

# راهنمای نصب و بهره برداری ترانسفورماتورهای توزیع روغنی



ایران ترانسفو



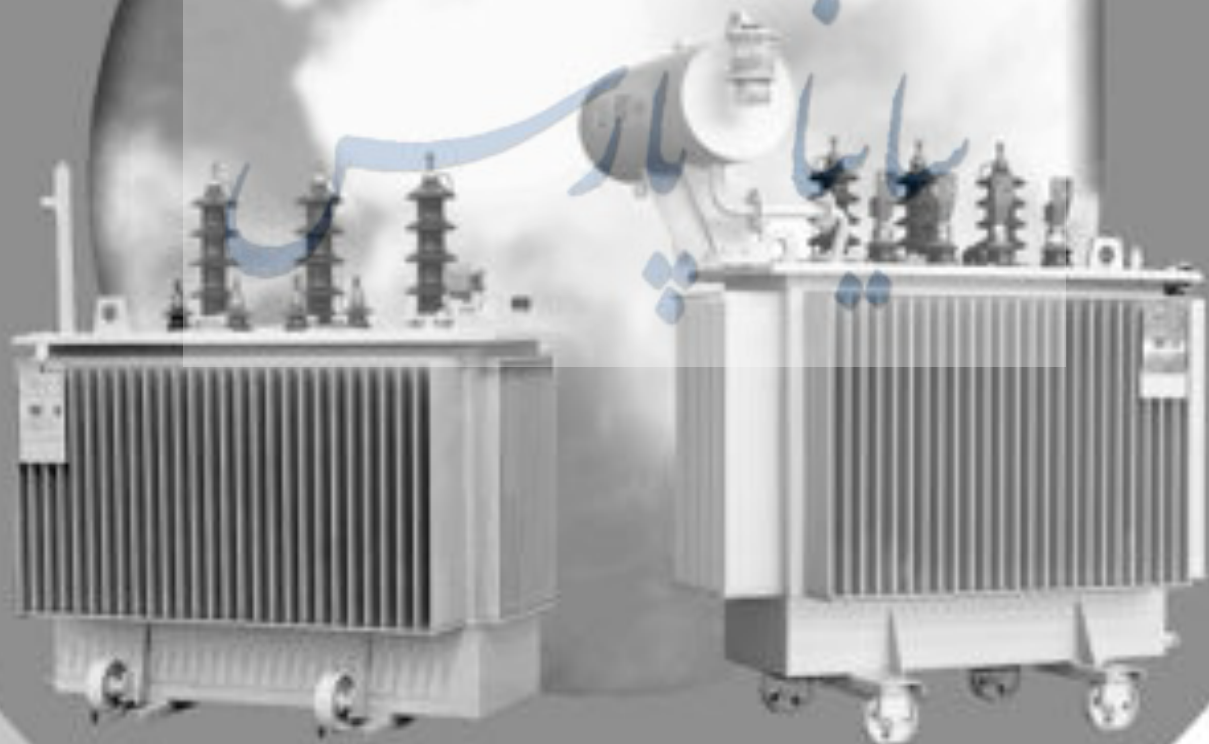
# گواہی ناعدها



سنا پارسی

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

# راهنمای نصب و بهره برداری ترانسفورماتورهای توزیع روغنی



مهرماه ۱۳۹۵

## فهرست مطالب

موضوع	صفحه
<b>■ مقدمه</b>	
معرفی مجموعه شرکت‌های تولیدکننده ترانسفورماتور.....	۸
تعاریف و تقسیم‌بندی انواع ترانسفورماتورها.....	۹
مراحل خرید ترانسفورماتور.....	۱۰
شرایط ضمانت ترانسفورماتور.....	۱۱
<b>■ بخش اول</b>	
تجهیزات حفاظتی و برخی از اجزاء ترانسفورماتورهای توزیع.....	۱۳
روغن‌نمای مغناطیسی.....	۱۴
رطوبت‌گیر.....	۱۵
ترمومتر روغن.....	۱۵
ترمومتر سیم پیچ.....	۱۷
رله بوخه‌لئس.....	۱۷
فشارشکن.....	۲۰
فشارسنج.....	۲۱
ترانسفورماتور جریان CT.....	۲۱
فن.....	۲۱
جعبه اتصالات.....	۲۲
شیرآلات نمونه برداری ، تصفیه و تخلیه روغن.....	۲۲
لوله تزریق روغن ترانسفورماتورهای هرمتیک.....	۲۳
روغن‌نمای چشمی.....	۲۳
رله محافظ هرمتیک Protection Relay.....	۲۴
رله هرمتیک DGPT2.....	۲۴
رله فشار ناگهانی.....	۲۵
بوشینگ‌های فشار ضعیف و فشار قوی.....	۲۵
کلید تنظیم ولتاژ.....	۲۷
تابلو مشخصات.....	۲۷
مخزن.....	۲۸
منبع انبساط.....	۲۸
روغن ترانسفورماتور.....	۲۹
رنگ.....	۳۰

**صفحه**

**موضوع**

**■ بخش دوّم**

۳۳	نصب ، راه اندازی ، بهره برداری و نگهداری
۳۴	حمل ، تخلیه و استقرار ترانسفورماتور
۳۵	دستورات عمومی نصب
۳۵	روش روغن زنی ترانسفورماتورهای هرمتیک وله ای و تزریق گاز ترانسفورماتورهای هرمتیک گازی
۳۵	روغن زنی و تزریق گاز ترانسفورماتورهای هرمتیک گازی
۳۵	روغن زنی ترانسفورماتورهای هرمتیک وله ای
۳۶	نصب رادیاتورها
۳۸	مراحل نصب چرخ ها
۳۹	هوا گیری از بوشینگ ها
۴۰	انجام تست های الکتریکی قبل از راه اندازی
۴۱	آزمایش مقاومت عایقی (میگر)
۴۲	اندازه گیری نسبت تبدیل و تست عملکرد کلید تنظیم ولتاژ
۴۳	اندازه گیری جریان بی باری از طرف فشار قوی
۴۴	اندازه گیری مقاومت اهمی (DC) سیم پیچها
۴۵	کنترل گروه اتصال
۴۵	جریان هجومی
۴۶	کنترل های قبل از برقدار کردن
۴۷	برقدار کردن ترانسفورماتور
۴۷	کلیاتی در زمینه ایمنی
۴۸	ملاحظات بهره برداری ، سرویس و نگهداری ترانسفورماتورها
۵۱	نمونه برداری و تست روغن
۵۲	جداول معایب احتمالی و روشهای کنترل و رفع عیب
۵۴	خدمات پس از فروش

**■ بخش سوّم**

۵۵	توضیحات فنی
۵۶	مشخصات فنی ترانسفورماتور
۵۶	هسته ترانسفورماتور
۵۷	سیم پیچها
۵۷	ولتاژها
۵۷	جریانهای الکتریکی

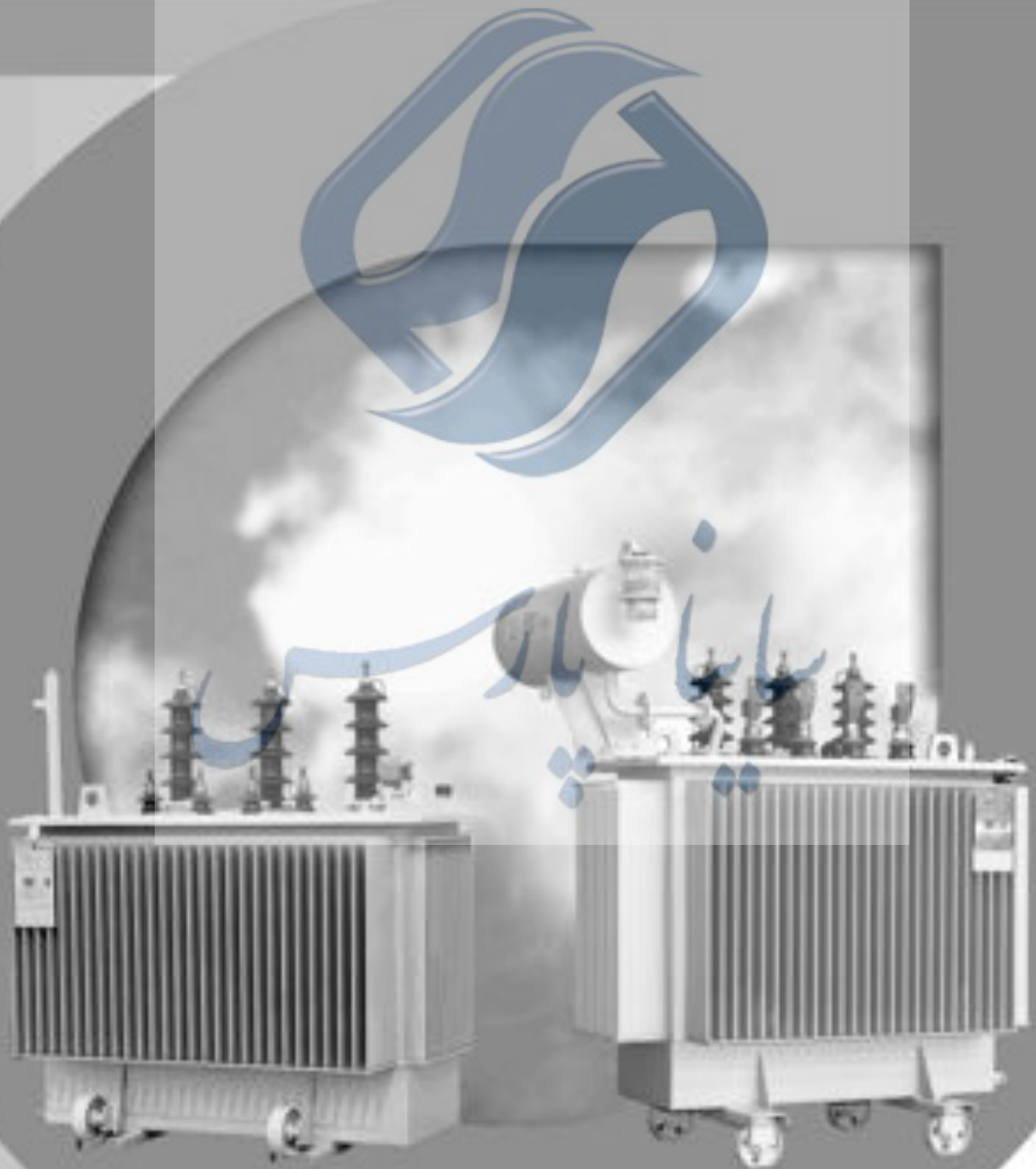
صفحه

موضوع

۵۸	.....	قدرت نامی
۵۸	.....	فرکانس نامی
۵۸	.....	نسبت تبدیل نامی
۵۸	.....	تلفات
۵۹	.....	امپدانس ولتاژ
۶۰	.....	جریان اتصال کوتاه
۶۰	.....	راندمان
۶۰	.....	گروه اتصال ترانسفورماتورهای سه فاز
۶۱	.....	گروههای اتصال
۶۱	.....	علائم ترمینالها برای ترانسفورماتورها
۶۲	.....	بارگذاری ترانسفورماتورهای روغنی
۶۲	.....	بارقابل تحمل در مرکزستاره (یک فازی)
۶۳	.....	آزمایشات کارخانه ای ترانسفورماتور
<b>■ بخش چهارم</b>		
۶۵	.....	اطلاعات عمومی
۶۶	.....	مشخصات فنی ترانسفورماتورهای توزیع رو تین ۲۰kV
۶۹	.....	<b>■ ضمائم</b>

سایا پارس

# مقدمه



## معرفی مجموعه شرکت‌های تولیدکننده ترانسفورماتور

گروه صنعتی ایران ترانسفو برای تأمین کلیه نیاز منتهیهای داخلی ترانسفورماتور و در راستای اهداف صادراتی خود، با مجهز نمودن سه شرکت تولیدکننده ترانسفورماتورهای توزیع به ماشین آلات و فن توری روز و با اخذ استانداردهای بین المللی سیستم های مدیریت کیفیت، ISO 9001-2008، سیستم مدیریت زیست محیطی ISO 14001-2004 و سیستم مدیریت ایمنی و بهداشت حرفه ای OHSAS 18001-2007، در تلاش است بتواند به نحو شایسته ای نیازهای کشورهای همسایه را تولید و تأمین نماید.

شرکت‌های تولیدکننده ترانسفورماتور توزیع این گروه عبارتند از:

- ۱- شرکت ایران ترانسفو وی واقع در استان تهران، شهرک صنعتی پرند، قادر به تولید انواع ترانسفورماتورهای توزیع روغنی در تپ های نرمال و سفارشی تا توان 30 کیلوولت آمپر و سطح ولتاژی حداکثر 36 کیلوولت می باشد.
  - ۲- شرکت ترانسفورماتور توزیع **زنگان** واقع در استان زنجان، شهرستان زنجان، جنب شرکت ایران ترانسفو، که قابلیت تولید ترانسفورماتورهای توزیع و فوق توزیع روغنی با توان حداکثر 30 مگاوات آمپر و ترانسفورماتورهای خشک رزینی تا توان 5 مگاوات آمپر با حداکثر ولتاژ 36 کیلوولت را دارا می باشد.
  - ۳- شرکت ترانسفورماتورسازی **کوشکین** واقع در استان زنجان، شهرک صنعتی علی آباد که توانایی تولید انواع ترانسفورماتورهای توزیع روغنی با توان حداکثر 5000 کیلو وولت آمپر تا ولتاژ تکفاز و ولت را دارا می باشد.
  - ۴- شرکت **خدمات پس از فروش** ایران ترانسفو واقع در استان زنجان، شهرک صنعتی علی آباد، ارائه دهنده هرگونه خدمات فنی و مهندسی از قبیل نصب و راه اندازی، تعمیر، سرویس، تست و عیب یابی، آموزش و فروش قطعات یدکی فرامینه ترانسفورماتورهای توزیع، فوق توزیع و قدرت را دارا می باشد.
- قابل ذکر است که شرکت‌های فوق در راستای پاسخگویی به تولید انواع ترانسفورماتورهای مورد نیاز داخلی تکمیل هم می باشند و توانمندی خاص را برای گروه ایران ترانسفو ایجاد نموده اند.

ساینا پارس



## تعاریف و تقسیم بندی انواع ترانسفورماتورها:

ترانسفورماتورهای توزیع را از دیدگاههای مختلف می توان به چند نوع تقسیم کرد که به شرح ذیل به اختصار بیان می گردد:

**الف-** از لحاظ نوع ماده عایقی و خنک کننده که هسته و سیم پیچها (قسمت فعال ترانسفورماتور) در آن قرار می گیرد:

۱) ترانسفورماتور روغنی (Oil immersed) که از لحاظ طراحی مخزن و چگونگی ارتباط با هوای محیط اطراف به دو دسته تقسیم می شوند:

۱-۱- سیستم روغن مرتبط با هوای بیرون: در این حالت هوای محیط از طریق رطوبت گیر با روغن در تماس بوده و انبساط و انقباض روغن مخزن در منبع انبساط جبران می شود.

۱-۲- سیستم روغن بسته: در این حالت، روغن با هوای بیرون ارتباطی نداشته و تغییر حجم روغن به دوروش می تواند جبران شود:

۱-۲-۱- جبران افزایش حجم روغن بواسطه قابلیت ارتجاع مخزن با دیواره کنگره ای.

در این نوع از ترانسفورماتورها از خاصیت ارتجاعی پره های خنک کننده (وله ها)، برای جبران تغییرات حجم روغن استفاده شده است، به طوریکه در اثر افزایش حجم روغن، پره ها باز و در اثر کاهش حجم روغن پره ها فشرده می شوند. نوسانات بار و فشار در طی عمر ترانسفورماتورهای مذکور، پره ها را در معرض پدیده خستگی قرار می دهد. لذا طراحی این ترانسفورماتورها باید به گونه ای باشد که تنشهای حاصله از حد تنش خستگی پره ها تجاوز ننماید. بکارگیری سیستمهای پیشرفته جوشکاری و استفاده روش های مناسب تولید مخزن تاثیر مهمی در افزایش عمر مخازن ترانسفورماتورهای مذکور دارد. این نوع ترانسفورماتورها کاملاً از روغن پر شده و در محدوده ظرفیت ترانسفورماتورهای توزیع ساخته می شوند.

۱-۲-۲- مخزن رادیاتوری بادیواره های صلب که بخشی از فضای بالای مخزن آن باگازی بی اثر مانند نیتروژن پر شده و تغییر حجم و فشار این گاز تغییر حجم روغن را جبران می کند.

این ترانسفورماتورها بطور کلی بر دو نوع بوده و در هر محدوده قدرت قابل ساخت می باشند. محفظه گاز در این ترانسفورماتورها علاوه بر جلوگیری از ارتباط روغن با هوای محیط نقش حجم الاستیک را ایفا می نماید. از گازی بی اثر باید در محفظه استفاده نمود که تاثیری تخریبی بر روی روغن و سایر مواد عایقی و قسمتهای داخلی ترانسفورماتور نداشته باشد. گازی که معمولاً برای این منظور به کار می رود، گاز ازت (نیتروژن  $N_2$ ) و در برخی موارد هوای خشک است. این ترانسفورماتورها عمدتاً دارای مخزن کاملاً صلب بوده و در دو نوع زیر تولید می شوند:

- با حجم ثابت گاز (در محدوده ترانسفورماتور توزیع).

- فشار ثابت گاز (در محدوده ترانسفورماتورهای قدرت).

در ترانسفورماتورهای هرمتیک با بالشتک گازی برای کاهش دامنه تغییرات فشار، حجم محفظه تحت فشار به قدر کافی بزرگ در نظر گرفته می شود. بسته به شرایط بارگیری مقداری از گاز درون روغن حل می شود که میزان گاز حل شده در روغن تابع خطی از فشار بوده و دما تاثیر ناچیزی در حلالیت گاز دارد، گاز نیتروژن دارای حجمی معادل ۲۰٪ الی ۵۰٪ حجم روغن ترانسفورماتور می باشد. بدلیل بزرگ بودن حجم محفظه گاز در مواردی که از لحاظ ارتفاع ترانسفورماتور و یا نصب پوشینگها محدودیت وجود داشته باشد می توان بخشی از محفظه گاز را به مخازنی در جنب دیواره های ترانسفورماتور انتقال داده و توسط لوله ای ارتباط آنها را با محفظه بالای روغن برقرار نمود.

## ۲) ترانسفورماتور خشک رزینی (Cast Resin Dry Type)

این نوع ترانسفورماتورها فاقد روغن بوده و سیم پیچها رزین اندود شده و باریخته گری و تزریق رزین محبوس می شوند. مهمترین مزیت این ترانسفورماتورها تحمل حرارتی بالا و حذف خطر آتش سوزی روغن می باشد. باتوجه به حذف مخزن در این نوع ترانسفورماتورها، امکان نصب آن در داخل یک محفظه (Enclosure) جهت ایجاد ایمنی وجود دارد.

**ب- از لحاظ نوع عملکرد و نحوه کار ترانسفورماتور:**

۱- ترانسفورماتورهای قدرت که وظیفه انتقال انرژی الکتریکی با تغییر ولتاژ را بعهده دارند، عمدتاً به صورت نصب فضای آزاد (Outdoor) و نصب زمینی یا داخل اتاق ترانسفورماتور در فضای بسته (Indoor) طراحی می شوند.

۲- ترانسفورماتورهای زمین، که در واقع یک ترانسفورماتور جهت ایجاد مرکز ستاره (نقطه نول) در پستهای انتقال بوده و سیم پیچ ثانویه ای جهت انتقال انرژی ندارند.

۳- ترانسفورماتورهای زمین و کمکی که اصطلاحاً بنام کمپکت (Combined=Auxiliary and Grounding) نامیده شده و در واقع ترکیب یک ترانسفورماتور زمین با یک ترانسفورماتور توزیع در یک دستگاه می باشد و جهت ایجاد نقطه مرکزی اتصال ستاره و تغذیه در پستهای انتقال استفاده می شود.

۴- ترانسفورماتورهای ویژه توزیع که اکثر جهت تغذیه برق واحدهای صنعتی استفاده شده و از لحاظ مشخصات فنی خاص مورد نیاز، نظیر؛ توان، ولتاژ، تعداد سیم پیچها، تعداد فاز، اتصالات، نوع بارگیری، شرایط محیطی و غیره به انواع مختلفی تقسیم می شوند که می توان به برخی از آنها مانند ترانسفورماتورهای تکفاز، سه سیم پیچ، یکسوساز، کوره، دارای کلید تنظیم ولتاژ تحت بار (OLTC)، دارای سیستم خنک کننده اجباری، خروج بوشینگها از روی دیواره ها، دارای جعبه کابل و Busduct و باتجهیزات حفاظتی خاص طراحی و تولید می گردند.

## ۱- مراحل خرید ترانسفورماتور

ترانسفورماتورهای توزیع تولیدی شرکت ترانسفورماتور توزیع زنگان، ایران ترانسفوری و ترانسفورماتورسازی کوشکن، شامل دو بخش ترانسفورماتورهای نرمال و ترانسفورماتورهای ویژه می باشد که مشخصات فنی و ابعاد آنها در دفترچه حاضر آمده است. همچنین با توجه به حساسیت و ویژگی های فنی ترانسفورماتورها، نحوه حمل و نقل و نصب و راه اندازی آنها با رعایت اصول صحیح ایمنی در این دفترچه ارائه گردیده است. امید است مشتریان گرامی با مطالعه دقیق ضمن آشنائی با تولیدات این شرکت، با نصب و راه اندازی و بهره برداری صحیح از ترانسفورماتورهای خریداری شده نیز آشنا گردند.

۱-۱) راهنمایی برای خرید ترانسفورماتورهای توزیع نرمال

۱-۱-۱) مراجعه به نمایندگی های مجاز فروش شرکت بازرگانی ایران ترانسفو که آدرس آنها در وب سایت شرکت ([www.itc-co.com](http://www.itc-co.com)) آمده است.

۱-۱-۲) ارائه درخواست ترانسفورماتور مورد نیاز (بصورت حضوری و یا مکاتبه ای) به نمایندگی فروش شرکت بازرگانی ایران ترانسفو در استان تابعه با ذکر نام و نشانی کامل، محل نصب و بهره برداری از ترانسفورماتور و همچنین محل سکونت، شماره تلفن تماس مشتری.

## مقدمه ■ تعاریف و مراحل خرید ترانسفورماتورها

## ۱-۲) مراحل و چگونگی پرداخت وجه و تحویل ترانسفورماتور

۱-۲-۱) متقاضی باید مشخصات و نشانی کامل پستی خود را ذیل معرفی نامه و تائیدیه شرکت توزیع نیروی برق درج نماید.

۱-۲-۲) معرفی نامه فوق به دبیرخانه شرکت بازرگانی ایران ترانسفو یا نمایندگی تحویل و رسید دریافت گردد.

۱-۲-۳) بر اساس اطلاعات مندرج در معرفی نامه، پیش فاکتور که شامل مشخصات ترانسفورماتور، بهای ترانسفورماتور و پیش بینی زمان تحویل است، صادر و به مشتری تحویل خواهد شد.

۱-۲-۴) دریافت پیش فاکتور مطابق قیمت های مصوب که در محل نمایندگی ها موجود می باشد، انجام می گردد و مدت اعتبار در پیش فاکتور تعیین گردیده که پس از طی مدت مقرر پیش فاکتور فاقد اعتبار خواهد بود.

تبصره: مبلغ پیش فاکتور شامل مبلغ مصوب ترانسفورماتور در زمان درخواست همراه با هزینه عوارض، حمل و بیمه از مبدا (کارخانه) تا محل انبار نمایندگی های فروش میباشد.

۱-۲-۵) خریدار باید بهای ترانسفورماتور مندرج در پیش فاکتور را به حساب بانکی شرکت بازرگانی ایران ترانسفو که در پیش فاکتور قید شده است، واریز نماید. واریز وجه به یکی از دو طریق ذیل مجاز می باشد:

الف) واریز نقدی: می توان مبلغ مورد اشاره در پیش فاکتور را به یکی از شماره حساب های مشخص شده شرکت بازرگانی ایران ترانسفو واریز و با درج شماره پیش فاکتور در رسید پرداخت وجه، آن را به نمایندگی مورد مراجعه ارائه نمود.

ب) واریز به صورت حواله: از سایر بانک های کشور که در اینصورت رونوشت خوانای برگ حواله پس از درج شماره پیش فاکتور بر روی آن به نمایندگی تحویل می گردد.

۱-۲-۶) شروع مهلت تحویل ترانسفورماتور با مشخصات مندرج در پیش فاکتور، از تاریخ واریز وجه به حساب شرکت بازرگانی ایران ترانسفو می باشد.

۱-۲-۷) به محض رسیدن ترانسفورماتور به انبار نمایندگی در استان مربوطه مراتب توسط نمایندگی به خریدار اعلام خواهد شد.

تبصره: تحویل ترانسفورماتور و بارگیری آن جهت حمل در انبار نمایندگی به عهده همان نمایندگی خواهد بود.

۱-۲-۸) اخذ هر گونه هزینه خارج از مبلغ تعیین شده در پیش فاکتور از مشتری مجاز نمی باشد.

## ۲- شرایط ضمانت ترانسفورماتور

## ۲-۱) تعریف ضمانت (گارانتی)

عبارتست از تعمیر و یا تعویض ترانسفورماتورهای فروخته شده بدون دریافت هیچ گونه هزینه ای با شرایط و محدودیت هایی که در ذیل خواهد آمد:

## ۲-۲) شرایط زمانی

دوره گارانتی ترانسفورماتورهای تحویلی از شرکتهای ترانسفورماتور توزیع زنگان، ایران ترانسفوری و ترانسفورماتورسازی کوشکن به مدت دو سال از تاریخ تحویل، یا یکسال و نیم از تاریخ بهره برداری می باشد (هر کدام که زودتر باشد).

## ۲-۳) لیست کنترل

لیست کنترل ترانسفورماتور (اشاره شده در بخش ضمائم) بایستی به هنگام نصب و راه اندازی تکمیل و تایید گردد. لازم به ذکر است که لیست کنترلی معتبر می باشد که توسط نمایندگی مهر و امضاء شده باشد.

#### ۲-۴) شرایط فنی

تعمیرات ضمانت شامل آن دسته از عیوب و نواقصی خواهد بود که ناشی از صدمات وارده در هنگام حمل، نصب و راه اندازی و بهره برداری ناصحیح نباشد. در هر صورت ترانسفورماتور نباید قبلاً توسط شخص دیگری تعمیر شود و یا اصولاً پلمپ ها باز شده باشند. در مورد ترانسفورماتورهای روغنی نباید روغن آن تخلیه گردد. در صورت تخلیه روغن و یا کسری آن در اثر نشستی، پلمپهای در پوش و شیر تخلیه باید دست نخورده بماند، در غیر این صورت هزینه تعمیر ترانسفورماتور جزو شرایط ضمانت محسوب نخواهد شد.

#### ۲-۵) مدارک مورد نیاز

الف: در صورتیکه ترانسفورماتور در هنگام نصب، راه اندازی و یا بهره برداری دچار صدمه گردد، ارائه تأییدیه رسمی شرکت برق منطقه ای و یا توزیع نیروی برق مبنی بر نصب و راه اندازی صحیح ترانسفورماتور (طبق لیست کنترل مربوطه) و گزارشی از نحوه برقرار کردن و حادثه توسط مشتری ضروری می باشد.

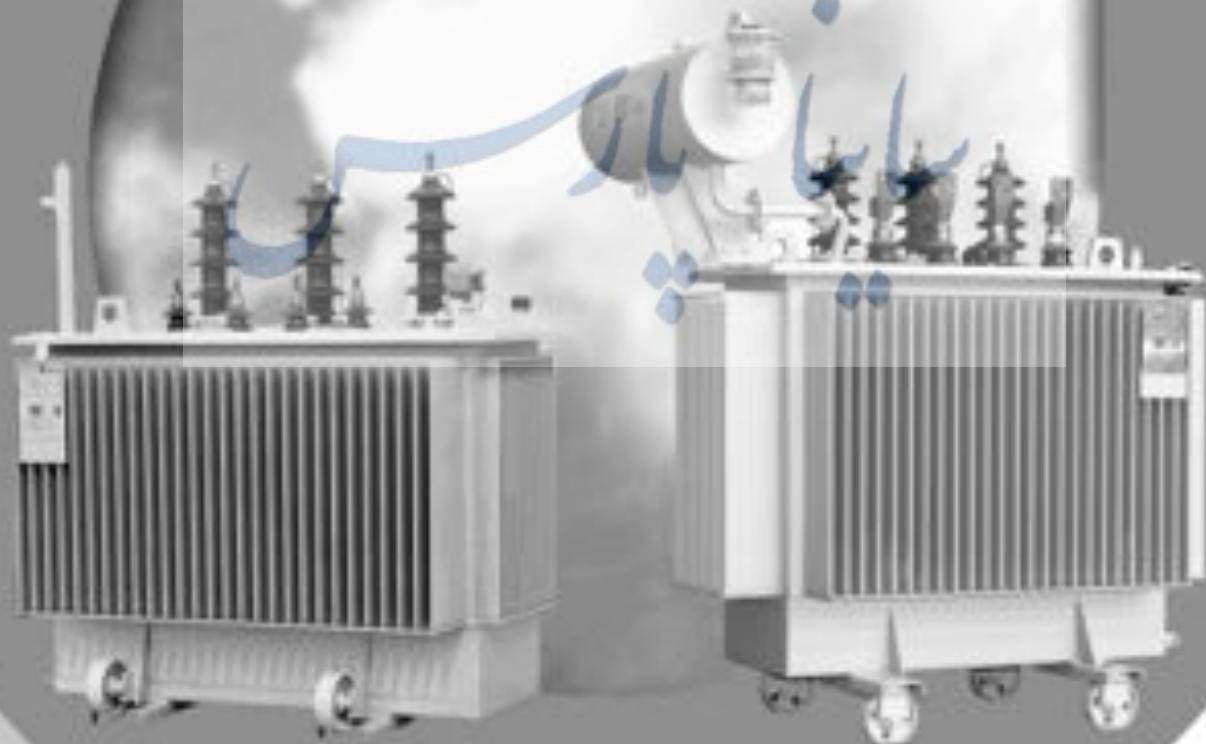
ب: در صورت عدم ارائه تأییدیه رسمی شرکت برق منطقه ای و یا توزیع نیروی برق نظریه کارشناسی شرکت خدمات پس از فروش ایران ترانسفو یا شرکت سازنده ملاک عهده داری هزینه تعمیرات خواهد بود.

ج: قبل از تحویل ترانسفورماتور به کارخانه صورت جلسه ای بین مشتری و نماینده فروش و یا نماینده خدمات پس از فروش در کارخانه تنظیم و وضعیت کلی ترانسفورماتور مشخص می گردد.

# ساینا پارس

# بخش اول

تجهیزات حفاظتی و برخی از اجزاء  
ترانسفورماتورهای توزیع



بخش اول ■ تجهیزات حفاظتی و برخی از اجزاء

## روغن نمای مغناطیسی:

### کاربرد

روغن در ترانسفورماتورهای روغنی به عنوان پر حجم ترین عایق و خنک کننده استفاده شده است که ضروریست سطح آن همواره در حد مجاز نگهداشته شود. روغن نماها به منظور نشان دادن سطح روغن در ترانسفورماتور بکار می روند. طراحی آنها طوری است که بتوانند در شرایط  $110^{\circ}\text{C}$  و  $0.5\text{bar}$  (بصورت فشار یا خلا) به عملکرد عادی خود ادامه دهند.

### ساختمان

ساختمان روغن نماها متشکل از دو قسمت نشانگر و فلنچ می باشد که توسط پیچ به هم متصل اند و هر کدام از قسمت‌های اصلی شامل بخشهای زیر می باشند.

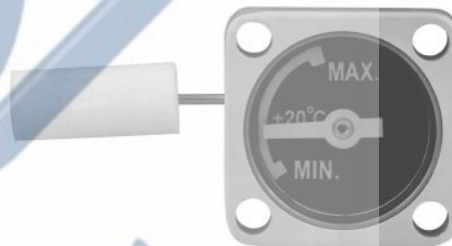
نشانگر: بدنه اصلی، صفحه مدرج، عقربه، طلق

فلنچ: بدنه اصلی، اهرم، شناور و کوپلینگ مغناطیسی

با توجه به شرایط کاربرد روغنی برای ساخت اغلب قسمت‌های بیرونی آن از آلومینیوم استفاده شده است و قسمت‌هایی که در معرض نور خورشید و یا روغن ترانسفورماتور قرار دارند از مواد مقاوم در شرایط مذکور ساخته شده اند.



روغن نمای کنتاکت دار



روغن نمای بدون کنتاکت

### عملکرد

حرکت شعاعی یا دورانی شناور تحت تاثیر تغییرات سطح روغن در منبع توسط اهرم مربوطه به یک کوپلینگ مغناطیسی منتقل شده و توسط کوپلینگ عقربه شروع به حرکت می نماید. در روغن نماهای کنتاکت دار کوپلینگ موجب حرکت دورانی یک بادامک شده و نهایتاً میکروسوییچ را تحریک می کند.

### نصب

پس از باز کردن نشانگر از فلنچ مربوطه و تنظیم طول اهرم شناور، توسط یک واشر لاستیکی و پیچ های جوشی روی بدنه منبع انبساط در محل خود قرار داده و بصورت آب بند بسته شود. سپس قسمت نشانگر توسط پیچ روی فلنچ مونتاژ گردد.

قابل توجه اینکه در روغن نمای بدون کنتاکت، فلنچ با نشانگر هر دو دارای یک بدنه مشترک می باشند.

### تست

پس از باز کردن طلق نشانگر با حرکت عقربه به سمت نقاط max و min می بایست میکروسوییچ عمل نموده که می توان توسط یک دستگاه اهم متر صحت عملکرد آنرا کنترل نمود و پس از تست می توان کابل‌های مربوطه را در محل خود به ترمینال‌ها اتصال داده و جهت بهره برداری استفاده نمود.

توجه: محل نصب روغن نماها عموماً روی دیواره جانبی منبع انبساط بوده و در دمای محیط  $20^{\circ}\text{C}$  باید عقربه بصورت

## بخش اول ■ تجهیزات حفاظتی و برخی از اجزاء

افقی قرار گیرد و در صورت کاهش بیش از حد سطح روغن می بایست طبق دستورالعمل مربوطه شارژ روغن صورت گیرد.

یادآوری: در کنترل سطح روغن با استفاده از روغن نما به دمای محیط توجه داشته باشید بدین صورت که در دمای بالاتر از 20°C عقربه به سمت Max منحرف می گردد.

**رطوبت گیر:**

یکی از عوامل تخریب روغن ترانسفورماتور که طول عمر آن را به شدت کاهش می دهد، رطوبت موجود در هوا می باشد که برای جلوگیری از ورود هوای مرطوب به داخل ترانسفورماتورهای غیرهرمتیک بر روی منبع انبساط یک محفظه رطوبت گیر نصب گردیده است. این محفظه از مواد رطوبت گیر (سیلیکاژل) پر شده که دو نوع می باشد، یک نوع در حالت عادی صورتی بوده و با جذب رطوبت تدریجاً به رنگ سبز لجنی تغییر رنگ خواهد داد و نوع دوم در حالت عادی آبی رنگ بوده و با جذب رطوبت تدریجاً به رنگ صورتی و سفید در می آیند که در این حالت می بایست ماده رطوبت گیر تعویض گردد. این ماده با جذب رطوبت موجب می شود همواره هوای خشک وارد ترانسفورماتور گردد. باید دقت شود ضخامت قشر آبی رنگ کمتر از ۳ سانتی متر نباشد که در این حالت باید آن را تعویض نمود. علاوه بر این در محفظه رطوبت گیر در قسمت انتهایی از استانک حاوی روغن (تا سطح مشخص شده روی استانک) جهت جذب گرد و غبار و ذرات معلق هوای ورودی به ترانسفورماتور استفاده شده است.

توجه: جهت حفاظت سیلیکاژل در مقابل تماس روغن ناشی از تکانهای وارده در حمل و نقل، یک ورق مسدودکننده به رنگ قرمز مابین فلنچ رطوبت گیر و چقی منبع انبساط قرار داده شده که می بایست پس از نصب با شل کردن پیچ های فلنچ این ورق از محل برداشته شود و مجدداً پیچ ها محکم گردند.

ورق مسدودکننده



مواد سیلیکاژل

استانک روغن

از آنجائیکه ممکن است مقداری روغن در اثر تکانهای ناشی از حمل و نقل ترانسفورماتور در پشت ورق مسدودکننده جمع شده باشد باید در هنگام برداشتن ورق مسدودکننده دقت شود تا روغن به داخل محفظه رطوبت گیر نریزد، بدین صورت که ابتدا محفظه سیلیکاژل از یک طرف باز شده و به میزان ۱۸۰ درجه چرخانده شود و سپس ورق مسدودکننده از محل جدا شود.

**ترموتر روغن:**

با توجه به کلاس حرارتی عایقهای مورد استفاده در ترانسفورماتور و با اطلاع از اثر مخرب حرارت غیر مجاز بر کیفیت آنان لازمست در تمامی شرایط کارکرد ترانسفورماتور تحت کنترل باشد، که برای این منظور از ترمومتر استفاده می گردد. این

## بخش اول ■ تجهیزات حفاظتی و برخی از اجزاء

ترموترها برای نشان دادن دمای روغن در هر دو نوع ترانسفورماتور با منبع انبساط و هرمتیک طراحی شده اند و دارای دو میکروسوییچ و شاخص نشانگر می باشند. عقربه مخصوص نشان دهنده حداکثر دما نیز بر روی آنها نصب گردیده است. این ترمومترها بصورت کاملاً مطمئن در شرایط آب و هوایی بسیار گرم و سرد می توانند کاربرد داشته باشند. این ترمومترها دارای بدنه با آلیاژ آلومینیومی بوده که در بر گیرنده قسمت‌های سنسور حرارتی، میکروسوییچ، نشانگر و عقربه‌ها می باشند. طلق شفاف ترمومتر نیز از مواد مقاوم در برابر تابش خورشید ساخته می شود.



ترموتر کنتاکت دار



ترموتر با رابط جیوه‌ای

## عملکرد

قسمت بی متال ترمومتر با حس دمای روغن داخل غلاف موجب تحریک و حرکت عقربه گردیده و دمای روغن را با یک تلهانس حدود  $5^{\circ}\text{C}$  در محدوده دمائی  $50-120^{\circ}\text{C}$  نشان می‌دهد. در صورت رشد صعودی دمای روغن و رسیدن عقربه به شاخص آبی رنگ، سوئیچ مربوط به آلارم تحریک شده و عمل خواهد نمود. عموماً این شاخص روی دمای  $65^{\circ}\text{C}$  تنظیم می‌گردد.

در صورت ادامه رشد صعودی دمای روغن و رسیدن عقربه به شاخص زرد رنگ میکروسوییچ مربوط در حالت قطع (Trip) عمل خواهد نمود که عموماً این شاخص روی دمای  $90^{\circ}\text{C}$  تنظیم می‌گردد لازم به ذکر است این ترمومترها دارای یک عقربه نشان دهنده حداکثر دما می باشند که توسط عقربه اصلی حرکت داده می شود و نشان دهنده ماکزیمم دمایی است که حین کار برای ترانسفورماتور اتفاق افتاده است. این عقربه به راحتی توسط پیچ روی بدنه قابل برگرداندن به حالت اولیه می باشد.

قابل ذکر است که دماهای Alarm و Trip می تواند بر اساس محاسبات حداکثر جهش حرارتی روغن تنظیم گردد.

$$\Theta_{\text{oil Trip}} = \Theta_{\text{oil max}} + A$$

$$\Theta_{\text{oil Alarm}} = \Theta_{\text{oil Trip}} - 10$$

$\Theta_{\text{oil Trip}}$  برای تنظیم شاخص حالت قطع و  $\Theta_{\text{oil Alarm}}$  برای تنظیم حالت اخطار

$\Theta_{\text{oil max}}$  ماکزیمم جهش حرارتی روغن بر اساس محاسبات یا درخواست مشتری

A برای مناطق گرمسیر حداکثر دمای محیط بعلاوه  $5^{\circ}\text{C}$

A برای مناطق سردسیر  $35^{\circ}\text{C}$

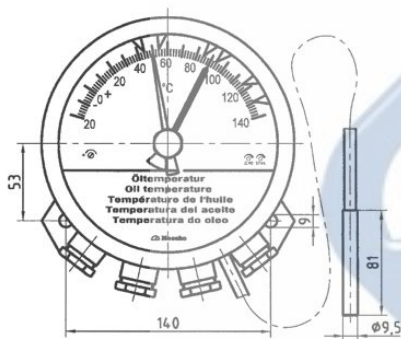
## نصب

برای نصب این ترمومترها در محل بحرانی (که عموماً در بالای سیم پیچ قرار دارد) یک غلاف فولادی روی در پوش تعبیه می‌گردد و قسمت بی متال این ترمومترها توسط پیچ مخصوص بدنه آن در غلاف قرار می‌گیرد. قابل توجه اینکه به علت



بخش اول ■ تجهیزات حفاظتی و برخی از اجزاء

مسدود بودن انتهای غلاف ترمومتر، روغن داخل آن با روغن ترانسفورماتور ارتباط مستقیم نداشته و این امر موجب قرائت دمای متوسط روغن و سهولت تعمیر یا تعویض ترمومتر می‌گردد. توجه: در برخی موارد بدلائیل مختلف مانند ارتفاع ترانسفورماتور لازمست که نشانگر دمای روغن در محلی نصب گردد که سهولت توسط اپراتور رویت و خوانده شود در این مواقع از ترمومترهای بالوله انعطاف پذیر جیوه ای استفاده می‌گردد که این لوله ارتباط بین نشانگر و سنسور حرارتی را امکان پذیر می‌سازد، اصول عملکرد این نوع ترمومترها نیز مشابه ترمومترهای ذکر شده می‌باشد. در این نوع ترمومترها می‌توان با دو میکروسوئیچ پیش بینی شده دیگر فرمان قطع و وصل فن را نیز صادر نمود.



**ترمومتر سیم پیچ:**

در برخی موارد مصرف کننده علاوه بر کنترل دمای روغن نیاز به کنترل دمای سیم پیچ نیز دارد. در این موارد از ترمومترهای سیم پیچ که توسط دو پارامتر جریان عبوری از فاز داغ و دمای روغن ترانسفورماتور تغذیه می‌شوند، بهره خواهیم گرفت. تنظیمات دمایی نشانگر این ترمومتر شکل زیر بوده و عملکرد آن از نظر حرکت عقربه و تنظیم شاخص‌ها مشابه ترمومتر روغن می‌باشد.

$$\Theta_{WT} = \Theta_W + A$$

$$\Theta_{WA} = \Theta_{WT} - 10$$

$\Theta_{WA}$  دمای تنظیم حالت Alarm

$\Theta_{WT}$  دمای تنظیم حالت Trip

$\Theta_W$  دمای متوسط سیم پیچ نسبت به محیط طبق در خواست مشتری یا گواهی تست ترانسفورماتور

A برای مناطق گرمسیر حداکثر دمای محیط بعلاوه  $5^{\circ}\text{C}$

A برای مناطق سردسیر  $35^{\circ}\text{C}$

**تجهیزات مورد نیاز**

- ۱- ترانسفورماتور جریان (CT)
- ۲- جعبه تقسیم
- ۳- پاکت دماسنج
- ۴- نشانگر دما

**نصب**

برای تعبیه پاکت دماسنج روی درپوش در محل بحرانی (قسمت بالای مخزن) یک غلاف در نظر گرفته شود و نشان دهنده دما و سایر تجهیزات توسط پیچ و مهره و نگهدارنده مخصوص روی دیواره نصب می‌گردند.

**رله بوخهلتس:**

**کاربرد**

رله بوخهلتس با تشخیص و ارسال سیگنال، ترانسفورماتور را در برابر خطرات ناشی از بروز عیوب در مواقع زیر محافظت می‌نماید:

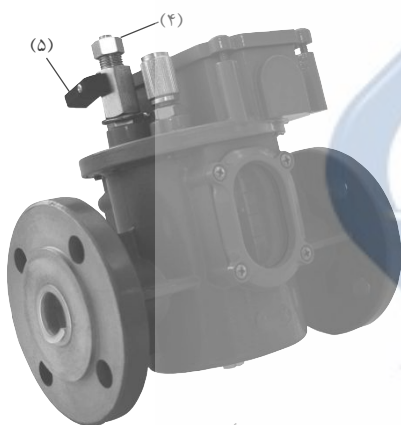
- ۱- گازهای ایجاد شده که ممکن است ناشی از تجزیه روغن و یا مواد عایقی جامد در اثر عیوب اکتیو پارت باشد.
- ۲- کاهش سطح روغن که ممکن است ناشی از نشتی از مخزن ترانسفورماتور باشد.
- ۳- جریان سریع روغن از مخزن به سمت منبع انبساط که ممکن است ناشی از انبساط روغن در اثر اتصال کوتاه باشد.

بخش اول ■ تجهیزات حفاظتی و برخی از اجزاء

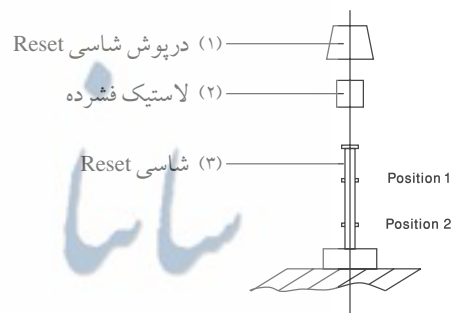
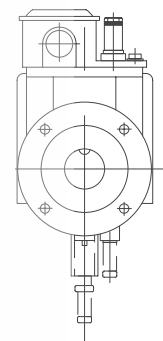
قابل توجه اینکه آنالیز گازهای جمع شده در درون رله بوخهلتنس می تواند کاربرد آن را در یافتن ناهنجاری های بوجود آمده در ترانسفورماتور کمک نماید.

**ساختمان**

رله بوخهلتنس با بدنه ریخته شده از آلیاژ آلومینیوم، شامل مجموعه شناورها، سوئیچ الکتریکی، جعبه اتصالات، شیر هواگیری و شاسی تست و راه اندازی در قسمت فوقانی می باشد که برای سهولت نصب، در دو طرف بدنه رله بوخهلتنس، فلنچ ها قرار دارند. لازم به ذکر است که کلیه اجزاء تشکیل دهنده رله بوخهلتنس از مواد ضد خوردگی و مقاوم در برابر UV (اشعه ماوراء بنفش) و مناسب برای روغنهای معدنی و سیلیکونی بر اساس DIN42566 طراحی و ساخته شده اند.



رله بوخهلتنس



توجه: جهت پیشگیری از آسیب به شناورهای رله بوخهلتنس به هنگام حمل و نقل، با استفاده از قرار دادن یک لاستیک فشرده در بالای شاسی Reset شناورها در حالت فشرده قرار گرفته که لازمست پس از باز کردن درپوش، توسط یک وسیله مناسب، لاستیک فشرده از داخل آن بیرون آورده شود.

**عملکرد**

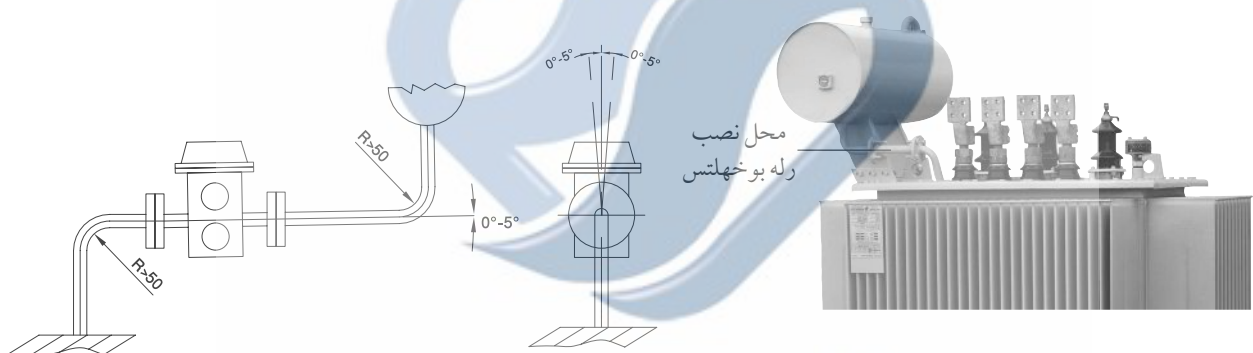
قسمت فعال رله بوخهلتنس از سه قسمت مکانیکی مجزا شامل شناور بالا، شناور پایین و پره مخصوص جریان روغن تشکیل یافته است که در وضعیت عادی ترانسفورماتور، روغن داخل رله بوخهلتنس شناورها را در موقعیت Reset قرار می دهد. هنگام بروز عیب در ترانسفورماتور، گازها و حبابهای بوجود آمده به سمت بالا و به طرف منبع انبساط حرکت می نمایند که پس از رسیدن به رله بوخهلتنس در محفظه آن جمع شده و تجمع گاز موجب جابجایی روغن و کاهش سطح آن در محفظه رله بوخهلتنس می شود که این عمل موجب تحریک شناور بالایی شده و کنتاکت مربوطه عمل نموده و فرمان اخطار

## بخش اول ■ تجهیزات حفاظتی و برخی از اجزاء

(Alarm) صادر می شود. چنانچه این وضعیت ادامه یابد سطح روغن در محفظه پایین تر رفته و شناور پایین نیز عمل می نماید و کنتاکت مربوطه فرمان Trip و قطع ترانسفورماتور از منبع تغذیه را صادر می نماید. در حالت اتصال کوتاه و جریان سریع و غیر عادی روغن به سمت منبع انبساط، بدلیل ارتباط پره با شناور پایین، توسط کنتاکت مربوطه فرمان قطع Trip داده می شود.

## نصب

رله بوخهلتس روی لوله واسط بین مخزن ترانسفورماتور و منبع انبساط نصب می گردد و می بایست شیب لوله رابط در محدوده 0-5 درجه (طبق شکل) باشد تا بتواند تمامی گازهای تشکیل شده را به سمت رله بوخهلتس و منبع انبساط هدایت نماید. قطر لوله باید متناسب با قطر مجاری رله بوخهلتس انتخاب شود تا بتواند جریان روغن ایجاد شده در اثر یک خطا و یا اتصال کوتاه را با کمترین مقاومت هیدرودینامیکی به درون منبع انبساط هدایت نماید. برای موارد خاص می توان از چند مسیر و رله بوخهلتس استفاده نمود. لازم به ذکر است که زاویه شعاعی رله بوخهلتس مطابق شکل نباید از 5 درجه بیشتر باشد.



## راه اندازی و تست رله بوخهلتس

هواگیری: مهره (۴) را از روی شیر هواگیری رله باز نمایید.  
شیر هواگیری (۵) را باز نمایید تا هوای داخل رله خارج گردد، این عمل را تا مشاهده خروج روغن از محل مربوطه ادامه دهید.  
پس از رویت روغن شیر را ببندید و مهره شماره ۴ را در محل خود قرار داده و محکم نمایید.

## تست

پس از باز نمودن درپوش شماره ۱، چوب پنبه (یا قطعه لاستیک فشرده) داخل آن را خارج نمایید.  
شاسی (۳) را تا حالت ۱ فشار دهید و با استفاده از کنتاکتهای مربوطه به آلام و یک دستگاه اهم متر صدور فرمان آلام را کنترل کنید.  
شاسی (۳) را مجدداً تا حالت ۲ فشار دهید و مانند حالت قبل و با استفاده از اهم متر صدور فرمان قطع (Trip) را کنترل نمایید.  
شاسی را رها کرده و درپوش روی آن را بدون چوب پنبه یا قطعه پلاستیکی در محل خود قرار داده و محکم نمایید.

## فشار شکن:

### کاربرد

فشار شکن‌ها اعم از کنتاکت دار و ساده برای جلوگیری از دفرمگی (تغییر شکل) و انفجار مخزن در مواقعی که فشار داخل مخزن از حد مجاز آن تجاوز کرده باشد طراحی شده اند. طراحی آنها به گونه‌ای است که بتوانند با ایجاد مسیری برای تخلیه روغن بواسطه عملکرد سوپاپ، اجازه ندهند فشار مخزن از حد مجاز خود فراتر رود. افزایش سریع فشار ممکن است باعث ایجاد انفجار و آتش سوزی گردد.

### ساختار

فشار شکن‌ها دارای یک بدنه فلنچی و یک محافظ و یا غلاف از جنس آلومینیومی می باشند، که سوپاپ اصلی در میان آن قرار داشته و توسط یک میله مرکزی و فنر به بدنه متصل می شود. عمل آبیندی در حالت نرمال توسط دو رینگ از جنس مخصوص صورت می گیرد که تحت فشار سوپاپ قرار دارد. کلیه اجزا فعال توسط محافظ در مقابل شرایط محیطی محافظت می شوند.



برای کنترل فشار شکن در بالای محافظ یک نشانگر چشمی قرار دارد که در صورت عمل کردن فشار شکن توسط میله مرکزی به طرف بالا رانده می شود و برگشت آن به حالت اول بصورت دستی صورت می گیرد. کلیه اجزاء فلزی از فولاد ضد زنگ یا آلپاژی مقاوم در برابر شرایط محیطی ساخته شده است.

### عملکرد:

افزایش فشار داخل مخزن ترانسفورماتور به هر دلیل ممکن، موجب ایجاد فشار بر سطح سوپاپ فشار شکن می شود. بدلیل استفاده از دو عدد رینگ با طراحی مخصوص، فشار شکن‌ها مسیر جریان روغن را با یک ثابت زمانی مشخص باز می کنند و در صورت باز شدن دریچه، با خروج گازهای تولید شده، فشار روغن داخل مخزن کاهش پیدا نموده و از انفجار مخزن جلوگیری می گردد. در حین باز شدن دریچه، محور اصلی میکروسوییچ را تحریک می نماید و فرمان Trip صادر می شود و پس از افت فشار داخل مخزن مجدداً توسط فنر بالای سوپاپ دریچه بسته می شود اما هنوز نشانگر چشمی در حالت تحریک باقی مانده و نشان می دهد که ترانسفورماتور دارای اشکال عمده می باشد و زیر بار بردن ترانسفورماتور باید پس از بررسی و کنترل شرایط آن انجام گردد.

### نصب فشار شکن:

سایز شیرهای فشار شکن، بر اساس سایز دریچه تخلیه و همچنین حجم روغن ترانسفورماتور انتخاب و برای حجم‌های بالا از دو شیر یا بیشتر استفاده می شود. فشار شکن‌ها عموماً در نقاط بحرانی (بالای سیم پیچ‌ها) که فشار موثر در آنها بیشتر است نصب می گردند.

قابل ذکر است که فشار شکن‌ها در محدوده فشار 0.3-0.7 bar طراحی شده اند و در صورت عدم نیاز به سوئیچ Trip می توان از شیرهای بدون کنتاکت استفاده نمود که بصورت پیچی در بوشن یا محل مخصوص خود نصب می گردند.

بخش اول ■ تجهیزات حفاظتی و برخی از اجزاء

**فشارسنج:**

فشارسنج‌های صنعتی به منظور نشان دادن فشار کاری مخازن در حال بهره‌برداری، طوری طراحی شده‌اند که اپراتور می‌تواند با رویت و ثبت فشار در شبانه‌روز (مینیمم و ماکزیمم) و ترسیم نمودار فشار کار مخزن، برای پیشگیری از خسارات ناشی از افزایش فشار، برنامه‌ریزی صحیح بارگیری از ترانسفورماتور را انجام دهد. از طرف دیگر می‌توان از فشارسنج برای اندازه‌گیری فشار، در حین تزریق گاز نیتروژن N<sub>2</sub> به ترانسفورماتورهای بالشتک‌گازی نیز استفاده نمود. ساختمان آنها طوری است که بصورت Outdoor نصب می‌شوند و صفحه آنها به صورت دو واحد PSIG و Bar مدرج گردیده است. محل نصب حتی المقدور در روی بدنه، در ارتفاع قابل رویت و قرائت اپراتور می‌باشد.



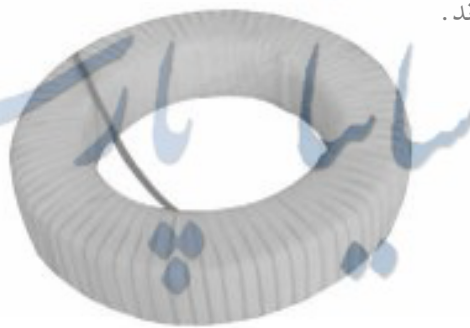
فشارسنج ساده

**ترانسفورماتور جریان CT**

CTهای حفاظتی که اغلب بر روی نقطه نوترال نصب می‌شوند در هنگام سفارش ترانسفورماتور توسط مشتری درخواست شده و مشخصات آن به واحد فروش ارائه می‌گردد. این وسیله که روی شینه نوترال نصب می‌گردد در صورت عبور جریان از نقطه نوترال، آن را تشخیص می‌دهد و می‌توان از خروجی‌های آن، میزان جریان القاء شده در آن را اندازه‌گیری نمود. CT می‌تواند در صورت بحرانی بودن وضعیت ترانسفورماتور زمینه صدور فرمان Trip را ایجاد و از وارد آمدن خسارات جلوگیری نماید. لازم به ذکر است که CTها در دو نوع داخل روغن ترانسفورماتور یا بصورت Resin Type در بیرون ترانسفورماتور و داخل جعبه کابل تولید و استفاده می‌شوند.



ترانسفورماتور جریان صمغی

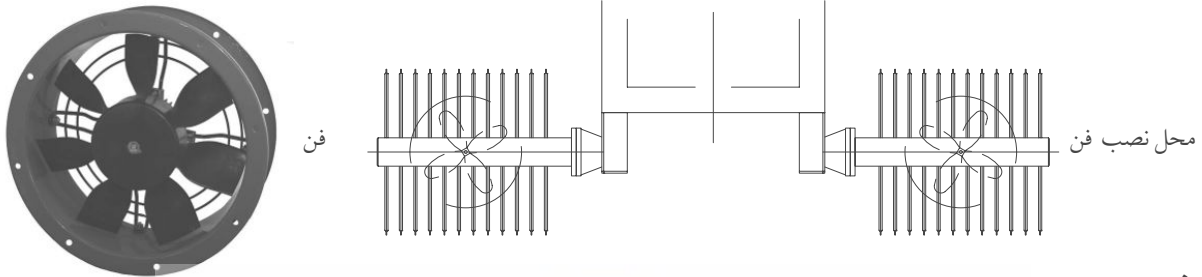
ترانسفورماتور جریان  
داخل روغن ترانسفورماتور**فن****کاربرد**

در برخی از ترانسفورماتورها که بدلائل مختلف طراحی یا وجود پارامترهای موثر مانند شرایط محیطی، عدم امکان خنک کاری ترانسفورماتور بصورت طبیعی و . . . از این وسیله که زیر یا روی رادیاتورها نصب می‌گردد، استفاده می‌شود.

**ساختمان**

فن‌های صنعتی در مدل‌های مختلف با پره و کلاف فلزی با قدرت‌های مختلف برای استفاده Outdoor طراحی شده‌اند. عموماً در انواع مدل‌های بکار برده شده در ترانسفورماتورها، راه‌اندازی و Reset بر اساس دمای روغن صورت می‌گیرد.

## بخش اول ■ تجهیزات حفاظتی و برخی از اجزاء

**نصب**

محل نصب فن‌ها در زیر یا روی رادیاتورها بوده و براحتی توسط چند پیچ و مهره در محل طراحی شده خود نصب می‌گردند. قابل توجه اینکه در صورت نیاز به تعویض، بدلیل تنوع مدل آنها می‌بایست به نوع نصب و کلاف آنها دقت شود. توجه: بدلیل قدرت بالای این فن‌ها حداقل فاصله از سطح زمین 40 cm در نظر گرفته شود تا موجب مکش خاک و مواد سبک توسط فن نگردد که موجب آلودگی محیط و کاهش عمر فن خواهد شد.

**جعبه اتصالات:****کاربرد**

کلیه خروجی‌های مربوط به تجهیزات حفاظتی توسط کابل‌های افشان چند رشته به درون این جعبه ترمینال منتقل شده و جهت ردیابی روی سیمها با برچسب شماره گذاری گردیده است. بدین طریق مصرف کننده با توجه به نقشه داخل جعبه می‌تواند ارتباط بین ترمینالهای جعبه را با اتاق فرمان برقرار سازد.

**ساختمان**

این جعبه از ورق آهنی با IP54 ساخته شده که درب آن با واشر لاستیکی تزریقی مقاوم در برابر شرایط محیطی که موجب آبیندی کامل آن می‌گردد و باز و بسته کردن آن توسط یک کلید صورت می‌گیرد. این جعبه شامل ترمینال‌ها، فیوزها، پریزها و شین ارت و کانالهای پلاستیکی که همگی روی یک صفحه مونتاژ درون جعبه ثابت شده اند. به منظور رعایت IP54 ورود و خروج کابلها به درون این جعبه با استفاده از گلندهای مخصوص انجام می‌پذیرد.



جعبه اتصالات ترانسفورماتور

**نصب**

این جعبه به راحتی توسط چهار عدد پیچ و مهره و واشر فنری در محل خود در یکی از دیوارهای مخزن ترانسفورماتور نصب می‌گردد.

**شیرآلات نمونه برداری، تصفیه و تخلیه روغن**

روغن بکار رفته در ترانسفورماتورهای توزیع دارای وظیفه اصلی انتقال حرارت و عایق الکتریکی بوده و نیاز مبرم به نگهداری دوره ای دارد. بدین منظور برای نمونه گیری و تست روغن در صورت نیاز، برای تصفیه روغن و یا

بخش اول ■ تجهیزات حفاظتی و برخی از اجزاء

تعویض آن، روی مخزن، شیرآلات خاص تعبیه شده که بهره بردار بتواند عمل نمونه گیری و تصفیه را انجام دهد. در ترانسفورماتورهای توزیع بصورت معمول استاندارد یک شیر تخلیه و نمونه برداری مطابق استاندارد DIN42551 در پایین ترین قسمت مخزن قرار دارد که مغزی این شیر دارای دو سوراخ با قطرهای مختلف (کوچک و بزرگ) می باشد که بترتیب برای نمونه گیری و تخلیه کامل روغن و اتصال رابط برای تصفیه روغن می باشد. مغزی این شیر توسط یک آچار آلن باز و بسته می شود. در ترانسفورماتورهای با حجم روغن زیاد و یا بنا به درخواست مشتری شیرهای جداگانه تصفیه و نمونه گیری از سطوح بالا و پایین در مخزن نصب می گردد که اغلب دارای اتصال فلنجی یا پیچی می باشند در این حالت نتایج بدست آمده از تست، بدلیل نمونه گیری از دو سطح بالا و پایین روغن نزدیک به وضعیت واقعی روغن خواهد بود. در مخازنی که دارای دو شیر تصفیه بالا و پایین می باشند، اتصال رابطهای دستگاه تصفیه نیز از طریق این شیرها صورت می گیرد که بدلیل قرارگیری این دو شیر در طرفین مخزن موجب تصفیه بهتر روغن خواهد شد.



شیر تخلیه



شیر تصفیه DN40



شیر نمونه برداری  
DN15

**لوله تزریق روغن ترانسفورماتورهای هرمتیک**

این لوله از جنس فولادی بدون گالوانیزه بوده که طول آن بر اساس ارتفاع پیچ هواگیری بوشینگهای فشار قوی طراحی می گردد بطوری که سطح روغن در این لوله از سطح پیچ هواگیری بوشینگها بالاتر بوده تا در زمان هواگیری بتوان بطور صحیح بوشینگها را هواگیری نمود. این لوله باید بصورت عمودی نصب گردد و زاویه آن بیش از ۱۵ درجه نباشد. هدف اصلی این لوله ابتدا امکان تزریق و شارژ روغن، و سپس ایجاد محل مناسب برای نصب رله محافظ و روغن نمای چشمی است. قطر این لوله با در نظر گرفتن حجم روغن عمدتاً R1/2 می باشد.



لوله تزریق روغن هرمتیک



روغن نمای چشمی

**روغن نمای چشمی**

این وسیله کاملاً ساده به اپراتور این امکان را می دهد تا سطح روغن را تحت کنترل داشته باشد. محل نصب آن در روی لوله شارژ روغن بوده و بدنه اصلی آن برنجی می باشد و در محفظه آن شناور مقاوم در برابر روغن قرار گرفته است. در صورت پر بودن لوله از روغن، شناور در قسمت بالایی محفظه قرار می گیرد و در اثر افت روغن در لوله، شناور در

بخش اول ■ تجهیزات حفاظتی و برخی از اجزاء

پایین ترین نقطه محفظه روغن نما قرار خواهد گرفت . این روغن نما مخصوص ترانسفورماتورهای هرمتیک بوده و در یک بوشن بشکل پیچ مونتاژ می گردد و حداکثر فشار قابل تحمل آن 0.5 bar می باشد .

نوع دیگری از روغن نمای چشمی



**رله محافظ هرمتیک Protection Relay:**

**کاربرد**

این نوع رله بعنوان یک وسیله حفاظتی ، جهت استفاده در ترانسفورماتورهای هرمتیک طراحی شده است که با ایجاد شدن اختلاف در سطح روغن ، یک سوئیچ الکتریکی در آن تحریک شده و عمل می نماید .

**ساختار**



رله محافظ هرمتیک

بدنه اصلی رله از آلیاژ آلومینیوم می باشد و می تواند تا فشار 0.5bar را تحمل نماید . این رله دارای شناوری است که با حرکت عمودی سوئیچ الکتریکی را تحریک نموده و فرمان آلارم را صادر می نماید . شناور از یک ماده مقاوم در برابر روغن ساخته شده که امکان نفوذ روغن در آن وجود نداشته و این امر سبب می شود که عملکرد شناور بصورت صحیح همواره تضمین شده باشد .

**عملکرد اصلی رله**

وقتی بطور کامل مخزن ترانسفورماتور پر از روغن باشد شناور در بالاترین نقطه خود قرار گرفته و در اثر اختلاف سطح روغن شروع به حرکت خواهد نمود که در صورت کاهش سطح روغن ، شناور به سمت پائین حرکت نموده و در نقطه آلارم توسط کوپلینگ اصلی سوئیچ الکتریکی را تحریک خواهد نمود و در صورتیکه سطح روغن بدلیل انبساط و یا غیره بالا رود در ناحیه 20mm بالای نقطه آلارم سوئیچ الکتریکی Reset خواهد شد .

**نصب رله**

رله محافظ در لوله تزریق روغن نصب خواهد شد این لوله باید بصورت عمودی قرار گیرد و زاویه آن نباید بیش از 15 درجه باشد . برای جلوگیری از حبس گاز در هنگام تزریق روغن این لوله را در یکی از گوشه های درپوش مخزن قرار می دهند . برای جلوگیری از سرریز شدن روغن ، قبل از نصب رله حدوداً 100mm از روغن را می بایست خالی نمود .

**رله هرمتیک DGPT2**

برای ترانسفورماتورهای هرمتیک می توان از تجهیزات خاص همچون رله هرمتیک DGPT2 که عملکرد مشابه رله بوخهلتنس دارند استفاده نمود . در این وسیله حفاظتی ، گازهای ایجاد شده از تجزیه روغن ناشی از تخلیه جزئی و نقاط داغ غیر مجاز در داخل ترانسفورماتور جمع می شود ، بطوریکه اگر میزان گاز بوجود آمده از حد معینی تجاوز نماید با تحریک دو کنتاکت موجود در آن اخطار (آلارم) و سپس فرمان قطع (Trip) می دهد . علاوه بر این رله DGPT2 امکان کنترل فشار و دما را نیز دارا می باشد .



بخش اول ■ تجهیزات حفاظتی و برخی از اجزاء



DGPT2

### رله فشار ناگهانی

در ترانسفورماتورهای هرمتیک با بالشتک گازی استفاده از رله فشار ناگهانی یا Rapid rise pressure relay نیز جهت حفاظت موثرتر برای توانهای بالا و ترانسفورماتورهای بزرگ توصیه می گردد. در صورت بروز هر گونه اتصالی داخلی (مثل اتصال کوتاه و یا اتصال حلقه) فشار روغن سریعاً افزایش یافته که این رله با عکس العمل سریع خود (حدود چند صدم ثانیه) قادر به تشخیص آن بوده و یک سیگنال برای Trip ارسال می نماید. به عبارت دیگر این رله به شیب افزایش فشار حساسیت نشان می دهد. این رله در یکی از دیواره‌های جانبی طوری نصب می گردد که با روغن داخل ترانسفورماتور نیز در تماس باشد. در حقیقت رله مذکور نقش رله بوخهلتس را در این نوع از ترانسفورماتورها ایفا می نماید. شکل زیر یک نمونه از این رله‌ها را نشان می دهد.



رله فشار ناگهانی

### بوشینگ‌های فشار ضعیف و فشار قوی

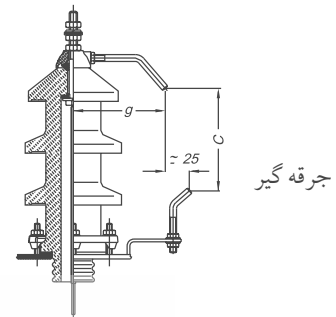
ترانسفورماتورهای روغنی برای ایجاد فاصله عایقی مناسب از محل اتصال کابل یا شینه نسبت به سطح درپوش و اتصال به منبع تغذیه و مصرف کننده مجهز به بوشینگ‌های فشار ضعیف و قوی می باشند. پارامترهای مهم در انتخاب بوشینگها عبارتند از ردیف ولتاژ، جریان عبوری، رطوبت و آلودگی محیط و شرایط نصب Indoor یا Outdoor. برای تامین پارامترهای ذکر شده بوشینگ‌ها با طول خزش متفاوت بر اساس استاندارد DIN42530، DIN42539، DIN42531، . . . ، که در دسترس می باشند، انتخاب و نصب می گردند. بوشینگ‌ها از  $U_m=12 \text{ kV}$  به بالا طبق استاندارد دارای جرقه گیر می باشند که تنظیم فاصله جرقه گیر با توجه به شرایط محیط نصب مطابق جدول (۱) انجام می پذیرد. وظیفه جرقه گیرها، حفاظت ترانسفورماتور در مقابل موج ولتاژهای ناگهانی و انتقال ولتاژ اضافی به زمین از طریق بدنه ترانسفورماتور می باشد. بنابراین بایستی به تنظیم فواصل آن دقت شود.



بوشینگ

بخش اول ■ تجهیزات حفاظتی و برخی از اجزاء

در فضای آزاد Outdoor			در محل سرپوشیده Indoor			شرایط نصب ترانسفورماتور	
33	20	11	33	20	11	kV	ردیف ولتاژ
220	155	85	220	155	85	mm	c*
170	150		135			mm	g



جدول شماره (۱)

\*اعداد جدول برای ارتفاع محل نصب از سطح دریا حداکثر تا 1000 متر صادق می باشد و به ازاء هر یکصد متر مازاد ارتفاع از 1000 متر این فواصل یک درصد افزایش می یابد.

توجه: گشتاور نامی نشان داده شده در جدول ۲ جهت بستن و محکم کردن اتصالات برای آبنند شدن کامل باید اعمال گردد و لازمست پس از چند هفته مجدداً گشتاور اعمالی کنترل گردد.

قطر میله اتصال پوشینگ	M12	M20
پوشینگ های فشار ضعیف گشتاور مجاز	DT250 20 Nm	DT630 70 Nm
پوشینگ های فشار قوی گشتاور مجاز	10,20,30Nf 250 40Nm	

بوشینگهای استاندارد معمول شرکت ایران ترانسفو از جنس پرسیلین (چینی) می باشد که سطوح خارجی آن با لعاب قهوه ای رنگ پوشانده شده است. برای جلوگیری از خزش، روی بوشینگها همواره باید تمیز باشند. بنابراین باید بصورت دوره ای روی آنها را تمیز و سطوح از لحاظ عدم وجود شکستگی چک شود. قطعات هادی بکار رفته اغلب از جنس برنج یا مس و واشرهای لاستیکی از جنس مخصوص مقاوم در برابر روغن ترانسفورماتور و UV می باشند.

بطور معمول این بوشینگها بر روی در پوش مخزن نصب می شوند و قابلیت نصب روی دیواره مخزن را نیز دارا می باشند. لازم به ذکر است که برای کاهش ابعادی ترانسفورماتورها در مکانهایی مثل پست های کمپکت و اتاقکها و... از بوشینگهای دیگری به نام بوشینگهای سوکتی Plug in bushing با کابل اتصال مخصوص خود بنام Elbow connection استفاده می کنند. این بوشینگها از جنس اپوکسی رزین ساخته شده اند که علاوه بر کاهش ابعادی ترانسفورماتور در برابر شکنندگی مقاوم بوده و بیشتر در مکانهای با آلودگی بالا استفاده می شوند. در صورت استفاده در محیطهای فضای باز تمهیدات لازم (نصب جعبه کابل) برای حفاظت این بوشینگها در برابر تابش مستقیم نور آفتاب باید صورت پذیرد.



بوشینگ سوکتی

بخش اول ■ تجهیزات حفاظتی و برخی از اجزاء

### کلید تنظیم ولتاژ

تغییرات جزئی ولتاژ شبکه را می‌توان با تغییر تعداد دور در سیم پیچ فشار قوی جبران نمود، بنحوی که ولتاژ مورد نیاز مصرف کننده ثابت بماند. تغییر دادن نقاط اتصال و استفاده از انشعابات سیم پیچ فشار قوی در حالت بی برقی توسط کلید تنظیم ولتاژ صورت می‌گیرد.

محدوده تغییرات ولتاژ در ترانسفورماتورهای توزیع:

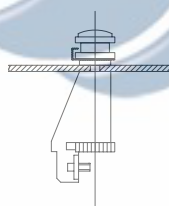
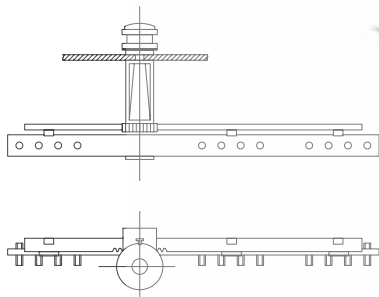
ترانسفورماتورهای 11,33 kV  $\pm 2.5\% \times 2$

ترانسفورماتورهای 20 kV  $PN \leq 200 \text{ kVA}$   $\pm 4\%$

ترانسفورماتورهای 20 kV  $200 \text{ kVA} < PN \leq 2500 \text{ kVA}$   $\pm 2.5\% \times 2$

تنظیم و تغییر ولتاژ در طرف فشار ضعیف به ندرت صورت می‌گیرد. بطور عموم ترانسفورماتورهای استاندارد شرکت‌های ترانسفورماتور توزیع زنگان، ایران ترانسفوری و ترانسفورماتورسازی کوشکن در طرف فشار ضعیف و در حالت بی باری دارای 400V (سه فاز) و 231V (تک فاز) می‌باشند. مشخصات مورد نیاز جهت انشعابات و حالات مختلف کلید تنظیم ولتاژ روی پلاک مشخصات منعکس و قابل استفاده است.

لازم به ذکر است موارد قید شده در خصوص کلید تنظیم ولتاژ برای ترانسفورماتورهای نرمال می‌باشد، برای ترانسفورماتورهای سفارشی، مشخصات کلید و حالت‌های مختلف و درصدهای تغییر ولتاژ توسط مشتری تعیین و در طراحی آن لحاظ می‌گردد.



کلید تنظیم ولتاژ

### تابلو مشخصات

تابلو مشخصات حاوی اطلاعات لازم روی دیواره ترانسفورماتور جهت شناسایی هر ترانسفورماتور عموماً در سمت فشار ضعیف نصب می‌گردد. کاربران می‌بایست قبل از هر اقدامی، مشخصات ترانسفورماتور را از طریق تابلو مشخصات کنترل نمایند. چرا که تابلو مشخصات شامل اطلاعاتی است که بطور خلاصه وضعیت ترانسفورماتور را توضیح می‌دهد. این اطلاعات شامل موارد ذیل است.

مدل	نوع عایق بندی ترانسفورماتور
شماره سریال	گروه اتصال
سال ساخت	فرکانس نامی
استاندارد مورد استفاده	نوع روغن ترانسفورماتور
قدرت اسمی به کیلو ولت آمپر	تصویر شماتیک کلید تنظیم ولتاژ
ولتاژ نامی ترانسفورماتور سمت فشار قوی و ضعیف به ولت	وزن روغن به تن
جریان نامی سمت فشار قوی و ضعیف به آمپر	وزن کل به تن
سیستم خنک کنندگی	درصد ولتاژ اتصال کوتاه

## بخش اول ■ تجهیزات حفاظتی و برخی از اجزاء

توجه: لوازم حفاظتی و تجهیزات ترانسفورماتورهای نرمال به قرار ذیل بوده و سایر تجهیزات در صورت سفارش مشتری در طراحی و ساخت ترانسفورماتور لحاظ خواهد شد.

توضیحات	توان kVA	تجهیزات
برای کلیه ردیف و لتاژها	25-630	رطوبت گیر 0.5kg
برای کلیه ردیف و لتاژها	800-2000	رطوبت گیر 1kg
برای کلیه ردیف و لتاژها	630-2000	ترمو متر روغن
برای کلیه ردیف و لتاژها	1000-2000	رله بوخهلتس
برای کلیه ردیف و لتاژها	400-2000 500-2000	چرخ
برای کلیه ردیف و لتاژها	25-2000	شیر تخلیه DIN 42551

## مخزن

یکی از اجزاء مهم در ترانسفورماتورهای روغنی مخزن آن می باشد. مخزن حاوی روغن ترانسفورماتور و وظیفه حفاظت از اکتیوپارت در مقابل عوامل تخریب کننده همانند رطوبت و گرد و خاک و . . . را داشته و به لحاظ دارا بودن استحکام مکانیکی و توان دفع حرارتی متناسب با تلفات اکتیوپارت از دیواره کنگره‌ای یا دیواره صاف با رادیاتور جداگانه ساخته می شوند. ورقهای بکار رفته در آنها بسته به طرحهای ذکر شده از فولادی نورد شده با ضخامت‌های 1mm تا 1.5mm برای دیواره کنگره‌ای و حداقل 6mm برای دیواره صاف می باشد. نکته قابل توجه اینکه مخازن کنگره‌ای با توجه به مشخصات مکانیکی تا ۶۵۰ میلی بار تحمل خلاء را داشته و نباید تحت خلاء کامل قرار گیرند و سایر مخازن دارای مشخصه خاص خود بر حسب طراحی خواهند بود.

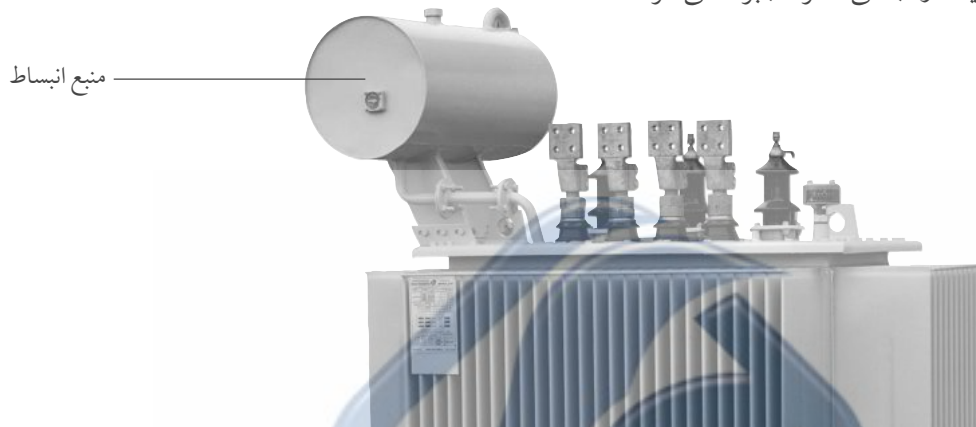
کلیه تجهیزات و شیرآلات و . . . که بر روی مخزن قابل نصب می باشند در تصاویر انتهایی این بخش آورده شده است و نکته مهم اینکه پیچهای ارت تعبیه شده بر روی بدنه ترانسفورماتور بایستی در زمان نصب با کابل مخصوص زمین گردند.

## منبع انبساط

مخازن ترانسفورماتورهای روغنی مجهز به منبع انبساط در بالای درپوش می باشد که فضای لازم برای تغییرات حجم روغن در اثر حرارت ایجاد شده توسط اکتیوپارت را تامین می نماید. با توجه به حجم روغن داخل مخزن حجم منبع نیز متناسب با آن طراحی می گردد. برای کنترل سطح روغن درون منبع روی دیواره جانبی آن روغن نمای مغناطیسی نصب می گردد که اپراتور می تواند براحتی آن را رویت نماید. سطح روغن در دمای 20 درجه سانتیگراد طوری است که هواگیری از مقره‌ها را امکان پذیر می سازد. در ترانسفورماتورهای دارای منبع انبساط بدلیل عملکرد تحت شرایط هم فشار با اتمسفر، برای جلوگیری از ورود هوای مرطوب به داخل روغن در زمان تنفس، روی منبع یک دستگاه رطوبت گیر نصب می شود.

بخش اول ■ تجهیزات حفاظتی و برخی از اجزاء

نکته: ترانسفورماتورهای هرمتیک روغنی و یا بالشتک گازی فاقد منبع انبساط بوده و فشار ایجاد شده درون روغن توسط بالشتک گازی یا خاصیت ارتجاعی مخزن جبران می گردد.



روغن ترانسفورماتور

روغن های معدنی جهت عایق کردن و خنک نمودن ترانسفورماتورها استفاده می گردند و از نوع روغن های معدنی تقطیر و تصفیه شده با غلظت کم می باشند. خصوصیات و مرغوبیت روغن عایق در طول زمان و مدت بهره برداری طولانی رو به فرسودگی می رود (پیرشدگی).

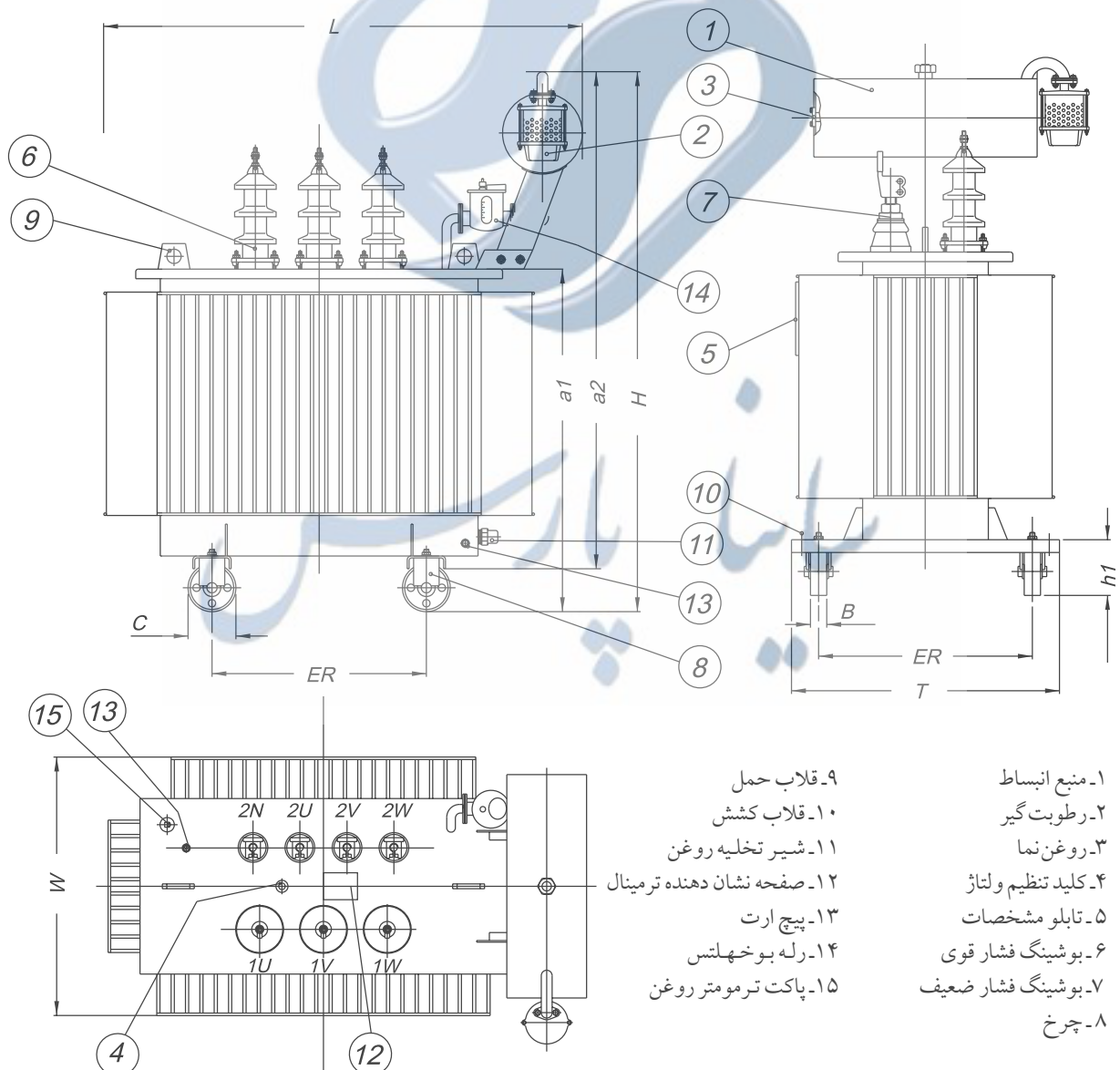
در صورتیکه افزودن روغن به یک ترانسفورماتور در حال کار، بواسطه پایین آمدن سطح روغن (مثلاً ناشی از نمونه گیریهای متوالی) لازم به نظر برسد، استفاده مجدد از روغن تهیه شده توسط سازنده توصیه می شود، اگر چنین امری میسر نباشد، می توانید از راهنماییهای متخصصین ما بهره مند شوید. در صورت نیاز با شماره هایی که ارائه گردیده تماس حاصل نمایید. افزایش روغن نو به روغن ترانسفورماتور در حال کار، در صورتیکه عمر ترانسفورماتور زیاد نباشد، مجاز است.

Uninhibited mineral Transformer Oil (IEC60296:2012)		
حدود پذیرش	مشخصات فنی	
$\leq 12$	mm <sup>2</sup> /S	گرانروی (ویسکوزیته)
$\leq -40$	°C	نقطه ریزش روغن
$\geq 30 / (70)$	kV	استقامت الکتریکی (بعد از تصفیه)
$\leq 0.895$	g/ml	چگالی
$\leq 0.005$	---	ضریب تلفات عایقی
شفاف و عاری از ذرات معلق	---	رنگ
$\leq 0.01$	mgKOH/g	عدد اسیدی
Not corrosive	---	خورندگی سولفور
$\geq 135$	°C	نقطه اشتعال

### رنگ

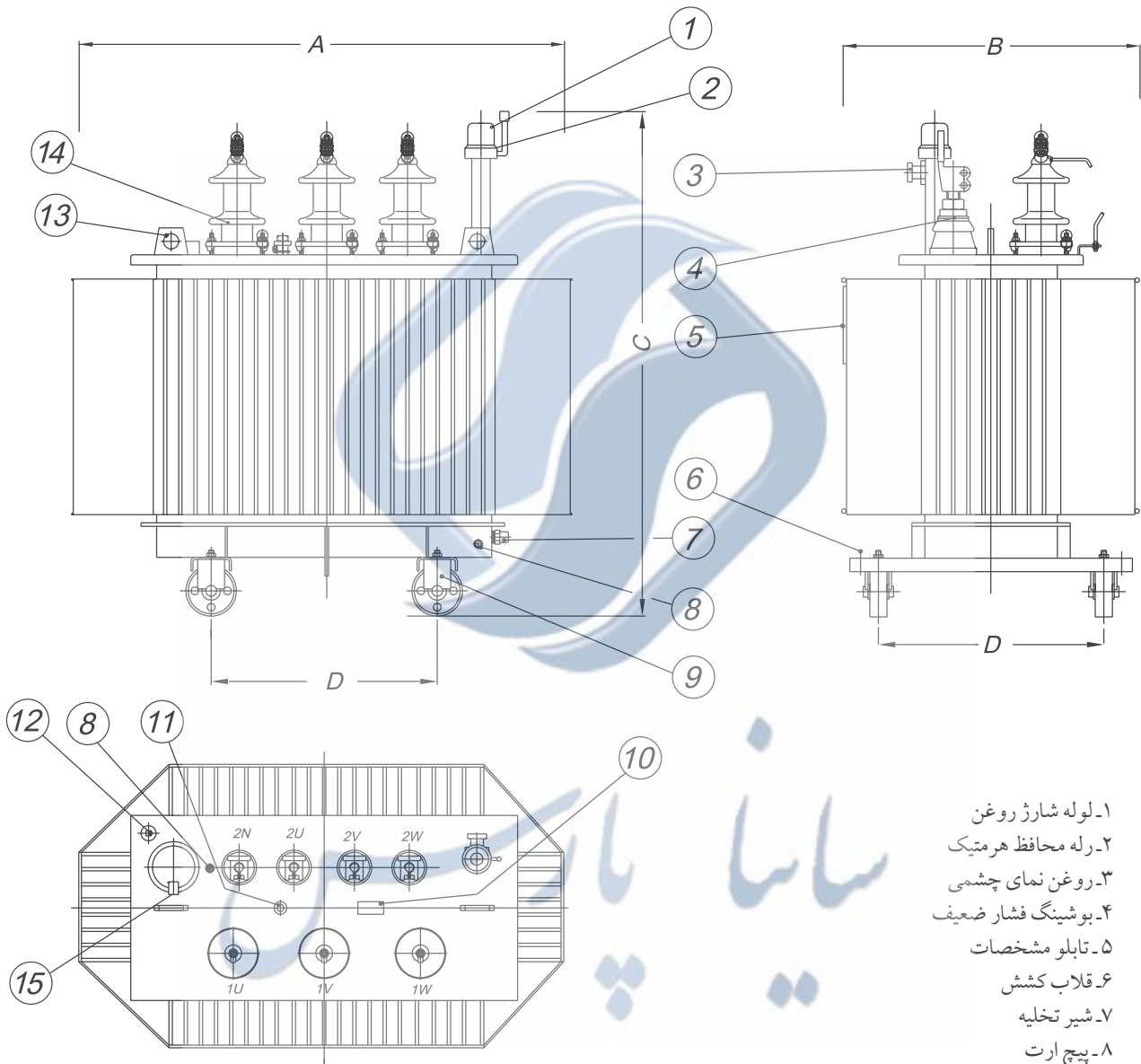
برای جلوگیری از خوردگی مخزن و سایر تجهیزات مربوطه سطوح خارجی طبق استاندارد ISO12944 نرم C51 به روشهای اسپری و فلوتینگ رنگ آمیزی می گردد. نوع رنگ مورد استفاده برای ایجاد مقاومت بهتر در کلیه مناطق آب و هوایی زینک ریچ اپوکسی پلی یورتان می باشد، که پس از شستشو و چربی زدایی کامل سطوح در سه لایه آستر، میانی و رنگ نهایی و در هر یک از لایه ها به ضخامت حداقل  $40 \mu$  اعمال می گردد. فام رنگ نهائی بر اساس استاندارد داخلی شرکتها یا به درخواست مشتری می باشد.

### ترانسفورماتور با منبع انبساط



بخش اول ■ تجهیزات حفاظتی و برخی از اجزاء

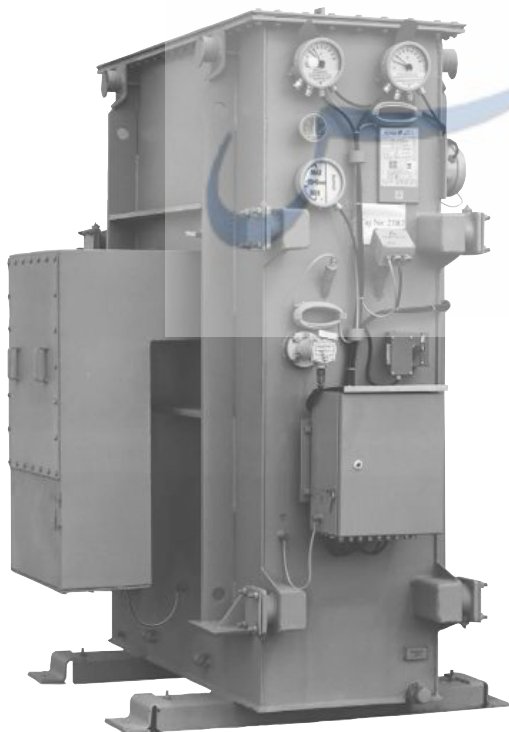
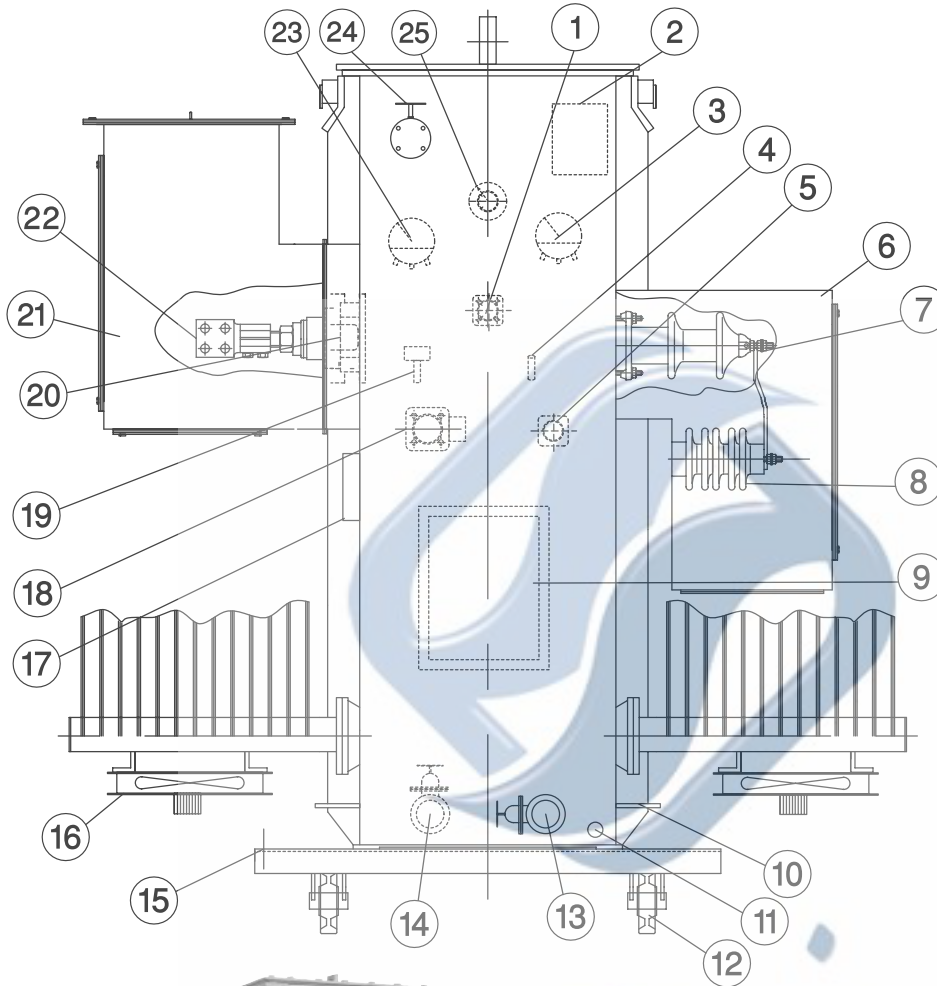
ترانسفورماتور هرمتیک روغنی



- ۱- لوله شارژ روغن
- ۲- رله محافظ هرمتیک
- ۳- روغن نمای چشمی
- ۴- پوشینگ فشار ضعیف
- ۵- تابلو مشخصات
- ۶- قلاب کشش
- ۷- شیر تخلیه
- ۸- پیچ ارت
- ۹- چرخ
- ۱۰- صفحه نشان دهنده ترمینال
- ۱۱- کلید تنظیم ولتاژ
- ۱۲- پاکت ترمومتر روغن
- ۱۳- قلاب حمل
- ۱۴- پوشینگ فشار قوی
- ۱۵- شیر فشار شکن

بخش اول ■ تجهیزات حفاظتی و برخی از اجزاء

هرمیتیک با بالشتک گازی

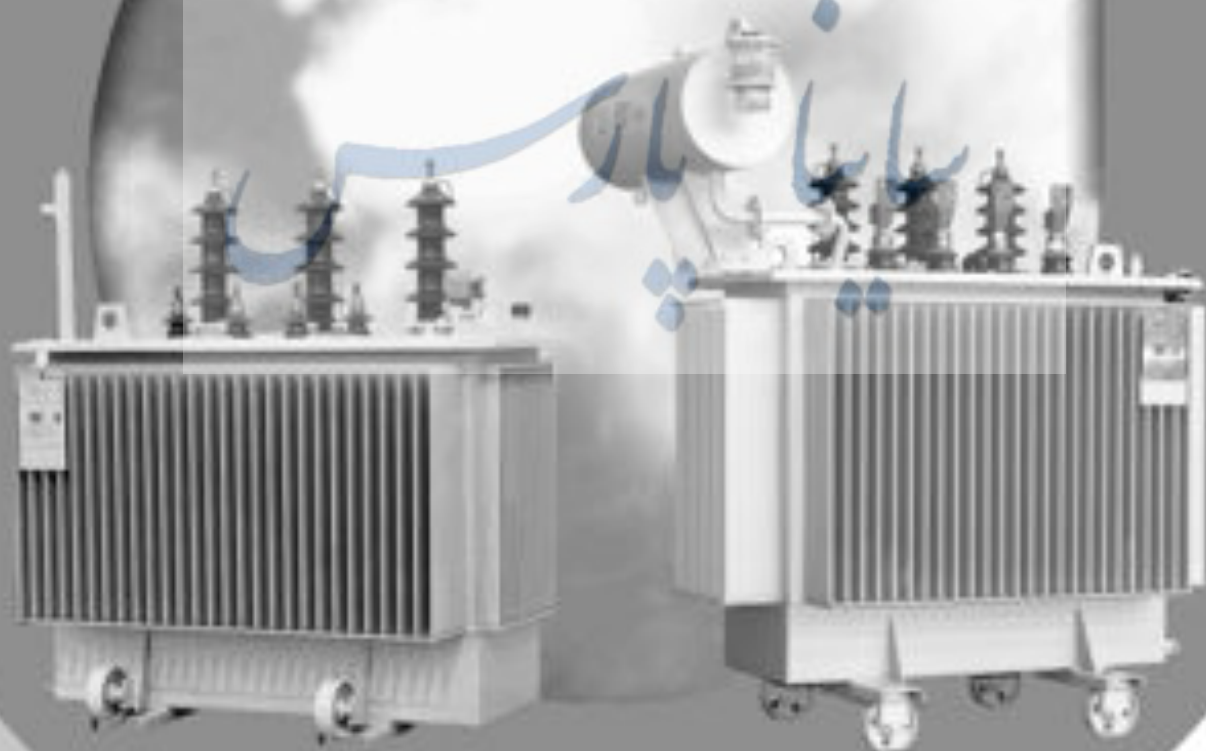


- ۱- روغن‌نمای مغناطیسی
- ۲- تابلو مشخصات
- ۳- نشانگر ترمومتر سیم پیچ
- ۴- سنسور حرارتی
- ۵- رله فشار ناگهانی
- ۶- جعبه کابل فشار قوی
- ۷- بوشینگ فشار قوی
- ۸- بوشینگ عایقی
- ۹- ترمینال باکس
- ۱۰- Jacking Pad
- ۱۱- شیر نمونه برداری
- ۱۲- چرخ
- ۱۳- شیر تصفیه و نمونه برداری
- ۱۴- شیر تصفیه
- ۱۵- قلاب کشش
- ۱۶- فن
- ۱۷- جعبه اتصال CT
- ۱۸- شیر فشار شکن
- ۱۹- پاکت ترمومتر روغن
- ۲۰- CT
- ۲۱- جعبه کابل فشار ضعیف
- ۲۲- بوشینگ فشار ضعیف
- ۲۳- ترمومتر روغن
- ۲۴- شیر شارژ روغن
- ۲۵- نشانگر فشار گاز



# بخش دوم

نصب، راه اندازی، بهره برداری  
و نگهداری



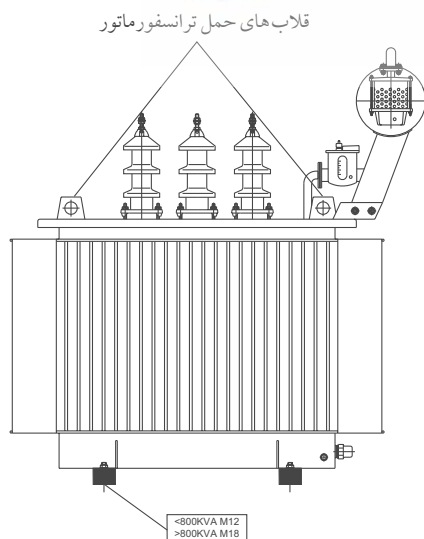
## ۱. حمل، تخلیه و استقرار ترانسفورماتور

ترانسفورماتورهای توزیع عموماً بصورت کامل در کارخانه مونتاژ و تست گردیده‌اند و به‌هنگام تحویل در محل آماده بهره‌برداری می‌باشند. لیکن در موارد خاصی برخی از قسمت‌های آن مانند رادیاتورها (در صورت رادیاتوری بودن) و برخی از تجهیزات حفاظتی مثل رله بوخه‌لتس و . . . بطور جداگانه حمل گردیده و در محل مونتاژ می‌گردند. نصب این قطعات در محل بایستی توسط افراد متخصص صورت گیرد. دستگاه‌های حفاظتی که روی ترانسفورماتور نصب شده‌اند بایستی از روی ترانسفورماتور باز شوند.

در هنگام بارگیری، ترانسفورماتورها با چوب‌های الوار به کف تریلر یا وسیله نقلیه مربوطه میخ کوبی می‌شوند و توسط سیم بکسلها از محل قلابهای مهار یا پایه‌های ترانسفورماتور به کف خودرو مهار می‌شوند. شتاب حمل میبایست ثابت بوده و از حرکت و توقف سریع و تکانهای شدید جلوگیری گردد.

به‌هنگام ورود ترانسفورماتور به محل و قبل از تخلیه آن باید ابتدا بازرسی کاملی از بدنه بعمل آید و در صورت مشاهده نشانه‌های بارز آسیب دیدگی در اثر حمل از جمله کاهش سطح روغن باید مدیریت واحد، شرکت حمل‌کننده، بیمه‌گر حمل و نقل، نمایندگان مجاز و شرکت بازرگانی ایران ترانسفو به سرعت مطلع گردند تا بر اساس شرایط ضمانت در صدد رفع آن برآیند. خسارت‌های جزئی که ممکن است مهم بنظر نیایند نیز باید گزارش گردند، ادعاهای بعد از مهلت مقرر در هنگام مذاکره با شرکت‌های بیمه ایجاد اشکال خواهد نمود.

قبل از تخلیه حتماً از جدا شدن مهار ترانسفورماتور اطمینان حاصل شود. برای تخلیه ترانسفورماتور، مناسبترین شیوه استفاده از جرثقیل است. در این هنگام باید ترانسفورماتور یا وسیله حامل آن زیر بازوی جرثقیل قرار گرفته و بعد از باز شدن بندها و مهارها به آرامی از جا بلند شود و به محل مورد نظر منتقل شود. در موقع جابجایی ترانسفورماتور باید دقت نمود که امتداد اصلی آن همواره در وضعیت قائم قرار گیرد و تحت هیچ شرایطی بیش از 15 درجه منحرف نشود. همچنین باید توجه داشت که حلقه قلاب‌های تعبیه شده در بالای ترانسفورماتور عموماً به منظور بلند کردن کامل ترانسفورماتور به وضعیت قائم طراحی گردیده و برای کشیدن ترانسفورماتور به کمک سیم و قرقره از حلقه‌های مخصوصی که در قسمت شاسی و پایه آن تعبیه شده استفاده نمود. جابجایی ترانسفورماتور در هر یک از مراحل بارگیری و تخلیه تا استقرار نهایی آن روی سکوی مربوطه می‌باید به آرامی و بدون وارد آوردن ضربه و شتاب زیاد انجام گیرد. در مورد ترانسفورماتورهای ویژه رادیاتوری قلابهای حمل بر روی بدنه قرار داشته و می‌بایست از این محلها حمل گردند.



در محل و قبل از نصب، ترانسفورماتور بایستی طبق لیست کنترل بازرسی و از نظر کامل بودن وسایل و تجهیزات بازدید شود. تمام قطعاتی که نصب می‌شوند باید تمیز و عاری از زنگ زدگی باشند، در غیر اینصورت باید آنها را تمیز نموده و پس از زنگ زدایی و شستشو با ماده چربی بر دوباره رنگ آمیزی نمود.

بخش دوم ■ نصب، راه اندازی، بهره برداری و نگهداری

## دستورات عمومی نصب

### ۲- روش روغن زنی ترانسفورماتورهای هرمتیک وله ای و تزریق گاز ترانسفورماتورهای هرمتیک گازی

#### ۲-۱) روغن زنی و تزریق گاز ترانسفورماتورهای هرمتیک گازی

با توجه به اینکه فشارهای حالت گذرا در این ترانسفورماتورها ممکن است به حدود یک اتمسفر برسد، از طرف دیگر احتمال اینکه روغن زنی آنها در اطاقک خلا، انجام نگیرد وجود دارد، لذا مخزن آنها بایستی بخوبی تحمل خلا، یک اتمسفر را داشته باشد. برای روغن زنی و شارژ گاز به صورت ذیل می توان عمل نمود:

۱) پر کردن کامل مخزن ترانسفورماتور از روغن پس از نصب رادیاتورها و باز نمودن تمامی شیرهای پروانه ای

۲) هواگیری از بوشینگها، رادیاتورها و شیر تزریق گاز

۳) اتصال ادوات تزریق گاز به محل تعبیه شده در روی درپوش ترانسفورماتور

۴) تزریق گاز (نیترژن) با فشار کم و همزمان تخلیه آرام روغن از محل شیر تخلیه

۵) بستن شیر تخلیه پس از رسیدن سطح روغن به حد مجاز  $20^{\circ}\text{C}+$  در روغن نمای مغناطیسی (متناسب با دمای محیط و روغن نمای مغناطیسی)

در صورت وجود اختلاف دمای بسیار از میزان  $20^{\circ}\text{C}+$  می بایست افزایش حجم روغن در اثر انبساط و در نتیجه کاهش حجم گاز و افزایش فشار آنرا در عملیات تزریق در نظر گرفت و از طریق محاسبات زیر، فشار جدید تزریق گاز را معین نمود:

$$\Delta V_{oil} = (\Delta T \times \gamma) \times V_{oil}$$

$$\frac{P_{1Gas} \times V_{1Gas}}{T_1} = \frac{P_{2Gas} \times (V_{1Gas} - \Delta V_{oil})}{T_2}$$

$V_{oil}$ : حجم روغن داخل مخزن طبق مدارک فنی در  $20^{\circ}\text{C}$

$T_1$  و  $T_2$  بر حسب درجه کلوین

$\gamma$ : ضریب انبساط حجمی روغن  $8.3 \times 10^{-4} \text{ Lit}/\text{C}$

$\Delta T$ : میزان تغییرات دمای محیط نسبت به  $20^{\circ}\text{C}$

$P_{1Gas}$ : فشار محاسبه شده در دمای  $20^{\circ}\text{C}$  طبق مدارک فنی

$P_{2Gas}$ : فشار جدید گاز در محیط جدید

۶) توقف تزریق گاز پس از رسیدن فشار به مقدار مورد اشاره در مدارک فنی و یا فشار محاسبه شده ترانسفورماتور مربوطه. لازمست ابتدا مخزن کاملاً خلا، شده سپس تا سطح مورد نظر روغن شارژ نموده و بعد تزریق گاز انجام گردد. نکته مهم در مورد گاز نیترژن این است که میزان اکسیژن آن بایستی از حد مجاز (حدود 2%) کمتر باشد. در صورت نشت گاز توصیه می شود جهت شارژ گاز با شرکت خدمات پس از فروش ایران ترانسفو مکاتبه نمایید. لازم به یادآوریست در طراحی جدید اینگونه ترانسفورماتورها یک عدد شیر جهت ایجاد خلا، (بدون نیاز به تخلیه روغن در هنگام شارژ گاز) و تزریق گاز تعبیه شده است.

### ۲-۲) روغن زنی ترانسفورماتورهای هرمتیک وله ای

۱- پر کردن کامل مخزن ترانسفورماتور از روغن تحت خلا، 8 mbar

۲- هواگیری از بوشینگها

۳- تخلیه روغن از شیر تخلیه ترانسفورماتور طبق مقدار اشاره شده در مدارک فنی (در صورت نیاز به تخلیه روغن بر اساس

مدارک فنی طراحی)

### ۲-۳) نصب رادیاتورها

رادیاتورهاییکه جهت حمل از ترانسفورماتور جدا شده اند توسط درپوشهایی جهت جلوگیری از ورود گرد و غبار و رطوبت مسدود شده اند. گاهی اوقات به همین منظور رادیاتورها دو به دو در محل فلنچها به یکدیگر با پیچ و مهره بسته می شوند. به هنگام مونتاژ ترانسفورماتور، شیرهای پروانه ای تعبیه شده در دیواره های مخزن در وضعیت قطع قرار گرفته و توسط درپوش، پوشانده می شوند.

(شکل ۱، مورد ۱)

رادیاتور ترانسفورماتور

۱- فلانچ پائین

۲- فلانچ بالا

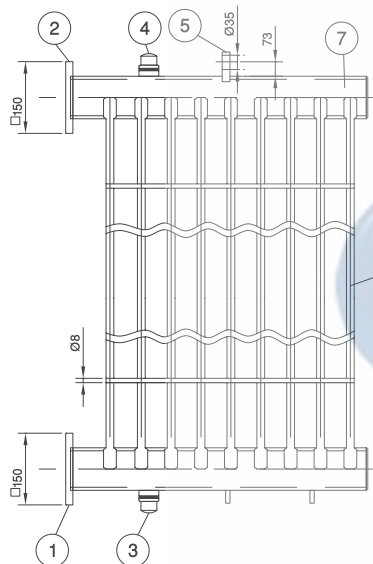
۳- شیرتخلیه روغن

۴- پیچ هواگیری

۵- قلاب حمل

۶- پره های خنک کننده

۷- کلکتور



شکل (۱)

#### ۲-۳-۱) مقدمات نصب رادیاتور

قبل از نصب رادیاتورها آنها را از نظر هرگونه خسارت احتمالی بازرسی نمایید. درپوشها را از محل اتصال رادیاتورها باز نموده و از صحت اتصالات اطمینان حاصل نمایید، اگر هرگونه رطوبت یا گرد و خاک در داخل رادیاتور وجود داشته باشد باید توسط روغن گرم با دمای تقریبی 70 درجه سانتیگراد شسته و کاملاً تمیز شده و در برابر نفوذ رطوبت حفاظت شود. اتصالات شیرهای پروانه ای ترانسفورماتور را بعد از باز نمودن درپوشها مجدداً بازرسی نمایید. شیرهای پروانه ای باید بسته بمانند. (شکل ۲)

توجه: شیرهای پروانه ای آببندی کامل ایجاد نمی نماید، بنابراین ممکن است در هنگام باز نمودن درپوشها مقداری روغن خارج شود. ارتباط صحیح نشانگر را با وضعیت شیر پروانه ای بررسی نمایید. این شیرها در جهت عقربه ساعت بسته شده و در خلاف جهت عقربه های ساعت باز می شود. در هنگام بستن شیر، جهت داشتن آب بندی مناسب نیروی اضافی اعمال ننمائید زیرا ممکن است به محور برنجی آن آسیب وارد شود.

#### ۲-۳-۲) مراحل نصب رادیاتور

شیر پروانه ای را مطابق عملیات زیر بدرستی ببندید:

\* پیچهای آب بند را توسط یک آچار رینگی و یا تخت شماره 36mm شل نمائید. (۲)

\* شیر پروانه ای را در جهت عقربه ساعت توسط آچار رینگی و یا تخت 19mm بسته نگاه دارید. (۱)

\* پیچ آب بند را ببندید.

\* سطوح آب بندی رادیاتور و فلانچهای مربوطه را توسط رنگ بر و کاردک از رنگ پاک کرده و سطح آن را توسط سمباده

بخش دوم ■ نصب، راه اندازی، بهره برداری و نگهداری

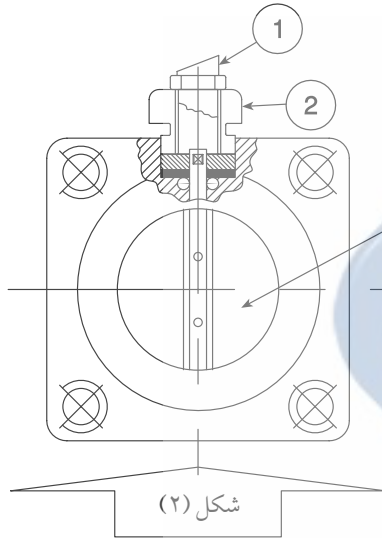
کاملاً صیقل دهید.

\* فلانچهای مربوط به ترانسفورماتور را در صورت لزوم سمباده نمایید.

\* واشر O-رینگ لاستیکی برای اتصالات فلانچ را با چسب آکواریوم یا چسب قطره‌ای نصب نمایید.

\* رادیاتور را توسط جرثقیل از قلاب یا انشعابات لوله‌ها بلند کنید. فلانچهای بالائی و پائینی را یکنواخت و همزمان وصل نموده، پیچها را جهت داشتن آب بندی خوب بطور ضربدری محکم نمایید.

این روش را جهت نصب تمام رادیاتورها بکار گیرید.



شکل (۲)

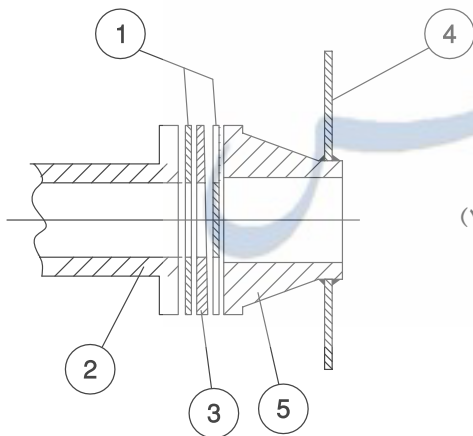
۱- نشانگر وضعیت شیر پروانه‌ای

۲- پیچ آب بند و تثبیت وضعیت

۳- شیر پروانه‌ای

توجه:

در هنگام نصب رادیاتورهای شیرهای پروانه‌ای باید بسته بمانند.



شکل (۳)

سطح مقطع اتصال یک فلانچ

۱- واشر آب بندی

۲- لوله رادیاتور

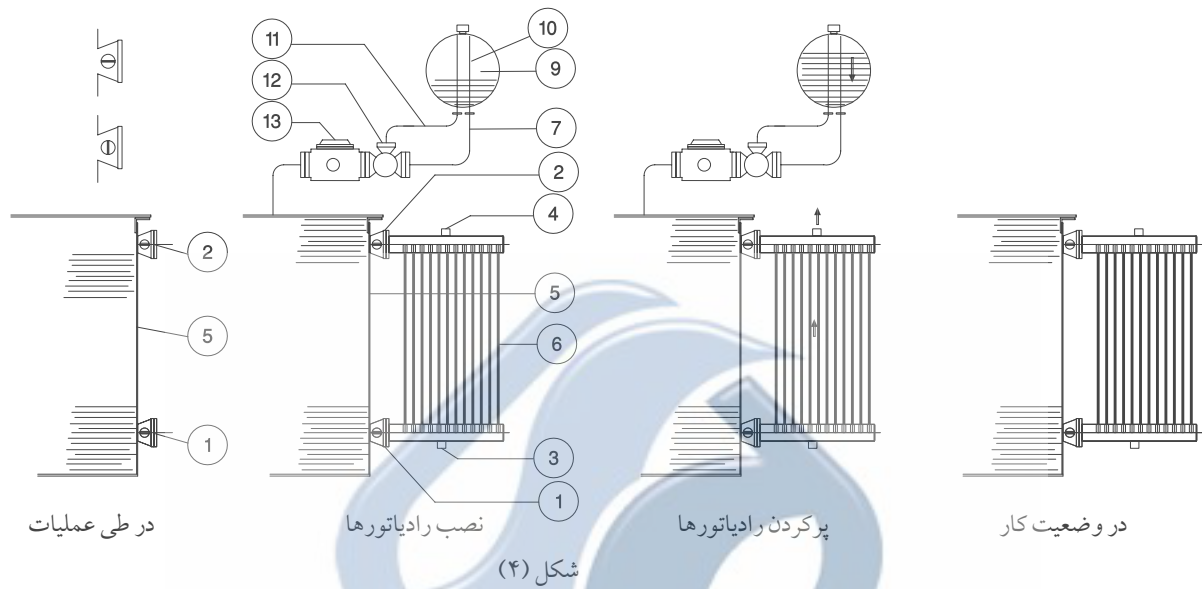
۳- پولک یکسان کننده

۴- دیوار مخزن

۵- فلانچ شیر

۳-۲) ترانسفورماتور با مخزن نیمه پر - پرکردن روغن بدون اعمال خلا.

ترانسفورماتور را بدون اعمال خلا، توسط روغن پر کنید. پیچ تخلیه هوا (۴) روی رادیاتور (شکل ۴-۴) را باز کنید، به آرامی شیر پروانه‌ای (۱) را باز کنید سپس روغن از پایین به بالای رادیاتور جریان یافته و هوا از طریق پیچ (۴) خارج خواهد شد. در مدتی که پرکردن رادیاتور جریان دارد سطح روغن منبع انبساط در حدی باشد که ترانسفورماتور همواره پر بوده و هوا نتواند وارد شود. هنگامی که روغن بدون حباب هوا از پیچ (۴) بیرون بیاید آن را بسته و توسط واشر و مهره آب بندی نمایید. سپس شیر پروانه‌ای (۲) را باز نمایید، بعد از پر شدن تمامی رادیاتورها بایستی رادیاتورها هواگیری شوند.



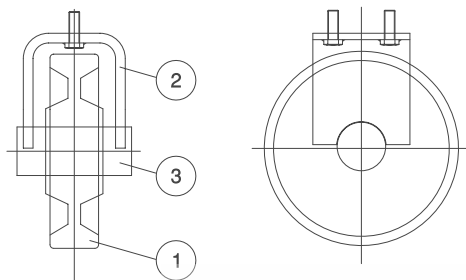
شکل (۴)

- ۱- شیر پروانه ای پائین
- ۲- شیر پروانه ای بالا
- ۳- تخلیه روغن
- ۴- پیچ هواگیری
- ۵- مخزن ترانسفورماتور
- ۶- رادیاتور
- ۷- اتصالات لوله های ترانسفورماتور و منبع انبساط
- ۸- شیر تخلیه روغن منبع انبساط
- ۹- منبع انبساط
- ۱۰- روغن نما
- ۱۱- اتصالات لوله منبع انبساط و شیر سه حالته (شیر کشوئی)
- ۱۲- شیر سه حالته (شیر کشوئی)
- ۱۳- رله بوخهلتس

#### ۲-۴) مراحل نصب چرخ ها

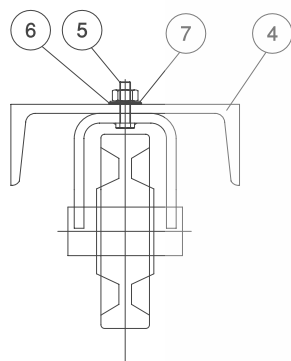
- \* ترانسفورماتور را توسط جرثقیل از طریق قلاب های حمل بلند نمایید.
- \* سوراخ های تعبیه شده روی شاسی کف ترانسفورماتور را کنترل کنید.
- \* چرخ ها را بطور صحیح در زیر ترانسفورماتور قرار داده و اتصالات پیچ و مهره ای را محکم نمایید. محور چرخ ها باید با محور مرکز ترانسفورماتور موازی باشد.
- \* ترانسفورماتور را بعد از بستن چرخ ها پایین آورده تا بر روی ریل قرار گیرد.

بخش دوم ■ نصب، راه اندازی، بهره برداری و نگهداری



شکل (۵)

- ۱- غلتک چرخ
- ۲- بدنه چرخ
- ۳- صفحه اتکایی



شکل (۶) محکم نمودن پیچ چرخها

- ۴- شاسی کف مخزن
- ۵- پیچ شش گوش (\*)
- ۶- واشر
- ۷- واشر فتری

(\*) تا قدرت 800 kVA پیچ 800 kVA در بدنه چرخ نصب شده است.

بازرسی پس از نصب:

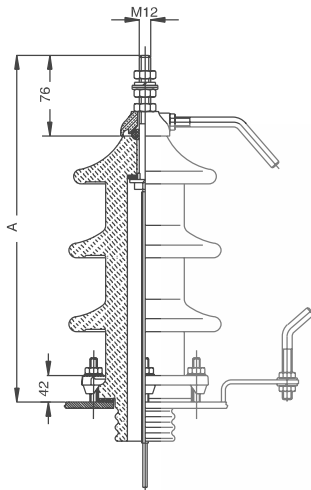
- \* تمامی پیچ و مهره‌ها را از نظر محکم بودن و صحت استقرار بازرسی کنید.
- \* تجهیزات حفاظتی را از نظر صحت عملکرد بازرسی نمایید.
- \* وضعیت رنگ خارجی ترانسفورماتور را بازرسی کنید.

بعد از استقرار ترانسفورماتور می‌باید اتصال کابل‌های حفاظتی مربوط به ترمومتر، رله بوخه‌لتس، فشارشکن، نشان دهنده سطح روغن و سایر تجهیزات حفاظتی بر روی ترانسفورماتور به کلیدهای قطع و وصل فشار قوی و دیژنکتور مربوطه تکمیل گردد.

#### ۲-۵) هواگیری از بوشینگها

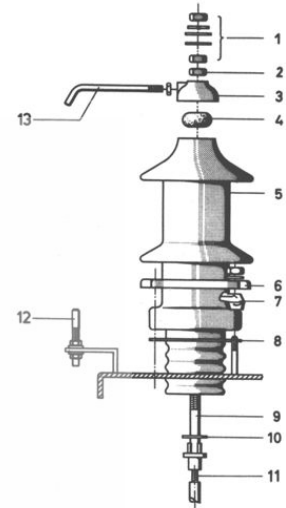
روش تخلیه هوا در مقره‌های فشار قوی بر اساس DIN 42531 و عمدتاً برای ولتاژهای 11 و 20 و 33 کیلوولت (هواگیری از بوشینگها در مواردی از بوشینگهای فشار ضعیف با استفاده از پیچ هواگیری نیز انجام می‌گردد) و مطابق شکل (۷) به این شرح است: مهره (۲) را تا اندازه‌ای باز کرده میله اتصال (۹) را کمی به داخل مقره (۵) فشار داده تا هوای موجود بین میله اتصال (۹) و مقره (۵) از کنار واشر (۴) خارج شود. با این عمل مختصری روغن بیرون می‌ریزد که باید آن را بدقت تمیز نمود سپس مهره (۲) را دوباره در جای خود محکم می‌کنیم با رعایت این امر که شاخک جرقه‌گیر بالای (۱۳) باید کمی خارج از امتداد شاخک پائینی (۱۲) باشد تا از عواقب ناشی از تشکیل ستون یخ در مسیر جرقه زنی اجتناب شود. توجه شود که پس از هواگیری، سطح روغن در داخل روغن نمای چشمی افت نکرده باشد. در این صورت از

محل لوله پر کردن روغن Filling Pipe کسری روغن با استفاده از روغن مناسب جبران گردد.



Nr.	A
DT10Ni250	260
DT10Ni250	310
DT20Ni250	310
DT10Ni250	385
DT30Ni250	385
DT10Ni250	485

شکل (۷)



#### تذکر مهم:

- ۱) در صورتیکه به هنگام باز کردن مهره روی حلقه برنجی میله اتصال اصلی نیز چرخش داشته باشد (بخصوص در مقره فشار ضعیف) به اتصالات داخلی صدمه حتمی وارد خواهد شد. برای پیشگیری از این امر اتصالات خارجی شامل کابلشو، شینه و . . . را از مقره ها جدا نموده و سپس نسبت به باز کردن مهره مورد نظر برای هواگیری اقدام نمود.
- ۲) در صورت نیاز به تغییر جهت کفشکهای نصب شده بر روی اتصالات فشار ضعیف، ابتدا می بایست پیچ مربوط به کفشک شل گردیده و سپس تغییر جهت صورت پذیرد.

### ۳-انجام تست های الکتریکی قبل از راه اندازی

#### اقدامات ایمنی:

- الف) بدنه ترانسفورماتور را از قبل از انجام هرگونه تست از طریق پیچ زمین (Earth) تعبیه شده زمین کنید.
- ب) اگر به یک عیب داخلی در ترانسفورماتور مشکوک میباشید ابتدا از عدم وجود گازهای آتش زا مطمئن شوید. به واسطه عبور جریان ورودی ممکن است در محل اشکال جرقه ای حاصل شده و ایجاد انفجار یا آتش سوزی نماید بنابراین بایستی هوای داخل ترانسفورماتور قبل از اندازه گیری ها خالی و توسط نیتروژن یا روغن پر شود.
- ج) بعد از هر بار اندازه گیری، جهت حصول اطمینان از تخلیه الکتریکی، سیم پیچ ها را برای مدت زمان کافی زمین کنید.

#### پیش نیازها

- \* ترانسفورماتور کاملاً نصب شده و تا مقدار مجاز توسط روغن پر شده باشد. (برای ترانسفورماتورهای روغنی)
- \* خروجی ترانسفورماتورها به بار متصل نباشد.
- \* تمام مقره ها به دقت تمیز شده باشند.



بخش دوم ■ نصب، راه اندازی، بهره برداری و نگهداری

### ۳-۱) آزمایش مقاومت عایقی (میگر):

هدف از انجام آزمایش: اندازه گیری مقاومت عایقی بین بوبین های فشار قوی و ضعیف نسبت به هم و نسبت به بدنه، جهت تعیین اشکالاتی که ممکن است در هنگام حمل و نقل غیر اصولی و یا نصب در برهم زدن فواصل عایقی انتخاب شده بر اساس محاسبات و طراحی ترانس رخ دهد انجام می گیرد. نتایج بستگی به عوامل زیادی از جمله رطوبت، دمای روغن، فاصله مقره ها، ولتاژ نامی و . . . دارد و مقدار مقاومت عایقی اندازه گیری شده، عدد ثابتی نداشته بلکه مقادیر بدست آمده بایستی با مقادیر تجربی مقایسه گردد.

#### روش انجام آزمایش:

\* بدنه ترانسفورماتور از طریق پیچ زمین تعبیه شده زمین شده باشد.

\* ترمینال های سمت فشار قوی را اتصال کوتاه کنید.

\* ترمینال های سمت فشار ضعیف را اتصال کوتاه کنید.

الف) اندازه گیری مقاومت عایقی بین سیم پیچ های فشار قوی و فشار ضعیف ولتاژ آزمایش را از طریق یک دستگاه میگر بین سیم پیچ های فشار قوی و فشار ضعیف اعمال کرده، مقادیر مقاومت عایقی در زمان های 15 ثانیه و 60 ثانیه را به مگا اهم می خوانیم (شکل ۸) در طول زمان آزمایش به استثناء: ثانیه های اول مقدار مقاومت بایستی به تدریج افزایش یابد.

ب) اندازه گیری مقاومت عایقی بین سیم پیچ های فشار قوی و بدنه ترمینال طرف فشار ضعیف را زمین کرده، ولتاژ آزمایش را بین ترمینال سمت فشار قوی و زمین اعمال کرده و مقادیر را به روشی که در بند الف گفته شد قرائت می کنیم (شکل ۹).

ج) اندازه گیری مقاومت عایقی بین سیم پیچ های فشار ضعیف و بدنه ترمینال فشار قوی را زمین کرده، ولتاژ آزمایش را بین فشار ضعیف و زمین اعمال کرده و مقادیر را به روشی که در بند الف گفته شد قرائت می کنیم (شکل ۱۰).

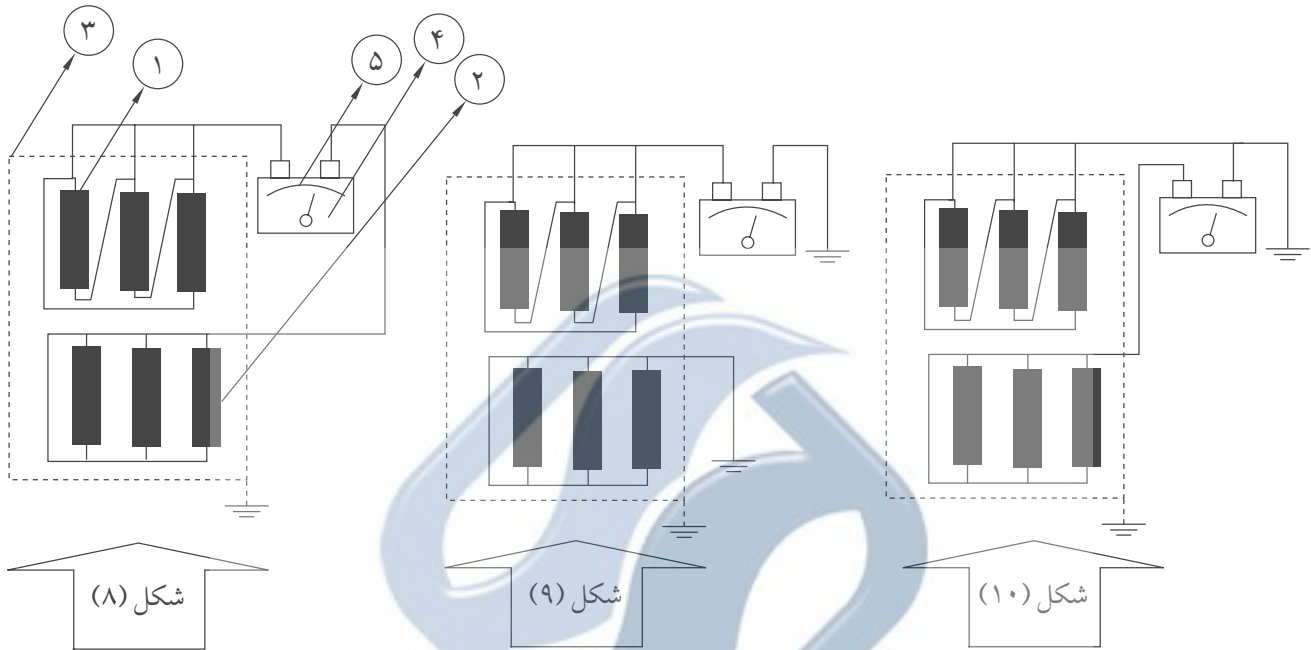
ه) مقدار حاصل از تقسیم مقاومت عایقی ثانیه 60 به ثانیه 15 باید بیشتر از 1.35 باشد.

تذکره ۱: حداکثر ولتاژ آزمایش برای سمت فشار قوی برای ردیف ولتاژهای  $10 \text{ kV} \geq$  برابر  $5000 \text{ V DC}$  و برای سمت فشار ضعیف برای ردیف ولتاژهای  $1.1 \text{ kV} \leq$  برابر  $1000 \text{ V DC}$  است (برای ردیف های ولتاژی بین  $10 \text{ kV}$  و  $1.1 \text{ kV}$  از ولتاژ  $2500 \text{ V DC}$  جهت تست استفاده شود). لذا جهت رعایت شرایط ایمنی بهتر است مقادیر ولتاژ اعمالی کمتر از مقادیر مذکور باشد.

تذکره ۲: هنگامیکه ولتاژ اعمال میشود سیم پیچ ها به واسطه خاصیت خازنی شارژ میشوند، از دست زدن به مقره ها به واسطه احتمال بروز شوک الکتریکی اجتناب کرده و بعد از اتمام هر مرحله خروجی های تحت ولتاژ را زمین کنید.

#### مدارات اندازه گیری

- |                      |                         |                       |
|----------------------|-------------------------|-----------------------|
| ۱- سیم پیچ فشار قوی  | ۲- سیم پیچ فشار ضعیف    | ۳- مخزن ترانسفورماتور |
| ۴- وسیله اندازه گیری | ۵- مقاومت عایقی سیم پیچ |                       |



### ۳-۲) اندازه گیری نسبت تبدیل و تست عملکرد کلید تنظیم ولتاژ

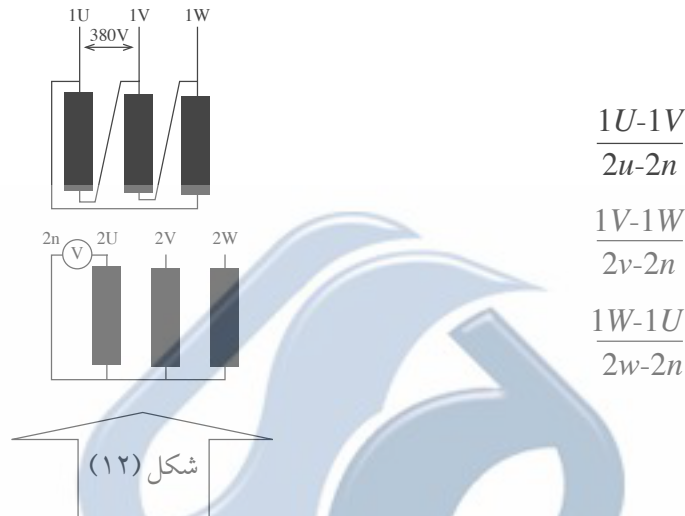
نسبت تبدیل عبارت است از نسبت ولتاژ فازی اولیه به ولتاژ فازی ثانویه هنگامیکه ترانسفورماتور بی بار می باشد. در این حالت می توان از افت ولتاژ ناشی از جریان بی باری صرف نظر نمود. اندازه گیری دقیق تنها توسط دستگاه مخصوص اندازه گیری نسبت تبدیل ممکن خواهد بود، زیرا ولت مترها با توجه به نوسانات ولتاژ شبکه دارای دقت لازم نمی باشند. جهت کنترل نسبی صحت عملکرد ترانسفورماتور می توان از روش اعمال ولتاژ و قرائت دو ولت متری استفاده نمود. هدف از انجام آزمایش: در این تست صحت عملکرد ترانسفورماتور و داشتن ولتاژهای خروجی مورد نظر در تپ های مختلف و صحت عملکرد کلید تنظیم ولتاژ مورد تایید قرار میگیرد. توجه نمایید که ولتاژ اعمالی حتماً از سمت فشار قوی اعمال گردد.

#### روش انجام آزمایش:

- \* بدنه ترانسفورماتور را از طریق پیچ ارت تعبیه شده زمین کنید.
  - \* ولتاژ سه فاز ۳۸۰ ولت را به سمت فشار قوی اعمال و در سمت فشار ضعیف در فاز متناظر (با توجه به لحاظ نمودن گروه اتصال) ولتاژ القاء شده را همزمان با طرف فشار قوی در یک لحظه قرائت کرده و پس از محاسبه مقدار فازی با توجه به نوع اتصال، نسبت ولتاژهای خوانده شده را محاسبه کنید.
  - \* به هنگام اندازه گیری نسبت تبدیل، بایستی جریان های بی باری توسط آمپر متر مناسبی در همه تپ ها قرائت و نسبت به هم مقایسه گردند.
- طبق استاندارد IEC 60076 این خطا بایستی در محدوده  $\pm 0.5\%$  در تپ نامی باشد اندازه گیری نسبت تبدیل بایستی برای کلیه پله های تنظیم ولتاژ انجام شود.

بخش دوم ■ نصب، راه اندازی، بهره برداری و نگهداری

مثلاً برای گروه برداری Dyn5 به ترتیب زیر ولتاژها قرائت و محاسبه می شود:



$$\frac{1U-1V}{2u-2n}$$

$$\frac{1V-1W}{2v-2n}$$

$$\frac{1W-1U}{2w-2n}$$

### ۳-۳ اندازه گیری جریان بی باری از طرف فشار قوی

هدف از انجام آزمایش: هدف از اندازه گیری جریان بی باری در ولتاژ پایین مثلاً 380 ولت یافتن عیوبی از سیم پیچ می باشد که توسط روشهای دیگر مانند اندازه گیری مقاومت و یا نسبت تبدیل قابل تشخیص نمی باشد (اتصال حلقه). جهت دستیابی به مقادیر اندازه گیری شده دقیقتر، پس ماند مغناطیسی ناشی از اندازه گیری های DC نباید در هسته آهنی ترانسفورماتور وجود داشته باشد بدین دلیل جریان های بی باری باید قبل از اندازه گیری مقاومت DC سیم پیچ اندازه گیری گردند. روش انجام آزمایش:

- \* بدنه ترانسفورماتور از طریق پیچ ارت تعبیه شده زمین شده باشد.
- \* قبل از اتصال ولتاژ ورودی جهت حفاظت وسایل اندازه گیری در برابر جریان های اضافی از فیوز مناسب در مسیر کابل تعبیه شود.
- \* ولتاژ سه فاز (380 V) به طرف فشار قوی اعمال کنید.
- \* توسط آمپر متر کلمپی جریان های بی باری را در تپ یک اندازه گیری کنید.
- \* بعد از هر بار اندازه گیری جریان بی باری، جهت حصول اطمینان از تخلیه الکتریکی، سیم پیچ ها را برای مدت زمان کافی زمین کنید.

### ۳-۳-۱ چگونگی تقسیم جریان بی باری در اتصالات مختلف

انواع اتصالات با توجه به چگونگی تقسیم شار، جریانهای بی باری مختلفی خواهند داشت. الف) اتصال ستاره: دو جریان فازهای کناری برابر و بزرگتر از جریان فاز میانی می باشد و نسبت جریانها 1, 0.8, 1 می باشند.

ب) اتصال مثلث یا زیگزاگ

دو جریان فازهای کنار هم برابر و کوچکتر از جریان فاز دیگر بوده، و نسبت جریانها 1, 1, 1.3 می باشند.

## ۳-۴) اندازه گیری مقاومت اهمی (DC) سیم پیچها

با توجه به اینکه در سمت فشار ضعیف برای پیچش بوبینها از سیم تخت مسی با سطح مقطع بالا و تعداد دور کم استفاده می شود لذا مقاومت این سمت در حد پائین تر از میلی اهم بوده و توسط اهم متر قابل اندازه گیری نمی باشد. ولی با توجه به کم بودن سطح مقطع سیم پیچ فشار قوی و بالا بودن تعداد دور آن نسبت به فشار ضعیف مقاومت اهمی آن قابل اندازه گیری و مشاهده با اهم متر می باشد. قابل توجه است که مقاومت طبق فرمول ذیل تابع دما می باشد:

$$R_w = R_k \frac{235 + \theta_w}{235 + \theta_k} \quad (\text{مس})$$

مقاومت اهمی در دمای مبنا  $R_w = \theta_w$

مقاومت اهمی در دمای سیم پیچ  $R_k = \theta_k$

بدین دلیل بیان مقاومت تنها وقتی قابل درک است که با یک دمای مبنا بیان شده باشد. دمای سیم پیچ برابر با میانگین دمای روغن ترانسفورماتور می باشد که حداقل به مدت سه ساعت از برق جدا شده باشد.

هدف از انجام آزمایش: با انجام این تست در تپهای مختلف می توان موارد زیر را بررسی نمود:

الف) وجود یا عدم وجود ارتباط فیزیکی بین بوبینهای فشار قوی (تشخیص قطعی سرفاز)

ب) تشخیص نسبی صحت بوبینهای فشار قوی با توجه به اینکه مقاومت خاصی مورد نظر است.

ج) تشخیص صحت و یا عدم صحت کارکرد کنتاکت های کلید تنظیم ولتاژ

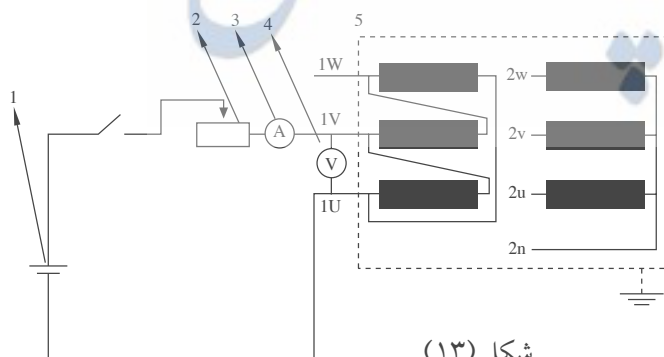
د) کنترل صحت اتصالات داخلی سیم پیچ (اتصالات لحیم شده، اتصالات پیچ و مهره ای یا فتری و . . .)

روش انجام آزمایش:

سرهای خروجی ترانسفورماتور را با سمباده تمیز کنید.

برای اندازه گیری مقاومت DC از روش ساده ولت-متر-آمپر متر و برای اعمال جریان از یک دستگاه منبع تغذیه DC (مثلاً باتری ماشین 12V) میتوان استفاده کرد، ولی بهتر است از یک منبع با جریان ثابت استفاده شود.

در صورت استفاده از باتری اتومبیل مقاومت تنظیم کننده باید به اندازه ای تنظیم شود که جریان مناسبی از مدار عبور نماید. (10A برای اندازه گیری سمت فشار ضعیف و 0.1A برای سمت فشار قوی).



شکل (۱۳)

مدار آزمایش را مطابق شکل (۱۳) ببندید.

کلید را وصل کنید تا جریان DC از سیم پیچ عبور کند.

پس از وصل منبع ولتاژ، مدتی صبر کنید تا جریان به مقدار نهایی خود برسد و ولت متر عدد ثابتی را نشان دهد.

افت ولتاژ بر روی سیم پیچ تحت آزمایش را اندازه گرفته و با استفاده از رابطه  $R=V/I$  مقاومت اهمی سیم پیچ را محاسبه کنید.

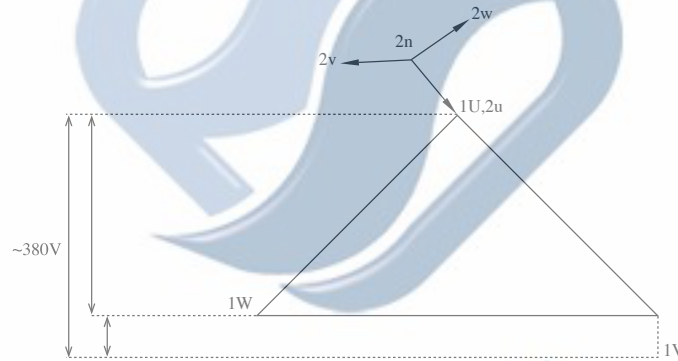
بخش دوم ■ نصب، راه اندازی، بهره برداری و نگهداری

**نکته ۱:** در موقع قطع کردن منبع ولتاژ جهت جلوگیری از آسیب احتمالی به تجهیزات اندازه گیری، مولتی متر را از مدار باز کرده و دو سر آمپر متر را اتصال کوتاه کنید.

**نکته ۲:** سیم پیچ ها به واسطه خاصیت خازنی شارژی می شوند، بعد از قطع منبع ولتاژ، خروجی های تحت ولتاژ را زمین کنید.

### ۳-۵ کنترل گروه اتصال

فازهای 1U و 2u را به یکدیگر متصل نموده، در نتیجه ترمینال های 1U پتانسیل یکسانی با ترمینال 2u دارد، سپس ولتاژ متناوب سه فاز (380V) را به طرف فشار قوی اعمال کنید. ولتاژهای 1V-2w، 1W-2v، 1V-2v، 1W-2w، 1V-2w و 1W-2v را اندازه گیری کنید و با مقایسه مقدار اندازه گیری شده و گروه اتصال مورد انتظار صحت اتصال را کنترل نمایید. مثلاً برای گروه برداری Dyn5 در شکل ذیل بایستی ولتاژ قرائت شده  $V(1w-2w) < V(1v-2v)$  و  $V(1v-2v) = V(1w-2w)$  باشد. بدین ترتیب گروه اتصال ترانسفورماتور ترسیم و تأیید میگردد.



### ۳-۶ جریان هجومی

همواره در لحظه برقرار نمودن ترانسفورماتور باید به مقدار شدت جریان لحظه وصل (جریان هجومی) جهت انتخاب فیوز مناسب و یا تنظیم تجهیزات حفاظتی توجه نمود.

حداکثر جریان هجومی در موقع برقرار کردن ترانسفورماتور تابعی از پس ماند مغناطیسی در هسته (ناشی از قطع قبلی)، مقدار ولتاژ شبکه در لحظه وصل و مقدار امپدانس سلفی و اهمی سیم پیچ می باشد. بیشترین جریان هجومی ناشی از وصل، هنگامی ایجاد می شود که ترانسفورماتور در حالت بی باری دقیقاً لحظه ای به شبکه متصل شود که مقدار ولتاژ متناوب در لحظه وصل از صفر شروع به افزایش می نماید. جدول (۵-۱) مقدار تقریبی جریان هجومی مرتبط با جریان نامی فشار قوی که ممکن است هنگام راه اندازی و اعمال ولتاژ سمت فشار قوی در ترانسفورماتورهای نرمال توزیع تحت شرایط نامساعد ایجاد شود را نشان می دهد.

گروه اتصال	قدرت نامی ترانسفورماتور (kVA)	Yz			Dy						
		50	100	2000	250	630	1600	250	630	1600	2000
جریان هجومی بصورت مضربی از جریان نامی	UK %4	22	20	19	19	16	18	---			
	UK %6	16	15	14	15	14	13	9	8	8	8/5

#### ۴- کنترل‌های قبل از برقرار کردن

##### ۴-۱) کنترل سطح روغن

در صورتی که روغن نمای چشمی و یا نشان‌دهنده سطح روغن، کاهش سطح روغن را به مقدار جزئی از مقدار تعیین شده نشان دهد باید کسری آن را با روغن عاری از رطوبت، از همان نوع و با همان کلاس مطابق IEC 60296 جبران نمود. اگر روغنی که اضافه می‌شود توسط کارخانه سازنده ترانسفورماتور و یا تولید کننده معتبر در ظرف‌های مطمئن تحویل گردیده باشد، می‌توان از آزمایش استقامت الکتریکی روغن قبل از ریختن به داخل ترانسفورماتور صرف نظر نمود. لوله‌ها و پمپ‌ها و ظروف مورد استفاده بایستی قبلاً با استفاده از روغن تمیز و عاری از رطوبت به دقت تمیز و شستشو شوند.

##### ۴-۲) کنترل اتصال زمین بدنه و سایر نقاطی که باید اتصال زمین شوند

پیچهای اتصال زمین بدنه و درپوش هر کدام که سهولت بیشتری داشته باشد (و در صورت لزوم سایر قسمت‌ها) باید با کابل مناسب به زمین متصل شوند.

##### ۴-۳) حصول اطمینان از صحت عملکرد رله‌ها و مدارهای حفاظتی پست

عملکرد هر رله و وسیله حفاظتی با توجه به نوع آن متفاوت است و باید طبق کاتالوگ مربوطه از صحت عملکرد آن اطمینان حاصل کرد برای این منظور انجام تست‌های سیگنالینگ برای تک تک رله‌ها و تجهیزات حفاظتی و کنترل طبق Connection Diagram ارائه شده توسط شرکت سازنده پیشنهاد می‌شود.

##### ۴-۴) آزمایش وضعیت روغن

در صورتیکه ترانسفورماتور بیش از شش ماه در انبار نگهداری شود توصیه می‌شود قبل از بهره‌برداری از ترانسفورماتور، روغن آن تست شود. در صورتی که ولتاژ شکست عایقی روغن کمتر از  $50\text{kV}/2.5\text{ mm}$  باشد باید روغن ترانسفورماتور رطوبت زدایی و تصفیه گردد.

##### ۴-۵) آبنندی

در ترانسفورماتورهای هرمتیک با توجه به اهمیت ویژه ایزوله بودن داخل مخزن از محیط بیرونی بایستی از آبنند بودن آن اطمینان حاصل کرد، بدین منظور بایستی تمامی اتصالات پیچ و مهره‌های مخزن و مقره‌ها در وضعیت گرم کنترل و در صورت لزوم آچارکشی گردد. در صورتیکه نقص آبنندی برای مدت طولانی ادامه داشته باشد، و حتی پس از محکم کردن پیچ‌ها باز هم نشتی برطرف نگردد باید و اشرفای مربوطه را تعویض نمود. در صورت وجود نقص آبنندی در سایر قسمت‌ها مثلاً دیواره‌های مخزن و یا رادیاتورها با شرکت خدمات پس از فروش ایران ترانسفو مکاتبه نمایند.

##### ۴-۶) کلید تنظیم ولتاژ

کلید تنظیم ولتاژ حتی در شرایطی که نیاز به تغییر وضعیت احساس نمی‌گردد، می‌بایست جهت پیشگیری از کثیفی کنتاکتها و چسبندگی آنها در موقعیتهای مختلف قرار گرفته و در نهایت در وضعیت مورد نظر ثابت شوند. لذا باید حداقل سالی یکبار آنرا در وضعیت‌های مختلف حرکت داد تا کنتاکتها خود به خود تمیز شوند. در صورت نقص آبنندی در دستگیره چرخان کلید تنظیم ولتاژ باید نسبت به رفع آن اقدام نمود.

##### ۴-۷) شرایط موازی نمودن ترانسفورماتورها

در صورت موازی نمودن ترانسفورماتورها باید نسبت تبدیل، گروه اتصال، درصد ولتاژ اتصال کوتاه، قدرت اسمی و ولتاژ اسمی را طبق شرایط ذیل مورد توجه قرار داد:

بخش دوم ■ نصب، راه اندازی، بهره برداری و نگهداری

\* یکسان بودن نسبت تبدیل با تفرانس  $\pm 0.5\%$

\* نسبت تبدیل را باید به کمک دو ولت متر در کلیه حالات کلید تنظیم و لتاژ اندازه گیری نمود. مقادیر اندازه گیری شده باید برای سه فاز یکسان باشد. پس از این آزمایش کلید تنظیم و لتاژ ترانسفورماتورهای موازی شونده را باید بر روی وضعیت یکسان و مناسب قرار داد. منظور از وضعیت مناسب و وضعیتی است که و لتاژ آن با و لتاژ شبکه مطابقت داشته باشد.

\* گروه اتصال یکسان و یا قابل تطبیق به یکدیگر باشد. (بر اساس استاندارد IEC و یا VDE).

\* یکسان بودن درصد و لتاژ اتصال کوتاه با تفرانس  $\pm 10\%$

\* نسبت قدرت اسمی نباید بیش از سه به یک باشد.

\* یکسان بودن و لتاژ اسمی.

\* ضمناً قبل از بهره برداری از ترانسفورماتور به صورت موازی (برقراری ارتباط بین ترمینالها) باید کاملاً مطمئن گردید که بین ترمینالهای همنام و لتاژی وجود نداشته باشد.

#### ۵- برقدار کردن ترانسفورماتور

پس از آنکه نصب ترانسفورماتور به پایان رسید و کلیه تست ها و بازرسی های لازم انجام گرفت، ترانسفورماتور آماده راه اندازی و قرار گرفتن در شرایط کاری خواهد بود.

اعمال و لتاژ به ترمینال اولیه آن می تواند با بستن دیژنکتور بطور کامل و یکباره اعمال گردد. به هنگام اعمال و لتاژ به ترانسفورماتور می باید: صدای آرام و یکنواختی، بدون سوت کشیدن یا صدای ناهنجار از آن شنیده شود.

جریان های بی باری را اندازه گیری و یادداشت کنید، ترانسفورماتور را به مدت ۲۴ ساعت تحت و لتاژ قرار داده و وضعیت رله بوخهلتس و ترمومترها و سایر تجهیزات حفاظتی نصب بر روی ترانسفورماتور را در این مدت دائماً کنترل کنید.

**توجه:** در صورت بگوش رسیدن صدای غیر عادی ممکن است منشا صدا شل شدن اتصالات پیچ و مهره ای باشد. آنها را آچار کشی کرده و در صورت بر طرف نشدن عیب، مراتب را به شرکت خدمات پس از فروش ایران ترانسفو به صورت مکتوب گزارش دهید.

#### ۶- کلیاتی در زمینه ایمنی

ترانسفورماتورهایی که در پست های زمینی در محیط باز نصب میشوند ترجیحاً باید مجهز به جعبه سرکابل و محافظه در بر گیرنده (Cable box) ترمینال های فشار قوی و فشار ضعیف باشند لیکن ترانسفورماتورهای مورد استفاده عموماً از نوع بوشینگ عریان می باشند. این بوشینگ ها به علت کوچکی ابعاد بدنه ترانسفورماتور توزیع در ارتفاع پایین قرار دارند و این امر از نظر ایمنی خطرناک است. برای تامین ایمنی کارکنان در مقابل خطرات احتمالی ناشی از تماس نزدیک با قسمت های برق دار ترانسفورماتور باید:

\* وضعیت استقرار ترانسفورماتور از جهت قرار گرفتن بوشینگ های فشار قوی و نیز دسترسی به آنها درست انتخاب گردد بطوریکه در مسیر عبور افراد قرار نگرفته و حتی الامکان در مجاورت دیوار قرار داشته باشد در این حالت وضعیت قرار گرفتن پلاک مشخصات و درجه روغن نما و رله بوخهلتس نیز باید برای مشاهده ایمن از فاصله یک متری مناسب باشد.

\* حریم ترانسفورماتور با استفاده از نرده مشبک فلزی یا تور سیمی از سایر نواحی مجزا گردد و روی نرده فلزی باید تابلوی هشدار دهنده ای با مضمون ((خطرناک! قبل از ورود به حریم ترانسفورماتور، برق آن را قطع کنید!)) نصب شود.

## بخش دوم ■ نصب، راه اندازی، بهره برداری و نگهداری

\* فاصله جانبی ترانسفورماتور تا تجهیزات یا موانع دیگر معادل 75 سانتیمتر و حداقل فاصله منبع انبساط ترانسفورماتور تا سقف معادل 100 سانتیمتر باشد.

\* به منظور خنک کردن ترانسفورماتور، فاصله آن از دیواره‌های اتاقک باید از 300 میلیمتر و فاصله بین دو ترانسفورماتور از 500 میلیمتر کمتر نباشد.

\* برای هر دستگاه ترانسفورماتور یک چاله روغن در زیر ترانسفورماتور برای جمع آوری و تخلیه روغن ایجاد شود.

\* ترانسفورماتورهای مخصوص نصب در هوای آزاد از لحاظ مقرر با ترانسفورماتورهایی که مخصوص نصب در فضای سرپوشیده هستند، اختلاف دارند. لذا جهت نصب ترانسفورماتورهای اخیر (Indoor) باید آنرا در اتاقکی سرپوشیده طبق استاندارد VDE 0105 قرار داد تا در مقابل گرد و خاک، برف و باران و غیره ایمن باشند.

\* ترانسفورماتورهای توزیع مورد استفاده برای نصب روی زمین دارای چرخ‌هایی با قابلیت تغییر جهت و با فاصله استاندارد می باشند. لذا برای استقرار آنها، می‌باید ریل مناسبی تعبیه گردد و حداقل دو چرخ مقابل و در صورت امکان هر چهار چرخ ترانسفورماتور به کمک نگهدارنده‌های پیچ و مهره‌ای در جای خود روی ریل ثابت گردند تا ترانسفورماتور در اثر نیروهای دینامیکی احتمالی، مانند زلزله جابجا نشود.

\* دریچه‌هایی نیز جهت ورود و خروج هوا باید در نظر گرفته شوند. در صورت لزوم می‌توان برای گردش و تهویه بهتر هوا از مکنده‌های هوا استفاده کرد. حداکثر دمای محیط نباید از  $45^{\circ}\text{C}$  (برای ترانسفورماتورهای نرمال توزیع) تجاوز کند، در غیر اینصورت باید میزان بارگیری را نسبت به بار نامی کمتر کرد.

## ۷- ملاحظات بهره‌برداری، سرویس و نگهداری ترانسفورماتورها

## ۷-۱) درصد اضافه تحریک

امکان افزایش ولتاژ تغذیه ترانسفورماتور در طول دوره کارکرد بدلائل مختلف وجود دارد از آنجا که افزایش هر گونه اضافه ولتاژ بعنوان افزایش تحریک ترانسفورماتور منجر به اشباع هسته می‌گردد و در نتیجه سبب بالا رفتن تلفات بی‌باری، داغ شدن هسته و در نهایت گرمتر شدن بیش از حد ترانسفورماتور شده و در نتیجه سبب پیری زودرس عایقها می‌گردد و علاوه بر این ترانسفورماتور با سطح صدای بالاتری عمل خواهد کرد.

مطابق استاندارد IEC 60076 افزایش 5% اضافه تحریک در طراحی لحاظ می‌گردد.

## ۷-۲) بارگذاری

طبق استاندارد IEC 60076 بارگذاری روی ترانسفورماتورهای روغنی بشرح زیر می‌باشد:

الف) ارتفاع نصب نباید بیشتر از 1000 متر نسبت به سطح دریا باشد. (در صورت افزایش ارتفاع از میزان 1000 متر بر ازای هر 400 متر افزایش می‌بایست یک درجه از حداکثر دمای سیم پیچ کسر نمود).

ب) دمای محیط بایستی بین  $25^{\circ}\text{C}$  و  $40^{\circ}\text{C}$  باشد.

ج) موج ولتاژ اعمالی تقریباً سینوسی باشد.

د) ولتاژ اعمال شده بایستی تقریباً سه فاز متقارن باشد.

ه) آلودگی محیط بایستی از مقدار پیش‌بینی شده بیشتر نباشد.

و) ترانسفورماتورها از نظر قرار گرفتن در معرض زلزله ایمن باشند.



بخش دوم ■ نصب، راه اندازی، بهره برداری و نگهداری

### ۷-۳) بهره برداری تحت شرایط غیر استاندارد

هر گونه انحراف از شرایط ذکر شده در بارگیری استاندارد بعنوان بارگیری غیر استاندارد تعریف می گردد که بعضی از آن موارد عبارتند از:

الف) بارگیری غیر از توان تعریف شده

ب) تغییر شرایط محیطی بر اساس طراحی (دمای محیط، ارتفاع نصب، آلودگی محیط و . . .)

ج) بارگیری در غیر از فرکانس تعریف شده

د) بارگیری نامتقارن

### ۷-۴) انواع بارگیری از ترانسفورماتور

#### ۷-۴-۱) بارگیری دوره ای عادی:

در این نوع بارگیری درجه حرارت محیط بیشتر و یا جریان بارگیری بیش از حد مجاز بوده ولی از دیدگاه طول عمر، می بایستی نحوه بارگیری طوری باشد که طول عمر عادی ترانسفورماتور یعنی بارگیری در شرایط استاندارد رعایت گردد.

#### ۷-۴-۲) بارگیری کوتاه مدت اضطراری:

این بارگیری غیر معمول و سنگین است و باعث می گردد هادی به حرارت خطرناکی برسد و این امکان کاهش موقتی در تحمل عایقی را ایجاد می کند این نوع بارگیری در صورت بروز بایستی سریعاً کنترل شوند. زمان مجاز برای این نوع بارگیری بایستی کمتر از ثابت زمانی حرارتی ترانسفورماتور باشد و بستگی به درجه حرارت روغن قبل از افزایش بارگیری داشته که معمولاً کمتر از نیم ساعت است.

#### ۷-۴-۳) بارگیری طولانی مدت اضطراری:

گاهی اوقات در اثر فعال نشدن برخی از عناصر سیستم (مانند رله های راه اندازی و یا قطع کننده) که فقط پس از رسیدن به نقطه پایداری حرارتی فعال می گردند ترانسفورماتور تحت تاثیر افزایش حرارت قرار می گیرد. این شرایط به ندرت اتفاق می افتد، ولی در هر صورت سبب پیری عایق می گردد. در عین حال چون شرایط نادری در طول عمر یک ترانسفورماتور می باشد علت اصلی تضعیف و شکست عایقی محسوب نمی گردد.

#### ۷-۴-۴) اثرات بارگیری بیش از قدرت ترانسفورماتور:

\* افزایش درجه حرارت در سطح غیر قابل قبول در سیم پیچها، هادیها، عایق و روغن

\* افزایش چگالی فلوی پراکندگی

\* افزایش تلفات اضافی در فلزاتی که در معرفی فلوی پراکندگی قرار دارند.

\* به اشباع رفتن هسته بدلیل ترکیب فلوی اصلی و فلوی پراکندگی

\* تغییرات در میزان رطوبت و گاز موجود در روغن و سایر عایقها در اثر تغییرات درجه حرارت

\* افزایش فشار بیشتر از حد تحمل به تجهیزات جانبی همچون بوشینگها و کلید تنظیم ولتاژ

### ۷-۵) عوامل موثر در طول عمر مفید ترانسفورماتور

#### ۷-۵-۱) مشخصات فنی ساخت:

با توجه به شرایط اقلیمی و نوع کاربرد ترانسفورماتور، طراحی ترانسفورماتور متفاوت بوده و این مهم باید در تنظیم مشخصات فنی لحاظ گردد بطور مثال ارتفاع نصب، درجه حرارت، میزان آلودگی محیط، شرایط بهره برداری، محیط نصب ترانسفورماتور (Outdoor یا Indoor)

بخش دوم ■ نصب، راه اندازی، بهره برداری و نگهداری

#### ۷-۵-۲) عملیات نصب و راه اندازی:

عملیات نصب و راه اندازی می بایستی توسط متخصصین خبره انجام شود و از ارجاع امر به افراد یا گروههای غیرمتخصص اکیداً اجتناب نمود. درصد بسیاری از عملکردهای نامطلوب ترانسفورماتور بدلیل عملیات نصب و راه اندازی غلط می باشد.

#### ۷-۵-۳) سرویسهای دوره ای و نگهداری:

سرویسهای دوره ای و نگهداری مناسب سهم بسزایی در افزایش طول عمر ترانسفورماتور داشته و لذا وجود برنامه سرویس و نگهداری در هر سازمان نشانه بلوغ کیفی آن می باشد.

#### ۷-۵-۴) تعویض قطعات مستعمل:

بدلیل گذشت زمان و شرایط فیزیکی حاکم می بایستی در وقت مناسب قطعات مستعمل تعویض شده و اصولاً نوعی بهسازی صورت پذیرد.

#### ۷-۵-۵) توجه به عوامل خارجی:

علاوه بر موارد فوق، عوامل خارجی نیز در افزایش و کاهش عمر ترانسفورماتور مستقیماً نقش دارند که این عوامل به شرح زیر می باشند:

- انتخاب ترانسفورماتور با توجه به پایداری شبکه (اتصال کوتاه، امیدانس اتصال کوتاه، نوع سیستم زمین و . . .)

- نحوه بارگیری و Over Loading ترانسفورماتور (اضافه بار)

- شرایط محیطی (درجه آلودگی محیط، درجه حرارت حداکثر و حداقل و . . .)

- انتخاب تجهیزات حفاظتی مناسب (برقگیر و . . .)

- پخش بار (Load Flow) در شبکه های توزیع

#### ۷-۶) سرویسهای دوره ای و نمونه برداری از روغن

##### ۷-۶-۱) سرویسهای هفتگی

الف) بازرسی دمای روغن و سیم پیچ در صورت موجود بودن ترمومتر روغن و سیم پیچ

ب) بازرسی رطوبت گیر

ج) بازرسی سطح روغن

##### ۷-۶-۲) سرویسهای ماهانه

الف) بازرسی اتصالات پیچ و مهره ای و نقاط جوش از جهت نشت روغن

ب) بازرسی نشتی روغن از مقره ها

##### ۷-۶-۳) سرویسهای ۶ ماهه

الف) بازرسی رنگ نهایی و تمیز نمودن سطوح

ب) تمیز نمودن چینی مقره ها

ج) بازرسی رله بوخهلتس در صورت موجود بودن

##### ۷-۶-۴) سرویسهای سالانه

الف) بازرسی سیستم های حفاظتی زمین

ب) کنترل عملکرد کلید تنظیم ولتاژ در تمامی پله ها جهت تمیز نمودن کنتاکت ها، در حالت بی برقی ترانسفورماتور

ج) بازرسی چفت و بست های الکتریکی

بخش دوم ■ نصب، راه اندازی، بهره برداری و نگهداری

۷-۶-۵) سرویسهای ۲ ساله

الف) بازرسی برقگیرهای حفاظتی شاخکی

۷-۶-۶) سرویسهای ۵ ساله

الف) نمونه گیری و تست روغن

۷-۷) نمونه برداری روغن

۷-۷-۱) ظروف نمونه برداری

ظروف نمونه برداری روغن می بایستی از انواع زیر باشد:

\* استوانه‌ای از استیل

\* ظرف شیشه‌ای قهوه‌ای رنگ

۷-۷-۲) میزان روغن برای نمونه برداری

\* جهت انجام تست در کارگاه (تست ولتاژ شکست و محتویات آب)، نمونه روغن به میزان یک لیتر، و برای انجام آزمایشات در آزمایشگاه بر روی نمونه روغن سه لیتر نمونه مورد نیاز می باشد.

۷-۷-۳) شرایط و نحوه نمونه برداری روغن:

\* برای نمونه برداری فقط از ظروف تمیز و خشک استفاده گردد.

\* نمونه گیری تنها باید در صورتی انجام شود که اطمینان داشت دمای نمونه بزرگتر یا مساوی دمای روغن ترانسفورماتور باشد.

\* قبل از نمونه گیری، شیر نمونه برداری را کاملاً تمیز کنید به طوری که عاری از هر گونه آلودگی باشد.

\* قبل از پر کردن ظروف نمونه برداری، حداقل دو بار آنرا بوسیله روغن ترانسفورماتور شستشو دهید.

\* به شیر نمونه گیری یک اتصال دهنده با واشر آببندی، سر شیلنگ و شیلنگ مقاوم در مقابل روغن به طول 300-500 mm متصل نمایید. (شکل ۱ و ۳)

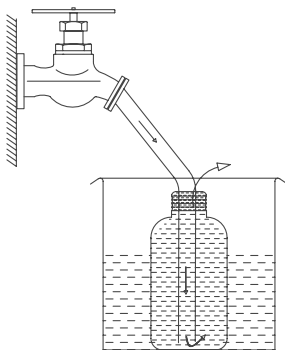
\* شیلنگ را بگونه‌ای وارد بطری کنید که انتهای آن فاصله کمی تا کف بطری داشته باشد.

\* شیر را باز کرده و شیشه را از پایین به بالا و به آرامی پر کنید تا روغن از شیشه سرریز شود.

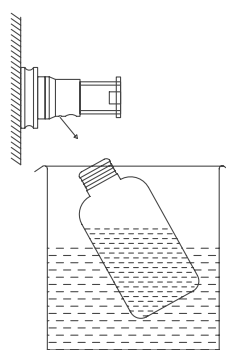
\* در صورتیکه از شیر تخلیه جهت نمونه برداری استفاده می شود دقت شود که شیر به آرامی باز شده و از نمونه برداری روغن با فشار زیاد جلوگیری گردد. (شکل ۲)

\* شیر را بسته و بلافاصله درب شیشه را ببندید.

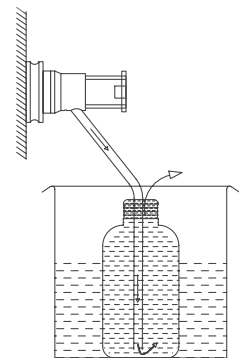
\* روغن نمونه برداری شده نبایستی در معرض تابش نور قرار گیرد.



(شکل ۱)



(شکل ۲)



(شکل ۳)

**معایب احتمالی و روشهای کنترل و رفع عیب:**

راههای رفع عیب	علل ممکن	خطا	تجهیزات حفاظتی و نشاندهنده های مختلف
<p>ترانسفورماتور می تواند بکار خود ادامه دهد .                      آزمایشات زیر جهت آنالیز خطا باید هر چه سریعتر صورت گیرند .                      ۱- سطح روغن ، لوله ها و وضعیت شیرها را کنترل کنید .                      ۲- اتصالات الکتریکی را کنترل کنید .                      ۳- عملکرد قطع رله بوخهلتس را کنترل کنید .                      ۴- مقداری از گاز را در محفظه شیشه ای بمدت ۵ ساعت قرار داده و آنرا آنالیز کنید .                      ۵- مقداری از گاز را به آنالیزگر گاز وارد کنید .                      ۶- از بالای مخزن (۱ لیتر) روغن نمونه گیری کرده و یک آنالیز گاز انجام دهید .                      ۷- از پائین مخزن (۱ لیتر) روغن نمونه گیری کرده و از جهت استقامت دی الکتریک کنترل نمائید .                      ۸- تمامی اتصالات مفره ها را باز کرده و اندازه گیری های زیر را انجام دهید .                      ۸-۱- مقاومت عایقی بین سیم پیچی ها و دیواره مخزن و همچنین بین خود سیم پیچی ها را اندازه گیری کنید .                      مقدار راهنمایی تقریبی : <math>1 (M\Omega/kV)</math>                      kV : ولتاژ نامی ترانسفورماتور                      ۸-۲- اندازه گیری نسبت تبدیل توسط تجهیزات اندازه گیری و یا بکارگیری ولتاژ کم در سمت HV                      ۸-۳- مقاومت سیم پیچی را بطریقه DC اندازه گیری کنید .                      ۸-۴- جریان بی باری را از سمت LV ترانسفورماتور اندازه گیری کنید .                      ۹- نتایج را با گواهی نامه های تست دستورالعمل های کاری مقایسه کنید .</p>	<p>کمبود روغن .                      جمع شدن هوا .                      تولید گاز بدلیل عیب داخلی .                      لرزش ناگهانی .                      قطع ناشی از خطا .</p>	<p>آلارم رله بوخهلتس</p>	<p><b>رله بوخهلتس</b></p>
<p>شرایط خارج شدن از مدار را حفظ کنید .                      اندازه گیریها و آزمایشات شرح داده شده در بندهای ۱ الی ۹ را انجام دهید .                      ترانسفورماتور را هواگیری کرده و در صورتیکه عیب تشخیص داده نشد و یا علت عیب رفع گردید مجدداً راه اندازی گردد .</p>	<p>کمبود روغن .                      جریان شدید روغن بواسطه عیب داخلی .                      تولید ناگهانی گاز بواسطه عیب داخلی .                      لرزش ناگهانی .                      قطع در اثر خطا .</p>	<p>قطع رله بوخهلتس</p>	
<p>روغن را اضافه کنید .                      نشان دهنده را کنترل نمائید .</p>	<p>مقدار روغن کافی نمی باشد . (دما پائین است یا روغن کم می باشد) . نشان دهنده معیوب می باشد .</p>	<p>سطح روغن خیلی پائین است .</p>	<p><b>نشان دهنده سطح روغن مغناطیسی</b></p>
<p>سیستم را تنظیم کنید . کلید تنظیم ولتاژ را چندین بار در طی سال در کل رنج کاربش حرکت دهید . ترانسفورماتور را همانطوریکه در بخش رله بوخهلتس ذکر شد کنترل نمائید . ( نکات ۱ الی ۲ )</p>	<p>سیستم تنظیم کننده دارای مشکل است .                      برقراری کنتاکت مشکل دارد .                      کنتاکتها لودگی کربنی شکل گرفته است .</p>	<p>راه اندازی امکان ندارد .                      ترانسفورماتور ولتاژ ندارد .                      رله بوخهلتس گاز دارد .</p>	<p><b>کلید تنظیم ولتاژ بدون بار (off circuit)</b></p>

بخش دوم ■ نصب، راه اندازی، بهره برداری و نگهداری

راههای رفع عیب	علل ممکن	خطا	تجهیزات حفاظتی و نشاندهنده های مختلف
<p>مواد رطوبت گیر را تعویض کنید . شیشه محفظه را تعویض نمایید .</p> <p>شیشه محفظه را تعویض کرده و یا کاملاً آب بندی کنید .</p> <p>نشتی های لوله را آب بندی کرده و روغن را از نظر محتوای رطوبت کنترل کنید .</p> <p>منبع انبساط را توسط نیتروژن و یا هوای خشک پر کنید .</p>	<p>رطوبت جوی بالاست .</p> <p>شیشه محفظه نشتی دارد .</p> <p>(تغییر رنگ از پایین)</p> <p>رطوبت به منبع انبساط و لوله ها و شیشه محفظه نشتی دارد . (از بالا)</p> <p>شیشه محفظه ترک دارد . (از همه جا)</p> <p>طول دوره نگهداری طولانی است .</p>	<p>کریستالهای رطوبت گیر از آبی به صورتی تغییر رنگ می دهند و سفید می شوند .</p>	<p><b>رطوبت گیر</b></p>
<p>رطوبت گیرها را کنترل نمایید .</p> <p>با سازه تماس حاصل نمایید . روغن را در صورت لزوم خشک نمایید .</p>	<p>رطوبت گیرها کار نمی کنند و یا طول مدت کار ترانسفورماتور طولانی است .</p>	<p>ولتاژ شکست خیلی پایین است .</p> <p>محتوای رطوبت زیاد است .</p>	<p><b>ولتاژ شکست الکتریکی روغن</b></p>
<p>فاصله بین شاخکها را تنظیم کرده و آنها را محکم کنید .</p>	<p>فاصله بین شاخکها صحیح نیست .</p>	<p>غالباً عمل می کنند .</p>	<p><b>برقگیر حفاظتی در مقره ها</b></p>
<p>کفشها را تمیز کنید .</p> <p>پیچها را محکم کنید .</p>	<p>اتصال ضعیف</p>	<p>تغییر رنگ روی قسمت های مختلف</p>	<p><b>کابلشوهای روی مقره ها</b></p>
<p>کنتاکتها را تمیز کرده ، پیچها را ببندید و فواصل الکتریکی را کنترل کنید .</p> <p>حلقه های جریان را باز کنید . تنها یک زمین با سطح مقطع مناسب کافی است .</p>	<p>جریان بیش از حد به دلیل صاعقه و جرقه .</p> <p>حلقه های جریان غیر مجاز از زمینهای مختلف .</p>	<p>اتصال زمین قطع شده است .</p>	<p><b>اتصال زمین</b></p>

## ۸- خدمات پس از فروش

شرکت خدمات پس از فروش ایران ترانسفو در زمینه ترانسفورماتورهای توزیع خدمات زیر را ارائه می نماید:

۱- انجام کلیه خدمات پشتیبانی و رفع کلیه عیوب وارده در ترانسفورماتورهای تحویل شده در دوره گارانتی با توجه به شرایط ضمانت بصورت رایگان انجام می گیرد.

۲- انجام کلیه تعمیرات (جزئی و کلی) بر روی ترانسفورماتورهای ساخت شرکت ترانسفورماتور توزیع زنگان، ایران ترانسفوری، ترانسفورماتورسازی کوشکن.

۳- فروش کلیه لوازم یدکی از قبیل بوشینگ و متعلقات آن، روغن نما، ترمومتر، رطوبت گیر، کلید تنظیم ولتاژ، روغن ترانسفورماتور، واشرهای آب بندی، کفشک، چرخ ترانسفورماتور و . . . . توسط شرکت خدمات پس از فروش ایران ترانسفو به مشتریان و نمایندگی های فروش و خدمات پس از فروش صورت می گیرد.

جهت خرید لوازم یدکی ترانسفورماتورها، از شرکت خدمات پس از فروش ایران ترانسفو، مشتریان گرامی درخواست خود را با ذکر شماره سریال و مشخصات فنی ترانسفورماتور، بصورت مکتوب به واحد بازاریابی و فروش این شرکت ارسال دارند. پس از دریافت مدارک و کنترل موجودی انبار، پیش فاکتور صادر و پس از واریز وجه، قطعات درخواستی در اسرع وقت ارسال می گردد.

۴- به منظور ارائه خدمات درخواستی مشتریان محترم بر روی ترانسفورماتورهایی که ساخت شرکت ترانسفورماتور توزیع زنگان، ایران ترانسفوری، ترانسفورماتورسازی کوشکن نمی باشند، باید مدارک یا مشخصات دقیق فنی مندرج در تابلو مشخصات را به شرکت خدمات پس از فروش ایران ترانسفو ارسال، تا پس از بررسی متعاقباً با مشتری تماس حاصل گردد.

۱- شرکت خدمات پس از فروش ایران ترانسفو آمادگی دارد در صورت تقاضای مشتریان محترم خدمات ذیل را در قالب غیر گارانتی ارائه نماید:

انجام کلیه امور تست و راه اندازی، نظارت بر برقدار کردن ترانسفورماتور، انجام تست های لازم بر روی روغن و تحلیل نتایج آن، نصب و بهره برداری، سرویس های دوره ای، تغییرات کاربری ترانسفورماتور (تغییر گروه برداری، تغییر ردیف ولتاژ و . . .)، آموزش و مشاوره.

برای بهره مندی از خدمات این شرکت می توانید با شماره تلفن های ذیل تماس حاصل کرده و یا از طریق پست الکترونیکی شرکت خدمات پس از فروش ایران ترانسفو، با ما در ارتباط باشید.

تلفن واحد بازاریابی و فروش: ۰۲۴-۳۲۲۲۱۳۴۸

تلفن واحد تست و راه اندازی: ۰۲۴-۳۲۲۲۱۳۴۷

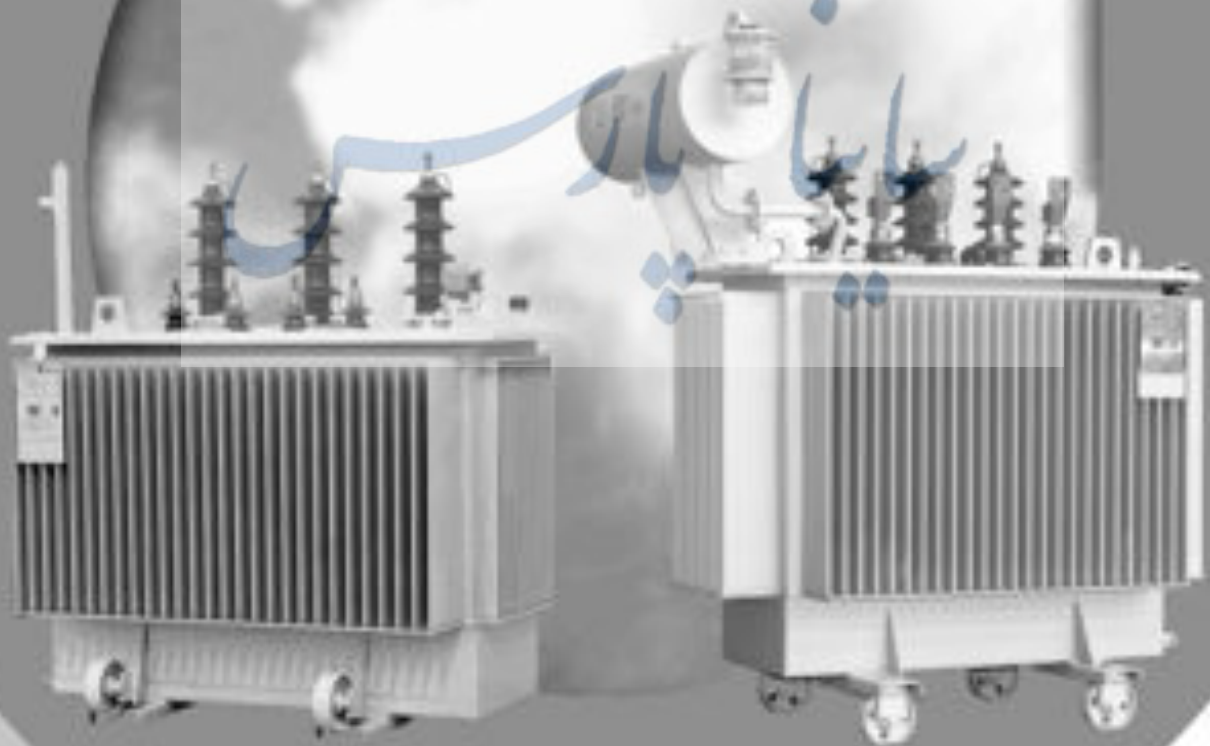
تلفن واحد نمایندگی ها: ۰۲۴-۳۲۲۲۱۳۴۶

فاکس: ۰۲۴-۳۲۲۲۱۳۵۳

E-mail: itass@iran-transfo.com

# بخش سوم

توضیحات فنی



**(۳-۱) مشخصات فنی ترانسفورماتور**

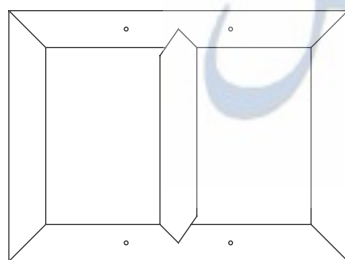
ترانسفورماتورهای ساخت کارخانجات ایران ترانسفو براساس استانداردهای بین المللی به شرح زیر محاسبه، طراحی و تولید و آزمایش می شوند:

IEC60076-PART 1	مشخصات عمومی، تکرانها، آزمایشها
IEC60076-PART 3	سطوح عایقی
IEC60076-PART 2	جهشهای حرارتی سیم پیچ و روغن
DIN 42500	تلفات استاندارد معمول
DIN 42503-531	بوشینگها
IEC60296	روغن ترانسفورماتور
IEC60060	روشهای آزمایش فشارقوی
IEC60076-PART 10	اندازه گیری سطح صدا
IEC60076-PART 7	اضافه بار مجاز

**(۳-۲) هسته ترانسفورماتور (Core):**

هسته ترانسفورماتور وظیفه انتقال فوران مغناطیسی رابعده داشته و از ورقه های مخصوص با ضخامت حداکثر 0.3 میلیمتر حاوی سیلیسیم که به طریق نورد سرد تهیه و در طرفین دارای پوشش عایقی می باشند، تولید می شود. به منظور کاهش تلفات آهن، هسته بصورت ورقه ورقه و با زاویه برش  $45^\circ$  تولید می شود. هسته چینی به دو روش step lap و overlap صورت می گیرد. سطح مقطع هسته جهت استفاده بهینه از فضای داخل سیم پیچ با استفاده از پهنای مختلف ورق هسته به شکل دایره تهیه می گردند. (شکل (۱) - b).

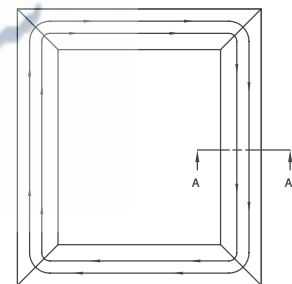
هسته در ترانسفورماتور از نظر الکتریکی، هادی فلوی مغناطیسی و از نظر مکانیکی نگهدارنده سیم پیچها می باشد.



(c)



(b)



(a)

شکل (۱)

a: جریان فلوی مغناطیسی در هسته

b: سطح مقطع بازوی هسته

c: هسته سه ستونی



بخش سوم ■ توضیحات فنی

(۳-۳) سیم پیچ‌ها (Windings):

نیروی محرکه الکتریکی در سیم پیچها ایجاد می گردد. سیم پیچی که قدرت الکتریکی را دریافت می نماید بعنوان اولیه و ورودی و سیم پیچی که قدرت الکتریکی را تحویل می دهد بعنوان ثانویه و خروجی نامیده می شود، سیم پیچی که برای ولتاژ بالا طراحی گردیده بعنوان سیم پیچ فشار قوی و سیم پیچی که برای ولتاژ پایین طراحی گردیده است بعنوان سیم پیچ فشار ضعیف نامیده می شود.

سیم پیچهای مورد استفاده عموماً به شکل لایه ای، بشقابی، طبقه ای و فویل پیچ با توجه به قدرت و سطح ولتاژ آنها پیچیده می شوند.



شکل (۲) - انواع بوبین

- لایه ای
- بشقابی
- طبقه ای
- فویل پیچ

(۳-۴) ولتاژها (Voltages):

$U_m$  ماکزیمم ولتاژ: برای تجهیزات عبارتست از حداکثر ولتاژ موثر فاز به فاز که در طراحی عایق بندی ترانسفورماتور لحاظ می گردد، مقادیر استاندارد برای  $U_m$  بر حسب kV در استاندارد IEC60076 بیان گردیده است.

با توجه به  $U_m$ ، مقادیر مربوط به تحمل عایقی کوتاه مدت با فرکانس صنعتی (AC-rms) و ولتاژ ضربه ناشی از صاعقه تعیین می گردد (ولتاژ صاعقه LI برای فقط  $U_m > 1.1 \text{ kV}$  می باشد) و سطح عایق بندی سیم پیچها نیز بر این اساس طراحی می شود.  $U_n$  ولتاژ نامی: عبارتست از ولتاژی که در شرایط بی باری بین دو فاز سیم پیچ اعمال می گردد.

ولتاژ بی باری: عبارتست از ولتاژ بین فازهای خروجی هنگامیکه ترانسفورماتور تحت انرژی بوده ولی بدون بار می باشد. به عنوان مثال در یک ترانسفورماتور 20/0.4 kV چنانچه 20 kV به سیم پیچ اولیه اعمال شود، در سیم پیچ ثانویه در شرایط بی باری 400 kV القا می شود.

ولتاژ زیر بار: عبارتست از ولتاژ بین فازهای خروجی هنگامیکه از ترانسفورماتور بار گرفته می شود، بدیهی است ولتاژ خروجی بستگی به امپدانس ترانسفورماتور و دامنه و فاز جریان خروجی از ترانسفورماتور دارد.

(۳-۵) جریانهای الکتریکی (Currents):

$I_n$ : جریان الکتریکی نامی

در ترانسفورماتورهای سه فاز عبارتست از جریانی که از ترمینالهای خط عبور می کند و حاصل تقسیم قدرت نامی ( $S_n$ ) به  $\sqrt{3} U_n$  می باشد (هنگامیکه از ترانسفورماتور بار کامل گرفته می شود) و با واحد آمپر (A) بیان می گردد.

$$S_N = 100 \text{ kVA} \quad I_n(HV) = \frac{S_N}{U_N(HV) \cdot \sqrt{3}} = \frac{100 \cdot 10^3}{20000 \cdot \sqrt{3}} = 2.89 \text{ A}$$

$$U_N = 20000/400 \text{ V} \quad I_n(LV) = \frac{S_N}{U_N(LV) \cdot \sqrt{3}} = \frac{100 \cdot 10^3}{400 \cdot \sqrt{3}} = 144.3 \text{ A}$$

$$I_N = 2.89/144.3$$

**Io :** جریان بی باری

عبارتست از جریانی که از ترمینالهای خط عبور می کند وقتی که ولتاژ نامی به اولیه اعمال می گردد و ترانسفورماتور بدون بار می باشد، این جریان بر حسب درصدی از جریان نامی  $I_N$  بیان می گردد.

$$\begin{aligned} S_N &= 100 \text{ kVA} \\ U_N &= 20000/400 \text{ V} \\ I_o &= 2.6\% \end{aligned}$$

**(۳-۶) قدرت نامی  $S_N$ :**

عبارتند از قدرتی که ترانسفورماتور در بار کامل و با اعمال ولتاژ نامی و عبور جریان  $I_N$  می تواند ارائه نماید. بدیهی است قدرت ظاهری ترانسفورماتور که به کیلوولت آمپر kVA بیان می گردد، ارتباطی به  $\cos\theta$  شبکه ندارد. در شبکه استاندارد توزیع برق ایران این مقادیر مطابق استاندارد جهانی معین بوده که بر اساس آن در کارخانجات ایران ترانسفو بعنوان ترانسفورماتورهای نرمال تولید می گردند و عبارتند از:

ولتاژهای 33000, 20000, 11000, 30000 ولت در سمت فشارقوی. 2000, 1600, 1250, 1000, 800, 630, 500, 400, 315, 250, 200, 160, 125, 100, 75, 50, 25 کیلوولت آمپر با

**(۳-۷) فرکانس نامی  $F_N$ :**

عبارتست از فرکانسی که بر اساس آن طراحی ترانسفورماتور صورت پذیرفته که در شبکه برق ایران 50Hz (هرتز) می باشد.

**(۳-۸) نسبت تبدیل نامی Turn ratio:**

عبارتست از نسبت بین ولتاژ فازی نامی بین دو سیم پیچ

مثال: در ترانسفورماتورهای شبکه توزیع 20/0.4 kV با گروه اتصال Dyn5 این نسبت تبدیل برابر است با

$$\text{Turn ratio} = \frac{20000}{\frac{400}{\sqrt{3}}} = 86.60$$

حداکثر تolerانس مجاز طبق IEC 60076 برابر  $\pm 0.5\%$  می باشد.

**(۳-۹) تلفات Losses:**

محاسبه مقدار  $P_o, P_k$  بر حسب (W) وات و بر اساس استاندارد DIN42503, DIN42511 انجام پذیرفته و برای

## بخش سوم ■ توضیحات فنی

ترانسفورماتورهای نرمال گارانتی می‌گردد، در خصوص سفارش ترانسفورماتورهای کم تلفات استاندارد DIN42500 مد نظر قرار می‌گیرد.

$P_o$  (تلفات بی‌باری No load loss):

عبارتست از توان فعال مصرف شده وقتی که ولتاژ نامی با فرکانس نامی به سرترمینال سیم پیچ اولیه در حالت بدون بار اعمال می‌گردد، که عمدتاً شامل تلفات هسته و آهن می‌باشد (بقیه تلفات ناچیز و قابل صرف نظر است). تلفات آهن ناشی از تلفات هیستریزیس و تلفات جریان گردابی می‌باشد.

این مقدار برای همه ترانسفورماتورهای تولیدی، جداگانه اندازه‌گیری و با مقادیر محاسباتی کنترل می‌گردد، مثال:

$$S_N=100 \text{ kVA} \quad U_N=20000/400 \text{ V} \quad P_o=340 \text{ W}$$

حداکثر ترانس مجاز طبق IEC60076 برابر 15%+ می‌باشد، مشروط بر اینکه مجموع تلفات از 10%+ فراتر نرود.

$P_k$  (تلفات بار Short circuit losses):

عبارتست از تلفات فعالی که در فرکانس و جریان نامی در ترانسفورماتور مصرف می‌گردد، تلفات بار ناشی از تلفات حرارتی عبور جریان از سیم پیچها ( $RI^2$ ) و تلفات اضافی جریان گردابی در سیم پیچ و در پوش می‌باشد، مقادیر این تلفات مطابق استاندارد در دمای  $75^\circ\text{C}$  محاسبه و در مدارک فنی و گواهی آزمایش ارائه می‌گردد.

بدیهی است برای تبدیل تلفات در  $75^\circ\text{C}$  می‌بایستی مقاومت DC سیم پیچ در این حرارت با فرمول اصلاح گردند.

البته متناسب با آن تلفات اضافی با نسبت  $\frac{235+\theta_K}{235+75}$  کاهش می‌یابد.

در اینجا  $\theta_K$  درجه حرارت محیط در زمان اندازه‌گیری تلفات می‌باشد. تلفات بار  $P_k$  با مجذور نسبت جریان بار به جریان نامی نیز تغییر می‌کند.

مثال:

$$S_N=200 \text{ kVA}, U_N=20000/400 \text{ V}, P_o=570 \text{ W}, P_k=(75^\circ\text{C})=3600 \text{ W}$$

حداکثر ترانس مجاز طبق IEC 60076 برابر 15%+ می‌باشد، مشروط بر اینکه مجموع تلفات ( $P_o+P_k$ ) از 10%+ فراتر نرود. نکته: برای ترانسفورماتورهای خشک محاسبه تلفات در دمای  $120^\circ\text{C}$  انجام و ثبت می‌گردد.

(۳-۱۰) امیدانس ولتاژ:

امیدانس ولتاژ نامی  $U_{KN}$ :

عبارتست از امیدانسی که ترانسفورماتور هنگام اتصال کوتاه خروجی و با اعمال درصدی از ولتاژ نامی از طرف اولیه که جریان نامی عبور کند، از خود نشان می‌دهد. امیدانس ولتاژ نامی ترانسفورماتور بر حسب درصدی از ولتاژ نامی بیان می‌گردد.

امیدانس ولتاژ نامی با توجه به قدرت ترانسفورماتور در شبکه 20 kV ایران استاندارد گردیده‌اند که در تولیدات کارخانجات ایران ترانسفورماتور عایت می‌گردند. این مقادیر عبارتند از:

برای قدرتهای 25 الی 200 کیلوولت آمپر  $U_{KN}=4\%$

برای قدرتهای 250 الی 2000 کیلوولت آمپر  $U_{KN}=6\%$

برای ترانسفورماتورهای نرمال 33/0.4 kV در کلیه توانهای 25 kVA الی 2000 kVA مقدار  $U_{KN}=6\%$  می‌باشد.  
امپدانس ولتاژ UK

امپدانس ولتاژ هم مشابه امپدانس ولتاژ نامی می‌باشد اما می‌تواند به مقادیر دیگر جریان و یا پله‌های دیگر ولتاژ بیان گردد.  
امپدانس ولتاژ برحسب درصدی از ولتاژ نامی به شکل زیر بیان می‌گردد:

$$U_K = U_{KN} * \frac{I_{LOAD}}{I_N} [\%]$$

### (۳-۱۱) جریان اتصال کوتاه (Isc):

جریان اتصال کوتاه عبارتست از مقدار موثر جریان در ترمینالهای خط بعد از اینکه عناصر DC سیستم روبه کاهش باشند.  
وقتی که ترانسفورماتور تحت شرایط نامی باشد جریان اتصال کوتاه می‌تواند با توجه به جریان نامی و امپدانس ولتاژ ( $I_N, U_{KN}$ ) به شرح زیر محاسبه می‌گردد.

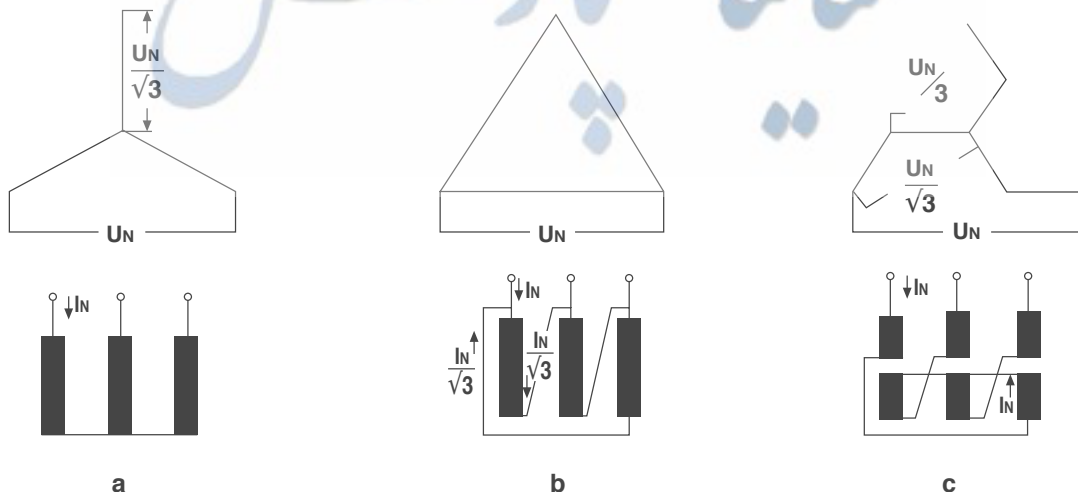
$$I_{sc} = \frac{I_N}{U_K} [\%]$$

### (۳-۱۲) راندمان $\eta$ :

راندمان عبارتست از نسبت بین توان فعال خروجی به توان فعال ورودی  
در اکثر ترانسفورماتورهای نرمال شبکه راندمان در بار نامی با ضریب قدرت 0.8 حدود  $99\% \approx 98\%$  می‌باشد.  
یک ترانسفورماتور هنگامی ماکزیمم راندمان را دارد که رابطه  $P_o = \eta^2 * P_K$  برقرار باشد و این مهم موقعی تحقق می‌یابد که ضریب بار بصورت  $n = \sqrt{\frac{P_o}{P_K}}$  گردد.

### (۳-۱۳) گروه اتصال ترانسفورماتورهای سه فاز:

گروه اتصال در یک ترانسفورماتور سه فاز با توجه به نحوه اتصالات سیم پیچ‌های فشارقوی و فشار ضعیف تعریف می‌گردد که به سه شکل مثلث ( $\Delta$ )، ستاره (Y) و زیگزاگ (Z) می‌باشد، شکل این نوع اتصالات داخلی سیم پیچها و مطابق آن دیاگرام برداری آنها مطابق شکل (۳) می‌باشد، علامتهایی که بیانگر نوع گروه اتصال می‌باشد به شکل زیر نشان داده می‌شوند.



شکل (۳): گروه اتصال ترانسفورماتورهای سه فاز



(a) اتصال ستاره Y,y

(b) اتصال مثلث D,d

(c) اتصال زیگزاگ Z,z

حروف بزرگ اشاره به اتصال داخلی سیم پیچ فشارقوی و حروف کوچک اشاره به اتصال داخلی سیم پیچ فشار ضعیف دارد، و لازم به ذکر است که حروف بزرگ همیشه در گروه اتصال در ابتدا نوشته می شوند. وقتی نقطه صفر ترانسفورماتور از طریق اتصال ستاره یا زیگزاگ در دسترس گذاشته شود از علامت YN یا ZN و zn و yn استفاده می شود.

اعداد (صفر یا ۵ یا غیره) نشان دهنده اختلاف پس فاز ولتاژ فشار ضعیف نسبت به فشارقوی در جهت عکس چرخش عقربه ساعت به میزان عدد گروه اتصال ضربدر 30 درجه می باشد.

مثال Dyn5 یعنی:

- نوع اتصال فشارقوی: مثلث

- نوع اتصال فشار ضعیف: ستاره

- نقطه نوترال از سمت فشار ضعیف در دسترس می باشد

- موج ولتاژ فشار ضعیف به میزان درجه  $5 \times 30 = 150$  از موج ولتاژ فشار قوی عقب تر می باشد.**گروههای اتصال:**

مهمترین گروههای اتصال به صورت زیر می باشد:

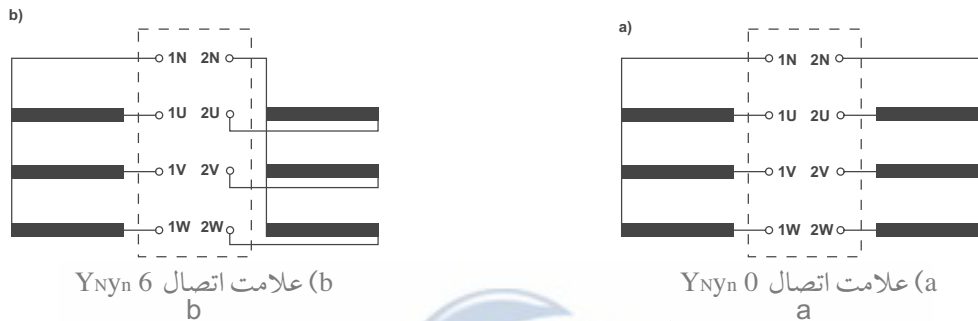
Dy5(Dy11), Yz5(Yz11), Yy0(Yy6), Dd0(Dd6)

اگر نقطه خنثی بیرون آورده شود حرف N یا n به علامت گروه اتصال سیم پیچ اضافه می شود، مثلاً Yzn5 و Ynd5 در دیگر امپهای اتصال فرض شده است که تمام سیم پیچی ها یکسان باشد. با عوض کردن جهت سیم پیچی ها در داخل ترانسفورماتور و جابجایی اتصال فازها در خارج ترانسفورماتور تمام ضرایب اختلاف فاز ارقام (1, 3, 5, 7, 9, 11) و همچنین ارقام زوج (0, 2, 4, 6, 8, 10) را می توان از یکدیگر بدست آورد.

در ترانسفورماتورهای با گروههای اتصال Yyn0 (Yyn6) نقطه صفر ممکن است فقط به منظور زمین کردن یا برای بارگیری البته به میزان کمتر از 10% جریان نامی بیرون آورده شود، بنابراین اتصال Yyn بطور عمومی مناسب برای سیستمهای مصرف شبکه توزیع با سیم چهارم نیستند و یکی دیگر از گروههای اتصال می بایست انتخاب گردد، گروههای اتصال Dyn و Yzn میتوانند از طریق سیم صفر به میزان 100% جریان نامی بارگیری شود.

**(۳-۱۴) علائم ترمینالها برای ترانسفورماتورها:**

با توجه به استاندارد بین المللی ترمینالهای خط و نقطه خنثی در ترانسفورماتورها و راکتورها طبق IEC60616 برای ترانسفورماتورهای سه فاز به شرح مثالهای زیر می باشد:



شکل (۴) ترانسفورماتور با دو سیم پیچ

### نصب و بهره برداری:

(۳-۱۵) بارگذاری ترانسفورماتورهای روغنی (زیر 100MVA بر طبق IEC60076-PART 7)

وقتی یک ترانسفورماتور تحت بار اسمی (S=SN) و در شرایط مشخص شده توسط IEC60076-1 کار می کند و دمای محیط خنک کننده آن 20°C است می توان عمر مفید نرمالی را برای آن پیش بینی کرد، اگر بار S تغییر کرده و یا دمای محیط خنک کننده از آن چیزی که پیش بینی شده تخطی کند، آنگاه بارگذاری در روی ترانسفورماتور در حدی مجاز است که کاهش عمر مفید آن در حدود تعیین شده باشد، دستورالعمل IEC60076-PART 7 بارگذاری مجاز برای ترانسفورماتورهای روغنی با قدرت اسمی زیر 100MVA که بصورت دوره ای با دو بار S1، S2 بارگذاری شود را مشخص می کند، در این روش جریان تا 1.5 برابر جریان اسمی محدود شده و دمای داغ ترین نقطه سیم پیچ از 140°C بالاتر نمی رود. با توجه به روش محاسبه افزایش دمای حالت پایدار (Steady)، ثابت زمانی و کاهش عمر مفید، فرضیات بخصوصی را باید در نظر گرفت. در مجموع نتیجه اضافه بار (Overload)، در شرایط اضطراری سرعت کاهش عمر مفید را در بردارد. (۱) تجربه نشان می دهد که دمای متوسط واقعی 5°C بیشتر از دمای متوسط محاسباتی است.

### بار قابل تحمل در مرکز ستاره (یک فازي):

در مورد بار قابل تحمل در مرکز ستاره از استاندارد VDE 0532 پیروی می شود، در ترانسفورماتورهای سه فاز بدون سیم پیچ متعادل کننده می توان تا حدودی مرکز ستاره سیم پیچ خروجی را تحت بار دائم قرارداد، که این حدود در جدول زیر ذکر شده است.

Dyn-Yzn-Dzn	Yyn	نسبت جریان قابل تحمل مرکز ستاره
۱۰۰ درصد	۱۰ درصد	شدت جریان مرکز ستاره به نسبت شدت جریان اسمی

به مرکز ستاره ترانسفورماتورها با گروه اتصال YD می توان شدت جریانی به مقدار  $0.1 * \frac{U_{N1}-U_{N2}}{U_{N1}}$  شدت جریان اسمی وارد نمود.

**نوع خنک‌کنندگی:**

نوع خنک‌کنندگی ترانسفورماتورهای نرمال ONAN می‌باشد که مخفف عبارت Oil Natural Air Natural است که به ترتیب سیالهای مرتبط با سیم پیچها (روغن) و مخزن (هوا) و شرایط گردش سیال (به صورت طبیعی) را بیان می‌کند. در مورد سیستم خنک‌کنندگی ترانسفورماتورهایی که دارای فن می‌باشند عبارت ONAF بکار می‌رود که مخفف Oil Natural Air Force می‌باشد.

**سطح صدا (dB):**

صدایی که در اثر برقرار شدن و بارگیری از ترانسفورماتور ایجاد می‌شود، عموماً ناشی از لرزش ورقهای هسته و سیم پیچها می‌باشد در اثر میدان مغناطیسی متناوب و طبق استاندارد IEC60076-PART 10 برحسب dB(A) قابل اندازه‌گیری می‌باشد.

**آزمایشات کارخانه‌ای ترانسفورماتور:****آزمایشات عمومی (Routine test)**

این آزمایشات مطابق با IEC60076 بر روی کلیه ترانسفورماتورها انجام می‌گیرد و شامل موارد زیر می‌باشد:

اندازه‌گیری نسبت تبدیل در بی باری

اندازه‌گیری مقاومت اهمی (DC) سیم پیچها

کنترل گروه اتصال

اندازه‌گیری شدت جریان و تلفات بی باری

تلفات بار و درصد ولتاژ اتصال کوتاه (U<sub>K</sub>)

آزمایش سنجش استقامت عایقی سیم پیچها نسبت به هم و نسبت به بدنه

آزمایش سنجش استقامت عایقی فازها و حلقه‌های سیم پیچها نسبت به هم

**آزمایشات نمونه‌ای (Type test):**

این آزمایشات به صورت نمونه‌ای انجام می‌شوند، بدین ترتیب که معمولاً اولین واحد از هر نوع ترانسفورماتور طرح جدید تحت آزمایشات تایپ قرار می‌گیرد علاوه بر آن هرگاه تغییری عمده در طراحی قسمتهای داخلی ترانسفورماتور و یا قسمتهای خنک‌کننده آن صورت گیرد ممکن است بعضی از آزمایشات تکرار گردند.

بعنوان مثال چنانچه سیم پیچی و یا رادیاتورهای یکنوع ترانسفورماتور بعلت تغییر طراحی عوض شود، انجام آزمایش حرارتی ضروری می‌باشد.

آزمایشات تایپ که در آزمایشگاه ترانسفورماتورهای توزیع مطابق با IEC60076 انجام می‌شوند شامل موارد زیر می‌باشد:

- آزمایش حرارتی

- آزمایش ولتاژ ضربه‌ای

- اندازه‌گیری سطح صدا

**آزمایشات ویژه (Special test)**

این آزمایشات براساس استاندارد IEC60076 بنا به درخواست مشتری و با اخذ هزینه طبق قرارداد، بر روی ترانسفورماتورها قابل انجام است، مانند آزمایش اندازه‌گیری امپدانس توالی صفر و آزمایش اتصال کوتاه واقعی.

## یادداشت

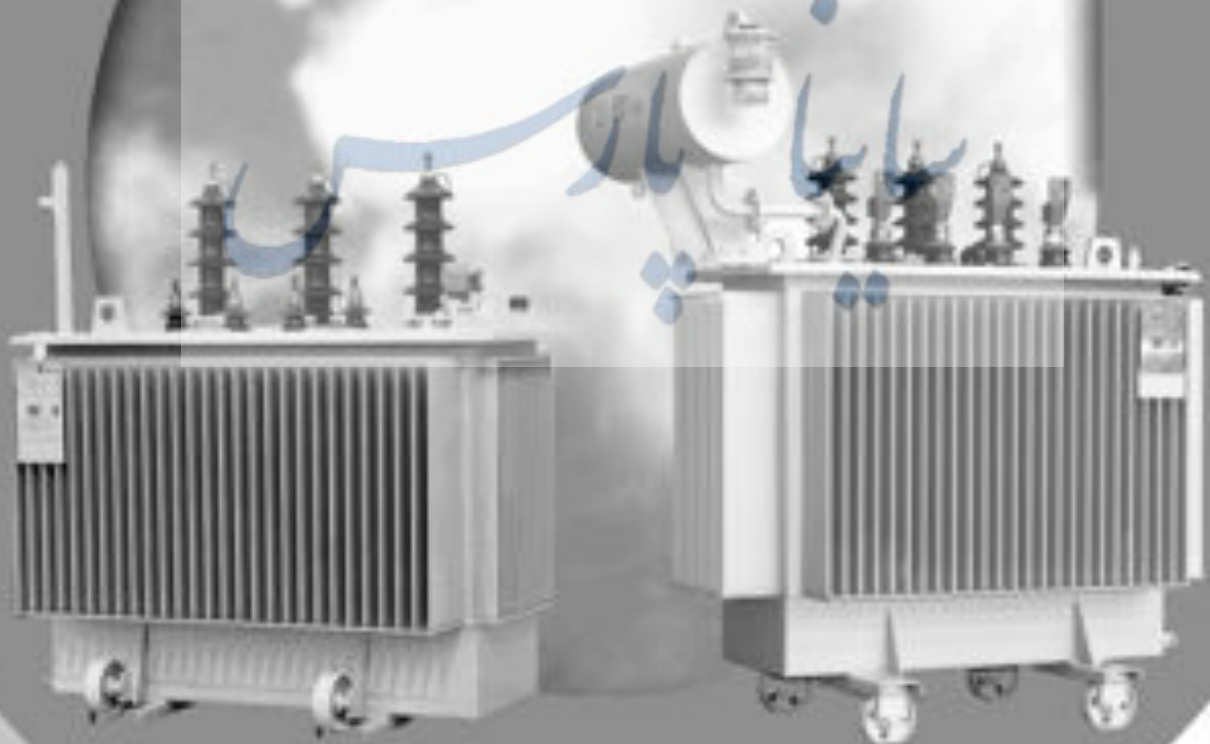


ساینا پارس



# بخش چهارم

اطلاعات عمومی



مشخصات فنی ترانسفورماتورهای توزیع روتین ۲۰kV

Power (l)	Voltage (l)		Taps in HV side (l)	Vector group (1)	Rated Impedance (%)	Losses		Noise level (dB)	Efficiency at full load (min) P.F.=0.8	Total Weight (max)	Overall Dimensions (max)			Wheels	
	HV	LV				No-load (W)	Load (2) (W)				A (mm)	B (mm)	H (mm)	interval diameter C (mm)	interval E (mm)
25	20	0.4	±1*4	Yzn5	4	110	700	48	95.72	375	857	708	1236	520	-
50	20	0.4	±1*4	Yzn5	4	145	1100	50	96.76	525	900	715	1307	520	-
75	20	0.4	±1*4	Yzn5	4	203	1425	52	97.02	575	1001	707	1456	520	-
100	20	0.4	±1*4	Yzn5	4	260	1750	54	97.30	660	1012	713	1440	520	-
125	20	0.4	±1*4	Yzn5	4	310	2000	55	97.55	810	1066	735	1479	520	-
160	20	0.4	±1*4	Yzn5	4	375	2350	56	97.73	905	1108	730	1492	520	-
200	20	0.4	±1*4	Yzn5	4	445	2760	58	97.87	1005	1146	806	1543	520	-
250	20	0.4	±2*2.5	Dyn5	6	530	3250	60	97.95	1185	1368	845	1516	520	-
315	20	0.4	±2*2.5	Dyn5	6	625	3850	61.5	98.10	1355	1560	970	1599	670	-
400	20	0.4	±2*2.5	Dyn5	6	750	4600	63	98.18	1595	1643	920	1840	670	150
500	20	0.4	±2*2.5	Dyn5	6	875	5450	64	98.31	1870	1702	970	1900	670	150
630	20	0.4	±2*2.5	Dyn5	6	940	6750	65	98.37	2225	1785	1060	1958	670	150
800	20	0.4	±2*2.5	Dyn5	6	1150	8500	66.4	98.38	2705	1980	1125	2025	670	150
1000	20	0.4	±2*2.5	Dyn5	6	1400	10500	68	98.41	3255	1948	1182	2289	820	200
1250	20	0.4	±2*2.5	Dyn5	6	1730	13200	69.25	98.38	3910	2082	1300	2320	820	200
1600	20	0.4	±2*2.5	Dyn5	6	2200	17000	71	98.39	4725	2438	1558	2490	820	200
2000	20	0.4	±2*2.5	Dyn5	6	2645	21200	75.4	98.4	5685	2470	1480	2520	1070	200

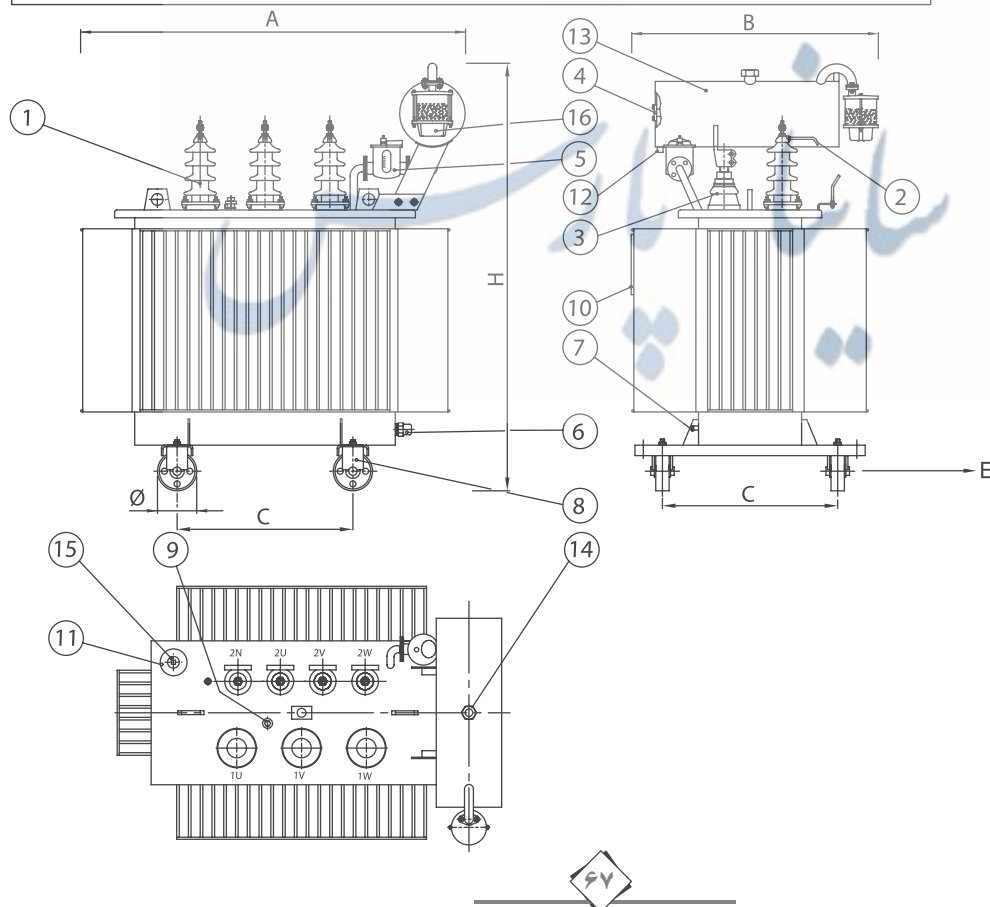
توضیحات: ■ مطابق با استاندارد بین المللی IEC ■ ترانسفورماتور روغنی توزیع سه فاز از نوع کاهنده<sup>۱</sup> ■ فرکانس نامی: ۵۰ Hz<sup>۱</sup>  
 ■ حداکثر دمای محیط: ۴۵ °C<sup>۱</sup> ■ نوع مخزن: با منبع انبساط<sup>۳</sup> ■ سیستم خنک کننده: ONAN  
 ■ فام رنگ: ۷۰۳۸ یا ۷۰۳۲<sup>۱</sup> ■ ارتفاع نصب: تا ۱۰۰ متر بالاتر از سطح دریاهای آزاد  
 (۱) طبق درخواست مشتری قابل تغییر می باشد. (۲) تلفات بار کامل در دمای ۷۵ °C (۳) دیگر انواع ترانسفورماتور طبق سفارش تولید می گردد.



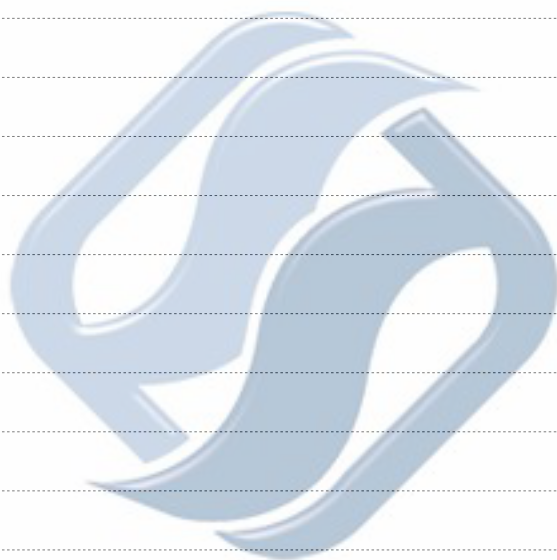
Standard Accessories of Distribution Transformer						
No.	Accessory	Power (kVA)				
		25-160	200-315	400-500	630-800	1000-2000
1	HV bushing	●	●	●	●	●
2	Arcing horns	●	●	●	●	●
3	LV bushing	●	●	●	●	●
4	Oil level indicator	●	●	●	●	●
5	Buchholz relay	--	--	--	--	●
6	Oil drain & sampling valve	●	●	●	●	●
7	Earthing bolt	●	●	●	●	●
8	Wheel	--	--	●	●	●
9	Off circuit tap changer	●	●	●	●	●
10	Name plate	●	●	●	●	●
11	Oil temperature indicator	--	--	--	●	●
12	Conservator tank drain valve	●	●	●	●	●
13	Conservator	●	●	●	●	●
14	Conservator filling plug	●	●	●	●	●
15	Thermometer pocket	--	●	●	●	●
16	Dehydrating breather	●	●	●	●	●

● Applied accessory

۱- جهت کسب اطلاعات فنی بیشتر با بخش فروش تماس بگیرید.  
 ۲- اطلاعات فوق با لحاظ تلرانسهای مجاز و بصورت تقریبی می باشد، حتما قبل از نهایی کردن سفارش تاییدیه مشخصات فنی اخذ شود.

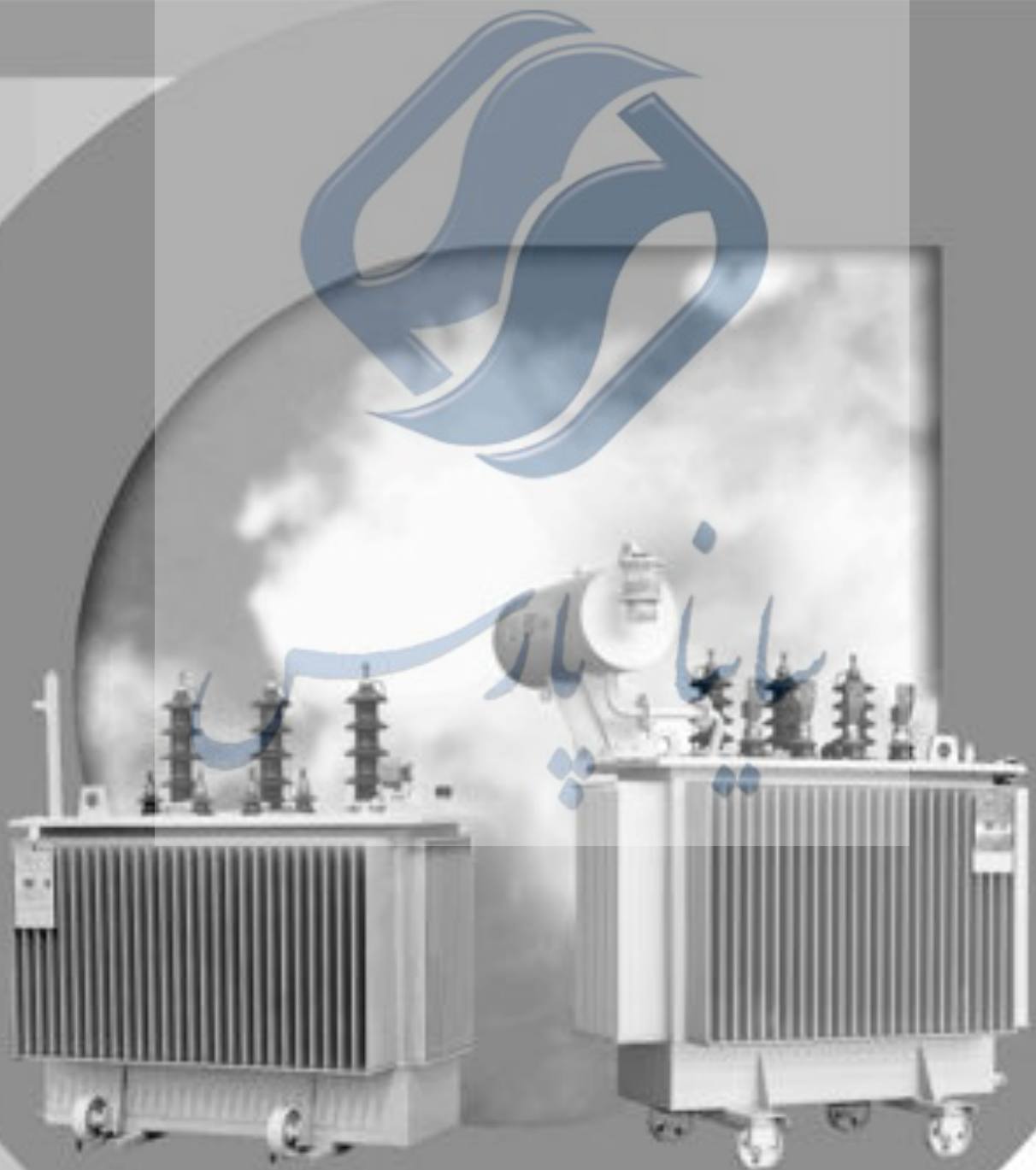


## یادداشت



ساینا پارس

# ضمائم



■ ضمايم

(فرم شماره ۱)

ليست كنترل تحويل ترانسفورماتور از سازنده (نمايندگي) به مشتري

نام مشتري:

نام نمايندگي:

نوع ترانسفورماتور:

خشك رزيني

روغني با منبع انبساط

روغني هرمتيك

مشخصات ترانسفورماتور:

شماره سريال

توان

رديف ولتاژ

تاريخ تحويل

شماره سفارش

آدرس گيرنده و تلفن:

ملاحظات	وضعيت		موضوع
	خير	بلي	
			آيا پلمپ سالم است؟
			آيا مقره‌هاي فشار قوی سالم می‌باشند؟
			آيا مقره‌هاي فشار ضعيف سالم می‌باشند؟
			آيا جرفه‌گيرها نصب می‌باشند؟
			آيا تابلو مشخصات دارد؟
			آيا چرخها موجود است؟
			كفشكهاي فشار ضعيف موجود می‌باشند؟
			آيا سطح و وضعيت نمايشگر روغن مطلوب است؟
			آيا تپ چنجر سالم است؟
			مقدار و كيفيت مواد سيليكازل مطلوب است؟
			آيا ترمومتر سالم است؟ (در صورت وجود)
			رله بوخهلتس سالم است؟ (در صورت وجود)
			رله فشارشكن سالم است؟ (در صورت وجود)
			آيا نشتي از مخزن و متعلقات مربوطه مشاهده می‌شود؟
			آيا آثار ضربه مكانيكي ديده می‌شود؟
			آيا مدارك ترانسفورماتور موجود است؟

توضيحات: .....

.....

.....

.....

مهر و امضاء مشتري:

مهر و امضاء تحويل دهنده:

(فرم شماره ۲)

لیست کنترل نصب و راه اندازی ترانسفورماتور توزیع

کنترل‌های ظاهری ترانسفورماتور

- سالم بودن چینی مقره‌ها
- انجام هواگیری مقره‌ها و رله بوخهلتس
- کنترل سطح روغن
- کنترل وجوه نشتی احتمالی روغن
- آچارکشی اتصالات
- بررسی شاخکهای جرقه گیر در صورت موجود بودن

کنترل رطوبت گیر

- کنترل سطح روغن استکانک رطوبت گیر
- وضعیت سیلیکاژل
- حائل بین منبع انبساط و رطوبت گیر برداشته شده است.

کلید تنظیم ولتاژ در حالت . . . . . قرار دارد. (کلید تنظیم ولتاژ نباید به هیچ عنوان در وضعیت مابین تپ‌ها قرار گرفته باشد و انتخاب وضعیت کلید تنظیم ولتاژ حتماً باید با توجه به ولتاژ خط انجام گیرد.)

وضعیت نصب ترانسفورماتور

- نصب در فضای سرپوشیده
- نصب در فضای آزاد
- تراز بودن و نحوه استقرار ترانسفورماتور روی سکو یا فنداسیون
- اتصال کابل‌های فشار قوی
- اتصال کابل‌های فشار ضعیف
- انتخاب فیوزهای سمت فشار قوی متناسب با قدرت و جریان ترانسفورماتور
- انتخاب فیوزهای سمت فشار ضعیف متناسب با قدرت و جریان ترانسفورماتور
- نصب کلید سمت فشار قوی
- نصب کلید سمت فشار ضعیف
- تمیزکاری ترانسفورماتور
- اتصال کابل مرکز ستاره
- اتصال زمین ترانسفورماتور
- انجام کابل کشی
- کنترل پلمپ‌های درپوش و شیر تخلیه روغن

تست‌های راه اندازی

اندازه‌گیری نسبت تبدیل فازهای متناظر

TAP	PHASE U	PHASE V	PHASE W
1			
2			
3			
4			
5			

اندازه‌گیری جریان‌های بی‌باری از سمت فشار قوی

VOLTAGE	Iou (A)	Iov (A)	Iow (A)

اندازه‌گیری مقاومت DC سیم‌پیچها

TAP	H.V. WINDINGS (Ω)		
	PHASE U-V	PHASE V-W	PHASE W-U
1			
2			
3			
4			
5			

L.V. WINDINGS (Ω)

u-v	v-w	w-u

اندازه‌گیری مقاومت عایقی (MEGGER)

سیستم	ولتاژ اعمالی	مقدار مقاومت	زمان
H.V. TO L.V, CORE, FRAME, TANK			۱ دقیقه
L.V. TO H.V, CORE, FRAME, TANK			۱ دقیقه

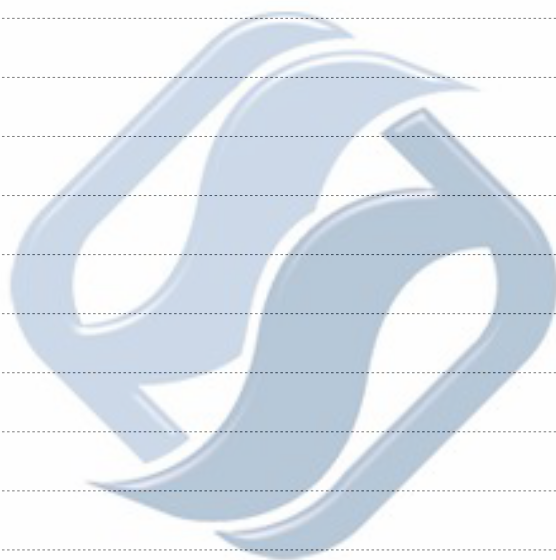
تست سیگنالینگ تجهیزات حفاظتی

تاریخ	آلارم	تجهیزات حفاظتی نصب شده	زمان
			۱
			۲
			۳
			۴
			۵

متوسط ولتاژ شکست روغن: .....

تست ولتاژ شکست روغن در صورت انبارداری بیش از شش ماه

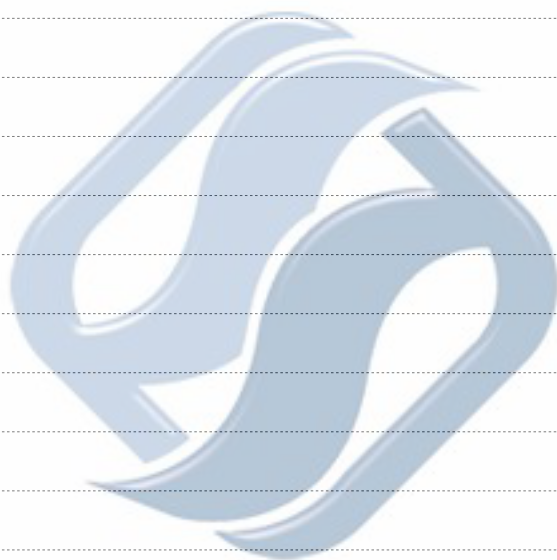
## یادداشت



ساینا پارس



## یادداشت



ساینا پارس

## یادداشت



ساینا پارس

■ ترانسفورماتورهای شبکه فوق توزیع با ولتاژ حداکثر 132kV و توان 50MVA

■ ترانسفورماتورهای قدرت با ولتاژ حداکثر 420kV و توان 500MVA

■ ترانسفورماتورهای ویژه از قبیل:

ترانسفورماتورهای کوره

ترانسفورماتورهای زمین

ترانسفورماتورهای کمپکت

ترانسفورماتورهای یکسوساز

ترانسفورماتورهای فشارقوی آزمایشگاهی

ترانسفورماتورهای صنعتی

اتو ترانسفورماتور

ترانسفورماتورهای پست موبایل

راکتورهای شنت تا ولتاژ 420kV

■ ترانسفورماتورهای خشک رزینی با ولتاژ حداکثر 36kV و توان 5MVA

■ موارد استفاده در:

سکوهای نفتی - پالایشگاههای نفت، گاز و پتروشیمی - برجهای مسکونی و تجاری - بانکها - بیمارستانها - مراکز تجاری

ایستگاههای راه آهن برقی و مترو - فرودگاهها - کشتی ها و بنادر - معادن و کارخانجات صنعتی و ...





شرکت بازرگانی ایران ترانسفو:  
تهران، خیابان سید جمال الدین اسدآبادی،  
خیابان سوم، شماره ۲۳  
تلفن: ۹-۸۸۷۲۳۳۳۷ (۰۲۱)  
فاکس: ۸۸۷۱۶۱۱۷ (۰۲۱)  
[www.itc-co.com](http://www.itc-co.com)  
[info@itc-co.com](mailto:info@itc-co.com)




شرکت بازرگانی ایران ترانسفو

شرکت ایران ترانسفو:  
زنجان، کیلومتر چهار جاده زنجان - تهران  
صندوق پستی ۴۵۱۳۵-۱۱۱۸  
تلفن: ۵-۳۳۷۹۰۷۶۱ (۰۲۴)  
فاکس: ۳۳۷۹۰۵۷۸ (۰۲۴)  
[www.iran-transfo.com](http://www.iran-transfo.com)



ایران ترانسفو

شرکت ایران ترانسفوری:  
تهران، شهرک صنعتی پرند، میدان فن آوری  
شمالی، انتهای خیابان گلریز، پلاک ۲۵  
کد پستی: ۱۸۸۳۸-۳۷۶۱۴  
صندوق پستی: ۴۳۱۳-۱۸۷۳۵  
تلفن: ۵۶۴۱۷۴۰۳-۵۵۲۸۱۱۲ (۰۲۱)  
فاکس: ۵۵۲۸۱۳۳ (۰۲۱)  
[www.itr.ir](http://www.itr.ir)



ایران ترانسفوری

شرکت ترانسفورماتور توزیع زنگان:  
زنجان، کیلومتر چهار جاده زنجان - تهران  
جنب شرکت ایران ترانسفو  
صندوق پستی ۴۵۱۳۵-۱۱۱۸  
تلفن: ۳۳۷۹۱۱۱۷-۳۳۷۹۱۱۸۴ (۰۲۴)  
فاکس: ۳۳۷۹۰۵۴۱ (۰۲۴)  
[www.iran-transfo.com](http://www.iran-transfo.com)



شرکت توزیع ایران ترانسفو

شرکت ترانسفورماتورسازی کوشکن:  
زنجان، شهرک صنعتی شماره یک،  
خیابان سهروردی  
تلفن: ۵-۳۲۲۲۱۱۰۱ (۰۲۴)  
فاکس: ۳۲۲۲۱۴۰۱ (۰۲۴)  
[www.kooshkan.ir](http://www.kooshkan.ir)  
[info@kooshkan.ir](mailto:info@kooshkan.ir)



ترانسفورماتورسازی کوشکن

شرکت خدمات پس از فروش ایران ترانسفو:  
زنجان، شهرک صنعتی علی آباد، نیش  
خیابان مرداد، کد پستی: ۴۴۵۵۱-۴۵۳۳۱  
تلفن: ۵۲-۳۲۲۲۱۳۴۷ (۰۲۴)  
فاکس: ۳۲۲۲۱۳۵۳ (۰۲۴)  
[www.itass.com](http://www.itass.com)  
[itass@iran-transfo.com](mailto:itass@iran-transfo.com)



خدمات پس از فروش