دانشگاه زنجان

دانشکده مهندسی

گروه برق

پایان نامه کارشناسی

گرایش : قدرت

عنوان :

مانیتورینگ جامع ترانسفورماتورهای قدرت

استاد راهنما : دکتر حسن رضا میرزائی

نگارش : فرناز کریمی

مهر 93

بسم الله الرحمن ارحیم

فهرست مطالب

مقدمه 1

فصل اول : تخلیه ی جزئی 3

1-1)مقدمه 3

1-1-1) تخلیه ی الکتریکی و جریان الکتریسیته در گازها 3

1-1-2) انرژی لازم برای یونیزاسیون 4

1-1-3) تحریک اتم گاز 4

1-2)تخلیه جزئی 5

1-3) معرفی پدیده ی تخلیه ی جزئی 6

1-4) مدار معادل و مدار آزمایش تخلیه جزئی 10

1-4-1) مدار معادل یک ساختار عایقی ساده 10

1-4-2) اساس مدار آزمایش تخلیه ی جزئی 11

1-5) اصول اندازه گیری تخلیه ی جزئی 12

1-5-1) اندازه گیری تخلیه ی جزئی با باند پهن و باند باریک 13

1-6) مانیتورینگ عایق ترانسفورماتور با استفاده از اندازه گیری تخلیه ی جزئی 16
1-6-1) روش الکتریکی جهت آشکارسازی تخلیه های جزئی در ترانسفورماتورهای قدرت 19
1-6-1-1) اکتساب سیگنال های تخلیه های جزئی 20
1-6-1-2) فیلتر کردن سیگنال های باند باریک 20
1-6-1-3) جبران پالس های کرونا 21
1-6-1-4) حساسیت قابل حصول و عوامل مؤثر 21
1-6-2) روش صوتی جهت آشکارسازی تخلیه جزئی در ترانسفورماتور قدرت 22
1-6-2-1) میرایی و انعکاس صوت 22
1-6-2-2) اندازه گیری صوتی تخلیه ی جزئی در آزمایشگاه 22
1-6-2-3) بررسی نتایج تجربیات آزمایشگاهی در شناسایی عیوب تخلیه جزئی ترانسفورماتورهای قدرت 23
1-6-2-4) اندازه گیری صوتی تخلیه ی جزئی در محل بهره برداری 38
نتیجه گیری فصل 39
فصل دوم : تجزیه و تحلیل گازهای محلول در روغن و روش گاز کروماتوگرافی 40
2-1) مقدمه 40
2-2) تجزیه ی عایق سلولزی 44
2-3) تجزیه ی روغن 45
2-4) کاربرد در تجهیزات 47

2-5) ایجاد پایگاه داده ها 47
2-6) معیارهای تشخیص عیب به روش DGA 48
2-7) ارزیابی ارتباط گازها و خطاها 49
2-7-1) خطاهای حرارتی 49
2-7-2) خطاهای الکتریکی، تخلیه های ضعیف 50
2-7-3) خطاهای الکتریک ، تخلیه های شدید 50
2-8) روش های مختلف آشکارسازی و تحلیل گازهای قابل احتراق 50
2-8-1) تعیین نرخ تغییر گاز قابل احتراق 52
2-9) ارزیابی وضعیت ترانسفورماتور 53
2-9-1) آنالیز گازهای قابل احتراق محلول در روغن (TDCG) 53
2-9-2) آنالیز گازهای آزاد قابل احتراق (TCG) 54
2-9-2-1) روش گازهای کلیدی 55
2-9-2-2) روش درنبرگ 56
2-9-2-3) روش راجرز 58
2-9-2-4) روش مثلث دوال 59
2-10) دستگاه های اندازه گیری و تعیین کننده ی مقدار گازها 61
2-10-1) دستگاه های قابل حمل و نقل 61

2-10-2) دستگاه های ثابت 62
2-11) تکنیک های جدید برای آنالیز گاز حل شده در روغن 63
2-11-1) CIGRE برای فضای 70 ºC 67
2-11-2) گواهینامه ی استانداردهای گاز محلول در روغن 67
2-11-3) تعمیرات و سرویس های مانیتورینگ آنلاین 67
2-12) تفسیر تجزیه و تحلیل گازهای محلول در روغن با استفاده از استاندارد جدید IEC در نشریه ی 60599 و IEC TC 10 پایگاه داده ها 69
2-12-1) تشخیص خطاها در سرویس و تعمیر 69
2-12-2) شناسایی خطاها در سرویس های جدید قابل استفاده در نشریه 60599 70
نتیجه گیری فصل 75
فصل سوم: مانیتورینگ دمای ترانسفورماتور 77
3-1) مقدمه 77
3-2) اندازه گیری دما در آزمایشگاه و در حین بهره برداری 78
3-3) وسایل و تجهیزات اندازه گیر دما 82
3-3-1) روش های اندازه گیری دما 82
3-3-2) ترمومترهای نصب شده روی ترانسفورماتورها 84
3-3-2-1) ترمومتر روغن ترانسفورماتور 84

3-3-2-2) ترمومتر سیم پیچ ترانسفورماتور 85
3-4) مانیتورینگ On-Line درجه حرارت ترانسفورماتور 87
3-4-1) مختصری راجع به مانیتورینگ On-Line 87
3-4-1-1) اندازه‌گیری دماهای بالا و پایین روغن 89
3-4-1-2) اندازه‌گیری دمای روغن تپ چنجر 89
3-4-2) محاسبه دمای نقطه داغ سیم پیچ 89
3-4-3) کنترل سیستم خنک‌کنندگی 90
3-5) مانیتورینگ مدرن درجه ی حرارت 91
نتیجه گیری فصل 92
فصل چهارم: مانیتورینگ بوشینگ 93
4-1) مقدمه ای بر مانیتورینگ متعلقات ترانسفورماتور 93
4-2) بوشینگ 94
4-3) کلیات بوشینگ ها و انواعی از روش های بازرسی و عیب یابی آن ها 99
4-4) مانیتورینگ بوشینگ 102
4-4-1) آزمایش $\tan \delta$ 102
4-4-1-1) اندازه گیری ضریب تلفات عایقی و ظرفیت دستگاه 102
4-4-1-2) ضریب تلفات عایقی یا $\tan \delta$ 103

4-4-1-3) مدار معادل سری خازن با تلفات 105
4-4-2) آزمایش مقاومت عایقی 107
4-4-2-1) اندازه گیری مقاومت عایقی و اندیس پولاریزاسیون دستگاه 107
4-4-3) آزمایش روغن درون بوشینگ 109
4-4-4) اندازه گیری خازن بوشینگ به صورت پیوسته 110
4-4-5) مانیتورینگ آنلاین بوشینگ 110
4-4-6) فناوری جدید مانیتورینگ بوشینگ 114
نتیجه گیری فصل 114
فصل پنجم : مانیتورینگ تپ چنجر 116
5-1) مقدمه ای بر مانیتورینگ تپ چنجر 116
5-1-1) تپ چنجر 118
5-2) حفاظت از تپ چنجرهای تحت بار 120
5-2-1) تپ چنجر های تحت بار (OLTC) 125
5-2-1-1) کلیاتی از تپ چنجر های تحت بار 125
5-2-1-2) فرآیند بازرسی تپ چنجرهای تحت بار (OLTC) 130
5-2-1-3) تکنولوژی مانیتورینگ On-Line 133
5-2-1-4) روش های تشخیصی و حساسیتی برای خطاهای معمول 133

5-2-1-5) کاربرد روش تجزیه و تحلیل گاز محلول (DGA) برای تست OLTC..... 134
5-2-1-6) نمودار ذرات..... 135
5-2-1-7) موتور اندازه گیری جریان OLTC..... 135
5-2-1-8) آنالیز ویبرو آکوستیک (ارتعاشی-صوتی)..... 136
5-3) تپ چنجرهای در حالت بی برق Off-Load..... 137
5-3-1) فرآیند بازرسی کلی تپ چنجرهای در حالت بی برق (NLTC)..... 138
5-4) برطرف کننده ی ولتاژ..... 141
نتیجه گیری فصل..... 142
فصل ششم : مانیتورینگ FRA..... 144
6-1) مقدمه..... 144
6-2) آنالیز پاسخ فرکانسی..... 144
6-3) تست FRA..... 145
6-4) ناهنجاری های قابل تشخیص با پاسخ فرکانسی..... 152
6-4-1) دورهای اتصال کوتاه..... 152
6-4-2) پیچش سیم پیچ..... 152
6-4-3) هسته زمین نشده..... 153
6-4-4) جریان های گردشی..... 154

6-4-5) سیم پیچ حرکت محوری 154
6-4-6) سیم پیچ حرکت شعاعی 156
6-4-7) آسیب سیم پیچ موضعی 157
6-4-8) تغییر شکل سیم پیچ 158
6-4-9) کنتاکت ضعیف یا نامرغوب 159
6-4-10) LTC –اتوترانسفورماتور (PA) – تغییر شکل سیم پیچ 162
6-4-11) خطای تپ چنجر 164
6-4-12) در روغن غوطه ور کردن یا حذف روغن 165
6-4-13) مخزن ضعیف زمین شده 166
6-4-14) دور اضافی 167
نتیجه گیری فصل 167
نتیجه گیری 169
فهرست منابع و مراجع 172

مقدمه

ترانسفورماتور وسیله ای است که انرژی الکتریکی را در یک سیستم جریان متناوب از یک مدار به مدار دیگر انتقال می دهد و می تواند ولتاژ کم را به ولتاژ زیاد و بالعکس تبدیل نماید. برخلاف ماشین های الکتریکی که انرژی الکتریکی و مکانیکی را به یکدیگر تبدیل می کنند، در ترانسفورماتور انرژی به همان شکل الکتریکی باقیمانده و فرکانس آن نیز تغییر نمی کند و فقط مقادیر ولتاژ و جریان در اولیه و ثانویه متفاوت خواهد بود. ترانسفورماتورها نه تنها به عنوان اجزاء اصلی سیستم های انتقال و پخش انرژی مطرح هستند بلکه در تغذیه مدارهای الکترونیک و کنترل، یکسوسازی، اندازه گیری و کوره های الکتریکی نیز نقش مهمی بر عهده دارند.

انواع ترانسفورماتورها را میتوان برحسب وظایف آنها به صورت ذیل دسته بندی کرد که البته فقط ترانسفورماتورهای قدرت مورد بحث ماست:

1. ترانسفورماتورهای قدرت در نیروگاه ها و پست های فشار قوی
2. ترانس های توزیع در پست های توزیع زمینی و هوایی، برای پخش انرژی در سطح شهرها و کارخانه ها
3. ترانس های قدرت برای مقاصد خاص مانند کوره های ذوب آلومینیم، یکسوسازها و واحدهای جوشکاری
4. اتوترانس ها جهت تبدیل ولتاژ با نسبت کم و راه اندازی موتورهای القایی
5. ترانس های الکترونیک
6. ترانس های ولتاژ و جریان جهت مقاصد اندازه گیری و حفاظت
7. ترانس های زمین برای ایجاد نقطه صفر و زمین کردن نقطه صفر
8. ترانس های آزمایشگاه فشار قوی و ...

عملکرد ترانسفورماتور در سطوح مختلف نقش کلیدی و مؤثری در حفظ پایداری و ارتقای قابلیت اطمینان شبکه قدرت دارد، اما عوامل متعددی از قبیل بهره برداری غلط، عدم انجام سرویس و تعمیرات به موقع که ناشی از عدم دسترسی به اطلاعات جامع در خصوص ترانسفورماتور است، موجب به وجود آمدن شرایط بحرانی برای آن می‌شود. این شرایط بحرانی علاوه بر اینکه منجر به کاهش طول عمر ترانسفورماتورها (پیری

زودرس) و یا تحمیل هزینه های تعمیرات و تعویض قطعات آن می‌شود، بعضاً موجب از مدار خارج شدن ترانسفوماتورها و به دنبال آن محدودیت در انتقال قدرت در شبکه می‌شود. با توجه به اهمیت ترانسفورماتور، در سال های اخیر کنترل بهینه آن در دنیا مورد توجه قرار داشته است و برای رسیدن به این هدف سیستم های مانیتورینگ و مانیتورینگ On-Line ترانسفورماتور که بر پایه استخراج پارامترهای ترانسفورماتور و پردازش و آنالیز آن ها عمل می‌کنند طراحی و ساخته شده‌اند. هرچند دستگاه های متداول حفاظتی ترانسفورماتور شامل انواع رله‌ها، ترمومتر، برقگیر و ... برای تشخیص و حفاظت از خطا در شبکه استفاده می‌شوند، اما به دلیل اهمیت موضوع، امروزه مراقبت از ترانسفورماتور دامنه وسیع‌تری پیدا کرده و شامل انواع روش‌های حفاظتی و نگهداری بازدارنده و تشخیص عیوب قریب الوقوع شده است. در حقیقت بسیاری از بهره برداران علاقمند هستند که از وضعیت داخل ترانسفورماتورهای قدرت باخبر شوند. به این ترتیب علاوه بر جلوگیری از وارد آمدن خسارات جدی به ترانسفورماتور، با اطلاع‌رسانی به موقع می‌توان موجب تداوم انتقال انرژی الکتریکی شد. به طور کلی می‌توان به مزایای زیر درخصوص بکارگیری از سیستم مانیتورینگ و مخصوصاً مانیتورینگ On-Line اشاره کرد:

- افزایش قابلیت اطمینان به ترانسفورماتور با حداقل‌سازی قطعی‌های ناخواسته
- کاهش ضرر ناشی از انرژی توزیع نشده و یا پرداخت خسارت به مشترکان
- امکان اعمال تعمیرات براساس شرایط واقعی و نیز کاهش هزینه های ناشی از خطاهای غیر منتظره و در نتیجه کاهش هزینه های تعمیر و نگهداری
- بهره برداری از ظرفیت ترانس
- افزایش طول عمر بهره برداری از ترانس که موجب به تعویق انداختن سرمایه‌گذاری برای جایگزینی ترانسفورماتور یا بهینه سازی آن می‌شود.

در این پایان نامه به بررسی خطاهایی که امکان ایجاد آن ها در ترانسفورماتور هست و تجهیزاتی از ترانسفورماتور که بیشتر مورد آسیب هستند و در روال کار ترانسفورماتور بسیار مؤثرند، از جمله تپ چنجر و بوشینگ، مورد بررسی قرار گرفته و روش هایی برای مانیتورینگ و مراقبت و نگه داری ترانسفورماتور ارائه شده است.

فصل اول : تخلیه ی جزئی

1-1)مقدمه

1-1-1) تخلیه ی الکتریکی و جریان الکتریسیته در گازها

هوا مهمترین عایق است که از آن در فشار قوی الکتریکی استفاده می شود. پس شناخت خصوصیات تخلیه ی الکتریکی در آن و به طور کلی در گازها، اهمیت فوق العاده دارد. از آنجا که فشار گاز و درجه حرارت آن را می توان تغییر داد، تخلیه ی الکتریکی در گازها حالت های مختلف و جالبی دارد.

برای عبور جریان الکتریسیته احتیاج به ذرات باردار الکتریکی می باشد. در فلزات و هادی های جامد، این ذرات الکترون ها هستند. در مایعات این ذرات در مرحله ی اول یون ها و در مرحله ی دوم الکترون ها می باشند. یون ها، اتم ها یا مولکول هایی هستند که یک یا چند الکترون خود را از دست داده اند. در گاز ها، بر اثر عوامل خارجی، مقداری الکترون و یون آزاد وجود دارند که هر چه آن عوامل خارجی موثرتر باشند، چگالی این بارها بیشتر است. از جمله عوامل خارجی که باعث یونیزه شدن گازها می شوند امواج رادیواکتیو، نور، اشعه ی ایکس، اشعه سماوی و غیره می باشند. براثر مرور زمان این یون ها و الکترون ها به یکدیگر برخورد کرده دوباره باهم جمع می شوند. این عمل را ترکیب مجدد[1] می گویند. وقتی تعداد یون ها و الکترون های تولید شده و خنثی شده در واحد زمان برابر گردند، چگالی حجمی آن ها ثابت می ماند. وجود این ذرات باردار باعث می شود که گاز قابلیت هدایت الکتریکی پیدا کند. از اینجا معلوم می شود که اگر گاز وجود نداشت، یعنی در خلاء الکترون و یون آزاد نبود، قابلیت هدایت الکتریکی نیز وجود نداشت. البته در خلاء، اگر چه یون وجود ندارد ولی الکترون آزاد ممکن است موجود باشد. تعداد الکترون ها در خلاء را می توان با روش هایی افزایش یا کاهش داد. درجه حرارت کاتد و جنس آن از عوامل موثر در میزان الکترون های موجود در خلاء هستند. در لامپ های الکترونیکی از خلاء جریان عبور داده می شود.

---

[1] Recombination

1-1-2) انرژی لازم برای یونیزاسیون

انرژی لازم برای یونیزاسیون اتم گاز، مقدار معینی است و بستگی به نوع گاز دارد. اگر یک ذره حداقل دارای این انرژی باشد و به اتم یا ملکول گاز برخورد نماید، آن اتم یا ملکول را یونیزه می نماید. در صورت وجود انرژی بیشتر، مابقی آن به صورت انرژی حرکتی در ذره یا در اتم باقی می ماند. در یونیزاسیون ضربه ای این انرژی با برخورد ذره ی باردار پرانرژی به اتم گاز منتقل می گردد. این انرژی ممکن است براثر پرتوهای پر انرژی یا درجه حرارت زیاد به اتم گاز وارد شود. در درجه حرارت های بالا، قسمت عمده ی اتم های گازها یونیزه می شوند و در نتیجه گاز کاملاً هادی می شود. آتش افروزی بزرگ در زیر خطوط فشار قوی اغلب باعث اتصال کوتاه می گردد.

1-1-3) تحریک اتم گاز

برای یونیزه شدن اتم یا ملکول یک گاز باید الکترونی که به آن برخورد می کند دارای حداقل انرژی معین بوده، یعنی سرعت آن ($E=mv^2/2$) به اندازه کافی باشد. در غیر این صورت اتم یا ملکول گاز یونیزه نمی شود بلکه تحریک می شود و آن به این معنی است که یک الکترون از اتم از مدار اصلی خود خارج و در مدار دیگری به حرکت درمی آید. ولی این عمل پایدار نیست و الکترون سریعاً به مدار اصلی خود برمی گردد. با برگشت الکترون به مدار اصلی انرژی آزاد می شود و به صورت نور ساطع می گردد.

از آنجا که انرژی هر سطح اتم مقدار معینی است، اختلاف انرژی دو سطح نیز مقدار معینی است. پس برای هر نوع گاز این اختلاف، مقدار یا مقادیر معینی دارد و به همین دلیل فرکانس امواج ساطع شده برای هر گاز مقدار یا مقادیر معینی است که مخصوص آن گاز است. این فرکانس اغلب بیش از فرکانس امواج قابل رویت است (اشعه ماوراء بنفش) ولی مقداری از این امواج قابل رویت می باشند.

سطوحی از انرژی که الکترون در آنها تا برخورد بعدی به صورت پایدار می ماند، اگر یک الکترون دیگر به اتم آن برخورد کند و انرژی آن به اندازه ی اختلاف انرژی تا سطح یونیزاسیون باشد، از این اتم یک الکترون خارج می شود. یعنی یونیزاسیون می تواند در دو مرحله انجام گیرد.

براثر تحریک و آزاد شدن انرژی به صورت امواج الکترومغناطیسی که قسمتی از آن ها قابل رؤیت می باشند، گاز از خود نور پخش می کند. به این تخلیه که با روشنایی همراه است، تخلیه ی روشن گویند. در

قسمتی ازین تخلیه، نور حاصله شدت می یابد. از این قسمت به بعد تخلیه ی قوسی[1] پیش می آید که در آن گاز به شدت یونیزه می شود و درجه حرارت آن بالاتر می رود. در این حالت درجه حرارت گاز به اندازه ای است که در طول قوس براثر گرما مقادیر بسیار زیادی الکترون و یون به وجود می آیند. بنابراین در قوس الکتریکی با افزایش جریان و گرم تر شدن گاز، افت ولتاژ کم می شود.

1-2)تخلیه جزئی

در مواردی ممکن است شدت میدان الکتریکی در همه ی طول بین آند و کاتد یک اندازه نباشد. یعنی ممکن است در نزدیکی آند یا کاتد یا در نقطه ای بین آن ها، شدت میدان زیاد باشد و شرایط تخلیه در آن قسمت ها به وجود بیاید ولی در قسمت های دیگر به دلیل کمی شدت میدان الکتریکی شرایط لازم برای تخلیه ی روشن موجود نباشد. در این حالت تخلیه در قسمتی یا جزئی از طول عایق انجام می شود و شکست کامل عایق انجام نمی گیرد. برای این نوع تخلیه، نام تخلیه ی جزئی[2] یا کرونا[3] به کار می رود. کرونا به معنی هاله است و به این دلیل این نوع تخلیه را هاله می خوانند که روشنایی تخلیه، اطراف الکترود را به صورت یک هاله می گیرد. از جمله در اطراف سیم های خطوط انتقال انرژی فشار قوی و البته در شب مخصوصاً در مه، کرونا به صورت جالبی مشاهده می شود و دور خط را یک هاله می گیرد.

این تخلیه اغلب به صورت تعداد بسیار زیاد جرقه های کوتاه و کوچک است که سریعاً روشن و خاموش می شوند. دلیل خاموش شدن آن ها این است که مقاومت سر راه مدار زیاد است و در این جا این مقاومت قسمتی از گاز است که شرایط تخلیه مستقل در آن وجود ندارد. در نتیجه ی این جرقه های متوالی و به دلیل ظرفیت و خود القایی کوچک که در هر مدار وجود دارد، تخلیه ی جزئی معمولاً با پخش امواج الکترومغناطیسی همراه است. بنابراین تخلیه جزئی اغلب مزاحم رادیو و تلویزیون و مخابرات بی سیم و گاهی مخابرات کابلی است. در صورتی که تخلیه به طور دائم به سوختن خود ادامه دهد، باعث تولید

---

[1] arc discharge

[2] Partial discharge

[3] corona

نوسانات نمی شود؛ زیرا که حالت گذرا نداریم. مثلاً قوس الکتریکی جوشکاری مزاحمتی برای رادیو ندارد مگر در موقعی که قطع و وصل می شود.

تخلیه ی جزئی که با شدت جریان نسبتاً کمی همراه است، از آن جا که تخلیه بین الکترود ها واقع نمی شود، بلکه فقط در قسمتی از فضای بین آن ها صورت می گیرد، به این نوع تخلیه، تخلیه ی ناقص (در مقابل تخلیه کامل یا شکست کامل) و یا تخلیه ی جزئی می گویند. این تخلیه خصوصاً در اطراف الکترود نوک تیز با شدت میدان الکتریکی بزرگ صورت می گیرد و می توان گفت که الکترود نوک تیز به اطراف خود بار الکتریکی ترشح می کند. از این رو به این نوع تخلیه، ترشح[1] نیز می گویند. این تخلیه باعث تلفات الکتریکی می شود و اگر در نزدیکی مواد عایق آلی انجام گیرد، باعث تجزیه و خورده شدن عایق دستگاه می گردد. این نوع تخلیه در کوتاه کردن عمر دستگاه ها نیز مؤثر است [1].

1-3) معرفی پدیده ی تخلیه ی جزئی

بدون شک عایق الکتریکی قسمت اعظم یک ترانسفورماتور را تشکیل داده و مهم ترین وظیفه، یعنی تحمل ولتاژ را به عهده دارد. از این رو وضعیت عایق ترانسفورماتور دارای نقش مهمی برای افزایش قابلیت اطمینان شبکه های توزیع انرژی الکتریکی، تعمیرهای به موقع و ممانعت از خسارت های جانی و مالی می باشد. کیفیت عایق الکتریکی ترانسفورماتور که قسمت اعظم آن از روغن و کاغذ آغشته به روغن تشکیل شده است، با گذشت زمان در اثر عواملی همچون دماهای شدید، ولتاژ های بالا و نیروهای شدید مکانیکی کاهش می یابد. با کاهش کیفیت عایق و لذا افزایش عمر ترانسفورماتور، احتمال معیوب شدن آن زیاد است. بنابراین مانیتورینگ عایق ترانسفورماتور، بالاخص ترانسفورماتورهای پیر ضروری است.

عایق های الکتریکی باید خواص الکتریکی، حرارتی، مکانیکی و شیمیایی مشخصی داشته باشند، تا کارکرد مناسب دستگاهی که در آن استفاده می شوند را تضمین نمایند. این خواص متنوع که دارای ماهیت های متفاوتی می باشند، باعث پیچیدگی و گستردگی مانیتورینگ عایق ترانسفورماتور شده اند. از مهم ترین روش های بررسی کیفیت عایق ترانسفورماتور می توان به موارد زیر اشاره کرد:

---

[1] spray

دانشجویان محترم:

جهت دسترسی به متن کامل پایان نامه‌ها به کتابخانه دانشکده مهندسی و یا آزمایشگاه پروژه گروه برق مراجعه فرمایید.

فهرست منابع و مراجع

[1] دکتر حسین محسنی، "مبانی مهندسی فشار قوی الکتریکی"، چاپ پنجم، مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران، 1390

[2] دکتر ابراهیم رحیم پور و دکتر حسین محسنی، "روش های نوین مانیتورینگ ترانسفورماتورها"، چاپ اول، انتشارات دانشگاه زنجان، 1385

[3] عسگری عیسی، میرزائی حسن رضا، میرعلیخانی کریم، "بررسی نتایج تجربیات آزمایشگاهی در شناسایی عیوب تخلیه ی جزئی ترانسفورماتورهای قدرت"، سومین کنفرانس تخلیه ی جزئی در تجهیزات الکتریکی، ایران ترانسفور، تهران، ایران، 16 و17 اسفند 1390

[4] اسلامیان مرتضی، نبئی وحید، ولدخانی ابراهیم، "ارزیابی وضعیت ترانسفورماتور با استفاده از آنالیز گازهای محلول در روغن (DGA)"، کنفرانس و نمایشگاه بین المللی ترانسفورماتور

[5] Michel Duval , "New Techniques for Dissolved Gas-in-Oil Analysis" , IREQ , Varennes, Canada , IEEE Electrical Insulation Magazine , 0883-7554/03/$17.00©2003IEEE

[6] Michel Duval , Alfonso dePablo , "Interpretation of Gas-In-Oil Analysis Using New IEC Publication 60599 and IEC TC 10 Databases" , IREQ, Canada , RYMOIL, Spain , March/April 2001 — Vol. 17, No. 2 , IEEE Electrical Insulation Magazine , 0883-7554/01/$10.00©2001

[7] مطلبی، "ترانسفورماتور یک فازه و سه فازه، تئوری و ساختمان"، انتشارات دانشگاه علوم و صنایع دفاعی، آبان 1368، تهران، ایران

[8] http://hossein-jokar.blogfa.com/post/61/-%D8%B3%DB%8C%D8%B3%D8%AA%D9%85-%D9%85%D8%A7%D9%86%DB%8C%D8%AA%D9%88%D8%B1%DB%8C%D9%86%DA%AF-On-Line-%D8%AA%D8%B1%D8%A7%D9%86%D8%B3%D9%81%D9%88%D8%B1%D9%85%D8%A7%D8%AA%D9%88%D8%B1

[9]
http://www.irantransformer.com/%D8%B3%D8%A7%D8%AE%D8%AA%D8%A7%D8%B1-%D8%A8%D9%88%D8%B4%DB%8C%D9%86%DA%AF-%D9%87%D8%A7-%D9%88-%D9%85%D8%A7%D9%86%DB%8C%D8%AA%D9%88%D8%B1%DB%8C%D9%86%DA%AF-%D8%A2%D9%86%D9%87%D8%A7/

[10] مهدی رمضانی، "راهنمای آزمایش ها و تعمیر و نگهداری ترانسفورماتورهای قدرت بر اساس استاندارد IEEE"، چاپ اول، روابط عمومی شرکت ملی نفت ایران، مطالعات، انتشارات، اطلاع رسانی، 1398

[11] نادریان، م. صنایع چسند، ح. محسنی، ا.ع. شایگان و ا. رضایی، "بررسی روش های تشخیص عیب و وضعیت ترانسفورماتورهای قدرت"، هفدمین کنفرانس بین المللی برق، آبان 1381، تهران، ایران

[12] واحد تحقیق و توسعه، روح اللهی مسعود، "فصلنامه تحقیق و توسعه"، شرکت ایران ترانسفو، شماره ی هفتم، صفحات از 11 تا 14، پاییز 1392

[13] P. PICHER, S. RIENDEAU, M. GAUVIN, F. LÉONARD, L. DUPONT, J. GOULET, C. RAJOTTE , “New technologies for monitoring transformer tap-changers and bushings and their integration into a modern IT infrastructure” , Hydro-Québec , Canada , CIGRE 2012 , 21, rue d’Artois, F-75008 PARIS , A2-101

[14] http://www.irantransformer.com/category/tapchengeronload

[15] http://www.irantransformer.com/category/tapchengeroffload

[16] Nada Cincar , Goran Milojević , “On-Load Tap Changer Testing Methods”

[17] star logic FRAMIT 3, “Manufacturers of FRAMIT Test Equipment and Experienced FRA Diagnostic Service Providers”, PO Box 1205 , Kloof, 3610 , KZN , South Africa , : http://www.framitonline.com

[18] http://www.civilica.com/