولت-مقدار موثر)	۱-۸
	سیستم زمین	۱-۹
	الف) سیستم زمین فشار قوی	
	ب) سیستم زمین فشار ضعیف	
	شرایط محیط :	۲
	ارتفاع (متر)	۲-۱
	حداکثر درجه حرارت محیط (درجه سانتیگراد)	۲-۲
	حداکثر درجه حرارت متوسط روزانه (درجه سانتیگراد)	۲-۳
	حداکثر درجه حرارت تابش آفتاب (درجه سانتیگراد)	۲-۴
	حداقل دما (درجه سانتیگراد)	۲-۵
	تعداد روزهای سال با درجه حرارت زیر صفر	۲-۶
	سطح آلودگی (طبق استاندارد IEC ۷۱-۲)	۲-۷
	بار زلزله (ضریبی از شتاب ثقل زمین)	۲-۸
	حداکثر افزایش دما در توان نامی :	۳
	سیم پیچ (درجه سانتیگراد)	۳-۱

جدول شماره یک:  
مشخصات اصلی ترانسفورماتورهای روغنی توزیع

مشخصات فنی	توضیحات	ردیف
	روغن (درجه سانتیگراد)	۳-۲
	تپ چنجر بی برقی: (بلی / غنچیر)	۴
	محل استقرار تپ چنجر	۴-۱
	جریان نامی (آمپر)	۴-۲
	محدوده تغییرات انشعاب ( $\pm\%$ )	۴-۳
	تعداد پله‌ها	۴-۴
	گروه برداری	۵
	حداقل ولتاژ امیدانس در انشعاب اصلی و دمای ۷۵ درجه سانتیگراد(%)	۶
	پایداری در مقابل اتصال کوتاه:	۷
	خطای سه فاز در سیستم فشارقوی (آمپر)	۷-۱
	خطای سه فاز در سیستم فشارضعیف (آمپر)	۷-۲
	مدت زمان اتصال کوتاه (ثانیه)	۷-۳
	عایق‌بندی بصورت تدریجی یا یکنواخت (در صورت وجود سیم پیچ ستاره یا زیگزآگ)	۸
	سطح عایقی	۹
	سیم پیچ‌ها	۹-۱
	الف) تحمل موج ولتاژ ضربه I) در ترمینال فشارقوی (کیلوولت - پیک) II) در ترمینال فشارضعیف (کیلوولت - پیک)	

جدول شماره یک:  
مشخصات اصلی ترانسفورماتورهای روغنی توزیع

مشخصات فنی	توضیحات	ردیف
	<p>(III) در ترمینال زمین (کیلوولت - پیک)                      ب ( تحمل ولتاژ در مدت یک دقیقه با فرکانس صنعتی                      (I) در ترمینال فشارقوی (کیلوولت - موثر)                      (II) در ترمینال فشار ضعیف (کیلوولت - موثر)                      (III) در ترمینال زمین (کیلوولت - موثر)</p>	۹-۲
	<p>بوشینگ‌ها                      الف) تحمل موج ولتاژ ضربه                      ( I ) در ترمینال فشارقوی (کیلوولت - پیک)                      ( II ) در ترمینال فشار ضعیف (کیلوولت - پیک)                      (III) در ترمینال زمین (کیلوولت - پیک)                      ب ( تحمل ولتاژ در مدت یک دقیقه با فرکانس صنعتی                      ( I ) در ترمینال فشارقوی (کیلوولت - موثر)                      ( II ) در ترمینال فشار ضعیف (کیلوولت - موثر)                      (III) در ترمینال نوترال (کیلوولت - موثر)</p>	۱۰
	<p>حداقل فاصله خزشی:</p>	
	<p>بوشینگ فشارقوی (میلیمتر)</p>	۱۰-۱
	<p>بوشینگ فشار ضعیف (میلیمتر)</p>	۱۰-۲
	<p>بوشینگ نوترال (میلیمتر)</p>	۱۰-۳
	<p>نحوه اتصالات ترمینال :</p>	۱۱
	<p>الف) ترمینال فشارقوی                      ب ( ترمینال فشار ضعیف                      ج ( ترمینال نوترال</p>	



جدول شماره یک:  
مشخصات اصلی ترانسفورماتورهای روغنی توزیع

مشخصات فنی	توضیحات	ردیف
	حداکثر سطح صدا طبق استاندارد IEC551 در ولتاژ نامی (دسی بل)	۱۲
	حداکثر تداخل رادیویی (RIV) در فرکانس یک مگاهرتز و ولتاژی برابر با ۱۰۵٪ ولتاژ نامی فشار قوی مطابق با استاندارد NEMA 107 (میکروولت)	۱۳
	لوازم جانبی اختیاری:	۱۴
	جک هیدرولیک (بلی / خیر)	۱۴-۱
	کیت آزمون روغن (بلی / خیر)	۱۴-۲
	آنالایزر گاز (بلی / خیر)	۱۴-۳
	رله بوخهلتس (طبق استاندارد DIN 425 66) (بلی / خیر)	۱۴-۴
	پمپ آزمون رله بوخهلتس (بلی / خیر)	۱۴-۵
	پایه‌های برقیگیر (بلی / خیر)	۱۴-۶
	دماسنج (بلی / خیر)	۱۴-۷
	چرخ:	۱۴-۸
	الف) مورد نیاز است؟ (بلی / خیر)	
	ب) قابل حرکت در دو جهت / قابل حرکت در یک جهت	
	هر مشخصه و وسیله دیگر	۱۴-۹
	روغن:	۱۵
	کلاس (طبق استاندارد IEC - ۲۹۶)	۱۵-۱
	نشاندنده سطح روغن (بلی / خیر)	۱۵-۲
	آیا ماده افزودنی به روغن بکار گرفته شود (بلی / خیر)	۱۵-۳
	نوع ماده افزودنی به روغن	۱۵-۴
	حداکثر ارتفاع هنگام حمل و نقل (متر)	۱۶

جدول شماره دو  
مشخصات فنی و داده‌های تضمین شده برای  
ترانسفورماتورهای روغنی توزیع

یادآوری :

این جدول توسط فروشنده تکمیل می‌گردد.

## جدول شماره دو:

مشخصات فنی و داده‌های تضمین شده برای ترانسفورماتورهای روغنی توزیع

(اطلاعاتی که توسط پیمانکار ارائه می‌گردد)

مشخصات فنی	توضیحات	ردیف
	اطلاعات کلی:	۱
	سازنده:	۱-۱
	نام	
	کشور	
	نوع طراحی	۱-۲
	استاندارد بکار گرفته شده	۱-۳
	نوع رادیاتور (لوله‌ای / کنگره‌ای)	۱-۴
	نوع خنک کننده	۱-۵
	فرکانس نامی (هرتز)	۱-۶
	قدرت خروجی نامی (کیلوولت آمپر)	۱-۷
	ولتاژ نامی (کیلوولت - موثر، در اولیه و ثانویه)	۱-۸
	ماکزیمم ولتاژ سیستم (کیلوولت - موثر، در اولیه و ثانویه)	۱-۹
	قدرت خروجی دائم در انشعاب اصلی (کیلوولت آمپر)	۲
	حداکثر افزایش دما در توان نامی خروجی با در نظر گرفتن ارتفاع و دمای محیط در محل نصب	۳
	دما در سطح روغن، اندازه‌گیری بوسیله دماسنج (درجه سانتیگراد)	۳-۱
	دمای سیم‌پیچ، اندازه‌گیری بروش مقاومتی (درجه سانتیگراد)	۳-۲
	دمای بالاترین نقطه (درجه سانتیگراد)	۳-۳

جدول شماره دو:  
مشخصات فنی و داده‌های تضمین شده برای ترانسفورماتورهای روغنی توزیع

مشخصات فنی	توضیحات	ردیف
	تپ چنجر بی‌برقی : (بلی / خیر)	۴
	نوع	۴-۱
	سازنده	۴-۲
	جریان نامی	۴-۳
	محدوده تغییرات کلی	۴-۴
	تعداد مراحل تغییر ولتاژ	۴-۵
	تغییر ولتاژ در هر مرحله	۴-۶
	محل استقرار	۴-۷
	گروه برداری	۵
	امپدانس‌ها: (در مبنای توان نامی)	۶
	امپدانس توالی مثبت در دمای $75^{\circ}\text{C}$ ، در انشعاب اصلی (%)	۶-۱
	امپدانس توالی مثبت در دمای $75^{\circ}\text{C}$ و حداکثر افزایش ولتاژ (%)	۶-۲
	امپدانس توالی مثبت در دمای $75^{\circ}\text{C}$ و حداکثر کاهش ولتاژ (%)	۶-۳
	امپدانس صفر در دمای $75^{\circ}\text{C}$ در انشعاب اصلی (%)	۶-۴
	پایداری در مقابل اتصال کوتاه سیم پیچ‌ها	۷
	در سیستم فشارقوی	۷-۱
	مقدار جریان اتصال کوتاه تکفاز و سه فاز متقارن (کیلوآمپر)	
	در سیستم فشار ضعیف	۷-۲
	مقدار جریان اتصال کوتاه تکفاز و سه فاز متقارن (کیلوآمپر)	
	مدت زمان اتصال کوتاه (ثانیه)	۷-۳
	محاسبات اتصال کوتاه ارائه خواهد شد؟ (بلی / خیر)	۷-۴

جدول شماره دو:

مشخصات فنی و داده‌های تضمین شده برای ترانسفورماتورهای روغنی توزیع

مشخصات فنی	توضیحات	ردیف
	سطح عایقی	۸
	(هنگامیکه آزمایش در ارتفاع هم سطح دریا انجام می‌گیرد.)	
	پایداری عایق در مقابل موج ضربه	۸-۱
	الف) سیم‌پیچ فشارقوی / پوشینگ (کیلوولت - پیک)	
	ب) سیم‌پیچ فشارضعیف / پوشینگ (کیلوولت - پیک)	
	ج) انتهای سیم‌پیچ / پوشینگ نوترال	
	پایداری ولتاژ در فرکانس صنعتی در مدت یک دقیقه	۸-۲
	الف) سیم‌پیچ فشارقوی / پوشینگ (کیلوولت - موثر)	
	ب) سیم‌پیچ فشارضعیف / پوشینگ (کیلوولت - موثر)	
	ج) انتهای سیم‌پیچ / پوشینگ نوترال	
	فشارضعیف (کیلوولت - موثر)	
	طراحی با ارتفاع بیشتر از سطح دریا (متر)	۸-۳
	اطلاعات در مورد پوشینگ	۹
	سازنده	۹-۱
	نوع	۹-۲
	فاصله خزشی برای دو طرف فشارقوی و ضعیف (میلیمتر)	۹-۳
	حداکثر نیروی مکانیکی روی پوشینگهای فشارقوی و ضعیف	۹-۴
	الف) استاتیک، افقی	
	ب) استاتیک، عمودی	

جدول شماره دو:

مشخصات فنی و داده‌های تضمین شده برای ترانسفورماتورهای روغنی توزیع

مشخصات فنی	توضیحات	ردیف
	ج) دینامیک، افقی د) دینامیک، عمودی	
	زاویه تلفات در ولتاژ کار	۹-۵
	ظرفیت الکترواستاتیکی پوشینگ (پیکوفاراد)	۹-۶
	مقدار روغن هر پوشینگ (لیتر)	۹-۷
	استاندارد آزمون	۹-۸
	جریان تحریک:	۱۰
	در ولتاژ نامی هنگامیکه تحریک از طرف فشارقوی انجام می‌گیرد (آمپر - موثر)	۱۰-۱
	در ۱۱۰ درصد ولتاژ نامی هنگامیکه تحریک از طرف فشارقوی صورت می‌گیرد (آمپر - موثر)	۱۰-۲
	تلفات	۱۱
	تلفات بارداری در فرکانس نامی، دمای $75^{\circ}\text{C}$ و جریان نامی با انشعاب اصلی:	۱۱-۱
	در حالت ONAN (کیلووات)	
	تلفات بارداری در دمای $75^{\circ}\text{C}$ و حداکثر افزایش ولتاژ انشعاب در حالت ONAN (کیلووات)	۱۱-۲
	تلفات بارداری در دمای $75^{\circ}\text{C}$ و حداکثر کاهش ولتاژ انشعاب در حالت ONAN (کیلووات)	۱۱-۳
	تلفات بی‌باری در دمای $75^{\circ}\text{C}$ و فرکانس نامی با انشعاب اصلی در حالت ONAN (کیلووات)	۱۱-۴

## مشخصات فنی و داده‌های تضمین شده برای ترانسفورماتورهای روغنی توزیع

مشخصات فنی	توضیحات	ردیف
	راندمان ترانسفورماتور در فرکانس نامی و $75^{\circ}\text{C}$ و جریان نامی با ضریب توان $0.9$ پس فاز در حالت ONAN با مقادیر بار: نامی، $\frac{3}{4}$ نامی، $\frac{1}{2}$ نامی و $\frac{1}{4}$ نامی	۱۲
	اطلاعات مربوط به شدت جریان و شدت فلوی مغناطیسی	۱۳
	نوع ورقه ورقه شدن هسته فولادی	۱۳-۱
	ضخامت ورقه‌های فولادی در هسته ترانس (میلیمتر)	۱۳-۲
	شدت فلوی مغناطیسی هسته در سمت فشارقوی با ولتاژ نامی با	۱۳-۳
	انشعاب اصلی (و بربر متر مربع)	۱۳-۴
	همانند شماره ۱۳-۳ در حالت $110$ درصد ولتاژ نامی (و بربر متر مربع)	۱۳-۵
	مساحت هسته (سانتیمتر مربع)	۱۳-۶
	چگالی جریان در توان و ولتاژ نامی	۱۳-۷
	الف) در سیم پیچ فشارقوی (آمپر بر میلیمتر مربع)	۱۳-۸
	ب) در سیم پیچ فشارضعیف (آمپر بر میلیمتر مربع)	
	عایق‌بندی:	
	نوع عایق‌بندی (یکنواخت / غیر یکنواخت)	۱۴
	الف) در سمت فشارقوی	۱۴-۱
	ب) در سمت فشارضعیف	
	جنس عایقها:	
	الف) برای هادیهای هر دور (فشارقوی و ضعیف)	۱۴-۲

جدول شماره دو:

مشخصات فنی و داده‌های تضمین شده برای ترانسفورماتورهای روغنی توزیع

مشخصات فنی	توضیحات	ردیف
	ب) بین دو سیم پیچ فشارقوی و ضعیف ج) بین هسته و سیم پیچ فشار ضعیف د) ورقه‌های هسته ه) صفحات جانبی و) انشعابات ز) اتصالات انشعابات	مخزن : ۱۵
	ضخامت صفحات ترانسفورماتور الف) مخزن (میلیمتر) ب) جوانب مخزن (میلیمتر) ج) ته مخزن (میلیمتر) د) صفحات یا لوله‌های رادیاتور (میلیمتر)	۱۵-۱
	پایداری در مقابل خلاء الف) مخزن (میلیمتر جیوه) ب) رادیاتورها (میلیمتر جیوه) ج) مخزن انبساط روغن (میلیمتر جیوه) پایداری در مقابل فشار مثبت برای کل ترانسفورماتور (میلیمتر جیوه)	۱۵-۲
	پایداری در مقابل فشار مثبت برای کل ترانسفورماتور (میلیمتر جیوه)	۱۵-۳
	روغن	۱۶
	کلاس (طبق استاندارد IEC-۲۹۶)	۱۶-۱
	آیا روغن دارای مواد افزودنی می باشد (بلی / خیر)	۱۶-۲
	جزئیات مواد افزودنی به روغن	۱۶-۳
	پایداری دی الکتریک و استاندارد تست الف) در حالت تازه بودن (کیلوولت)	۱۶-۴



## جدول شماره دو:

مشخصات فنی و داده‌های تضمین شده برای ترانسفورماتورهای روغنی توزیع

مشخصات فنی	توضیحات	ردیف
	ب) بعد از طی شدن عمر مفید (کیلوولت) مقدار روغن الف) تانک اصلی (لیتر) ب) مخزن انبساط روغن (لیتر)	۱۶-۵
	نحوه حمل و نقل	۱۶-۶
	حداکثر صدابر طبق استاندارد IEC ۵۵۱ (دسی بل)	۱۷
	حداکثر تداخل امواج رادیویی (RIV) در فرکانس ۱ مگاهرتز برای کل ترانسفورماتور مطابق با استاندارد NEMA 107 (میکروولت)	۱۸
	میزان لرزش در فرکانس نامی و ولتاژ نامی در دمای $75^{\circ}\text{C}$ (میکرون)	۱۹
	اطلاعات فیزیکی	۲۰
	ارتفاع کل، با در نظر گرفتن پوشینگها (میلیمتر)	۲۰-۱
	پهنای کل، با در نظر گرفتن اجزاء جانبی متصل به ترانس (میلیمتر)	۲۰-۲
	طول کل، با در نظر گرفتن اجزاء جانبی متصل به ترانس (میلیمتر)	۲۰-۳
	ارتفاع لازم برای جابجایی هسته و سیم پیچها (میلیمتر)	۲۰-۴
	حداکثر ابعاد (میلیمتر X میلیمتر X میلیمتر)	۲۰-۵
	وزن هسته و سیم پیچها (کیلوگرم)	۲۰-۶
	وزن تانک همراه با رادیاتور و پایه‌های نصب آن (کیلوگرم)	۲۰-۷
	وزن روغن (کیلوگرم)	۲۰-۸
	وزن کل ترانسفورماتور (کیلوگرم)	۲۰-۹
	حداکثر وزن موقع حمل و نقل	۲۰-۱۰

## جدول شماره دو:

مشخصات فنی و داده‌های تضمین شده برای ترانسفورماتورهای روغنی توزیع

مشخصات فنی	توضیحات	ردیف
	الف) سنگین‌ترین جزء (کیلوگرم) ب) بطور کامل (کیلوگرم) آیا پایه برقگیر در نظر گرفته شده است؟ (بلی/خیر)	۲۱
	چرخ (بلی/خیر)	۲۲
	قابل حرکت در یک جهت / قابل حرکت در دو جهت	۲۲-۱
	فاصله چرخها از طرفین (میلیمتر)	۲۲-۲
	تمام لوازم جانبی طبق مشخصات داده شده تحویل می‌گردند؟ (بلی/خیر)	۲۳
	تمام متعلقات و لوازم بصورت بسته‌بندی وجود دارند؟ (بلی/خیر)	۲۴
	جدول مربوط به انحرافات و اشکالات تکمیل گردیده است؟ (بلی/خیر)	۲۵
	تمام اجزاء اضافی تهیه شده‌اند؟ (بلی/خیر)	۲۶
	لوازم جانبی	۲۷
	الف) رله بوخهلتس (مطابق با DIN 42 566) (بلی/خیر) ب) نمایش دهنده سطح روغن (بلی/خیر) پ) نمایش دهنده دمای روغن (بلی/خیر)	
	آیا کاتالوگهای ترانسفورماتور و لوازم جانبی در----- نسخه همراه متعلقات وجود دارد؟ (بلی/خیر)	۲۸

جدول شماره سه

جدول مقادیر ترانسفورماتورهای روغنی توزیع

جدول شماره سه:

جدول مقادیر ترانسفورماتور روغنی توزیع

..... کیلوولت

..... کیلوولت آمپر

تعداد و واحد	آلودگی محیط	شرایط (زون)	شرح موضوع
..... دستگاه	.....	.....	۱- ترانسفورماتور دو سیم پیچی طبق مواد مشخصات و جداول فنی به همراه کلیه ملحقات و تجهیزات مربوطه برای بهره‌برداری کامل و صحیح از آن
یک‌سری کامل			۲- وسایل مصرفی نصب و راه‌اندازی مطابق آنچه که در مشخصات و جداول فنی ذکر شده
..... سری			۳- ابزار مخصوص نصب شامل: .....
			۴- لوازم یدکی بازاء ..... دستگاه ترانسفورماتور شامل:
..... سری			۱) واشرها و لوازم آب بندی قسمتهای مختلف
..... واحد			۲) بوشینگ ولتاژهای مختلف و نوترال
..... واحد			۳) تشخیص دهنده درجه حرارت روغن
..... واحد			۴) رله تشخیص گاز
..... واحد			۵) تشخیص دهنده سطح روغن

ضمیمه یک  
آزمونهای رنگ آمیزی

---

## فهرست آزمونهای رنگ آمیزی:

- ۱- قدرت پوششی
- ۲- چسبندگی
- ۳- ضربه :
- مستقیم
- غیر مستقیم
- ۴- مقاومت حرارتی ( $^{\circ}\text{C}/2\text{hrs}$ )
- ۵- مقاومت سایشی
- ۶- براقیت فیلم رنگ
- ۷- سختی
- ۸- مقاومت جامی شدن
- ۹- خمش
- ۱۰- مه نمکی
- ۱۱- رطوبت نسبی
- ۱۲- غوطه‌وری در محلولهای شیمیایی :

Hcl - ۱-۱۲

H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> - ۲-۱۲

NaOH - ۳-۱۲

NaCl - ۴-۱۲

NaClO - ۵-۱۲

FeCl<sub>3</sub> - ۶-۱۲

H<sub>2</sub>O - ۷-۱۲

## **TESTS LIST:**

- 1- Hiding power ( $\mu\text{m}$ )
- 2- Adhesion
- 3- Impact :
  - Direct
  - Indirect
- 4- Temperature resistance ( $^{\circ}\text{C}/2\text{hrs}$ )
- 5- Scrub resistance
- 6- Gloss
- 7- Hardness
- 8- Cupping resistance
- 9- Flexibility
- 10- Salt spray
- 11- Relative humidity
- 12- Immersion (%):
  - Hcl
  - $\text{H}_2\text{SO}_4$
  - NaOH
  - NaCl
  - NaClO
  - $\text{FeCl}_3$
  - $\text{H}_2\text{O}$

**APPENDIX A**

**PAINING TESTS**



**List of Items for**  
**Oil Immersed Distribution Transformer**

..... KV

..... KVA

Description	Environment	Pollution	No. & Unit
1- Two windings, transformer as specified in the technical spec. and schedules as well as all attachments including all complementary items for proper and safe operation.	.....	.....	..... Unit
2- Expending materials necessary for erection and commissioning as described in the technical spec.			A complete set
3- Special tools for erection such as : ..... .....			..... set
4- Spare parts for ..... units of Tr. :			
1) Gaskets and sealing materials			..... set
2) Bushings for various voltages			..... Unit
3) Oil thermometer			..... Unit
4) Gas detector relay			..... Unit
5) Oil level indicator			..... Unit

**TABLE (III)**

**LIST OF ITEMS FOR  
OIL IMMERSED DISTRIBUTION TRANSFORMER**

20.10	Max. shipping weight	
	a) Heaviest item	(kg)
	b) All items	(kg)
21	Provisions for tank mounting Lightning arresters (HV/LV)	(Y/N)
22	<b><u>Wheels :</u></b>	(Y/N)
22.1	Unidirectional/bi-directional	
22.2	Wheels distances from outer edges	(mm)
23	All accessories supplied as specified	(Y/N)
24	All drawing and documents enclosed	(Y/N)
25	Schedule of deviations filled	(Y/N)
26	All additional equipment specified provide	(Y/N)
27	Accessories make and type	
	a) Buchholz (Y/N)	
	b) Oil level indicator (Y/N)	
	c) Oil temperature indicators (Y/N)	
	d) Nominal Power Rating Plate (Y/N)	
28	Whether all catalogues of accessories in ..... copies per item are enclosed	(Y/N)

**TABLE (II): Technical Particulars & Guaranteed Data for oil Immersed distribution Transformers (Information to be supplied by the Tenderer) :**

ITEM	DESCRIPTION	TECHNICAL PARTICULARS
16.5	Quantity of oil: a) Main tank (Litres) b) Conservator (Litres)	
16.6	Way of shipping	
17	<b>Max. sound level acc. to IEC 551</b>	(dB)
18	<b>Max. RIV (Radio Influence Voltage level) at 1MHZ for complete transformer acc to NEMA107</b>	(microvolt)
19	<b>Vibration at rated frequency, and voltage at 75°C</b>	(Micron)
20	<b><u>Physical data</u></b>	
20.1	Overall height, including bushings	(mm)
20.2	Overall width, including mounted accessories	(mm)
20.3	Overall length, including mounted accessories	(mm)
20.4	Height over cover for lifting core & coils	(mm)
20.5	Max. shipping dimensions (Largest item)	(mmxmmxmm)
20.6	Weight of core and coils	(Kg)
20.7	Weight of tank/radiators and fittings	(Kg)
20.8	Weight of oil	(Kg)
20.9	Total weight of complete transformer	(Kg)

**TABLE (II): Technical Particulars & Guaranteed Data for oil Immersed distribution Transformers (Information to be supplied by the Tenderer) :**

ITEM	DESCRIPTION	TECHNICAL PARTICULARS
14.2	Insulation material : a) Turn insulation HV/LV b) Between windings HV/LV c) Between core & LV side d) core lamination e) side plates f) Tapping g) Tapping connections	
15	<b><u>Tank:</u></b>	
15.1	Thickness of transformer plates: a) Tank (mm) b) sides (mm) c) Bottom (mm) d) Radiator plates or pipes (mm)	
15.2	Vacuum withstand capacity: a) Tank (mm Hg) b) Radiators (mm Hg) c) conservator (mm Hg)	
15.3	Positive pressure withstand capacity for complete transformer (mm Hg)	
16	<b><u>Oil:</u></b>	
16.1	Class: (as per IEC 296)	
16.2	Type-inhibited/non-inhibited	
16.3	Details of inhibitor	
16.4	Dielectric strength & test standard: a) New (KV) b) After treatment (KV)	

**TABLE (II): Technical Particulars & Guaranteed Data for oil Immersed distribution Transformers (Information to be supplied by the Tenderer) :**

ITEM	DESCRIPTION	TECHNICAL PARTICULARS
12	<p><b><u>Transformer efficiency at rated frequency, 75°C, at rated current &amp; 0.9 lag power factor :</u></b>            (Guaranteed)            At ONAN rating, full load/ 3/4, 1/2, 1/4 full load</p>	
13	<p><b><u>Flux and current density data:</u></b></p>	
13.1	Type of steel core lamination	
13.2	Thickness of steel core lamination	(mm)
13.3	Flux density of core at rated H.V on principal tap	(weber/m <sup>2</sup> )
13.4	As above at 110% rated voltage	(weber/m <sup>2</sup> )
13.5	Net core area	(Cm <sup>2</sup> )
13.6	Current density at rated power & rated voltage : a) H.V Winding b) L.V Winding	(A/mm <sup>2</sup> ) (A/mm <sup>2</sup> )
14	<p><b><u>Insulation :</u></b></p>	
14.1	Type of insulation (uniform/graded) a) H.V b) L.V	

**TABLE (II): Technical Particulars & Guaranteed Data for oil immersed distribution Transformers  
(Information to be supplied by the Tenderer) :**

ITEM	DESCRIPTION	TECHNICAL PARTICULARS
9.4	Max. mechanical forces on H.V & L.V bushings: a) static, horizontal b) static, vertical c) Dynamic, horizontal d) Dynamic, vertical	(N) (N) (N) (N)
9.5	Loss angle (Power factor) at working voltage	
9.6	Electrostatic capacity of complete bushing	(pF)
9.7	Quantity of oil per bushing	(liters)
9.8	Test standard	
10	<b><u>Exciting current : (Guaranteed)</u></b>	
10.1	At rated voltage when excited from H.V side	(Amp-rms)
10.2	As above At 110% rated voltage	(Amp-rms)
11	<b><u>Losses : (Guaranteed)</u></b>	
11.1	Load losses at rated frequency , 75°C & rated current on principal tapping at ONAN rating	(KW)
11.2	Load losses at 75°C & Max. raise voltage tapping at ONAN rating	(KW)
11.3	Load losses at 75°C & Max. lower voltage tapping at ONAN rating	(KW)
11.4	No load losses at 75°C, rated frequency & rated voltage on principal tapping	(KW)

**TABLE (II): Technical Particulars & Guaranteed Data for oil Immersed distribution Transformers  
(Information to be supplied by the Tenderer) :**

ITEM	DESCRIPTION	TECHNICAL PARTICULARS
7	<b><u>Rated short circuit strength of windings:</u></b>	
7.1	H.v system Indicate 1 and 3 phase (symmetrical values)	(KA)
7.2	L.V system Indicate 1 and 3 phase (symmetrical values)	(KA)
7.3	Short circuit duration	(sec)
7.4	Short circuit calculation will be submitted after award	(Y/N)
	<b><u>Insulation levels : (Guaranteed)</u></b>	
8	" when tested at sea level"	
	Lightning impulse withstand voltages:	
8.1	a) H.V winding/bushing b) L.V winding/bushing c) Neutral end/bushing	(KV-Peak) (KV-peak) (KV-peak)
	One minute power frequency withstand voltages:	
8.2	a) H.V winding/bushing b) L.V winding/bushing c) Neutral end/bushing	(KV-rms) (KV-rms) (KV-rms)
8.3	Designing altitude above sea level (Guaranteed)	
9	<b><u>Bushing data:</u></b>	
9.1	Manufacturer	
9.2	Type	
9.3	Creepage distance for: a) H.V side b) L.V side	(mm) (mm)



**TABLE (II): Technical Particulars & Guaranteed Data for oil immersed distribution Transformers (Information to be supplied by the Tenderer) :**

ITEM	DESCRIPTION	TECHNICAL PARTICULARS
3.3	Hottest spot (°C)	
4	<b><u>De-Energize Tap changer</u></b> (Y/N)	
4.1	Type	
4.2	Manufacturer	
4.3	Rated current	
4.4	Total range	
4.5	Total number of steps	
4.6	Variation per steps	
4.7	Position to tapping (winding)	
5	<b>Vector group</b>	
6	<b><u>Impedances : (Guaranteed)</u></b>	
	(Base of Rating Power)	
6.1	Positive sequence impedance at 75°C , on principal tapping (%)	
6.2	Positive sequence impedance at 75°C, Max. raise voltage (%)	
6.3	Positive sequence impedance at 75°C , Max lower voltage (%)	
6.4	Zero sequence impedance at 75°C and principal tap (%)	

**TABLE (II): Technical Particulars & Guaranteed Data for oil Immersed distribution Transformers (Information to be supplied by the Tenderer) :**

ITEM	DESCRIPTION	TECHNICAL PARTICULARS
1	<b><u>General data:</u></b>	
1.1	Manufacturer: Name Country Type designation	
1.2	Applicable standards	
1.3	Type of radiator	
1.4	Type of cooling	
1.5	Rated frequency	(HZ)
1.6	Rated output power	(KVA)
1.7	Rated voltage (HV/LV)	(KV-rms)
1.8	Highest system voltage (HV/LV)	(KV-rms)
2	<b>Continuous power rating at principal tap</b>	
3	<b><u>Max. temperature list at rated power outputs corrected for altitude &amp; ambient temp. of site - Guaranteed:</u></b>	
3.1	Top - oil, by thermometer	(°C)
3.2	Winding, measured by resistance method	(°C)

**TABLE (II)**

**TECHNICAL PARTICULARS  
& GUARANTEED DATA FOR  
OIL IMMERSED DISTRIBUTION TRANSFORMER**

---

**TABLE (I) (Basic equipment data for oil immersed distribution transformer)  
**RATING AND CHARACTERISTICS****

ITEM	DESCRIPTION	TECHNICAL PARTICULARS
15	<u>OIL</u>	
15.1	Class (acc. to IEC 296)	
15.2	Oil Level indicator	(Y/N)
15.3	Whether inhibitors is required	(Y/N)
15.4	Type of inhibitor	(Y/N)
16	Max. shipping height	(m)

**TABLE (I) (Basic equipment data for oil Immersed distribution transformer)  
RATING AND CHARACTERISTICS**

ITEM	DESCRIPTION	TECHNICAL PARTICULARS
10	<u>MIN. EXTERNAL CREEPAGE DISTANCE:</u> I) H.V.bushing (mm) II) L.V. bushing (mm) III) Neutral end (mm)	
11	<u>METHOD OF TERMINAL CONNECTION:</u> I) H.V. terminal II) L.V terminal III) Neutral end	
12	<u>MAX. SOUND LEVEL</u> (dB) (Measured acc. to IEC 551, at normal operating temperature)	
13	<u>MAX. RIV</u> (Radio Influence voltage level) at 1MHZ, at 5% above the H.V. nominal voltage (acc. to NEMA 107) (Micro volt)	
14	<u>Optional Accessories:</u>	
14.1	Hydraulic jacks	(Y/N)
14.2	Oil test kit	(Y/N)
14.3	Gas analyzer	(Y/N)
14.4	Buchholz relay (acc. to DIN 425 66)	(Y/N)
14.5	Buchholz relay test pump	(Y/N)
14.6	Lightning arrester supports	(Y/N)
14.7	Oil temperature indicator	(Y/N)
14.8	Nominal Power Rating Plate	(Y/N)
14.9	<u>Wheels :</u> a) Are required b) Uni-directional /bi-directional	(Y/N)
14.10	Any other item	

**TABLE (I) (Basic equipment data for oil immersed distribution transformer)**  
**RATING AND CHARACTERISTICS**

ITEM	DESCRIPTION	TECHNICAL PARTICULARS
7.3	Short circuit duration (S)	
8	INSULATION (UNIFORM/GRADED)	
9	<u>INSULATION LEVELS :</u>	
9.1	Windings :	
9.1-a	Rated Lightning impulse withstand voltage:	
	I) H.V. terminal (KV-Peak)	
	II) L.V. terminal (KV-Peak)	
	III) Neutral end (KV-Peak)	
9.1-b	Rated one minute power frequency withstand voltage:	
	I) H.V. terminal (KV-rms)	
	II) L.V. terminal (KV-rms)	
	III) Neutral end (KV-rms)	
9.2	Bushings:	
9.2-a	Rated Lightning impulse withstand voltage:	
	I) H.V. (KV-Peak)	
	II) L.V. (KV-Peak)	
	III) Neutral end (KV-Peak)	
9.2-b	Rated one minute power frequency withstand voltage:	
	I) H.V. (KV-rms)	
	II) L.V. (KV-rms)	
	III) Neutral end (KV-rms)	

**TABLE (I)** (Basic equipment data for oil immersed distribution transformer)**RATING AND CHARACTERISTICS**

ITEM	DESCRIPTION	TECHNICAL PARTICULARS
2.5	Min. temperature (°C)	
2.6	No. of days per year having negative air temperature	
2.7	Pollution level as per IEC 71-2	
2.8	Seismic Load (m/sec <sup>2</sup> )	
3	<u>MAX. TEMPERATURE RISE AT RATED POWER</u>	
3.1	Winding (°C)	
3.2	Top oil (°C)	
4.	<u>DE-ENERGIZE TAP CHANGER</u> (Y/N)	
4.1	Winding Location	
4.2	Rated current (A)	
4.3	Tapping range (±%)	
4.4	Number of steps	
5	VECTOR GROUP	
6	MIN. IMPEDANCE VOLTAGE ON PRINCIPAL TAP (%)	
7	<u>SHORT CIRCUIT STRENGTH OF :</u>	
7.1	H.V system fault level (three phase) (KA)	
7.2	L.V system fault level (three phase) (KA)	

**TABLE (I) (Basic equipment data for oil immersed distribution transformer)  
RATING AND CHARACTERISTICS**

ITEM	DESCRIPTION	TECHNICAL PARTICULARS
1	<u>GENERAL DATA</u>	
1.1	Installation	
1.2	Type of radiator (Tubular/Plate type)	
1.3	Number of phases (One phase/Three phases)	
1.4	Type of cooling	
1.5	Rated frequency	(HZ)
1.6	Rated full load power output	(KVA)
1.7	Rated voltage (unload) (HV/LV)	(KV-rms)
1.8	Highest system voltage (HV/LV)	(KV-rms)
1.9	System grounding : a) H.V. system b) L.V. system	
2	<u>AMBIENT CONDITIONS</u>	
2.1	Altitude	(m)
2.2	Max. air temperature	(°C)
2.3	Max. daily average	(°C)
2.4	Max. Sunlight temperature	(°C)



**RATING AND CHARACTERISTICS  
FOR OIL IMMERSED DISTRIBUTION  
TRANSFORMER**

---

- 20-7 All the temporary and permanent equipment necessities for erection and fixing equipment as well as specifications of vehicle necessary for proper and safe transportation, loading-unloading to be specified for purchaser.
- 20-8 All tender specification signed and stamped in token of acceptance

**18. Commissioning Materials :**

Following shall be supplied as minimum along with each transformer :

- i) One complete set of gaskets with gasket fixing compound.
- ii) Special tools, (if any)
- iii) Adequate insulation tapes.
- iv) Touch - up paint - 1 Tin.
- v) 10% of total quantity of oil
- vi) Other necessary items according to manufacturer.

**19. 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.

**20. Information and data :**

- 20-1 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 show the internal & external clearances, necessary electrical & mechanical information, untanking, 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.
- 20-2 Detailed technical characteristics as called for in schedules.
- 20-3 List of spare parts including prices and scalation for a reasonable period (at least 5 years) of operation & maintenance.
- 20-4 Type tests reports.
- 20-5 List of experiences of the bidder in manufacturing the similar type of transformers.
- 20-6 Documents and drawings necessary for erection, maintenance & repair.

### **14.3- Package - Container**

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

### **15. Rating Plate :**

The rating plate of the transformer shall include information in accordance with IEC 76, 289, and 185 and the ability of installation at four sides must be considered.

### **16. Nominal Power Plate:**

In Case of the Purchaser demand, the Manufacturer shall install a plate, includes the nominal power of transformer in KVA, on the tank surface and is visible from the ground level, When the transformer installed at a place of six meters height.

- This plate shall be Made of the same material of Rating Plate, as mentioned in Section 15.
- Back ground color shall be yellow and numbers shall be black.
- Each number shall be printed in a virtual block of 84x126 mm dimensions.

### **17. 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.
- b) Percentage impedance measured exceeds the guaranteed value by  $\pm 10$ .
- c) Oil or winding temperature rise exceeds the guaranteed values by 5 °C.
- d) Transformer fails on impulse test.
- e) Transformer fails on power frequency withstand test.
- 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 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.

**14-2- Properties :**

PROPERTIES	UNIT	CLASS I	CLASS II
Kinematic viscosity	cSt*		
	at 40 °C	≤ 16.5	≤ 11
	at 20 °C	≤ 40	≤ 25
	at -15 °C	≤ 800	-----
	at -30 °C	-----	≤ 1800
Flash point	°C	≥ 140	≥ 130
Pour Point	°C	≤ -30	≤ -45

\* cSt = 10<sup>6</sup> m<sup>2</sup>/s

PROPERTIES	UNIT	COMMON ITEMS BETWEEN TWO CLASSES
Apperance	-----	Clear and free from sediment and suspended matter
Density	kg/dm <sup>3</sup> at 20 °C	≤ 0.895
Interfacial	N/m at 25 °C	≥ 40 * 10 <sup>-3</sup>
Neutralization value	mgKOH/g	≤ 0.03
Corrosive sulphur	-----	non-corrosive
Water content	mg/kg	≤ 40
Anti-oxidant additives		not detectable
<b>oxidation stability :</b>		
Neutralization value*	mgKOH/g	≤ 0.40
Sludge,*	% by mass	≤ 0.10
<b>Breakdown voltage :</b>		
as delivered,	KV	≥ 30
after treatment	KV	≥ 50
Dissipation factor, at 40 HZ to 60 HZ	at 90 °C	≤ 0.005

\* After uninhibited oil oxidation

accordance with the latest edition of BS5493 standard. A painted plate, as a sample, should be tested according to the appendix A.

## **12. 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 is to be considered generally 0.3g except otherwise mentioned).

## **13. 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.

## **14. Transformer Oil :**

### **14-1- 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 of class II, for zone C<sup>1</sup> (respect of min. Temperature) and Naphthane or Paraffin base of class I for zone A<sup>2</sup>, B<sup>3</sup> (respect of min. Temperature) applications, without any anti oxidant (another word uninhibited oil) in accordance with IEC-296 (1982 or latest edition).

- 1- Regions with min. Temperature -40°C.
- 2- Regions with min. Temperature -20°C.
- 3- Regions with min. Temperature -30°C.

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, Which can be read from The same level of transformer and should be mounted on the outer end of the conservator tank. The dial shall indicate the minimum, maximum and normal levels, in 20°C.

#### **10.2 Gas Detector Relay (Buchholz Relay):**

Gas detector relay, should be provided in the pipe connecting the conservator to the main tank. The relay shall be equipped with one or two contacts, to operate alarm on slow gas accumulation, or surge accumulation.

#### **10.3 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 may be mounted on the transformer at eye level and accessible. The temperature indicator shall be equipped with the following adjustable alarm contacts.

- 1) Alarm actuating
- 2) Trip actuating

### **11. Painting & Finishing :**

#### **11.1- Galvanizing**

If galvanizing plates are used, galvanizing should be in accordance with ISO-1461 standard (1973 or latest edition).

#### **11.2- Surface Preparation & Painting :**

##### **11.2.1- Surface Preparation**

Surface preparation should be in accordance with the latest edition of ANSI A159.1 standard .

##### **11.2.1.1- De-Rusting**

Case iron and Steel Plates surfaces, should be cleaned of rust and foreign matters by sand blasting, according to BS 4232 or any approved method.

##### **11.2.1.2- De - Greasing**

Oil, Parafin and grease should be removed by use of solvent.

#### **11.2.b- Paint Application :3**

Painting on case iron and steel plates, should be consist of three at least 40  $\mu\text{m}$  (50  $\mu\text{m}$  for wet climate) coatings containing one primary, other coat of non glossy oil, one final weather resistant coat with a total minimum thickness of 120  $\mu\text{m}$  (150  $\mu\text{m}$  for wet climate). Painting should be

## **8. COOLING EQUIPMENT :**

### **General:**

The transformers shall be provided with natural oil cooling system.

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

## **9. BUSHINGS:**

### **General :**

Bushings should be in accordance with the latest edition of DIN 42531 or IEC233 standards, to cover various pollution conditions of site conditions, for each level of voltage different types of bushing to be designed and manufactured to work at.

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

### **Other properties:**

Bushings shall be so designed to prevent the accumulation of explosive gases and to provide adequate oil circulation to remove internal heat.

## **10. ACCESSORIES:**

### **General :**

All gauges, meters, relays, thermometers and silicagel breather 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 low voltage of the substation.

The transformer shall be provided with the following accessories. If transformer has following accessories they must be according to below.

### **10.1 Conservator:**

Conservator tank should have a volume of at least 9% of total volume of the oil in 25°C. The tank shall be mounted with proper slope between the ends. Bottom of the tank shall be fitted with a filter of suitable size, completed with dummy plug.



The distribution 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) at high and low voltage terminals, with specified system fault levels and duration, in accordance with IEC publications.

Short circuit calculations for dynamic withstand capability of the transformers shall be generally in accordance with IEC 76-5.

## **6. TANK :**

- 6.1 The transformer tank shall be a hot or cold-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.
- 6.2 The transformer tank, radiators, pipes and conservator shall withstand full vacuum and be oil tight for an over pressure of not less than difference to the lowest and highest levels of the transformer oil addition to the tank oil surface.
- 6.3 Each transformer shall be provided with two external ground pads, each with two tapped holes for connection to the ground bus.
- 6.4 While the transformer equipped with suitable means to place on iron rail it must be able to move the transformer in either direction when completely filled with oil.
- 6.5 Construction of the main tank and conservator tanks, shall provide for temperature changes attained, for coldest and hottest condition.

## **7. DE-ENERGIZED TAP CHANGER:**

The transformer, shall be equipped with external manually operated tap changer for changing connections to the taps in the 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 winding. The tap changer handle shall also be provided with a suitable device, to protect against false operation.

The loading capabilities as indicated in these specifications and the IEC standards for distribution transformers shall be applied with respect to life, maintenance and other factors affecting the operation of the transformer.

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

### **3.1 Winding conductors :**

Winding conductors shall be free from scale, burrs and splinters. 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.

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

### **3.2 Winding Insulation :**

Winding insulation shall be of uniform or non-uniform quality.

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.

## **4. 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.

## **5. 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.

## **1. GENERAL REQUIREMENTS :**

- 1.1 The distribution transformers (separate winding transformers) shall be designed, manufactured and tested according to the applicable requirements of the latest publications of the IEC international standards except otherwise is mentioned.
- All amendments, supplements and reference publications listed within the relevant standards shall also be applied. The distribution transformers shall be equipped with the required spare parts and all necessary accessories for proper operation. Basic equipment data and ratings shall be as indicated in " Schedules of Transformers".
- 1.2 The distribution transformers shall be, oil-immersed and oil conservator type.
- 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 the related windings under all service conditions.

## **2. CORES :**

The core of the transformer shall be constructed from 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 the entire assembly.

## **3. 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, and the control of dielectric coefficient under operation maximum voltage and impulse conditions for high impulse strength.

## **INTRODUCTION :**

- This specification is intended to cover the minimum requirements for the design, material, fabrication, inspection, testing, marking and preparation for shipment of oil immersed distribution transformers.
- The various sections and attachments of this specification shall be considered to comprise a single entity, in both English & Persian parts. In case of any conflict between the English parts and the Persian parts, the Persian parts is acceptable.
- The manufacturer shall clearly and specifically state in his proposal any exception to and deviation from this specification as well as the specified standards. It will be assumed that quotations are in accordance with this specification and the mentioned standards unless the specific exceptions are so noted.
- In case of any discrepancy between the sections and clauses of this specification and its attachments, the manufacturer shall ask the purchaser for rectification.
- The Manufacturer shall submit all technical data which are required at quotation stage. All technical data sheets (Table II) shall be thoroughly completed. Each incomplete item of the technical data sheets will be assumed as being accepted by the Manufacturer to be in accordance with the requirements of this specification.
- The Manufacturer shall submit production reference lists for all items. Prototype equipment will not be accepted.



## **LIST OF CONTENTS**

- Introduction	1
1. General requirements	2
2. Cores	2
3. Windings	2
4. Assembling	3
5. Short circuit withstand capability	3
6. Tank	4
7. Off-load tap changer	4
8. Cooling equipment	5
9. Bushings	5
10. Accessories	5
11. Painting & Finishing	6
12. Earthquake requirements	7
13. Shock Impact & Inclination	7
14. Transformer Oil	7
15. Rating plate	9
16. Nominal Power Rating Plate	9
17. Rejection	9
18. Commissioning materials	10
19. Factory assembly and Tests	10
20. Informing and data	10
21. Data Schedules 1: Rating and Characteristics for Oil Immersed Distribution Transformer	13
22. Data Schedules 2: Technical Particulars & Guaranteed data for Oil Immersed Distribution Transformer	19
23. Table 3: List of Items for Distribution Transformer	28
. Appendix A	30