

OIL - IMMERSED DISTRIBUTION TRANSFORMERS

ترانسفورماتورهای توزیع روغنی

- ◀ ترانسفورماتورهای زمینی
- ◀ ترانسفورماتورهای زمینی و کمکی
- ◀ ترانسفورماتورهای یکسوساز
- ◀ ترانسفورماتورهای تک فاز
- ◀ ترانسفورماتورهای دو ولتاژه
- ◀ سایر انواع ترانسفورماتور با کاربردهای متنوع



Iran Transfo Commercial Co. (ITC)



رضایت مشتری سرمایه ماست



شرکت بازرگانی ایران ترانسفو

www.itc-co.com



ترانسفورماتور توزیع زنگان



ترانسفورماتورسازی کوشکن



ایران ترانسفو ری



ایران ترانسفو گروه

www.iran-transfo.com



www.iran-transfo.com
IRAN TRANSFO CORPORATION

دفتر فروش شرکت بازرگانی ایران ترانسفو:

تهران، خیابان سیدجمال الدین اسدآبادی، خیابان سوم، شماره ۲۳ کدپستی: ۱۴۳۳۶۳۳۷۳۱
تلفن: ۹-۸۸۷۲۳۳۳۷ - ۰۲۱ (۹۸)+ فاکس: ۸۸۷۱۶۱۱۷ - ۰۲۱ (۹۸)+ Email: info@itc-co.com

شرکت خدمات پس از فروش ایران ترانسفو:

زنجان، شهرک صنعتی شماره یک (علی آباد)، نیش خیابان مرداد کدپستی: ۴۵۳۳۱۴۴۵۵۱
تلفن: ۵۲-۳۲۲۲۱۳۴۷ - ۰۲۴ (۹۸)+ فاکس: ۳۲۲۲۱۳۵۳ - ۰۲۴ (۹۸)+

شرکت ایران ترانسفو پیشرو در تولید ترانسفورماتورهای توزیع روغنی تک فاز و سه فاز، در سال ۱۳۴۶ تحت لیسانس شرکت زیمنس آلمان تاسیس گردید.

پس از سالها تجربه موفق در تولید بیش از ۳۰۰،۰۰۰ دستگاه انواع مختلف ترانسفورماتور، هم اکنون تکنولوژی جدید تولید ترانسفورماتورهای توزیع با کیفیت بالا با ظرفیت ۱۲،۰۰۰ مگا ولت آمپر، ۴۵،۰۰۰ دستگاه در سال با مشخصات فنی ذیل فراهم گردیده است:

توان : ۲۵ تا ۵۰۰۰ کیلو ولت آمپر

ولتاژ : تا ۳۶ کیلو ولت

که با دو نوع مخزن با منبع انبساط و هرمتیک (بدون منبع انبساط) تولید می گردند. همچنین توانایی طراحی و تولید ترانسفورماتورهای ویژه از قبیل ترانسفورماتورهای زمین، ترانسفورماتورهای کمکی و زمین، ترانسفورماتورهای یکسو ساز، ترانسفورماتورهای تک فاز، ترانسفورماتورهای دو ولتاژ و سایر انواع مختلف ترانسفورماتورها برای کاربردهای متنوع در این شرکت وجود دارد. مشخصات فنی ترانسفورماتورها بر اساس آخرین نسخ استانداردهای بین المللی IEC, DIN, BS یا استانداردهای محلی طبق درخواست می باشد.

از طرف دیگر، کیفیت محصولات بر اساس استاندارد مدیریت کیفیت بین المللی ISO ۹۰۰۱:۲۰۰۰ گارانتی شده است.

گروه ایران ترانسفو هم اکنون دارای سه شرکت تولید ترانسفورماتورهای توزیع روغنی دارد که بشرح ذیل است :

ایران ترانسفوری

توزیع ایران ترانسفو زنگان

ترانسفورماتور سازی کوشکن



شرکت توسعه

پستهای ایران ترانسفو

فهرست مطالب

۲	مقدمه
۳	طراحی ترانسفورماتورهای توزیع
۴	هسته مغناطیسی
۴	سیم پیچها
۴	خشک کردن اکتیوپارت
۵	روغن
۵	مخزن و درپوش
۵	منبع انبساط
۶	رنگ آمیزی ، تمیزکاری و پوشش دهی
۶	تجهیزات ترانسفورماتور و دستگاههای حفاظتی
۷	تجهیزات مخصوص ترانسفورماتور هرمتیک
۷	آزمایش ها
۸	مشخصات ترانسفورماتورهای نرمال

ترانسفورماتورهای توزیع روغنی

گروه
ایران ترانسفو
www.iran-tansfo.com

**IRAN TRANSFO
CORPORATION**

طراحی ترانسفورماتورها بر اساس استانداردهای مربوطه و مدارک فنی شرکت ایران ترانسفو همچنین مشخصات فنی درخواستی مشتری انجام می شود. این کار در دو بخش محاسبات الکتریکی و طراحی مکانیکی ترانسفورماتورها و در قالب تیمها و گروههای کاری با تجربه در دفاتر مهندسی شرکت انجام می شود. برای این منظور از برنامه های کامپیوتری مناسبی جهت تحلیل و بهینه سازی استفاده می گردد. محصولات گروه ایران ترانسفو از نظر ساختار مکانیکی و سیستم محافظت روغن به صورت زیر تقسیم بندی می شوند:



۱ سیستم باز یا کنسرواتوری

مخزن این ترانسفورماتورها بصورت کنگره ای شکل است، که سطوح خنک کنندگی ترانسفورماتورها را تشکیل می دهند.

۲ سیستم هرمتیک روغنی

این ترانسفورماتورها دارای سیستم بسته ای بوده، بدین معنی که روغن ترانسفورماتور با هوای محیط و رطوبت موجود در آن در تماس نمی باشد. مخزن این ترانسفورماتورها دارای سطوح خنک کنندگی کنگره ای شکل و الاستیک می باشد.

۳ سیستم هرمتیک با بالشتک گازی

این ترانسفورماتورها نیز دارای سیستم بسته هستند با این تفاوت که بالای سطح روغن فضایی از گاز بی اثر نیتروژن (ازت) قرار دارد

ترانسفورماتورهای هرمتیک

ترانسفورماتورهایی که دارای سیستم بسته هستند (یا اصطلاحاً ترانسفورماتورهای هرمتیک) بخاطر مزایای نسبی که دارند، مورد توجه خاص قرار گرفته اند. ساختار این ترانسفورماتورها بگونه ای است که از تماس روغن با هوای محیط و جذب رطوبت توسط آن جلوگیری می کند. این موضوع موجب عدم بروز پدیده اکسیداسیون در روغن و در نتیجه حفظ خواص عایقی آن شده، همچنین در عملکرد ترانسفورماتور و افزایش کارایی آن و کاهش سرویسهای دوره ای و مراقبتهای معمول تاثیر بسیاری دارد. بعبارت دیگر می توان گفت که هیچگونه نگهداری و مراقبت ویژه ای در طول عمر ترانسفورماتور مورد نیاز نمی باشد. استفاده از ترانسفورماتورهای هرمتیک برای مناطق ساحلی و مرطوب و مناطقی که امکان سرویس و نگهداری ترانسفورماتور به راحتی میسر نمی باشد، همچنین مناطقی که محدودیت ابعادی برای ترانسفورماتور وجود دارد توصیه می شود. در ترانسفورماتورهای هرمتیک روغنی مخزن ترانسفورماتور کاملاً از روغن پر می شود، انبساط و انقباض روغن که ناشی از افزایش و یا کاهش دما در حین کارکرد ترانسفورماتور می باشد، توسط پره ها یا سطوح خنک کنندگی کنگره ای شکل که خاصیت الاستیک و ارتجاعی دارند جذب می شود. بعبارت دیگری می توان گفت در این ترانسفورماتورها حجم مخزن متغیر می باشد. ندر ترانسفورماتورهای هرمتیک با بالشتک گازی از یک حجم گاز بی اثر مثل نیتروژن (ازت) بالای سطح روغن استفاده می شود. در این ترانسفورماتورها اکتیوپارت یا قسمت فعال ترانسفورماتور کاملاً در روغن غوطه ور می باشد و مخزن این ترانسفورماتورها نیز با دیواره های صاف و صلب بوده و سطوح خنک کنندگی بصورت رادیاتوری می باشد. در ترانسفورماتورهای هرمتیک با بالشتک گازی معمولاً پوشینگها و تجهیزات حفاظتی روی دیواره های مخزن قرار دارند.

هسته مغناطیسی



هسته ترانسفورماتورها از ورقهای فولاد سیلیکونی نورد سرد شده با تلفات هیت‌ریزیس کم و در ضخامت های ۰/۳ یا ۰/۲۷ میلی‌متر ساخته می‌شود. این ورقها در دو طرف دارای پوشش عایقی جهت افزایش مقاومت الکتریکی و کاهش تلفات جریانهای گردابی می‌باشند. جهت حصول مناسب ترین شرایط برای شار مغناطیسی خصوصاً در محل اتصال یوغها به بازوها موارد زیر لحاظ می‌گردد:

- حداکثر چگالی شار در حدود ۱/۶-۱/۷ تسلا می‌باشد.
- چیدمان ورقها بصورت پله ای step-lap است.
- زاویه برش در محل اتصال یوغها به بازوها ۴۵ درجه می‌باشد.



برش و چیدمان ورقهای هسته توسط دستگاههای تمام اتوماتیک GEORG که دارای بالاترین دقت و کیفیت در سطح جهان می‌باشد، انجام می‌شود. نهایتاً ورقهای بریده و چیده شده توسط چهارچوبهای بالا و پایین هسته کاملاً مهار شده بنحوی که نیروهای اتصال کوتاه سیم پیچها را به خوبی تحمل نماید. تاثیر نحوه چیدمان step-lap در مقایسه با روش سنتی over lap کاهش جریان بی باری ترانسفورماتور به میزان حدود ۳۰٪ کاهش تلفات بی باری در حدود ۱۰٪ و همچنین کاهش سطح غذای ترانسفورماتور در حدود 3dB می‌باشد.

می‌باشد، انجام می‌شود. نهایتاً ورقهای بریده و چیده شده توسط چهارچوبهای بالا و پایین هسته کاملاً مهار شده بنحوی که نیروهای اتصال کوتاه سیم پیچها را به خوبی تحمل نماید. تاثیر نحوه چیدمان step-lap در مقایسه با روش سنتی over lap کاهش جریان بی باری ترانسفورماتور به میزان حدود ۳۰٪ کاهش تلفات بی باری در حدود ۱۰٪ و همچنین کاهش سطح غذای ترانسفورماتور در حدود 3dB می‌باشد.

سیم پیچ ها



سیم پیچی فشار ضعیف (LV) معمولاً از فویل و یا سیم تخت مسی با عایق کاغذی پیچیده می‌شود. در سیم پیچهای فویلی از نوعی کاغذ چسب دار (D.D.P) به عنوان عایق بین لایه های فویل استفاده می‌شود که در طی فرایند کوره، باعث صلب و یکپارچه شدن سیم پیچ شده بنحوی که در برابر نیروهای اتصال کوتاه کاملاً مقاوم می‌گردد

همچنین این نوع سیم پیچها بدلیل یکپارچه بودن فویل در جهت محور سیم پیچ و لذا عدم استفاده از عایق در این راستا دچار فشردگی محوری نشده و تحمل بسیار خوبی در برابر نیروهای اتصال کوتاه دارد. در ضمن فرم استوانه ای سیم پیچ هم بیشترین استقامت را در مقابل نیروهای شعاعی اتصال کوتاه ایجاد می‌نماید. از سوی دیگر سیم پیچی فشار قوی (HV) معمولاً از سیم گرد لاکه ویاسیم تخت با عایق کاغذی و به شکل لایه ای و یا دیسکی (بشقابی) ساخته می‌شود. محل خروج سر سیم پله های تنظیم ولتاژ با شمارش دقیق تعداد دور توسط ماشینهای سیم پیچی تعیین می‌گردد. طراحی و اجرای ساختار عایقی سیم پیچها بنحوی است که استقامت لازم برای تستهای دی الکتریک استاندارد را برآورده می‌نماید. مواد عایقی مورد استفاده با پایه سلولزی و دارای کلاس A بوده و تحمل دمای 105°C را بطور پیوسته دارند.



همچنین این نوع سیم پیچها بدلیل یکپارچه بودن فویل در جهت محور سیم پیچ و لذا عدم استفاده از عایق در این راستا دچار فشردگی محوری نشده و تحمل بسیار خوبی در برابر نیروهای اتصال کوتاه دارد. در ضمن فرم استوانه ای سیم پیچ هم بیشترین استقامت را در مقابل نیروهای شعاعی اتصال کوتاه ایجاد می‌نماید. از سوی دیگر سیم پیچی فشار قوی (HV) معمولاً از سیم گرد لاکه ویاسیم تخت با عایق کاغذی و به شکل لایه ای و یا دیسکی (بشقابی) ساخته می‌شود. محل خروج سر سیم پله های تنظیم ولتاژ با شمارش دقیق تعداد دور توسط ماشینهای سیم پیچی تعیین می‌گردد. طراحی و اجرای ساختار عایقی سیم پیچها بنحوی است که استقامت لازم برای تستهای دی الکتریک استاندارد را برآورده می‌نماید. مواد عایقی مورد استفاده با پایه سلولزی و دارای کلاس A بوده و تحمل دمای 105°C را بطور پیوسته دارند.

خشک کردن اکتیوپارت

اکتیوپارت تکمیل شده (مجموعه هسته و سیم پیچی بسته شده به درپوش) قبل از قرار گرفتن در مخزن و شارژ روغن باید خشک شود، زیرا رطوبت باقیمانده در مواد عایقی داخل اکتیوپارت نه تنها احتمال مردود شدن ترانسفورماتور در تستهای عایقی را افزایش می‌دهد، بلکه می‌تواند با کاهش استقامت الکتریکی و مشخصات روغن عم ترانسفورماتور را نیز کاهش دهد. برای این منظور از کوره های خشک کن هوای گرم/خلاء و یا از کوره های جدید تزریق جریان با فرکانس پایین (LFH) با تکنولوژی شرکت MICAFIL استفاده می‌شود. در روش LFH، گرمای لازم برای خشک کردن مواد عایقی اکتیوپارت از طریق تلفات حرارتی در سیم پیچهای اتصال کوتاه شده ایجاد می‌گردد. سیستمهای پیشرفته کنترل میکروپروسسوری، مقدار جریان تزریقی به سیم پیچها را بنحوی تنظیم می‌کند که دمای مواد عایقی از حد مجاز افزایش نیافته و نیز فرکانس جریان تا حد ممکن کاهش یابد. به این ترتیب با توجه به قانون Paschen مقدار ولتاژ اعمالی تا حدی کاهش می‌یابد که بیشترین استقامت عایقی را ایجاد نماید. مزایای عمده این تکنولوژی جدید عبارتند از:

- بهترین حالت رطوبت زدایی و کنترل دمای عایقها
- انتقال حرارت از داخل سیم پیچها به سمت بیرون اکتیوپارت
- کوتاه بودن زمان فرایند رطوبت زدایی
- امکان خشک کردن همزمان اکتیوپارتهای غیر یکسان در یک کوره



روغن در ترانسفورماتور به عنوان مایع خنک کننده و عایق استفاده می شود. روغنهای مورد استفاده به طور معمول از نوع روغن معدنی و مطابق استاندارد IEC 60296 می باشد و در صورت درخواست خریدار از روغنهای سینتتیک مانند روغنهای سیلیکونی یا MDEL که دارای نقطه اشتعال (flash point) بالاتری هستند، نیز استفاده می گردد.

مخزن و درپوش

مخزن ترانسفورماتورهای توزیع علاوه بر اینکه قسمت فعال یا اکتیو پارت ترانسفورماتور و روغن دی الکتریک را در خود جای داده وظیفه خنک کنندگی ترانسفورماتور را نیز انجام می دهد. مخزن از سه قسمت اصلی کل، دیواره ها و قاب که توسط عملیات جوشکاری به یکدیگر متصل شده اند تشکیل شده است. در پوش مخزن نیز توسط پیچ و مهره هایی به قسمت قاب مخزن متصل شده و با واشر لاستیکی آب بندی می شود. سطوح خنک کنندگی یا همان دیواره های مخزن بصورت سطح صاف و یا سطوح کنگره ای شکل که اصطلاحاً پره نیز گفته می شوند، نقش اصلی در خنک کاری ترانسفورماتور را بعهده دارند. روغن در داخل مخزن و داخل مجرای پره ها بصورت جابجایی آزاد، همچنین هوای محیط نیز بصورت جابجایی آزاد مابین پره ها وظیفه خنک کنندگی خود را انجام می دهند (حالت ONAN). تعداد و مشخصات ابعادی پره های خنک کنندگی مخزن طوری انتخاب می شود که دفع حرارتی مورد نظر برای ترانسفورماتور را تامین نمایند. در ترانسفورماتورهای توزیع با توان کم بعلت تلفات حرارتی ناچیز، دیواره مخزن بصورت سطح صاف است و نیاز به پره خنک کننده ندارد.

بسته به قدرت ترانسفورماتور، دفع حرارتی و استحکام مکانیکی مورد نیاز مخزن ترانسفورماتور ممکن است بصورت دیواره های صاف مجهز به رادیاتورهای جداشونده طراحی و ساخته شود.



در این صورت مخزن با استفاده از تقویت هایی که انجام می شود قابلیت تحمل خلاء را خواهد داشت. در قسمت تحتانی مخازن ترانسفورماتورهای توزیع یا کف مخزن، شیبر تخلیه و نمونه برداری روغن و پیچ ارت M12 در نظر گرفته می شود. پیچ ارت دیگری نیز روی درپوش و در نزدیکی بوشینگ نوترال وجود دارد. از طریق دو عدد شاسی که به کف مخزن جوشکاری می شود، امکان نقل و انتقال ترانسفورماتور توسط چهار عدد چرخ مهیا می گردد.

فاصله چرخها مطابق استاندارد بسته به قدرت ترانسفورماتور مقادیر مشخصی می باشد. کلیه اجزاء مخزن توسط عملیات جوشکاری به یکدیگر متصل شده و

آببندی درزهای جوشکاری بوسیله اشعه ماوراء بنفش کنترل می شود. درپوش مخزن از ورق ساده فولادی با لبه های خم کاری شده و یا صاف ساخته می شود. یک غلاف مخصوص ترمومتر روغن و دو عدد قلاب حمل ترانسفورماتور روی درپوش در نظر گرفته می شود. در ترانسفورماتورهای هرمتیک روغنی معمولاً روی درپوش یک لوله جهت هواگیری از بوشینگها و تنظیم سطح روغن نصب می گردد. به این لوله اصطلاحاً لوله تزریق نیز می گویند.

منبع انبساط

در ترانسفورماتورهای معمول جهت جبران انبساط و انقباض روغن در حالت افزایش و یا کاهش دمای روغن ترانسفورماتور از منبع انبساط استفاده می شود. در ترانسفورماتورهای ۲۰ کیلوولت تا قدرت ۲۵۰ کیلوولت آمپر منبع انبساط در سمت طولی (فشار ضعیف) قرار می گیرد و از قدرت ۳۱۵ کیلوولت آمپر به بالا در سمت ظرفی (طرف راست در دید از سمت فشار قوی) قرار داده می شود. اما در ترانسفورماتورهای ۳۳ کیلو ولت تا قدرت ۶۳۰ کیلوولت آمپر منبع انبساط در سمت طولی (فشار ضعیف) و از قدرت ۸۰۰ کیلوولت آمپر به بالا در سمت ظرفی (طرف راست در دید از سمت

فشار قوی) قرار می گیرد. معمولاً از یک روغن نما در دیواره جانبی منبع انبساط و یک دستگاه رطوبت گیر در طرف دیگر منبع انبساط استفاده می شود تا از ورود هوای آلوده و مرطوب به داخل منبع جلوگیری نماید. اندازه و حجم منبع انبساط به ابعاد مخزن و تغییرات دمایی روغن ترانسفورماتور در هنگام بهره برداری بستگی دارد. روغن منبع انبساط از طریق لوله ای به مخزن ارتباط داده می شود.

بدین ترتیب روغن داخل مخزن براحتی به طرف منبع انبساط و یا بالعکس منتقل خواهد شد. در صورت نیاز از یک رله بوخهلتس در این مسیر استفاده می شود. در قسمت فوقانی منبع انبساط ترانسفورماتورهای توزیع یک دریچه جهت هواگیری از منبع انبساط و همچنین ایجاد یک مسیر برگشتی در هنگام تصفیه روغن، قرار داده می شود.





کلیه قطعات فلزی ترانسفورماتور در مراحل کاری مناسب تحت عملیات تمیزکاری از قبیل سنگ زنی و ساچمه زنی قرار گرفته و پس از اطمینان از ایجاد یک سطح تمیز با قابلیت رنگ آمیزی قابل قبول به مرحله نقاشی فرستاده می شوند . ساچمه زنی مخزن ترانسفورماتورهای توزیع در کابین مخصوص انجام می شود . این عمل علاوه بر اینکه موجب تمیز شدن سطح مخزن از زنگ زدگی ها و چربی ها می شود ، باعث از بین رفتن تنشهای پسماند ناشی از فرایندهای تولید و جوشکاری نیز می گردد ، که به نوبه خود تاثیر بسزایی در افزایش عمر مخزن و کاهش نشستی های روغن خواهد داشت . بسته به شرایط جوی محل نصب ترانسفورماتور و به درخواست مشتری امکان گالوانیزه نمودن مخازن ترانسفورماتورهای توزیع و یا رادیاتورهای خنک کننده ترانسفورماتور وجود دارد . کلیه پیچها و مهره ها و واشرهای ترانسفورماتور که در معرض شرایط جوی قرار دارند ، دارای پوشش گالوانیزه می باشند . رنگ آمیزی ترانسفورماتورهای توزیع به روشهای پاششی و الکترواستاتیک انجام می شود . در روش پاششی سه لایه رنگ روی سطوح خارجی ترانسفورماتور پاشیده می شود . هر کدام از لایه ها به ضخامت ۴۰ میکرون و در مجموع حداقل ۱۲۰ میکرون می باشد . جهت جلوگیری از زنگ زدگی داخل منبع انبساط با لاک مخصوص پوشش داده می شود . نوع رنگ ترانسفورماتور طوری انتخاب شده که در بدترین شرایط جوی از مقاومت مناسبی برخوردار باشد . معمولاً از رنگ اپوکسی با رنگ دانه های زینک ریج یا زینک فسفات بعنوان لایه اول و آستری ، رنگ اپوکسی برای لایه میانی و رنگ پلی اورتان برای لایه نهایی استفاده می شود . در رنگ آمیزی به روش الکترواستاتیک یک لایه رنگ پودری به ضخامت حداقل ۸۰ میکرون روی سطح ایجاد شده و سطح رنگ در این روش نسبتاً براق است . معمولاً فام رنگ در روش پاششی RAL7038 (طوسی روشن) و در روش الکترواستاتیک RAL7032 می باشد ، البته با توجه به درخواست مشتری فام رنگ مورد نظر قابل اعمال خواهد بود .

تجهیزات ترانسفورماتور و دستگاههای حفاظتی

۳) دستگاه رطوبت گیر

همانطور که قبلاً اشاره شد بر روی کلیه ترانسفورماتورهایی که دارای منبع انبساط هستند از یک دستگاه رطوبت گیر که در سمت دیواره جانبی منبع انبساط قرار می گیرد استفاده می شود . رطوبت گیر از ورود هوای مرطوب و کثیف به داخل منبع انبساط جلوگیری نموده و در نتیجه در عملکرد ترانسفورماتور و افزایش عمر مفید آن تاثیر بسزایی دارد . دستگاه رطوبت گیر دارای یک محفظه شیشه ای مخصوص سیلیکاژل در حالت خشک آبی رنگ بوده و به مرور زمان پس از جذب رطوبت به رنگ صورتی تغییر می یابد . در اینصورت می بایست بلورهای تازه و خشک را جایگزین بلورهای مرطوب نمود و یا با خشک نمودن بلورهای مرطوب در دمای ۱۲۰ °C الی ۱۵۰ °C مجدداً از آنها استفاده کرد .

۴) رله بوخهلتس :

بر روی کلیه ترانسفورماتورهای توزیع با قدرت بیشتر از ۳۱۵ کیلو ولت آمپر امکان نصب رله بوخهلتس وجود دارد و برای ترانسفورماتورهای با توان ۱۰۰۰ کیلو ولت آمپر به بالا استفاده از آن توصیه می شود . این رله در مسیر لوله رابط بین منبع انبساط و مخزن ترانسفورماتور نصب می گردد و معایب داخلی و کاهش سطح روغن را کنترل می کند . خطاهای داخلی از قبیل اتصال زمین ، جرقه بین قسمتهای تحت ولتاژ و هسته و اتصال حلقه در سیم پیچ ها قابل تشخیص توسط این رله بوده و با استفاده از کنتاکتهای آلارم و قطع آن می توان به سرعت و بطور اتوماتیک ترانسفورماتور را از مدار خارج نمود .

۱) کلید تنظیم ولتاژ :



کلید تنظیم ولتاژ در ترانسفورماتورهای توزیع از نوع قابل تغییر با خارج نمودن از مدار (Off Circuit) بوده و انشعابات آن از سیم پیچ اولیه یا فشار قوی گرفته می شود . دسته کلید تنظیم ولتاژ معمولاً روی در پوش ترانسفورماتور قرار دارد و براحتی می توان با آزاد نمودن قفل آن ، تنظیمات مورد نیاز را انجام داد . مشخصات مورد لزوم جهت انشعابات و حالات مختلف کلید تنظیم ولتاژ روی پلاک مشخصات ترانسفورماتور درج می گردد . محدوده تغییرات ولتاژ در ترانسفورماتورهای توزیع به صورت زیر می باشد :



در کلیه ترانسفورماتورهای ۱۱ و ۳۳ کیلو ولت برابر ۲/۵% ± در ترانسفورماتورهای ۲۰ کیلو ولت: تا قدرت ۲۰۰ کیلو ولت آمپر ۴% ± و از قدرت ۲۵۰ تا قدرت ۲۵۰۰ برابر ۵% ± در ترانسفورماتورهای هرمتیک با بالشتک گازی معمولاً دستگاه کلید تنظیم ولتاژ در روی دیواره طولی ترانسفورماتور و سمت بوشینگهای فشار قوی قرار داده می شود .

۲) بوشینگهای فشار قوی و ضعیف



در ترانسفورماتورهای توزیع معمولاً از بوشینگهای استاندارد DIN استفاده می شود . بوشینگهای فشار ضعیف مطابق استاندارد DIN42530 و بوشینگهای فشار قوی مطابق استاندارد DIN42531 ، البته بسته به نیاز و یا در صورت درخواست مشتری انواع بوشینگها از جمله بوشینگهای رزینی فشار قوی plug-in مطابق استاندارد EN50180 و بوشینگهای رزینی یک پارچه monoblock فشار ضعیف مطابق BS2562 قابل نصب می باشد .

ترمو متر روغن

این وسیله جهت اندازه گیری دمای روغن ترانسفورماتور استفاده می شود به همین منظور معمولاً در گرمترین منطقه و روی در پوش قرار داده می شود. در شرایط خاص و ترانسفورماتورهای هرمتیک با بالشتک گازی ترمومتر روغن روی دیواره مخزن نصب می شود. این وسیله دارای دو میکروسویچ است که با تنظیم در دماهای مورد نظر فرمان آلارم و قطع می دهد.

روغن نمای مغناطیسی



این وسیله برای اندازه گیری سطح روغن منبع انبساط روی دیواره جانبی آن نصب می گردد و در محدوده دمای حداقل و حداکثر و همچنین 20°C مدرج شده است. در صورت درخواست مشتری نوع کنتاکتدار آن قابل نصب می باشد.

سایر تجهیزات

تجهیزات معمول در ترانسفورماتورهای توزیع عبارتند از دو قلاب حمل که روی در پوش قرار دارد، چهار عدد چرخ بسته به توان ترانسفورماتور در قطر $\Phi 200$, $\Phi 150$ میلی متر، شیر تخلیه و نمونه برداری روغن مطابق استاندارد DIN42551. البته سایر تجهیزات به درخواست مشتری قابل تامین، طراحی و تولید می باشد که می توان به موارد زیر اشاره نمود:

- ترمومتر سیم پیچ
- ترانسفورماتور جریان (CT)
- برای حفاظت یا اندازه گیری
- پایه کشش skid base
- پایه های جک Jacking pads
- تابلو فرمان
- جعبه کابل برای سمت فشار قوی یا ضعیف
- باسداکت برای سمت فشار ضعیف



تجهیزات مخصوص ترانسفورماتورهای هرمتیک

همانطور که قبلاً هم اشاره شد در ترانسفورماتورهای هرمتیک روغنی معمولاً از یک لوله که روی در پوش قرار دارد جهت تامین سطح مناسب روغن برای هواگیری از بوشینگها و همچنین تزریق روغن در موارد لزوم استفاده می شود. در صورت درخواست مشتری می توان روغن نمای چشمی یا روغن نمای مغناطیسی نیز به لوله تزریق متصل نمود

تجهیزات حفاظتی مرسوم برای ترانسفورماتورهای هرمتیک روغنی عبارتند از:

محافظ هرمتیک
این وسیله مجهز به نشان دهنده سطح روغن با یک کنتاکت و محفظه مخصوص گازهای ایجاد شده در داخل ترانسفورماتور و دارای امکان نمونه برداری از آنها بوده و روی لوله تزریق نصب می شود.

رله ترکیبی یا چند منظوره DMCR و یا DGPT2

این رله می تواند اندازه گیری سطح روغن، فشار و دمای روغن ترانسفورماتور را بطور همزمان انجام داده و همه این قابلیتها بصورت یک مجموعه در یک دستگاه خلاصه شده اند این وسیله دارای دو کنتاکت برای اضافه دمای روغن (آلارم و تریپ) و یک کنتاکت تریپ برای اضافه فشار همچنین کاهش سطح روغن می باشد. در صورت درخواست مشتری قابل تامین و نصب روی در پوش ترانسفورماتور می باشد. در ترانسفورماتورهای هرمتیک با بالشتک گازی علاوه بر تجهیزات نرم ترانسفورماتورهای معمولی از یک فشارسنج جهت تنظیم و اندازه گیری مقدار فشار گاز ازت و یک شیر جهت تزریق گاز استفاده می شود، همچنین رله فشارناگهانی (sudden pressure relay) که روی دیواره مخزن نصب می شود برای ترانسفورماتورهای با قدرت بالاتر از 1000kVA مناسب بوده و می تواند بروز معایب داخلی مثل جرقه یا اتصال حلقه که منجر به افزایش دما و در نتیجه فشار ناگهانی در روغن می شود را تشخیص داده و فرمان قطع ارسال نماید در حقیقت یکی از قابلیتهای رله بوخلتس که تشخیص موج روغن می باشد در این رله گنجانده شده است. در ترانسفورماتورهای هرمتیک وله ای و بالشتک گازی می توان از شیرهای فشار شکن بدون کنتاکت و یا کنتاکتدار استفاده نمود.

آزمایشها

به منظور تایید مشخصات فنی و مقادیر گارانتی شده، ترانسفورماتور تحت آزمایشاتی که به انواع آزمایشهای سری (routine)، نوعی (type) و ویژه (special) تقسیم شده، قرار می گیرد.

- آزمایشهای سری (Routine tests)

- مطابق استاندارد IEC60076 تستهای زیر بر روی هر دستگاه ترانسفورماتور تولیدی انجام و گواهی آن صادر می شود:
- الف- اندازه گیری مقاومت سیم پیچها
- ب - اندازه گیری نسبت تبدیل ولتاژ و کنترل گروه برداری
- ج - اندازه گیری امپدانس اتصال کوتاه (UK%) و تلفات بار
- د - اندازه گیری جریان و تلفات بی باری
- ه - تستهای روتین عایقی شامل تست اضافه ولتاژ اعمالی (ACSD) بر روی هر یک از سیم پیچها و تست اضافه ولتاژ القایی با دو برابر ولتاژ نامی

- آزمایشهای نوعی (Type tests)

- هرگاه برای تولید تعداد زیادی از یک تیپ ترانسفورماتور از طرح جدیدی استفاده شود، جهت اطمینان از صحت طراحی، آزمایشات زیر بر روی حداقل یک دستگاه انجام می شود:
- الف - آزمایش جهشهای حرارتی
- ب - آزمایش ولتاژ ضربه صاعقه

- آزمایشهای ویژه (Special tests)

- آزمایشهای ویژه شامل هر آزمایشی غیر از آزمایشات سری و نوعی بوده که در صورت درخواست خریدار و براساس قرارداد انجام می شود. برخی از این آزمایشات عبارتند از:
- الف - اندازه گیری امپدانس توالی صفر
- ب - اندازه گیری سطح صدا طبق IEC 60551
- ج - آزمایش استقامت در برابر اتصال کوتاه واقعی که فقط در برخی آزمایشگاهها مانند CESI و یا KEMA قابل انجام می باشد.



Technical Specification of Standard Transformers (20/0.4 kv)															
Type	TSUN 4444	TSUN 4744	TSUN 5044	TSUN 5344	TSUN 5444	TSUN 5544	TSUN 5644	TSUN 5744	TSUN 5844	TSUN 5944	TSUN 6044	TSUN 6144	TSUN 6244	TSUN 6344	
Rated power (kVA)	25	50	100	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	
Rated HV/LV voltage (kV)	20/0.4	20/0.4	20/0.4	20/0.4	20/0.4	20/0.4	20/0.4	20/0.4	20/0.4	20/0.4	20/0.4	20/0.4	20/0.4	20/0.4	
Taps in HV (%)	+4	+4	+4	+4	+5	+5	+5	+5	+5	+5	+5	+5	+5	+5	
Rated Frequency (Hz)	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	
Vector Group	Yzn5	Yzn5	Yzn5	Yzn5	Dyn5	Dyn5	Dyn5	Dyn5	Dyn5	Dyn5	Dyn5	Dyn5	Dyn5	Dyn5	
Short Circuit Voltage (%)	4	4	4	4	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	
Max. Ambient Temp. (°C)	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	
Max Altitude above Sea Level (m)	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	
Rated HV Current (A)	0.72	1.44	2.89	5.77	7.22	9.09	11.55	14.43	18.2	23.09	28.87	36.1	46.2	57.7	
Rated LV Current (A)	36.1	72.2	144.3	289	361	455	577	722	909.3	1155	1443	1804	2309	2887	
No-Load Losses (W)	A	150	210	340	570	610	720	850	1000	1200	1450	1750	2100	2550	3200
	B	-	125	210	360	425	510	610	720	800	950	1100	1300	1700	2050
No-Load Current (%)	A	4.3	2.8	2.6	2.4	2.1	2	1.8	1.7	1.6	1.5	1.4	1.4	1.3	1.5
	B	-	2	1.8	1.6	1.5	1.4	1.3	1.2	1.1	1	1	1.1	1.2	1.3
Short Circuit Losses in 75°C (W)	A	750	1250	2150	3600	4450	5400	6450	7800	9300	11000	13500	16400	19800	23000
	B	-	875	1475	2350	2750	3250	3850	4950	5600	7400	9500	11400	14000	17500
Applied insulation Test Voltage (kV)	50/3	50/3	50/3	50/3	50/3	50/3	50/3	50/3	50/3	50/3	50/3	50/3	50/3	50/3	

Technical Specification of Standard Transformers (33/0.4 kv)														
Type	TSUN 4746	TSUN 5046	TSUN 5146	TSUN 5346	TSUN 5446	TSUN 5546	TSUN 5646	TSUN 5746	TSUN 5846	TSUN 5946	TSUN 6046	TSUN 6146	TSUN 6246	
Rated power (kVA)	50	100	125	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	
Rated HV/LV voltage (kV)	33/0.4	33/0.4	33/0.4	33/0.4	33/0.4	33/0.4	33/0.4	33/0.4	33/0.4	33/0.4	33/0.4	33/0.4	33/0.4	
Taps in HV (%)	+2*2.5	+2*2.5	+2*2.5	+2*2.5	+2*2.5	+2*2.5	+2*2.5	+2*2.5	+2*2.5	+2*2.5	+2*2.5	+2*2.5	+2*2.5	
Rated Frequency (Hz)	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	
Vector Group	Yzn5	Yzn5	Yzn5	Yzn5	Dyn1	Dyn1	Dyn1	Dyn1	Dyn1	Dyn1	Dyn1	Dyn1	Dyn1	
Short Circuit Voltage (%)	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	
Max. Ambient Temp. (°C)	55	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	
Max Altitude above Sea Level (m)	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	
Rated HV Current (A)	0.87	1.75	2.19	3.5	4.37	5.51	7	8.75	11	14	17.5	21.9	28	
Rated LV Current (A)	72.2	144.3	180.4	288.7	360.8	454.7	577.4	721.7	909.3	1155	1443	1804.2	2309.4	
No-Load Losses (W)	250	380	420	550	650	760	900	1050	1260	1520	1800	2150	2600	
No-Load Current (%)	3.8	3.2	2.8	2.4	2.3	2.2	2	1.8	1.7	1.6	1.5	1.5	1.4	
Short Circuit Losses in 75°C (W)	1300	2300	2700	3800	4450	5400	6450	7800	9300	11000	13500	16400	19800	
Applied insulation Test Voltage (kV)	70/3	70/3	70/3	70/3	70/3	70/3	70/3	70/3	70/3	70/3	70/3	70/3	70/3	

Dimensions in mm

Rating (kVA)	HV (kv)	Figure	L	W	H	a1	a2	ER	T	h1	B	C	Total weight (kg)
25	20	1	845	690	1220	-	-	520	690	-	-	-	345
50	20	2	865	690	1265	-	-	520	690	-	-	-	430
50	33	3	1150	840	1600	-	-	520	690	-	-	-	570
100	20	3	950	690	1520	-	-	520	690	-	-	-	580
100	33	3	1150	770	1680	-	-	520	690	-	-	-	690
125	33	3	1080	800	1550	-	-	520	690	-	-	-	800
200	20	4	990	720	1640	-	-	520	690	-	-	-	830
200	33	4	1160	730	1730	-	-	520	690	-	-	-	1020
250	20	4	1395	810	1580	-	-	520	690	-	-	-	995
250	33	4	1290	820	1740	-	-	520	690	-	-	-	1130
315	20	5	1480	970	1620	1480	1080	670	840	176	50	150	1210
315	33	5	1420	995	1810	-	-	670	840	176	50	150	1290
400	20	5	1715	980	1750	1620	1145	670	840	176	50	150	1495
400	33	5	1385	1025	1925	1790	-	670	840	176	50	150	1625
500	20	5	1710	1040	1840	1710	1240	670	840	176	50	150	1675
500	33	5	1460	1100	1950	1820	-	670	840	176	50	150	1875
630	20	5	1635	1085	1900	1770	1300	670	840	176	50	150	2030
630	33	5	1565	1070	1990	1860	-	670	840	176	50	150	2240
800	20	5	1820	1095	2100	1965	1410	670	840	232	68	200	2430
800	33	5	2030	1170	2145	1970	-	670	840	232	68	200	2510
1000	20	5	1940	1155	2270	2110	1575	820	1030	232	68	200	2935
1000	33	5	2110	1165	2325	2145	-	820	1030	232	68	200	2960
1250	20	5	2100	1270	2380	2225	1680	820	1030	232	68	200	3720
1250	33	5	2130	1260	2460	2280	-	820	1030	232	68	200	3465
1600	20	6	2225	1350	2455	2310	1755	820	1030	232	68	200	4570
1600	33	5	1960	1520	2490	2310	-	820	1030	232	68	200	4315
2000	20	6	2195	1380	2435	2290	1740	1070	1285	232	68	200	4895

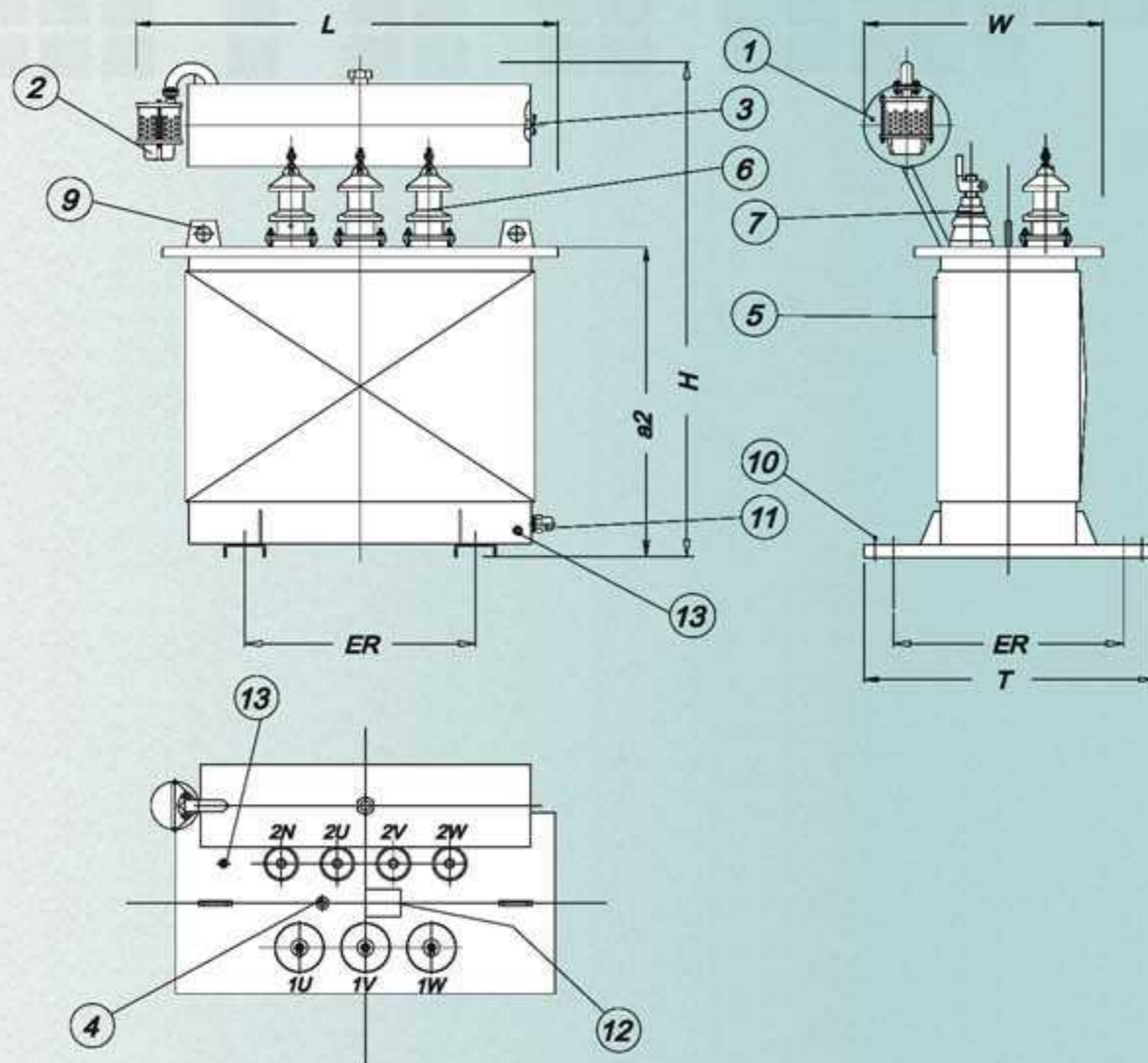


Figure 1

- 1) Oil conservator
- 2) Dehydrating breather
- 3) Oil level indicator
- 4) Tapping switch with indicator & device
- 5) Rating plate
- 6) H.V. bushing
- 7) L.V. bushing
- 8) - - - -
- 9) Lifting lugs for complete trans. & Active part
- 10) Pulling lug
- 11) Oil drain valve & Sampling valve
- 12) Terminal plate
- 13) Earthing screw

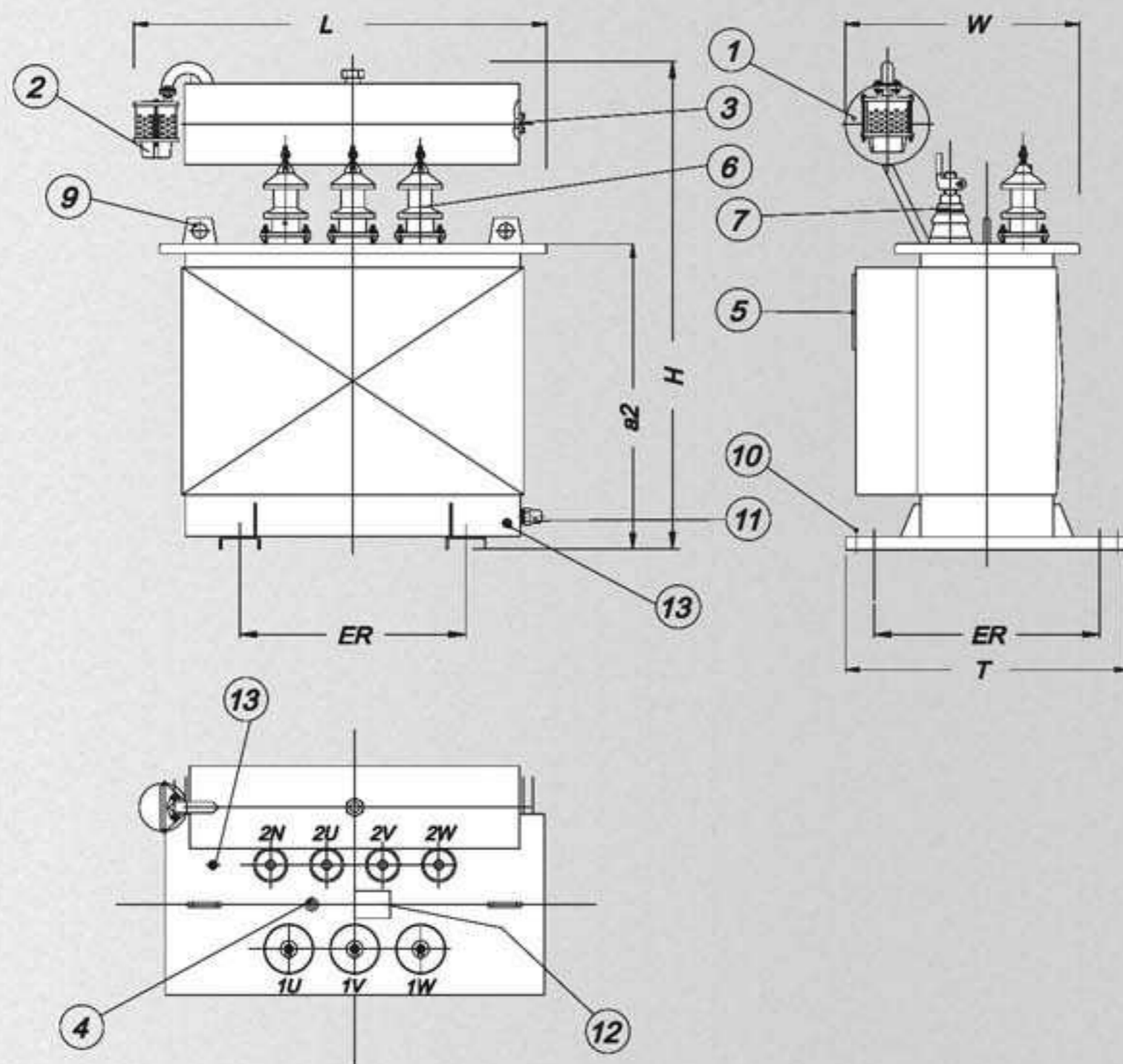


Figure 2

- 1) Oil conservator
- 2) Dehydrating breather
- 3) Oil level indicator
- 4) Tapping switch with indicator & device
- 5) Rating plate
- 6) H.V. bushing
- 7) L.V. bushing
- 8) - - - -
- 9) Lifting lugs for complete trans. & Active part
- 10) Pulling lug
- 11) Oil drain valve & Sampling valve
- 12) Terminal plate
- 13) Earthing screw

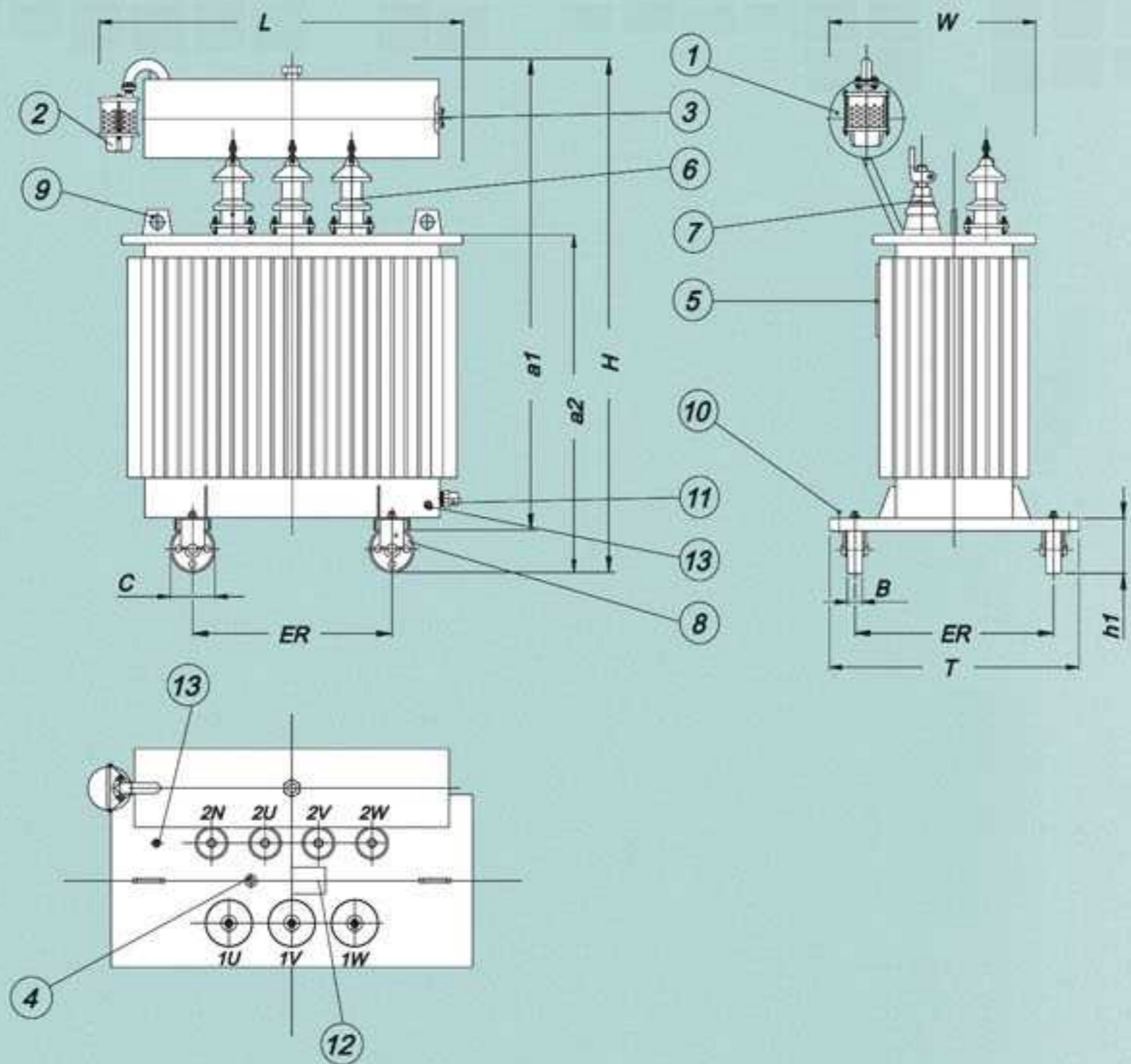


Figure 3

- 1) Oil conservator
- 2) Dehydrating breather
- 3) Oil level indicator
- 4) Tapping switch with indicator & device
- 5) Rating plate
- 6) H.V. bushing
- 7) L.V. bushing
- 8) Bidirectional wheels
- 9) Lifting lugs for complete trans. & Active part
- 10) Pulling lug
- 11) Oil drain valve & Sampling valve
- 12) Terminal plate
- 13) Earthing screw

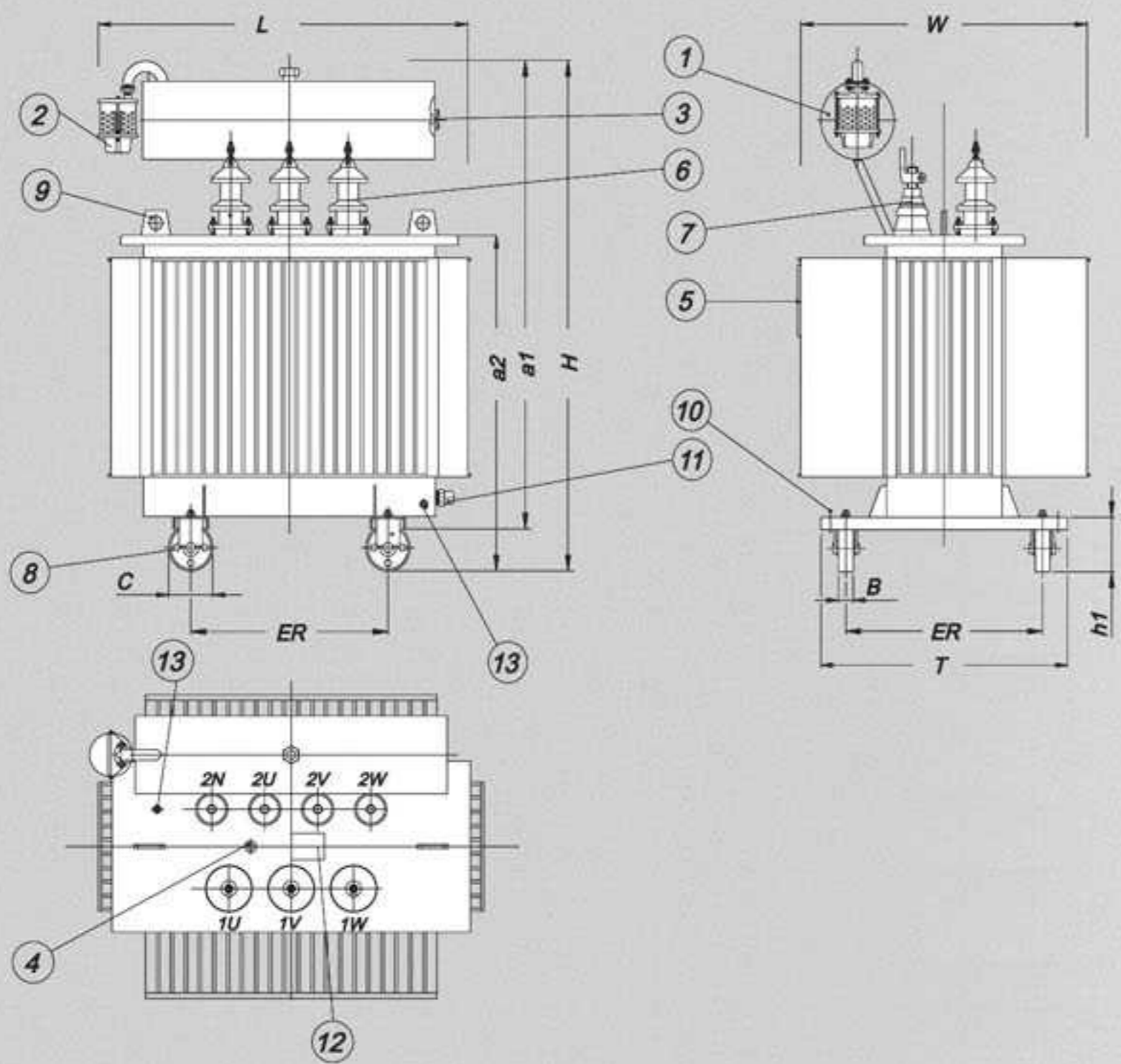


Figure 4

- 1) Oil conservator
- 2) Dehydrating breather
- 3) Oil level indicator
- 4) Tapping switch with indicator & device
- 5) Rating plate
- 6) H.V. bushing
- 7) L.V. bushing
- 8) Bidirectional wheels
- 9) Lifting lugs for complete trans. & Active part
- 10) Pulling lug
- 11) Oil drain valve & Sampling valve
- 12) Terminal plate
- 13) Earthing screw

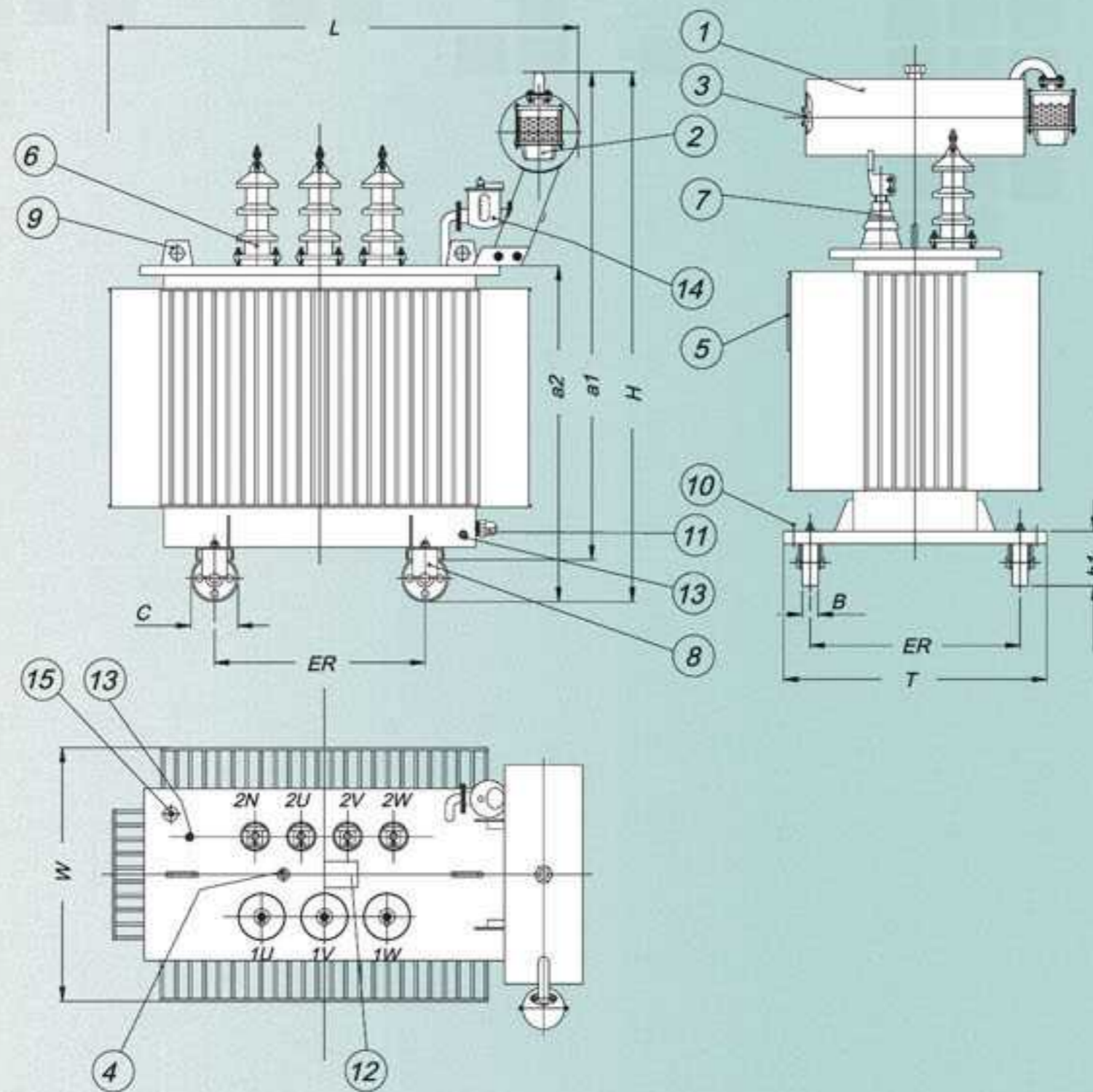


Figure 5

- 1) Oil conservator
- 2) Dehydrating breather
- 3) Oil level indicator
- 4) Tapping switch with indicator & device
- 5) Rating plate
- 6) H.V. bushing
- 7) L.V. bushing
- 8) Bidirectional wheels
- 9) Lifting lugs for complete trans. & Active part
- 10) Pulling lug
- 11) Oil drain valve & Sampling valve
- 12) Terminal plate
- 13) Earthing screw
- 14) Buchholz relay with contacts(Alarm & trip)
- 15) Thermometer with contacts(Alarm & trip)

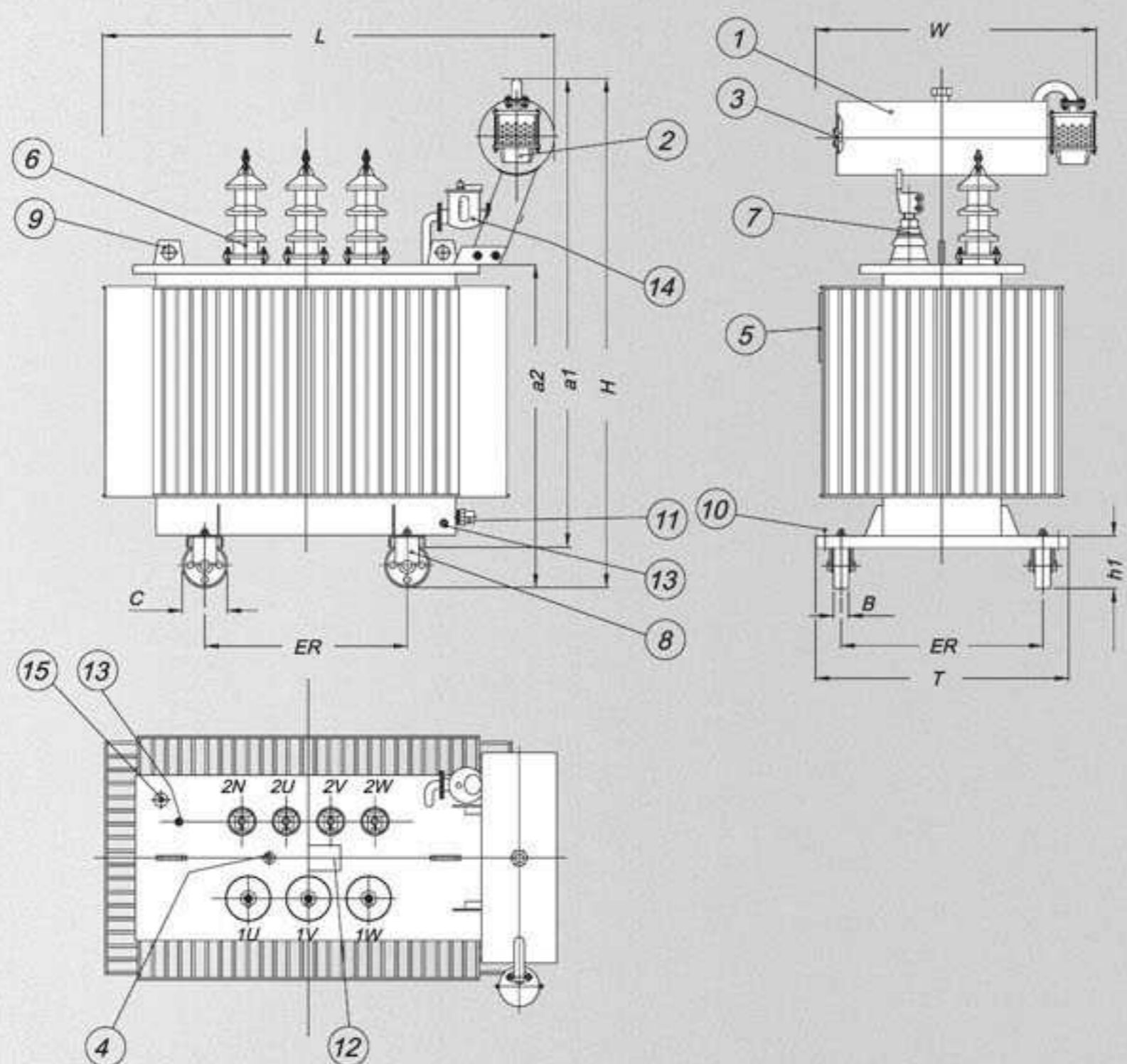
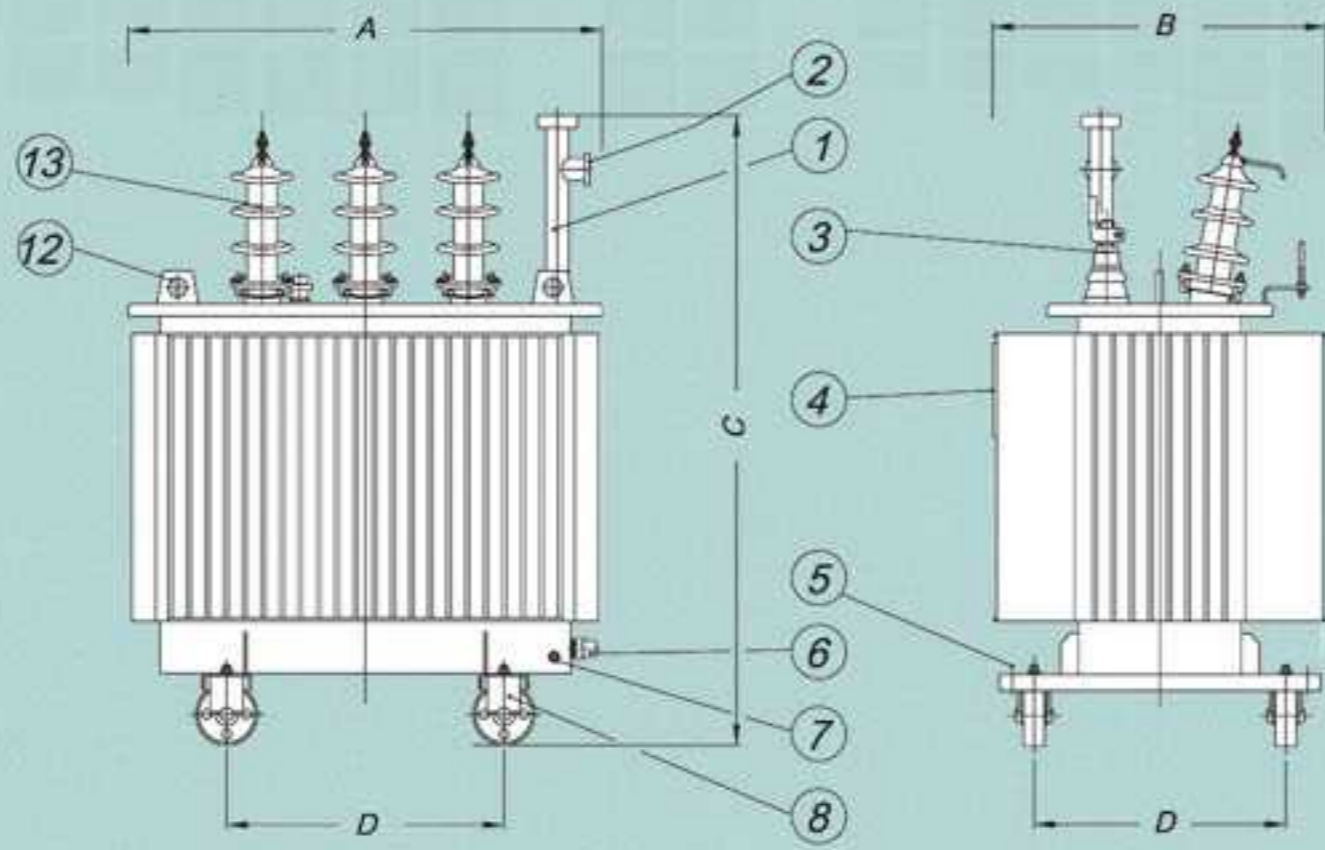
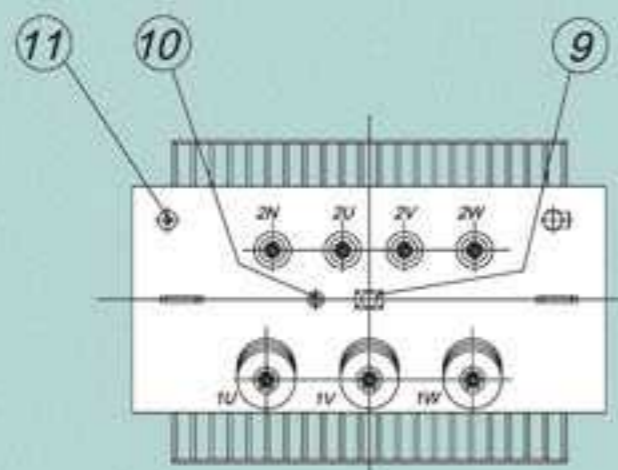


Figure 6

- 1) Oil conservator
- 2) Dehydrating breather
- 3) Oil level indicator
- 4) Tapping switch with indicator & device
- 5) Rating plate
- 6) H.V. bushing
- 7) L.V. bushing
- 8) Bidirectional wheels
- 9) Lifting lugs for complete trans. & Active part
- 10) Pulling lug
- 11) Oil drain valve & Sampling valve
- 12) Terminal plate
- 13) Earthing screw
- 14) Buchholz relay with contacts(Alarm & trip)
- 15) Thermometer with contacts(Alarm & trip)

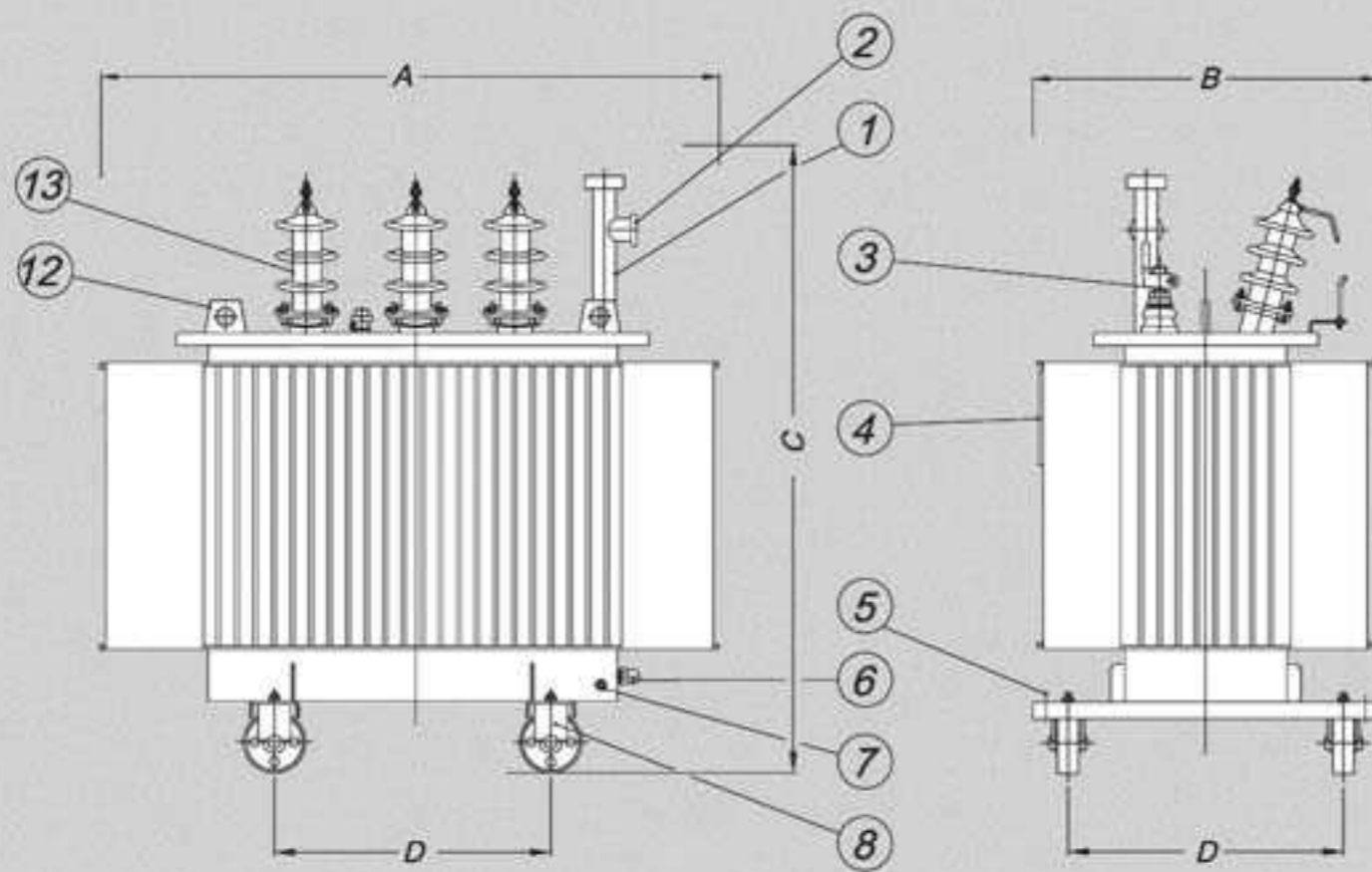


- 1) Filling pipe
- 2) Visual oil level eye indicator
- 3) L.V. Bushing
- 4) Rating plate
- 5) Pulling lug
- 6) Oil drain valve & Sampling valve
- 7) Earthing screw
- 8) Bidirectional wheels
- 9) Terminal plate
- 10) Tapping switch with indicator & device
- 11) Thermometer pocket R1"
- 12) Lifting lugs for complete Trans. & active part
- 13) H.V. Bushing

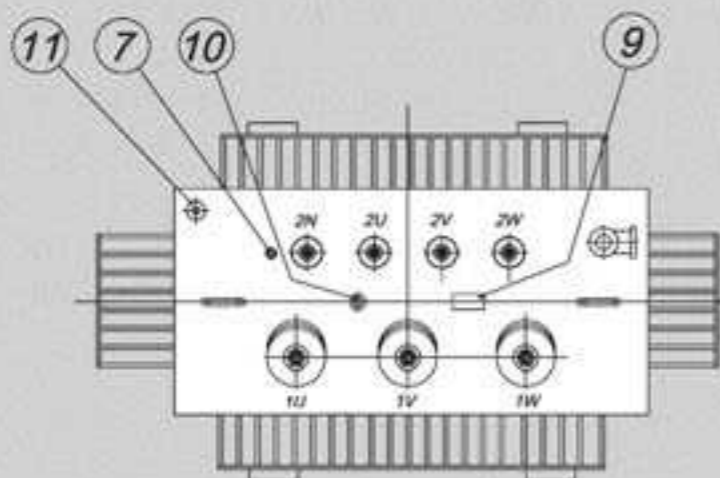


Hermetically sealed (oil filled)
 Technical Specification according to Table 1 (20/0.4 kV)

POWER	25 kVA	50 kVA
A(mm)	804	834
B(mm)	728	738
C(mm)	1338	1368
D(mm)	520	520
W_T (Kg)	473	500

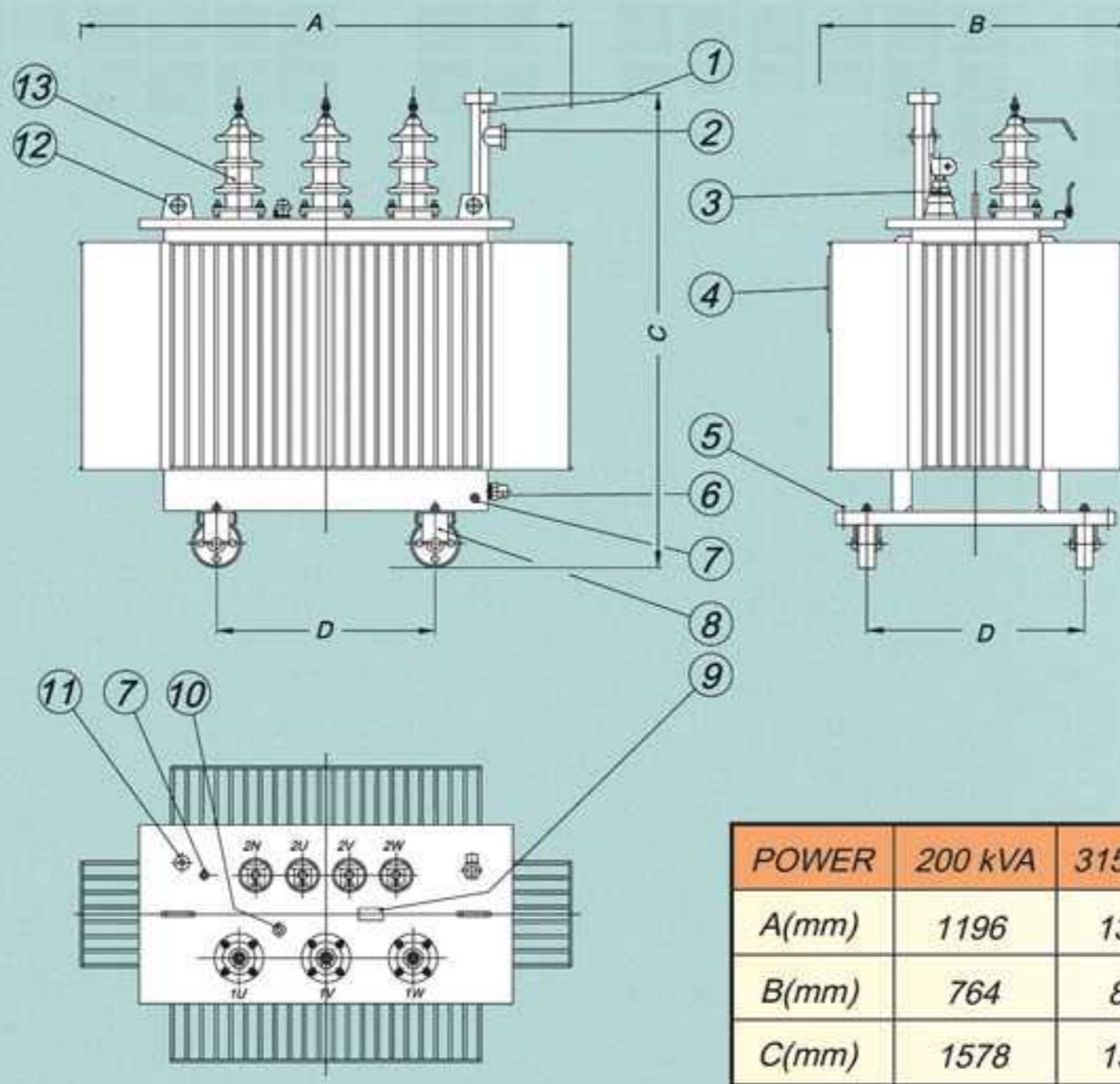


- 1) Filling pipe
- 2) Visual oil level eye indicator
- 3) L.V. Bushing
- 4) Rating plate
- 5) Pulling lug
- 6) Oil drain valve & Sampling valve
- 7) Earthing screw
- 8) Bidirectional wheels
- 9) Terminal plate
- 10) Tapping switch with indicator & device
- 11) Thermometer pocket R1"
- 12) Lifting lugs for complete trans. & active part
- 13) H.V. Bushing



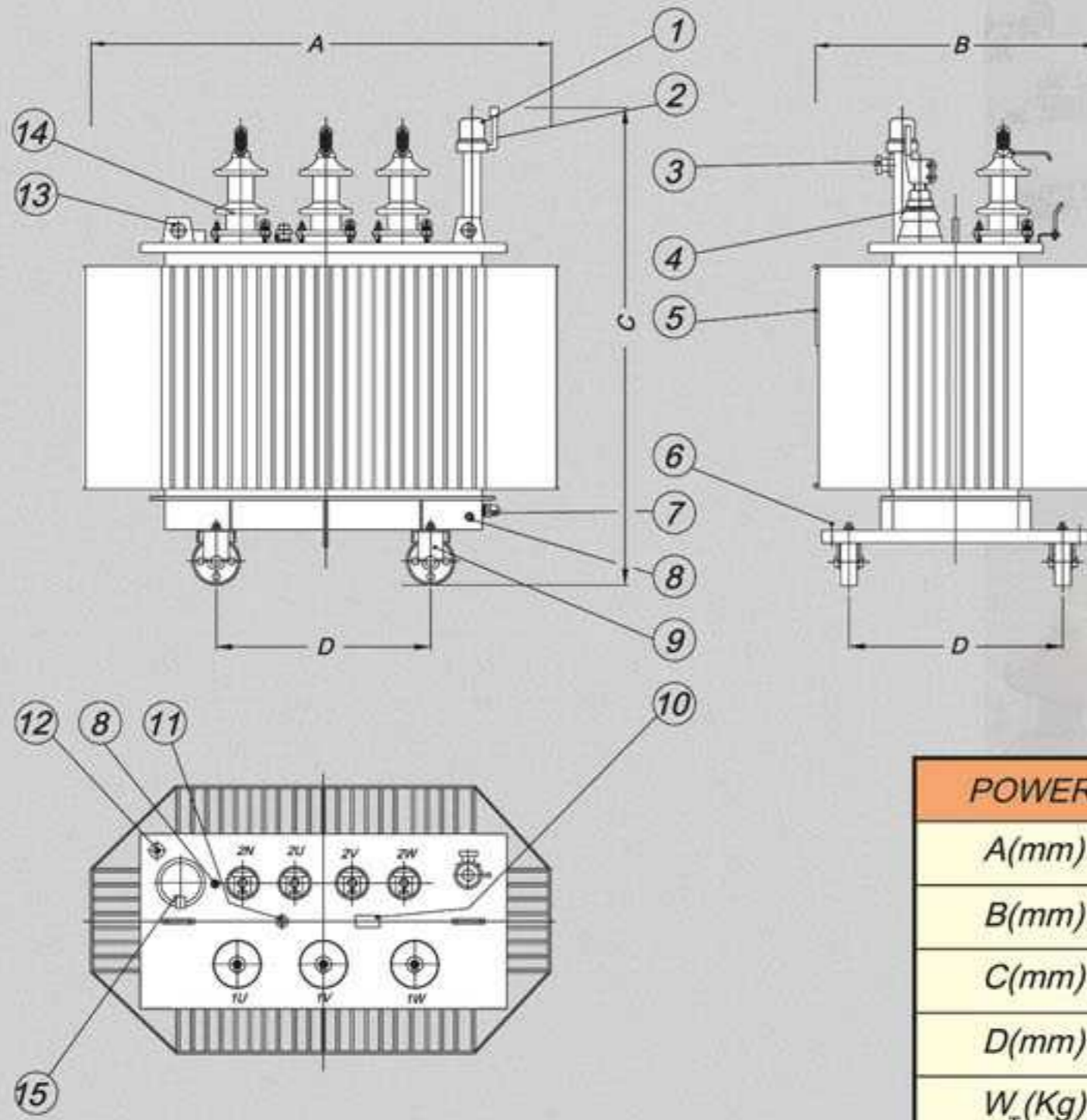
Hermetically sealed (oil filled)
 Technical Specification according to Table 1 (20/0.4 kV)

POWER	100 kVA
A(mm)	1208
B(mm)	690
C(mm)	1560
D(mm)	520
W_T (Kg)	643



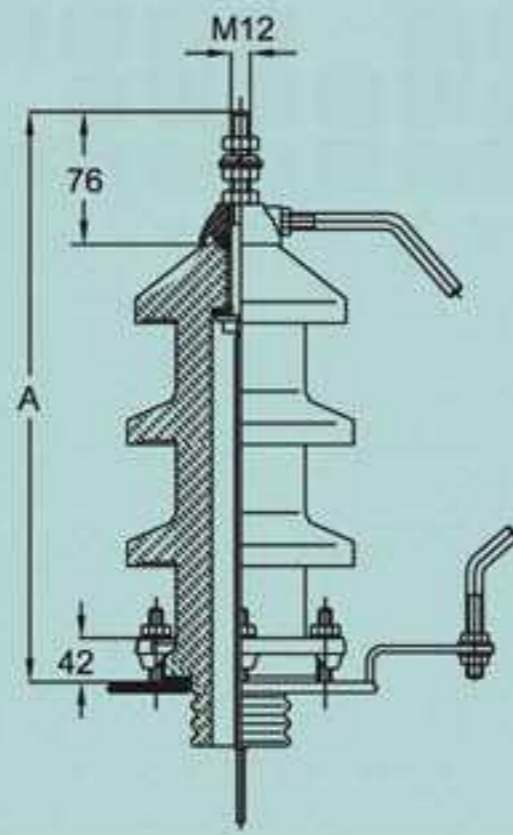
POWER	200 kVA	315 kVA	400 kVA	500 kVA	630 kVA	800 kVA
A(mm)	1196	1332	1562	1592	1692	1742
B(mm)	764	840	956	972	986	1062
C(mm)	1578	1580	1622	1732	1802	1912
D(mm)	520	670	670	670	670	670
W _r (Kg)	904	1177	1457	1748	1981	2372

Hermetically sealed (oil filled)
 Technical Specification according to Table 1 (20/0.4 kV)

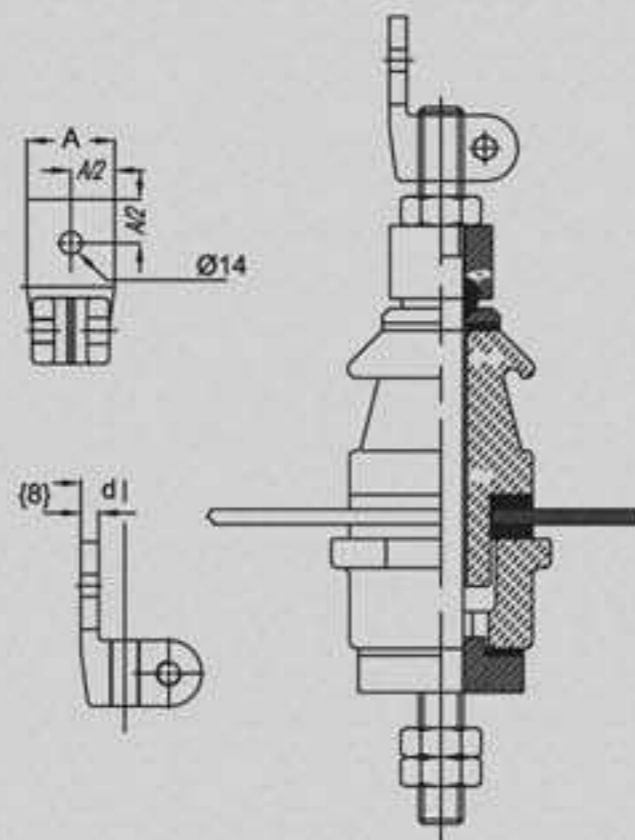


POWER	1000 kVA	1250 kVA	1600 kVA
A(mm)	1792	2092	2392
B(mm)	1072	1172	1162
C(mm)	2266	2276	2316
D(mm)	820	820	820
W _r (Kg)	2923	3711	4501

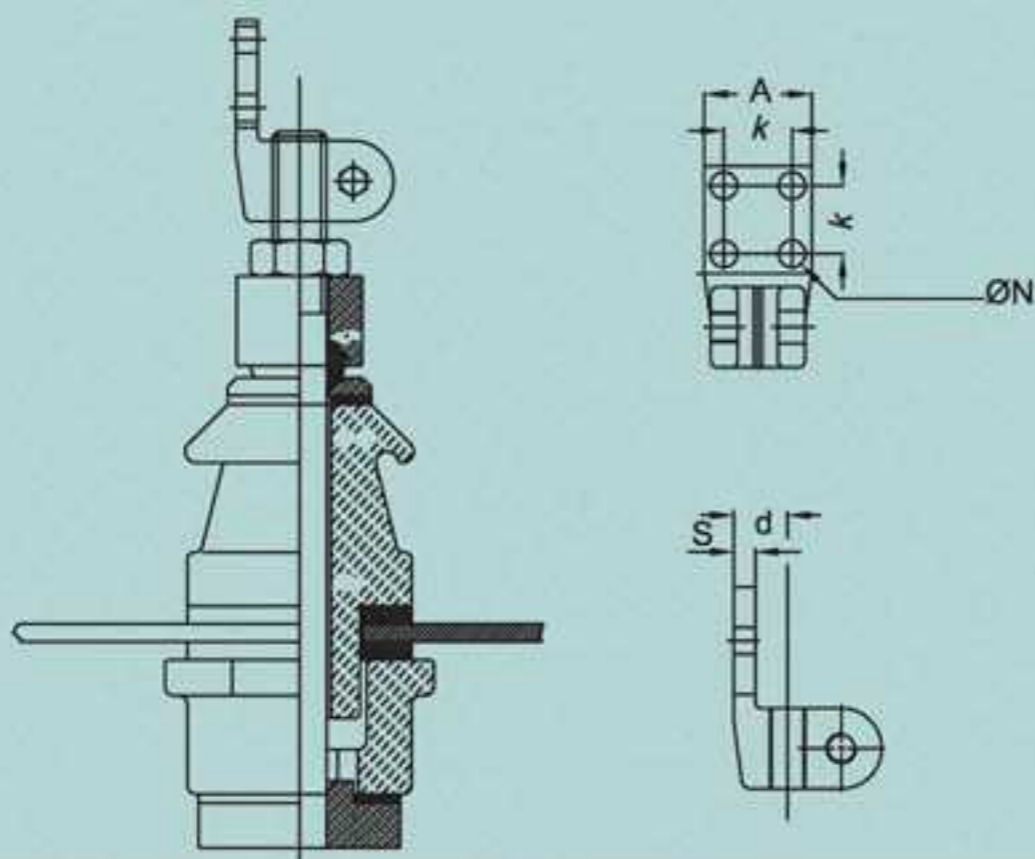
Hermetically sealed (oil filled)
 Technical Specification according to Table 1 (20/0.4 kV)



Nr.	A
DT10Ni250	260
DT10Nf250	310
DT20Ni250	310
DT20Nf250	385
DT30Ni250	385
DT30Nf250	485



Nr.	A	d	M	L
DT1/250	30	18	12	156
DT1/630	40	20	20	191



Nr.	A	S	d	M	k	N	L
DT1/1000	60	12	30	30	32	2*Ø14	263
DT1/2000	100	20	45	42	50	4*Ø18	340
DT1/3150	120	20	45	48	60	4*Ø18	372