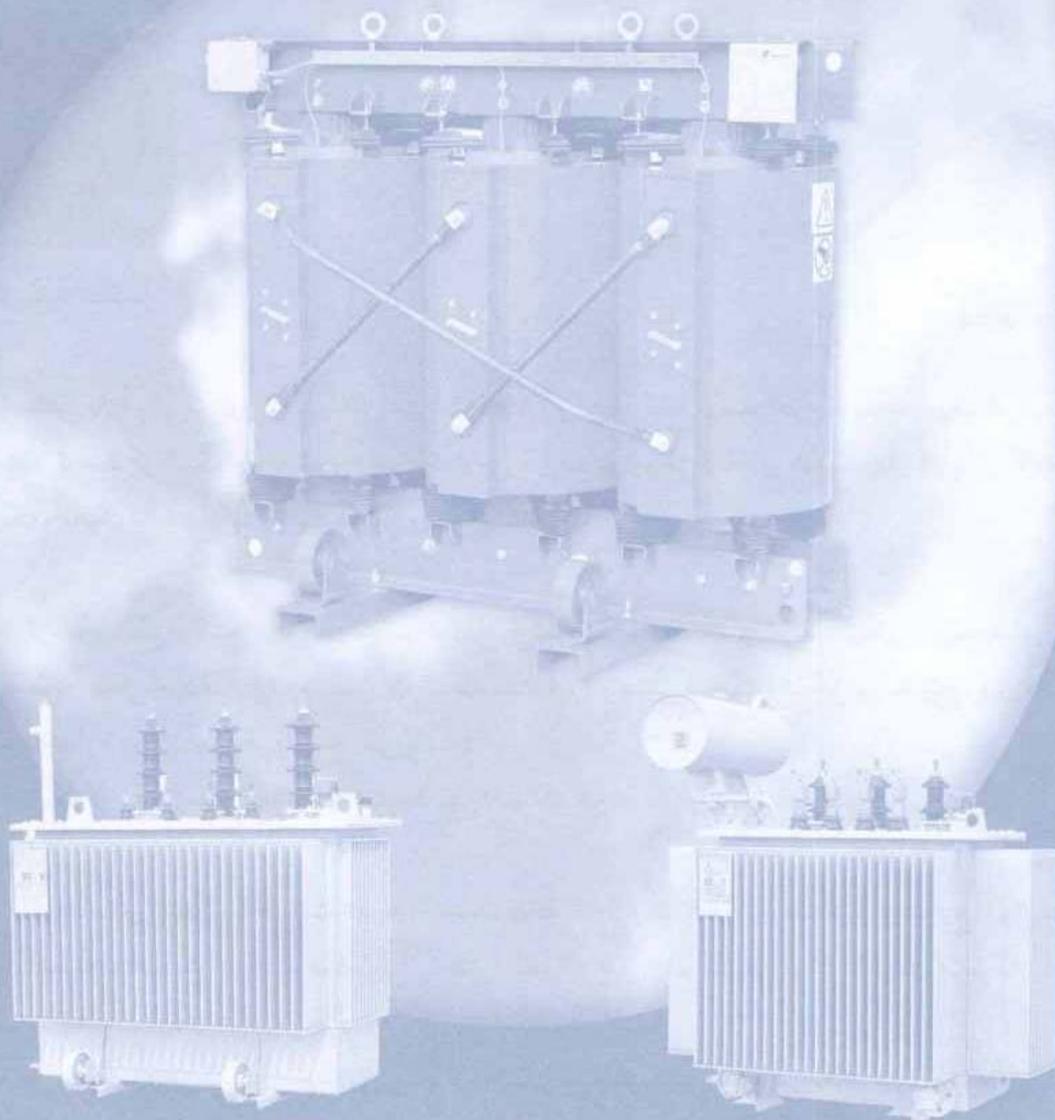


# بخش اول

تجهیزات حفاظتی و برخی از اجزاء  
ترانسفورماتورهای توزیع



## 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 فلنج می باشد که توسط پیچ به هم متصل اند و هر کدام از قسمتهای اصلی شامل بخشهای زیر می باشند.

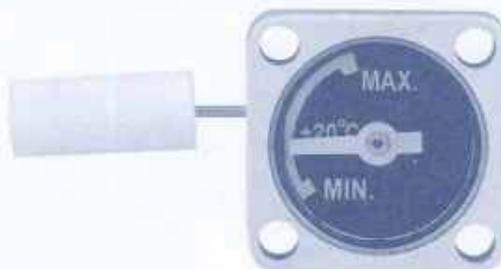
نشانگر: بدنه اصلی، صفحه مدرج، عقربه، طلق

فلنج: 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 فلنج 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 فلنج مونتاژ گردد (دقت شود شماره سریال نشانگر با فلنج یکی باشد).

قابل توجه اینکه در روغن نمای بدون کنتاکت، فلنج 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 کابل های مربوطه را در محل خود به ترمینال ها 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 روغنها 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 غیر هرمیتیک بر روی منبع انبساط یک محفظه رطوبت گیر نصب گردیده است. این محفظه از مواد رطوبت گیر (سیلیکاژل) پر شده که 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 مرتبط با روغن 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 فلنج رطوبت گیر و چپقی منبع انبساط قرار داده شده که می بایست پس از نصب با شل کردن پیچ های فلنج این ورق از محل برداشته شود و مجدداً پیچ ها محکم گردند.



محفظه رطوبت گیر

**ترموتر روغن**

**کاربرد**

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 ترمومترها برای نشان دادن دمای روغن در هر دو نوع ترانسفورماتور با منبع انبساط و هرمیتیک طراحی شده اند و دارای دو میکروسوئیچ 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.

**ساختمان**

این ترمومترها دارای بدنه با آلیاژ آلومینیومی بوده که در بر گیرنده قسمتهای سنسور حرارتی، میکروسوئیچ، نشانگر و

عقریه‌ها می‌باشند که اغلب بر اساس DIN40050 با IP43 ساخته شده‌اند. طلق شفاف ترمومتر نیز از مواد مقاوم در برابر تابش خورشید ساخته شده است.



ترمومتر کتاکت دار



ترمومتر با رابط جیوه‌ای

### عملکرد

قسمت بی‌متال ترمومتر با حس‌دمای روغن داخل غلاف موجب تحریک و حرکت عقریه گردیده و دمای روغن را با یک تیرانس حدود  $5^{\circ}\text{C}$  در محدوده دمایی  $50-120^{\circ}\text{C}$  نشان می‌دهد. در صورت رشد صعودی دمای روغن و رسیدن عقریه 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 عقریه به شاخص زرد رنگ میکرو سوئیچ 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 عقریه نشان‌دهنده حداکثر دما می‌باشند که توسط عقریه اصلی حرکت داده می‌شود و نشان‌دهنده ماکزیمم دمایی است که حین کار برای ترانسفورماتور اتفاق افتاده است. این عقریه به راحتی توسط پیچ روی بدنه قابل برگرداندن به حالت اولیه می‌باشد.

قابل ذکر است که دماهای Alarm و Trip می‌تواند 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  $35^{\circ}\text{C}$

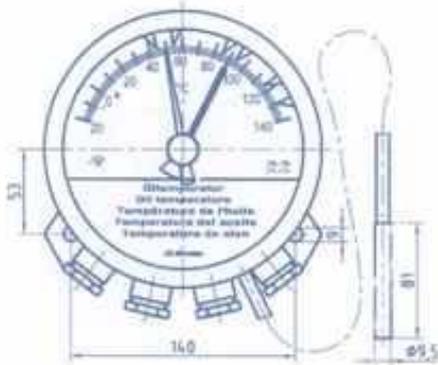
### نصب

برای نصب این ترمومترها در محل بحرانی (که عموماً در بالای سیم‌پیچ قرار دارد) یک غلاف فولادی روی درپوش تعبیه می‌گردد و قسمت بی‌متال این ترمومترها توسط پیچ مخصوص بدنه آن در غلاف قرار می‌گیرد. قابل توجه اینکه به علت 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 بدلائل 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 با لوله انعطاف پذیر جیوه‌ای استفاده

## بخش اول ■ تجهیزات حفاظتی و برخی از اجزاء

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 میکرو سوئیچ 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 درخواست مشتری یا گواهی تست ترانسفورماتور

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

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

## تجهیزات مورد نیاز

۱- میدل 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:

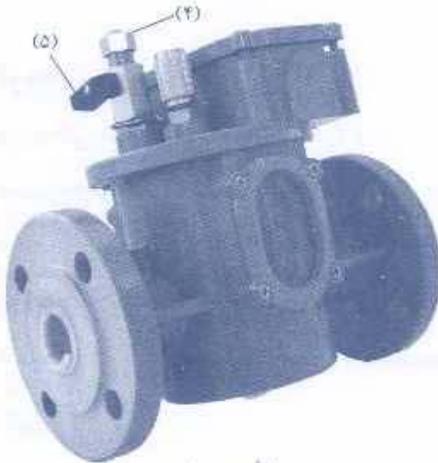
- ۱- گازهای ایجاد شده که ممکن است ناشی از تجزیه روغن و یا مواد عایقی جامد در اثر عیوب اکتیو پارت باشند.
  - ۲- کاهش سطح روغن که ممکن است ناشی از نشتی از مخزن ترانسفورماتور باشد.
  - ۳- جریان سریع روغن از مخزن به سمت منبع انبساط که ممکن است ناشی از انبساط روغن در اثر اتصال کوتاه باشد.
- قابل توجه اینکه آنالیز گازهای جمع شده در درون رله بوخهلتس می‌تواند کاربران را در یافتن ناهنجاری‌های بوجود آمده در ترانسفورماتور کمک نماید.

## ساختمان

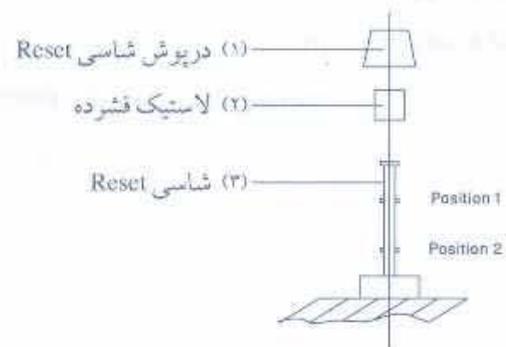
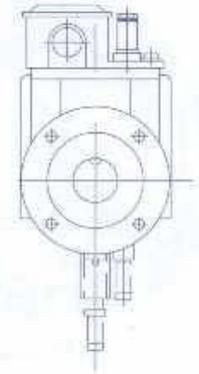
رله بوخهلتس با بدنه ریخته شده از آلیاژ آلومینیوم، شامل مجموعه شناورها، سوئیچ الکتریکی، جعبه اتصالات، شیر

## بخش اول ■ تجهیزات حفاظتی و برخی از اجزاء

هوآگیری و شاسی تست و راه اندازی در قسمت فوقانی می باشد که برای سهولت نصب، در دو طرف بدنه رله بوخهلتس، فلنچ ها قرار دارند. لازم به ذکر است که کلیه اجزاء تشکیل دهنده رله بوخهلتس 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 بوخهلتس



توجه: جهت پیشگیری از آسیب به شناورهای رله بوخهلتس به هنگام حمل و نقل، با استفاده از قرار دادن یک لاستیک فشرده در بالای شامی 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.

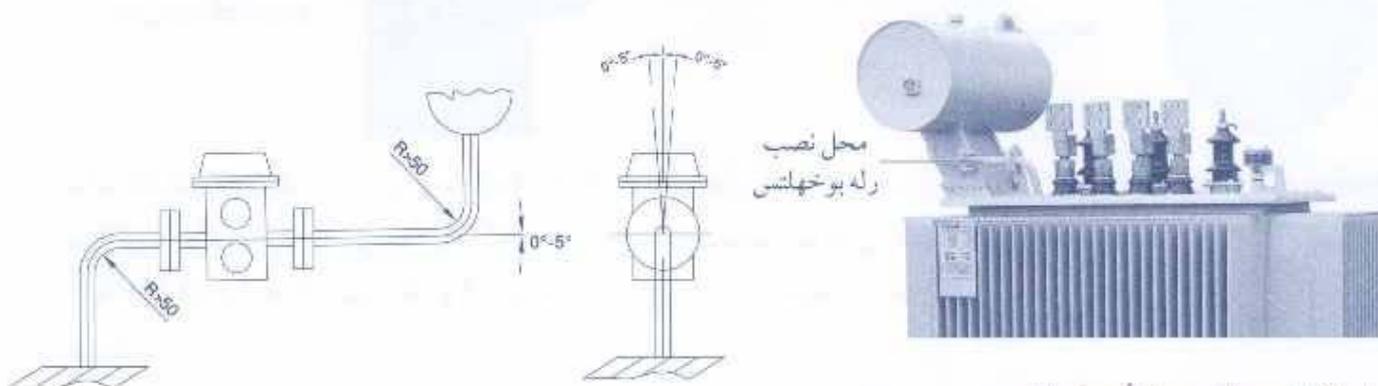
**عملکرد**

قسمت فعال رله بوخهلتس 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 بوخهلتس 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 بوخهلتس در محفظه آن جمع شده و تجمع گاز موجب جابجایی روغن و کاهش سطح آن در محفظه رله بوخهلتس می شود که این عمل موجب تحریک شناور بالایی شده و کنتاکت مربوطه عمل نموده و فرمان اختار (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.

بخش اول ■ تجهیزات حفاظتی و برخی از اجزاء

**نصب**

رله بوخهلتنس 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 بوخهلتنس و منبع انبساط هدایت نماید. قطر لوله باید متناسب با قطر مجاری رله بوخهلتنس 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 بوخهلتنس استفاده نمود. لازم به ذکر است که زاویه شعاعی رله بوخهلتنس مطابق شکل نباید از 5 درجه بیشتر باشد.



**راه اندازی و تست رله بوخهلتنس**

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 مربوط 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**

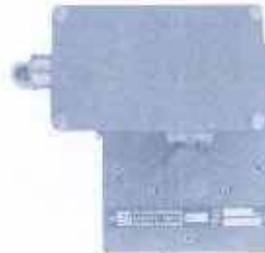
فشار شکن ها اعم از کنتاکت دار و ساده برای جلوگیری از دفورمگی (تغییر شکل) و انفجار مخزن در مواقعی که فشار داخل مخزن از حد مجاز آن تجاوز کرده باشد طراحی شده اند. طراحی آنها به گونه ای است که بتوانند با ایجاد مسیری برای تخلیه روغن بواسطه عملکرد سوپاپ، اجازه ندهند فشار مخزن از حد مجاز خود فراتر رود. افزایش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

### ساختار

فشار شکن‌ها دارای یک بدنه فلنجی و یک محافظ و یا غلاف از جنس آلومینیومی می‌باشند، که سوپاپ اصلی در میان آن قرار داشته و توسط یک میله مرکزی و فنر به بدنه متصل می‌شود. عمل آبندی در حالت نرمال توسط دو رینگ از جنس مخصوص صورت می‌گیرد که تحت فشار سوپاپ قرار دارد. کلیه اجزا فعال توسط محافظ در مقابل شرایط محیطی محافظت می‌شوند.



فشار شکن ساده



فشار شکن کنتاکت دار

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 می‌شود و برگشت آن به حالت اول بصورت دستی صورت می‌گیرد. کلیه اجزا، فلزی از فولاد ضد زنگ یا آلیاژی 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 می‌شود. بدلیل استفاده از دو عدد رینگ با طراحی مخصوص، فشار شکن‌ها مسیر جریان روغن را با یک ثابت زمانی مشخص باز می‌کنند و در صورت باز شدن دریچه، با خروج گازهای تولید شده، فشار روغن داخل مخزن کاهش پیدا نموده و از انفجار مخزن جلوگیری می‌گردد. در حین باز شدن دریچه، محور اصلی میکروسوییچ را تحریک می‌نماید و فرمان Trip صادر می‌شود و پس از افت فشار داخل مخزن مجدداً توسط فنر بالای سوپاپ دریچه بسته می‌شود اما هنوز نشانگر چشمی در حالت تحریک باقی مانده و نشان می‌دهد که ترانسفورماتور دارای اشکال عمده می‌باشد 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 می‌شود. فشار شکن‌ها عموماً در نقاط بحرانی (بالای سیم پیچ‌ها) که فشار موثر در آنها بیشتر است نصب می‌گردند.

قابل ذکر است که فشار شکن‌ها در محدوده فشار 0.3-0.7 bar طراحی شده‌اند و در صورت عدم نیاز به سویچ Trip می‌توان از شیرهای بدون کنتاکت استفاده نمود که بصورت پیچی در بوشن یا مقر مخصوص خود نصب می‌گردند.

### 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 شبانه روز (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

بخش اول ■ تجهیزات حفاظتی و برخی از اجزاء

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 القا 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 Indoor (داخل روغن ترانسفورماتور) یا Outdoor بصورت Resin Type تولید می‌شوند.



ترانسفورماتور جریان صنعتی

### فن

#### کاربرد

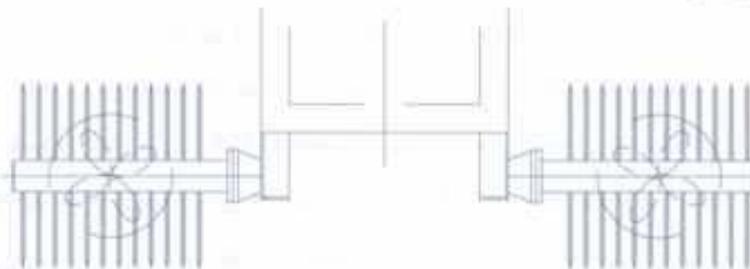
در برخی از ترانسفورماتورها که بدلائل مختلف طراحی یا وجود پارامترهای موثر مانند شرایط محیطی، عدم امکان خنک کاری ترانسفورماتور بصورت طبیعی و... از این وسیله که زیر یا روی رادیاتورها نصب می‌گردد، استفاده می‌شود.

#### ساختمان

فن‌های صنعتی در مدل‌های مختلف با پره و کلاف فلزی با قدرت‌های مختلف برای استفاده Outdoor طراحی شده‌اند و دارای IP54 می‌باشند. عموماً در انواع مدل‌های بکار برده شده در ترانسفورماتورها، راه‌اندازی و Reset بر اساس دمای روغن صورت می‌گیرد.



فن



محل نصب فن

### 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

کلید خروجی‌های مربوط به تجهیزات حفاظتی توسط کابل‌های افشان چند رشته به درون این جعبه ترمینال منتقل شده و جهت ردیابی روی سیمها با برچسب شماره‌گذاری 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 آلودگی کامل آن می‌گردد و باز و بسته کردن آن توسط یک کلید صورت می‌گیرد. این جعبه شامل ترمینال‌ها، فیوزها، پرینزها و شین ارت و کانالهای پلاستیکی که همگی روی یک صفحه مونتاژ درون جعبه ثابت شده‌اند. 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 قتری در محل خود در یکی از دیواره‌های مخزن ترانسفورماتور نصب می‌گردد.

### شیرآلات (نمونه برداری، تصفیه و تخلیه)

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 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 یا قطرهای مختلف (کوچک و بزرگ) می‌باشد که برترتیب برای نمونه گیری و تخلیه کامل روغن و اتصال رابط برای تصفیه روغن می‌باشد. مغزی این شیر توسط یک آچار آلن باز و بسته می‌شود. در ترانسفورماتورهای با حجم روغن زیاد و یا بنا به درخواست مشتری شیرهای جداگانه تصفیه و

## بخش اول ■ تجهیزات حفاظتی و برخی از اجزاء

نمونه‌گیری از سطوح بالا و پایین در مخزن نصب می‌گردد که اغلب دارای اتصال فلنجی یا پیچی می‌باشند در این حالت نتایج بدست آمده از تست، بدلیل نمونه‌گیری از دو سطح بالا و پایین روغن نزدیک به وضعیت واقعی روغن خواهد بود. در مخازنی که دارای دو شیر تصفیه بالا و پایین می‌باشند، اتصال رابط‌های دستگاه تصفیه نیز از طریق این شیرها صورت می‌گیرد 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 پوشینگ‌های فشار قوی طراحی می‌گردد بطوری که سطح روغن در این لوله از سطح پیچ هواگیری پوشینگها بالاتر بوده تا در زمان هواگیری بتوان بطور صحیح پوشینگ‌ها 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 روغن‌نمای چشمی است. قطر این لوله باید نظر گرفتن حجم روغن عمده  $R1/2$  می‌باشد.



لوله تزریق روغن هرمتیک



روغن‌نمای چشمی

## روغن‌نمای چشمی

این وسیله کاملاً ساده به اپراتور این امکان را می‌دهد تا سطح روغن را تحت کنترل داشته باشد. محل نصب آن در روی لوله شارژ روغن بوده و بدنه اصلی آن برنجی می‌باشد 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 می‌گیرد و در اثر افت روغن در لوله، شناور در پایین‌ترین نقطه محفظه روغن نما قرار خواهد گرفت. این روغن‌نما مخصوص ترانسفورماتورهای هرمتیک بوده و در یک پوشش بشکل پیچ مونتاز می‌گردد و حداکثر فشار قابل تحمل آن 0.5 bar می‌باشد.

نوع دیگری از روغن نمای چشمی



رله محافظ هرمتیک

### 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

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 پایین 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 بوخپلتس 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

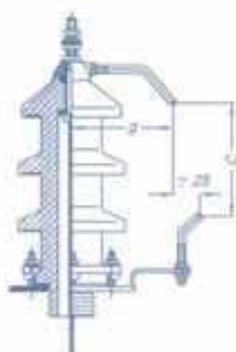
در ترانسفورماتورهای هرمتیک با بالشتک گازی استفاده از رله فشار ناگهانی یا Rapid rise pressure relay نیز جهت حفاظت موثرتر برای توانهای بالا و ترانسفورماتورهای بزرگ توصیه می‌گردد. در صورت بروز هر گونه اتصالی داخلی (مثل اتصال کوتاه و یا اتصال حلقه) فشار روغن سریعاً افزایش یافته که این رله با عکس‌العمل سریع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



رله فشار ناگهانی

### مقره‌های فشار ضعیف و فشار قوی (بوشینگها)

ترانسفورماتورهای روغنی برای ایجاد فاصله عایقی مناسب از محل اتصال کابل یا سینه نسبت به سطح در پوش و اتصال به منبع تغذیه و مصرف کننده مجهز به بوشینگهای فشار ضعیف و قوی می‌باشند. پارامترهای مهم در انتخاب بوشینگها عبارتند از ردیف و لنتاژ، جریان عبوری، رطوبت و آلودگی محیط و شرایط نصب Indoor یا Outdoor. برای تامین پارامترهای ذکر شده بوشینگها یا طول خزش متفاوت بر اساس استاندارد DIN42530، DIN42539، DIN42531، ...، که در دسترس می‌باشند، انتخاب و نصب می‌گردند. بوشینگها از  $Um=12KV$  به بالا طبق استاندارد دارای جرقه‌گیر می‌باشند که تنظیم فاصله جرقه‌گیر با توجه به شرایط محیط نصب مطابق جدول (۱) انجام می‌پذیرد. وظیفه جرقه‌گیرها، حفاظت ترانسفورماتور در مقابل موج و لنتاژهای ناگهانی و اشتعال و لنتاژ اضافی به زمین از طریق بدنه ترانسفورماتور می‌باشد. بنابراین بایستی به تنظیم فواصل آن دقت شود.



جرقه‌گیر



بوشینگ

در فضای آزاد Outdoor			در محل سرپوشیده Indoor			شرایط نصب ترانسفورماتور	
33	20	11	33	20	11	KV	رديف و لئاژ
220	155	85	220	155	85	mm	ع*
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 آییند شدن کامل باید اعمال گردد و لازمست پس از چند هفته مجدداً گشتاور اعمالی کنترل گردد.

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

بوشینگ های 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 بوشینگ های دیگری به نام بوشینگ های 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.



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:

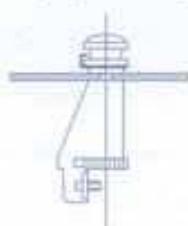
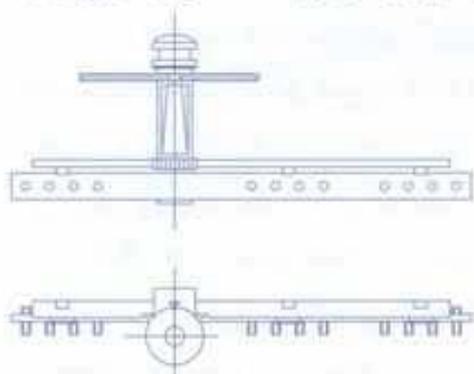
ترانسفورماتورهای 11,33 kV  $2.5\% \times 2 \pm$

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

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

تنظیم و تغییر ولتاژ در طرف فشار ضعیف به ندرت صورت می‌گیرد. بطور عموم ترانسفورماتورهای استاندارد شرکت‌های توزیع ایران ترانسفو 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

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 ولتاژها	25-630	رطوبت گیر 0.5kg
برای کلیه ردیف ولتاژها	800-2000	رطوبت گیر 1kg
برای کلیه ردیف ولتاژها	630-2000	ترمومتر روغن
برای کلیه ردیف ولتاژها	1000-2000	رله بوخهشس
11 و 20 kV 33kV	400-2000 500-2000	جرح
برای کلیه ردیف ولتاژها	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 اکتیویپارت 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 اکتیویپارت 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. نقطه قابل توجه اینکه مخازن کنگره‌ای با توجه به مشخصات مکانیکی تا ۶۵۰ میلی بار تحمل خلا، را داشته و نباید تحت خلا، 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 اکتیویپارت 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 مقوله‌ها 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 (پیر شدگی).

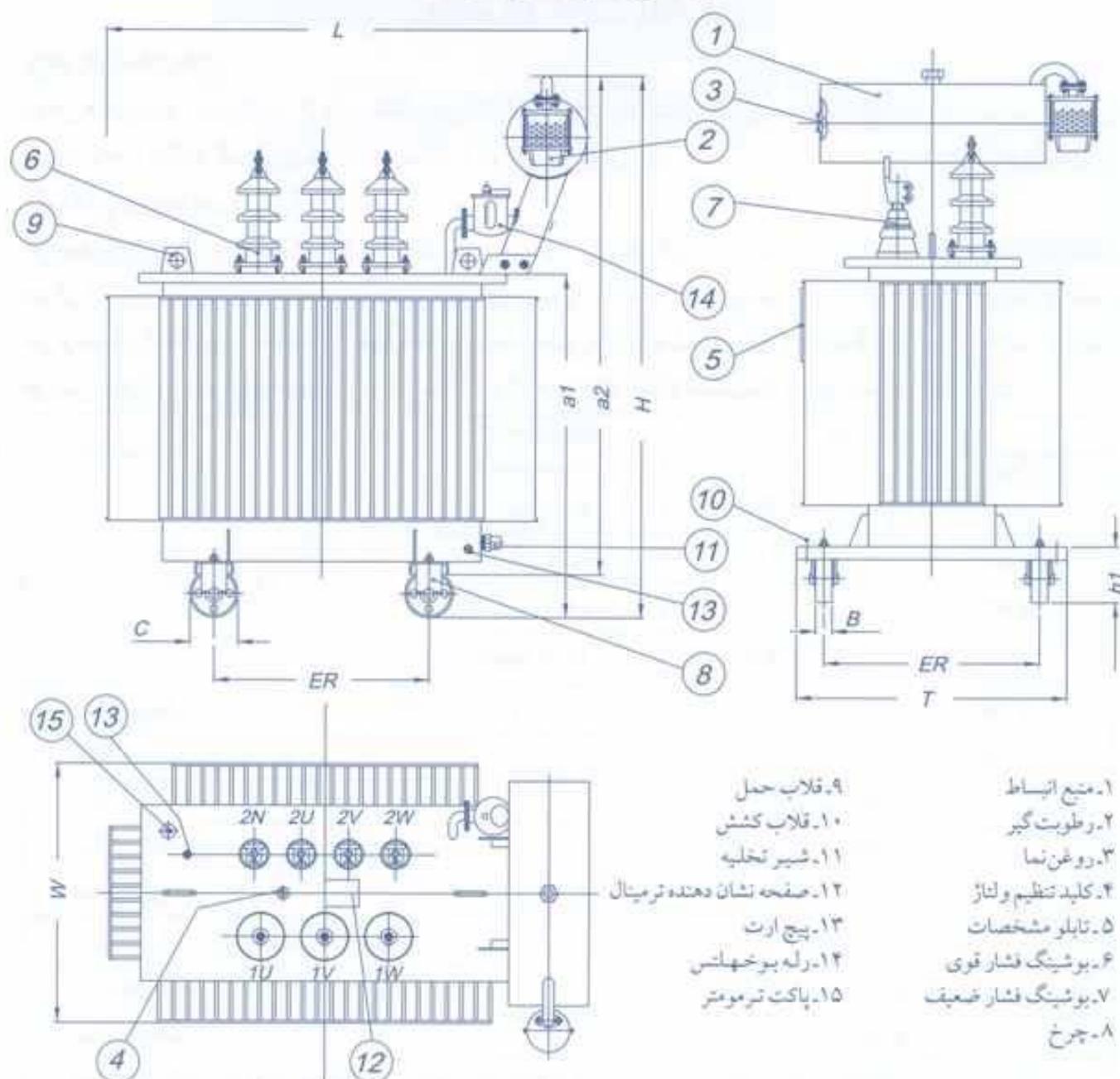
در صورتیکه افزودن روغن به یک ترانسفورماتور در حال کار، بواسطه پایین آمدن سطح روغن (مثلاً ناشی از نمونه گیریهای متوالی) لازم به نظر برسد، استفاده مجدد از روغن تهیه شده توسط سازنده توصیه می شود، اگر چنین امری میسر نباشد، می توانید از راهنماییهای متخصصین ما بهره مند شوید. در صورت نیاز با شماره هایی که ارائه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

کلاس روغن		Mineral Oil Uninhibited	مشخصات فنی
Class I	Class II		
$\leq 40$	$\leq 25$	$20^{\circ}\text{C mm}^2/\text{S}$	گرانروی (ویسکوزیته)
$\leq 16.5$	$\leq 11$	$40^{\circ}\text{C mm}^2/\text{S}$	
$\leq 800$	-	$-15^{\circ}\text{C mm}^2/\text{S}$	
-	$\leq 1800$	$-30^{\circ}\text{C mm}^2/\text{S}$	
$\geq 140$	$\geq 130$		نقطه اشتعال $^{\circ}\text{C}$
$\leq -30$	$\leq -45$		نقطه ریزش روغن $^{\circ}\text{C}$
شفاف و عاری از ذرات			رنگ
$\leq 0.895$			چگالی $\text{Kg}/\text{dm}^3$ در $20^{\circ}\text{C}$
$\leq 0.03$			عدد اسیدی $\text{KOH}/\text{g mg}$
			استقامت الکتریکی $\text{kV}$ (در 2.5 میلیمتر)
$\geq 30$			در داخل بشکه هنگام تحویل
$\geq 50$			بعد از تصفیه
$\leq 0.005$	قبل از تزریق *		تلفات دی الکتریک $(\text{tg}\delta)$ در $90^{\circ}\text{C}$ و فرکانس 40 تا 60 هرتز

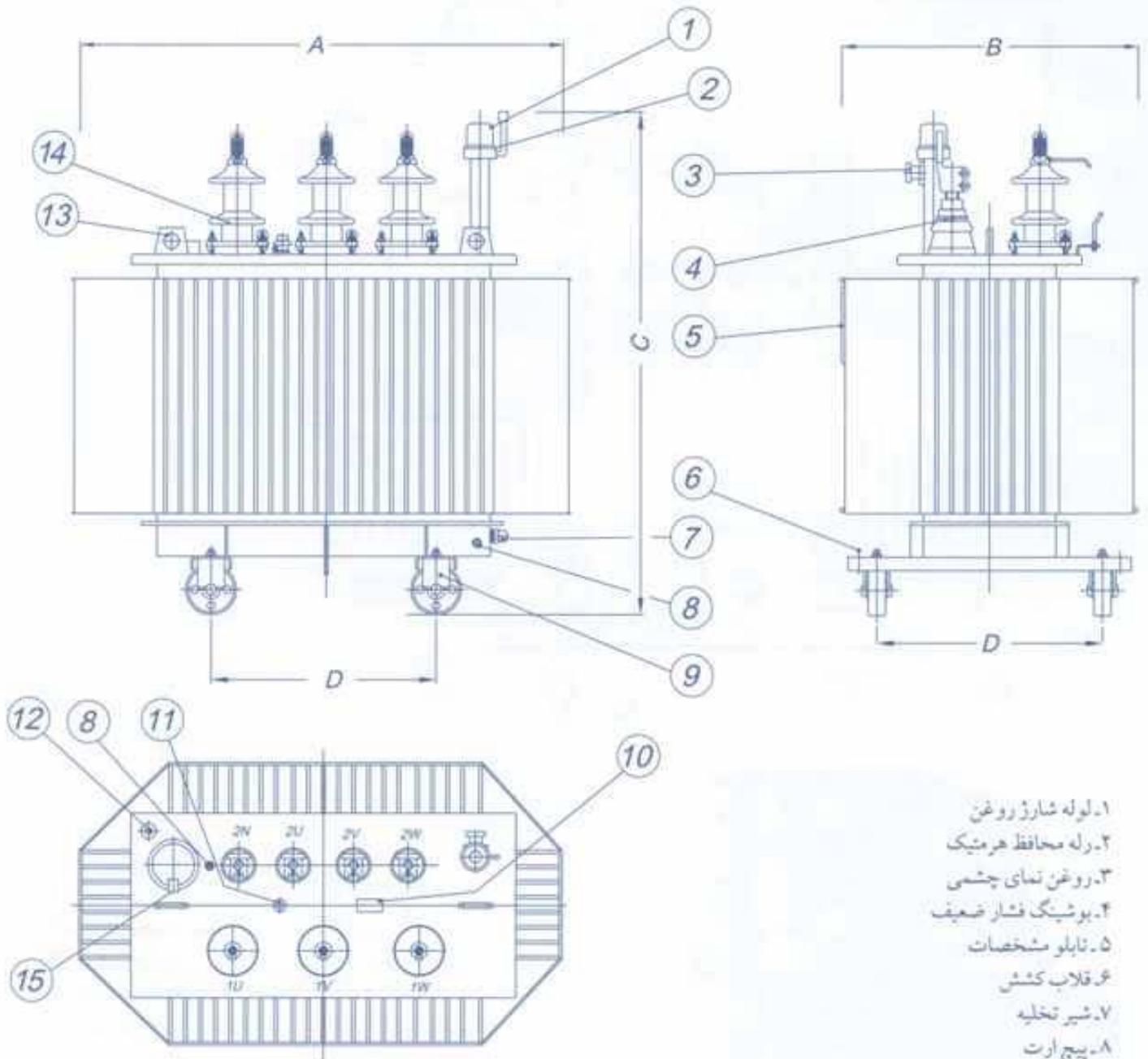
## رنگ

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 ریج 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  $40 \mu\text{m}$  اعمال می گردد. فام رنگ نهایی بر اساس استاندارد داخلی شرکتها یا به درخواست مشتری می باشد.

## ترانسفورماتور با منبع انبساط



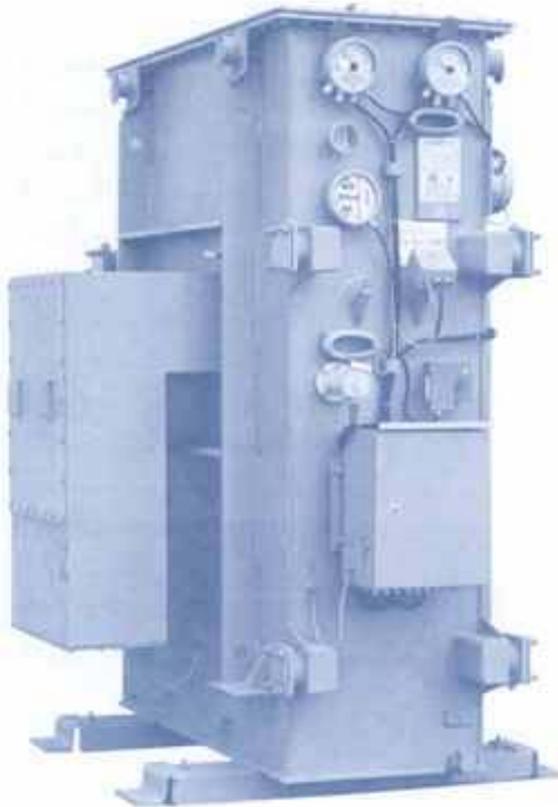
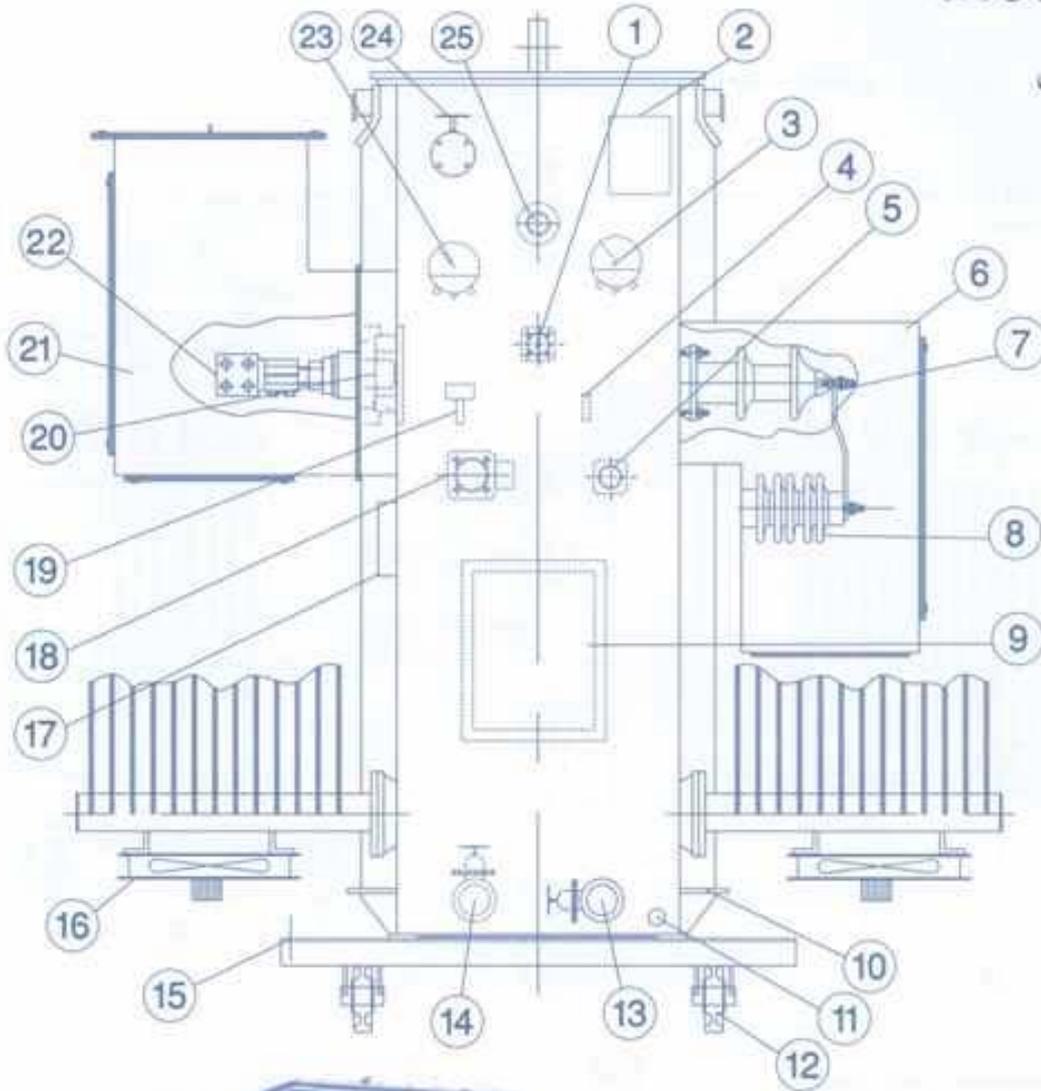
ترانسفورماتور هرمتیک روغنی



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

بخش اول تجهیزات حفاظتی و برخی از اجزاء

### هرمتیک با بالشتک گازی



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