WWW.ABARMOHANDESI.COM

ترانسفورماتور قدرت :

ترانس قدرت مهمترین و گران قیمت ترین تجهیز یک پست فشار قوی که عمل تبدیل نسبت ولتاژ های مختلف را بر عهده دارد. این مو ضوع چنان با اهمیت است که در هنگام نام گذاری یک پست نسبت تبدیل ترانس های قدرت ذکر می گردد.

انواع ترانس ها از نظر ساخت:

ترانسفورماتور : دارای دو سیم پیچ اولیه و ثانویه (در بعضی از انواع اتصالات سیم پیچ ثالثیه) می باشد که سیم پیچه اولیه و ثانویه (و ثالثیه) از لحاظ الکتریکی نسبت هم یکدیگر عایق می باشند.

اتوترانسفورماتور : ترانسفورماتوری که در آن، قسمتی از سیم پیچی در هر دو مدار اولیه و ثانویه مشترک باشد، اتوترانسفورماتور نامیده میشود. در یک ترانسفورماتور دو سیم پیچه، اولیه و ثانویه از لحاظ الکتریکی نسبت هم یکدیگر عایق می باشند، در حالیکه در یک اتوترانسفورماتور دو سیم پیچی از لحاظ الکتریکی مرتبط می باشند.

WWW.ABARMOHANDESI.COM
ابرمهندسی

ترانس زمین :

انواع ترانس ها از نظر نسبت تبدیل :

۱. ترانسفورماتور افزاینده : ترانسی است که ولتاژ اولیه نسبت به ثانویه کمتر است.
کاهنده : ترانسی است که ولتاژ اولیه نسبت به ثانویه بیشتر است.

۲. اتو ترانسفورماتور افزاینده : ترانسی است که ولتاژ اولیه نسبت به ثانویه کمتر است.
کاهنده : ترانسی است که ولتاژ اولیه نسبت به ثانویه بیشتر است.

ترانس های قدرت معمولا به دو دسته عمده ترانسفورماتور و اتو ترانسفورماتور طراحی و ساخته می شود. در مواردی که نسبت تبدیل بزرگتر از ۲ باشد از ترانسفورماتور (که به اختصار ترانس نامیده می شود)استفاده می شود مانند ترانس های 63/20 و 63/230 و... و در مواردی که نسبت تپدیل کوچکتر از ۲ می باشد از اتو ترانس استفاده می شود مانند اتو ترانس های 230/400 اتو ترانس دارای خصوصیات دیگری از جمله درصد تنظیم ولتاژ بهتر ، راندمان بیشتر ، امپدانس درصد کمتر نیز می باشد که در طراحی ها مد نظر قرار می گیرد.

یکی دیگر از نکات مهم در ساخت ترانس ها نوع اتصال سر بندی سیم پیچ های ترانس است که ممکن است به صورت Y یا Δ باشد .

در اتصال ستاره ولتاژ فاز به زمین ($V\varphi$) کمتر از ولتاژ فاز به فاز با به عبارتی ولتاژ خط (VL) است (به نسبت $1/\sqrt{3}$)، درحالی که اندازه جریان خط (IL) با جریان فاز ($I\varphi$) برابر است ($IL = I\varphi$).

در اتصال Δ ولتاژ فاز به زمین با ولتاژ خط برابر است ولی میزان جریان فاز کمتر از جریان خط است. از این ویژگی در طراحی ترانس استفاده می گردد بدین صورت که معمولا ترانس های فوق توزیع به صورت Y Δ ساخته می شوند چون ولتاژ در سمت اولیه نسبت به ثانویه و جریان در ثانویه نسبت به اولیه بیشتر است .

در این نوع سربندی به دلیل وجود یسم پیچ مثلث هارمونیکهای مضرب سه حذف می گردند. در ترانس های انتقال ممکن است از اتصال YY و اتو ترانس استفاده گردد که در این صورت ، جهت حذف هارمونیک سوم لازم است سیم پیچ سومی به صورت مثلث در ترانس تعبیه گردد که گاهی اوقات از این سیم پیچ جهت

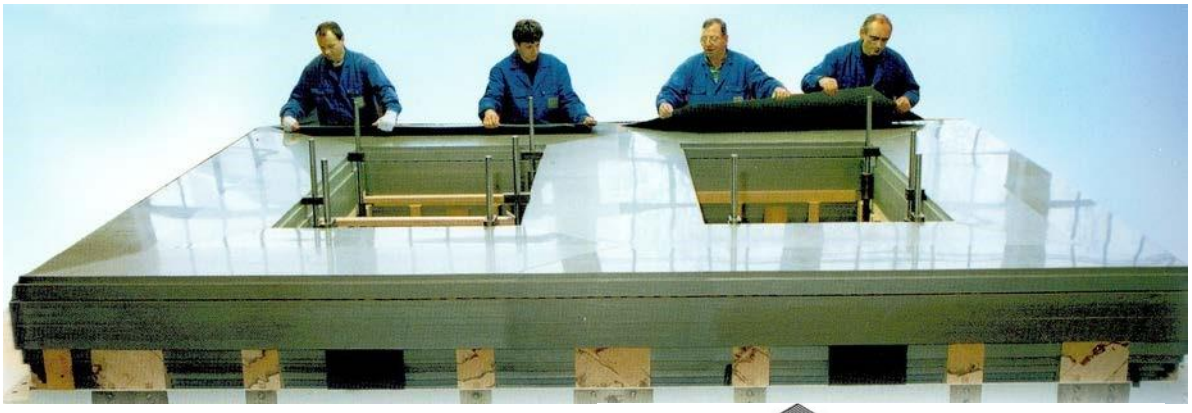
WWW.ABARMOHANDESI.COM
ابرمهندسی

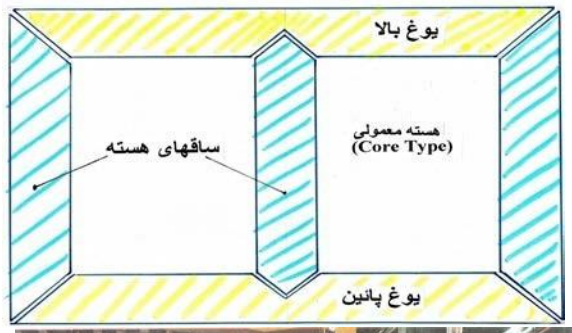
مصارف داخلی پست نیز استفاده می گردد. مع الوصف در ذیل به معرفی قطعات مختلف یک ترانس قدرت خواهیم پرداخت.

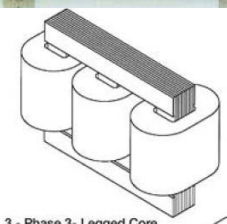
- **هسته ترانس:**

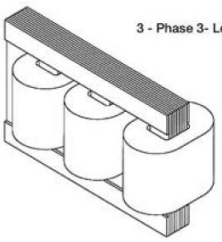
هسته ترانسفورماتور ها از ورقه های میکا به ضخامت حدوداً 0.33 mm ساخته می شوند که خاصیت مغناطیسی خوبی داشته و از این جهت مورق ساخته می شوند که میزان جریانهای گردابی را کاهش دهند. با چیدن ورقه ها کنار هم ساقها و یوغها و در نهایت هسته نشکیل می گردد و بر اساس نوع طراحی ترانس ممکن است هسته تک فاز یا سه فاز و سه ، چها و یا پنج ستونه طراحی گردد. در بعضی از موارد نیز جهت تعدیل بار و افزایش استحکام مکانیکی ممکن است هسته به صورت زرهی طراحی گردد.

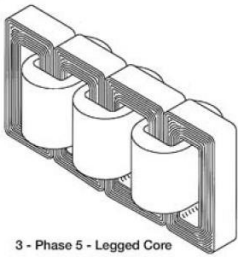
WWW.ABARMOHANDESI.COM
ابرمهندسی

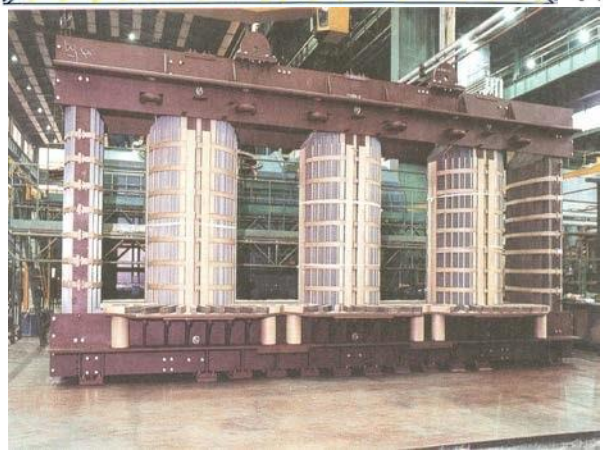


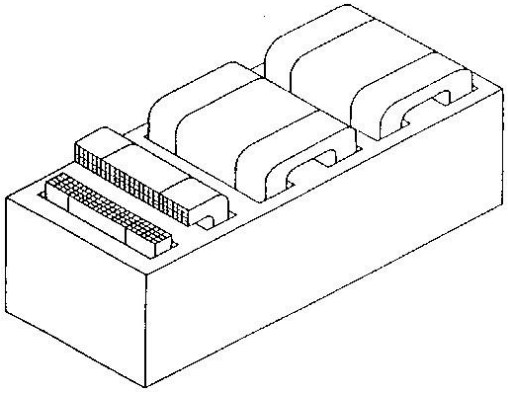



3 - Phase 3- Legged Core


3 - Phase 4 - Legged Core


3 - Phase 5 - Legged Core



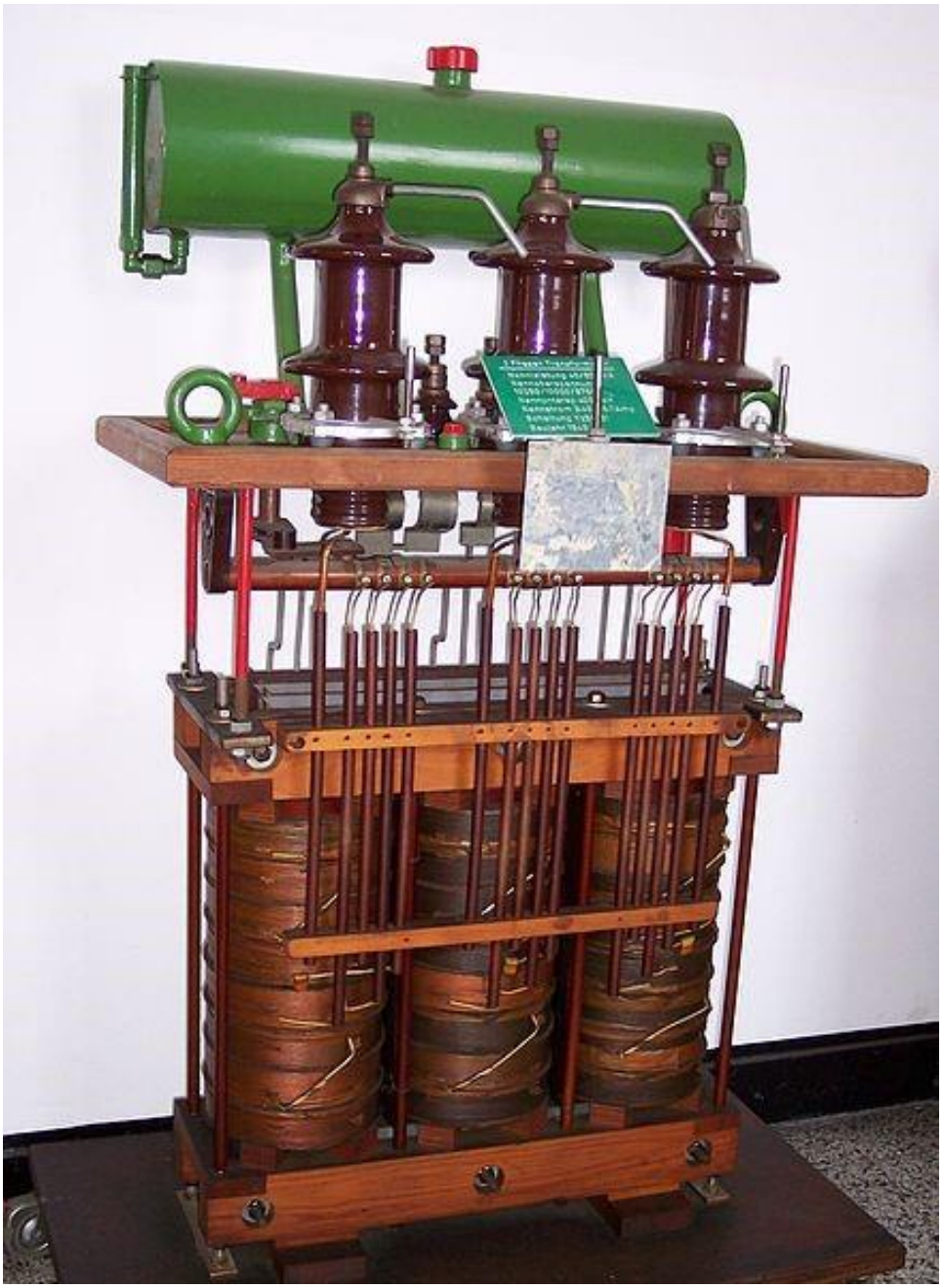


WWW.ABARMOHANDESI.COM
ابرمهندسی

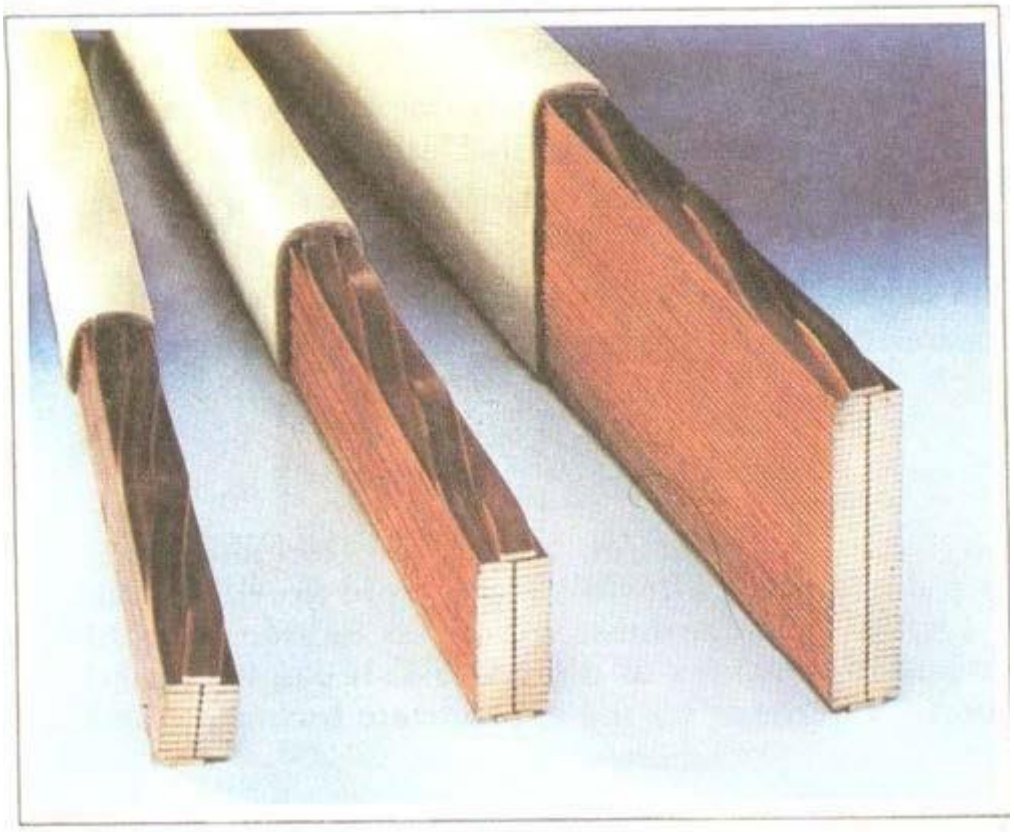
- **سیم پیچ:**

سیم پیچ از مفتول یا تسمه های مسی ساخته می گردد که جهت عایق کاری با لاک اندود می گردند و یا کاغذ اشباع شده با روغن به دور آن پیچیده می شود. از آنجا که در جریانهای زیاد لازم است سطح مقطع سیم پیچی زیاد گردد به ناچار چند تسمه را روی هم قرار داده و با هم کاغذ پیچ می کنند. ترانسها به طور معمول دارای سیم پیچ اولیه ، سیم پیچ ثانویه و در ترانسهای اتصال YY سیم پیچ سوم (جهت حذف هارمونیک های مضرب سه) می باشند.

WWW.ABARMOHANDESI.COM
ابرمهندسی



WWW.ABARMOHANDESI.COM
ابرمهندسی



- **تانک ترانسفورماتور:**

کلیه متعلقات ترانس قدرت نظیر هسته ، سیم پیچ HV ، سیم پیچ LV ، یوغ و روغن و ... در داخل یک تانک که از ورقه فولاد ساخته می شود قرار می گیرد. بسته به حجم ترانس قدرت ضخامت ورقه فولادی بکار رفته در تانک ترانس نیز تغییر خواهد کرد.

- **روغن:**

در ترانسهای قدرت از روغن به دو منظور استفاده می گردد که عبارتند از :

۱ - افزایش خاصیت عایقی کاغذ مورد استفاده در سیم پیچی با اشباع کاغذ از روغن ، بدین صورت که با نفوذ روعن در حفره های موجود در کاغذ قدرت عایقی کاغذ بسیار مطلوبتر می گردد.

۲ - خنک کاری ، بدین صورت که روغنی که در مجاورت سیم پیچ است گرم شده و به سمت بالا حرکت می کند و از آنجا وارد رادیاتور شده و خنک می گردد و از قسمت پایین رادیاتور خارج و وارد تانک می گردد و بدین ترتیب گرمای سیم پیچ به بیرون منتقل می گردد.

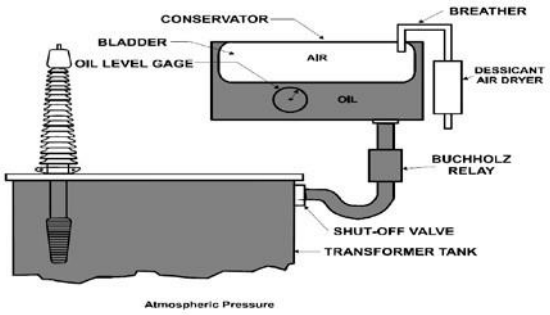
WWW.ABARMOHANDESI.COM
ابرمهندسی

• **کنسرواتور:**

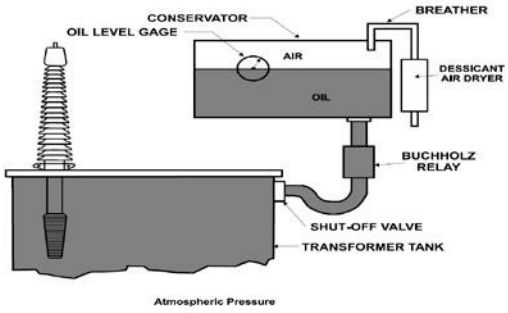
در قسمت فوقانی ترانس قرار داشته و به عنوان منبع ذخیره روغن استفاده می گردد، بنا براین تا سطح مشخصی از آن پر روغن و عایقی هوا می باشد ، همچنین اگر بعد از گرم شدن ترانس روغن داخل تانک افزایش حجم یابد مقداری از روغن وارد کنسرواتور می گردد و این کار مانع انفجار تانک بر اثر افزایش روغن می گردد. همچنین وقتی بر اثر سرد شدن ترانس حجم روغن داخل تانک کاهش یابد مقداری روغن از کنسرواتور وارد تانک می گردد و کمبود روغن آن را جبران می کند. کنسرواتور ها دارای دو قسمت می باشد :

۱. کنسرواتور مربوط به تانک اصلی

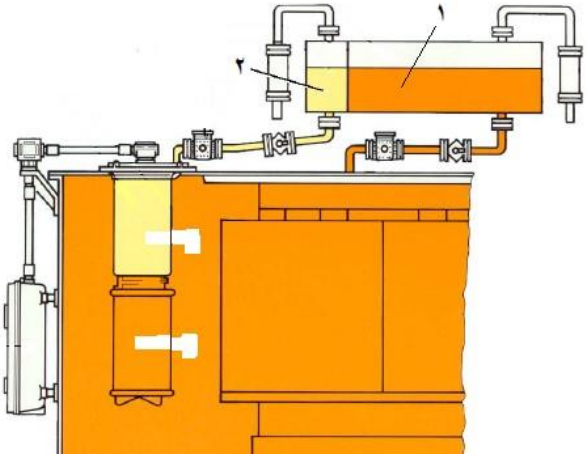
۲. کنسرواتور مربوط به تپ چنجر



–Conservator with Bladder.



–Free Breathing Conservator.



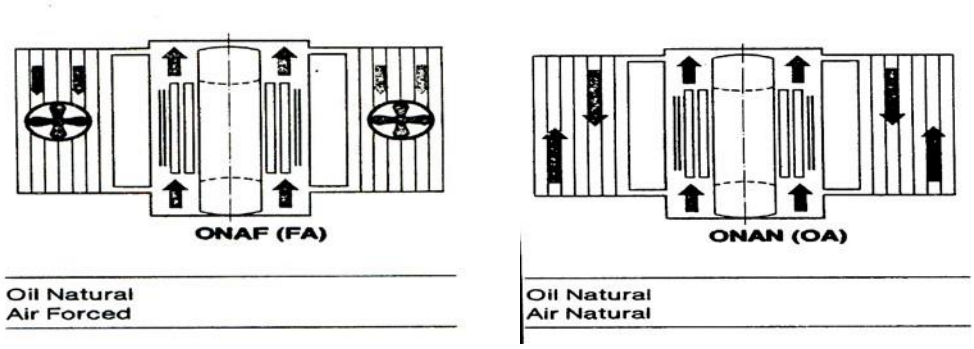
WWW.ABARMOHANDESI.COM
ابرمهندسی

- **رادیاتور:**

همانگونه که قبلا عنوان شد سیم پیچ بر اثر عبور جریان از آن گرم شده و گرمای تولیدی به روغن مجاور آن منتقل می گردد. روغن گرم شده لازم است که خنک شود تا بتواند مجددا سیم پیچ را خنک کند به این منظور روغن گرم شده وارد یک سری شبکه رادیاتی که در پهلوی ترانس نصب گردیده است شده و با عبور هوا از لابه لای این شبکه رادیاتوری ،گرما از روغن به هوا منتقل می گردد و روغن سرد شده از قسمت پایین تانک مجددا وارد تانک ترانس می گردد. حرکت روغن در داخل رادیاتور ها به چند صورت امکان پذیر است که عبارتند از :

- *ONAN* : در این طرح حرکت روغن و هوا هر دو به صورت طبیعی می باشد و از هیچ فن و یا پمپی استفاده نشده است.

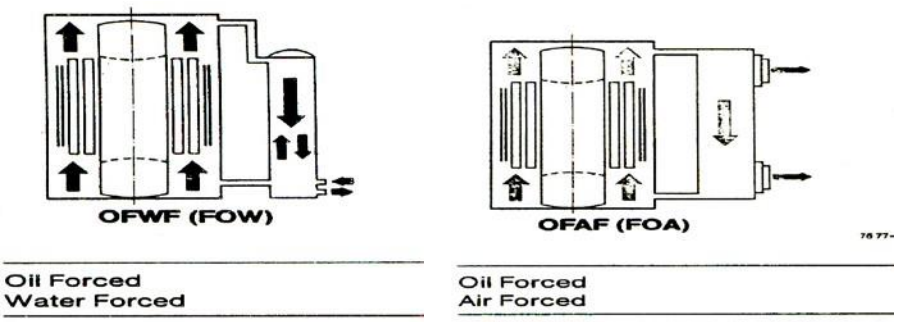
- *ONAF* : در این طرح حرکت روغن به صورت طبیعی و بدون پمپ صورت گرفته ولی حرکت هوا با اجبار (استفاده از فن) صورت می گیرد. اگر ترانس به طور مطلوب خنک نگردد امکان اخذ توان نامی از ترانس وجود ندارد و ضروریست کمتر از توان نامی ترانسفورماتور از آن بارگیری گردد



- *OFAF* :در این طرح حرکت روغن و هوا هر دو به صورت اجباری می باشد یعنی از پمپ جهت حرکت بهتر روغن و از فن جهت حرکت بهتر هوا استفاده شده است.

- *ONWF* :در این طرح که بسیار کم مورد استفاده قرار می گیرد روغن حرکت طبیعی داشته و با پاشیدن آب بر روی رادیاتور روند خنک کاری ترانس بهتر می گردد.

WWW.ABARMOHANDESI.COM
ابرمهندسی



- **سیستم** (*Force Water- Direct Oil*) *ODWF*:

در ترانسفورماتورهای با قدرت بسیار بالا ، به منظور کاهش هر چه بیشتر دمای سیم پیچ ها و هسته باید روغن را توسط پمپ ها ، با فشار و جهت مناسب از قسمت تحتانی تانک ترانسفورماتور ها به داخل سیم پیچ ها و هسته هدایت نمود. همچنین مشابه روش قبل ، با استفاده از رادیاتور و چرخش روغن در داخل آن و به واسطه تماس غیر مستقیم با آب خنک کنندگی ، دمای روغن به مقدار مورد نظر کاهش می یابد که البته از این سیستم امروزه کمتر استفاده می شود.

- **فن:**

جهت بهتر نمودن گردش هوا در لا به لای پره های رادیاتور، از فن استفاده می گردد. فن ها به صورت سه فاز بوده (گاهی اوقات ممکن است تک فاز هم باشند) و بعضی از طراحی ها در کنار رادیاتور و در بعضی دیگر در قسمت زیرین رادیاتور نصب می گردد. لازم است جهت چرخش فن به صورتی باشد که هوا را به سمت رادیاتور ها بدمد که این موضوع و نیز کنترل سالم بودن فن ها یکی از آیتم هایی است که بهره بردار باید در بازدید های خود مورد توجه قرار دهد. وجود فن و کارکرد آن به قدری در سیستم خنک کاری ترانس تاثیر دارد که در صورت عدم وجود فن تا حدود ۲۵٪ توان نامی ترانس کاهش یابد. در ترانسهای فوق توزیع معمولا از یک گروه فن استفاده می گردد ولی در ترانسهای انتقال جهت کنترل مصرف بهینه و افزایش عمر فنها از چند گروه فن استفاده می گردد.

WWW.ABARMOHANDESI.COM
ابرمهندسی

- **تابلوی فن:**

مدار فرمان فن ها در داخل این تابلو می باشد. بدین صورت که معمولا جهت هر فن یک کنتاکتور مجهز به بی متال وجود دارد و در صورتی که در فن یا مسیر تغذیه آن اتصالی رخ دهد این رله عمل نموده و کنتاکتور آن قطع می گردد و از گسترش حادثه جلو گیری می گردد. در این زمان سایر فن ها به کار خود ادامه می دهند. همچنین کلیه تغذیه فن ها در این تابلو قرار دارد. از آنجا که انبساط و انقباض روغن باعث تغییر حجم آن می گردد به همین علت با یک یا چند لوله ارتپاطی روغن با هوا در ارتپاط است تا عمل دم و بازدم هوا یا تنفس ترانس انجام گیرد.

بوشینگ ها:

سر سیم پیچ های اولیه و ثانویه از طریق بوشینگ ها به بیرون منتقل می شوند تا ترانس بتواند با شبکه پارالل شود. بوشینگ ها با توجه به سطح ولتاژ دارای ابعاد مختلفی می باشد. در ترانس های *63/20 kv* بوشینگهای فاز و نوترال از نظر اندازه همه با هم برابرند و بوشینگهای *20 kv* نیز به همین صورت. به دلیل اینکه در حالت عادی ولتاژ نقطه نوترال ترانسفورماتور صفر است در ترانس های انتقال معمولا بوشینگ نوترال سمت *HV* کوچکتر از بوشینگهای فاز بوده و به اندازه بوشینگ های فشار ضعیف است . جهت افزایش خاصیت عایقی بو شینگ های *20kv* و بالاتر ، دورن آنها روغن وجود دارد به همین دلیل دارای یک پیچ هوا گیر بوده که لازم است در زمان سرویس ها و در صورت لزوم هواگیری شود چرا که روغن تانک و روغن بوشینگ یکی بوده و به هم ارتپاط دارند و معمولا نشتی بوشینگ ها نیز از همین نقطه می باشد. در سالهای اخیر بیشتر از بوشینگ های خازنی استفاده می شود که روغن داخل آنها از روغن تانک جدا بوده و به همین علت دارای یک گیج نشان دهنده سطح روغن می باشند که لازم است توسط بهره بردار تحت کنترل قرار گیرند.

WWW.ABARMOHANDESI.COM
ابرمهندسی

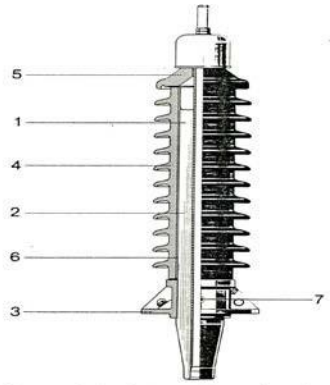


Figure 2.29 Design features of a condenser bushing

1. Major insulation body
2. Foils for capacitive field distribution
3. Flange
4. Porcelain insulator
5. Top cover
6. Gap between major insulation and porcelain
7. Measuring tap

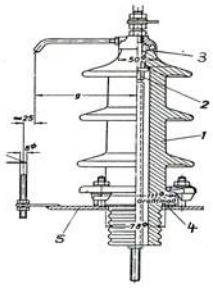
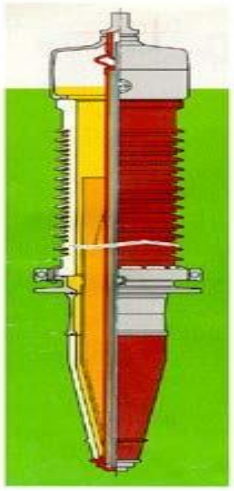
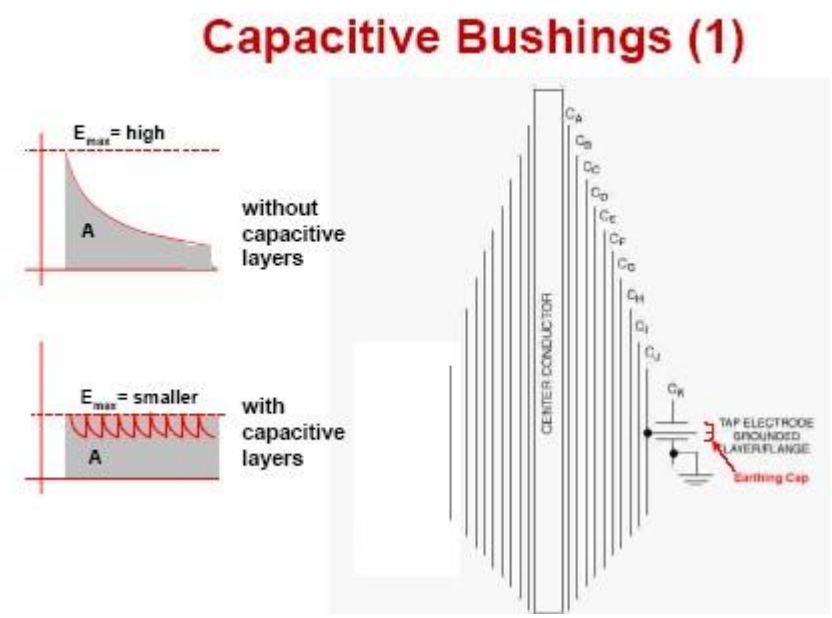


Figure 2.28 DIN-type oil filled bushing, highest system voltage, rated current 250 A.

1. Porcelain insulator
2. Copper lead
3. Top gasket
4. Bottom gasket
5. Tank cover



WWW.ABARMOHANDESI.COM
ابرمهندسی



• **سیستم تنفسی ترانس:**

وقتی که روغن ترانس گرم یا سرد شده و تغییر حجم می دهد به ناچار باید این فشار را کنترل کرد.بدین منظور چند لوله از کنسرواتور با هوای آزاد در ارتباط است تا مقداری از هوای داخل کنسرواتور خارج گردد

WWW.ABARMOHANDESI.COM
ابرمهندسی

تا با تپادل هوای داخل کنسرواتور با بیرون ، فشار کنترل گردد. به این تپادل ارتپاط بین ترانس و بیرون ، تنفس ترانس می گویند. سیستم تنفسی ترانس دارای اجزاء ذیل می باشد که عبارتند از :

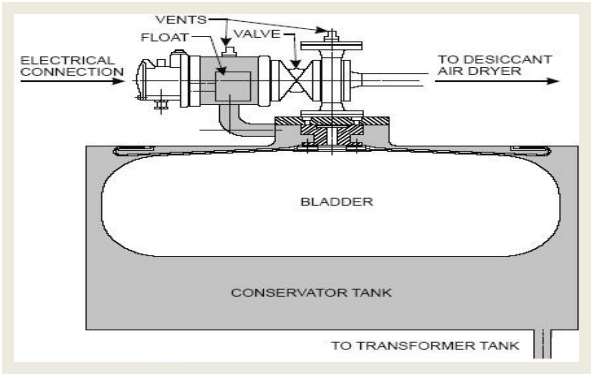
۱. محفظه سیلیکاژل : در انتهای لوله های تنفسی کنسرواتور محفظه سیلیکاژل قرار دارد. در این محفظه دانه های بنفش سیلیکاژل قرار دارند که جاذب رطوبت بوده و رطوبت هوا در هنگام عبور از لابه لای این دانه ها جذب دانه های سیلیکاژل شده و هوای خشک وارد ترانس میگردد . دانه های سیلیکاژل که رطوبت جذب می کنند تغییر رنگ داده به رنگ صورتی و در نهایت سفید در می آیند.

۲. محفظه روغن : همچنین در قسمت زیرین این محفظه ، یک محفظه روغن وجود دارد که وظیفه آن جذب آلاینده های فیزیکی هوا می باشد. بنا براین هوای ورودی به کنسرواتور عاری از ذرات معلق می باشد.

۳. *Air Bag*

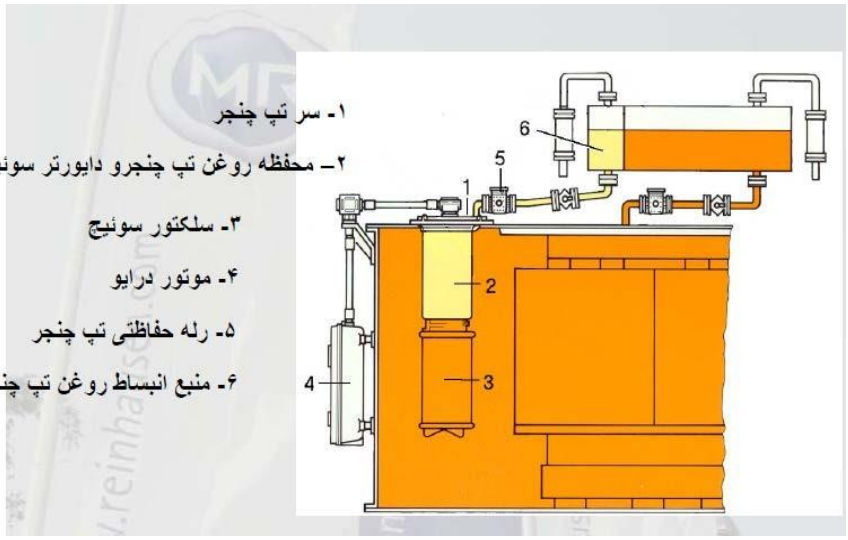
در مکانهایی که آلودگی یا رطوبت هوا زیاد باشد همچنین در ترانس های انتقال به دلیل حساسیت و قیمت بسیار بالا ، لازم است که از تماس مستقیم هوا با روغن ترانس جلوگیری گردد تا کیفیت روغن حفظ شود. بدین منظور در داخل کنسرواتور یک یا دو کسیه هوا (به صورت بالش) وجود دارد و ارتپاط هوای بیرون از طریق سیتم تنفسی با هوای داخل این کیسه برقرار می باشد و هوای بیرون هیچ ارتپاطی با روغن نخواهد داشت.

WWW.ABARMOHANDESI.COM
ابرمهندسی



• **تپ چنجر :**

همانگونه که می دانیم در ترانس ها $\frac{V_1}{V_2} = \frac{N_1}{N_2}$ بنا براین با تغییر تعداد دور می توان نسبت تبدیل را در ترانس ها تغییر داد بنابراین به منظور اصلاح ولتاژ خروجی ترانس های قدرت از یک سری سیم پیچ اضافه روی سیم پیچ های اولیه یا ثانویه یا هر دو استفاده می شود که با افزودن یا از دور خارج کردن این سیم ها به سیم پیچ اصلی می توان نسبت تبدیل ترانس را تغییر داد که این افزایش و کاهش تعداد دور سیم پیچ ها توسط تپ چنجر صورت می گیرد.



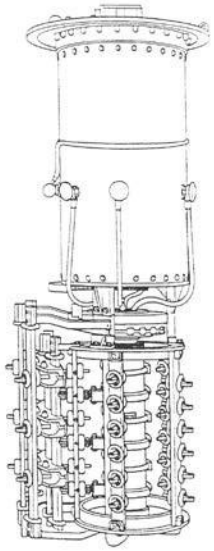
تپ چنجر ها اغلب به دو دسته تقسیم می شوند:

۱- تپ چنجرهای غیر قابل قطع زیر بار ترانس (*Off Load Tap Changer*)

۲- تپ چنجرهای قابل قطع زیر بار ترانس (*On Load Tap Changer*)

WWW.ABARMOHANDESI.COM
ابرمهندسی

تپ چنجرهای غیر قابل قطع زیر بار ترانس (*Off Load Tap Changer*) اغلب در ترانس های توزیع به کار می روند و لازم است جهت تغییر تپ حتما ترانس را بی برق نمود.
در ترانس های قدرت ، از تپ چنجر قابل قطع زیر بار(*On Load Tap Changer*)استفاده می شود زیرا ممکن است زمان بار گیری از ترانس (بدون قطع ترانس) نیاز به جبران یا کاهش ولتاژ خروجی یا به عبارت بهتر تنظیم ولتاژ ترانس نمود. نکته : معمولا ولتاژ شبکه در زمان پیک بار کاهش و در زمان کاهش مصرف افزایش می یابد ، بنا براین در بهره برداری از ترانس های قدرت توجه به این نکته (تنظیم ولتاژ) از جایگاه خاصی برخوردار است.



تپ چنجر(*On Load Tap Changer*) دارای دو قسمت است:

۱ – دایورتر سوئیچ (*Diverter Switch*)

دایورتر سوئیچ به قسمتی از تپ چنجر اطلاق می گردد که عمل تعویض سر سیم پیچ ها توسط آن انجام می شود با توجه به اینکه این تعویض در حین بار گیری انجام می گردد و در نتیجه آرک و جرقه به دنبال داردو زودتر دچار لجن گرفتگی می شود به همین علت این قسمت در داخل محفظه یا تانک جداگانه ای که در دل تانک اصلی می باشد جای داده شده است و روغن آن نیز از روغن تانک اصلی ایزوله می باشد و خرابی آن هیچ تاثیری روی روغن تانک اصلی ندارد و از طریق ورودی خاصی تعویض می گردد.

۲- سلکتور سوئیچ (*Selector Switch*)

WWW.ABARMOHANDESI.COM
ابرمهندسی

انتخاب تپ توسط سلکتور سوئیچ انجام می شود بدین ترتیب که هر گاه تغییر به تپ جدیدی مد نظر باشد ابتدا تپ سلکتور بر روی تپ مورد نظر رفته و سپس عمل تعویض تپ توسط دایورتر سوئیچ انجام شده و جریان به تپ جدید منتقل می گردد.

- مراحل تعویض تپ :

فرض کنید در حالتی هستیم که تپ سلکتور *T1* روی تپ *3* قرار دارد و جریان تپ ۳ از طریق کنتاکت *D1* و مقاومت *R1* عبور می نماید (لازم به ذکر است در این حالت هر دو کنتاکت *R1* و *D1* در مدار بوده ولی به دلیل وجود مقاومت *R1* جریان بار از طریق کنتاکت *D1* عبور کرده و تقریبا جریانی از شاخه *R1* عبور نمی کند) و تپ سلکتور *T2* روی تپ ۴ است. به عنوان مثال تغییر از تپ ۳ به ۲ مد نظر است. مراحل کار را می توان به صورت ذیل بیان نمود.

۱ - تپ سلکتور *T2* به روی تپ ۲ منتقل می گردد.

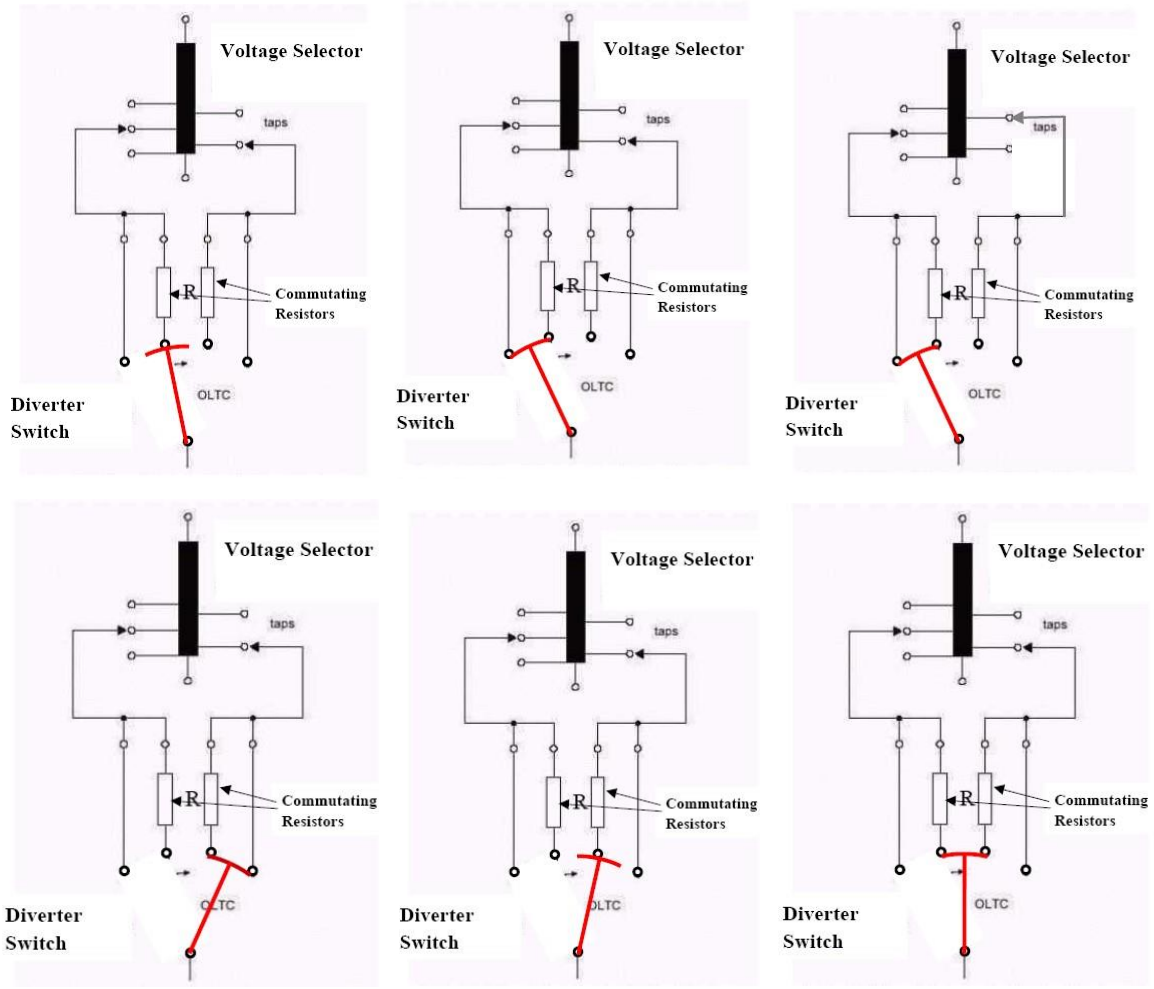
۱ - دایورتر سوئیچ شروع به حرکت نموده و از کنتاکت *d1* جدا می گردد. در این حالت کل جریان بار از طریق مقاومت *R1* عبور می کندکه به دلیل وجود تلفات در مقاومت لازم است که هر چه سریعتر از این وضعیت نیز عبور گردد.

۲ – حرکت دایورتر سوئیچ ادامه یافته تا اینکه به *R2* نیز متصل می گردد. در این حالت جریان بار از طریق هر دو تپ و از طریق مقاومتهای *R1* و *R2* عبور می نماید. در این وضعیت به علت وجود اختلاف ولتاژ بین تپ ۲ و ۳ یک جریان گردشی نیز بین دو تپ ایجاد می گردد که لازم است تپچنجر هر چه سریعتر از این حالت خارج شود.

۳ – با ادامه حرکت دایورتر سوئیچ مقاومت *R1* از مدار خارج شده و جریان تپ ۲ قطع می گردد و جریان بار توسط تپ ۳ از طریق مقاومت *R2* تامین می گردد که به دلیل وجود تلفات در مقاومت لازم است که هر چه سریعتر از این وضعیت نیز عبور گردد.

۴ – حرکت دایورتر سوئیچ ادامه یافته و به کنتاکت *D2* نیز متصل می گردد. در این حالت هر دو کنتاکت *R2* و *D2* در مدار بوده ولی به دلیل وجود مقاومت *R2* جریان بار از طریق کنتاکت *D2* عبور کرده و تقریبا جریانی از شاخه *R2* نمی گذرد. در این حالت پروسه تعویض تپ کامل شده است.

WWW.ABARMOHANDESI.COM
ابرمهندسی



در طول این زمان مسیر جریان بار کاملا بسته مانده و به هیچ عنوان باز نمی شود و کل فرایند مراحل ۱ الی۳ در کسری از ثانیه (زیر *50MS*) انجام می پذیرد تا باعث تجزیه روغن تپ چنجر نشود و حداقل آرک بوجود آید.

- **مکانیزم فرمان تپ چنجر:**

جهت برقراری ارتباط سیستم فرمان به تپ شﹰچنجر مکانیزمی بر روی ترانس نصب می گردد که از طریق سیستم گیربکس به تپ چنجر داخل تانک متصل می باشد . در این مکانیزم کلیه فرمان های الکتریکی و مکانیکی جهت تغییر تپ وجود دارد که قطعات مهم آن عبارتند از :

WWW.ABARMOHANDESI.COM
ابرمهندسی

الف – پوش باتوم های (یا کلیدهای چرخشی) فرامین بالا و پایین (*Rise & Low*): که با این پوشباتوم ها می توان به صورت الکتریکی نسبت به تغییر تپ در محل(*Local*) اقدام نمود.

ب – هندل تغییر تپ : در مواردی که ولتاژ *AC* پست قطع می باشد و نتوان به صورت الکتریکی به تپ چنجر فرمان داد می توان توسط هندل به صورت دستی اقدام به تغییر تپ نمود.

ج– نمایشگر پوزیشن تپ که یک نمایشگر مکانیکی می باشد و لازم است اپراتور شماره آن را با تپ پوزیشن داخل اتاق کنترل مقایسه نماید و از یکسان بودن آنها مطمئن گردد.

د - نمراتور تپچنجر : نمایشگر تعداد عملکرد تپ چنجر می باشد و جهت کنترل زمان اورهال تپ چنجر مورد استفاده قرار می گیرد.

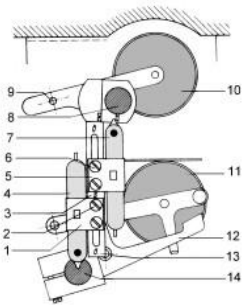
ه - بوش باتوم قطع اضطراری تپ چنجر: پس از هر بار فرمان الکتریکی تغییر تپ ، در انتهای مسیر تعییر تپ ، میکروسوئیچ ها عمل نموده و از حرکت بیشتر موتور تپ چنجر جلوگیری می گردد. اگر به هر دلیلی این میکروسوئیچها عمل ننموده و تپ چنجر شروع به تغییر تپهای زیادی می نماید(که بسته به *Rise* و *Low* بودن فرمان خطرات خاص خود را به دنبال خواهد داشت) اپراتور باید سریعا توسط این بوش باتوم نسبت به قطع اضطراری تپ چنجر اقدام نماید.

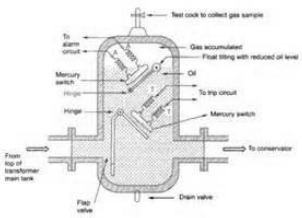
و - سیستم گرمایش (هیترها) و روشنایی که لازم است همیشه تحت کنترل باشد.

• رله های مکانیکی ترانسفورماتور :

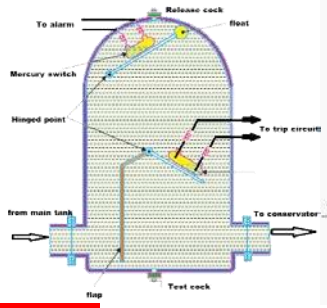
WWW.ABARMOHANDESI.COM
ابرمهندسی

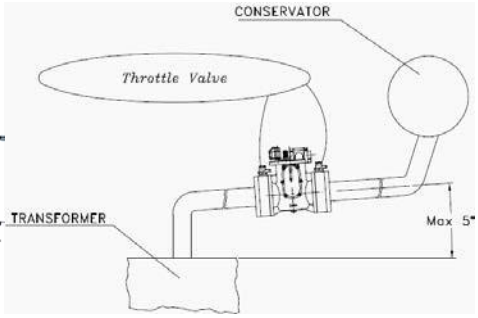
۱. **رله بوخهلتس** : هنگامی که در داخل ترانس تخلیه جزئی حاصل شود این فالت توسط سایر رله ها قابل تشخیص نیست. در محل وقوع تخلیه الکتریکی (روغن مجاور آن) تجزیه و تولید گاز های مختلف می کند. این گاز ها به دلیل سبکتر بودن به سمت بالا حرکت کرده و در مسیر حرکت خود به سمت کنسرواتور (که بالاترین قسمت ترانس است) وارد رله بو خهلتس می گردند و زیر سقف این رله جمع می شوند با جمع شدن هوا در این قسمت سطح روغن داخل رله کاهش یافته و در نتیجه گوی های شناور به سمت پایین حرکت نموده و میکرو سوئیچ مربوط به آلارم تحریک می گردد.اگر این روند ادامه یابد و حجم گاز بیشتر شود گوی دوم که مربوط به تریپ است نیز به سمت پایین حرکت نموده و میکرو سوئیچ تریپ عمل می نماید و بدین ترتیب ترانس از مدار خارج می گردد. همچنین اگر در داخل ترانس یک اتصالی شدید حادث شود حجم روغن و گاز به شدت افزایش یافته و روغن با سرعت زیاد به سمت کنسرواتور حرکت می کند که در این حالت ممکن است بدون تحریک میکروسوئیچ آلارم مستقیما فرمان تریپ صادر گردد چرا که حرکت شدید روغن گوی دوم مربوط به تریپ را جابجا نموده و میکروسوئیچ آن عمل خواهد نمود.این رله در مسیر لوله های ارتباط بین تانک و کنسرواتور قرار دارد.

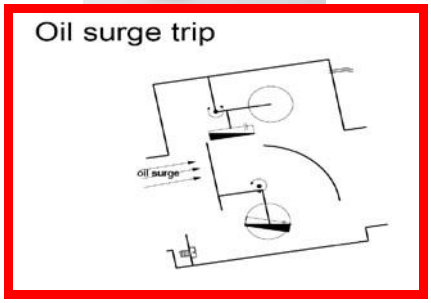


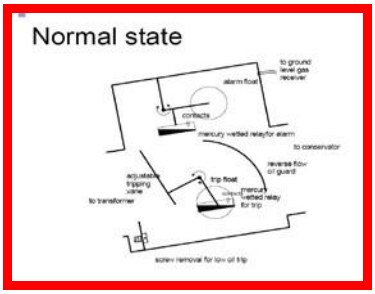


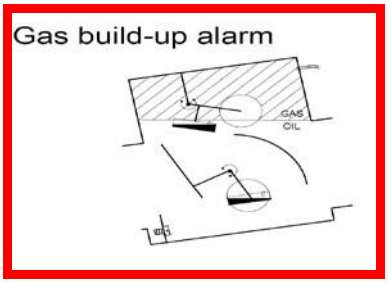
WWW.ABARMOHANDESI.COM
ابرمهندسی











۲-جانسون :این رله در مسیر لوله ارتباطی محفظه تپ چنجر به کنسرواتور تپ چنجر قرار گرفته است و شکل ظاهری این رله تا حدودی به رله بوخهلس شبیه است با این تفاوت که اصلا به حجم گاز حساسیت نداشته و عملکرد آن صرفا به سرعت حرکت روغن مربوط می شود. وقتی که در تپ چنجر اتصالی رخ دهد حجم روغن به شدت افزایش یافته و روغن به سمت کنسرواتور حرکت می کند. حرکت سریع روغن در داخل رله جانسون سبب می گردد کنتاکت رله عمل نموده و فرمان تریپ صادر گردد و ترانس از مدار خارج شود. این رله صرفا دارای عملکرد تریپ می باشد.

۳-ترمومتر روغن : این ترمومتر دارای یک سنسور حرارتی می باشد که بر روی سقف ترانس نصب شده است و دمای روغن را اندازی گیری نموده و نمایش می دهد. همچنین دارای دو کنتاکت جهت ارسال فرامین ورود و خروج فن ها بوده و نیز ۲ کنتاکت آلارم و تریپ می باشد که در صورت تجاوز دما از حد مجاز ابتدا آلارم و سپس فرمان تریپ را صادر می کند.

WWW.ABARMOHANDESI.COM
ابرمهندسی

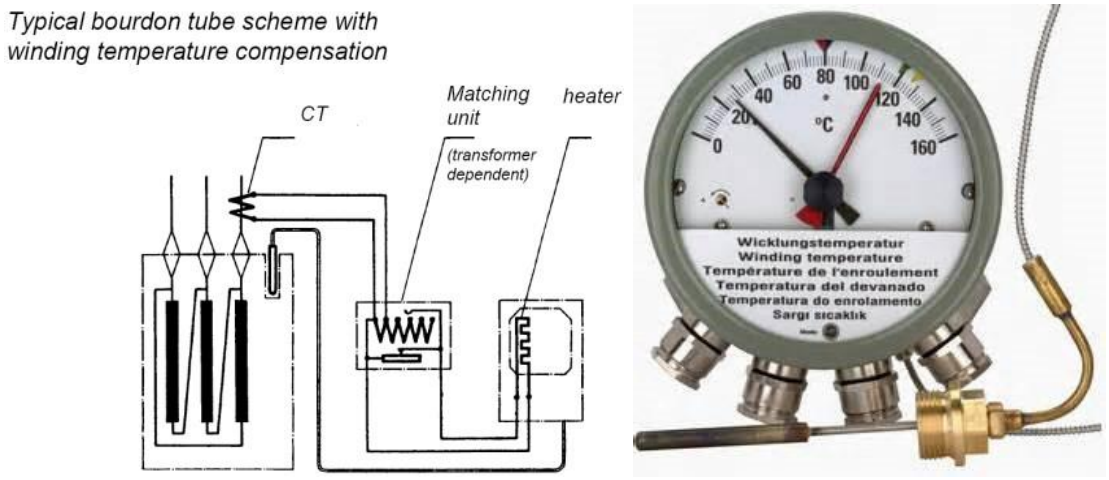
۴-ترمومتر سیم پیچ : این ترمومتر همانند ترمو متر روغن بوده با این تفاوت که دارای یک قسمت مچینگ می باشد. این ترمومتر دارای دو قسمت می باشد:

قسمت اول : همانند ترمومتر روغن است.

قسمت دوم : جهت اعمال تاثیر جریان سیم پیچ ترانس توسط یک CT که بر روی فاز وسط سمت LV (در ترانس های انتقال فاز های وسط HV و LV) نصب می شود از جریان فاز نمونه گیری نموده و این جریان از یک مقاومت عبور داده شده و باعث تولید حرارت می گردد و حرارت تولید شده به دمای ترمومتر قسمت اول اضافه می گردد. این موضوع سبب می گردد و دمای ترمومتر سیم پیچ از دمای ترمومتر روغن بیشتر باشد. هر چه جریان ترانس بیشتر شود مقدار این حرارت بیشتر شده و ترمومتر سیم پیچ نیز دمای بیشتری نشان می دهد. به همین دلیل است که باید حتما دمای ترمومتر سیم پیچ از دمای ترمومتر روغن بیشتر

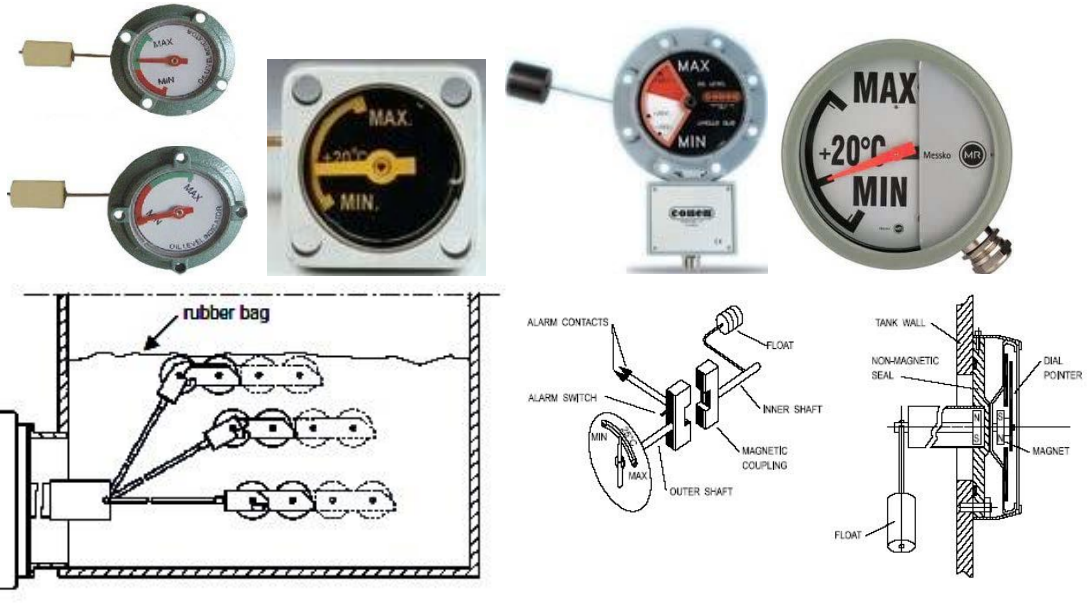
WWW.ABARMOHANDESI.COM
ابرمهندسی

باشد و تنها در مواقعی که ترانس خاموش است یا بار بسیار کمی دارد ترمومتر سیم پیچ و ترمومتر روغن دمای یکسانی را نشان می دهند.



۵-رله نشانگر سطح روغن (*Oil level*) : از آنجا که نباید هیچ گاه قسمت های اکتیو پارت ترانس و به عبارتی تانک ترانس فاقد روغن باشد لازم است سطح روغن در کنسرواتور تحت کنترل بوده که این کار توسط رله نشانگرسطح روغن انجام می گیرد. اگر به هر دلیلی سطح روغن کاهش یا افزایش یابد آلارم توسط رله صادر می گردد. توجه شود که این رله فاقد کنتاکت تریپ است. از آنجا که کنسرواتور ترانس قدرت دارای دو قسمت مجزای کنسرواتور تانک و کنسرواتور تپ چنجر می باشد بنابراین برای هر قسمت لازم است یک رله نمایشگر سطح روغن بر روی کنسرواتور نصب گردد.

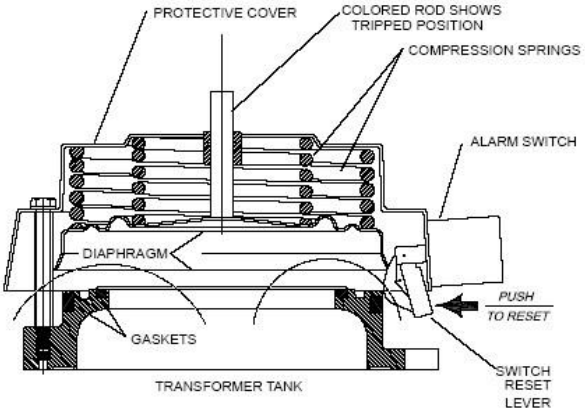
WWW.ABARMOHANDESI.COM
ابرمهندسی

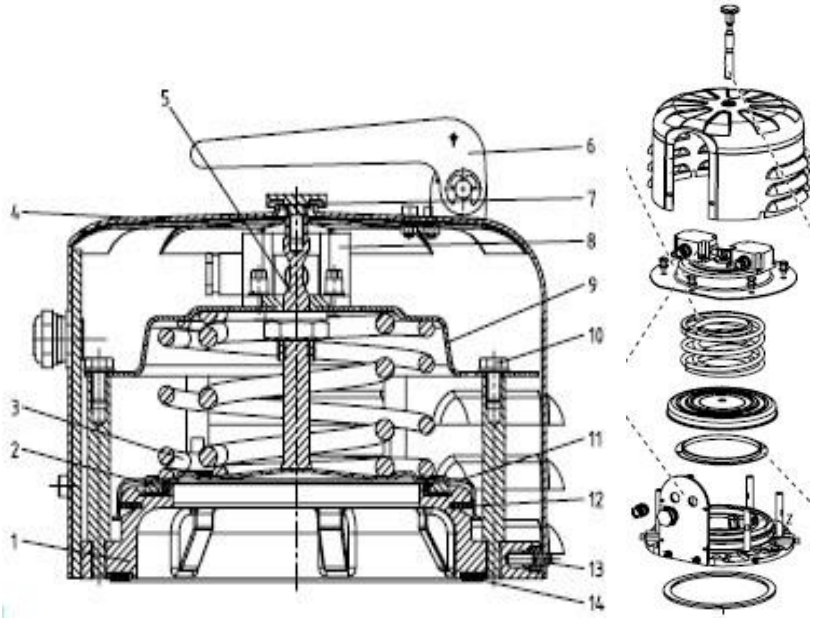


۶-رله فشار شکن (*pressure relay valve*): این رله به صورت یک سوپاپ اطمینان برای تانک اصلی عمل می کند و در صورتی که داخل ترانس اتصالی رخ دهد فشار روغن تانک اصلی افزایش یافته و در نتیجه رله عمل نموده و روغن ترانس از رله به بیرون می ریزد و مانع انفجار ترانس می گردد هم زمان با این عملکرد کنتاکتهای کمکی روی رله عمل نموده و فرمان تریپ صادر شده و ترانس از مدار خارج می گردد .
ترانس قدرت بسته به ابعاد آن ممکن است دارای بیش از یک رله فشار شکن باشد.

از آنجا که محفظه تپ چنجر از محفظه تانک اصلی مجزا می باشد برای آن نیز یک رله فشار شکن در نظر گرفته شده است که قبل از انفجار محفظه تپ چنجر عمل می نماید و فرمان تریپ صادر می کند

WWW.ABARMOHANDESI.COM
ابرمهندسی



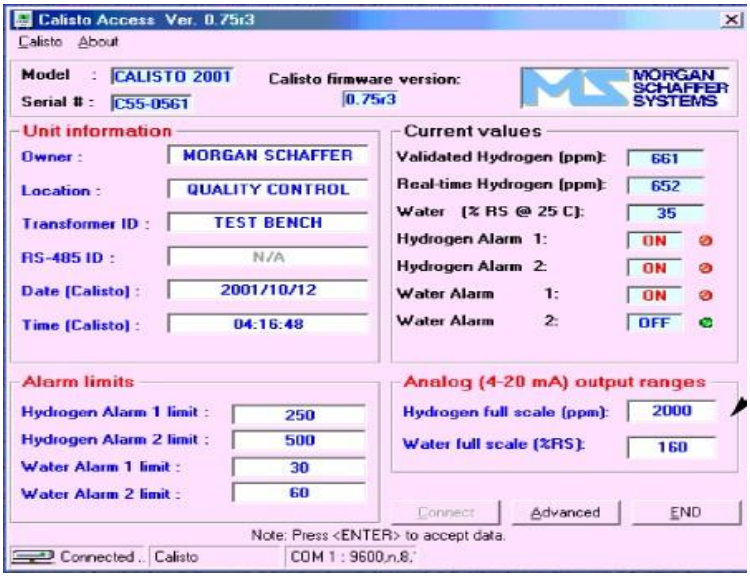


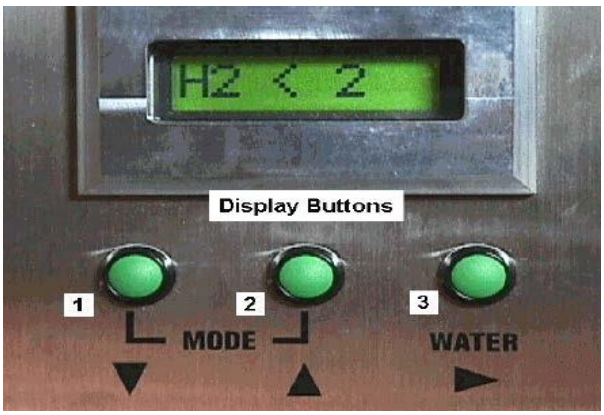
۷-شیر یک طرفه (*Non Return Valve*) : در ترانس های انتقال بین رله بو خهلتس و کنسرواتور تانک یک شیر یک طرفه قرار دارد که در صورتی که روغن به سرعت از سمت کنسرواتور به سمت تانک سر ریز شود عمل می نماید و صرفا فرمان تریپ دارد.

۸-دستگاه هیدران : این دستگاه گازهای محلول بخصوص هیدروژن و آب موجود در روغن ترانس را به صورت دائمی اندازه گیری نموده و به یک نرم افزار تعریف شده در سیستم کامپیوتر اتاق کنترل جهت

WWW.ABARMOHANDESI.COM
ابرمهندسی

ثبت و آنالیز ارسال و در آنجا با ذکر تاریخ ذخیره می گردند. با توجه به مقادیر تنظیمی بر روی نرم افزار این امکان فراهم شده است که در صورت افزایش بیش از حد تعیین شده هیدروژن و یا آب آلارم صادر نماید. همچنین مقادیر مذکور را می توان از روی خود دستگاه نیز قرائت نمود.





WWW.ABARMOHANDESI.COM
ابرمهندسی

پلاک مشخصات ترانس قدرت:

هر ترانسی دارای پلاکیست که در آن مشخصات مهم و کاربردی ترانس مذکور در آن قید شده است که به اختصار مواردی از آن بیان می گردد

- توان نامی : *5.22/30 MVA* در صورت استفاده از فن می توان توان نامی *30 MVA* و در غیر این صورت تنها *5.22 MVA* را می توان از ترانس اخذ نمود.

- گروه برداری : گروه برداری بیان کننده نحوه سربندی سیم پیچ فازها بوده و نوع اتصال ستاره (*Y*) ، مثلث (Δ) ؛ زیگزاگ (*Z*) یا اتوترانس بودن (*a*) و همچنین میزان اختلاف فاز بین اولیه و ثانویه را به صورت مضربهایی از ۳۰ درجه بیان می کند. به عنوان مثال گروه برداری *YND11* بدین مفهوم است که سربندی سیم پیچ اولیه به صورت ستاره (*Y*) و مرکز ستاره زمین شده (*N*) و سربندی سیم پیچ ثانویه مثلث (Δ) بوده و ثانویه نسبت به اولیه ۳۳۰ درجه پیش فاز (*11*30=330*) یا ۳۰ درجه پس فاز می باشد.

- نوع سیستم خنک کنندگی : *ONAF*

- تعداد تپهای ترانس و نسبت تبدیل در هر تپ

- امپدانس اتصال کوتاه یا امپدانس درصد *Uk%* : امپدانس ترانس در حالت اتصال کوتاه می باشد که به صورت درصد بیان می گردد.

- کلاس عایقی که بیان کننده حد تحمل حرارتی عایق ترانس می باشد.

نکات مهم در بهره برداری از ترانس:

۱.انجام بازدید های روزانه ، هفتگی و ماهانه

۲. هر ساعت یکبار نسبت به بازدید ظاهری ترانس و ثبت دماهای ترمومتر ،روغن وسیم پیچ اقدام گردد.

۳. توجه گردد که ورود و خروج فن با توجه به تنظیمات ترمومتر صورت می گیرد.

WWW.ABARMOHANDESI.COM
ابرمهندسی

۴. توجه به وجود نشتی روغن به خصوص از قسمت بوشینگ ها و نیز توجه به نشان دهنده روغن بوشینگ ها (در صورت وجود)

۵. جهت چرخش فن ها و نیز سالم بودن آنها تحت کنترل باشد.

۶. لمس رادیاتورها و شناسایی رادیاتورهای سرد و اطلاع رسانی به مسئولین زیربط جهت رفع اشکال.

۷. روشنایی ، هیتر و آبندی تابلو کنترل فن و تابلو تپ چنجر کنترل گردد.

۸. به نشان دهنده سطح روغن کنسرواتور (تانک و تپچنجر) توجه گردد و در صورتی که نزدیک به سطح *Min* یا *Max* بود ثبت و جهت رفع اشکال به مسئولین زیربط اعلام گردد.

۹. در زمان بهره برداری پاراالل ترانسها باید به نکات توجه کرد

الف - نسبت تبدیل ترانسها یکی باشد بنابراین نمی توان ترانسهایی که دارای تعداد تپ های متفاوتی می باشند را به صورت پاراالل بهره برداری نمود مگر در بعضی تپ های خاص ب - امپدانس درصد مساوی یا نزدیک به هم داشته باشند

ج – عمر ترانسها نزدیک به هم باشد چرا که با افزایش عمر ترانس پارامترهایی نظیر امپدانس درصد ، تلفات ، قدرت عایقی و ... تغییر می نماید

د – حتی المقدور ظرفیت ترانسها یکسان یا نزدیک به هم باشد تا از اضافه بار ترانس کوچکتر جلوگیری به عمل آید.

ه - با توجه به شرایط فوق می بایست از ترانسها روی یک تپ بهره برداری گردد در غیر این صورت جریان گردشی (*Ic*) حاصل از اختلاف تپ در ترانس ها در بین آنها برقرار و باعث تولید توان راکتیو و در نتیجه تلفات می گردد.در این صورت ترانسی که در تب بالاتری بهره برداری می گردد بر خلاف ترانس دیگر توان راکتیو بیشتری را به شبکه تحویل می دهد .

$$I_c = \frac{V_2 - V_1}{2Z}$$

وظایف بهره بردار در صورت بروز هر یک از آلارمها یا تریپهای ترانسفورماتور به شرح ذیل می باشد :

آلارم درجه حرارت روغن و سیم پیچ :

در صورتی که این آلارم ها ظاهر شد اپراتور لازم است نسبت به بازدید از ترانس اقدام نماید و از روشن بودن فن ها و گرم بودن رادیاتورها مطمئن گردد. میزان بار ترانس را کنترل کند و در صورت امکان و نیاز شبکه از جبران سازهای خازنی استفاده نماید و در صورتی که اقدامات فوق موثر واقع نگردید جهت کاهش بار هماهنگی های لازم را با دیسپاچینگ بعمل آورد.

WWW.ABARMOHANDESI.COM
ابرمهندسی

تریپ درجه حرارت روغن و سیم پیچ:

در صورت تریپ ترانس توسط این رله ها لازم است تا سرد شدن ترانس از برقداری آن خودداری نمود. ولی تا قبل از آن می توان از کارکرد درست فن ها و جهت چرخش آنها اطمینان حاصل نمود و اقدامات لازم جهت بارگذاری کمتر ترانس با هماهنگی دیسپاچینگ بعمل آید.

آلارم رله بوخهلتس:

با ظاهر شدن این آلارم لازم است سریعا به مرکز کنترل اطلاع رسانی شده و هماهنگی های لازم جهت قطع ترانس بعمل آید. پس از قطع نیز نباید ترانس به هیچ عنوان وصل شود تا توسط گروههای تعمیراتی بررسی لازم بعمل آید.

تریپ رله بوخهلتس:

در صورت تریپ ترانس توسط رله بوخهلتس باید توجه داشت که ضمن اطلاع رسانی به مرکز کنترل تا قبل از انجام بررسی های لازم توسط گروه تعمیرات از وصل ترانس خودداری گردد. در این وضعیت می توان نسبت به بازدید ظاهری از ترانس نیز اقدام نمود.

آلارم سطح روغن :

در صورت بروز این آلارم ابتدا نسبت به بررسی و بازدید از ترانس اقدام نموده و سپس موضوع به مرکز کنترل اطلاع رسانی گردد.

تریپ رله جانسون:

با عملکرد این رله ضمن اعلام به دیسپاچینگ باید بازدید از ترانس به عمل آید و تا قبل از انجام بررسی های لازم توسط گروه تعمیراتی ، نسبت به بر قراری ترانس اقدام نگردد.

تریپ رله فشار شکن:

با عملکرد این رله ضمن اعلام به دیسپاچینگ باید بازدید از ترانس به عمل آید و تا قبل از انجام بررسی های لازم توسط گروه تعمیراتی ، نسبت به بر قراری ترانس اقدام نگردد.

تریپ رله فشار شکن تپچنجر:

WWW.ABARMOHANDESI.COM
ابرمهندسی

با عملکرد این رله ضمن اعلام به دیسپاچینگ باید بازدید از ترانس به عمل آید و تا قبل از انجام بررسی های لازم توسط گروه تعمیراتی ، نسبت به بر قراری ترانس اقدام نگردد.

تریپ رله *Non Return Valve*:

با عملکرد این رله ضمن اعلام به دیسپاچینگ باید بازدید از ترانس به عمل آید و تا قبل از انجام بررسی های لازم توسط گروه تعمیراتی ، نسبت به بر قراری ترانس اقدام نگردد. تمام دستورالعمل های بیان شده فوق لازم است در خصوص ترانس های زمین ،مصرف داخلی وکمپکت نیز اجرا گردد.

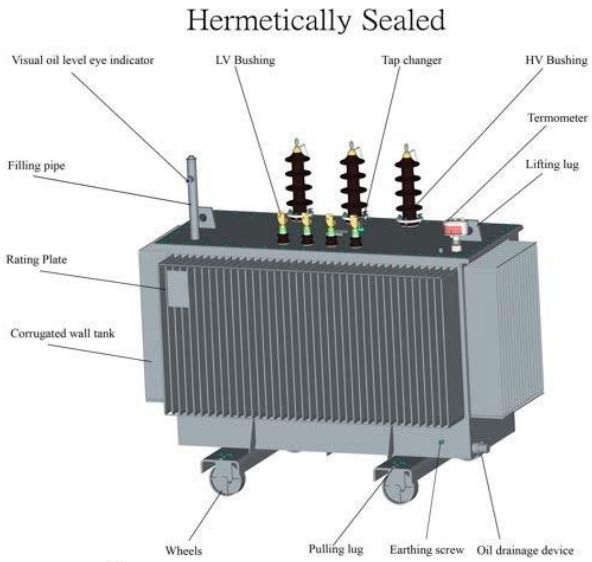
ترانس مصرف داخلی(*Sub Station Transformer*):

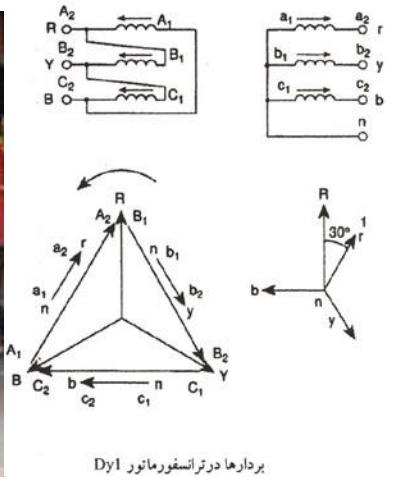
این ترانس ها یک ترانس با قدرت حدوداً ۵۰ الی ۲۵۰ کیلو ولت آمپر برای مصرف داخلی و همچنین تغذیه دستگاه تصفیه روغن ترانس تعبیه شده است به طوری که ولتاژ را به سطح ولتاژ ۳۸۰ ولت فاز به فاز تبدیل می کنند. مصارف عمده پست عبارتند از هیتر ها ، روشنایی محوطه و تاسیسات الکتریکی اتاق کنترل و فیدرخانه، تغذیه موتور تپ چنجر و غیره می باشد. این ترانس ها نیز مانند ترانس قدرت و دارای تانک و کنسرواتور و ... بوده ولی ترمومتر سیم پیچ ،*Pressure Relay* و *Non Return Valve* را ندارد و همچنین تپخیر آن به صورت *Off Load* می باشند. بنابراین رله جانسون نداشته و کنسرواتور آنها یک پارچه و مربوط به تانک بوده و یک *Oil Level* دارند. این ترانسها معمولاً دارای گروه برداری *DY1* یا *DZ1* می باشند.

نکته: در صورتی که روغن ترانس هیچ گونه ارتباطی با هوای آزاد نداشته باشد به آن ترانس هرمتیک می گویند. بعضی از انواع نوع هرمتیک ممکن است کنسرواتور نیز نداشته باشند.
مشخصه های مهم ترانس زمین عبارتند از :

- ولتاژ اولیه و ثانویه
- گروه برداری
- توان نامی
- امپدانس اتصال کوتاه

WWW.ABARMOHANDESI.COM
ابرمهندسی





بردارها درترانسفورماتور Dy1

ترانس زمین(*Ground Transformer*):

درحال حاضر، نقطه صفر (نوترال) اغلب شبک ههای فوق توزیع و انتقال به طور مستقیم و یا ازطریق یک وسیله محدودکننده جریان، زمین می شوند. در سیستمهایی که نقطه صفر آنها زمین نشده باشد، درشرایط بروز اتصال کوتاه نامتعادل، مانند اتصالی فاز به زمین :

اولا: چون مسیر عبور جریان اتصالی به زمین وجود ندارد تشخیص خطا توسط رله های اضافه جریان و ارت فالت ممکن نخواهد بود .

ثانیه : ولتاژ فازهای سالم م یتواند آنقدر افزایش یابد که سبب ایجاد قوس الکتریکی بین قسمتهای برقدار تأسیسات و زمین و درنتیجه از بین رفتن تجهیزات سیستم وعای قبندی آن شود.

WWW.ABARMOHANDESI.COM
ابرمهندسی

بنابراین لازم است نقطه صفر سیستم به زمین اتصال یابد . در سیستم هایی که اتصال ستاره و یا زیگزاگ و ... می باشند می توان مستقیما نقطه صفر را اتصال زمین نمود (بدون مقاومت محدود کننده یا با مقاومت محدود کننده ، سلف). اما در خصوص سیستمهایی با آرایش مثلث به دلیل نبود نقطه صفر ، اتصال مستقیم امکان پذیر نبوده و لازم است از ترانس زمین استفاده نمود.

به طورکلی جهار هدف عمده در استفاده از ترانسفورماتور زمین مدنظر است :

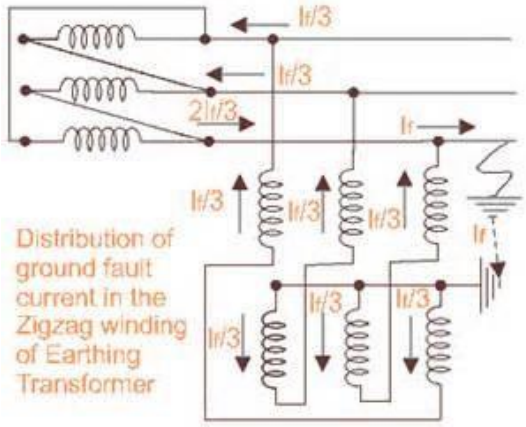
۱ - ایجاد نقطه صفر مصنوعی برای اتصال مثلث طرف ثانویه یا ثالثیه ترانسفورماتورهای قدرت

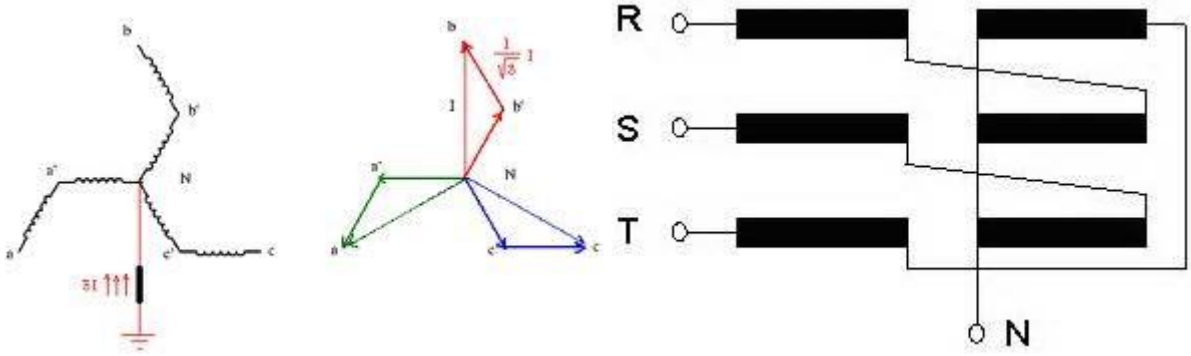
۲ - ایجاد شرایط مناسب جهت برقراری جریان اتصال کوتاه نامتعادل از طریق زمین و در نتیجه جلوگیری از اضافه ولتاژ فازهای سالم

۳- برقراری جریان اتصال کوتاه نامتعادل از طریق زمین و در نتیجه تشخیص خطا و عملکرد رله ها

۴- محدودنمودن جریان اتصال کوتاه تک فاز

WWW.ABARMOHANDESI.COM
ابرمهندسی





ساختمان ترانسفورماتور زمین:

همچنان که در شکل فوق می بینیم ترانس زمین به صورت زیگزاگ سیم پیچی می گردد. مهمترین مشخصه یک ترانس زمین، جریان نوترال و راکتانس مؤلفه صفر آن است . از آنجا که قسمت عمده راکتانس مؤلفه

WWW.ABARMOHANDESI.COM
ابرمهندسی

صفر در یک سیستم با ترانسفورماتور زمین ، مربوط به راکتانس این ترانسفورماتور است. لذا ترانسفورماتور زمین با توجه به راکتانس توالی مثبت سیستم و قدرت ترانس های اصلی محاسبه و نصب می گردد . به طور کل ترانسفورماتور زمین باید به گون های انتخاب شود که در شرایط اتصالی استحکام کافی ازنظر مقاومت حرارتی و مکانیکی را داشته باشد. ترانس زمین صرفا بوشینگهای HV وجود دارد و فاقد بوشینگ LV می باشد بنابراین از نظر ظاهری هم می توان به راحتی ترانس زمین را شخیص داد.

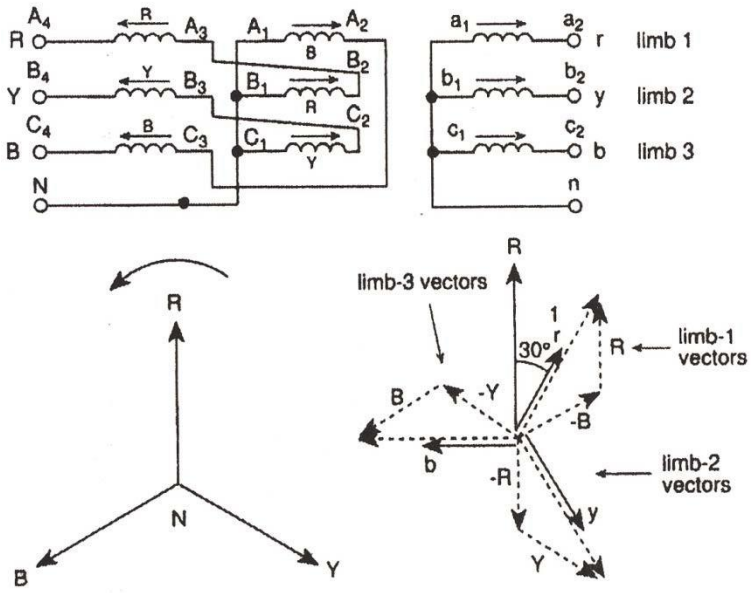
مشخصه های مهم ترانسفورماتور زمین:

- جریان نوترال
- امپدانس مولفه صفر $Z0$
- مدت زمان تحمل جریان اتصال کوتاه
- خصوصیات ظاهری این ترانس مانند ترانس مصرف داخلی است
- صرفاً سیم پیچ اولیه دارد و بنابراین فقط بوشینگهای اولیه را دارا است و فاقد سیم پیچ ثانویه است
- فاقد تپ چنجر می باشد
- گروه برداری آنها Z (زیگزاگ) می باشد.

ترانس کمپکت:

در بسیاری از موارد برای کاهش هزینه ها ، ترانس مصرف داخلی و زمین باهم ترکیب و به صورت کمپکت ساخته می شوند که وظایف ترانس مصرف داخلی و ترانس زمین را همزمان پوشش می دهد. این ترانس از نظر ظاهر همانند ترانس مصرف داخلی می باشد و صرفاً تفاوت ظاهری آن حجیم تر بودن آن و نیز بوشینگ نوترال HV آن است. در ترانس کمپکت همه موارد مطرح شده در خصوص مشخصات و موارد کاربرد و نکات مهم در ساخت ترانس زمین و مصرف داخلی صادق بوده و اغلب آنها دارای گروه برداری $Zy1$ می باشند.

WWW.ABARMOHANDESI.COM
ابرمهندسی



بردارها درترانسفورماتور Zy1

راکتور شنت:

راکتور شنت (موازی) یکی از اجزای اصلی در عملکرد موثر خطوط انتقال فشار قوی طویل می باشد. جبران سازی رأکتانس خازنی خطوط انتقال برای جلوگیری از اضافه ولتاژ کنترل نشده خصوصا در شبکه های کم بار با طول زیاد یا سیستم های کابلی طولانی از وظایف این اداوت است. همچنین بهبود پایداری و بازدهی انتقال انرژی و کاهش اضافه ولتاژهای فرکانس قدرت از مزایای اصلی بکارگیری راکتورهای شنت به هنگام قطع ناگهانی بار یا بی بار شدن ناگهانی در شبکه می باشد.این راکتورها را می توان مستقیما به ولتاژ شبکه فشار قوی متصل یا آنها را به سیم پیچ ثالثیه ترانسفورماتور شبکه وصل کرد که هم برای کار دائم و هم برای کلید زنی مناسب می باشند..تشابهات طراحی راکتورهای شنت با ترانسفورماتورهای قدرت این امکان را ایجاد کرده است که کارخانجات ترانسفورماتور سازی اقدام به ساخت راکتور شنت نمایند. راکتورها از نظر ظاهری بسیار شبیه به ترانس قدرت می باشند با این تفاوت که صرفا دارای بوشینگهای HV بوده و فاقد بوشینگ LV می باشند. از دیگر تفاوتهای ظاهری می توان به نبود تپ جنجر و متعلقات مربوطه اشاره کرد. به دلیل تشابه بسیار زیاد راکتور با ترانس بیشتر نکات مربوط به بهره برداری از ترانس قدرت برای راکتور نیز صادق می باشند.

WWW.ABARMOHANDESI.COM
ابرمهندسی

تست های راه اندازی ترانسفورماتورها :

تستهای مربوط به ترانسفورماتور به روتین تیت ، تایپ تست و تستهای خاص *Spetiol Test* تقسیم می گردند. تستهای روتین برای کلیه ترانسها انجام می گردد. تایپ تستها با توجه بعضی خصوصیات ترانس (قدرت نامی ، سطح ولتاژ ، ...) و تستهای خاص بنا بر درخواست کارفرما انجام می گردد. در ایستگاههای برق تستهای ذیل در زمان راه اندازی انجام می گیرد که عبارتند از :

- نسبت تبدیل
- تقسیم شار
- پیوستگی (ترانسهای *OLTC*)
- جریان بی باری
- مقاومت *DC*
- تانژانت دلتا (معمولا ترانسهای لایه انتقال)
-

WWW.ABARMOHANDESI.COM
ابرمهندسی

WWW.ABARMOHANDESI.COM
ابرمهندسی

@ABARMOHANDESI IDاینستاگرام وتلگرام

WWW.ABARMOHANDESI.COM
ابرمهندسی