ترانسفورماتور

قدرت

PowerEn.ir

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
فصل اول:اساس کار ترانسفورماتورهای قدرت	7
1-1- مقدمه	7
1-2- میدان مغناطیسی	8
1-3- تلفات هسیترزیس	8
1-4- تلفات فوکو	9
1-5- چگالی فوران	10
فصل دوم:ساختمان ترانسفورماتوراز نظر اجزاء خارجی	11
2-1- مقدمه	11
2-2- تانک ترانسفورماتور	11
2-2-1- خصوصیات و ویژگیهای تانک ترانسفورماتور	12
2-3- بدنه ترانسفورماتور	13
2-4- بام ترانسفورماتور	13
2-5- منبع انبساط یا کنسرواتور	13
2-5-1- انواع سیستم کنسرواتور	15
2-6- سیستم تنفسی یا رطوبت گیر	16
2-6-1- نگهداری و سرویس دستگاه رطوبت گیر	17
2-7- لوله ها و اتصالات و تروت ها	19
2-8- بوشینگ های ترانسفورماتور	19
2-9- سیستم خنک کننده	20

عنوان	صفحه
2-9-1- رادیاتورها	22
2-9-2- فن ها و پمپ ها	23
2-10- شیر اطمینان فلزی	24
2-11- درجه حرارت سنجهای ترانسفورماتور	24
2-11-1- ترمومترهای روغن	24
2-11-2- ترمومترهای سیم پیچ	25
2-12- رله بوخهلتز	27
2-13-پرشر رله تپ چنجر جانسون	29
2-14- برقگیرهای ترانسفورماتور	29
2-15- روغن نما یا نشان دهنده سطح روغن	30
2-16- پلاک مشخصات ترانسفورماتور	30
فصل سوم:ساختمان ترانسفورماتور از نظر اجزاء داخلی	33
3-1- مقدمه	33
3-2- اکتیو پارت	33
3-3- هسته	34
3-3-1- چیدن هسته	35
3-4- سیم پیچ های ترانسفورماتور	35
3-4-1- انواع سیم پیچی ها	36
3-4-1-1- سیم پیچی لایه ای	37
3-4-1-2- سیم پیچی حلزونی	38
3-4-1-3- سیم پیچی دیسکی	38

عنوان	صفحه
3-5- عایقهای اکتیو پارت	39
3-5-1- عایقها و سی تی های بوشینگی	40
3-6- کلید تنظیم ولتاژ	40
3-6-1- انواع سیم پیچ های تنظیم ولتاژ	41
3-7- آزمایشات ترانسفورماتور	43
فصل چهارم:حفاظت ترانسفورماتورهای قدرت	45
4-1- مقدمه	45
4-2- خطاهای ترانسفورماتور قدرت	46
4-2-1- حفاظت دیفرانسیل ترانسفورماتور قدرت	47
4-2-1-1- رله دیفرانسیل	49
4-2-2- حفاظت خطای زمین محدود شده	50
4-2-2-1- رله خطای زمین محدود شده	51
4-2-3- حفاظت افزایش شار(ولتاژ)	52
4-2-4- رله ولتاژ صفربرای ترانسفورماتور قدرت	52
4-2-5- حفاظت کاهش ولتاژ	52
4-2-6- رله جریان زیاد زمان معکوس با واحد آنی	53
4-2-7- حفاظت جریان زیاد نوترال در ترانسفورماتورهای قدرت	53
4-2-8- حفاظت اضافه جریان فاز و نوترال	54
4-2-9- رله جریان زیاد سیم پیچی ثالثیه ترانسفورماتور قدرت	55
4-10- حفاظت تپ چنجر	55

عنوان	صفحه
فصل پنجم:روغن ترانسفورماتور	56
5-1- مقدمه	56
5-2- خواص روغن	56
5-3- شرایط روغن	57
5-4- مشخصات روغن	58
5-5- خواص فیزیکی روغن	58
5-5-1- ویسکوزیته روغن	58
5-5-2- نقطه اشتعال روغن در محیط بسته	59
5-5-3- دانسیته یا چگالی روغن	59
5-5-4- نقطه ریزش روغن	60
5-6- خواص الکتریکی روغن	60
5-6-1- استقامت دی الکتریک یا ولتاژ شکست عایقی	60
5-6-2- ضریب تلفات عایقی	61
5-6-3- مقاومت مخصوص عایقی	61
5-7- خواص شیمیایی روغن	62
5-7-1- ساختمان مولکولی روغنهای عایق	62
5-7-2- سولفور خورنده در روغن	63
5-8- مقدار رطوبت در روغن	63
5-9- پایداری در مقابل اکسیداسیون	64
5-10- عدد خنثی سازی روغن	64
5-11- رسوب یا لجن ته نشین شده روغن	65

عنوان	صفحه
5-12- افزودن مواد ضد اکسیداسیون در روغن	65
5-13- مخلوط کردن انواع روغن	66
5-14- روغنهای مخصوص	67
5-15- ادوات و تجهیزات روغن	68
5-15-1- دستگاه تصفیه روغن	69
5-16-اصول خشک کردن ترانسفورماتورهای قدرت	69
5-16-1- روشهای فیلتر نمودن روغن	70
5-17- آشکار سازی گازهای ترانسفورماتور	72
5-17-1- روش جدید آشکار سازی گازهای ترانسفورماتور با استفاده از امواج صوتی	73
منابع و ماخذ	76

POWEREN.IR

POWEREN.IR

فصل اول

اساس کار ترانسفورماتورهای قدرت

1-1- مقدمه

ترانسفورماتور دستگاهی است که بر اساس القاء الکترومغناطیس کار می کند بنا براین شناخت ترانسفورماتور مستلزم شناخت مفا هیم مغناطیسی یا به عبارت دیگر ماهیت ترانسفورماتور می باشد.مفاهیمی چون شدت میدان -چگالی فوران – تلفات هیسترزیس وتلفات فوکو را در زیر توضیح داده می شود.

یک ترانسفورماتور جزء ساکنی از دستگاهی است که بوسیله آن قدرت الکتریکی یک مدار تبدیل به قدرت الکتریکی با همان فرکانس در مدار دیگر می شود.میتوان متناظربا افزایش یا کاهش جریان ،ولتاژ را پایین یا بالا برد.اساس فیزیکی یک ترانسفورماتور القاء متقابل بین دو مدار است که بوسیله یک فوران مغناطیسی در بر گرفته می شود.(با یک فوران پیوسته هستند.)

بطور خلاصه یک ترانسفورماتور آنچنان وسیله ای است که:

1- قدرت الکتریکی را از یک مدار به مدار دیگر منتقل می کند.

2- این عمل را بدون هیچ تغییری در فرکانس انجام می دهد.

3- انتقال بطریقه القاء الکترومغناطیسی بعمل می آورد.

4- دو مدار الکتریکی تحت نفوذ القا متقابل یکدیگرند.

POWEREN.IR

PowerEn.ir

1-2- میدان مغناطیسی

اگر به دور یک هسته آهنی سیمی را حلقه کنیم وبه یک میدان الکتریکی وصل نمائیم میدان مغناطیسی در هسته بوجود می اید که شدت میدان آن در هر نقطه داخل میدان برابر نیروئی است معادل یک وبر در آن نقطه ایجاد میشود که کمیتی است برداری وبا Hنمایش داده میشود.

1-3- تلفات هیسترزیس

این اثر یا پدیده همراه با ایجاد حرارتی است که مربوط میشود به تلفات انرژی حاصل از این پدیده ومقدار آن متناسب با سطح دوره یا سیکل هیسترزیس است و این روش تجربی توسط اشتین متس بدست آمده است.

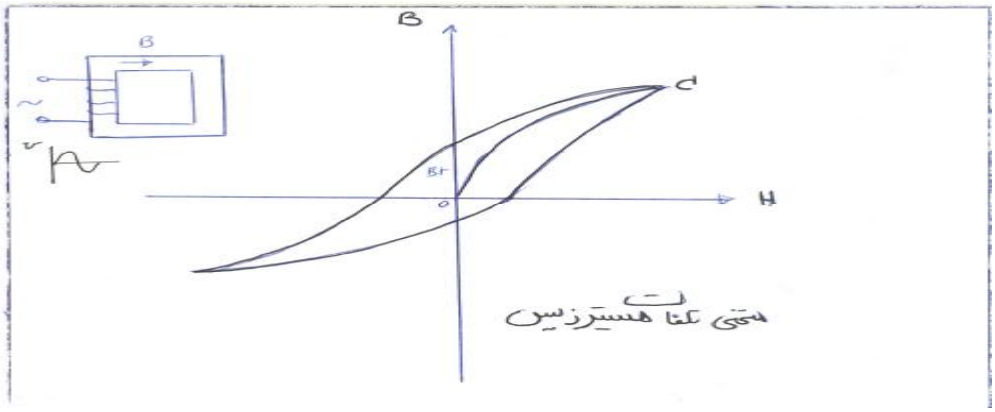
اگر به دور یک هسته آهنی مدار بسته یک حلقه سیم پیچی گردد ودو سر این سیم پیچ را به یک میدان الکتریکی قابل تغییر وصل نماییم چنانچه میدان الکتریکی از صفر شروع شود و بتدریج افزایش دهیم چگالی شار در هسته شروع به افزایش می کند تا جایی که با افزایش میدان مقدار چگالی ثابت می ماند یا به عبارتی هسته اشباع میگردد.

اگراز این به بعد میدان الکتریکی را کاهش دهیم مفدار چگالی نیز کاهش می یابد ولی منحنی کاهش چگالی روی منحنی افزایش آن قرار نمیگیرد و در نقطه ای از منحنی که شدت میدان صفر میباشد در هسته آنی مقداری چگالی مغناطیسی وجود دارد اگر این میدان را درجهت منفی نیز کاهش دهیم وپس از یک سیکل این روند را ادامه دهیم به شکل زیر خواهیم رسید

$$W=Kh.F.Bm^{1.6}$$

POWEREN.IR

PowerEn.ir



4-1- تلفات فوکو

هر جسم هادی که از بینهایت ذره تشکیل شده واین ذرات در نتیجه ی پیوستگی باهم میتوانند حلقه بسته تشکیل دهند که وقتی این جسم در میدان متغیری قرار میگیرد در این حلقه ها نیروهای محرکه ای ایجاد میشود که در نتیجه اتصال کوتاه شدن این حلقه ها نیرو های محرکه القاء شده در آن ها تبدیل به جریان شده ومسیر حلقه مربوط به خود راگرم مینماید.

بدین ترتیب تلفاتی در بدنه جسم هادی بوجود می اید که با گرم شدن جسم خودر را مشهود می نماید بنا براین وقتی که هسته تحت میدان قرار میگیرد در آن ولتاژی القا میگرد که در مسیرهای بسته حلقوی جریان فکو ایجاد میشود که با عث گرم شدن هسته ترانسفورماتور میگردد که با متورق نمودن هسته هاو عایق نمودن آنها نسبت به همدیگر این اثر کاهش پیدا خواهد نمود.

$$P=Kf.Bm.F^2$$

POWEREN.IR

PowerEn.ir

5-1- چگالی فوران

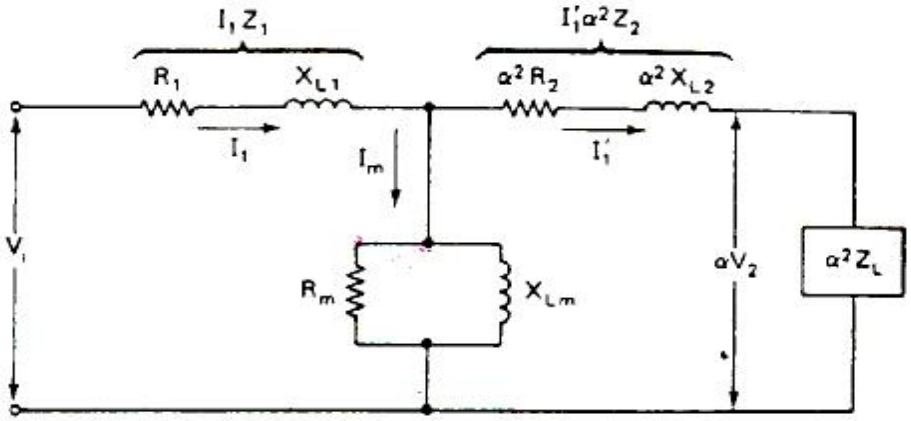
از سطح مقطع هسته آهنی فوق خطوط مغناطیسی به بیرون می تابد این تعداد خطوط را فوران مغناطیسی با علامت Φ نشان داده میشود وچگالی فوران مقدار فورانی که از واحد سطح عمود بر خطوط فوران میگذرد وآن را با حرف Bنشان می دهند. $\Phi=B*A$

آنچه که اساس کار ترانسفورماتورها را تشکیل می‌دهد، به این صورت که اگر دور یک هسته آهنی دو سیم پیچ مجزا از هم و با تعداد دورهای N1 وN2 بپیچیم و سیم پیچ N1را به اختلاف سطح یا ولتاژ متناوب وصل کنیم در اثر این ولتاژ یک میدان مغناطیسی متناوب در هسته آهنی بوجود می‌آید بطوریکه در دو سر سیم پیچها نیروی الکتروموتوریE1و E2 القاء می‌شود و مطابق آنچه که گفته شد در یک ترانسفورماتور ایده آل خواهیم داشت(قانون فاراده):

از تقسیم این دو رابطه بر یکدیگر خواهیم داشت:

$E2/E1=N2/N1$

که به آن نسبت تبدیل ترانسفورماتور می گویند.



مدار معادل یک ترانسفورماتور

POWEREN.IR

PowerEn.ir

فصل دوم

ساختمان ترانسفور ماتور از نظر اجزاء خارجی

2-1- مقدمه

یک ترانسفورماتور از قسمتهای مختلفی تشکیل شده است تا بتواند بطور صحیح کار خود را انجام دهد.می توان گفت که یک ترانسفورماتور از دو قسمت اجـزاء داخلـی کـه کـار تبدیل انرژی را انجام می دهد و قسمت دیگر اجزاء خارجی که بعنوان اجزاء مکمل اجـزاء داخلی ترانسفورماتور می باشند تا انتقال و تبدیل انرژی به طور صحیح و مستمر صـورت پذیرد،تشکیل شده است.در زیر به شرح اجزاء خارجی بدنـه و متعلقـات ترانـسفورماتور پرداخته می شود.

2-2- تانک ترانسفورماتور

تانک ترانسفورمر یک ظرف مکعب یا بیضی شکل است که هسته وسیم پیچهای ترانس در آن جـای می گیرند ونقش یک پوشش حفاظتی را برای آنها ایفا می کند .داخل این ظرف از روغن پرمی شود ؛ به طوری که هسته وسیم پیچ کاملاً در روغن فرومی روند. سطح خـارجی تانـک ، تلفـات گرمـایی داخل ترانس را به بیرون منتقل می کند .از هر متر مربع سطح تانک حدوداً 400 تا 450 وات توان گرمایی به خارج منتقل می شود .

POWEREN.IR

PowerEn.ir

شکل یک ترانسفورماتور قدرت ساخت شرکت ایران ترانسفو

2-2-1- خصوصیات وویژگیهای یک تانک ترانسفورماتور

1- حفاظتی برای هسته ، سیم پیچ ، روغن وسایر متعلقات داخلی باشد.

2- دارای استقامت کافی باشد که در حین حمل ونقل ونیز درزمان اتصال کوتاه داخلی بتواند تـنش های مکانیکی ایجاد شده را تحمل نماید.

3- ارتعاشات وصدا در آن به حداقل برسد .

4– ساختمان آن در برابر نشت روغن ویا نفوذ هوا کاملاً آب بندی باشد.

5 – سطوح کافی برای دفع گرمای ناشی از تلفات ترانس را تأمین کند .

6- محلی برای نصب بوشینگها ،تپ چنجر ، مخزن ذخیره روغن وسایر تعلقات باشد .

7 – از نظر ابعاد در حدی باشد که براحتی قابل حمل ونقل از طریق جاده یا راه آهن باشد .

8- حداقل تلفات فوکو در آن ایجاد شود .

9- حداقل میدان مغناطیسی در خارج از آن وجود داشته باشد .

POWEREN.IR

PowerEn.ir

2-3- بدنه ترانسفورماتور

بر طبق استاندارد ، ساختار ترانس باید شامل متعلقات ذیل باشد :

قلاب هایی برای بلند کردن و چشمی هایی برای کشیدن

دریچه هایی برای بازرسی ومونتاژ

شیرهایی برای تصفیه وتخلیهٔروغن

ترمینالهایی برای زمین کردن

فشارشکن فنری با کنتاکهای آلارم (اختیاری)

2-4- بام ترانسفورماتور

بام ترانسفورماتور یا به عبارت دیگر درب ترانسفورماتور بوده که ازورقه ای با ضخامت زیاد و نگهدارنده های جهت استحکام تشکیل شده است این ورقه ی بزرگ برروی بدنه تراسفورماتورقرارمی گیرد،وکیله متعلقات بالایی ترانسفورماتور برروی آن نصب میگردند.

برای آب بندی نمودن بین بدنه ترانس و درب بزرگ آن از واشر های کائوچویی تخت یا واشرهای اورینگی استفاده میگردد ودرب ترانس به وسیله پیچ و مهره به بدنه محکم میشود در بعضی از ترانسفورماتورها دیده میشود که درب به بدنه جوشکاری شده است. برخی از ترانسفورماتورها درب آنها به اکتیو پارت نیز متصل میباشد.

2-5- منبع انبساط یا کنسر واتور

با توجه به تغیرات بار و درجه حرارت محیط ترانسفور ماتور به تبع آن ، درجه حرارت روغن ترانسفور ماتور تغییر مینماید و این تغییر درجه حرارت ایجاد تغیراتی درحجم روغن داخل ترانسفور ماتور می نماید . لذا برای اینکه مطمئن باشیم داخل تانک همواره پر از روغن است برای ترانسفور ماتور های بالاتر از 6 کیلو ولت و 25 کیلو ولت آمپر یک منبع انبساط در بالای تانک قرار

POWEREN.IR

PowerEn.ir

میدهند که به آن منبع ذخیره یا منبع کنسر واتور نیز میگویند . منبع انبساط معمولا یک ظرف فلزی استوانه ای شکل میباشد که به تانک ترانسفور ماتور مرتبط است .

درجه حرارت روغن هنگامی که افزایش می یابد و حجم روغن زیاد میشود و روغن اضافی از طریق لوله مرتبط به طرف منبع انبساط رفته و هنگامی که درجه حرارت کاهش میابد . مجددا روغن به تانک بر میگردد .برای کنترل سطح روغن از روغن نما استفاده میشود . منبع انبساط را بر روی نگه دارنده های به اندازه طول بوشینگ های فشار قوی بالا نگه میدارند تا در هر شرایطی بالاترین نقطه این بوشینگ ها خالی از روغن نگردد .

در ترانسفورماتورهای روغنی ، حجم روغن در اثر تغییرات درجه حرارت ، تغییر قابل ملاحظه ای دارد و لذا بایستی وسیله ای جهت کنترل سطح روغن داخل ترانسفورماتور بنحوی که در هر صورت قسمتهای فعال (هسته وسیم پیچ) کاملاً در روغن غوطه ور وباقی بمانند در نظر گرفته شود.

معمولاً در ترانسفورماتورهای بزرگ از منبع جداگانه ای که در بالای تانک اصلی نصب می گردد استفاده می شود .که به آن منبع انبساط یا منبع ذخیره روغن Oill conser vator می گویند.

بنابراین روغن ترانسفورماتور از طریق این منبع انبساط وانقباض خود را انجام می دهد واگر روغن داخل این منبع مستقیماً با هوای بیرون در تماس باشد.

بدیهی است که رطوبت واکسیژن هوا را جذب نموده وعلاوه بر کاهش خاصیت عایقی با ایجاد لجن باعث فساد تدریجی خود نیز می شود .

از آنجا که اکسیژن ورطوبت از عوامل مهم فساد روغن بشمار می روند .لذا بایستی تکنیکهایی به کاربرد که حتی الامکان اثرات این عوامل کاهش یافته ویا به کلی از بین برود واز این رو سیستمهای متفاوتی به کار گرفته می شود که به سیستمهای جلوگیری از فساد روغن معروف می باشند که درانواع متفاوتی بکار گرفته می شوند.

POWEREN.IR

PowerEn.ir

2-5-1- انواع سیستم کنسرواتور

1- سیستم کنسرواتور نوع معمولی

اولین سیستم کنسرواتور به عنوان یک منبع ذخیره و جابه‌جایی روغن در بالای تانک اصلی قرار گرفته و بکمک مواد رطوبت گیر به هوای خارج ارتباط دارد .

در این سیستم رطوبت هوا بکمک مواد موجود در محفظه رطوبت گیر (filicagel – breathor) جذب شده و بنابراین روغن با هوای نسبتاً خشک در تماس می‌باشند .

این نوع کنسرواتور از متداولترین انواع کنسرواتورها می‌باشند . که برای سالیان دراز مورد استفاده در سطح تماس روغن با مواد به حداقل می‌باشد . و با توجه به اینکه درجه حرارت روغن نیز در داخل کنسرواتور کم می‌باشد . بنابراین سرعت واکنش روغن با اکشیژن هوا بسیار کند می‌باشد.

ضمناً تغییرات عدد اسیدی روغن نیز در این سیستم بنحوی است که پس از حدود 15 الی 20 سال به تعداد مجاز یعنی 5/3 تا 0/4 میلی‌گرم koh در میلی‌گرم می‌رسد . و لذا لازم است بعد از هر 15 تا 20 سال از روغن ترانسفورماتور تعویض گردد . از مزایای این نوع کنسرواتور سادگی ارزانی وجلوگیری از اعمال فشارهای بالا به ترانسفورماتور می باشد .

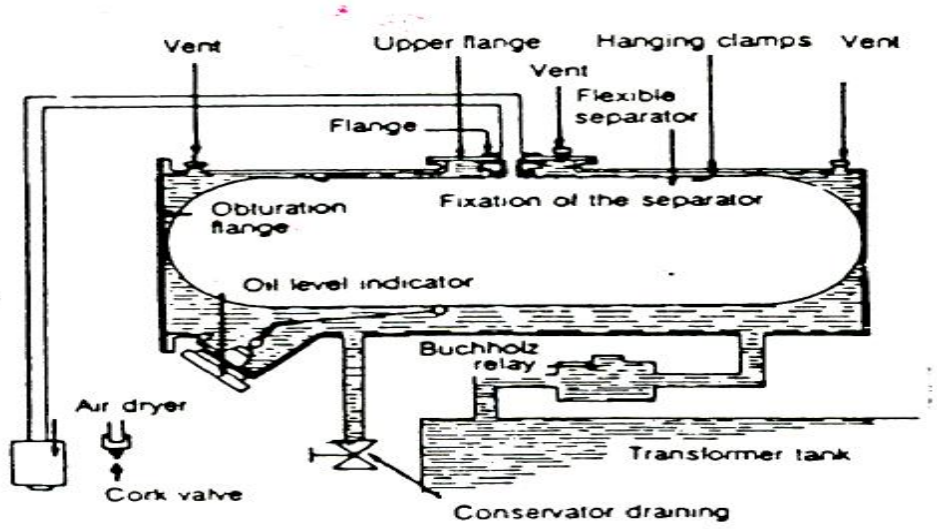
2- سیستم کنسرواتور نوع دیافراگمی

در این نوع کنسرواتورها از یک کیسه لاستیکی (ضد روغن) به منظور ایزوله کردن از هوا استفاده می شود تغییرات حجم روغن داخل کنسرواتور بوسیله تغییرات حجم کیسه هوایی Airbag جبران می گردد.وهوای داخل کیسه نیز از طریق محفظه رطوبت گیردر تماس با هوای بیرون می باشد.در این سیستم روغن هیچگونه تماس مستقیمی با مواد نداشته وبنابراین از فساد جلوگیری می شود .البته لازم به توضیح است که استفاده از گاز نیتروژن بجای هوا استفاده میشود.

شکل کنسرواتور در زیر نشان داده شده است.

POWEREN.IR

PowerEn.ir



شکل کنسرواتور ترانسفورماتور

2-6- سیستم تنفسی یا رطوبت گیر

ترانسفور ماتور در حین کار گرم شده و اگر با هوا ارتباط داشته باشد ، رطوبت آن را نیز جذب میکند و همچنین اکسیژین هوا باعث اکسید شدن روغن گرم و کدر وسیاه شدن آن میشود . با افزایش این امر لجن سیاهی در کف ترانسفور ماتور و روی سیم پیچ ها مینشیند و باعث گرمتر شدن ترانسفور ماتور میگردد .

همچنین رطوبت جذب شده ایجاد اسید های اضافی در داخل روغن کرده و باعث از بین رفتن عایق ترانسفور ماتور میگردد . قسمت عمده رطوبت از طریق هوای خارج وارد ترانسفور ماتور میگردد . رطوبت گیر وظیفه دارد که هوایی که در مخزن انبساط روغن از بیرون میکشد . از گرد و غبار و رطوبت پاک کند در واقع به علت تغییرات بار ترانس و درجه حرارت محیط ، دمای روغن ترانس تغیر کرده و سطح روغن داخل مخزن انبساط نوسانهای خواهد داشت که برای آنکه این نوسانات در یک مخزن کاملا بسته نمی تواند صورت گیرد ، بالای مخزن انبساط را در رابطه با هوای خارج قرار می دهند و مخزن از این طریق چیزی شبیه به عمل دم و باز دم انجام میدهد.

POWEREN.IR

PowerEn.ir

چون روغن به عنوان عایق برای سیم پیچ ها از بدنه و نیز به منظور خنک کردن ترانس به کار میرود اگر رطوبت و گرد و غبار وارد آن شود ، خصوصیات استاندارد خود را از دست میدهد . لذا حفاظت آن در مقابل این دو عامل جوی لازم است. رطوبت گیر شامل محفظه ای میباشد که از دانه های رطوبت گیر سیلیکاژل تزریق شده به وسیله کرات کبالت پرشده است .

این دانه ها در حالت خشک به رنگ آبی میباشند ولی زمانی که از رطوبت اشباع شدند به رنگ صورتی کم رنگ در می آید . در زیر این محفظه و سر راه ورود هوا به محفظه محتوای دانه های سیلیکاژل ، ظرفی از روغن ــ و گاهی فیلتری از جنس اسفنج وینیل ــ قرار دارد . در کف ظرف روغن ، دانه های اکسید آلمینیوم فعال شده قرار دارد که وظیفه آن بالابردن چسبندگی روغن برای جذب بهتر ذرات گرد و غبار است.

زمانی که هوا به داخل ترانس کشیده میشود ابتدا از داخل روغن فیلتر عبور میکند بدین وسیله ذرات گرد و غبار و کثافت دهوا جذب شده و در نتیجه هوای تمیز و خشک وار مخزن بالای ترانس میگردد . ظرف شیشه ای روغن علاوه بر جذب ذرات گرد و غبار این حسن را دارد که محفظه دانه های رطوبت گیر را از هوای خارج ایزوله میکند تا تنها رطوبت آن قسمت ازهوا که به درون محفظه روغن کشیده میشود جذب گردد و این عمل عمر سلیکاژل را زیاد تر میکند.

2-6-1- نگهداری و سرویس دستگاه رطوبت گیر(دستگاه سلیکاژل)

مقدار سلیکاژل داخل دستگاه رطوبت گیر برای استفاده به مدت شش ماه تا یک سال میباشد ، این زمان بستگی به اندازه ترانس ، میزان بار و شرایط محیط میباشد در ضمن حجم دستگاه رطوبت گیر هم از روی همین عوامل تعیین میشود . نخستین بار که ترانس مورد بهره برداری قرار گرفت باید مرتبا و به طور مرتب مکرر رطوبت گیر را مورد برسی قرار داد و تغییر رنگ و کیفیت آنرا در کارت شناسنامه ای هر ترانس ثبت نمود تا در شرایط جوی خاص ترانس مورد نظر عمر دانه های رطوبت گیر حدودا در چه دوره زمانی میباشد ، تعین شود . در تمامی دستوالعمل های بهره برداری از ترانس آمده است که :

POWEREN.IR

PowerEn.ir

زمانی که 1/2الی 2/3 دانه های رطوبت گیر تغیر رنگ داده باشند وبه رنگ صورتی کم رنگ در آمده باشد حتما باید دانه های سیلیکاژل را تعویض نمود. دانه ها تغیر رنگ داده سیلیکاژل را میتوان با حرارت خشک نمود و دوباره احیا نمود وبرای استفاده در دفعات بعدی در ظرفی عاری از هرگونه رطوبت و منفذ ذخیره و نگهداری کرد .

همانطوریکه دیدیم ترانسفورماتور برای نفس کشیدن و یا به عبارتی انقباض و انبساط روغن بایستی مقداری هوا را داخل کنسرواتور جای نماید و چون هوای بیرون دارای گرد و غبار و رطوبت می‌باشد لذا برای جلوگیری از ورود گرد و غبار و رطوبت بداخل کنسرواتور (در هنگام تنفس ترانسفورماتور) هوا را از دستگاه تنفسی که از ظرف روغن و محفظه دانه‌های رطوبت گیر (سیلیکاژل) تشکیل شده است عبور می‌دهند.

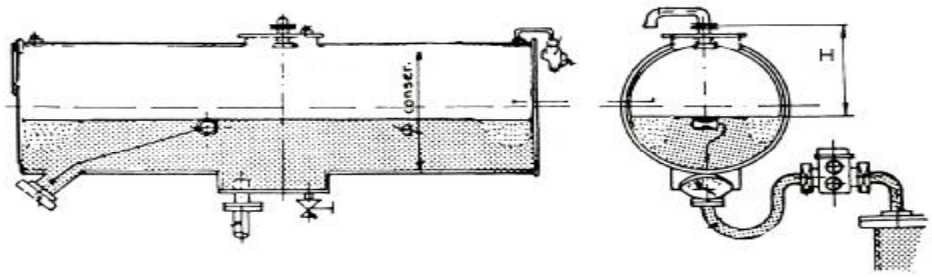
روغن در دستگاه تنفسی علاوه بر جذب گرد و غبار و جلوگیری از ورود رطوبت به محفظه سیلیکاژل در هنگام تنفس ترانسفورماتور وظیفهٔ ممانعت از تماس مستقیم سیلیکاژل با هوای آزاد را نیز بعهده دارد. سیلیکاژل که در محفظه بالایی دستگاه تنفسی قرار دارد ابتدا به رنگ آبی و پس از جذب آب (معمولاً تا 20 درصد وزن خود آب جذب می‌کند) به رنگ صورتی یا قرمز روشن در می‌آید. چون تعویض بموقع سیلیکاژل بسیار اهمیت دارد لذا حداکثر بعد از تغییر رنگ حدود نصف کل سیلیکاژل بایستی تمام سیلیکاژل موجود در محفظهٔ شیشه‌ای را با نوع تازه یا بازیابی شده تعویض کرد.

گاهی اوقات در داخل ظرف روغن دستگاه تنفسی حدود یک قاشق چایخوری تری اکسید آلومینیوم اضافه می‌کنند که در جذب رطوبت روغن مفید می‌باشد.

ساختمان محفظه‌های رطوبت گیر در طرحهای مختلف متفاوت می‌باشد ولی به طور اساسی همگی آنها طبق شکل پایین از یک استوانه اصلی حاوی مواد جذب کننده رطوبت (Silicagel) و یک ظرف محتوی روغن به منظور جذب آلودگیهای هوا تشکیل می‌گردند.

POWEREN.IR

PowerEn.ir



شکل کنسرواتور وسیستم رطوبت گیر با محفظه سلیکاژل

2-7- لوله هاواتصالات وتروت ها

روغن ترانسفورماتور باید در ارتباط با روغن تانک کنسرواتور باشد تا چنانچه لازم باشد روغن بین این دو تانک جا به جا شود که این کارتوسط لوله های ارتباطی صورت میگیرد چون در ترانسفورماتور امکان اتصال کوتاه براثر شدت فالت وجود دارد واین موضوع باعث تولید گاز زیادی در اثر سوختن دی الکتریک میباشد که ممکن است .

ترانسفورماتور را منفجر نماید برای خروج این گازها ویا احیاناً روغن زیاد در این زمان ازمسیر لوله ها ی روغن به سمت کنسرواتور حرکت می نماید ومانع ایجاد فشارو ترکیدن بدنه میگردد.تروت ها محل نشیمنگاه بوشینگها میباشد و روی بام ترانس تعبیه شده اند که توسط لوله های ارتباطی نیز به کنسرواتور وصل میشوند.تروت ها محل قرار دادن سی تی های بوشینگی نیز می باشند.

2-8- بوشینگ های ترانسفورماتور

بوشینگهای هوایی از متداولترین وسایل ارتباط ترمینالهای داخلی ترانسفورماتور به خارج ودر هوای آزاد می باشند .این نوع بوشینگها بطور ساده ازیک استوانه عایق تشکیل شده که به یک سر آن فلنجی جهت اتصال ومحکم کردن آن به ترانسفورماتور تعبیه شده است .وهادی متصل شده به ترمینال داخلی ترانسفورماتور از داخل آن عبور شود وبه سر دیگر استوانه عایق محکم می گردد.

POWEREN.IR

PowerEn.ir

بوشینگهای معمولی در دو نوع متداول موجود است :

1- بوشینگ روغنی معمولی OilfilledBushings

2- بوشینگ های نوع فازی Condenser Bushings

تفاوت اساسی بین دو نوع بوشینگ فوق در کنترل ویا عدم کنترل میدان الکتریکی آنها می باشد بوشینگهای معمولی برای ولتاژهای پایین (حداکثر تا 72 کیلو ولت)کاربرد دارد.در حالیکه بوشینگهای فازی برای ولتاژ بالا مورد استفاده قرار می گیرد.

شکل زیردو نوع بوشینگ مزبور را نشان می دهد.

شکل بوشینگهای فشار ضعیف و فشار قوی یک ترانسفورماتور

2-9- سیستم‌های خنک کننده

تمام تلفاتی که در هسته، سیم‌پیچها و دیگرمواد عایقی که در داخل ترانسفورماتور در اثر اعمال ولتاژ و بارگیری بوجود می‌آید به حرارت تبدیل می‌شود باتوجه به اینکه مواد بکار رفته در داخل

POWEREN.IR

POWEREN.IR

ترانسفورماتور بایستی به حدود مشخصی محدود شود زیرا بهره‌برداری موثر از ترانسفورماتور و عمر مفید مواد، بستگی مستقیم به درجه حرارت‌های اعمالی به آنها دارد.

بنابراین در طراحی و ساخت ترانسفورماتور بایستی روش مناسبی برای انتقال حرارتهای حاصله از تلفات به محیط خارج و اطراف آن در نظر گرفته شود. در ترانسفورماتورهای روغنی که موضوع مورد بحث ما می‌باشد روغن بعنوان عامل رابطه برای انتقال حرارت داخلی ترانسفورماتور به محیط مجاور ماده بسیار مناسبی می‌باشد.

وقتی که ترانسفورماتور بدون ولتاژ می‌باشد معمولاً درجه حرارت آن با درجه حرارت محیط برابر است ولی همینکه ترانسفورماتور تحت ولتاژ قرار گرفته و از آن بارگیری شود حرارت داخلی آن شروع به افزایش می‌کند و حرارت قطعات به روغن منتقل شده و حرارت روغن نیز که از طریق جداره‌های تانک به محیط ارتباط دارد به محیط انتقال می‌یابد .

در واقع خنک شدن ترانسفورماتور شروع می‌شود در حالیکه ترانسفورماتور حرارت خود را به محیط انتقال می‌دهد، افزایش بیشتر درجه حرارت، باعث کندتر شدن پروسهٔ خنک شدن شده و درجه حرارت داخلی به حد تعادل حرارتی می‌رسد. در چنین حالتی مقدار گرمای ایجاد شده برابر با مقدار گرمای انتقالی توسط روغن می‌باشد اما اگر مقدار گرمای داخلی ترانسفورماتور از مقدار گرمای انتقالی بوسیله پروسه طبیعی بیشتر گردد بایستی با وسایل کمکی میزان ظرفیت انتقالی حرارت را بیشتر نمود و یا سرعت پروسه را تندتر نمود.

به همین دلیل سیستم‌های متفاوتی به کار گرفته می‌شود که به سیستم‌های خنک‌کنندگی (Cooling System) معروف هستند سیستم خنک‌کنندگی داخلی شامل ماده واسطه‌ایست که به کمک یک سری کانال به نقاط مختلف هسته و سیم‌پیچی هدایت شده و درواقع حرارت ایجاد شده در نقاط مزبور را جذب می‌نماید. این ماده در ترانسفورماتورهای مورد بحث ما روغن می‌باشد که علاوه بر این بعنوان مادهٔ عایقی نیز انجام وظیفه می‌نماید.

POWEREN.IR

PowerEn.ir

سیستم خنک کنندگی خارجی به مجموعه وسایلی اطلاق می‌گردد که حرارت جذب شده بوسیله ماده واسطه را هر چه سریعتر به محیط مجاور منتقل می نماید.

چناچه مادهٔ واسطهٔ دیگری در انتقال حرارت از روغن به محیط بکار گرفته نشود سیستم را سیستم خنک‌کنندگی هوایی یا Air Cooling System می‌نامند. ولی در صورتیکه از ماده واسطه دیگری مانند آب جهت انتقال حرارت روغن به محیط استفاده شود در آن صورت سیستم را water Cooling System می‌نامند. سیستم خنک‌کنندگی هوایی معمولاً شامل رادیاتور، فن و پمپ سیرکولاسیون روغن می‌باشد در صورتیکه در سیستم خنک‌کنندگی آبی از مبدلهای حرارتی آبی Water Heat Exchanger استفاده می‌شود.

پنج روش برای عملکرد مبدل های حرارتی وجود دارد:

1- گردش طبیعی روغن ONAN

2- گردش اجباری روغن وگردش طبیعی هوا OFAN

3- گردش اجباری روغن وگردش اجباری هوا OFAF

4- گردش اجباری روغن وگردش اجباری آب خنک کن OFWF

5- گردش طبیعی روغن وگردش اجباری هوا ONAF

2-9-1- رادیاتورها

رادیاتورها که نقش تماس روغن با محیط مجاور را دارند معمولاً از ورقه های فولادی پرس شده به ضخامت هایی در حدود 1/2mm ساخته می شود .معمولاً رادیاتورها به کمک لوله هایی موسوم به Header به یکدیگر متصل می شوند .معمولاً رادیاتورها به کمک پروسه جوشکاری اتوماتیک ساخته می شوند واکثر کارخانجات سازنده ترانسفورماتور را اقدام به ساخت آنها نمی نمایند واصولاً سازندگان خاصی وجود دارد که فقط به ساخت رادیاتورها اختصاص دادند .

POWEREN.IR

PowerEn.ir

رادیاتورها پس از تولید در کارخانه به صورت روتین مورد آزمایشهای نشستی بافشار هوا در حدود یک اتمسفر قرار می گیرند وپس از نصب روی ترانسفورماتور نیز در هنگام آزمایشهای کارخانه ای مجدداً مورد آزمایش نشستی قرار می گیرند .

البته در بعضی از موارد رادیاتورهای تولید شده در کارخانه به عنوان نمونه مورد آزمایش اعمال فشار 3 اتمسفر با روغن 90 درجه قرار می گیرند.

رادیاتورها بسته به نوع اتصالشان به تانک ترانسفورماتوربه دو دسته تقسیم می شوند :

1- رادیاتورهای نصب شده روی ترانسفور ماتور Tank mounted Radiators

2- رادیاتورهایی که بصورت جداگانه نصب شده اندSeparate mounted Radiators

2-9-2- فن ها و پمپ ها

1-فن ها

دراکثرترانسفورماتورها جهت تسریع درتبادل حرارت روغن ،علاوه بر رادیاتورها از فن که بطورافقی وعمودی بسته به طرح در جاهایی متفاوت نصب می گردند .نیزاستفاده میشود که در صورت روشن بودن فنها هوابا فشار دربین رادیاتورها عبور کرده وباعث خنک شدن روغن ونتیجتاً ترانسفور ماتورمی گردد.

2-پمپ ها

دربعضی ازترانسفورماتورها برای تسریع درتبادل حرارت روغن با گردش سریع روغن در رادیاتورها علاوه بر رادیاتورها وفن از پمپ نیز استفاده می گردد.این پمپ بین تانک اصلی ترانسفورماتور و رادیاتور نصب می گردد .لازم به ذکر است که در برخی ترانسفورماتورها به منظور مؤثر نمودن تبادل حرارت از سیستم کانالیزه کردن مسیر روغن به داخل اکتیو پارت استفاده می گردد.که آن را بطور اختصار با نماد ODAF یعنی Oildirected Airforcod نشان می دهند .

POWEREN.IR

PowerEn.ir

2-10- شیر اطمینان فلزی (Spring loded pressur Reliet valve)

این شیر که از یک فلنج آلومینیومی ، در پوش یک شیر دیسکی دو عدد واشر لاستیکی مقاوم در مقابل روغن دو عدد فنر (گاهی اوقات یک فنر که در حالت عادی بطور فشرده می باشند)ویک کلید آلارم تشکیل شده است . هنگامیکه فشار در داخل ترانسفورماتور بعللی بالا می رود عملکرد این شیر سبب فشار در داخل تانک وظاهر شدن آلارم Pressure Reliefvalve می گردد . که ممکن است این عملکرد سبب قطع کلیدهای طرفین ترانسفورماتور گردد .عملکرد این شیر در محل با بیرون آمدن میله رنگی از در پوش بیرونی مشخص می گردد .

2-11- درجه حرارت سنج های ترانسفورماتور

2-11-1- ترمومتر روغن Oil Tempreture

ترمومترهایی که برای اندازه‌گیری درجه حرارت روغن ترانسفورماتورها مورد استفاده قرار می‌گیرند.

معمولاً از قسمتهای اصلی زیر تشکیل شده است :

الف) سنسور

ب)لوله موئین

ج) محفظه نشان د هنده

POWEREN.IR

PowerEn.ir

الف) سنسور معمولاً بشکل کپسول و محتوی سیال قابل انبساط می‌باشد، سنسور را در داخل غلاف مخصوصی (چاهک) که در بالای ترانسفورماتور و در گرمترین نقطهٔ سقف آن (معمولاً بر فراز سیم‌پیچ فاز وسط) تعبیه شده است نصب می‌نمایند. قبل از نصب سنسور بایستی داخل غلاف را تا علامت تعیین شده از روغن ترانسفورماتور پر نمود.

ب) لولهٔ موئین Capilary Tube

لولهٔ موئین که رابط بین سنسور و محفظه نشاندهندهٔ درجه حرارت می‌باشد، لوله‌ای است فلزی و قابل انعطاف که دارای مجرای بسیار باریک جهت انتقال فشار سیال (تحت فشار) داخل آن می‌باشد.

افزایش درجه حرارت روغن ترانسفورماتور سبب گرم شدن سیال داخل سنسور و در نتیجه افزایش در داخل لوله موئین و انتقال آن به مکانیزم حرکت دهنده عقربه نشاندهنده درجه حرارت می گردد.

ج) محفظه نشاندهندهٔ ترمومتر:

محفظه نشاندهنده که جهت نشان دادن درجه حرارت روغن بکار می‌رود بر روی بدنه ترانسفورماتور یا پایه‌های جداگانه‌ای در کنار ترانسفورماتور نصب می‌گردد.

2-11-2- ترمومتر سیم‌پیچ **Winding Tempreture**

ترمومترها که در بالای ترنسفورماتورها نصب می شونددارای یک عقربه و یک شاخص و یک صفحه مدرج است . شاخص ترمومتر قابل تنظیم می باشد و آن را روی ماکزیمم درجه حرارت مجاز که معمولا 70 درجه سانتیگراد است تنظیم می کنیم .

عقربه ترمومتر بر حسب میزان حرارت روغن هسته ترانسفورماتور روی صفحه مدرج حرکت می کند .(شکل پایین)اگر ترمومتر به صورت یک کنتاکت الکتریکی حالت باز N.O در نظر بگیریم و یک جریان یا سیگنال به ترمینال ورودی آن بدهیم در زمانی که عقربه با افزایش درجه حرارت

POWEREN.IR

PowerEn.ir

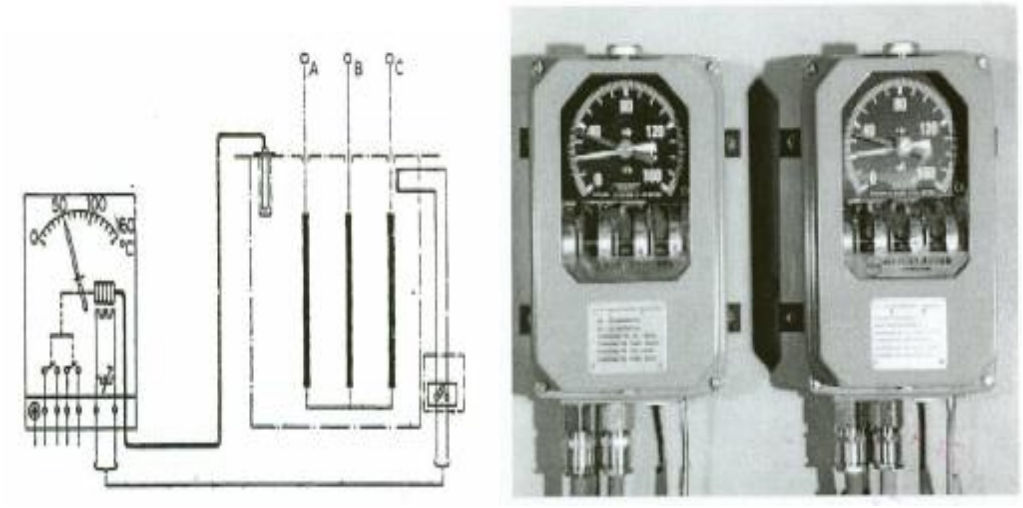
حرکت و به درجه حرارت تنظیم شده شاخص برسد این کنتاکت بسته مـی شـود ودرخروجـی ایـن ترمومتر یک سیگنال خواهیم داشت که نشان دهنده گرمای خارج از مجاز ترانسفورماتور است.

ایـن سـیگنال را مـی تـوان بـه دسـتگاههای لازم و یـا هـر عنـصر هـشدار دهنـده منتقـل کـرد تـا ترانسفورماتور از مدار خارج گردد.همچنین می توان سیگنال دریافت شده از ترمومتر به کلید اصـلی فشار ضعیف منتقل ساخت تا با قطع آن ترانسفورماتور بی بار گردد.

چون اندازه‌گیری درجه حرارت سیم‌پیچ ترانسفورماتور بطور مستقیم امکان‌پذیر نمی‌باشد لذا بـرای اندازه‌گیری درجه حرارت آن از روش مشابه‌سازی (Thermal Image) استفاده می‌گـردد. در ایـن روش با استفاده از نتایج آزمایش افزایش دما اختلاف درجه حرارت بـین روغـن و سـیم پـیچ در بـار نامی اندازه‌گیری و محاسبه می‌گردد. این میزان اختلاف دما توسط اِلمان حرارتی کـه جریـان آن از طریق یک ترانسفورماتور جریان بوشینگی (B.C.T) تغذیه می‌گردد بر روی ترمومتر اعمال می‌شود. بمنظور مطابقت اختلاف درجه حرارت سیم پیچ و روغن در محل، با استفاده از یـک مقاومـت قابـل تنظیم و موازی با مقاومت حرارتی میزان جریان مصرفی و در نتیجه اختلاف درجه حرارت سیم پیچ و روغن را تنظیم می‌نمایند. معمولاً مقاومت متغیر در کارخانه در بار نامی تنظیم مـی‌گـردد. امـا در صورت نیاز تنظیمات لازم را می‌توان در هر باری و بر اساس منحنی و دستورالعمل کارخانهٔ سـازنده انجام داد.

POWEREN.IR

PowerEn.ir



شکل درجه حرارت سنج و مدار آن

2-12- رله بوخهولتز Buehholz Relay

رله بوخهولتزیا رله گاز وسیله ای است که برای حفاظت ترانسفورماتورهای روغنی در مقابل عیوب داخلی آنها به کار میرود این رله بر روی لوله ارتباطی بین تانک اصلی وکنسرواتور که معمولاً دارای شیب 3 تا 10 درجه و بمنظور تسریع صعود گاز می باشد نصب می گردد.

معایب داخلی ترانسفورماتور سبب تولید گاز و یا حرکت سریع روغن از تانک اصلی به طرف کنسرواتور شده ودر نتیجه باعث عملکرد رله بوخهولتوس می گردد.

توضیح اینکه تجمع گاز در رله بوخهولتس سبب ظاهر شدن آلارم وحرکت سریع روغن موجب بسته شدن کنتاکت تریپ رله بوخهولتس ودر نهایت بی برق شدن ترانسفور ماتور می گردد ،عیوب داخلی ترانسفورماتور عمدتاً به سه بخش زیر تقسیم می شوند :

1- عیوبی که سبب ایجاد جرقه یا آرک (Arcij) می گردد .

2- عیوبی که سبب ایجاد تخلیه جزیی یا کرونا می گردند.

3- عیوبی که سبب ایجاد گرمای موضعی می گردند.

POWEREN.IR

PowerEn.ir

ساختمان رله بوخهولتز

رله بوخهولتز از یک محفظه آلومینیومی که مجهز به دوعدد شناور دو عدد کنتاکت آلارم وتریپ ومکانیزمی جهت عملکرد کنتکهای مذکور می باشد تشکیل شده است .در دو طرف محفظه آلومینیومی دو دریچه شیشه ای بمنظور رویت روغن ومیزان گازهای جمع شده در آن تعبیه شده است .

این رله که شامل دو شناور مرحله 1و2 است،در حقیقت سطح روغن ترانسفورماتور را کنترل می کند.شناورهای بوخهلتز نیز مانند کنتاکت های حالت باز N.O عمل می کنند و وظیفه این شناورها ایجاد سیگنال در خروجی خود و بستن کنتاکت N.O است.سطح روغن ترانسفورماتور تحت خطاهای پیش آمده زیر تغییر می کند.

1-گرمای شدید ناشی از اضافه بار

2-ایجاد گاز در روغن ترانسفورماتور به علت اتصال کوتاه و یا تغییرات در شکستگی سطح عایق روغن.

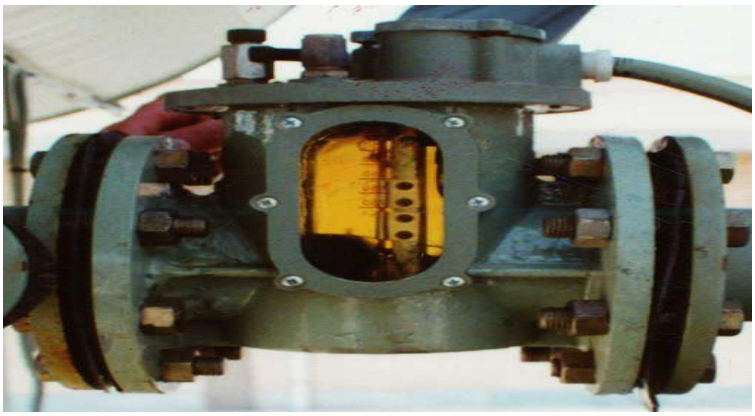
3-نشتی روغن هسته و کم شدن میزان آن

توسط شناورهای مرحله 1و مرحله 2 بوخهلتز هر سه مورد فوق که همگی می توانند ترانسفورماتوررا دچار مشکل نمایند قابل تشخیص هستند.

شناور مرحله 1 جهت تشخیص تغییرات جزئی در سطح روغن ترانسفورماتور،و شناور مرحله 2 جهت تشخیص سطح بحرانی در روغن است.

POWEREN.IR

PowerEn.ir



شکل رله بوخهلتز ترانسفورماتور

2-13- پریشررله تپ چنجر جانسون

این رله مانند رله بوخهلتز است با این تفاوت که که پریشر رله با سرعت حرکت روغن عمل میکند در صورتی که در تانک روغن تپچنجر واکنشی صورت گیرد که منجر به حرکت روغن گردد ودارای سرعت قابل ملاحظه ای باشد این رله عمل کرده و فرمان تریپ ارسال میکند

ازنظر فیزیکی بین تانک تپچنجر وتانک کنسرواتور تپچنجر قرار میگیرد که معمولا با شیب 15 درجه نصب میگردد وگازهای معمولی که درهنگام تغیر تپ بوجود مایند از طریق این شیب به تانک منتقل میشوند .سرعت حرکت روعن در صورتیکه بیش از 1/5 متر بر ثانیه باشد باعث عمل کرد این رله میشود.

2-14- برقگیرهای ترانسفورماتور

اضافه ولتاژ های موجی درشبکه ناشی از شرایط جوی وکلید زنی می تواند به ایزولاسیون ترانسفورماتور ضربات جبران ناپذیری وارد می آورد به همین منظور علاوه بر برقگیرهای ابتدای ایستگاه ها ، ترانسفورماتور بطور جداگانه دارای برقگیر می باشند .

POWEREN.IR

PowerEn.ir

محل نصب برقگیردر مجاورت ترانسفورماتور می باشد البته فاصله دقیق آن به کمک محاسبه وشرایط شبکه بدست می آید در بعضی از ترانسها برقگیرروی بیس ومتعلقات ترانس نصب میگردد در بعضی دیگر با استفاده از استراکچر ودر فاصله 3-4 متری ترانس قرار میگیرند .

2-15- روغن نما یا نشان دهنده سطح روغن (oil level)

در روی دیواره های منبع انبساط یک نشان دهنده شیشه ای قرار دارد که ارتفاع روغن را نشان میدهد که روی آن معمولا تا 3 در جه حرارت مختلف علامت گذاری شده که در آن درجه حرارت ها سطح روغن نبایستی پایین تر از علامت مزبور باشد .

در ترانسفورماتورهای روغنی ، حجم روغن در اثر تغییرات درجه حرارت ، تغییر قابل ملاحظه ای دارد و لذا بایستی وسیله ای جهت کنترل سطح روغن داخل ترانسفورماتور بنحوی که در هر صورت قسمتهای فعال (هسته وسیم پیچ) کاملاً در روغن غوطه ور وباقی بمانند در نظر گرفته شود. برای کنترل سطح روغن ترانسفورماتور از نشان دهنده سطح روغن استفاده می شود .هرچند که حفاظت های لازم در این خصوص وجود دارند ولی به خاطر اهمیت وجود روغن در ترانسفورماتور میزان سطح آن همیشه تحت نظارت می باشد . نشان دهنده سطح روغن هم روی کنسرواتور قرار میگیرد هم می تواند روی قسمت فوقانی بدنه ترانس .این موضوع که روی بدنه ترانس قرار گیرد به دلخواه مشتری می باشد.درهرحال نشان دهنده مذکور حتماً روی تانک کنسرواتور وجود دارد.

2-16- پلاک مشخصات ترانسفورماتور(نیم پلیت ترانسفورماتور)

پلاک مشخصات ترانسفورمرکه روی ترانسفورماتورها دیده می شود توسط کارخانه سازنده ترانسفورماتور روی بدنه ترانسفورمر نصب می شود که حاوی اطلاعات ترانسفورماتور می باشد:

چند موردی از اطلاعات مهم که معمولا مورد نیاز است را اشاره می کنم:

1- شرکت سازنده ترانسفورماتور

POWEREN.IR

PowerEn.ir

2- مدل ترانسفورماتور

3- سال ساخت ترانسفورماتور

4- طرز در مدار قرار گرفتن ترانسفورماتور

5- قدرت اسمی ترانسفورماتور

6- ولتاژ قسمت فشار قوی

7- ولتاژ قسمت فشار ضعیف

8- وزن ترانس

9- جریان اتصال کوتاه

10- نوع خنک کنندگی ترانسفورمر

11- چگونگی در مدار گرفتن ترانسفورمر(دائم یا غیر دائم)

12- امپدانس درصد

13- جریان فشار قوی وجریان فشار ضعیف

14- نوع تپ چنجر ترانسفورماتور

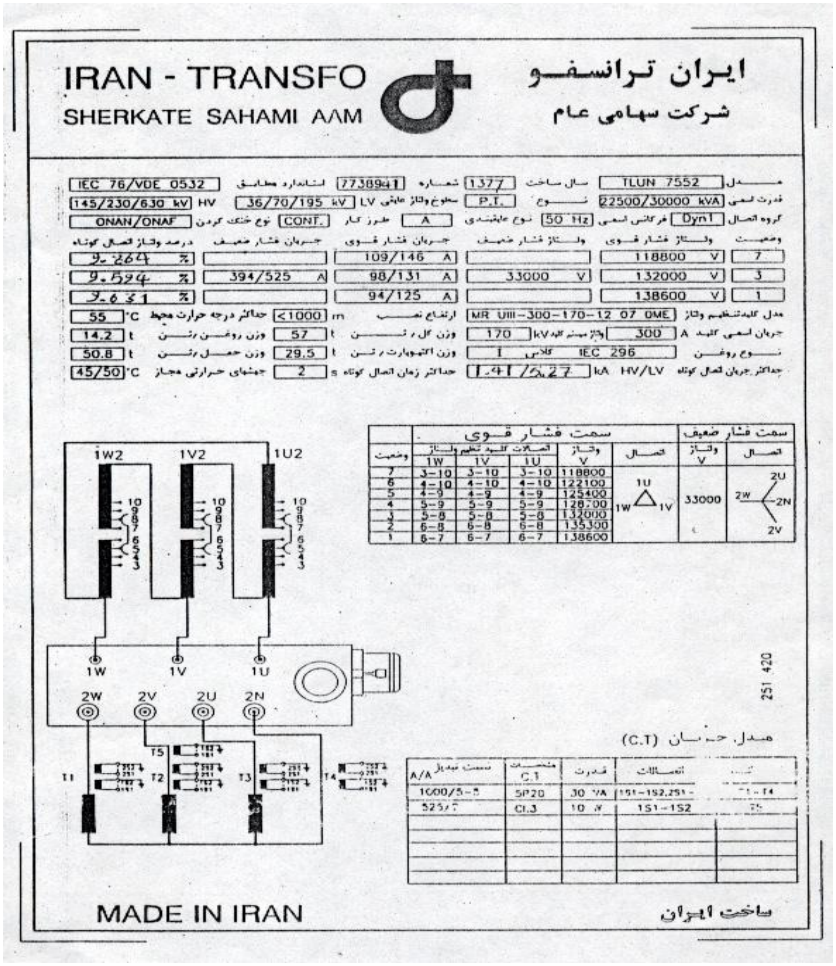
15- فرکانس اسمی

16- نوع عایق بندی

و غیره که روی نیم پلیت ترانسفورماتور نوشته شده اند.در زیر شکل یک نیم پلیت ترانسفور ماتور نمایش داده شده است.

POWEREN.IR

PowerEn.ir



شکل پلاک مشخصات ترانسفورماتور

POWEREN.IR

PowerEn.ir

فصل سوم

ساختمان ترانسفورماتور از نظراجزاء داخلی

3-1- مقدمه

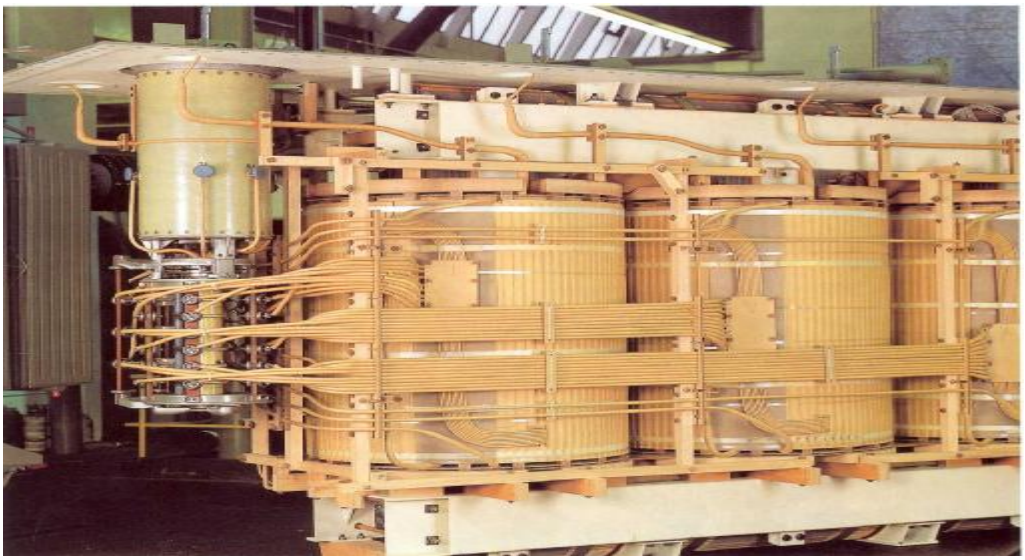
اجزاء داخلی ترانسفورماتور به قسمتهایی گفته می شود که کار اصلی ترانسفور ماتور بـه عهـده ایـن قسمت می باشد. قسمتهایی چون سیم پیچ های فشار ضعیف- عایقهای بکـار رفتـه شـده در سـیم پیچ و هسته سیم پیچ و تپ چنجر و دیگر متعلقات را می توان نام بـرد کـه در زیـر بـه شـرح آنهـا پرداخته می شود.

3-2- اکتیو پارت

بوبین های فازهای A و B وC که شامل ، سیم پیچهای ثالثیه ، سـیم پـیچ فـشار ضـعیف و فـشار قوی - تخته ها -عـایق هـا – تـپ چنجـر هـای on loadو off load کـه در مباحـث بعـدی بـه پارامترهای آن واجزای تشکیل دهنده داخل ترانسفورماتور خواهیم پرداخت .

POWEREN.IR

PowerEn.ir



شکل قسمت اکتیو پارت ترانسفورماتور

3-3- هسته core

هسته ترانس یک مدار مغناطیسی خوب با حداقل فاصلهٔ هوایی وحداقل مقاومت مغناطیسی است تا فورانهای مغناطیسی براحتی ازآن عبور کنند .هسته ورقه ورقه ساخته شده وضخامت ورقه ها حدود 0/3 میلیمتر وحتی کمتر است .برای کاهش تلفات فوکو ورقه هاتا حد امکان ساخته می شوند ولی ضخامت آنها نباید به حدی برسد که از نظر مکانیکی ضعیف شده وتاب بردارد .

در ترانسهای قدرت ضخامت ورقه ها معمولاً 0/3 تا 0/33 میلیمتر انتخاب می شود که این ورقه ها توسط لایه نازکی از وارنیش عایقی یا یک فیلم نازک عایقی ،نسبت به هم عایق می شوند . موادی که در ساختمان لایه های هسته ترانسها وراکتورها بکار میروند از دستهٔ آلیاژهای نرم هستند. این مواد به قرار ذیل می باشند.

1- استیل با کربن کم

2- استیل سیلیکن دار

3- آلیاژ آهن ونیکل (پرمالوی)

POWEREN.IR

PowerEn.ir

4- آلیاژ آهن نیکل – کربن (پرمین وار)

5-آلیاژآهن کبالت وغیره

که هرکدام از آنها دارای مشخصات روش ساخت مخصوص به خودهستند .انتخاب نوع آلیاژ، به مورد کاربرد ومسائل اقتصادی آن بستگی خواهد داشت .

3-3-1- چیدن هسته

از نظر چیدن هسته به خاطر طرز قرار گرفتن سیم پیچ ها روی هسته ،ترانس ها را به دو دسته تقسیم می کنند:

1- ترانسهای نوع هسته ای core type 2- ترانسهای زرهی shell type

در نوع هسته ای سیم پیچ ها بصورت استوانه های متحد المرکز روی هسته قرار داده می شوند ودر نوع زرهی، سیم پیچ ها بصورت تناوبی یا ساندویچی روی هم قرار دارند وهسته آهنی همانند زره ای ،سیم پیچ را در میان گرفته است .این طریقه سیم پیچی زحمت بیشتری دارد. برای نگه داشتن هسته ها و استحکام بوبین ها از یوغ استفاده می شود که مانند تیر آهن بوده و بوسیله این یوغ ها اکتیو پارت ازنظر طولی وعرضی توسط پیچ ومهره های بزرگ محکم میگردد.

3-4- سیم پیچ ها ترانسفورماتور

سیم پیچهای ترانسفورماتور که در واقع از مهمترین قسمتهای یک ترانسفورماتور می‌باشند از مقداری هادی تشکیل شده که با فرم مناسبی پیچیده شده و حلقه‌های مختلف آن نسبت به یکدیگر عایق شده و بنحو مناسبی که نسبت به یکدیگر و همچنین هسته عایق باشند روی ستونهای هسته قرار می‌گیرند.

POWEREN.IR

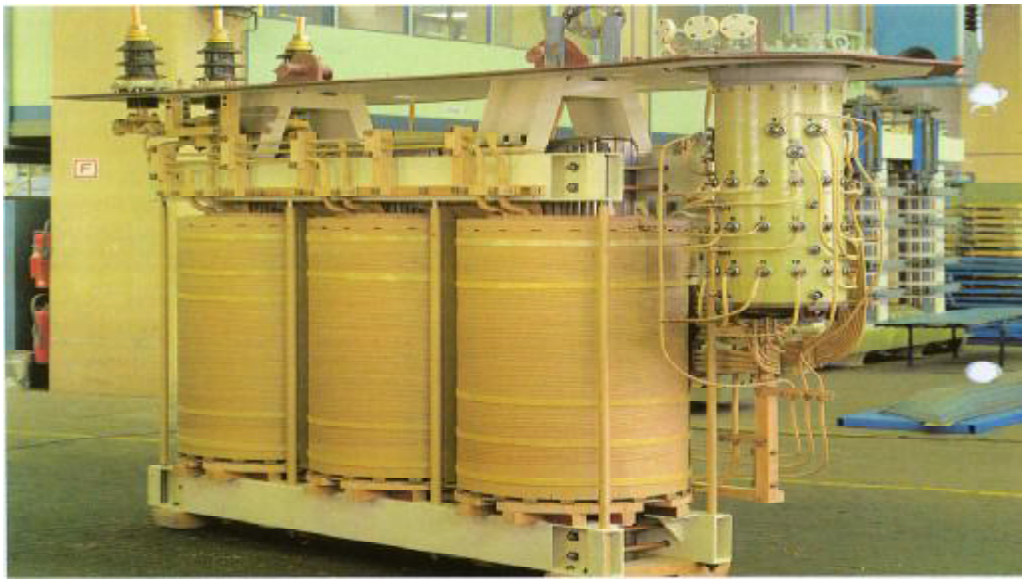
PowerEn.ir

* معمولاً در ترانسفورماتورهای سه فازه سیم پیچهای مختلف هر فاز در روی ستون مربوطه بنحـوی قرار می‌گیرند که متحد المرکز بوده و بعلاوه بلحاظ تکنیکی حتی المقدور سیم پیچهای نزدیـک بـه هسته دارای ولتاژ کمتری باشند. جنس هادیهای سیم پیچها معمولاً مس و یا در مواردی آلومینیـوم می‌باشد سیم پیچها بایستی در مجموع دارای خصوصیات زیر باشند.

* استحکام مکانیکی در مقابل نیروهای ناشی از اتصال کوتاه

* مقاومت حرارتی در مقابل حرارت حاصله ناشی از اتصال کوتاه و حالت کار عادی

* استحکام عایقی مناسب



شکل سیم پیچ های ترانسفورماتور

3-4-1- انواع مختلف سیم پیچی‌ها

سیم پیچی‌ها به طرق مختلف پیچیده می‌شوند که هر یک کاربرد خاص خود را دارند.

متداولترین آنها سه نوع زیر می‌باشند:

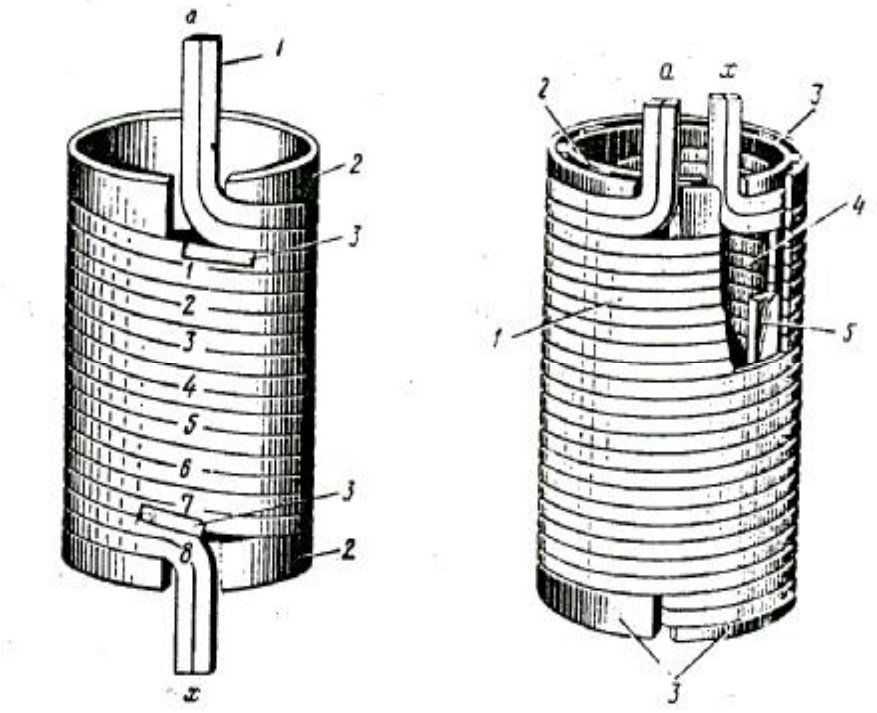
POWEREN.IR

PowerEn.ir

1- سیم پیچ لایه‌ای 2Layer Type- سیم پیچ حلزونی 3Helical Type- سیم پیچ دیسکی پیوسته Continuous Disc Type

3-4-1-1- سیم پیچ‌های لایه‌ای

این نوع سیم پیچ‌ها بوسیلهٔ هادیهای گرد یا مستطیلی در یک یا چند لایه پیچیده می‌شوند در صورت استفاده از هادیهای با مقطع مستطیلی می‌توان به طور همزمان سیم پیچی را با استفاده از تعدادی هادی موازی بصورت تخت یا لب به لب پیچید. عمدتاً سیم پیچهای با هادی مستطیلی دو لایه‌ای می‌باشد زیرا در این حالت بهتر می‌توان سر سیم پیچها را بیرون آورد فاصله بین لایه‌ها نیز مواد عایقی و یا کانالهای عبور روغن (به منظور خنک کردن سیم پیچی) قرار می‌گیرد. کاربرد این سیم پیچ در جریانهای بالاو ولتاژهای پائین می‌باشد.



شکل سیم پیچ لایه ای

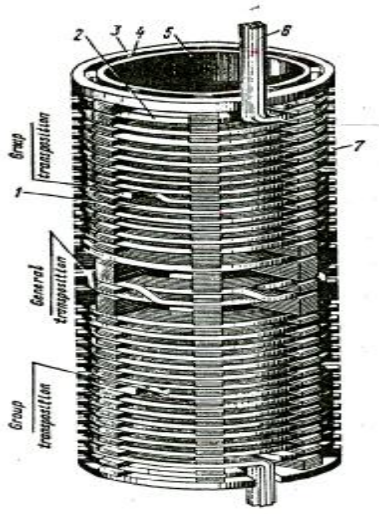
POWEREN.IR

PowerEn.ir

3-4-1-2- سیم پیچی حلزونی

این نوع سیم پیچ همانطور که از نامش پیداست به صورت هلیس یا مارپیچ پیچیده می‌شود و از تعدادی هادی با مقطع مستطیلی تشکیل شده است و هر دور از این سیم پیچ در واقع تمام ضخامت سیم پیچ را اشغال می‌نماید.

این نوع سیم پیچ برای جریان‌های متوسط کاربرد دارد، هر دور از سیم پیچ روی یک سری فاصله دهنده Spacer پیچیده می‌شود که تشکیل کانالهای عمودی روغن را می‌دهند و هر دور یا گروه از دورها نیز بکمک جدا کننده‌های (key sector) شعاعی روی یکدیگر قرار می‌گیرند و بنابراین در این نوع سیم پیچی مجموعه‌ای از کانالهای افقی و عمودی برای خنک کردن بوجود می‌آید و هر دور (حلقه) از سیم پیچ در تماس با روغن می‌باشد. شکل زیر نمونه‌ای از این کانالها را نشان می‌دهد.



شکل سیم پیچی حلزونی

3-4-1-3- سیم پیچ دیسکی

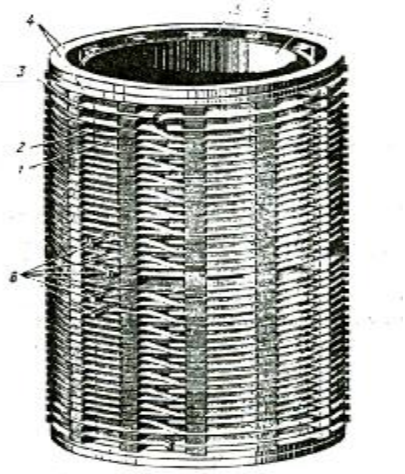
این نوع سیم پیچها که اصولاً در ترانسفورماتورهای بزرگ مورد استفاده قرار می‌گیرد شامل تعدادی دیسک می‌باشد که از طریق پیچش مداوم یک یا چند رشته هادی موازی تشکیل شده و هر دیسک

POWEREN.IR

PowerEn.ir

در واقع از تعدادی دور که بطور شعاعی روی یکدیگر پیچیده شده‌اند تشکیل می‌گردد و هادیها بدون قطع شدگی از یک دیسک به دیسک دیگر منتقل می‌شوند .

در صورت لزوم بایستی هادیها با طول مناسبی انتخاب شوند تا بتوان تمام سیم پیچی را با آنها انجام داد تا هیچگونه اتصال و یا جوشی در آنها ایجاد نشود مگر در مورد سیم پیچهای دارای تپ که در آنصورت بایستی اتصالات خارج از سیم پیچی و بکمک جوش الکتریکی و یا جوش زرد (Brazing) انجام شود.



سیم پیچ نوع دیسکی

3-5- عایق های اکتیو پارت

این حقیقت را باید پذیرفت که T.B (محصولات و فراورده های سلولزی به شکل کاغذ) چیزی نیست مگر یک کاغذ عایق ضخیم که دارای بهترین کیفیت می باشد.

چوب علاوه بر 40 تا 60در صد رشته های سلولز شامل موارد دیگری مانند Lignin می باشد که اتصال رشته های محکمی را برقرار می سازد.

POWEREN.IR

PowerEn.ir

3-5-1- عایق ها و سی تی های بوشینگی

برای جدا سازی سیم پیچها از یوغ وهسته وهمچنین برای ایجاد فاصله بین قسمتهای تحت ولتاژ و بدنه از عایق های مخصوصی استفاده میشود این عایق ها که از جنس چوب میباشند عاری از هرگونه رطوبت می باشند . عایق های بین بوبین ها ویوغ ها بصورت دایره ای ساخته می شوند ودر بالا وپایین بوبین ها قرارمی گیرند .عایق های دیگری بصورت ورقه های بزرگ اطراف بوبین ها وبین فاز ها قرار دارند . از چوبهای مخصوصی بای ایجاد کانال روغن نیز استفاده میشود که به نوبه خود دارای اهمیت زیادی هستند.

سی تی های بوشینگی داخل تروتها قرار میگیرند ولی در بعضی از ترانسها مشاهده میشود سی تی نو ترال را داخل اکتیو پارت جاسازی نموده اند.

3-6- کلید تنظیم ولتاژ یا تپ چنجر Voltage Regulator switch

چون کلیه تجهیزات الکتریکی اعم از وسائل برقی، خانگی و یا صنعتی می‌بایستی با ولتاژ معینی کار کنند، بنابراین لازم است تمهیداتی اتخاذ گردد که ولتاژ خروجی ترانسفورماتورها، مقدار مشخصی باشد، برای این منظور از دستگاهی بنام کلید تنظیم ولتاژ که در ترانسفورماتورها اصطلاحاً به آن تپ چنجر می‌گویند استفاده می‌گردد این دستگاه با کاهش یا افزایش تعداد دورهای سیم پیچ ترانسفورماتور سبب تنظیم ولتاژ بمیزان معین می‌گردد. می‌دانیم تغییر بار (اکتیو و راکتیو) در شبکه سبب تغییر ولتاژ می‌گردد. بدین جهت مطابق رابطه با تغییر تعداد دور سیم پیچ تپ چنجر (سیم پیچ تنظیم) می‌توان ولتاژ خروجی را بمیزان معینی تنظیم نمود. معمولاً تپ چنجرها بر روی سیم پیچی که از نظر تکنیکی و اقتصادی مقرون بصرفه می‌باشد (ترجیحاً بر روی سیم پیچ فشار قوی یا اتصال ستاره) قرار داده می‌شوند. تپ چنجرها کلاً به سه صورت زیر میتوانند مورد استفاده قرار گیرند.

POWEREN.IR

PowerEn.ir

3-6-1- انواع سیم پیچهای تنظیم ولتاژ

همانطوریکه قبلاً اشاره شد تپ چنجر عمدتاً بر روی سیم پیچی با اتصال ستاره ترانسفورواتورها قرار می گیرد، این سیم پیچ از دو قسمت جداگانه که یک قسمت بنام سیم پیچ اصلی و قسمت دیگر سیم پیچ تنظیم ولتاژ می‌باشد. تشکیل شده است نحوه اتصال سیم پیچ اصلی و سیم پیچ تنظیم به سه طریق زیر معمول می‌باشد.

الف: سیم پیچ تنظیم خطی Regulating Linear Winding

ب: سیم پیچ تنظیم با اتصال معکوس کننده (Reversing) Plus/ Minus Winding

ج: سیم پیچ تنظیم با اتصال کورس/ فاین Regulating Coarse / Fine Winding

تپ چنجر:

تپ چنجرهای سه فاز که بر روی سیم پیچهای با اتصال ستاره قرار می‌گیرند.

تپ چنجرهای سه فاز که بر روی سیم پیچهای با اتصال مثلث قرار می‌گیرند.

توضیح: در این حالت عایق بندی کامل بین فازها مورد نیاز بوده و به سه دستگاه تپ چنجر مجزا که با یک مکانیزم حرکتی مشترک (Motor- Drive Mech) کار می‌کنند احتیاج می‌باشد.

تپ چنجرهای تک فاز که بر روی ترانسفورماتورهای تک فاز یا سه فاز مورد استفاده قرار می‌گیرند.

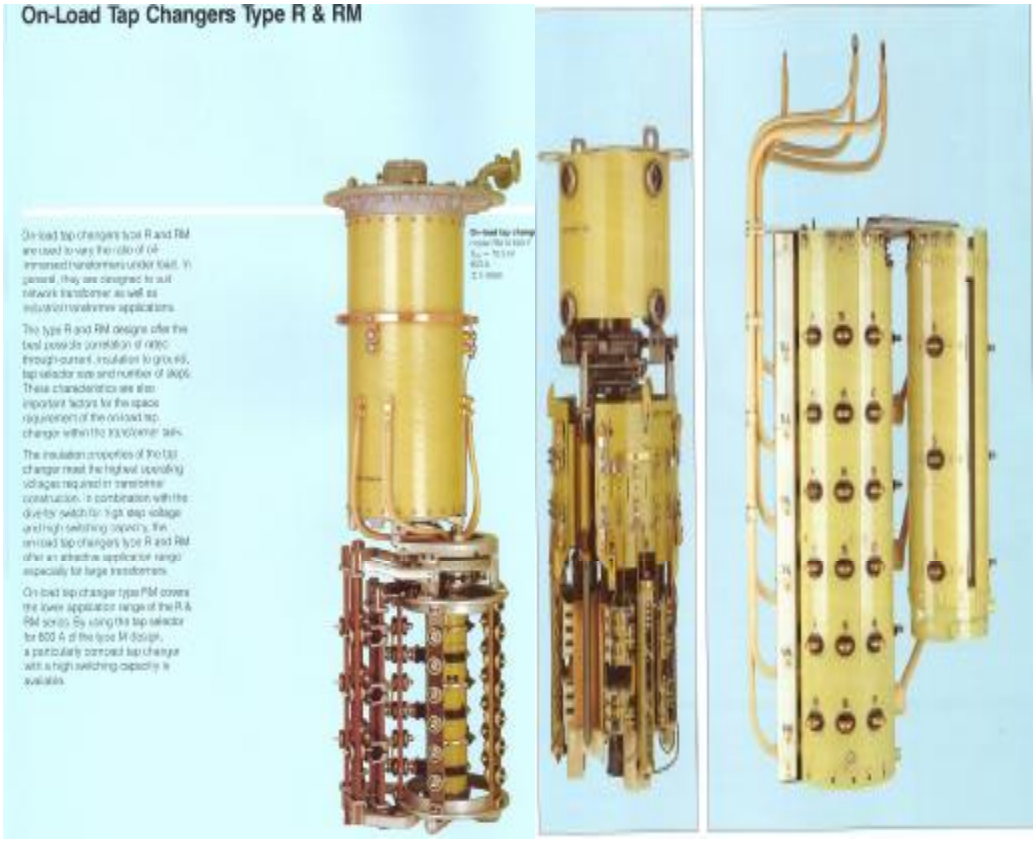
کلید برگردان (دایورتورسوئیچ D.S) که انرژی ذخیره شده در فنر سبب عملکرد آن می‌گردد (spring operated) در محفظه محتوی روغن قرار داشته (oil compartment) و روغن آن از روغن ترانسفورماتور مجزا می‌باشد.

کلید انتخاب کننده تپ (تپ سلکتور T.S.S) که در قسمت زیر محفظهٔ کلید برگردان قرار دارد از تعدادی کنتاکت لغزشی تشکیل شده است.

POWEREN.IR

PowerEn.ir

محفظه کلید برگردان (D.S) و کلید انتخاب کننده تپ (T.S.S) به یکدیگر متصل بوده و تشکیل یک واحد را می‌دهند که به قسمت درپوش بالایی ترانسفورماتور از طریق سرتپ چنجر آویزان می‌باشد. تغییر وضعیت تپ چنجر و بعبارت دیگر عملکرد کلیدهای D.S و T.S.S فوق بوسیلهٔ مکانیزم حرکتی (Driving Mechanism) در شکل مشاهده می‌شود.



شکل های انواع تپ چنجر

POWEREN.IR

PowerEn.ir

3-7- آزمایشات ترانسفورماتور

طبق استاندارد IEC 76 آزمایشات مربوط به ترانسفورماتورها به انواع زیر تقسیم بنـــدی می‌شوند:

1- آزمایشات روتین یا سری Routine Teste

2- آزمایشات تایپ یا نوعی Type Teste

3- آزمایشات ویژه Special Teste

*** آزمایشات روتین شامل موارد زیر می‌باشد:**

1- اندازه گیری مقاومت سیم پیچ

2- اندازه گیری نسبت تبدیل و چک کردن گروه برداری

3- اندازه گیری امپدانس ولتاژ و تلفات بار

4- اندازه گیری جریان و تلفات بی‌باری

5- اندازه گیری ظرفیت خازنی و ضریب تلفات عایقی (تانژانت دلتا)

6- اندازه گیری مقاومت عایقی

7- آزمایشات عایقی

8- آزمایشات روی تپ چنجر (On Load)

*** آزمایشات تایپ شامل موارد زیر می‌باشد:**

1- آزمایش افزایش درجه حرارت

2- آزمایشات عایقی

3- آزمایش ولتاژ ضربه‌ای

*** آزمایشات ویژه شامل موراد زیر می‌باشد:**

1- آزمایشات عایقی

POWEREN.IR

PowerEn.ir

2-اندازه گیری امپدانس مؤلفه صفر برای ترانسفورماتورهای سه فاز

3-آزمایشات اتصال کوتاه و کنترل توانایی و استقامت حرارتی و دینامیکی در موقع اتصال کوتاه.

4-اندازه گیری سطح صدای آکوستیک

5-اندازه گیری ولتاژ تداخل رادیویی RIV

6- اندازه گیری‌هارمونیکها در جریان بی‌باری

7- اندازه گیری توان مصرفی در فنها و پمپها

8- آزمایش فشار روغن و اطمینان از عدم نشتی روغن

POWEREN.IR

PowerEn.ir

فصل چهارم

حفاظت ترانسفورماتورهای قدرت

1-1- مقدمه

وظیفه سیستم حفاظت آن است که هر جزء از شبکه الکتریکی که دچار خطا یا اتصالی شده را درکمترین زمان ممکن از مدار خارج سازد، به شکلی که احتمال خطر از بین رفته و کوچکترین بخش از شبکه الکتریکی مجزا گردد. همین امر در شرایط بهره‌برداری غیرعادی نیز صادق است.

سیستم‌های حفاظتی نقش اساسی در ایمنی، پایداری و قابلیت اطمینان سیستم برق‌رسانی را عهده‌دار بوده و از شروع یا گسترش دامنه خسارت ناشی از خطاهای مختلف جلوگیری می‌نمایند. همچنین عملکرد مناسب و انتخابی[1] سیستم حفاظتی باعث کاهش سطح خاموشی می‌شود چرا که حداقل ناحیه‌ای را که برای رفع عیب کافی است از شبکه جدا نموده و باعث تداوم برقرسانی به قسمتهای دیگر شبکه می‌شود.

اجزاء اصلی یک سیستم حفاظتی شامل رله‌ها، ترانسهای جریان و ولتاژ و کلیدها هستند که اختلال یا عدم کارکرد صحیح هر یک از این اجزاء باعث عملکرد نادرست سیستم حفاظتی می‌گردد. در این میان رله‌ها وظیفه شناسایی خطا را برعهده داشته و مهمترین جزء سیستم حفاظتی می‌باشند که در ادامه مورد بررسی قرار می‌گیرند.

---

[1] . *Selective*

POWEREN.IR

PowerEn.ir

4-2- خطاهای ترانسفورماتور قدرت

خطاهای ترانسفورماتور قدرت به طور کلی به پنج دسته عمده زیر تقسیم می‌شوند:

- خطاهای سیم‌پیچ و ترمینال
- خطاهای هسته
- خطاهای تجهیزات جانبی ترانسفورماتور
- خطاهای تپ چنجر قابل تغییر زیر بار
- خطاهای شرایط بهره‌برداری غیرنرمال
- خطاهای خارجی سنگین

با توجه به تنوع خطاها در ترانسفورماتور و ارزش اقتصادی و اهمیت بالای آن در شبکه، طیف گسترده‌ای از حفاظتهای مختلف جهت ترانسفورماتور درنظر گرفته می‌شود که بطور معمول شامل موارد زیر است:

- حفاظت جریان زیاد فاز و نوترال
- حفاظت خطای زمین محدودشده
- حفاظت دیفرانسیل
- حفاظت شار زیاد (برای ترانسفورماتورهای نیروگاهی)
- حفاظت امپدانسی
- حفاظت جریانی سیم‌پیچ سوم
- حفاظت دمای زیاد سیم‌پیچ و رو
- حفاظت تپ چنجر
- حفاظت اتصال زمین تانک روغن
- حفاظت رله بوخهلتس
- حفاظت در مقابل فشار و آزاد ساز فشار

POWEREN.IR

PowerEn.ir

- حفاظت نرخ افزایش فشار روغن

دسته‌ای از حفاظتهای ذکرشده همچون حفاظت رله بوخهلتس بر روی خود ترانسفورماتور قرار داشته و توسط سازنده ترانسفورماتور تهیه می‌شود و سایر حفاظتها به دو دسته حفاظت اصلی و کمکی تقسیم می‌گردند. رله‌های اصلی شامل رله دیفرانسیل، ولتاژ کم و شار زیاد و رله‌های پشتیبان شامل رله‌های جریان زیاد اولیه و ثانویه، رله اتصال زمین محدودشده و سایر رله‌ها می‌باشد که بسته به سطح ولتاژ و نوع سیم‌پیچی ترانسفورماتور انتخاب می‌شوند.

می‌توان ادعا کرد که درصد بالایی از خرابیهای ترانسفورماتور ناشی از خطاهای بین دورهای سیم‌پیچی است. اتصالی بین دورها، جریان بزرگی را در حلقه اتصال کوتاه ایجاد می‌کند ولی به علت نسبت تبدیل بزرگ بین کل سیم‌پیچی و دورهای اتصال کوتاه شده، جریانهای ترمینال ترانسفورماتور کوچک خواهد بود.

بزرگی خطاهای فاز به زمین در ترانسفورماتورها به عوامل متعددی از جمله نحوه سیم‌پیچی اولیه و ثانویه، نحوه زمین کردن نوترال، فاصله نقطه خطا تا نوترال و... وابسته است. در طراحی حفاظت ترانسفورماتور بایستی اطمینان حاصل شود که سیستم حفاظتی به کلیه خطاهای ترانسفورماتور بدون توجه به محل بروز خطا و میزان جریان خطا پاسخ می‌دهد.

4-2-1- حفاظت دیفرانسیل ترانسفورماتور قدرت

حفاظت دیفرانسیل مهمترین حفاظت اصلی ترانسفورماتور است که نسبت به خطاهای فاز به زمین، فاز به فاز و حلقه دارای حساسیت مناسبی می‌باشد. در این حفاظت از رله‌های دیفرانسیل امپدانس پایین بایاس شده استفاده می‌شود. نکات بسیاری را بایستی در هنگام کاربرد و تنظیم رله دیفرانسیل مدنظر قرارداد که به شرح زیر می‌باشند:

- نسبت تبدیل و فاز ترانسفورماتورهای جریان

- خطای ناشی از اشباع ترانسفورماتورهای جریان

POWEREN.IR

PowerEn.ir

- اتصالات ترانسفورماتور و نحوه زمین‌کردن
- خطاهای ناشی از تغییرات تپ
- جریان هجومی ترانسفورماتور
- جریان بی‌باری
- خطای ناشی از اضافه تحریک

ترانسفورماتورهای جریان بایستی به نحوی انتخاب گردند که اختلاف جریان بواسطه نسبت تبدیل ترانسفورماتور قدرت و اختلاف فاز بین اولیه و ثانویه مرتفع گردد. با این حال معمولاً نمی‌توان صرفاً به کمک انتخاب ترانسفورماتور جریان مناسب به این امر دست یافت و لازم است که از ترانسهای کمکی[2] استفاده کرد. رله‌های دیفرانسیل دیجیتالی این امکان را فراهم می‌آورند که اصلاح نسبت تبدیل و اختلاف فاز بصورت نرم‌افزاری و بر روی خود رله انجام شود و به این ترتیب نیازی به ترانسهای کمکی نخواهد بود. درصورتیکه ترانسفورماتور مجهز به تپ چنجر باشد، اصلاح نسبت تبدیل بر روی تپ اصلی انجام خواهد گرفت و در این حالت بایستی اطمینان داشت که به ازای سایر تپها رله عمل نمی‌کند.

در صورتیکه امکان تغذیه جریان مؤلفه صفر از سوی یک سیم‌پیچ ترانسفورماتور وجود داشته باشد (به عنوان مثال ترانسفورماتور با اتصال Y_nD)، رله دیفرانسیل بایستی به فیلتر مؤلفه صفر مجهز باشد تا نسبت به خطاهای زمین خارجی حساس نباشد. درگذشته این امر به کمک اتصال مثلث ترانسفورماتورهای جریان فراهم می‌گردید اما در رله‌های دیجیتال این فیلترینگ بصورت نرم‌افزاری انجام می‌شود.

عبور جریان هجومی ترانسفورماتور نبایستی باعث عملکرد رله دیفرانسیل گردد. اگرچه این جریان معمولاً در هنگام وصل ترانسفورماتور کشیده می‌شود ولی می‌تواند بوسیله هر حالت گذرایی که سبب تغییر ناگهانی ولتاژ روی شاخه مغناطیس‌کننده ترانسفورماتور گردد ایجاد شود. جریان

---

[2] . Interposing CT's

POWEREN.IR

PowerEn.ir

هجومی دارای محتوی هارمونیکی بالایی می‌باشد که هارمونیکهای دوم تا هفتم دامنه‌های بیشتری دارند. جهت حفظ پایداری رله دیفرانسیل درمقابل جریان هجومی می‌توان از روشهای زیر استفاده کرد:

الف) تأخیر زمانی: از آنجا که حضور جریان هجومی گذرا و کوتاه‌مدت است، به کمک ایجاد تأخیر زمانی می‌توان رله را درمقابل آن پایدار کرد. این روش به دلیل بالابردن سرعت رفع خطا تنها جهت ترانسفورماتورهای کوچک و کم اهمیت قابل استفاده است.

ب) استفاده از هارمونیک دوم: از آنجا که معمولاً چه در شرایط عادی و چه در شرایط خطا هارمونیک دوم جریان در شبکه وجود نخواهد داشت، از این هارمونیک می‌توان جهت پایدارسازی رله درمقابل جریان هجومی استفاده کرد.

ج) استفاده از شکل موج جریان هجومی: در این روش باتوجه به مشخصه زمانی خاص جریان هجومی، وجود آن توسط رله تشخیص داده شده و از عملکرد رله جلوگیری می‌شود.

4-2-1-1- رله دیفرانسیل

این رله بایستی از نوع امپدانس کم بایاس‌دار بوده و در مقابل جریان هجومی ترانسفورماتور پایدار باشد.

جهت هماهنگ‌سازی جریانهای دو طرف ترانسفورماتور (با توجه به نسبت تبدیل ترانسفورماتورهای جریان)، بایستی از ترانسفورماتورهای جریان کمکی استفاده شود. در صورتیکه رله دیفرانسیل بتواند این امر را بصورت نرم‌افزاری پیاده سازی کند، احتیاجی به ترانسفورماتورهای جریان کمکی نخواهد بود.

رله دیفرانسیل بایستی نسبت به تغذیه جریان مولفه صفر خطاهای خارج از محدوده خود توسط سیم‌پیچ ستاره زمین‌شده ترانسفورماتور پایدار باشد. این رله بایستی بگونه‌ای تنظیم شود که در حالت کار عادی و در هیچ یک از تپ‌های ترانسفورماتور عمل نکند.

POWEREN.IR

PowerEn.ir

حفاظت دیفرانسیل ترانسفورماتور قدرت معمولاً ترانسفورماتور زمین ـ کمکی را نیز در بر می‌گیرد.

در صورتی که ثالثیه ترانسفورماتور برای اتصال راکتور، خازن یا هر فیدر دیگر مورد استفاده قرار گیرد، بایستی جبران توالی صفر برای پایداری حفاظت اصلی بکار گرفته شود.

بازدارنده هارمونیکی عملکرد رله در مقابل جریان هجومی بایستی از سیگنالهای جریان تغذیه گردد و از ثانویه ترانسفورماتورهای ولتاژ سمت فشار قوی یا فشار متوسط تغذیه نگردد.

رله بایستی در هر فاز مجهز به مدارهای عمل‌کننده و نگهدارنده مستقل باشد.

مشخصات اشباع ترانسفورماتورهای جریان و تنظیمات رله دیفرانسیل بایستی به گونه‌ای باشد که این رله در مقابل خطاهای خارج از محدوده (عبوری) پایدار باشد. رله دیفرانسیل ترجیحاً بایستی مجهز به واحد بلوک‌کننده در مقابل اضافه تحریک باشد که به کمک هارمونیک پنجم فعال می‌شود.

4-2-2- حفاظت خطای زمین محدودشده[3]

در پاره‌ای از موارد، حفاظت دیفرانسیل ترانسفورماتور قدرت، کل سیستم را تحت پوشش قرار نداده لذا حفاظت خطای زمین محدودشده همواره در طرح حفاظتی ترانسفورماتور قدرت بکار می‌رود. به عنوان مثال اگر نقطه نوترال سیم‌پیچ ستاره یک ترانسفورماتور با مقاومت یک پریونیت زمین شود و تنظیم موثر رله دیفرانسیل برابر 20 درصد باشد، تنها 42 درصد ابتدای سیم‌پیچ (نسبت به ترمینال خط) تحت پوشش حفاظت دیفرانسیل قرار می‌گیرد.

در حفاظت خطای زمین محدود شده معمولاً از رله دیفرانسیل امپدانس بالا استفاده شده و مدار رله به کمک جریان نوترال بسته می‌شود.در شکل پائین این حفاظت را در یک سیم‌پیچ ستاره نشان می‌دهد. در صورت عدم وجود نقطه نوترال ترانسفورماتور قدرت (نوترال زمین نشده و یا سیم‌پیچ مثلث)، جریان نوترال از ترانسفورماتور زمین دریافت می‌شود که در این صورت خود ترانسفورماتور زمین نیز در ناحیه این حفاظت قرار می‌گیرد. از آنجا که در این حفاظت تنها جریان خطا

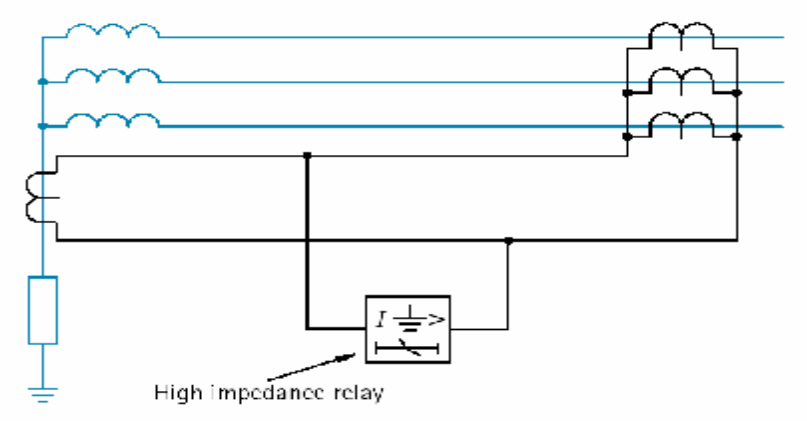
---

[3] . *Restricted Earth Fault Protection*

POWEREN.IR

PowerEn.ir

اندازه‌گیری می‌شود (جریان مؤلفه صفر)، مـی‌تـوان رلـه را در مقـدار جریـان پـایینی تنظـیم نمـود. استفاده از ترانسفورماتورهای جریان کمکی (ICT) در این حفاظت مجاز نمی‌باشـد چـرا کـه باعـث پایین آمدن حساسیت رله می‌گردد.



شکل ***حفاظت خطای زمین محدودشده***

4-2-2-1- رله خطای زمین محدودشده

در این حفاظت بایستی از رله دیفرانسیل امپدانس بالای تکفاز استفاده شود که سـرعت عملکـرد آن بیشتر از 25 میلی‌ثانیه نباشد.

تنظیم این رله بایستی به گونه‌ای انجام شود که نقاط نزدیک به نوترال سیم‌پیچ ترانسفورماتور حتمـاً مورد حفاظت قرار گیرد.

در مدار جریانهای این رله نبایستی از ترانسفورماتورهای جریان کمکی استفاده شود.

POWEREN.IR

PowerEn.ir

4-2-3- حفاظت افزایش شار/ولتاژ

هسته ترانسفورماتور بایستی در مقابل فلوی زیاد محافظت گردد. فلوی عبوری از هسته وابسته به نسبت ولتاژ به فرکانس بوده و از آنجا که فرکانس در شبکه معمولاً با دقت مناسبی ثابت است، حفاظت اضافه ولتاژ می‌تواند به نوعی حفاظت اضافه شار را نیز انجام دهد. حفاظت افزایش شار معمولاً در ترانسفورماتورهای نیروگاهی استفاده می‌شود. رله افزایش شار دو مرحله‌ای (آلارم و تریپ) و از نوع تأخیری می‌باشد. زمان تأخیر زمان قطع این رله بسته به قابلیت تحمل اضافه شار ترانسفورماتور تنظیم می‌شود و بطور معمول بین یک تا دو دقیقه است.

در مواردی که سیم‌پیچ سوم مجهز به راکتورهای 20 کیلوولت باشد، حفاظت اضافه شار یا افزایش ولتاژ بایستی بتواند این راکتورها را سوئیچ کند و در صورت عدم رفع اضافه ولتاژ، این حفاظتها بایستی به کلید اصلی ترانسفورماتور فرمان قطع دهند.

4-2-4- رله ولتاژ صفر برای ترانسفورماتور قدرت

این رله می‌بایستی ترانسفورماتور را در زمان قطع ولتاژ حفاظت نماید و ترانسفورماتور را در حوادثی که منجر به قطع کامل ولتاژ تمام فازها می‌شود، پس از 7 ثانیه از مدار خارج کند. این حفاظت، رله‌های قطع قفل‌شدنی[4] ترانسفورماتور را بکار نمی‌اندازد و کلیدهای مربوطه را بوسیله رله‌های قطع از نوع بازگشت خودکار[5] از مدار خارج می‌کند.

4-2-5- حفاظت کاهش ولتاژ

این حفاظت جهت جلوگیری از پایدارماندن ولتاژ در ترمینالهای ترانسفورماتور به میزان کمتر از ولتاژ نامی سیستم بکار می‌رود. تنظیم این رله معمولاً بر روی 70 درصد ولتاژ نامی قرارداده شده و

---

[4] . *Lock out Relay*
[5] . *Self Reset*

POWEREN.IR

PowerEn.ir

از نوع تأخیری است. زمان قطع رله می‌تواند تابع میزان افت ولتاژ و یا ثابت باشد. ورودی این رلـه از ترانسفورماتور ولتاژ در ثانویه ترانسفورماتور تأمین مـی‌شـود. حفاظـت کـاهش ولتـاژ هماننـد اضـافه شار/ولتاژ جزء حفاظتهای اصلی ترانسفورماتور می‌باشد.

4-2-6- رله جریان زیاد زمان معکوس با واحد آنی برای ترانسفورماتور قدرت

اولیه و ثانویه ترانسفورماتور باید با حفاظت جریان زیاد سه فاز همراه باشد. در اتـو ترانـسفورماتورها، این رله‌گذاری باید برای حفاظت سیم‌پیچی مشترک قابل استفاده باشد. واحد دیگر حفاظت جریـان زیاد، شامل واحد آنی با تنظیم زیاد است. ایـن واحـد بـرای رلـه‌گـذاری مـؤثر در مقابـل بزرگتـرین جریانهای اتصال کوتاه است که در اتصالات و بخشی از سیم‌پیچها پدیـد مـی‌آیـد. ایـن حفاظـت در زمانیکه رله‌های دیفرانسیل در شرایط اتصال کوتاه سنگین و اشباع ترانسفورماتورهای جریـان عمـل نمی‌کنند، موردنیاز می‌باشد.

این حفاظت ترانسفورماتورها را به صورت آنی قطع می‌کند. در انتخاب دامنه تنظیم رلـه بایـد دقـت شود که از عملکرد نادرست در شرایط خطای شینه جلوگیری گردد. واحد آنی همچنین بایـستی در مقابل جریان هجومی پایدار باشد. رله اضافه جریان سمت فـشار قـوی بایـستی بـا منحنـی گرمـایی ترانسفورماتور هماهنگ باشد.

4-2-7- حفاظت جریان زیاد نوترال ترانسفورماتور قدرت

ایـن حفاظـت شـامل رلـه‌هـایی اسـت کـه بـه ترانـسفورماتورهای جریـان نـصب شـده در نـوترال ترانسفورماتورها متصل می‌گردند. مشخصه رله‌ها باید از نوع معکوس معمـولی مطـابق بـا اسـتاندارد IEC باشد.

POWEREN.IR

PowerEn.ir

4-2-8- حفاظت اضافه جریان فاز و نوترال

رله اضافه جریان با مشخصه معکوس و رله اضافه جریان آنی به عنوان حفاظت پشتیبان در هر دو طرف ترانسفورماتور مورد استفاده قرار می‌گیرد. رله‌های جریان زیاد با مشخصه معکوس بایستی با سایر رله‌های اضافه جریان هماهنگ شوند. در تنظیم رله‌های اضافه جریان لحظه‌ای بایستی دقت کرد که جهت پایداری رله در مقابل جریانهای اتصال کوتاه خارج از محدوده ترانس، مقدار تنظیم رله از جریان اتصال کوتاه در ترمینالهای فشار ضعیف ترانسفورماتور بیشتر باشد.

از رله‌های جریاد زیاد با مشخصه معکوس در طرف ثالثیه و برای حفاظت در مقابل اتصال کوتاه مدار ثالثیه و همچنین حفاظت ترانسفورماتور زمین بهره گرفته می‌شود.

جهت تأمین حفاظت پشتیبان برای خطاهای زمین، از حفاظت اضافه جریان با مشخصه معکوس و به صورت تکفاز در نوترال ترانسفورماتور استفاده می‌شود. ورودی این رله توسط ترانسفورماتور جریان نوترال تأمین می‌گردد.

اگر اولیه یا ثانویه بصورت نوترال زمین شده باشند هر کدام بایستی بصورت جداگانه مجهز به این حفاظت گردند.

جهت حفاظت در مقابل خطاهای فاز ترانسفورماتور زمین ـ کمکی از رله جریان زیاد با مشخصه معکوس و رله اضافه جریان آنی استفاده می‌شود.

از رله جریان زیاد با مشخصه معکوس و بصورت تکفاز جهت حفاظت خطاهای زمین ترانسفورماتور زمین_کمکی استفاده می‌شود که ورودی رله در این حالت از ترانسفورماتور جریان نوترال ترانس زمین_کمکی تأمین می‌شود.

از آنجا که بطور معمول ترانسفورماتور زمین ـ کمکی بطور مستقیم و بدون کلید به ترمینال ترانسفورماتور قدرت متصل می‌شود، حفاظتهای ترانسفورماتور زمین_کمکی فرمان قطع را به بریکر اصلی ترانسفورماتور قدرت ارسال می‌کنند.

POWEREN.IR

PowerEn.ir

4-2-9- رله جریان زیاد سیم‌پیچی ثالثیه ترانسفورماتور قدرت

این رله‌گذاری به ترانسفورماتورهای جریان نصب‌شده در سیم‌پیچی ثالثیه متصل می‌شوند. این حفاظت شامل دو رله جریان زیاد سه فاز است که بوبینهای آنها به صورت سری و کنتاکتهای آنها به صورت موازی متصل می‌گردند. یک واحد باید دارای رله زمان معکوس معمولی با تأخیر زمان طولانی برای حفاظت سیم‌پیچی ثالثیه از خطاهای کم دامنه باشد و واحد دیگر نیز باید دارای مشخصه معکوس معمولی با تنظیم زیاد باشد. رله تنظیم زیاد می‌بایستی مقادیر بیش از 300 درصد جریان نامی ثالثیه را پذیرفته و سیم‌پیچی را از خطاهای سنگین محافظت نماید. مشخصه زمان معکوس هر دو رله می‌بایستی مطابق با استاندارد IEC باشد. تایمرها باید بر پایه منحنی‌های گرمایی سیم‌پیچی‌های ثالثیه انتخاب شوند. دامنه 1 تا 999 ثانیه برای تایمر واحد اول و 0/2 تا 2 ثانیه برای واحد دوم مناسب است.

4-10- حفاظت تپ چنجر

حفاظت تپ چنجر عمدتاً توسط حفاظتهای مکانیکی پیاده‌سازی می‌شود. زمانیکه اتصال کوتاه رخ دهد بایستی از عملکرد تپ چنجر در صورت کاهش ولتاژ جلوگیری گردد. اینکار به کمک استفاده از یک رله جریان زیاد آنی انجام می‌شود. ترانسفورماتورهای جریان قرار گرفته در قسمت فشار قوی به رله جریان زیاد آنی متصل می‌گردند و در صورت بروز خطای این رله از عملکرد سیستم تپ چنجر ممانعت بعمل می‌آورد.

حفاظت تپ چنجر شامل رله‌های جریان زیاد است که به ترانسفورماتورهای جریان قرار گرفته در سمت فشار قوی ترانسفورماتور متصل می‌گردند. این حفاظت دارای مشخصه آنی است.

POWEREN.IR

PowerEn.ir

فصل پنجم

روغن ترانسفورماتور

5-1- مقدمه

روغن در ترانسفور ماتور یکی از مشتقات نفتی است . روغن پایه به طور کلی یک ماده ئیدرو کربنی میباشد . از پالایش یک برش نفتی مناسب روغن ترانسفور ماتور بدست میاید.روغن ترانسفور ماتور موارد مصرف کاملا اختصاصی دارد و همه ساله مقدار قابل توجهی از آن در تاسیسات صنعت برق کشور و بخش توزیع به مصرف میرسد . کاربرد این روغن به عنوان یک عایق الکتریکی و یک سیال خنک کننده ترانسفورماتور و دژنکتور ها میباشد. شناخت و کاربرد صحیح روغن در ترانس های توزیع به منظور بهره برداری بهینه از این نوع تجهیزات گران قیمت در شبکه های توزیع از اهمیت بالای برخوردار است به این دلیل سعی شده در این تحقیق به طور خلاصه نکاتی در موردمشخصات فنی و شیمیائی انواع روغن ها و نحوء نگهداری در زمان بهره برداری ـ نمونه برداری ـ کنترل کیفیت و سرویس آن ارائه گردد.

5-2- خواص روغن

به طور کلی دلایل اصلی به کاربردن روغن ها در ترانسفور ماتورها را میتوان به صورت زیر بیان کرد:

1- عایق کاری الکتریکی

2- کنترل درجه حرارت داخلی ترانس و انتقال حرارت

3- جلوگیری از خوردگی مواد عایق و قسمت های فلزی ترانسفورماتور

4- طول عمر زیادتر و تضمین پایداری شیمیائی برای ترانسفورماتور

5- آب بندی و جمع آوری وحمل مواد ناخالصی ناشی از کارکرد به خارج از محیط سیستم

POWEREN.IR

PowerEn.ir

6- خاموش کردن جرقه الکتریکی

وظایفی که یک روغن خوب به عنوان یک سیال عایق و یک ماده انتقال دهنده حرارت را باید داشته باشد عبارتند از:

1- استقامت دی الکتریک یا ولتاژ شکست	بالا
2- قابلیت انتقال حرارت	خوب
3- ویسکوزیته	پائین
4- نقطه ریزش یا سیلان	پائین
5- نقطه اشتعال	بالا
6- تمایل به اکسید اسیون و تشکیل لجن	کم
7- ضریب تلفات عایق	پائین
8- مقاومت مخصوص	زیاد

5-3- شرایط کارروغن

خواص عمده روغن از نظر ارزیابی قابلیت سرویس دهی آن به شرایط محیط بهره برداری از آن بستگی دارد . قبل از انتخاب روغن باید شرایط سرویس ومکان مورد استفاده را ملاحظه نمود .

مهمترین عوامل برروی خواص و شرایط روغن عبارتند از :

1- تغیرات درجه حرارت محیط

2- بار سیستم و سطوح مورد استفاده

3- آلودگی و ناخالصی های موجود

4- امکان حضور هوا و نفوذ آن در سیستم روغن

5- فضا و موقعیت نصب ترانس از لحاظ حریق و...

6-عملیات و نحوه نگهداری واحد ها

POWEREN.IR

PowerEn.ir

عواملی که باعث خراب شدن روغن ترانس ودر نتیجه عدول از خصوصیات استاندارد آن میشود عبارتند از :

1- نفوذ رطوبت و آب

2- درجه حرارت بالا و شدید

3- اکسیداسیون و اسیدی شدن روغن

4- وارد شدن ذرات معلق و ناخالصی در روغن

5-4- مشخصات روغن

برای آشنایی و مشخص شدن ارتباط مشخصات روغن و شرایط سرویس و بهره برداری در ترانسفور ماتورمیتوان خواص روغن ها را در سه حالت کلی بررسی نمود که عبارتند از خواص :فیزیکی الکتریکی شیمیائی روغن ترانسفورماتورها که به طور اختصار مورد بررسی قرار میگیرند.

5-5- خواص فیزیکی روغن

از مشخصات روغن آزمایشهای مربوط به طبیعت فیزیکی روغن است که عبارت است از ویسکوزیته چسبندگی جنبشی یا غلظت ،نقطه اشتعال در محیط بسته ،دانسیته یا چگالی و نقطه ریزش ،میباشند.

5-5-1- ویسکوزیته روغن

از مشخصه های روغن های خوب کمتر بودن ویسکوزیته درجه چسبندگی آن است زیرا ، هرچه ویسکوزیته کمتر باشدروغن به راحتی میتواند به عنوان یک سیال انتقال دهنده حرارت انجام وظیفه نماید باتوجه به اینکه جابجایی روغن در انتقال حرارت بسیار موثر است ، حرارت تولید شده در

POWEREN.IR

PowerEn.ir

داخل ترانسفور ماتور به وسیله انتقال و جابه جایی روغن از عایق های جامد نزدیک هسته به روغن عایقی منتقل شده و این سیلان روغن میباشد که قادر است هرچه زود تر این حرارت را به سطح خارج از ترانس رسانده و یا در رادیاتورها به وسیله تبادل حرارت ترانس را خنک کند . عامل تعیین کننده در این عمل مقدار ویسکوزیته میباشد .

هرچه قدر ویسکوزیته کمتر باشد این فرآیند به راحتی انجام میشود ویسکوزیته بوسیله لوله شیشه ای شکل مدرج به نام ویسکومتر اندازه گرفته میشود درجه حرارت محیط بر روی تعیین درجه غلظت تاثیر به سزایی دارد. لذا برای تعین ویسکوزیته در دمای 20 درجه به عنوان مبنا مد نظر قرار می گیرد.

5-5-2- نقطه اشتعال روغن در محیط بسته

درجه حرارتی که در آن گازهای جمع شده در بالای روغن شعله ور میگردد را نقطه اشتعال گویند . برای جلوگری از تلفات اضافی روغن توسط تبخیر نقطه اشتعال باید ثابت نگهداشته شود ، به منظور رعایت اصول ایمنی نقطه اشتعال روغن باید بالا در نظر گرفته شود . البته چون درجه حرارت روغن در زمان سرویس و بهره برداری خیلی پائین تر از نقطه اشتعال مجاز میباشد ، اختلاف کوچک در مقدار نقطه ی اشتعال اهمیت چندانی نخواهد داشت. نقطه اشتعال روغن در محیط بسته توسط دستگاهی به نام پنسکی ــ مارتن اندازه گیری میشود .

5-5-3- دانسیته یا چگالی روغن

باید با شرایط محیط بهره برداری ترانسفورماتور متناسب باشد بنابر استاندارد مقدار حداکثر دانسیته در دمای 20 درجه سانتیگراد مقدار 0,895 گرم بر سانتی متر مکعب میباشد .

POWEREN.IR

PowerEn.ir

5-5-4- نقطه ریزش روغن

یا حداقل در جه حرارت خمیری شدن روغن در مناطق سردسیر باید دارای مقدار مناسبی باشد و به حد کافی پائین در نظر گرفته شود . نقطه ریزش کمترین درجه حرارتی است که در آن میتوان روغن جاری شود به طوری که در مواردی که سیستم از سرویس خارج می شود و شرایط محیط سرد باشد هیچگونه امکان یخ زدن روغن نباشد . برای حداکثر نقاط نقطه ریزش – 30 در جه سانتیگراد انتخاب میشود.

5-6- خواص الکتریکی روغن

گروه دیگری از مشخصات روغن مربوط به آزمایش های الکتریکی روغن میباشد که استفاده روغن را بعنوان عایق خوب را مشخص کرده و علاوه بر آن شرایط فیزیکی روغن را تعین مینماید . تحمل الکتریکی روغن به طور خیلی زیاد تحت تاثیر ناخالصی های موجود در روغن میباشد ، بنابر این این خواص الکتریکی روغن باید بطور مرتب آزمایش شود این مشخصات عبارتند از1- استقامت دی الکتریک2- ضریب تلفاتی عایقی3- مقاومت مخصوص عایقی

5-6-1- استقامت دی الکتریک یا ولتاژ شکست عایقی

برای استفاده از روغن ترانسفور ماتور بعنوان عایق بایستی عاری از رطوبت و ذرات معلق ناخالصی ها باشد . پائین آمدن مشخصه دی الکتریک ناشی از رطوبت و اجسام خارجی باعث کم شدن ولتاژ شکست عایقی روغن میشود ، استقامت دیالکتریک مهمترین مشخصه الکتریکی روغن محسوب میشود بنابراین روغن باید عاری از هرگونه ناخالصی و به ویژه آب باشد اصلاحا به روغن تمیز و رطوبت زدا شده و تصفیه شده روغن خشک گفته میشود .

روغن نو به دلیل پالایش دقیق آن تقریبا عاری از آب و ناخالصی ها است و از این جهت نگهداری آن اهمیت ویژه ای دارد.ناخالصی ها عمتدا شامل؛ پوسته های فاسد شده پوشش تانک روغن ،ذرات

POWEREN.IR

PowerEn.ir

فیبر و کاغذ عایقی ، ذرات روغن فاسد شده در سرویس و ... باشد ذرات آب جذب شده نیز در نتیجه رطوبت موجود در مخازن ذخیره و تاسیسات ترانسفورماتور و یا از طریق نفس کشیدن ترانسفور ماتور و حتی به واسطه عمل اکسیداسیون روغن رطوبت ایجاد میگردد .جذب رطوبت توسط روغن استقامت دی الکتریک آن به میزان قابل ملاحظه ای پائین آورده و تلفات عایقی آن را بالا میبرد بدلیل امکان جذب رطوبت در حمل ونقل روغن ، ذخیره سازی و شارژ روغن در مراحل نصب و بهره برداری باید استقامت دی الکتریک روغن های نو بیش از حد مجاز تعیین شده در جدول استاندارد در نظر گرفته شود تادر طول انجام آن مراحل دوام روغن از دست نرود .

5-6-2- ضریب تلفات عایقی

با قرار گرفتن عایق ها در میدان الکتریکی علاوه بر تلفات اهمی یک تلفات دی الکتریک ناشی از جریان نشتی از عایق به وجود می آید . در مدلسازی الکتریکی یک عایق آن به صورت یک خازن سری شده با یک مقاومت نشان میدهند مقدار تلفات دی الکتریک ناشی از نشتی محدوده جریان عایق است که متناسب با فرکانس نیز میباشد.

5-6-3- مقاومت مخصوص عایقی

نشان دهنده کیفیت الکتریکی روغن و کارایی روغن عایقی می باشد سنجش مقاومت الکتریکی روغن نیز مانند اندازه گیری ضریب تلفات مبین کیفیت روغن میباشد . در عملیات برخی از ترانسفورماتورها تنش های الکتریکی زیادی پیش می آید . و از این نظر قابلیت مقاومت الکتریکی روغن در ارزیابی روغن متداول شده است . روش اندازه گیری به وسیله اعمال ولتاژ11/6/2006 بین دو الکترود و اندازه گیری جریان عبوری میباشد در صنعت به وسیله مگر زدن این مقادیر ثبت و مقایسه میشود.

POWEREN.IR

PowerEn.ir

5-7- خواص شیمیایی روغن

مشخصه های شیمیایی روغن ترانسفور ماتور به طور کلی عبارتند از مقدار سولفور خورنده، مقدار آب محلول در روغن و پایداری روغن در مقابل اکسید اسیون که خود شامل اسیدیته کل و لجن ته نشینی در روغن میباشد ، قبل از پرداختن به این مشخصات داشتن یک دید کلی از ساختمان مولکولی و شیمیایی روغن نفتی بسیار کمک خواهد نمود تا در این بحث و در دیگر فرایند های شیمیایی روغن ازقبیل اضافه کردن مواد ضد اکسید کنندگی ، مخلوط کردن روغن های تصفیه ی شیمیایی روغن و ... بسیار مفید خواهد بود.

5-7-1- ساختمان مولکولی روغنهای عایق

ازجمله عایق های مایع در صنعت برق روغنهای معدنی میباشند که از ترکیبات ئیدروکربنی تشکیل شده اند این روغن ها از پالایش نفت خام بدست می آیند . از روغن های معدنی بدست آمده در پالایشگاه ها تنها تعدادی از آنها برای عایق های الکتروتکنیک مناسب میباشند . بنابر این روغنهای که برای که برای این منظور به کار برده میشوند کاملا شناخته شده بوده و به آنها روغنهای عایق اطلاق میشود.

روغن های عایق از لحاظ ساختمان مولکولی شیمیایی به سه دسته اصلی تقسیم میشوند.روغن های متانی که بیش از دو سوم وزن آنها پارافین بوده و پیوند مولکولی بین آنها زنجیره ای است.روغنهای نفتی که بیش از دو سوم وزن آنها نفت است و پیوند مولکولی بین آنها حلقوی میباشد ،روغن های متانی نفتی که در آنها نسبت نفت به متان هیچ کدام به حد قابل توجهی زیاد تر از یکدیگر نیستند.

ئیدروکربنها در اثر تنشهای بسیار شدید نظیر آنچه در کابلهای فشار قوی بوجود می آید تمایل به تصاعد گاز دارند این گازها عمدتا از ئیدروژن و احتمالا تعداد کمی از ئیدروکربنها سبک تشکیل

POWEREN.IR

PowerEn.ir

یافته اند در نتیجه این عمل پلیمری سنگین نیز به ماهیت مومی شکل به وجود میآید. تمال روغنهای پایه نفتنیک به تصاعد گاز بسیار کمتر از روغنهای پایه پارافینیک است بنابر این برخی از استاندارد ها برای حصول اطمینان از جذب گازهای متصاعد شده وجود مقدار حداقلی از ترکیبات حلقوی روغن ــ روغن با پایه نفتنیک ــ را جزوه مشخصات آن قید میکنند.روغن های پالایش شده در ایران به علت نوع نفت خام موجود در ایران ، از پایه پارانفتنیک میباشد ، در صورتی که روغن وارداتی از خارج کشور اکثرا پایه نفتنیک دارند
های.نقطه انجماد روغن های پایه پارا فنیک ــــ متانی ــ بالا بوده و زودتر یخ میزنند لذا از این جهت در دستگاههای نصب شده در محوطه آزاد نباید مورد استفاده قرار گیرد در حالی که در روغن های نوع نفتنیک نقطه انجماد پایین تری دارند .

5-7-2- سولفور خورنده در روغن

نفت خام معمولا حاوی ترکیبات گوگردی نیز میباشند که اکثر آنها در ضمن فرآیند های پالایش از نفت جدا میشوند . این پارامتر نشان دهنده مقادیر کم سولفور آزاد خورنده در روغن میباشد . وجود سولفور خورنده در روغن منجر به ایجاد خوردگی حفره ای ورسوب سیاه در سطح مس عاری از پوشش در ترانسفور ماتور می گردد که این مسئله مانع دفع حرارت از ترانس و در نتیجه کم کردن کارایی آن می شود .

5-8- مقدار رطوبت در روغن

در طول مدت زمان بهره برداری و کار روغن بدلائل مختلف مشخصات روغن در ترانسفور ماتور تغیر میکند یکی از عوامل این تغیر جذب رطوبت میباشد . جذب رطوبت توسط روغن استقامت آن را به میزان قابل ملا
الکتریکی‌حضه ای کاهش داده و تلفات عایقی را افزایش میدهد ودر نتیجه روغن از مشخصات شیمیایی آن تلقی میشود ، استقامت الکتریکی روغن به میزان زیاد بستگی به

POWEREN.IR

PowerEn.ir

مقدار رطوبت آن دارد مقدار آبی که روغن در درجه حرارت 20 درجه سانتی گراد میتوان در خود حل کند در حدود 40 ppm الی 100ppm میباشد .

5-9- پایداری روغن در مقابل اکسید اسیون

مقاومت روغن در مقابل اکسید شدن یکی دیگر از مشخصات مهم آن میباشد . برای شناخت این خاصیت باید دو مقدار عدد خنثی سازی و مقدار لجن موجود در روغن برسی شود . پایداری روغن نو در مقابل اکسیداسیون معمولا بر حسب نتایج آزمایش پیر کردن روغن ــ که به صورت مشابه با عملکرد واقعی روغن در شرایط سرویس در طول عمر مفید روغن آن میباشد ــ بیان میشود ، بعد از آزمایش نمونه روغن ، نتایج از نظر درجه الودگی از اکسیداسیون که باعث حضور رسوب و لجن میشود با مقداراستاندارد مقایسه میگردد . اطلاع از درجه فساد مجاز روغن که در آن حد ، رسوب لجن موجود در روغن ایجاد مسئله مهمی نمی نماید و مجاز است مهم می باشد ، زیرا تشکیل رسوب به علت کاهش هدایت حرارتی بسیار زیان بخش میباشد .

ترانسفورماتورهای که به طور دائم در یک درجه حرارت کمی بالاتر از در جه حرارت معمولی کار میکنند با کاهش شدید عمر عایق و افزایش درجه فساد روغن مواجه خواهند شد به همین مناسبت نگهداری روغن و آزمایش های دوره ای از آن و تصفیه روغن از کارهای مهم در زمینه نگهداری بهینه کل ترانسفور ماتورهای شبکه محسوب میشود .

5-10- عدد خنثی سازی روغن

اندازه گیری اسیدیته کل روغن مناسبترین و سریع ترین راه ارزیابی قابلیت روغن برای عدم تشکیل اسید در سرویس بوده و افزایش آن مشخص کننده ضرورت احیاء یا تعویض روغن ترانسفور ماتور میباشد .عدد خنثی سازی مشخص کننده میزان اسید های آزاد آلی و غیر آلی موجود در روغن بوده و بر حسب میلی گرم پتاس مورد نیاز برای خنثی کردن کل این اسید های آزاد در یک

POWEREN.IR

PowerEn.ir

گرم روغن بیان میشود.اکسید اسیون روغن نتیجه واکنش بین ئیدرو کربنهای موجود در روغن و اکسیژن میباشد . اکسیژن ممکن است به واسطه تماس روغن با هوای محیط در ضمن تنفس ـــ یا همان دم و باز دم ـــ ترانسفور ماتور به صورت اتمسفری بوده و یا ممکن است به علت گاز زدائی ناقص از روغن به صورت حل شده در آن باقی مانده باشد ، همچنین اکسیژن میتواند از اثر حرارت بر عایق سولوزی بوجود آمده باشد . اکسید اسیون روغن یک واکنش زنجیره ای بوده که در اثر آن اسید های آلی و لجنی تشکیل می شود .

5-11- رسوب یا لجن ته نشین شده در روغن

بالا رفتن رسوب و لجن ته نشین از میزان مشخص شده استاندارد ، نشان دهنده نامناسب بودن روغن بکار رفته در ترانسفور ماتور میباشد . میزان آلودگی و محصولات زوال روغن مشخص کننده لجن قابل ته نشینی میباشد. میزان این آلودگی ها برای روغن در سرویس به وسیله نمونه برداری و آزمایش تعین میشود .

از طرف دیگر اسید های بوجود آمده ، میزان لجن ایجاد شده را که بر روی سیم پیچ ها و دیگر قسمت های ترانسفور ماتور رسوب خواهد نمود را افزایش میدهد . این مسئله از چرخش مناسب روغن و انتقال طبیعی حرارت نیز جلوگیری میکند و زوال مواد عایق را تسریع می بخشد، که بسیار نامطلوب خواهد بود . برای جلوگیری از این رویدادها از مواد آلی که از عمل اکسیداسیون جلوگیری میکنند به روغن می افزایند و به آن مواد باز دارنده یا پایدار کردن روغن در مقابل اکسید اسیون می گویند .

5-12- افزودن مواد ضد اکسید اسیون در روغن

اضافه کردن مواد باز دارنده اکسید اسیون علاوه بر افزایش مقاومت روغن در برابر اکسید شدن نقش کاتالیزوری فلزات مانند مس سیم پیچ ها را در عمل اکسید اسیون خنثی می نماید .بنابر این مواد

POWEREN.IR

PowerEn.ir

باز دارنده به قسمی انتخاب می گردند که مشخصات اصلی روغن را برای مدت طولانی زمان بهره برداری از آن حفظ نمایند این زمان که در پایان آن اسیدیته روغن شروع به ظاهر شدن می نماید را دوره ــ القایی ــ میگویند . بعد از پایان این دوره روغن از مواد باز دارنده عاری میشود و فساد روغن شروع میشود و پیشروی آن درست مانند روغنی است که از ابتدا بدون ماده باز دارند بوده است . از سال 1979 میلادی مصرف مواد افزودنی به مقدار کم جهت کاهش میزان اکسید اسیون اهمیت ویژه ای در صنعت ساخت روغن های عایق پیدا نمود در مورد روغن ترانسفور ماتور به علت شرایط خاص این روغن ، از جمله زمان بهره برداری نسبتا طولانی و شرایط کار برد متعدد آنها ، لزوم بررسی اثر و قابلیت این مواد و تعریف حد استاندارد ی برای آن کاری طولانی و بس دشوار می نمود و مجوز بکار بردن مواد آنتی اکسیداسیون با احتیاط صادر میشود . با مرور زمان آزمایش های متعددی در آزمایشگاه انجام گردید و کارائی روغنها در عمل مورد بررسی قرار گرفت و بر حسب نتایج حاصله ، استفاده از روغن های محتوی آنتی اکسیداسیون اکنون روبه آفزایش است.مواد آنتی اکسیداسیون را بر حسب مکانیسمی که برای واکنش های اکسیداسیون محتمل است به دو گروه میتوان تقسیم نمود :

آنتی اکسید اسیون های مستقیم : این گروه واکنش های زنجیر های اکسیداسیون را شکسته و از فعالیت پر اکسید ها جلوگیری میکند

آنتی اکسیداسیون های غیر مستقیم : این گروه فلزات را که به عنوان کاتالیست واکنش اکسیداسیون محسوب میشوند را از فعالیت باز داشته و یا حتی خنثی میکند.

5-13- مخلوط کردن انواع روغن

گاهی به دلایلی روغن ترانسفور ماتور ها کم میشود و میبایستی به آن روغن اضافه نمود که اصلاحا شارژ روغن میگویند . مخلوط کردن انواع مختلف انواع روغن ها بدون مطالعه مجاز نمی باشد زیرا از نظر بررسی امکان اختلاط روغن ترانس بایستی کلیه موارد زیر به طور آزمایشگاهی مطالعه شود.

POWEREN.IR

PowerEn.ir

کلاس روغن های عایق ؛ روغنها دارای سه کلاس می باشند که دمای ریزش ویسکوزیته و اشتعال آنها فرق میکند.

ساختمان مولکولی شیمیائی ؛ روغنها با پایه نفتنیک و روغنهای با پایه پارافنیک دارای عکس العملهای جداگانه میباشند.

میزان خاصیت اسیدی ؛ روغن های دارای مواد افزودنی ضد اکسید کنندگی و بدون موادافزودنی ؛ درجه اسیدی و مقدار لجن مربوطه به خود راداشته و نباید مخلوط شوند.

لذادر صورتی که اجبار به مخلوط کردن دونوع روغن مختلف به میزان معینی باشد میتوان ابتدامقداری از این مخلوط را باهمان درصد اختلاط تهیه و مصنوعا پیر نمود اگر پایداری مخلوط در برابر اکسیداسیون همچنان پا برجا بود و با توجه به درجه حرارت محیط بهره برداری دمای منجمد شده روغن و ویسکوزیته نتیجه قابل قبول باشد ، مخلوط کرن دو نوع روغن به میزان در نظر گرفته شده بلامانع خواهد بود .

5-14- روغن های مخصوص

ترانسفورماتورها یا با روغن های معمولی باید در مکانی به کار روند که در معرض آتش و انفجار نباشند و احتمال جرقه های دائمی در اثر قطع و وصل کلید وجود نداشته همچنین برای نصب ترانس در زیر زمین ها و مناطق مهم دستورالعمل های خاصی وجود دارد این موارد در سیستم های توزیع بعلت شرایط محیط بهره برداری و مدودیت های اجرایی ، کاربرد ترانس های مخصوص همچون ترانس های خشک و ترانس های مقاوم در برابر آتش سوزی و انفجار بسیار کاربرد پیدا نموده است .

روغن های که در ترانس های مخصوص به کا رمی روند قابل اشتعال نبوده و کهنه نمی شوند ، پس لجنی نیز تشکیل نمی شود اما از نظر اقتصادی نسبت به روغن های معمولی گرانترند با در نظر گرفتن مناطق پرتراکم ما نند شهر های پرجمعیت و حتی سالن کارخانجات استفاده از ترانس

POWEREN.IR

PowerEn.ir

های مخصوص در زیر زمین ها و فضا های محدود اجتناب ناپذیر مـی باشـد. روغـن هـای سـنتزی مقاوم در برابر حریق برای این ترانس ها قابل استفاده میباشند ولی خـواص الکتریکـی آنهـا ماننـد روغن های عایقی نمی باشند . این روغن ها همچنین لعاب عایق ها و همچنین لاستیک را در خود حل مینمایند بنابر این آنها را نبایستی در ظروفی که دارای این پوشش ها هستند بکـار بـرد ایـن روغن های مخصوص را میتوان به شرح زیر برشمرد:

آسکارل ــ کلوفن ــ پیرالن ــ سیلیکون ــ ئیدروکربور های کلرینه مانند ــ پنتا کلرورــ دی فنیـل ــ تری کلرو بنزن ــ پیراکلر

5-15- ادوات وتجهیزات روغن

دستگاهها یا تجهیزاتی که برای تصفیه روغن ویا رطوبت زدایی و فیلتـر کـردن روغـن اسـتفاده مـی شوند در زیر توضیح داده می شود.

5-15-1- دستگا ه تصفیه روغن

در صورتی که نتایج آزمایش روغن ضرورت انجام فیلتر اسـیون بـرای روغـن تـرانس را تجـویز کنـد باانتقال دستگاه تصفیه روغن به محل نصب ترانس ، عمل تصفیه فیزیکی انجام خواهد شد .در ایـن دستگاه که معمو لا جهت گرفتن مواد معلق و ناخالص با استفاده از فیلتر ها میباشـد و بـرای جـدا کردن رطوبت روغن از سیستم آبگیری در خلا استفاده میشود . این روش در ایران کاملا معمـول و رایج میباشد در این عمل تصفیه ، روغن به صورت پیوسته در یـک مـدار بـسته از قـسمت پـائین ترانسفورماتور و به کمک یک پمپ ، مکیده شده طی فرایندی گرم و عمـل فیلتـر کـردن آغـاز مـی گردد.

روغن ابتدا از یک فیلتر یا صافی عبور نموده ذرات درشت تصفیه اولیه میـشوند . سـپس روغـن وارد محفظه نسبتا بزرگ نموده و گرم می نمایند از آنجایی که گرمای اضـافی باعـث تبخیـر مـواد ضـد

POWEREN.IR

PowerEn.ir

اکسید اسیون می گردد در جه حرارت را بیش از 60 در جه سانتی گراد اختیار نمی کنند برای جدا کردن رطوبت از روغن بای سطح تماس روغن و هوا را زیاد نمود .

این عمل به صورت پودر کردن روغن و پاشیدن آن به داخل محفظه خلاء انجام میگیرد ظرف مذکور تحت خلاء کمتر یا مساوی 1 mbar میباشد در طول این مرحله گاز و رطوبت روغن حذف می شود . روغن خشک و گاز زدا شده در کف محفظه جمع میشود و از طریق پمپ و با عبور از فیلتر شنی بر روی سینی های که داخل محفظه فیلتر خلاء قرار دارند می ریزند تا همزمان با تبخیر آب گازهای حل شده در روغن نیز خارج گردد . و سپس روغن به داخل ترانس باز گردانده میشود .

5-16- اصول خشک کردن ترانسفورماتورهای قدرت

روغن ترانسفورماتورهای قدرت نقش بسیار مهمی در عملکرد ترانسفورماتورها دارند. نقش عاق کنندگی، خنک کنندگی و تشخیص عیب از جمله مهمترین وظایف روغن می باشند. با پیرشدن ترانسفورماتور ، روغن این دستگاه بعضی از خصوصیات شیمیایی و الکتریکی خود را از دست می دهد. از جمله مهمترین این خصوصیات می توان به خصوصیات الکتریکی که حائز اهمیت می باشند، اشاره نمود .

اصلی که روغن ترانسفورماتورهای قدرت را دچار مشکل می نمایند عبارتند از : دلایل

1- افزایش ذرات معلق در روغن

2- وجود آب به مقدارزیاد در روغن

3- وجود آلودگی های شیمیایی مانند اسیدیته و ...

مسائل فوق باعث تغییر پارامترهای متعدد می شوند. به عنوان مثال افزایش ذرات معلق و وجود آن

ترانسفورماتور می شود. برای بهبود روغن ترانسفورماتوری که دچار ضعف های متعدد شده است می

POWEREN.IR

PowerEn.ir

توان از فیلتراسیون استفاده نمود .با فیلتر نمودن روغن می توان ذرات معلـق آن را جـدا نمـود و در نتیجه ولتاژ شکست را بالا برد. می توان با خلاء نمودن روغـن ، آب را بـصورت بخـار از روغـن جـدا نمود. حذف آلودگی های شیمیایی فقط با کمک فیلترهای شیمیایی ممکن است .

از جمله مهمترین آلودگی که روغن ترانسفورماتور را تحت تأثیر قرار می دهد وجود آب به مقدار کم در داخل روغن است. جدا نمودن آن در داخل ترانسفورماتور به راحتی امکان پذیر نمی باشد. علـت این مسأله وجود مقادیر بسیار زیاد آب داخل کاغذ ترانسفورماتور می باشـد کـه بـا جـدا نمـودن آب روغن دوباره جایگزین آن می شود .

5-16-1- روشهای فیلتر نمودن روغن

الف - روشهای Off-line

از زمانهای دور برای بهبود کیفیت عایقی روغـن ترانـسفورماتورهای قـدرت از روشـهای فیلتراسـیون هنگامی کـه ترانـسفورماتور خـاموش بـوده اسـت اسـتفاده مـی کردنـد. در ایـن روش هنگـامی کـه ترانسفورماتور خاموش مـی باشـد بـه مـدت چنـد شـبانه روز بـه صـورت پیوسـته روغـن را داخـل ترانسفورماتور چرخانده و آنرا در بیرون تحت فیلتراسیون و خلاء به منظور جدا نمودن ذرات معلق و آب محلول قرار می دادند.

این روش دارای معایب فراوانی است از جمله لزوم داغ نمودن روغن ترانسفورماتور و همچنـین لـزوم خاموش نمودن ترانسفورماتور را می توان نام برد.

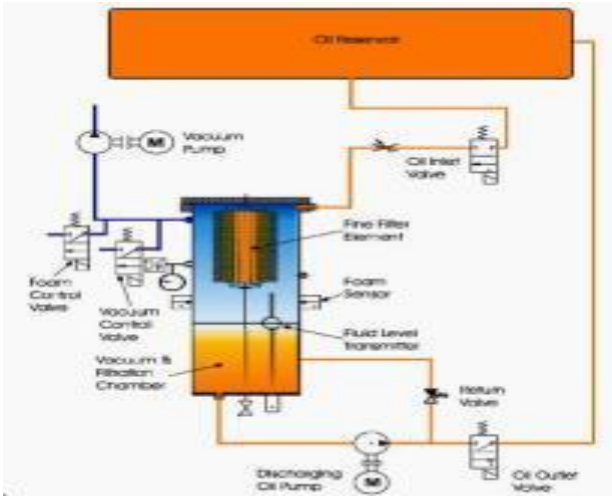
ب- روشهای نوین – روشهای در حین کار

برای جدا نمودن آب به صـورت بهینـه، لازم اسـت کـه از فیلترهـای در حـین کـار اسـتفاده نمـود. مهمترین مزایای فیلترهای (خشک کن) های در حین کار خـشک نمـودن بهینـه ترانـسفورماتور در طول زمان و همچنین عدم لزوم خاموشی ترانسفورماتور را می توان عنوان نمود. اصول عملکرد ایـن فیلترها مانند شکل زیر است که در آن روغن از مخزن تحت فشار خـارج شـده و در مـسیر آن یـک

POWEREN.IR

PowerEn.ir

فیلتر فیزیکی قرار می گیرد. در اینجا ذرات معلق فیلتر شده و تحت تاثیر خلاء آب محلول در آن گرفته می شود. روغن فیلتر شده به وسیله پمپ به ترانسفورماتور برگردانده می شود. این چرخه با دبی پایین در حدود 250 لیتر در ساعت به صورت پیوسته از چند ماه تا چند سال با توجه به وضعیت ترانسفورماتور صورت می گیرد .



مزایای خشک کردن On-Line روغن و کاغذ عایقی ترانسفورماتورهای قدرت با استفاده ازدستگاه V30:

1- رطوبت زدایی از روغن ترانسفورماتور بصورت on-line

2- افزایش ولتاژ شکست روغن عایقی

3- رطوبت زدایی از کاغذ عایقی ترانسفورماتور

4- کاهش میزان ذرات معلق داخل روغن ترانسفورماتور

5- کاهش میزان ضریب تلفات عایقی عایقی روغن

6- کاهش میزان اسیدیته روغن

7- افزایش قابلیت بارگیری ترانسفورماتور

POWEREN.IR

PowerEn.ir

8- افزایش عمر باقیمانده ترانسفورماتور

9- عملکرد مطمئن و عدم تأثیر سو بر بهره برداری عادی از ترانسفورماتور

10- گاززدائی از روغن ترانسفورماتوربا استفاده از روشDe-Gassing

11- اعلام آلارم و خروج ترانسفورماتور از مدار در صورت تشکیل مقدار زیاد گاز

5-17- آشکارسازی گازهای ترانسفورماتور

ترانسفورماتورهای قدرت بزرگترین بخش سرمایه گذاری را در پستهای انتقال و توزیع تشکیل می دهند . پیامد سود اقتصادی ناشی از خارج شدن یک ترانسفورماتور از شبکه ، می تواند یک زیان چند میلیون دلاری باشد . بالعکس ، راه اندازی بموقع یک ترانسفورماتور معیوب معمولا می تواند از این زیان عظیم جلوگیری کند . شرایط خطا در یک ترانسفورماتور قدرت می تواند به طرق مختلف آشکارسازی شود . یک روش بر اساس آشکارسازی محصولات ناشی از تنزل کیفیت روغن عایقی ، که معمولا گازهای محلول در آن هستند ، می باشد.....

POWEREN.IR

PowerEn.ir

5-17-1- روش جدید آشکارسازی گازهای ترانسفورماتور با استفاده از امواج صوتی

ترانسفورماتورهای قدرت بزرگترین بخش سرمایه گذاری را در پستهای انتقال و توزیع تشکیل می دهند. پیامد سود اقتصادی ناشی از خارج شدن یک ترانسفورماتور از شبکه ، می تواند یک زیان چند میلیون دلاری باشد . بالعکس ، راه اندازی بموقع یک ترانسفورماتور معیوب معمولا می تواند از این زیان عظیم جلوگیری کند . شرایط خطا در یک ترانسفورماتور قدرت می تواند به طرق مختلف شود

آشکارسازی. یک روش بر اساس آشکارسازی محصولات ناشی از تنزل کیفیت روغن عایقی ، معمولا گازهای محلو

کەل در آن هستند ، می باشد .

این گازها در نتیجه تلفات غیرعادی در داخل ترانسفورماتور تولید می شوند . انرژی گرمائی آزاد بواسطه خطاهایی از قبیل اضافه دما ، تخلیه جزئی و وقوع قوس الکتریکی ، غالبا برای تولید شود که از عایق های سیم پیچ آزاد می شوند . هنگامی که بکمک نتایج تحلیل آزمایش گازهای محلول در روغن (DGA) ، مشخص گردید که یک ترانسفورماتور گاز تولید می کند .

بیشتر شرکتهای دارنده ترانسفورماتور ، برای اینکه بفهمند که درون ترانسفورماتور چه می گذرد تا بدینوسیله از وقوع یک خرابی فاجعه انگیز جلوگیری نمایند ، برنامه ای جهت آزمایشهای مرتب با فاصله زمانی کمتر ، به مورد اجرا می گذارند که بشکل هفتگی و یا حتی روزانه انجام می شود . کسانی که تاکنون درصدد تفسیر نتایج عددی حاصل از این آزمون ها برآمده اند، احتمالا با این نکته موافقند که این کار یکی از مشکلترین تجزیه تحلیل هاست و در اغلب اوقات نیز نتیجه بخش نیست. معمولا اطلاعات اضافی زیادی، در کنار اخذ مشورت از افراد خبره در امر ترانسفورماتور، مورد

POWEREN.IR

PowerEn.ir

نیاز است تا بتوان در این مورد تصمیم گیری کرد. در حال حاضر روشی برای انجام این تجزیه تحلیل در دسترس نیست.

آشکار سازی امواج صوتی حاصله از وقوع تخلیه جزئی در ترانسفورماتور نیز یک روش مشهور است که تجهیزات مورد نیاز آن در دسترس می باشد. وانگهی این امر روشن شده است که حتی وقتی در ترانسفورماتور تخلیه جزئی وجود ندارد، باز امواج صوتی از آن منتشر می گردد و نیز مشخص شده است که انتشار این امواج نتیجه تشکیل حباب های گاز است . لذا تجزیه و تحلیل این علائم برای تعداد قابل ملاحظه ای از ترانسفورماتورها، می تواند به یک روش تشخیص جدید برای آشکارسازی ، جایابی و تعیین مشخصات نقاط مولد گاز منجر شود.

این منظور باید روشهایی برای آشکارسازی صوت، توسعه داده شود و پایگاه اطلاعاتی لازم شناسایی منابع مختلف تولید گاز و میزان جدی بودن آنها ایجاد گردد برای

برای. هدف نهایی از این

کار، ارائه یک روش آزمایش و الگوریتم ارزیابی نتایج آن است تا بتوان معیارهایی را برای این مسئله پیدا نمود .

این پروژه مشتمل بر دو مرحله است . در مرحله اول ، مفاهیم مربوط به این روش ارائه می شودو در مرحله دوم اطلاعات مربوط به تولید گاز در ترانسفورماتورها جمع آوری می گردد .

میزان مؤثر بودن استفاده از امواج صوتی در آشکارسازی منابع تولید گاز نمایانده می شود . در این رابطه یک کار مقدماتی بر روی تجهیزات سیکل خنک کننده مؤسسه پلی تکنیک رنسلر (RPI) انجام خواهد شد . شرایط خطا شبیه سازی خواهد شد تا تغییرات میزان گاز تولید شده بوسیله اضافه دمای هادی، تخلیه جزئی و وقوع قوس الکتریکی را را بازسازی کند . اعضای تیم مؤسسه PAC ، آزمایش اندازه گیری تشعشعات صوتی را با استفاده از جدیدترین لوازم اندازه گیری ، بر روی سیکل خنک کننده انجام خواهند داد . مقدار و نوع گازهای تولیدی ، بوسیله اندازه گیری های ON line و off line ، از طریق اندازه گیری گاز موجود در روغن و نیز گاز ایجاد شده در

POWEREN.IR

PowerEn.ir

فضای بالای منبع انبساط سیکل ، مشخص خواهد شد . این آزمایش ها به نحوی انجام می شوند که هر دو نوع تحولات گذرا و دینامیک موجود در گاز را نشان دهند . نمونه گازهای تولید شده ، در تمامی بازه دمایی و نرخ های مختلف عبور جریان روغن ، گرفته خواهد شد . این اطلاعات بوسیله RPI و PAC مورد تجزیه و تحلیل قرار خواهند گرفت .

مرحله دوم : پس از تکمیل موفقیت آمیز مرحله یکم ، مرحله دوم پروژه آغاز می شود . در این مرحله ، شش شرکت برق توسط EPRI و PAC تعیین می شوند و ترانسفورماتورهایی که در این شرکتها گاز تولید می کنند ، همراه با ترانسفورماتورهای مشابه آنها که گاز ایجاد نمی نمایند مورد بررسی قرار خواهند گرفت . در این مرحله حداقل 30 ترانسفورماتور مولد گاز جهت ایجاد پایگاه اطلاعاتی لازم مورد مطالعه قرار خواهند گرفت . بر روی هر ترانسفورماتور ، حداقل بمدت 24 ساعت آزمایش خواهد شد.

تجهیزات بنحوی تنظیم می شوند که انرژی صوتی با فرکانس قدرت و نیز پمپ ها ، فن ها ، تب و بار در نظر گرفته شوند. این اطلاعات با استفاده از تجزیه تحلیل گرافیک ، تجزیه تحلیل های آماری و شبکه های عصبی مورد ارزیابی قرار خواهد گرفت تا اغتشاشات ناشی از نویزهای موجود در محیط و اعوجاجات علائم ایجاد شده در اثر ساختمان داخلی ترانسفورماتور، شناسایی و حذف شوند. آنگاه با استفاده از افراد خبره انتخاب شده توسط EPRI ، این اطلاعات به طراحی و مشخصات خاص هر ترانسفورماتور مرتبط خواهد شد. هرگاه که شرکت برق ذیربط، تصمیم به باز کردن محفظه ترانسفورماتور بگیرد، اطلاعات فوق الذکر با یافته های فیزیکی حاصله از بازبینی مقایسه خواهند شد.

POWEREN.IR

PowerEn.ir

منابع و ماخذ

1- اصول ماشینهای الکتریکی-استفن جی چاپمن- دکتر جواد فیض- انتشارات دانشگاه تبریز- چاپ سوم-1377

2- تکنولوژی برق جلد 4-بی ال تراژا-ترجمه سعید شعاری نژاد-چاپ سوم- انتشارات دو نور-1373

3- ماشینهای الکتریکی(تحلیل-بهره برداری-کنترل)-دکتر پ-س-سن-ترجمه مهرداد عابدی-سید محمد تقی نبوی

4- مبانی حفاظت سیستم های قدرت-دکتر مجتبی خدر زاده-علی صفر نورالله-موسسه آموزش عالی علمی-کاربردی صنعت آب و برق-چاپ اول 1383

5- رله و حفاظت سیستم ها – مسعود سلطانی – دانشگاه تهران – چاپ داوزدهم -1384

6- تاسیسات الکتریکی در توزیع انرزی – فرحبخش سیف – انتشارات سیمین دخت – چاپ اول – بهمن 1382

7- راه اندازی وبهره برداری از تجهیزات نیروگاه ها و پست های برق – س لزنف , رضا فرخ پور – انتشارات مانی – چاپ اول 1376

8- عایقها و فشار قوی – مهدی ثقفی , دکتر رحمت اله هوشمند – دانشگاه شهید چمران اهواز – چاپ اول 1382

9- تستهای روغن ترانسفورماتور –انتشارات شرکت تعمیر و نگهداری انتقال نیرو خوزستان

10- اصول بهره برداری از ترانسفور ماتورهای پستهای فشار قوی –انتشارات معاونت بهره برداری انتقال نیرو اهواز

POWEREN.IR